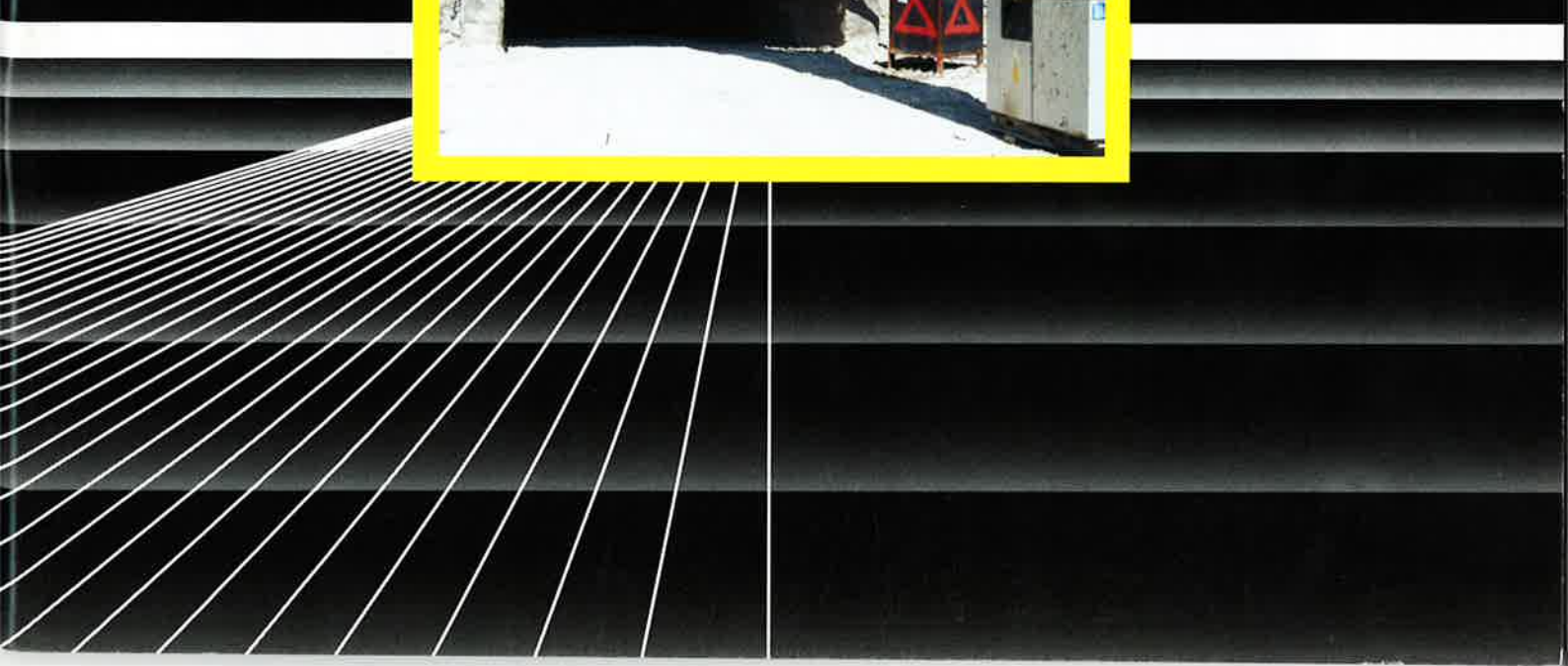


TUNEL

ČASOPIS ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU
A SLOVENSKEJ TUNELÁRSKEJ ASOCIÁCIE ITA/AITES
PODZEMNÍ STAVBY (VÝVOJ, VÝZKUM, NAVRHOVÁNÍ, REALIZACE)

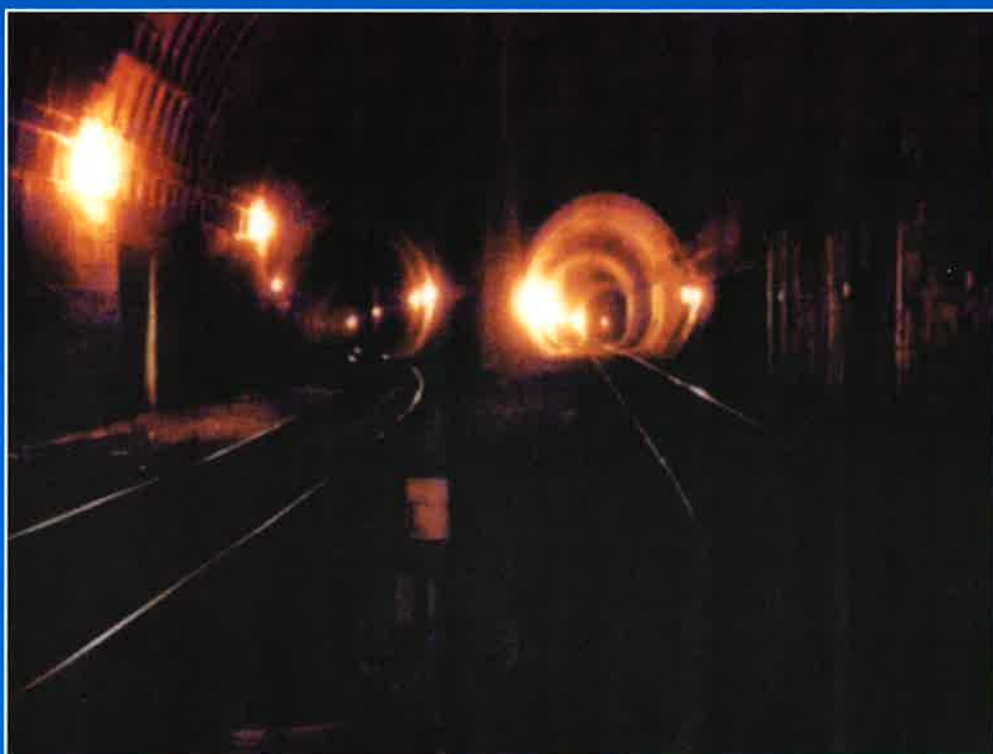
MAGAZINE OF THE CZECH TUNNELLING COMMITTEE
AND SLOVAK TUNNELLING ASSOCIATION ITA/AITES
UNDERGROUND CONSTRUCTIONS (DEVELOPMENT, RESEARCH, DESIGN, REALIZATION)





projektová, konzultační a inženýrská firma
s dlouholetou tradicí a zkušenostmi

projektuje stavby podzemního stavitelství



Dostavba III. vinohradského tunelu v Praze

- studie • dokumentace pro územní rozhodnutí
- dokumentace pro stavební povolení • prováděcí projekty
- autorský dozor • rozpočty

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

Tel.: 02 - 24227168 Fax: 02 - 24230316 E-mail: paha@sudop.cz www.sudop.cz

Tunel

Časopis Českého tunelářského komitétu
a Slovenskej tunelárskej asociácie ITA/AITES
Založen Ing. Jaroslavem Gránem v roce 1992

OBSAH

	str.
Úvodník: Ing. Jan Březina, předseda představenstva a ředitel, VOKD, a.s.	1
Půlstoletí technického vývoje a řešených technologií u VOKD, a.s., Ostrava Ing. Milan Červený, VOKD, a.s.	2
Sanace oblasti Karolina v Ostravě - Drenážní kolektor Ing. Jiří Tvardek, Ing. Karel Dolínek, VOKD, a.s.	9
Železniční tunel El Cortijo Ing. Pavel Zelina, Ing. Stanislav Sikora, VOKD, a.s.	14
Podchod tunelů metra pod Vltavou - realizace výsuvu Doc. Ing. Jan L. Vitek, CSc., METROSTAV, a.s.	18
Suchý dok, provedení zářezu a stabilizace pravého tunelu trasy metra IV C1 pod řekou Vltavou v Praze-Tróji Ing. Stanislav Dostál, Ing. Miloslav Novotný, METROSTAV, a.s.	21
Fotoreportáž Doc. Ing. Jan L. Vitek, CSc., a kol., METROSTAV, a.s.	28
První jednolodní ražená stanice na pražském metru Ing. Josef Kutil, IDS, a.s. Ing. Otakar Hasík, Ing. Jiří Růžička, METROPROJEKT Praha, a.s.	30
Řízení odevzy horniny - mlíňky do roku 1970 (pokr.) Prof. K. Kováří, Swiss Federal Institute of Technology, Curych, Švýcarsko	34
Moderní způsob měření konvergencí při ražbě tunelu Mrázovka Ing. Petr Hlaváček, ANGERMEIER ENGINEERS, s.r.o.	38
Studie zakrytého zářezu na dálnici D1 v Přerově Ing. Jaroslav Lacina, AMBERG ENGINEERING Brno, a.s.	43
Ze světa podzemních staveb	47
Technické zajímavosti	49
Jubileá	51
Zprávy z tunelářských konferencí	53
Zpravodajství ČTuK	55
Bibliografie 2001	

REDAKČNÍ RADA

Předseda: Ing. Petr Vozarik - METROSTAV, a.s.
Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc. - ČVUT Praha
Ing. Igor Fryč - POHL, a.s.
Ing. Milan Krejcar - INSET, s.r.o.
Ing. Josef Kutil - INŽENÝRING DOPRAVNÍCH STAVEB, a.s.
Ing. Libor Mařík - ILF CONSULTING ENGINEERS, s.r.o.
Ing. Miloslav Novotný - METROSTAV, a.s.
Ing. Pavel Polák - METROSTAV, a.s.
Doc. Ing. Pavel Příbyl, CSc. - ELTODO, a.s.
Ing. Georgij Romancov, CSc. - METROPROJEKT Praha, a.s.
Doc. Ing. Alexandr Rozsypal, CSc. - SG-GEOTECHNIKA, a.s.
Ing. Stanislav Sikora - VOKD, a.s.
Ing. Richard Šňupárek, CSc. - Ústav geoniky AV ČR
Ing. Václav Torner - AQUATIS, a.s.
Ing. Miroslav Uhlík - SUBTERRA, a.s.
ČTuK ITA/AITES: Ing. Karel Matzner
STA ITA/AITES: Ing. Miloslav Frankovský - TERRAPROJEKT, a.s.
Ing. Peter Dinga - GEOCONSULT, s.r.o.
Ing. Ondřej Vida - BANSKÉ STAVBY a.s.

VYDAVATEL

Český tunelářský komitét a Slovenská tunelárska asociácia ITA/AITES pro vlastní potřebu

DISTRIBUCE

členské státy ITA/AITES
členové EC ITA/AITES
členské organizace a členové ČTuK
více než 30 externích odběratelů
povinné výtisky 35 knihovnám a dalším organizacím

REDAKCE

Dělnická 12, 170 00 Praha 7
tel./fax: 667 93 479
e-mail: matzner@metrostav.cz
internet: http://www.ita-aites.cz
Vedoucí redaktor: Ing. Karel Matzner
Odborní redaktori: Ing. Miloslav Novotný, Ing. Pavel Polák,
Ing. Jozef Frankovský

Grafická úprava: Petr Mišek

Tisk: GRAFTOP

Tunel

Magazine of the Czech Tunnelling Committee
and the Slovak Tunnelling Association ITA/AITES
Established by Ing. Jaroslav Grán in 1992

CONTENTS

	pg.
Editorial: Ing. Jan Březina, Chairman of the Board of Directors and President, VOKD, a.s.	1
Fifty years of technical development and resolved technologies at VOKD, a.s., Ostrava Ing. Milan Červený, VOKD, a.s.	2
Maintenance of the Karolina district in Ostrava - Drainage collector at VOKD, a.s., Ostrava Ing. Jiří Tvardek, Ing. Karel Dolínek, VOKD, a.s.	9
El Cortijo railway tunnel Ing. Pavel Zelina, Ing. Stanislav Sikora, VOKD, a.s.	14
The metro tunnels underpassing the Vltava River - launching operation Doc. Ing. Jan L. Vitek, CSc., METROSTAV, a.s.	18
The dry dock, execution of the open box and stabilisation of the right tunnel of the metro line IV C1 under the Vltava River in Prague - Troja Ing. Stanislav Dostál, Ing. Miloslav Novotný, METROSTAV, a.s.	21
Photoreport Doc. Ing. Jan L. Vitek, CSc., et al., METROSTAV, a.s.	28
The first single-bay mined station of the Prague metro Ing. Josef Kutil, IDS, a.s., Ing. Otakar Hasík, Ing. Jiří Růžička, METROPROJEKT Praha, a.s. ...	30
The control of the ground response - milestones up to the 1960s (continuation) Prof. K. Kováří, Swiss Federal Institute of Technology, Curych, Švýcarsko	34
Advanced system of convergence measurement in the excavation of the Mrázovka tunnel Ing. Petr Hlaváček, ANGERMEIER ENGINEERS, s.r.o.	38
Study on the covered cut on the D1 highway in Přerov Ing. Jaroslav Lacina, AMBERG ENGINEERING Brno, a.s.	43
World of underground construction	47
Technical matters of interest	49
Jubilees	51
News from tunnelling conferences	53
CTuK reports	55
Bibliography 2001	

EDITORIAL BOARD

Chairman: Ing. Petr Vozarik - METROSTAV, a.s.
Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc. - ČVUT Praha
Ing. Igor Fryč - POHL, a.s.
Ing. Milan Krejcar - INSET, s.r.o.
Ing. Josef Kutil - INŽENÝRING DOPRAVNÍCH STAVEB, a.s.
Ing. Libor Mařík - ILF CONSULTING ENGINEERS, s.r.o.
Ing. Miloslav Novotný - METROSTAV, a.s.
Ing. Pavel Polák - METROSTAV, a.s.
Doc. Ing. Pavel Příbyl, CSc. - ELTODO, a.s.
Ing. Georgij Romancov, CSc. - METROPROJEKT Praha, a.s.
Doc. Ing. Alexandr Rozsypal, CSc. - SG-GEOTECHNIKA, a.s.
Ing. Stanislav Sikora - VOKD, a.s.
Ing. Richard Šňupárek, CSc. - Ústav geoniky AV ČR
Ing. Václav Torner - AQUATIS, a.s.
Ing. Miroslav Uhlík - SUBTERRA, a.s.
ČTuK ITA/AITES: Ing. Karel Matzner
STA ITA/AITES: Ing. Miloslav Frankovský - TERRAPROJEKT, a.s.
Ing. Peter Dinga - GEOCONSULT, s.r.o.
Ing. Ondřej Vida - BANSKÉ STAVBY a.s.

PUBLISHED FOR SERVICE USE

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

DISTRIBUTION

ITA/AITES Member Nations
ITA/AITES EC members
CTuK corporate and individual members
more than 30 external subscribers
obligatory issues for 35 libraries and other subjects

OFFICE

Dělnická 12, 170 00 Praha 7
tel./fax: 667 93 479
e-mail: matzner@metrostav.cz
internet: http://www.ita-aites.cz
Editor-in-chief: Ing. Karel Matzner
Technical editors: Ing. Miloslav Novotný, Ing. Pavel Polák,
Ing. Jozef Frankovský

Graphic designs: Petr Mišek

Printed: GRAFTOP

ČLENSKÉ ORGANIZACE ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU A SLOVENSKEJ TUNELÁRSKEJ ASOCIÁCIE ITA/AITES

MEMBER ORGANIZATIONS OF THE CZECH TUNNELLING COMMITTEE AND SLOVAK TUNNELLING ASSOCIATION ITA/AITES

- ČTuK:**
- ABP, a. s.**
Náměstí Hrdinů 6
140 00 Praha 4
- AMBERG ENGINEERING BRNO, a.s.**
Ptašínského 10
602 00 Brno
- ANGERMEIER ENGINEERING, s.r.o.**
Pilovská 216
190 16 Praha 9
- AQUATIS, a.s.**
Botanická 56
656 32 Brno
- CARBOTECH-BOHEMIA, s.r.o.**
Lihovarská 10
716 03 Ostrava-Radvanice
- ČERMÁK A HRACHOVEC, s.r.o.**
Smíchovská 31
155 00 Praha 5 - Řeporyje
- ELTODO EG, a.s.**
Novodvorská 1010/14
142 00 Praha 4
- ENENERGIE KLADNO, a.s.**
Vašíčkova 3081
272 04 Kladno
- EREBOS, s.r.o.**
Malé Svatoňovice 249
542 34
- GEOTEC GS, a.s.**
Chmelová 2920/6
106 00 Praha 6
- GEOTEST BRNO, a.s.**
Šmahova 112
659 01 Brno
- ILF CONSULTING ENGINEERS, s.r.o.**
Jírskova 5
186 00 Praha 8
- INGSTAV, a.s.**
Noveská 22
709 06 Ostrava - Mariánské Hory
- INGUTIS, s.r.o.**
Třeboradická 1/1275
182 00 Praha 8
- INSET, s.r.o.**
Novákových 6
180 00 Praha 8
- INŽENÝRING
DOPRAVNÍCH STAVEB, a.s.**
Na Moráni 3
128 00 Praha 2
- KANKOL, s.r.o.**
Nový Jáchymov 48
267 03 Hudlice, okr. Beroun
- KELLER SPECIÁLNÍ ZAKLÁDÁNÍ, s.r.o.**
K Ryšance 16
147 54 Praha 4
- METROPROJEKT PRAHA, a.s.**
I. P. Pavlova 1786/2
120 00 Praha 2
- METROSTAV, a.s.**
Koželužská 2246/5
180 00 Praha 8
- OKD, DBP, a.s.**
Rudé armády 637
739 21 Paskov
- POHL cz, a.s.**
Nádražní 25
252 63 Rostoky u Prahy
- PÚDIS, a.s.**
Nad vodovodem 2/169
100 00 Praha 10
- SATRA, 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
- ČVUT STAVEBNÍ FAKULTA**
Thákurova 7
166 29 Praha 6
- VUT STAVEBNÍ FAKULTA**
Veveří 95
662 37 Brno
- SUBTERRA, a.s.**
Bezová 1658
147 14 Praha 4
- SUDOP, a.s.**
Olšanská 1a
130 80 Praha 3
- TUBES, s.r.o.**
Londýnská 29
123 00 Praha 2
- ÚSTAV GEONIKY AV ČR**
Studentská ul. 1768
708 33 Ostrava-Poruba
- VIS, a.s.**
Bezová 1658/1
147 00 Praha 4
- VOKD, a.s.**
Nákladní 1/3179
701 40 Ostrava
- VYSOKÁ ŠKOLA BĀNSKÁ-TU OSTRAVA**
tř. 17. listopadu
708 33 Ostrava-Poruba
- ZAKLÁDÁNÍ GROUP, a.s.**
Rohanský ostrov
180 00 Praha 8
- ŽS BRNO, a.s.**
závod MOSAN
Burešova 17
660 02 Brno
- STA:**
- BANSKÉ STAVBY, a.s.**
Košovská cesta 16
971 01 Prievidza
- DOPRASTAV, a.s., GR**
Drieňová 27
826 56 Bratislava
- DOPRAVOPROJEKT, a.s.**
Kominárska 2
823 03 Bratislava
- GEOCONSULT, spol. s r.o.**
Drieňová 27
826 56 Bratislava
- GEOMONTA, spol. s r.o.**
Sebedražská cesta 7
971 01 Prievidza
- GEOTECHNIK, spol. s r.o.**
Spišská Nová Ves
- GEOSTATIK, spol. s r.o.**
Bytčická 32
010 39 Žilina
- GEOFOS, spol. s r.o.**
Veľký diel 3323
010 08 Žilina
- HYDROSTAV, a.s.**
Miletičova 21
820 06 Bratislava
- HYDROTUNEL**
Mojmírova 14
972 01 Bojnice
- HORNONITRIANSKE BANE, a.s.**
ul. Matice slovenskej 10
971 71 Prievidza
- CHÉMIA-SERVIS**
Kopčianska 65
851 01 Bratislava
- INCO, a.s.**
Pri starej prachárni 14
831 50 Bratislava
- INGEO, a.s.**
Bytčická 16
010 01 Žilina
- INFRAPROJEKT, s.r.o.**
Kominárska 4
823 02 Bratislava
- KŘÍŽIK, a.s.**
Solivárska 1
080 01 Prešov
- MAGISTRÁT hl. m. Bratislavy**
Primaciálne nám. 1
814 99 Bratislava
- RUDNÝ PROJEKT HOLDING, a.s.**
Festivalové nám. 1
041 95 Košice
- SLOVENSKÁ BANÍČKA
SPOLOČNOSŤ**
ul. 9. mája č. 2
974 01 Banská Bystrica
- SLOVENSKÁ SPRÁVA CIEST**
Miletičova 19
820 09 Bratislava
- SLOVENSKÉ TUNELY, spol. s r.o.**
Lamačská 16
841 03 Bratislava
- SOLHYDRO, spol. s r.o.**
Ml. nivy 61, P.O. BOX 31
826 06 Bratislava
- STU BRATISLAVA
STAVEBNÁ FAKULTA**
Radlinského 11
813 68 Bratislava
- ŠPECIÁLNE ČINNOSTI, s.r.o.**
Kuklovská 60
841 05 Bratislava
- TECHNICKÁ UNIVERZITA KOŠICE**
Fakulta BERG
Letná 9
042 00 Košice
- TERRAPROJEKT, a.s.**
Podunajská 24
821 06 Bratislava
- ÚSTAV GEOTECHNIKY SAV**
Watsonova 45
043 53 Košice
- UNIVERZITA KOMENSKÉHO**
Katedra inž. geológie
Mlynská dolina
842 15 Bratislava
- URANPRES, spol. s r.o.**
Fr. Kráľa 2
052 80 Spišská Nová Ves
- VÁHOSTAV, a.s., GR**
Hlínská 40
011 18 Žilina
- VODOHOSP. VÝSTAVBA, š.p.**
Karloveská 2, P.O. BOX 45
840 00 Bratislava
- VUIS -
ZAKLADANIE STAVIEB, spol. s r.o.**
Stará Vajnorská cesta 16
832 44 Bratislava
- ZIPP BRATISLAVA, spol. s r.o.**
Stará Vajnorská cesta 16
832 44 Bratislava
- ŽELEZNICE SR, GR**
Klemensova 8
813 61 Bratislava
- ŽILINSKÁ UNIVERZITA**
Katedra geotechniky
Komenského ul.52
010 26 Žilina
- ŽELBA, a.s.**
Šafárikovo nám. 4
052 54 Spišská Nová Ves



METROPROJEKT Praha a.s.

Česká projektová a inženýrská
akciová společnost

Czech design and engineering
joint-stock company

Dle Vašich požadavků pro Vás
vypracujeme:

- rozborové studie a analýzy investic
- projektovou dokumentaci všech stupňů
- transformaci a autorizaci dokumentace zahraničních klientů podle českých norem a předpisů
- poradenskou a konzultační činnost

According to your requirements
we elaborate for you:

- pre-investment studies & analyses
- project documentation at all levels
- transformation & authorization of project documentation of foreign clients in compliance with Czech norms and regulations
- advisory & consulting services

Kontaktní spojení:

Contact address:

METROPROJEKT Praha a.s.

I.P. Pavlova 2/1786, 120 00 Praha 2, Czech Republic

Phone: +420 2 96 325 151, Fax: +420 2 96 154 105

E-mail: metroprojekt@metroprojekt.cz

DOLEXPERT - GEOTECHNIKA

◇ firma s mnohaletými zkušenostmi při řešení geotechnických problémů inženýrských, podzemních a důlních staveb numerickými metodami.

Zpětná analýza a interpretace

- polních zkoušek
- výsledků měření in situ.

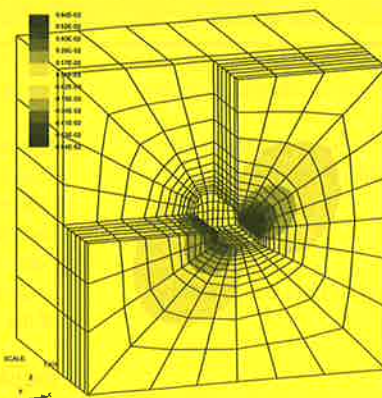
Posouzení vlivu *technologického postupu* výstavby na

- konvergenci výrubu
- stabilitu čelby
- sedání nadloží
- namáhání ostění.

Programové vybavení

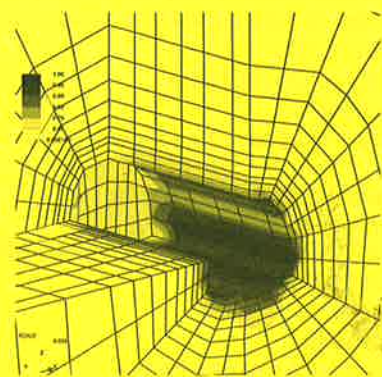
- pro řešení rozsáhlých prostorových a sdružených úloh mechaniky kontinua a diskontinua.

Podzemní laboratoř BAF, Maďarsko (hl. 1100m)



Mobilizace smykové
pevnosti horninového
masívu

← Sbližovací výpočty
ke konvergenčním
měřením



DOLEXPERT - GEOTECHNIKA

Ing. Marta Doležalová, CSc.
Nad Belvederem 3, 148 00 Praha 4
Tel./Fax: 02-71913748
E-mail: dolezalova.m@volny.cz

Pracoviště:

Sokolská 44, 120 00 Praha 2
Tel.: 02-22108139 Fax: 02- 22108130
E-mail: dolezalova@pha.pvtnet.cz
dolexpert@volny.cz

PRAŽSKÉ GEOTECHNICKÉ DNY 2002

TERMÍN:	13. a 14. května 2002
TÉMA:	Aplikace mechaniky hornin pro podzemní stavby
POŘÁDÁ:	Stavební geologie – Geotechnika, a.s. ve spolupráci s Českou geotechnickou společností ČSSI
MÍSTO KONÁNÍ:	AKADEMIE VĚD ČR, PRAHA 1, NÁRODNÍ TŘ. 3
PROGRAM:	13. 5. 2002 dopoledne: Seminář: Aplikace mechaniky hornin pro podzemní práce odpoledne: 10. mezinárodní Pražská geotechnická přednáška 14. 5. 2002 Workshop: Otázky geotechnického průzkumu pro projektování a výstavbu tunelů

CENÍK INZERCE V ČASOPISU TUNEL

PRICE LIST OF ADVERTISING IN THE TUNEL JOURNAL

Pro členy ČTuK, STA a tuzemské organizace:

For CTuK and STA members:

UVNITŘ ČASOPISU

celostránkový inzerát barevný	16 000 Kč
půlstránkový inzerát barevný	9 000 Kč
na kuléru celostránkový	12 000 Kč
na kuléru půlstránkový	7 000 Kč

NA OBÁLCE ČASOPISU

celostránkový inzerát barevný	22 000 Kč
- 2. nebo 3. strana	
- 4. strana	28 000 Kč

Inzerce v celém ročníku - sleva 10%

Redakce si vyhrazuje právo regulace inzerce s ohledem na druh a velikost podle počtu zájemců a jejich požadavků.

Ceník schválen redakční radou časopisu 14. 1. 2002

For CTuK and STA non-members from abroad:

One page 1A4 advertisement in colour EUR 1200

Half-page advertisement in colour EUR 700

Advertising in the entire year's volume - reduction 10%

POKYNY AUTORŮM KE ZPŮSOBU ZPRACOVÁNÍ PŘÍSPĚVKŮ A INZERÁTŮ DO ČASOPISU TUNEL

INSTRUCTIONS TO AUTHORS ON THE RULES TO BE OBSERVED IN SUBMITTING ARTICLES AND ADVERTISEMENTS FOR TUNEL MAGAZINE

Z důvodu zkvalitnění celého procesu edice časopisu žádáme všechny autory a inzerenty, aby dodržovali následující požadavky na předávané podklady:

Manuscripts shall be submitted for a higher quality of the whole edition process in the form as follows:

1. Text (bez obrázků a fotografií) napsaný na PC (WORD) bez zarovnání, uložený na disketě 1,4 MB nebo zaslaný e-mailem v uspořádání:

- název článku
- autor/autoři, organizace
- text článku
- očíslované podtitulky grafických příloh a fotografií (na konec článku)

1. The text in hardcopies (WORD) typed without justification, downloaded on a 1.4 MB diskette or e-mailed in the following order:

- the article title
- author/authors, organisation
- text of the articles
- numbered subtitles of drawings and photos (listed at the end of the article)

2. Grafické přílohy (očíslované):

- v originální grafické podobě
- nebo na samostatném nosiči (disketa, ZIP, CD) ve formátu WORD nebo CORREL 8

2. Graphic enclosures (numbered):

- in the original graphic form
- or on a separate medium (diskette, ZIP, CD), format WORD or CORREL 8

3. Fotografie:

- přednostně v pozitivní formě
- nebo v digitální formě (mohou být na nosiči společně s grafickými přílohami), avšak s rozlišením min. 300 dpi

3. Photographs

- preferably in the form of positives
- or in the digital form (photos may be downloaded on the same medium as the graphic enclosures), but with a minimum resolution of 300 dpi

4. Inzeráty:

- na filmech v tiskovém rastru 175 lpi (70 l/cm)
- nebo v digitální formě na nosiči jako grafické přílohy

4. Advertisements

- on films within the print rastr of 175 lpi (70 l/cm)
- or in the digital form in the same medium as the graphic enclosures

5. Barevné otisky všech příloh

5. Coloured prints of all enclosures



Vážené kolegyně a kolegové,

V časopise TUNEL, který právě držíte v ruce, je značný prostor věnován povrchovým aktivitám naší akciové společnosti VOKD. Samozřejmě že rádi prezentujeme dosažené úspěchy v podzemní činnosti v tomto erudovaném odborném periodiku. Dnes k tomu máme speciální důvod. Akciová společnost VOKD oslavila 50 let svého trvání a ráda by seznámila vás, odbornou veřejnost, s úspěchy posledního období.

Rok 2001 byl pro a. s. VOKD rokem významného výročí. Padesát let je i pro člověka důležitý mezník a stavebních společností, které se mohou pochlubit tolika lety trvání, není v naší republice mnoho.

VOKD byla založena 26. listopadu 1951 původně jako společnost pro výstavbu dolů, ale již zanedlouho rozšířila své aktivity i na povrchové a povrchové stavby. Za padesát let své existence VOKD postavila 6 kompletních nových dolů, 40 nových jam bylo vyhloubeno z povrchu a další desítky jam byly prohloubeny. V osmdesátých letech minulého století měla VOKD 14 500 zaměstnanců a stavěla rozsáhlé a technicky zajímavé stavby, jako elektrárnu Dětmárovice, televizní vysílače na Lysé hoře a Pradědu, hotel Permon ve Vysokých Tatrách, ale i sportovní a administrativní objekty nejen v České republice, ale i v Německu, Polsku, Sovětském svazu, Iráku a Barmě. Povrchové stavební práce musely být postupně utlumovány, protože kapacita podniku byla plně vytížena důlními a podzemními stavbami v ČSSR a v zahraničí. Zkušenosti pracovníků VOKD byly zúročeny na výstavbě kolektorů v Karvině, Ostravě-Vítkovicích i spoluprací na kolektoru v Ostravě-Vyškovcích.

Po ustanovení akciovou společností v lednu roku 1994 se VOKD rozhodla opět aktivně vstoupit na trh podzemních a povrchových staveb. S německými a rakouskými firmami jsme spolupracovali při výstavbě větracích šachet tunelů Sommerberg a Saukopftunnel i při výstavbě tunelu na trase Bonn – Bad Godesberg. Podzemní garáže ve Weinheimu byly od německého partnera oceněny referenčním listem. Společnost získala zakázky na výstavbu podzemních i povrchových garáží v Ostravě a tyto stavby byly oceněny v soutěži Dům roku. I další povrchové a podzemní stavby prováděné specialisty z firmy VOKD byly oceněny tituly v soutěži Dům roku, případně získaly referenční list Magistrátu města Ostravy, jako např. 800 m kolektoru pod ulicí Poděbradovou v centru Ostravy. Zkušenosti v důlní a podzemní výstavbě zúročujeme nejen v České republice, ale i ve Španělsku, kde jsme ve výtečné kvalitě dokončili 970 m dlouhý železniční tunel a spolupracujeme s místními firmami na silničním tunelu.

Všechny tyto úspěchy by nebylo možno dosáhnout bez odborných znalostí a zkušeností zaměstnanců VOKD a dobré spolupráce se subdodavateli. Těm všem bych chtěl poděkovat za jejich úsilí a profesionalitu při provádění prací.

Dear ladies and gentlemen,

The journal TUNEL you are having in hands devotes a lot of space to the subsurface activities of our joint - stock company VOKD. We naturally enjoy presenting our successes regarding subsurface activities in the above-mentioned erudite periodical, but today we have a special reason. The joint-stock company VOKD celebrated its fiftieth anniversary of its existence and we would like to present you, the professional public, our achievements of the latest period.

The year of 2001 was a year of an important anniversary for our Company. Fifty years are a momentous milestone even in the life of a human and in connection with the building company there are not many companies in our republic that can boast of so many years of the existence.

VOKD was founded on 26 November 1951 originally as the company concentrated in the construction of mines but shortly it extended its activities also with subsurface and surface structures. In fifty years of its existence the Company has built 6 complete new mines, 40 new shafts were sunk from the surface and many other tens of shafts were deepened. In the eighties of the last century, VOKD used to have 14 500 employees and it built extensive and interesting structures from the point of technique such as the power plant Ditmarovice, television transmitter on Lysá hora and Praded, the hotel Permon in the High Tatras and also sports and administration buildings not only in the Czech Republic, but also in Germany, Poland, the Soviet Union, Iraq and Barma. Surface building works were continually dampened down because the potentials of the Company were fully exploited with the mining and subsurface structures both in the Czech Republic and abroad. The experience of VOKD employees was a benefit on construction of utility tunnels in Karviná, Ostrava-Vitkovice and cooperation on the collector in Ostrava-Vyškovice.

After the Company was established as joint-stock company in January 1994, VOKD decided to re-enter the market of subsurface and surface structures. We cooperated with German and Austrian firms at construction of ventilating shafts to tunnels Sommerberg and Saukopftunnel and also at construction of the tunnel on the route Bonn- Bad Godesberg. The German partner honoured the underground garages in Weinheim with the Reference letter. The Company was awarded with a job for construction of underground and subsurface garages also in Ostrava and these buildings were awarded with a prize in the competition called The House of the Year or they won the Reference letter of the Municipal authority of Ostrava, e.g. the collector of 800 m under the street Podebradova in the center of Ostrava. We exploit our experience in mining and subsurface construction not only in the Czech Republic, but also in Spain. We have completed a 970 -meter railway tunnel of an excellent quality there and we carry out joint work with the local companies there on the road tunnel.

The Company would not be able to accomplish all of the above success without professional knowledge and experience of its employees and good cooperation with its sub-suppliers. Therefore I would like to express them my acknowledgements for their efforts and workmanship made at performance of the work.

Ing. Jan Březina

předseda představenstva a ředitel akciové společnosti VOKD
Chairman of the Board of Directors President

PŮLSTOLETÍ TECHNICKÉHO VÝVOJE A ŘEŠENÝCH TECHNOLOGIÍ U AKCIOVÉ SPOLEČNOSTI VOKD, OSTRAVA

FIFTY YEARS OF TECHNICAL DEVELOPMENT AND RESOLVED TECHNOLOGIES AT VOKD, JOINT-STOCK COMPANY, OSTRAVA

Ing. MILAN ČERVENÝ, VOKD, a. s.

ÚVOD

Padesáté výročí společnosti VOKD nás opravňuje a současně nám i ukládá povinnost alespoň v několika málo odstavcích vzpomenout na počáteční technické vybavení podniku pro provádění razičských či hlubičských prací. Pokusíme se v krátkosti zrekapitulovat nákup i vývoj strojů a zařízení, které byly vyrobeny ve vlastních dílnách, v nichž se v praxi odrazila technická a odborná zdatnost pracovníků VOKD. Nelze nevzpomenout, že vývoj techniky a technologie hloubení vertikálních děl, ražení překopů, chodeb a ražby velkoprostorových důlních děl byl v historii VOKD, a. s., více či méně ovlivňován zejména investičními požadavky ostravsko-karvinského revíru.

VOKD, národní podnik, vznikl 26. 11. 1951 výměrem Ministerstva paliv a energetiky, které provádělo celkovou reorganizaci československého průmyslu.

Za uplynulých 50 let prošla VOKD mnohými organizačními změnami. Jak narůstaly úkoly, rostly i závody a provoz. Mezi nejdůležitější změny patřilo ustavení závodů podle činností v roce 1953 a vytvoření specializovaného závodu pro hloubení jam v roce 1955. Tento závod v průběhu své existence dosáhl vynikajících výsledků.

Akiová společnost VOKD v dnešní podobě byla zaregistrována 1. 1. 1994. Hlavními předměty činnosti akciové společnosti jsou důlně stavební činnost, výroba betonových prvků, výroba svařovaných sítí a zámečnická výroba.

Podnik v průběhu svého vývoje pečlivě sledoval technický vývoj v zemích s rozvinutým hornictvím. Komplexní program technické politiky představoval základní dlouhodobý dokument podniku. Pro řešení úkolů v této oblasti bylo zřízeno výzkumně vývojové a rozvojové středisko. V průběhu let se ukázalo, že tento krok byl správný. Krátce tedy o vývoji důlní činnosti společnosti.

HLOUBENÍ JAM

Společnost (dříve podnik) včas zachytila potřeby nárůstu požadavků na hloubení jámy. Vlastní vývoj technologie hloubení od vzniku podniku si vyžádal vznik specializovaného závodu hloubení jam v roce 1955. Postupně zdokonalování operací nakládání, vyztužování, později i vystrojování, dále strojní vrtání vývrtů pro trhací práci a postupná inovace strojního vybavení hloubené jámy si vysloužily nejvyšší odborná uznání.

Vývoj technologie hloubení v závislosti na vývoji jámové výztuže, od cihlové výztuže přes betonové tvárnice, železobetonové tybinky, se ustálil v konečném stadiu na monolitickém betonu spouštěném z povrchu samospádovým potrubím na dno hloubení za ocelovou šablonou.

Ruční nakládání do okovů bylo od roku 1953 mechanizováno ručně naváděnými drapákovými nakladači BČ-1 a KS-3. Nakladače KS-3 byly v dalším období v hloubených jamách nahrazeny mechanicky naváděnými kabinovými nakladači řady KS o obsahu drapáku až 1,0 m³.

Nízkému stupni mechanizace odpovídaly i nízké postupy a produktivita práce hlubičů.

K zásadní kvalitativní změně v mechanizaci došlo na počátku roku 1959, kdy byla poprvé v Československu použita moderní technologie při hloubení jámy Jeremenko, s monolitickou betonovou výztuží ze dna jámy s použitím zavěšeného dveřového betonovacího bednění výšky 2,0 m, s dopravou betonové směsi zavěšeným ocelovým samospádovým potrubím Js 150 mm. V letech 1960 až 1967 byl další vývoj této technologie a mechanizace hloubicích prací zaměřen na používání definitivních těžních strojů s velkoobsahovými samovyklápecími okovy o obsahu až 5 m³, definitivní těžní věže, betonovacího bednění výšky 4,0 m se šikmým dnem a kuželovým pláštěm bednění.

Do té doby nedosáhly v Československu žádné technologie a mechanizace

INTRODUCTION

It is our fiftieth anniversary-an appropriate time to mention the history of our technical business equipment for shaft and drift mining. Our machines and equipment are purchased, or manufactured in our own shops, and reflect the technical and professional skills of VOKD, a.s., employees. Development of techniques and technologies for sinking vertical shafts, cross tunnel drifting, tunnels and drifting for large-space mining structures is the evolving product mix of VOKD, a.s., which is influenced by industry requirements of the Ostrava-Karvina district.

VOKD, now a global organization, was founded on 26 November 1951, following authorization by the Ministry of Fuel and Power.

VOKD has evolved during the past 50 years. With new products and markets, our plants and operations have grown. The most significant changes include the arrangement of plants by activities in 1953, and the start of a specialized plant for shaft mining in 1955. This plant has achieved excellent results during its existence.

The joint-stock company, VOKD, was registered in its present form on January 1, 1994. The primary lines of business of the company are mining structures, concrete and iron products, as well as welded nets.

During the company's development, we have carefully studied technical progress in countries with developed mining industries. We have a comprehensive program of technical policy. A center for research and development has been established for implementing objectives concerning the technical policy of the company. And now a brief note about developments in our company mining operations.

SINKING OF SHAFTS

The Company (previously the enterprise) responded to the need of increased requirements for sinking of shafts in time. The development of the sinking technology enforced the origin of the plant specialized in sinking of shafts in 1955. Continuous improvement of operations of loading, reinforcement, and later timbering, mechanical drilling of holes for blasting works, innovation of mechanical equipment of holes drilled earned the highest professional appreciations.

The development of sinking technology in relation to the development of the shaft reinforcement starting with brick reinforcement through concrete panels, reinforced concrete tubbings resulted in the stage of monolithic concrete dropped from the surface with the help of gravitational piping to the bottom of sinking behind the steel template.

Manual loading to the buckets was mechanized from 1953 with manually driven grab loaders of type BČ-1 and KS-3. The loaders KS-3 were later replaced in the sunk shafts with mechanically driven cabin loaders of the range KS with the capacity of grab up to 1,0 m³.

Low procedures and low productivity of the sinkers' work was corresponding to the poor stage of mechanization.

The principal qualitative shift towards mechanization was carried out in the beginning of 1959 when for the first time the progressive technology of monolithic concrete reinforcement was applied in the history of Czechoslovakia. This reinforcement was applied during the sinking of the shaft called Jeremenko, it was from the bottom of the shaft and the suspended concrete -placing formwork 2,0 m high was used and the concrete mixture was transported in the suspended gravitational piping Js 150 mm.

hloubení jam tak rychlého technického a ekonomického vývoje. Tento technický a ekonomický vývoj umožnil dosažení řady vynikajících rychlostních světových postupů a výkonů. Plného uplatnění komplexní mechanizace s použitím sovětského nakladače KS-2 U/40 a prototypu čs. vrtacího agregátu VSH-1 vyvinutého v technickém rozvoji VOKD, k. p., bylo dosaženo v roce 1977 až 1978 na hloubení jámy Šverma – Oderský a v roce 1978 až 1979 na hloubení jámy Darkov 2.

VRTACÍ SOUPRAVY VOKD

Při hloubení prvních jam na začátku padesátých let nebyla používána v pokryvu hrací práce, rozpojování horniny se provádělo ručně sbíjecími kladivý. Teprve v roce 1953 až 1954 se začalo používat vrtání, a to stejnou technikou jako v uhlí (spirálové vrtáky a rotační vrtáčky). Tato technika neumožňovala výplach, proto docházelo k zahlcování vývrtů, vrtání bylo pracné a zdoluhavé. Z toho důvodu se začaly používat trubkové vrtáky s navařenými korunkami. Tato vrtací technika se osvědčila v pokryvných horninách a bylo dosahováno dobrých výsledků. Vyžadovala však poměrně velkou fyzickou námahu. Vrtání v karbonických horninách bylo od počátku prováděno ručně, rotačně-příklepovými kladivý typu EDLK 60 a později VK 24, VK 25 a VK 29.

Aby byla snížena namáhavost práce při vrtání a podstatně se zvýšila kultura a hygiena práce, byla u k. p. VOKD vyvinuta vrtací souprava typu VSH -1 a v roce 1976 nasazena na hloubení jámy Šverma – Oderský a pak na všech dalších hloubeních.

Typ VSH-1 byl postupně nahrazen vylepšeným typem VSH-4, který je konstruován již s ohledem na větší průměry hloubených jam (až 8,5 m světlého průřezu). Jeho ukončeným vývojem v roce 1982 pro vrtání prohloubení jam z povrchu byly završeny snahy o maximální mechanizaci cyklu základních operací.

Dvoulafetová vrtací souprava VSH-2 (r. 1979) a třílafetová VSH-3 (r. 1980) s vrtacími kladivý VKS 90 VM2 byly určeny pro hloubení šibíků a zohledňovaly menší důlní prostory i nutný prostor pro odstavení v době jiných operací.

DALŠÍ TECHNICKÁ ZLEPŠENÍ V JAMÁCH

Závod hloubení jam, který VOKD snad nejvíce proslavil, do této hornické kategorie (a později i jeho následovníci v jiných důlních závodech) přinesl další technická a konstrukční řešení, mimo již vyjmenované vrtací soupravy VSH-1 až VSH-4. Vyjímám některá z nich:

- náhrada pomocných vratů RV (ruční vraty) pro napínání vodičích lan a zavěšení povalů vraty se strojním pohonem typu SW 10, SW 5, SW 3,5,
- ocelové segmentové bednění OBS s hydraulickými válci, umožňující betonáž úseků 2 m, 3 m a 4 m,

During the period from 1960 to 1967, the further development of the above technology and mechanization of sinking works focused on using of definitive finding engines with self-tipping buckets of large volume up to 5 m³, definitive head frame, formwork for concrete placement 4,0 m high with a sloped bed and cone jacket of formwork.

Until that time none of technologies and mechanization of shaft sinking in Czechoslovakia had such a fast increase in development of technical and economic results. It enabled to achieve numerous outstanding world-wide procedures and performances. The full application of the global mechanization with using of the Soviet loader KS-2 U/40 and Czechoslovak pile drilling machine VSH-1 developed within technical development of k. p. (regional enterprise) was accomplished in 1977 - 78 for sinking of the shaft called Šverma - Oderský and in 1978 - 79 for sinking of the shaft in Darkov 2.

DRILLING SETS OF VOKD

During sinking of the first shafts in the beginning of the fifties, the blasting works were not used in the cover. The rock used to be disintegrated manually with hand picks.

Not earlier than in 1953 to 1954, drilling started to be used with the same technique as in coal (augers and rotary drills). This technology did not enable wet drilling therefore the holes used to be clogged, drilling process was time-consuming and arduous. Out of that reason, the pipe drills started to be used with welded bits. This drilling technique made good in cover rocks and the results achieved were good. However the work was in demand of quite big physical labor. Drilling in Carboniferous rocks was from the beginning performed manually, with the help of rotary percussion hammers of the type EDLK 60 and later VK 24, VK 25 a VK 29.

To reduce the troublesomeness in drilling and to enhance significantly the culture and hygiene of the work, drilling set of the type VSH - 1 was developed at the k. p. VOKD and in the year it was introduced for sinking of the shaft in the mine Šverma-Oderský and afterwards in all other sinkings.

The type VSH-1 was continuously replaced with improved type VSH-4, that is constructed considering larger parameters of shafts sunk (up to 8,5 m net cross section). Its development finished in 1982 from drilling of shaft deepening from the surface was the climax of efforts for maximal mechanization of the basic operations cycle.

Twin-boom drilling rig VSH-2 (year 1979) and three-boom VSH-3 (year 1980) with drilling hammers VKS 90 VM2, were specified for sinking of inside shafts and they were considering the smaller mining spaces and the necessary space for their parking during other operations.



Obr. 1 Spojovací překop ražený pomocí stroje DEMAG TVM-55
Fig. 1 Connecting cross tunnel driven with DEMAG TVM-55

- kotvená výstroj jam a šibíků ocelovými svorníky (převzato z Polska),
- samovyklápecí zařízení okovů o obsahu 1 m³ až 6 m³ (převzato z Polska),
- projekt řešení zavěšení pracovního povalu s nakladačem KS-24/40 - poprvé uplatněný na hloubení jámy Darkov 1 (dvouetážový hloubicí poval byl rozdělen na dva jednoetážové),
- používání větších průměrů náložek trhavín,
- využívání centrálních betonáren, transport betonu a vyřešení komplexu důlní betonárny.

Nejvýznamnější postup v hloubení jam byl zaznamenán v roce 1964 na hloubení vtažené jámy Staříč 3 o průměru 7,5 m, kde bylo za 31 dnů vyhloubeno 321,93 m.

Vysokým zvládnutím nové techniky závod hloubení rozhodujícím způsobem zabezpečil otírky nových zásob uhlí a zabezpečení těžby na dolech ČSM, Paskov a Staříč.

V roce 1967 došlo k dlouhodobému přerušení hloubení jam z povrchu a návrat k hloubení nastal v roce 1973 jámami Šverma - Oderský, Paskov - Řepiště, Mír 5, jáma č. 6 nynějšího Dolu Lazy, Darkov 2, Frenštát 4 a 5.

Při hloubení Dolu Frenštát 4 se uplatnila technologie vyztužování ocelolitovými tybinkami.

KOMPLEXNÍ ZAŘÍZENÍ PRO ZAÚSTOVÁNÍ JAM, TZV. KUDLANKA

Komplexní zařízení pro zaústování jam bylo u VOKD, k. p., používáno od roku 1970. Tuto technologii zaústování převzaly téměř všechny organizace zabývající se hloubením jam v Československu a i v některých dalších zemích. Hlavním prvkem zaústovacího zařízení je "Těžní zařízení pro zaústování jam" podle čs. patentu číslo 146 711 autora Ing. Petra Brychty, které slouží pro dopravu materiálu i jízdu lidí do hloubky 45 m, použití okovu 1 m³ zavěšeného na laně těžního stroje H 800 nebo H 1200. Při vyklápění okovu jsou pro aretaci závěsného vozíku používány dvě závory ovládané elektromagnety ze stanoviště strojníka. K nakládání horniny jsou používány dva nakladače KS-3, zavěšené na sklopných ramenech kloubově uložených na ohlubňovém věnci. Malta pro zděni a betonová směs pro závlivku za tvárnice jsou vyráběny v betonovací jednotce (tj. míchačka PM 500, silo ZC-30, váha AVC 150 a mechanická lopata MLP-2), odtud skluzem přímo do samospádového potrubí.

NEJMODERNĚJŠÍ TECHNIKA V HLOUBENÍ

Stálé uplatňování vědy, moderní techniky a technologie v praxi dovedly VOKD až k plnoprofilovému hloubení jam s předvrtem. Cíl, dosahovat při hloubení vertikálních děl co nejvyšší produktivity, byl završen v roce 1985 nasazením plnoprofilového hloubicího stroje VSB VI 580/750 fy Wirth. Stroj

OTHER TECHNICAL IMPROVEMENTS IN THE SHAFTS

The shaft sinking plant which benefited to the fame of VOKD most in this mining category (and later also its successors in other mining plants) brought up the technical and structural designs in addition to already having been mentioned drilling aggregates VSH-1 up to VSH-4. I am going to mention some of them:

- replacement of auxiliary winches RV (hand winches) for tensioning of guiding ropes and suspension of platforms with winches with mechanical drive of the type SW 10, SW 5, SW 3,5,
- steel segmental formwork OBS with hydraulic cylinders enabling placement of concrete in sections of 2m, 3m and 4 m,
- anchored support of shafts and inside shafts with steel rockbolts (taken over from Poland),
- automatic tilting equipment of buckets with the capacity of 1 m³ up to 6 m³ (taken over from Poland),
- design project of suspension of working platform with the loader KS-24/40 for the first time applied for drilling a shaft Darkov 1 (two-storey drilling platform was divided into two single-storey ones),
- application of larger diameter of explosive charges,
- using of central concrete mixing plants, transportation of the concrete and resolving of the mining concrete mixing plant premises.

The most significant progress in sinking of shafts was reported in the year 1964 for sinking of the shaft Starec 3 with diameter of 7,5 m, where 321,93 m was excavated in 31 days.

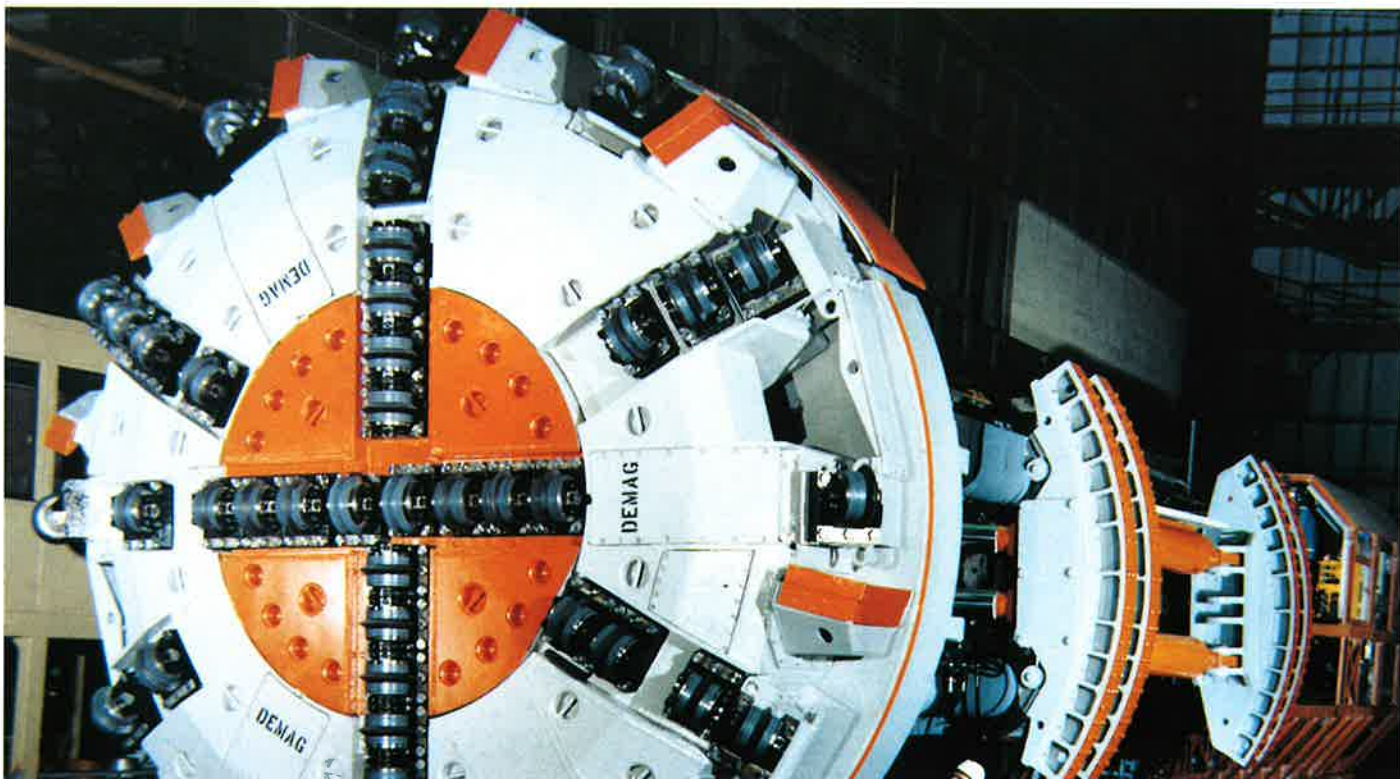
The sinking plant was able to ensure opening of new coal supplies by the means of high managing of new technique and it ensured exploitation of the coal in mines ČSM, Paskov and Staříč.

In 1967 sinking of shafts on the surface was discontinued for a long period and its comeback occurred in 1973 with shafts Šverma - Oderský, Paskov - Řepiště, Mír 5, shaft no. 6 of the existing mines Lazy, Darkov 2, Frenštát 4 and 5.

At sinking of the Frenštát 4 Mine , the technology of reinforcement with steel-cast iron tubings/segments was applied.

EQUIPMENT SET FOR SHAFT COLLARING, SO CALLED "KUDLANKA" (=REAR HORSE)

The set of equipment for shaft collaring was used at VOKD, k. p. from 1970. The technology of collaring was adopted by nearly all organizations involved in sinking of shafts in Czechoslovakia and in some countries as well. The



Obr. 2 Plnoprofilový tunelovací stroj DEMAG TVM-55
Fig. 2 Full-face tunnelling machine DEMAG TVM-55

byl určen pro prohlubování jam s předvrtem a pro hloubení šibíků s předvrtem. První nasazení stroje bylo na jámě Alexandr a vrtal se větrný šibík o průměru 5,8 m a na hloubku 198 m. Druhé nasazení na Dole Dukla bylo na prohloubení jámy č.1 z 5. na 8. patro o vrtané délce 348 m a průměru 6,5 m. Změna na vyšší vrtaný průměr zahrnovala nejen rozšíření vrtací hlavy, upínacích jednotek a všech plošin, ale i změnu převodů a úpravu svorníkovacího zařízení, kterou navrhli pracovníci vývojového střediska k. p. VOKD. Další nasazení proběhla na Dole Vítězný únor v jámě č.1, když bylo odvrtno 285 m jámy a nakonec na Dole P. Bezruč byl odvrtný šibík mezi 13. a 14. p. o hloubce 360 m. S útlumem hornictví se již další nasazení stroje, plánované na rok 1990, neuskutečnilo.

Nasazením vrtacího stroje VSB VI došlo k zavedení nové, velice progresivní a výkonné technologie hloubení a prohlubování vertikálních důlních děl.

EXPORTNÍ ČINNOST

V roce 1968 a hlavně v roce 1969 se projevil prudký nárůst objemu exportu. Protože export již dále nebylo možno zajišťovat střediskem v podniku, byl od 1. 4. 1969 zřízen samostatný exportní závod. K tomuto závodu byla jako výrobní základna přičleněna výrobní ocelových konstrukcí ve Valašském Meziříčí. V důlní činnosti se závod orientoval na hloubení jam z povrchu a ražení horizontálních děl. Ve spolupráci s PZO Strojexport byla zpracována řada nabídek, ne všechny však byly přijaty, a to buď z úvěrových podmínek, nebo jiných požadavků zahraničního investora na PZO.

Po soustředění zájmu na evropská teritoria, zejména Jugoslávii, byly zde raženy např. kilometry těžní štoly rudného dolu, vyhloubeny nové jámy včetně spojovacího překopu uhelného dolu. Práce pracovníků VOKD doznala ocenění na dolech Stari Trg, Raspočje a Blagodat v Jugoslávii.

Souběžně s důlní činností byl prováděn také export povrchových prací. Zde uvádíme některé, a to komplex sportovních hal v bývalé NDR, skokanský můstek v Oberwiesentalu, střelnice Suhl v NDR a komplex chemického podniku pro americkou firmu DOW Chemical ve Stade v Hamburku v NDR.

Významná byla účast na výstavbě plynovodu Orenburg. V roce 1975 byl národní podnik VOKD na československém úseku realizátorem kompresorové stanice v Palasovce, postavil ubytovací základnu se všemi sociálními, kulturními a sportovními zařízeními, vykládací stanice a samostatné kompresorové stanice.

Na počátku osmdesátých let (přesně v závěru roku 1982) ukončil exportní závod svou činnost a VOKD jako firma ztratila v té době pevně vybojované pozice na zahraničních trzích. Tehdejší koncepce nařizovaly soustředit veškeré výstavbové kapacity na rozvoj revíru. Mimo zahraničí musela VOKD opustit i teritorium Zlaté Hory. Nicméně na jaře roku 1986 se pracovníci VOKD opět prosadili i za hranicemi. Stali se jedním z mnoha podniků, které



Obr. 3 Hloubicí stroj VSB firmy WIRTH
Fig. 3 WIRTH VSB raise bore drill rig

main element of the collaring equipment is "Mining equipment for shaft collaring" according to Czechoslovak patent no. 146 711. Its author is Ing. Petr Brychta. Such an equipment operates to both transportation of material and people up to the depth of 45 m, using a 1m³ bucket suspended on the rope of winding engine H 800 or H 1200. Two electric magnet activated bolts on the operator side are used in tipping of the bucket for arrestment of the suspended car. Two loaders KS-3 are used for loading of the rocks. The loaders are suspended on inclinable shoulders hinged on the collar set. The mortar for walling and concrete mix for backfilling behind the block masonry is produced in the concrete mixing unit (it is an agitator PM 500, silo ZC-30, weight AVC 150 and mechanical shovel MLP-2), from there in the chute directly to the gravitational piping.

THE STATE- OF - THE - ART TECHNIQUE IN SHAFT SINKING

The permanent application of the science, up-date technique and technology in the practice steered VOKD towards full-profile sinking of shafts with pre-formed boreholes. The objective - to achieve the best productivity at sinking the vertical works was met in 1985 by a launch of full-profile raise bore drill rig VSB VI 580/750 of the company Wirth. It was determined for deepening the shafts with a pre-formed borehole and for sinking of inside shafts with the pre-drill. For the first time the machine was used on the shaft Alexandr and the ventilating inside shaft was drilled with a diameter of 5,8 m and with depth of 198m. For the second time the machine was used in the mine Dukla for deepening the shaft no. 1 from the 5th storey to the 8th storey and the drilled length was 348 m with a diameter of 6,5 m. The change to the bigger drilled diameter included not only widening of the drilling head, clamping units and all platforms, but also the change of gears and modification of rock bolting equipment having been designed by the employees of the development center of a k.p. VOKD. Afterwards it was used on the mine Vítězný únor in the shaft no. 1 for drilling of 285 m of the shaft and finally on the mine P. Bezruč where the inside shaft was drilled between the 13th and 14th storey with a depth of 360 m. Due to damping of mining industry the using of the machine which was planned for 1990 was not implemented any more.

Launch of the raise bore drill rig VSB VI resulted in introduction of a new, very progressive and efficient technology of sinking and deepening of vertical mining works.

EXPORT

The years 1968 and in particular 1969 recorded a sharp increase of the export volume. Export activities could not be ensured anymore by the center within the enterprise and therefore an independent export plant was established as at 1 April 1969. As the manufacturing basis this plant was joined with the manufactory of steel structures in Valašské Meziříčí.

Regarding the mining activities the plant concentrated to the sinking of shafts from the surface and drifting of horizontal works. In partnership with PZO Strojexport, there were numerous bids drawn up, but not all of them were accepted either due to loan conditions or other requirements of foreign clients on PZO.

After the interest was focused on the territory of Europe, especially on Yugoslavia, there were activities carried out such as kilometers drifted in winding ore mine, deepening of a new shaft including connecting cross tunnel of the coal mine. Work of VOKD employees was highly appreciated in mines such as Stari Trg, Raspočje and Blagodat in Yugoslavia.

Parallel with the mining works, the surface works were exported, too. In this point we can mention some of them: premises of sports halls in the former German Democratic Republic, ski jump in Oberwiesental, shooting range in the former German Democratic Republic and the NDR and premises of the chemical plant for the American company DOW Chemical in Stade in Hamburg in the German Democratic Republic.

The participation in the construction of gas-pipeline in Orenburg is considered very important. In 1975 the national enterprise VOKD was the contractor for the compressor station in Palasovka on Czechoslovak section, it built the accommodation base with all social, cultural and sports facilities, unloading station and separate compressor stations.

In the beginning of the eighties (precisely in the end of 1982) the export plant/division lost its activity and VOKD as the company lost its at that time hard fought out positions on the foreign market. At that time concepts directed to concentrate any constructional potentials to the development of the district. Besides foreign territories VOKD had to leave the territory of Zlaté Hory as well. Nevertheless, in the spring of 1986 VOKD employees re-gained their position abroad. VOKD became one of many enterprises that were building the gas pipeline called Progress in the former Soviet Union. The first buildings were compressor stations at the Ukraine town Bar.

v Sovětském svazu budovaly plynovod Progress. První stavbou byly kompresorové stanice u ukrajinského Baru.

Práci techniků a dělníků VOKD obdivují však dnes v Asii v Barmě, Iránu, v Evropě v Německu, Jugoslávii, Norsku, Polsku, Sovětském svazu a jinde.

NAŠE VIZITKA VE ŠPANĚLSKU

VOKD, a. s., nežije jen z předcházejících úspěchů v exportní činnosti. Vynikajícího postavení si důlní činnost společnosti vydobyla na šachtách asturijského revíru ve Španělsku. Od roku 1991 zde působí zahraniční provozovna a realizuje ražby šesti kombajny AM 50, škrabákové ražby, ražbu s komplexní mechanizací vrtací vůz BWA-3 a nakladač PDL 625) a hloubení zásobníků. V roce 2001 byla provedena i rekonstrukce skipové jámy.

V listopadu 2001 byla ukončena ražba tunelu El Cortijo v Logroňu pro železnici (s pomocí pracovníků Subterra). Další zahraniční aktivity společnosti budou směřovat i tímto směrem.

VRTACÍ TECHNIKA

Vrtání v kameni se nejprve provádělo ručními vrtačkami, od EFLB 65 přes řadu VK k dnešním VK 29. První pokusy s použitím mechanizovaného vrtání při ražení překopů byly u VOKD provedeny v prosinci 1969. Byl to vrtací vůz firmy Atlas Copco typ Promec T 243, který byl výrobcem zapůjčen na dobu tří měsíců k provedení zkoušek. Začátkem ledna 1970 byl uveden do provozu další dvouřadový vrtací vůz firmy Tamrock. V období dalších pěti let bylo postupně zakoupeno 10 vrtacích jednotek Minirondo MR 500 od finské firmy Tamrock. Tyto vrtací vozy 2 MR 500, 2 MR 500 P, 1 MR 500 K byly vyrobeny finskou firmou podle požadavků podniku a používalo se u nich vrtacích kladiv CORONA ES 300. Dále byl dovezen dvouřadový vrtací vůz na housenicovém podvozku typ SBU 2M sovětské výroby. Podnik zkoušel i vrtací vozy KVV-1 z Báňských staveb Prievidza.

HORIZONTÁLNÍ A ÚKLONNÁ DÍLA - NAKLÁDÁNÍ

Technickým vývojem a pokrokem procházel za uplynulé půlstoletí i tento sortiment prací. Na počátku vzniku podniku bylo pro razičské práce jen několik málo strojů zastaralých typů, značně opotřebovaných, které zde zůstaly většinou po německých firmách. Pracovalo se převážně ručně.

Ruční nakládání bylo nahrazováno strojním, když do revíru byly dodány lžícové přehazovací nakladače Eimco. Ty byly postupně nahrazovány nakladači naší výroby NL-21, NL-15V (Stroj Opava) a po nich nakladači sovětské výroby PML-5 a i nyníější PPN-1S.

Pro chodby byly a jsou podle místních podmínek uplatňovány škrabákové

The work of engineers and workers of VOKD is nowadays however admired in Asia, Barma, Iran, in Europe in Germany, Yugoslavia, Norway, Poland, countries of the former Soviet Union and elsewhere.

OUR NAME IN SPAIN

VOKD, a. s. is not alive just from the previous successes in the export. The company won the excellent position thanks to its mining activities in mines of Asturia district in Spain. Since 1991 the foreign plant operates there and drifts have been implemented there with six cutter loaders AM 50, scraper drifting, drifting with complete mechanization with the help of drilling rig BWA-3 and a loader PDL 625) and sinking of bunkers. In 2001 skip pit was reconstructed.

In November 2001 the drifting of the tunnel in El Cortijo in Logron was finished for the railway (with the help of Subterra employees). Our other activities regarding the foreign business will be oriented towards this direction, too.

DRILLING TECHNIQUE

Drilling in the stone was first carried out with hand drills starting with EFLB 65 through the range VK up to present ones VK 29.

The first attempts with application of mechanized drilling during drifting of cross tunnels were carried out by VOKD in December 1969. It was a drilling rig of the company Atlas Copco, type Promec T 243, that was lent by the manufacturer for the period of 3 months for conduct of tests. In the beginning of January 1970, another twin-boom drilling rig of the company Tamrock was commissioned. In the period of the next five years 10 drilling units Minirondo MR 500 were continually purchased from the Finnish company Tamrock. The above drilling rigs 2 MR 500, 2 MR 500 P, 1 MR 500 K were manufactured by the Finnish company to the requirements of our Company and drilling hammers CORONA ES 300 were used with them. Furthermore the twin-boom drilling rig was imported on the caterpillar chassis, type SBU 2M of Soviet production. The Company was testing also the drilling rigs KVV-1 from Báňské stavby Prievidza.

HORIZONTAL AND INCLINED WORKS - LOADING

Also the above range of works was undergoing the technical development and progress during the past fifty years. In the beginning of the Company origin there were only few machines available for drifting works. Those machines were obsolete and rather worn out and were mainly the heritage of German companies. The work was mainly done manually.



Obr. 4 „Kudlanka“ zahlubovací zařízení jam vyvinuté VOKD
Fig. 4 „Kudlanka“ shaft collaring equipment developed by VOKD

nakladače řady ŠN až k nynějším NŠ-5, NS-5E. Pro nakládání byly v provozu i klepetové nakladače, nejdříve Joy a později 2 PNB-2. Ten byl použit pro ražby v kruhovém profilu, kde se uplatnily jeho výhody pro odtěžení horniny z protiklenby. Při ražbách v náražích bez kolejí se uplatnil kolový nakladač DBN-4.

Zavádění elektrohydraulických nakladačů s bočním výsypem lžice započalo nakladačem M 412 fy Deilmann- Haniel v roce 1980, přes DBW 1200 na houšnicovém podvozku až k dnes používaným nakladačům SPH 1, NLH 703 či Hausherr.

RAZICÍ KOMPLEXY

Pro zlepšení úrovně technologie ražení bylo počátkem osmdesátých let rozhodnuto o zavedení razicích komplexů.

Zahraniční, plně elektrifikovaný razicí komplex druhé generace byl tvořen jedním dvoulafetovým elektrohydraulickým vrtacím vozem typu BFR 2.305 H na pásovém podvozku, dvěma nakladači M 412 a hřeblovým mezidopravníkem typu PF 2.30. Mezidopravník byl konstrukčně spojen s nakládací stanicí portálového typu s hydraulickým přestavňákem pro výměnu vozů a s hydraulickým posunovačem vozů.

V tuzemském razicím komplexu byly použity dva vrtací vozy VVH-1, hřeblový mezidopravník TH 600-M a jediný zahraniční stroj byl elektrohydraulický nakladač s bočním výsypem, německý M 412 od firmy Deilmann-Haniel. Vrtací vůz VVH-1 byl vyvinut v AM, k. ú. o., a mezidopravník v k. p. Ostroj Opava.

V současné době jsou jako razicí komplexy u společnosti používány nakladače SPH, NLH 703 a Hausherr většinou v kombinaci s vrtacím vozem VVH -1.

PLNOPROFILOVÝ RAZICÍ STROJ

Podnik však nechtěl řešit jen jednotlivé operace ražby jejich mechanizací. Cesta k řešení se hledala v nedestruktivní technologii ražení, a to za použití plnoprofilového razicího stroje. Tato technologie si do uhelného hornictví našla cestu v sedmdesátých letech, a to zejména v Porúří v Německu. Po získaných zkušenostech v zahraničí bylo rozhodnuto o zakoupení plnoprofilového razicího stroje pro ražby překopů v ostravsko-karvinském revíru. Jednalo se o výrobek fy Demag, typ TVM 55 H, který byl nasazen v roce 1984 na 11. patře Dolu ČSA v Karviné. Razil díla o průměru 6 m a byl nasazen (celkem) na třech ražbách na dolech ČSA a 1. máj s celkovou vyraženou metráží téměř 6,5 km překopů.

Z důvodu omezení investičních prostředků v uhelném hornictví neproběhlo již 4. nasazení stroje TVM 55 H a nerealizovaly se další připravované ražby ve velkých profilech.



Obr. 5 Nově budovaná elektro rozvodna na Dole Darkov
Fig. 5 Newly built substation at the Darkov Mine

Manual loading was replaced with the mechanical process when the shovel type loaders Eimco were supplied to the district. These were continually replaced by the loaders of our production NL-21, NL-15V (Ostroj Opava) and afterwards the loaders of Soviet production PML-5 and the present PPN-1S. For galleries there are scraper-slide loaders of the range ŠN up to existing NŠ-5, NS-5E applied according to local conditions. For loading, scraper loaders were also in operation, at first Joy and later 2 PNB-2. This one was used for drifting in circular profile, which reflected its advantages for excavation of the rock from invert. At drifting in shaft stations without rails, the bucket wheel loader DBN-4 made good.

Introduction of electro-hydraulic loaders with the side tipping of the shovel started with the loader M 412 of the company Deilmann- Haniel in 1980, through DBW 1200 on caterpillar chassis up to nowadays used loaders SPH 1, NLH 703 or Hausherr.

DRIFTING COMPLEXES

With a purpose to improve the level of drifting technology, introduction of drifting complexes was decided in the beginning of the eighties.

The foreign fully electrified drifting complex of the second generation was formed of one twin-boom electro-hydraulic drilling rig of the type BFR 2.305 H on the tracked chassis, two loaders M 412 and intermediate drag conveyor of the type PF 2.30. The design of the intermediate conveyor was connected with the loading station of the portal type with hydraulic point operating apparatus for replacement of cars and with the hydraulic shifter of cars. Two drilling rigs were used in the domestic drifting complex, it was VVH-1, intermediate scraper conveyor TH 600-M and the only foreign machine was the electro-hydraulic loader with side unloading, German machine M 412 from the company Deilmann-Haniel. The drilling rig VVH-1 was developed in AM, k.ú.o., and the intermediate carrier in k.p. Ostroj Opava.

Currently the company has been using the loaders SPH, NLH 703 and Hausherr as the drifting complexes mostly in the combination with the drilling rig VVH -1.

FULL - PROFILE DRIFTING MACHINE

The Company however did not want to resolve only individual operations of drifting with their mechanization. The way to resolution was searched in non-destructive technology of drifting with the help of full-profile drifting machine. This technology was introduced in the coal mining in the seventies above all in Germany in the Ruhr basin. After the experience was acquired abroad, the decision was made on purchase of the full-face machine for drifting of cross tunnels in Ostrava -Karviná district. It was the product of the company Demag, type TVM 55 H and it was mobilized on 11th deck of the Mine ČSA in Karviná in 1984. The machine drifted works with a diameter of 6 m and it was used (total) in three drifts on the ČSA and 1st May mines with the total drifted length of almost 6,5 km of cross tunnels.

Because of checks on investment into coal mining, the 4th application of the TVM 55 H machine did not take place, and other planned excavation in large profiles were not realized.



Obr. 6 Jámy č. 4 a 5 Dolu Frenštát
Fig. 6 Shafts No. 4 and 5 of the Frenštát Mine

SPECIÁLNÍ TECHNOLOGIE

Ve spolupráci s jinými firmami byly prosazovány a uplatňovány některé další progresivní technologie a zařízení, které si vyžádaly specifické důlní podmínky. Jedná se např. o:

- razicí štít NRDS 456 pro ražbu ve velmi obtížných geologických podmínkách (spoj. př. na 7. p. Dolu Fučík 1-5), Orlovská vrása (Báňské stavby Prievidza),
 - čtyřdílná panelová výztuž (převzatá z BS Prievidza) s následnou tamponáží cementopopilkovou směsí,
 - technologie vícefázového vyztužování s využitím samonosnosti hornin (vyvinuty a vyrobeny speciální mechanismy a materiály potřebné pro tuto technologii - hlavní rozvodna 8. p. Dolu Dukla),
 - používání stabilizačních nástřiků v důlních dílech všech profilů (komory, žump. překopy, vidlice)
mechanismy: Vario SSB-02, Vario SSB-22, Vario SSB-24, Vario SSB-14, Aliva 245, Meyco-Piccola, SBS-B 3L,
 - zařízení pro zvýšení stability počvy v otevřených obloukových průřezech důlních děl,
 - přecházení těžkých geologických poruch při ražbě vrtacím strojem TVM 55 H i VSBVI,
 - vývoj zařízení staveniště pro hloubení zásobníků včetně technologie hloubení (na plný profil, i s předvrtm),
 - technologie vyztužování vrtů stříkaným betonem,
 - technologie konsolidačních a stabilizačních nástřiků, protizáparových nástřiků, definitivní výztuže a výplní,
 - mechanizování jednotlivých činností a pomocných prostředků, především pro dopravu a manipulaci se směsí,
 - metoda řízeného výlomu při ražení horizontálních důlních děl,
 - překonávání oblastí nestabilních hornin při ražbách plnoprofilovým razicím strojem i při ražbách klasickou technologií,
 - návěs plnoprofilového razicího stroje,
 - zařízení a technologie při výstavbách skipokomplexů na jednotlivých dolech v OKD (akumulační zásobníky, výsypné komory, odměrné stanice, přístupové pásové chodby, vyprazdňovací stanice),
 - výstavby startovacích komor pro plnoprofilový razicí stroj,
 - nový těžní vrat pro prohlubování jam a hloubení šibíků (VT 25 A),
 - důlní míchačka betonu DDM 250,
 - ověřovací provoz razicího komplexu z dovozu a příprava provozu tuzemského komplexu,
 - velkoplošné ocelové pažiny ze svařované mřížoviny,
 - ražení a vyztužování otvirkových důlních děl ve velkých hloubkách.
- Tento výčet není zcela jistě úplný. Patří sem rovněž problematika větrání a klimatizace pracovišť, čerpání důlních vod, řešení protiprůtřzové a protiořesové prevence a další. Přehled jen dokumentuje široký sortiment problémů, které v historii společnosti byly řešeny.

PODZEMNÍ STAVITELSTVÍ

V posledním desetiletí byly činěny kroky k přechodu části kapacity důlní činnosti k pozemnímu stavitelství. Svědčí o tom výstavba přiváděče vody pro město Karviná a ražení kolektorů pomocí razicího štítového komplexu ŘSK 2,56 v Ostravě-Vitkovicích. V nejoslední řadě ražení obtokových štol na přehradě Morávka (1998-1999) a ražba 700 m kolektoru v Ostravě pod Poděbradovou ulicí (1997- 1999). O ražbě tunelu ve Španělsku je samostatný článek.

ZÁVĚR

Během padesátileté historie bylo postaveno šest nových dolů, vyhloubeno 40 nových jam z povrchu a další desítky jam byly prohloubeny. Vyražená horizontální a úklonná díla všech profilů a různých typů výztuže se dají počítat na desítky kilometrů. Zrealizováno bylo několik desítek technicky velmi náročných velkoprostorových děl v důlních podmínkách.

V sortimentu hloubení jam se podnik VOKD řadí mezi nejlepší na světě, a to zejména ve výkonech na pracovníka. Vynikajících výsledků bylo dosaženo jednak vysokou mechanizací všech pracovních operací, dále vysokou úrovní organizace práce a v neposlední řadě odbornou zdatností všech pracovníků a dokonalým zvládnutím hlubičské profese.

Podnik se nikdy nebál pouštět se i do složitých technických řešení a náročných technologií. Neuzavíral se do sebe, nýbrž v součinnosti s domácími či zahraničními výrobci, vědeckými institucemi a školami hledal a nalézal východiska.

SPECIALIST TECHNOLOGIES

In cooperation with some other companies, some other progressive technologies and equipment requiring specific mining conditions were enforced and applied, such as e.g. :

- *drifting shield NRDS 456 for drifting in very difficult geological conditions (connecting adit on 7th storey of the mine Fučík 1 - 5), Orlovská vrása (Báňské stavby Prievidza)*
 - *four-part segmental support (adopted from z BS Prievidza) with ongoing plugging operation with cement-ash mixture*
 - *technology of supporting in more phases with exploitation of self-support of rocks (special mechanisms and materials necessary for the above technology were developed and manufactured - main switchgear on the 8th storey of the mine Dukla)*
 - *application of stabilizing spray in mining parts of all cross sections (chambers, sumps, cross tunnels of gutters, bifurcations) mechanisms: Vario SSB-02, Vario SSB-22, Vario SSB-24, Vario SSB-14, Aliva 245, Meyco-Piccola, SBS-B 3L*
 - *equipment for increase of stability of invert in open vaulted cross sections of mining works*
 - *passing through critical geological weakness zones at drifting with the drilling rig TVM 55 H and VSBVI*
 - *development of site services for sinking of bunkers including technology of sinking (on full profile, also with a pre-formed bore hole)*
 - *technology of bore hole reinforcement by sprayed concrete*
 - *technology of consolidation and stabilization spraying, spontaneous fireproof spraying, final supporting and backfilling*
 - *mechanization of individual activities and auxiliary means, most of all for transportation and mixture handling*
 - *method of contour blasting at drifting of horizontal mining works*
 - *passing through unstable rock areas at drifting with a full - profile drifting machine and also at drifting with classic technology*
 - *back-up system for the full-profile drifting machine*
 - *equipment and technology at construction of skip-complexes on individual mines within OKD (accumulation bins, dump chambers, measuring stations, conveyor adits, emptying stations)*
 - *construction of starting chambers for full-profile drifting machine*
 - *a new mining winch for deepening of shafts and sinking of inside shafts (VT 25 A)*
 - *mining concrete agitator DDM 250*
 - *verifying operation of drifting complex from the import and preparation of the domestic complex operation*
 - *large-size steel lagging from welded mesh*
 - *drifting and support of development workings at a large depth.*
- The above summary is not comprehensive yet. It also includes the item of ventilation and air conditioning, pumping of mine water, resolving of outburst prevention as well as prevention against bumps and other. The summary only documents the wide range of problems that have been resolved during the history of the Company.*

UNDERGROUND CIVIL ENGINEERING

During the past decade the steps were undertaken to transfer the part of mining capacities towards the civil engineering construction. This can be supported by the construction of water feeder for municipality of Karviná and drifting of utility tunnels with the help of drifting shield complex ŘSK 2,56 in Ostrava - Vitkovice. Last but not least it is drifting of diversion tunnels at the dam Morávka (1998-1999) and drifting of 700 m utility tunnel in Ostrava under Poděbradova street (1997 - 1999). As far as drifting of the tunnel in Spain is concerned, it is described in the separate article.

CONCLUSION

During its fifty-year history there were 6 new mines built, 40 new shafts sunk from the surface and other tens of shafts were deepened. The horizontal and inclined works of all profiles and various types of support can be counted in tens of kilometers. Several tens of technically very demanding large-scale works have been implemented in mining conditions.

Regarding the shaft sinking, VOKD ranked among the best companies in the world, especially in the volume of performance per employee. The excellent results were accomplished due to high mechanization of all working operations, high level of work organization and the last but not least due to professional skills of all of our employees in thorough managing of the profession of shaft sinking.

The Company was always encouraged to embark upon technical sophisticated resolutions and demanding technologies. It never closed the doors to others but always operated in concurrence with domestic or foreign manufacturers and searched for and found solutions.

SANACE OBLASTI KAROLINA V OSTRAVĚ DRENÁŽNÍ KOLEKTOR

REHABILITATION OF KAROLINA DISTRICT IN OSTRAVA DRAINAGE COLLECTOR

ING. JIŘÍ TVARDEK, ING. KAREL DOLINEK – VOKD, a. s.

ÚVOD

Drenážní kolektor Karolina je situován do koncepce sanačního zásahu v areálu B "Sanace Karolina v Ostravě". Celý projekt je financován Fondem národního majetku a jeho cílem je vytvoření nové ekologicky nezatížené stavební plochy v bezprostřední blízkosti samotného centra Ostravy. V místě, kde pod tělesem ulice 28. října přetrvávají látky a materiály pro rozvoj nové zástavby značně nevhodné. A to jak pro stavební technologie, tak pro posouzení hygienické nezávadnosti budoucího staveniště.

Pro tuto oblast byla zvolena technologie kombinované sanace - čerpání a čištění podzemních vod a souběžné čištění a čerpání půdního vzduchu. Pro toto řešení byla navržena aplikace horizontálních a vertikálních prvků. Toto řešení bylo zvoleno v souladu s rozhodnutím ČIŽP s ohledem na minimální omezení užívání práv majitelů nemovitostí a funkce území. Vyuštění sanačních technologií bude provedeno za podzemní milánskou stěnou na jižním okraji ulice 28. října. Stěna je zahloubena svou spodní částí do nepropustné vrstvy miocénních jílu. Na tuto stěnu navazuje drenážní kolektor na okraji bloku zeminového prostředí znečištěného bývalou koksovou Karolina, který má za úkol vytvořit hydraulický předěl ve směru proudění vody a zabránit tak rozšiřování znečištění do centra města po dobu dekontaminace uvedené lokality. Kolektor - dvě horizontální díla o délkách 67,5 a 174,6 m, má snížit v prostoru za milánskou stěnou hladinu podzemní vody tak, aby bylo možno aplikovat sanační metody snižující koncentrace kontaminantu, který bude následně odčerpáván systémem hydrogeologických vrtů z povrchu a systémem horizontálních ventingových a intenzifikačních vrtů.

VLIV DRENÁŽNÍ FUNKCE NA STÁVAJÍCÍ ZÁSTAVBU

Vlivem dlouhodobého čerpání v prostoru ulice 28. října došlo v relativně krátkém období (měsíce) k snížení hladiny podzemní vody (HPV) o 3 m. Proto je nezbytné sledovat účinky funkce kolektoru na okolní vícepodlažní zástavbu a tramvajovou trať.

Na základě výsledku IGP bylo provedeno posouzení vlivu snížení HPV na okolní zástavbu. Za komunikací 28. října se nachází současná zástavba s převážně vícepodlažními objekty. Svislé konstrukce jsou provedeny z cihel. Objekty jsou podsklepeny. Vlastní založení je provedeno asi 2 m pod UT. Z hlediska statiky je nutno objekty hodnotit jako staticky určité konstrukce. Podle vizuálních prohlídek nejsou objekty poškozeny svislými poklesovými trhlinkami, které by svědčily o nerovnoměrnosti sedání.

Základní posouzení chování objektů a tramvajové trati na změnu HPV bylo provedeno v modulu SEDV programu GOE35. Jedná se o posouzení sedání terénu vlivem snížení HPV. Přetížení terénu bylo stanoveno 50 kN/m². Je předpokládáno úplné snížení HPV až po úroveň miocénních jílu. Vlivem takto uvažovaného snížení dojde k relativnímu poklesu terénu o 9,97 mm. Vypočtené sednutí 9,97 mm je velmi malé a nemělo by vyvolat výrazné poruchy na hodnoceném území. U stávajících objektů platná ČSN připouští S_m , $lim = 120$ mm. Vzhledem k tomu, že se jedná o staré objekty, je nutno předpokládat, že konsolidace je již ukončena. Z tohoto důvodu se není nutno obávat poškození posuzovaných objektů. Také studie vlivu snížení HPV v závislosti na dokončeném kolektoru pod ul. Poděbradova potvrzuje uvedené výpočtové předpoklady.

Se započítáním snížení HPV bylo zahájeno sledování hodnocených objektů vizuálními prohlídkami, dále osazením měřičských bodů s pravidelným sledováním jejich výšek. V případě zjištění výskytu a rozvoje trhlin nebo změny nivelety tram. tratě je nutno intenzitu čerpání omezit.

V závislosti na předchozí posouzení byly navrženy atypické protlačovací železobetonové trouby s perforací (výrobce Prefa Brno, závod Strážnice). Světlost kolektoru (výstroj) je navržena o průměru 1000 mm, profil protlaku má průměr 1280. Podle zadání byla požadována 10% perforace povrchu.

INTRODUCTION

The drainage collector Karolina is a part of the concept of rehabilitation project in the area B "Rehabilitation of Karolina in Ostrava". The entire project is funded by the National Property Fund, and its goal is to create a new, environmentally unburdened urban development area, close to the very centre of Ostrava. It is in a place, where under 28. Řijna street substances and materials not suitable for building activities still remain. These are unsuitable for the future building site in terms of both building technologies and hygienic safety terms.

This area will be treated with a technology of a combined means of rehabilitation - pumping and purification of underground water and simultaneous pumping and purification of ground air. This solution was designed with using application of horizontal and vertical elements. This solution has been chosen in accordance with decision of Czech Environmental Inspection with regard to minimum limitation of using rights of owners of the properties and function of the territory. Outlet of the rehabilitation technologies will be situated behind the Milan wall at the southern side of 28. Řijna street. The wall is keyed into a non-permeable layer of Miocene clays. This wall follows with a drainage collector at the side of a ground block, which is contaminated from the former coking plant Karolina. The goal of this collector is to create a hydraulic watershed in direction of water stream and prevent spreading towards the city centre for the time of decontamination of the given locality. The collector - two horizontal works with lengths of 67,5 and 174,6 m have to lower the level of underground water behind the Milan wall so that the refurbishment methods reducing concentration of the polluting substances can be applied. The polluting substances will be then pumped with a system of hydro-geologic drills from the surface and with a system of horizontal ventilation and intensification boreholes.

EFFECT OF DRAINAGE FUNCTION TO THE EXISTING BUILDINGS

The groundwater table (GWT) in the area of the street 28. Řijna has lowered by 3 m due to a long-term pumping in a relatively short time period (one month). It is thus necessary to monitor the effects of function of the collector to the multi-story buildings and the tramline above.

On a basis of results of the EGI there was made an evaluation of effects of lowering of GWT to the surrounding buildings. Some buildings with mostly several storeys are located behind 28. Řijna street. The vertical structures are made of brickwork. The objects have basements. The foundation itself is made approximately 2 m under the ground surface. In the view of statics, the objects must be considered as statically determinate structures. According to visual inspections, the objects are not damaged with vertical subsidence cracks, which could prove any irregularities in subsidence.

Basic consideration of behaviour of the objects and the tramline with relation to changes in GWT was made in a module of a programme SEDV GOE 35. There was considered a subsidence of ground due to lowering of GWT. The loading of ground was determined as 50 kN/m². There is also presupposed to lower the GWT down to the level of Miocene clays. The effect of such anticipated lowering means a relative subsidence of ground by 9,97 mm. The calculated subsidence 9,97 mm is very small and should not cause any significant disturbances in the evaluated territory. The valid Czech standard ČSN allows S_m , $lim = 120$ mm for existing objects. Due to the fact that the objects are old, it is necessary to presuppose that the consolidation is over now. Therefore no reasons to worry about any damages to the considered objects. Also the study of effects of lowering of GWT in relation to the completed collector under the street Poděbradova confirms the mentioned calculation premises.

Simultaneously with lowering of GWT there began a monitoring of the considered objects through visual inspections and setting of surveying points

Při délce potrubí 242,1 m DN 1000 je vnitřní plocha 776 m², z toho 10 % plocha otvorů převede 0,7 m³, tj. 700 l/s. Podle výpočtu byl ověřen počáteční neustálený přítok do kolektoru v projektované délce při otevření celé mocnosti a délky díla na úrovni 12 - 16 l/s (výpočet proveden dle Abramova). Po ustálení přítoků by měl za optimálních podmínek (plášťový odpor - skinefekt) kolektor jimat cca 5 - 7 l/s. Tento přítok musí být zmáhateľný čerpáním z šachtic. Z těchto důvodů byly navrženy otvory průměru 30 mm po 16 ks/2 m, tj. na 1 troubu. Průtočná plocha 1 otvoru je 0,07 m². Celý kolektor bude mít 1984 ks děr, což je 139 dm² a i při polovině funkčních otvorů se může do kolektoru dostat až 69 l/s vody.

VÝBĚR VHODNÉ TECHNOLOGIE PROVEDENÍ KOLEKTORU

Při výběru nejvhodnějšího způsobu provádění drenážního kolektoru muselo být vyloučeno několik limitujících podmínek, které zásadně změnilly kritéria výběru. Jednalo se zejména o tyto podmínky:

- Kolektor probíhá pod velmi frekventovanou křižovatkou ulic 28. října a Poděbradova v centru Ostravy. Vzhledem k jiným dopravním omezením jak v rámci projektu sanace Karolína, tak k částečnému omezení průjezdu křižovatkou ulic 28. října - Nádražní, je tato křižovatka pro život města nepostradatelná. Tento faktor spolu se značnou hustotou inženýrských sítí v dané lokalitě vylučuje provedení povrchovým způsobem.
- Projekt dbá na přísnu kontrolu sedání silnice s drážním tělesem a poklesů okolních domů. Vzhledem k dřívější důlní činnosti je výběr technologie značně omezen. Tento faktor vyloučil možnost klasické ražby.
- Kolektor probíhá na bázi nejvíce kontaminované vrstvy 3 m pod hladinou podzemní vody. Látky způsobující kontaminaci ovlivňují dýchatelnost ovzduší kolektoru a jsou natolik toxické, že vylučují práci bez dýchacích kyslíkových přístrojů. Třetí faktor vyloučil možnost delšího pobytu pracovníku v kolektoru.
- Délka ramen kolektoru 67,5 a 174,6 m nabádá k výběru zařízení, které má již zkušenosti s protlakem na tyto vzdálenosti.

Po zvážení těchto podmínek byla zvolena snad jediná možná metoda provedení kolektoru - mikrotunelovacími zařízeními řízenými z povrchu. Vzhledem k tomu, že na českém ani slovenském trhu neexistuje zařízení mající parametry tohoto výběru, bylo zvoleno pronajmutí světového zařízení firmy ISEKI - mikrotunelovací zařízení typu ISEKI Unclemole 1280 mm s operátorem. Osádka pro obsluhu byla sestavena z pracovníků VOKD, a. s. Technologie ISEKI je založena na principu klasického protlaku ze startovací šachtice do šachtice cílové. Zatláčovaná kolona štítu s rourami je kontrolována a řízena dálkově od ovládacího pultu v řídicí kabině na povrchu pomocí laseru, kamery, pomocných válců v hlavě štítu a monitoruje přesnost řádově v milimetrech.

ISEKI Unclemole je v zásadě štít využívající hustou suspenzi (slurry) pro hydrodopravu rozrušeného materiálu z čela štítu na povrch a pažení čelby (k udržení tlakové rovnováhy s hydrostatickým tlakem podzemní vody a okolním zeminným prostředím). Obvykle se používá bentonitová suspenze, v tomto případě však suspenze musela mít zvláštní vlastnosti, a tím i speciální recepturu (viz níže).

Štít má v přední části zabudovaný kuželový drtič pro ražbu v prostředí s výskytem tvrdých hornin, který umožňuje drcení horninových úlomků

with regular monitoring of their elevations. In events of occurrence and spreading of cracks or changes in alignment of the tramline there will be necessary to reduce the intensity of pumping.

In dependency on the previous consideration there were designed some non-typical jacking of perforated reinforced concrete tubes (manufactured by Prefa Brno, plant Strážnice). The nominal diameter of the collector (commission) was designed as 1000 mm, jacking profile 1280 mm. According to the order, there was designed 10 % surface perforation. With the tube lengths 242,1, DN 1000, the inner surface is 776 m², thereof 10 % of holes area drains 0,7 m³ (i.e. 700 l) per second. According to the calculation, the initial non-stabilised intake into the collector was verified in the designed length with opening of the entire thickness and full length of the work as 12 to 16 l/sec (calculated according to Abramov). After stabilisation of intakes the collector should collect ca 5 to 7 l/sec under optimum conditions (the skin effect). Due to these reasons there was designed a system of holes with diameter 30 mm, 16 holes per 2 meters, i.e. per one tube. The flow area of one hole is 0,07 m². The entire collector will contain 1984 holes, i.e. 139 dm² and with one half of engaged holes the collector may gather up to 69 l of water per second.

SELECTION OF SUITABLE TECHNOLOGY FOR REALISATION OF THE COLLECTOR

The selection of the most suitable technology of the drainage collector meant to eliminate several limiting conditions, which changed fundamentally the selection criteria. There were considered above all these conditions:

- The collector runs under a crossing of streets 28. Října and Poděbradova with very heavy traffic. Due to some other traffic limitations in the frame of the project of Karolína refurbishment, and due to a partial limitation in traffic through the crossing of streets 28. Října - Nádražní, this crossing is indispensable for life of the city. This factor, together with a very considerable density of underground mains in the given territory, eliminates realisation of the work with an open-pit method.
- The project follows a strict check of subsidence of the road with the railway body and subsidence of the surrounding buildings. Due to the former mining activities the selection of the technology is rather limited. This factor eliminated a method of conventional driving.
- The collector runs on a basis of the most contaminated layer, 3 m under the groundwater table. The contaminating substances affect quality of air of the collector for breathing and are so much toxic that eliminate any work without breathing instruments. The third factor eliminated chances of any longer stay of workers in the collector.
- The length of branches of the collector 67.5 and 174.6 m spurs to select the equipment with experiences with jacking to these distances.

After consideration of these conditions there was chosen perhaps the only possible method on realisation of the collector - micro-tunnelling equipment, which can be surface controlled. Due to the fact that there does not exist any equipment on the Czech and Slovak markets, having such parameters of this option, there was decided to lease a micro-tunnelling equipment of the type ISEKI Unclemole 1280 with an operator. The operational crew was compiled of workers of VOKD, j.s.c.



Obr. 1 Zařízení připravené k protlaku
Fig. 1 Equipment ready to start the jacking

a balvanů. Drtící mechanismus je schopen zmenšit částice až do 30 % průměru štítu na úlomky dostatečně malé k dopravě pomocí suspenze.

Systém odstraňování rozdrčené hlušiny, skládající se z přírodního čerpadla, obtokové jednotky jámy, odváděcího čerpadla, odváděcích mezičerpadel, průtokoměru, odstraňovače písku, nádrže na suspenzi a výplachového potrubí. Suspenze je čerpána z nádrže do čela kolektoru přes obtokovou jednotku jámy a ke štítu Unclemole. Obtoková jednotka jámy slouží k regulaci směru průtoku suspenze. Rozrušený materiál z čela tunelu je promíchán se suspenzí z přírodního potrubí v komoře čela štítu. Směs suspenze a horniny je čerpána přes zpětné potrubí na vibrační síta. Tyto oddělí rozrušený materiál od suspenze, která se odvede do nádrží pro její recyklaci. Jemnější částice, které se usazují v nádrži, se podle potřeby z nádrže odstraňují mechanicky. Do odváděcího potrubí je namontován průtokoměr, který zjišťuje průtokové množství suspenze a přenáší ho na obslužný panel. Operátor monitoruje a vhodně nastavuje průtok. Suspenze se také používá k vyrovnání tlaku podzemní vody a udržení tlakové rovnováhy s okolním zeminným prostředím. Toto je zjišťováno tlakoměrem ve štítu. Tlak suspenze působící na čelo díla je řízen regulačním tlakovým ventilem, umístěným na obtokové jednotce jámy a nastavením rychlosti odváděcího čerpadla.

PŘÍPRAVNÉ PRÁCE, GEOLOGICKÉ POMĚRY

Před zahájením protlaku musely být vyhloubeny dvě startovací a jedná vrcholová šachtice. Vrcholová šachtice Š2 o rozměru 5 x 5 m byla pažena hnaným pažením pomocí pažnic UNION, rozepřenyými I profily v záběrech 1 m, na hloubku 8 m. Startovací šachtice Š1 a Š3 o rozměrech 4,2 x 6 m byly vyhloubeny v ohraničení milánské stěny na hloubku 7 m.

Geologie při hloubení šachtic:

0 - 3 m navážky, stavební suť po bývalé zástavbě

3 - 4 m přeplavené písčité jíly

4 - 6,5 m písčité a štěrkové říční sedimenty s vázanou podzemní vodou, s velikostí valounů do 30 cm

6,5 - 8 m miocénní jíly - ostravské slíny ve formě šedých jílovitých zemin
Při hloubení šachtic se potvrdila teorie o zadržení kontaminace na bázi říčních sedimentů s jílovou vrstvou, a správnost položení kolektoru na miocénní bázi.

VÝPLACHOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ

Velice zásadním úkolem byla správná příprava suspenze (mimo výplach a pažení slouží také jako mazací kapalina). Jelikož pro mazání ani výplach nemohl být z důvodu vytváření nepropustného povlaku na lící straně drenážních trub použit klasický bentonit, muselo se přistoupit k aplikaci polymerů. Pro tuto přípravu suspenze byly použity následující produkty (dodavatel BDC Morava, s. r. o.):

Swell Gell - bentonit

Modiflo W 060, Modipol 600, Polymer Argipol - polymery

Depoamer 791 - odpěňovač

Lignosulfonát - ředidlo

Soda ASH - náprava pH

Mikromletý vápenec - úprava měrné hmotnosti



Obr. 2 Úlomky amatur po pročištění slurry potrubí
Fig. 2 Fragments of reinforcement found in slurry

The technology ISEKI is based on a principle of a conventional jacking from a starting shaft to a final shaft. The jacking set of the shield with tubes is remote controlled and driven from a control panel in the control cabin on surface, with using laser, camera, auxiliary cylinders in the shield head and the monitoring ensures accuracy in millimetres.

In principle, ISEKI Unclemole is a slurry shield, which utilised the slurry for a transport of the crushed material from the shield head to surface and maintaining of pressure balance with hydrostatic pressure of underground water and adjacent ground environment. The shield has a crushing mechanism for work in hard rock built-in in the front part. The mechanism can crush stones if necessary and can reduce size of particles up to 30 % of the diameter of the shield, so that the particles are small enough to be transported with slurry. The system of removal of the crushed waste rock consists of inlet pump, by-pass pit unit, drainage pump, drainage intermediate pumps, flow meter, sand trap, slurry tank and slurry piping. The slurry is pumped from the slurry tank to the face of the collector over the by-pass pit unit and to the shield Unclemole. The by-pass pit unit regulates flow direction of slurry. The crushed material from the tunnel face is mixed with slurry from the intake piping in slurry chamber of the shield face and pumped over the outlet piping to vibration screens. These separate the crushed material from slurry and the latter is then fed to tanks for recycling. The fine particles, which settle in the tank, are removed mechanically from the tank as necessary. The outlet piping is fitted with a flow meter, which measures flows of slurry and transfers the data to the operator's panel. The operator monitors and adjusts the flow as necessary. Slurry is also used to balance pressure of ground water and maintain pressure balance with adjacent ground environment. This is monitored with a pressure gauge in the shield. Pressure of slurry to the face of the work is controlled with a pressure regulation valve, which is mounted in the by-pass pit unit and with adjustment of speed of the drainage pump.

PREPARATION WORKS, GEOLOGICAL CONDITIONS

Two starting and one top shaft had to be excavated before beginning of the jacking. The top shaft Š2, size 5 x 5 m, was sheeted with advanced sheeting with use of UNION sheet piles, braced with I-profiles at 1 m spacing, to a depth of 8 m. The starting shafts Š1 and Š3, size 4,2 x 6 m, were excavated in sheeting of Milan walls to a depth of 7 m.

Geology with excavation of shafts:

0 to 3 m - made-up ground, debris after former buildings

3 to 4 m - over-washed sand clays

4 to 6,5 m - sandy and gravel river sediments with bound ground water, with stones up to 30 cm

6,5 - 8 m - Miocene clays - Ostrava marls in a form of grey clay ground

Excavation of shafts verified the theory on retention of contamination on a basis of river sediments with clay layer, and correctness of alignment of the collector on a Miocene basis.

WASHING PROCEDURES

Preparation of slurry and lubrication liquid was a very fundamental task. As the classical bentonite could not be used for lubrication and slurry due to



Obr. 3 Vytažení štítu z Š2 po dokončení protlaku Š1 - Š2 (174,6 m)
Fig. 3 Lifting the shield from the Š2 manhole after completion of pipe jacking between Š1 and Š2 (174,6 m)

Jelikož protlak prochází na rozhraní dvou velice odlišných geologických vrstev, byla velmi důležitá kontrola a udržení suspenze na optimálních hodnotách. Hodnoty viskozity 35 až 45 s, Marsh), měrné hmotnosti (1,02 - 1,10 kg/dm³) a tixotropie se měnily v závislosti na poměru zastoupení geologických vrstev v čele štítu. Velkým problémem bylo zachování optimálních hodnot směsi při jejím promíchávání s jílovou složkou horninového prostředí.

To vedlo k zvyšování měrné hmotnosti nad přípustné meze. Důsledkem bylo znehodnocení suspenze s nutností její obměny.

PROTLAK Š3 - Š2 67,5 m

Po týdenní přípravě startovací šachtice, technologie protlaku a výplachového hospodářství byl zatlačen štít zahájen protlak prvního úseku. Během prvního a druhého pracovního dne se ladilo výplachového hospodářství a eliminovaly rušivé vlivy technologie protlaku na laser. Postup činil 3,5 m na den, při desetihodinových pracovních směnách. Během třetího až pátého dne bylo protlačeno 18 m. Denní výkon činil 6 m. Po 25 m protlaku značně vzrostl odpor zeminy při rozrušování v čele štítu, což se projevilo razantním nárůstem kroutícího momentu stroje a nutností zvětšení tlačných sil, potřebných k alespoň minimálním postupům. Při kontrole výplachové suspenze byly ve výplachovém hospodářství nalezeny úlomky armatury (20 - 25 cm), což potvrdilo domněnku, že štít zčásti rozrušuje železobetonovou konstrukci. Během šestého až desátého pracovního dne bylo za neustálého vyplachování armatury protlačeno 18 m, což značně zmenšilo denní výkon. Během těchto metrů bylo nutno 2 x použít vodní tlakový vůz k pročištění armaturou ucpané výplachového potrubí. Jedenáctý pracovní den došlo k poklesu odporu čelby, což vedlo ke zrychlení protlaku a postupu 6 m. Opět se však muselo použít tlakové zařízení k pročištění potrubí. Toto čištění však bylo neúspěšné a protlak se musel z důvodu neprůchodnosti suspenze potrubím po 49 m pozastavit.

Po přesném zaměření polohy štítu bylo rozhodnuto vyhloubit šachtici a odstranit materiál z čela štítu, bránící průtok suspenze. V prostoru zhotovené štětové stěny, rozepřené l nosníky, byla vyhloubena průzkumná šachtice o rozměrech 2,2 x 3,5 při hloubce 7,5 m.. Štětová stěna byla zhotovena z štětovic III n zaberaněných 3 m pod dno kolektoru. Jelikož se nad štítem nacházely inženýrské sítě, bylo nutno na vzdálenost 1 m vyrazit přístupovou štolu k čelu štítu o rozměrech 2 x 1,5 m.

Po dosažení čela štítu přístupovou štolou bylo zjištěno mnohem větší poškození hlavy štítu, než se očekávalo. Jedno rameno bylo ulomeno, povrch vnitřního kužele čela štítu byl v několika místech proražen, komora pro odvádění směsi suspenze a rozdrčené horniny v čele štítu byla zanese na kusy armatury, na zbylých třech ramenech byly zbrošeny osazené tvrdokovy. Po tomto zjištění, a nemožnosti opravy v podzemí, bylo rozhodnuto štít vytáhnout a dílo dokončit povrchovým způsobem.

Pro toto řešení byla navržena a zhotovena hloubená rýha o rozměrech 18,5 x 2 při hloubce 7 m. Tato byla vyhloubena v prostoru štětové stěny mezi

creation of impervious coat on the adverse side of drainage pipes, there was decided to apply some polymers. The following products (supplier BDC Morava, Ltd.) were used for the washing procedures:

Swell Gell - bentonite

Modiflo W 060, Modipol 600, Polymer Argipol - polymers

Depoamer 791 - defoamer

Lignosulfonát - thinner

Soda ASH - modification of pH

Micro-milled limestone - modification of volume mass

As the jacking runs at the boundary of two very different geological layers, check and maintaining of the flushing mixture on optimum values was very important. Values of viscosity 35-45s, marsh), volume mass (1,02 - 1,10 kg/dm³) and thixotropic properties varied in dependency on rate of representation of geological layers. Keeping of optimum values with loading from clay component of slurry was a very big problem. The result was a deterioration of the whole washing procedure with necessity of renewal.

JACKING Š3 - Š2 67.5 M

Jacking of the first section started with forward jacking of the shield after one-week preparation of the starting shaft, technology of jacking and washing procedures. The flushing procedure was tuned and disturbing effects of the technology of jacking to laser were eliminated in the course of the first and second working days. The advance rate was 3,5 meters per day with 10-hour working shifts. In the course of the third to fifth day where was jacked 18 meters, the daily performance was 6 meters. After 25 meters of jacking the resistance of ground with crushing in the shield head increased extremely. This resulted in a significant increase of torsional moment of the machine and necessity of increase of jacking force, which was necessary for at least minimum advance. Fragments of reinforcement (20 - 25 cm) were found in slurry with inspection of the washing procedure. This verified the hypothesis that the shield partly crushes some reinforced concrete structure, which was absolutely unexpected and unforeseen in the depth of the jacking. Despite this there was advanced by 18 meters during the sixth to tenth working days with continuous washing of reinforcement. Such advance reduced the daily performance. In these metres it was necessary to use two times a water pressure truck for cleaning of the flushing piping, which was clogged with reinforcement. A decrease of resistance of the shield face occurred in the eleventh working day; this led to acceleration of jacking and advance by 6 meters. Nevertheless, the pressure equipment had to be used for cleaning of the piping again. Yet the cleaning was unsuccessful and jacking had to be stopped after 49 m due to clogged slurry piping.

After precise alignment of position of the shield, which advanced behind the street 28. Října, it was decided to excavate a shaft and remove the material from the shield face, which prevented flow of slurry. An inspection shaft, size 2,2 x 3,5/7,5 m, was excavated in the space of the realised sheet pile wall, braced with l-beams.



Obr. 4 Stroj ISEKI UNCLEMOLE 1280

Fig. 4 ISEKI UNCLEMOLE 1280

průzkumnou šachtici a Š2. Pro zajištění dokonalého napojení rour byla kolona tlačena ze startovací šachtice do Š2. Při tomto tlačení se podařilo zachovat směrově i výškové vedení kolektoru, čímž se neomezila jeho funkčnost.

PROTLAK Š1 - Š2 174,6 m

Po opravě štítu trvajícím čtyři týdny, prováděné v strojních dílnách VOKD, a. s., byl po přípravě zařízení v Š1 zahájen protlak druhého 174,6 m dlouhého úseku kolektoru. Během 25 dnů bylo protlačeno 165 m s denním postupem 6,6 m, s max. denním postupem 10 m. Mezi těmito dny bylo 3x pročištěno výplachové hospodářství od jílových usazenin. Ve vzdálenosti 18 m od čela štítu byla mezi trouby instalována mezitlačná stanice pro případ zvětšení odporu kolony nad 300 t, což je maximální tlačná síla na perforovanou troubu, i když tlačná stolice v jámě dokáže vyvinout tlak 600 t.

Po protlačení 165 m bylo naraženo na neidentifikovatelnou překážku před čelem štítu. Znovu vzrostla hodnota krouticího momentu štítu. Z tohoto důvodu a z obav porušení železobetonových trub byla nasazena mezitlačná stanice. Během tří dnů bylo, s postupem 2 m denně, protlačeno 6 m. Po protlačení 171 m, 3,6 m před vrcholovou šachticí Š2 došlo k zastavení štítu o neznámou překážku.

Bylo rozhodnuto razit ke štítu průzkumnou štolu čtvercového profilu 1,5 x 1,5 m, s postupem 0,5 m. Pažení bylo hnané pažnicemi UNION, do ocelových I rámu. Po vyražení 1,5 m štol byla nalezena a odstraněna betonová překážka. Po tomto odstranění bylo dokončeno protlačení štítu přes průzkumnou štolu do vrcholové šachtice Š2. Dotlačení bylo realizováno za nejvyššího možného tlaku (300 t) na železobetonové roury a zvýšeného mazání, s použitím mezitlačné stanice. Maximálních hodnot bylo nutno použít z důvodu sevření trub okolní zeminou, zatěžovanou vibracemi z drážního tělesa, čímž se značně zvedly třecí síly mezi kolonou trub a zeminou. K tomuto sevření došlo během třídního pozastavení protlaku, během rážby průzkumné štolu.

Tímto byl ukončen nejdéší 174,6 m dlouhý protlak, zhotovený touto nebo podobnou metodou při daném profilu v České republice.

POZNATKY

Při provádění tohoto drenážního kolektoru vyplynulo několik poznatku pro budoucí realizátory podobných projektů:

- nejdůležitější fází celého projektu je důkladný geologický průzkum, který po celé délce protlaku určí podrobný geologický profil a vyhledá možné překážky;
- pokud se tlačí na delší vzdálenosti, je nutno pracovat s co nejmenšími časovými prodlevami, v opačném případě dochází k stlačování trub okolní zeminou. To vyvolává zvyšování tlačných sil a nasazení mezitlačné stanice;
- pro vytěžení materiálů je důležitá častá kontrola vlastností výplachové suspenze, kterou je potřeba upravovat v závislosti na geologickém prostředí v trase protlaku.

Srovnání klasické technologie a technologie řízeného protlačování v těchto podmínkách, za opomenutí kontaminace, jasně hovoří ve prospěch řízeného protlačování. V těchto podmínkách si jen těžko dovedeme představit jiný způsob realizace projektu. Po nabytých zkušenostech si nedovedeme představit realizaci protlaku pod hladinou podzemní vody v centrech měst, kde lze jen minimálně ovlivnit život okolí, jinou metodou než řízeným protlakem. Dnes už jen zbývá, aby se tato metoda začala prosazovat i při realizaci projektů, kde není řízené mikrotunelování jedinou možnou metodou.

The wall was made of sheet piles III, driven 3 m under bottom of the collector. As there was occurrence of underground mains over the shield, it was necessary to drive an access drift to the shield face on a distance of 1 m and size 2 x 1,5 m.

After having access to the shield face through the access drift there were found much heavier damages in the shield head than expected. One arm was broken, the surface of the inner shield cone was perforated on several places, the chamber for drainage of slurry from the face was clogged with fragments of reinforcement and the remaining three arms had hard metal plates worn. After this finding an impossibility of any repair under ground, it was decided to pull the shield out and to complete the work with the open-pit method.

This solution was designed with excavation of a trench 18,5 x 2/7 m. This trench was excavated in the space of the sheet pile wall, between the inspection shaft and the shaft Š2. The column was jacked from the starting shaft to the shaft Š2 for assurance of perfect joining of pipes. With this jacking the direction and height guide of the collector was successfully maintained, so that its functioning was not limited.

JACKING Š1 - Š2 174,6 M

Jacking of the second section of the collector with a length of 174,6 m was commenced after repair of the shield, which lasted four weeks and was carried out in machine workshops of VOKD, j.s.c., and after preparation of the equipment in Š1. There was jacked 165 m with average daily advance of 6,6 m and maximum daily advance 10 m in the course of 25 days. The washing equipment was cleaned from clay sediments three times in this time period. An intermediate jacking station was installed between the tubes in a distance of 18 m from the shield face for the event of increase of resistance of the column over 300 t, as the maximum jacking force to the perforated tube, though the jacking head can give a pressure of 600 t in the pit.

After jacking of 165 m there occurred an unidentified obstruction in front of the shield face. The value of the torsional moment also increased. Due to this reason and with concern about damage of the reinforced concrete tubes, the intermediate jacking station was engaged. Then 6 meters were jacked during three days, with daily advance of 2 m. Finally, the shield stopped in front of an unknown obstruction after jacking 171 m, 3,6 m in front of the top shaft Š2. It was decided to drive an inspection drift of a square profile 1,5 x 1,5 m to the shield, with an advance of 0,5 m. The sheeting was made of advanced casing UNION into steel I-frames. A concrete obstruction was found after driving of 1,5 m of the drift. Jacking of the shield over the inspection drift to the top shaft Š2 was completed after removal of this obstruction. The jacking completion was realised under maximum available pressure (300 t) to the reinforced concrete tubes and increased lubrication, using the intermediate jacking station. The maximum values had to be used due to clamping of tubes with the surrounding ground, which was loaded with vibrations from the railway body. This increased friction forces between the tube column and the ground. This clamping happened in the course of the three-day interruption of jacking, during driving of the inspection drift.

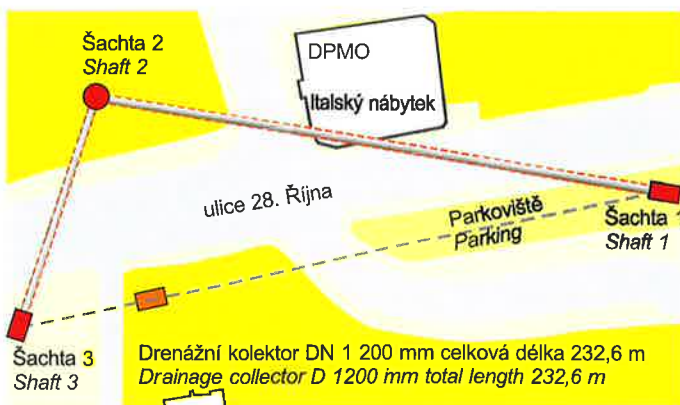
This completed the longest, 174,6 m long jacking, which was made with use of this or similar method with the given profile in the Czech Republic.

KNOWLEDGE

Realisation of this drainage collector provided several pieces of information for future contractors for similar projects:

- a thorough geological survey is the most important phase of the entire project. Such survey determines a detailed geological profile along the full length of the jacking and finds potential obstructions;
- in case of jacking on long distances, it is necessary to work with as short as possible time delays, otherwise the tubes are clamped with the surrounding ground. This causes increase of jacking forces and engagement of intermediate jacking station;
- a frequent checking of properties of slurry, which it is necessary to modify in dependency on the geological environment in the alignment of the jacking, is important for exploitation of materials.

Comparison of conventional technology and the technology of controlled jacking under these conditions, with omission of contamination, shows clear advantages of the controlled jacking. Hardly to imagine another method of realisation of this project under these conditions. Having these pieces of information, we cannot imagine realising the jacking under level of ground water, in the city centre, where the life of surrounding can only be affected at minimum, with another method than with the controlled jacking. Now it is up to all of us to put this method through realisation of the projects where controlled micro-tunnelling is not the only available method.



Obr. 5 Trasa drenážního kolektoru
Fig. 5 The drainage collector route

ŽELEZNIČNÍ TUNEL EL CORTIJO

EL CORTIJO RAILWAY TUNNEL

ING. PAVEL ZELINA, ING. STANISLAV SIKORA - VOKD, a. s.

ÚVOD

Železniční tunel El Cortijo bude v budoucnu sloužit pro zkrácení a zejména vyrovnání železniční trati ve směru Zaragoza-Bilbao v oblasti vrchu El Cortijo a stejnojmenného sídliště asi 15 km západně od hlavního města provincie La Rioja Logroña. Výstavbou a zprovozněním tunelu dojde ke zkrácení trati o 2,3 km. Hlavním kladem nového tunelu však je vytvoření potřebných parametrů pro využití rychlovlaků s rychlostí 160 km/hod.

ÚDAJE O STAVBĚ

Název:	železniční tunel El Cortijo
Lokalita:	Logroño, Španělsko
Investor:	Ministerstvo veřejných prací, Madrid, Španělsko
Zhotovitel stavby:	speciálně utvořené U. T. E. El Cortijo tvořené španělskými firmami COMSA Empresa Constructora a Obras Subterráneas

Práce VOKD, a. s., Ostrava, Česká republika, spojené s ražením a vyztužováním tunelu.

Počátek prací:	23. 10. 2001
Ukončení prací:	30. 11. 2001
Délka tunelu:	970,7 m
Průřez tunelu:	46 m ²

ROZMĚROVÉ A KVALITATIVNÍ PARAMETRY TUNELU

Tunel je vyražen v klasickém tunelovém průřezu, horní část půlkruh o poloměru 3,05 m, hrubý výlom, spodní část obdélníková o rozměrech 4,5 m x 6,1 m hrubý výlom. Plocha hrubého výlomu činí 46 m². Definitivní délka podzemním způsobem raženého úseku je 970,7 m. Ze západní strany tunelu pokračuje trať v terénním zářezu asi 800 m. Z druhé strany je vjezd tunelu řešen "falešným tunelem" tvořeným ocelovými oblouky s oplechováním a 30 cm betonovým nástřikem. Trať, v celkové délce 970,7 m, vede asi 700 m v mírném oblouku, zbytek tvoří přímá část.

Výztuž tunelu byla vyprojektována ve 4 kategoriích podle kvality horniny a podle dispozic povrchu. V průběhu realizace byly uplatněny pouze 1. a 4. kategorie.

Tato 1. kategorie, která tvořila převážnou část délky tunelu (asi 940 m), znamená stříkaný beton na holou horninu ve 3 vrstvách. První vrstva 5 cm prostý beton B 250, druhá vrstva 12 cm beton s disperzní drátkovou výztuží - příměsí - DRAMIX, třetí vrstva 15 cm prostý beton B 250 aplikovaný "robotem".

Dále 4. kategorie, která byla uplatněna v místě synklinály povrchu (síla nadloží se snížila až na 4 m), znamenala zesílení ocelovými oblouky - svařenci I-20 o rozteči 1,25 m a plně obložením ocelovými plechy. Uchycení každého oblouku do horniny bylo provedeno 6 ks hydraulických svorníků o délce 4 m. Definitivní vnitřní beton byl řešen stejně jako u kategorie 1. Zmíněná část tunelu byla navíc dopředu zajištěna mikropilotovým "deštníkem" po obvodu horní obloukové části. Mikropiloty o průměru 70 mm vyplněné cementovou směsí o rozteči a 0,5 m, délka 15 m. Hornina typu jílovce s pevností do 60 MPa.

VÝLOM TUNELU

Výlom byl prováděn pomocí razicího stroje Westfalia Lühnen 178/200-LSK WAV se spirálovou hlavou řezného orgánu vybaveného klepetovým nakladačem, transport horniny dvěma pancéřovými dopravníky na výložník do podstavěných demprů. Z důvodu nedostatečného výškového dosahu stroje byl tunel ražen ve dvou lávkách. Horní o výšce asi 6,0 m, spodní o výšce asi 1,5 m. Předstih horní lávky od poslední byl do 200 m, poté se stroj přemístil zpět a provedla se přibírka spodní lávky.

INTRODUCTION

The El Cortijo railway tunnel will be in the future serving to shortening and especially to straightening of the railway line in direction Zaragoza - Bilbao in the area of the El Cortijo peak and the housing estate with the same name distant about 15 km to the west of the capital city of the province La Rioja Logroña. The construction and commissioning of the tunnel will result in the shortening of the line for 2,3 km. However the main benefit of a new tunnel is establishment of necessary parameters for exploitation of fast trains having speed of 160 km/hour.

IDENTIFICATION DATA ON THE PROJECT

Project name:	El Cortijo Railway Tunnel
Location:	Logroño, Spain
Client:	Ministry of Public Affairs, Madrid, Spain
Construction Contractor:	Purposefully established Joint Venture - U.T.E. El Cortijo consisting of companies COMSA Empresa Constructora and Obras Subterráneas
Mining works:	VOKD, a. s., Ostrava, Czech Republic
Beginning:	23.10.2001
Completion:	30.11.2001
Tunnel length:	970,7 m
Tunnel cross section:	46 m ²

DIMENSIONAL AND QUALITATIVE PARAMETERS OF THE TUNNEL

The tunnel is driven in the classic tunnel cross section, the top is a semi-circle with the radius 3,05 m (rough excavation), the bottom is rectangular with sizes 4,5 m x 6,1 m (rough excavation). The rough excavated area is 46 m². The final length of the driven section under ground is 970,7 m. From the west side of the tunnel, the line is continuing in a cut approximately 800 m. From the other side is the tunnel entry formed by a "false tunnel" formed with the help of steel sheet lining over steel arches, and 30cm thick shotcrete. The line of the total length 970,7 m, is routed within approximately 700 m length at a moderate curve, the remaining section is straight.

The tunnel support was designed in four categories depending the quality of the rock and according to the surface dispositions. During the course of implementation only the 1st and 4th categories were applied. The 1st category which formed the prevailing part of the tunnel length (approximately 940 m) means concrete sprayed on bare rock in 3 layers. The first layer 5 cm thick is the plain concrete B 250, the second layer 12 cm thick is the concrete reinforced by DRAMIX steel fibers, the third layer 15 cm thick is B250 plain concrete applied with the "robot".

The 4th category which was applied in the place of the surface syncline (the thickness of the overburden dropped up to 4 m), meant supporting with the steel arches - welded I-20 sections, with a span 1,25 m, followed with full lining with the steel plates, fastening of each arc into the rock with 6 hydraulic rockbolts 4 m long. Final inside concrete was the same as the category 1. The mentioned part of the tunnel was in addition secured with micro-pile "umbrella" along the circumference of the top arc part. Micro-piles with a diameter of 70 mm were filled with concrete mixture with a span of a 0,5 m, length 15 m. The rock is of the claystone type with strength up to 60 MPa.

TUNNEL EXCAVATION

The breaking was carried out with the help of tunneling machine Westfalia - Lühnen 178/200 - LSK WAV with the spiral head of cutting body equipped with scraper loader, transport of the rock with two armored conveyors to the jib into dumpers. Due to insufficient height reach of the machine, the tunnel was driven in two levels. The top one with a height of approximately 6,0 m, the bottom with a height of approximately 1,5 m. The advance of the top

ODTĚŽENÍ

Dvěma dempřy o obsahu korby 7 m³ od výložníku razicího stroje na mezi-deponii horniny před portál tunelu. Poté fázově odvoz hlušiny na definitivní místo většinou pro vyrovnání terénu dempřy BENFORD anglické výroby.

BETONÁŽ

Stříkaný beton byl aplikován po předstihu výlomu o délce 5 až 7 m stříkacím strojem firmy ALIVA na suchou směs. Postupně stříkány dvě vrstvy, a to 5 cm prostý beton B 250 a 12 cm beton s disperzní drátkovou výztuží DRAMIX. Transport a výroba betonu ve formě suché směsi, mísení s vodou s přísadou urychlovače tuhnutí přímo na trysce betonovací hadice. Výroba suché

heading before the core excavation was approximately within 200 m. Then the machine was relocated back and excavation of the core was carried out.

MUCKING OUT

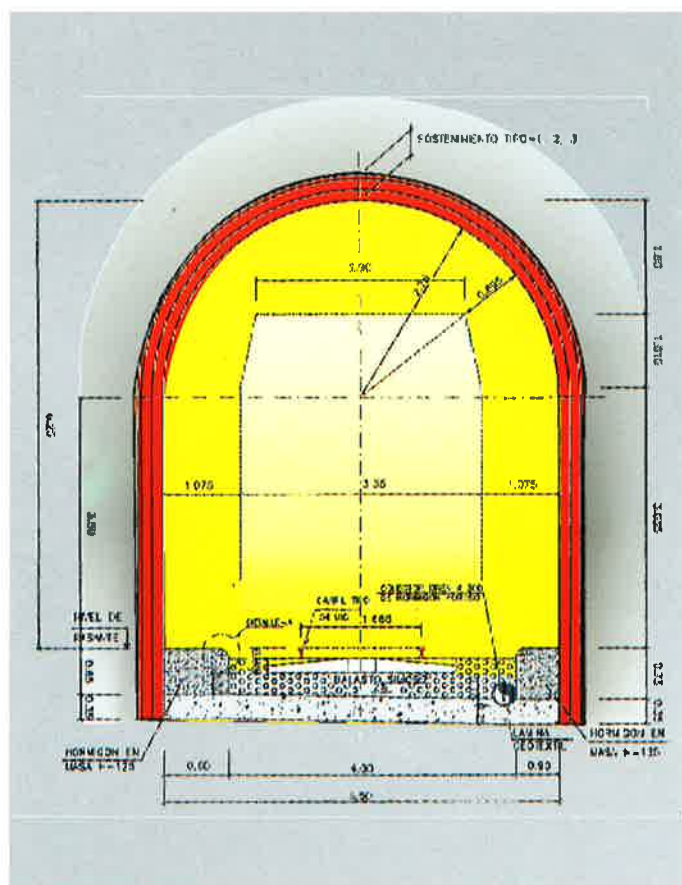
By two dumpers with the capacity of the body 7 m³ from the tunneling machine conveyor jib to the temporary muck stockpile in front of the tunnel portal. Afterwards haulage of the muck in phases to the final stocking places, mostly for leveling of the terrain. BENFORD dumpers of English production were used.



Obr. 1 Tunel El Cortijo - situace
Fig. 1 The El Cortijo tunnel layout



Obr. 2 Pohled na území El Cortijo - Španělsko
Fig. 2 El Cortijo area - Spain



Obr. 3 Řez tunelem se základními rozměrovými parametry
Fig. 3 Tunnel cross section with basic dimension parameters

směsí na lokální betonárce u tunelu. Transport domíchávači. V průběhu ražby bylo měřením několikrát kontrolováno množství spadu betonu, které se pohybovalo do 16 %.

VĚTRÁNÍ, ODPRÁŠENÍ

Bylo použito sací větrání pomocí kolony sestávající z ventilátoru a šokového filtru pro likvidaci prachu HELTER. Sací část od kolony do čelby v délce s postupem ražby 15 - 80 m tvořena vyztuženými plastovými, harmonikovými lutnami o průměru 800 mm, výdušná část poddajné plastové lutny o průměru 1000 mm. Každých zhruba 80 m byla kolona pomocí razicího stroje přemísťována s postupem ražby.

ORGANIZACE PRÁCE A DOSAŽENÉ VÝKONY

Práce byla organizována ve třech směnách po 8 hodinách, 5 dnů v týdnu. Sobota a neděle byly věnovány náročné údržbě strojního parku, přemísťování větrací a odprašovací kolony, prodlužování potrubí, kabelů.

Ražba tunelu komplex (výlom + beton):

denní postup - 5,03 m /den

výkon hl/sm - 34,1 cm /hl/sm

výkon m³ výlom - 11,8 m³ /hl/sm

Max. dosažený denní postup horní lávka

9 m /den

Max. dosažený denní postup spodní lávka

32 m/den

CONCRETE PLACEMENT

The sprayed concrete was applied after the tunnel face advanced 5 - 7 m, with the help of ALIVA dry mixture spraying machine. Two layers are sprayed gradually - the plain concrete in the layer of 5 cm thick B 250 and 12 cm thick layer of the concrete with dispersed DRAMIX steel fiber reinforcement. Transportation and production of the concrete is in the form of dry mixture, mixed with water with the additive of accelerating admixture directly on the nozzle of the hose for placement the concrete. The production of the dry mixture in the local concrete mixing plant next to the tunnel. Transportation to be carried out in the mixer-truck. During the course of driving the quantity of concrete rebound was checked with the help of measuring and it was ranging within 16 %.

VENTILATION, DE-DUSTING

Suction ventilation was used with the help of the unit HELTR consisting of the fan and shock filter for the dust extraction. The suction part of the unit leading to the face, in the length changing with the course of driving from 15 to 80 m, consists of reinforced plastic folding ventilation pipes with a diameter of 800 mm, the exhaust section of the elastic plastics ventilation pipes with a diameter of 1000 mm. The unit was on approximately each 80 m relocated with the help of the tunneling machine depending the advance of driving.



Obr. 4 Detail portálu tunelu
Fig. 4 Detail of the tunnel portal

ZÁVĚR

Převážná část tunelu byla ražena ve velmi dobrých geologicko-tektonických podmínkách. S výjimkou asi 80 m nepřesahovala pevnost horniny 30 - 40 MPa, výjimečně byla do 60 MPa. Tato skutečnost a rovněž to, že až na malé výjimky nebyla zaznamenána žádná tektonika, umožňovala dodržovat razicí cyklus horní lávky v objemu 6 až 7 m/den (16 hodin výlom, 8 hodin beton a ostatní). Následná ražba a betonáž spodní lávky byla realizována s předstihem výlomu před betonem v délce 80 až 100 m. Rovněž s výjimkou asi 30 m při přechodu ražby pod synklinálou povrchu byla v celé délce tunelu aplikována pouze jednoduchá 1. kategorie vyztužování bez použití ocelových oblouků, plechů a svorníků. Podstatnými organizačními klady bylo zřízení mezideponie horniny v těsné blízkosti tunelu, a tím úspory času a počtu demprů pro odtěžení, využití 2 mixů při transportu suché směsi betonu, a tím eliminování ztrátových časů. Tunel byl realizován ve velmi dobré kvalitě, která byla umožněna především téměř ideálním výlomem s následným dopadem na kvalitu betonové vyztuže a na celkový vzhled tunelu. Výborně se, s ohledem na hygienicko-klimatické podmínky v tunelu, osvědčil systém kombinovaného sacího větrání se šokovým odprašováním, který prakticky zcela eliminoval prach ze strojního výlomu i při aplikaci stříkaného betonu. Negativem byl poměrně špatný technický stav zejména razicího stroje s dopadem na prostojovost a s enormními nároky na údržbu, resp. opravy stroje.

ORGANIZATION OF THE WORK

The work was organized in three shifts each of 8 hours, 5 days a week. Saturday and Sunday used to be devoted to demanding maintenance of the machinery fleet, relocation of the ventilation and de-dusting units, prolongation of pipes, cables.

Tunneling of the complex tunnel (breaking + concrete):

Daily progress - 5,03 m /day

Advance rate - 34,1 cm /person/shift

Excavation output - 11,8 m³/person/shift

Max. accomplished daily progress top deck 9 m /day

Max. accomplished daily progress bottom deck 32 m/day

CONCLUSION

Prevailing part of the tunnel was drifted on very good geological conditions. With exception of approximately 80 m the strength of the rock did not exceed 30 - 40 MPa, the peaks were rarely within 60 MPa. This matter of fact together with the fact that excepting minor exceptions there was not any tectonics, the tunneling cycle of the top heading could be followed within the volume of 6 - 7 m/day (16 hours for breaking, 8 hours for concrete and others). The consequent tunneling and concrete placement of the bench was implemented with advance of the breaking before concrete in the length of 80 - 100 m. Also with exception of 30 m at transfer of the drifting under the surface syncline, only simple 1st category of reinforcement was applied along the entire length of the tunnel without using the steel arches, steel sheets and anchors. The substantial organizational benefit was establishment of temporary muck stockpile area in a close vicinity to the tunnel which resulted in saving of time and smaller number of dumpers for mucking out, exploitation of 2 mixes during the transportation of dry concrete mixture which helped eliminate idle time. The tunnel was implemented in a very good quality during the course of work and after its completion. Such a good quality was achieved above all thanks to almost ideal breaking, the quality of which resulted consequently to the quality of concrete reinforcement and overall appearance of the tunnel. The system of suction ventilation in combination with the shock de-dusting made very good regarding the hygienic and climatic conditions in the tunnel. The above system practically eliminated the dust from the mechanical breaking and during sprayed concrete application. What was the negative factor was rather poor technical condition of the tunneling machine, having impact on idle times and resulting in enormous demands for maintenance and repairs of the machine.



Obr. 5 Portál tunelu El Cotijo
Fig. 5 The El Cotijo tunnel portal



Obr. 6 Moment před prorážkou tunelu pneumatickým impaktorem - zbývá 80 cm
Fig. 6 The moment before the tunnel holing with the pneumatic impactor - 80 cm remaining

PODCHOD TUNELŮ METRA POD VLTAVOU REALIZACE VÝSUVU

THE METRO TUNNELS UNDERPASSING THE VLTAVA RIVER LAUNCHING OPERATIONS

DOC. ING. JAN L. VÍTEK, CSc., METROSTAV, a. s.

SOUHRN

První z tunelů metra pod Vltavou na trase IVC1 byl postaven metodou vysouvání. Zvláštní podmínky dané tvarem tunelu a podmínkami v řece vyžadovaly volbu neobvyklé aplikace výsuvu s využitím vztlaku vody. Popis technologie výstavby zahrnující hlavní problémy navazuje na články popisující betonáž tunelů z vodotěsného betonu a související problémy.

Klíčová slova: beton, hydraulika, lana, metro, tunel, výsuv, vztlak

ÚVOD

Výstavba tunelů metra pod Vltavou je poplatná lokálním podmínkám. Poloha stanice Nádraží Holešovice, dno řeky a poloha stanice v Kobylších relativně vysoko nad údolím Vltavy byly určujícími prvky pro vedení trasy těsně pode dnem Vltavy. Směrové vedení trasy vyžadovalo navrhnout oblouk právě v oblasti pod řekou. Výsledkem návrhu a dnes již realizace jsou dvě tunelové trouby zakřivené výškově i směrově. Tubusy tvoří samostatnou konstrukci pro jednotlivé koleje. Na straně trojské jsou vzdáleny necelý 1 m, avšak na holešovické straně je mezi nimi mezera přesahující 8 m. Výška záspy ve dně nad stropem tunelů se pohybuje v mezích 0,5 až 2 m. V těchto podmínkách nelze tunely razit. Proto připadala v úvahu alternativa výstavby hloubených tunelů v jímkách. Vzhledem k podmínkám v řečišti by bylo nutné postupně realizovat tři jímky a z hydraulických důvodů značně rozsáhlé jímky. Doba výstavby by tak byla značně dlouhá. Metrostav, a. s., již v soutěži nabídl alternativní technologii výstavby tzv. vysouvání tunelů. Výhody navržené technologie spočívají ve výrazném zkrácení doby výstavby, omezení výkopových prací v řečišti i v břehových částech, ve zvýšení kvality vlastního tunelu použitím hodnotnějších materiálů a v neposlední řadě v odzkoušení nových postupů výstavby využitelných v dalších aplikacích.

POSTUP VÝSTAVBY

Základní princip technologie spočívá v tom, že se jednotlivé tubusy vybetonují v otevřené stavební jámě - suchém doku - vyhloubené v trojském břehu v místě budoucích tunelů. Není proto nutné budovat zvláštní stavební jámu. Suchý dok je oddělen od řeky štětovou stěnou. V korytě řeky se vyhloubí rýha, do které se tubusy později uloží. Rýha se těžila zatím pro jeden z tubusů, po jeho uložení a definitivním podepření se bude těžit rýha pro druhý tubus a současně se první tubus bude zaspávat. Po ukončení betonáže se tubus opatří vnitřními vyvažovacími nádržemi a na koncích uzavře ocelovými víky. Ke kotevním prvkům zabetonovaným na tubusu se připevnila dva systémy závěsů. Vodorovné závěsy zajišťovaly polohu tubusu během výsuvu. Svislé závěsy určovaly výšku přední části tubusu nade dnem rýhy. Zadní část tubusu nebyla zavěšena, ale posouvala se po předem připravené dráze v suchém doku. Po vystrojení tubusu se mohl suchý dok zaplavit tak, aby hladina v řece a v doku byla na stejné výši. Pak došlo k otevření štětové stěny a vytvoření otvoru mezi suchým dokem a řekou tak, aby tubus mohl být přesunut do definitivní polohy v rýze v říčním dně. Dva tažné závěsy ukotvené na protějším - holešovickém - břehu táhly tubus vpřed. Zadní brzdící závěs předpínal lanový systém, umožňoval zabrzdění pohybu a též případný pohyb tunelu zpět. Svislý závěs spojoval tunel s pontonem, který nesl tíhu tunelu v přední části redukovanou vztlakem vody. Zadní podpora tubusu klouzající po dráze přenášela větší část tíhy a zajišťovala stabilitu celého tělesa. Po dosažení podpory na holešovickém břehu - též v jímce - se tunel opřel o předem připravenou podporu na koncích, a tím byla stabilizována jeho poloha. Dále následovalo podepření v řece podbetonováním v pravidelných vzdálenostech a přikotvením ke dnu.

Postup výstavby je neobvyklý a náročný z několika důvodů. Tunel je zakřivený výškově i směrově, a tím není ve vodě stabilní - nemůže plavat ani se vznášet. To vylučuje použití plavení, jak je to běžné např. u mořských tunelů. Plavení je též nemožné z důvodu malé hloubky vody v řece. Tunel se může pohybovat pouze ve vyhloubené rýze. Kromě toho by bylo nemožné tunel nechat blízko hladiny, neboť by působil jako přehrada. Výsuv tunelu, podobně jako se vysouvají mostní konstrukce, by byl též značně obtížný,

EXCERPT

The first of the subway tunnels on the line IVC1 was built using a so-called launching method. Specific conditions given by the tunnel shape and the conditions in the river called for a choice of an unusual application of the launching, i.e. shifting of the pre-cast tunnel tube into the position, taking the advantage of the effect of buoyancy. The description of the construction technique comprising principal problems is a continuation of previous articles describing the process of casting waterproof concrete of the tunnel and related issues.

Key words: concrete, hydraulics, cables, metro, tunnel, launching, buoyancy

INTRODUCTION

The construction of the metro tunnels under the Vltava has to conform to the local conditions. The position of the Nadrazi Holesovice station, the riverbed elevation and the elevation of the station in the Kobylisy district, which is relatively high above the Vltava valley, were the determinative features for the route to be led just under the Vltava river's bed. The route layout design required a curve just in the section under the river. The design resulted into two tunnel tubes bent in terms of both the line and level. One of the tubes has already been built. The tubes form two detached structures for individual tracks. On the Troja district side, their distance is less than 1m, while on the Holesovice district side the gap is over 8m. The thickness of the backfill above the roof deck ranges from 0.5 to 2m. It is impossible to drive tunnels under such the conditions. The alternative of building cut and cover tunnels within cofferdams was eligible. Although, because of the conditions at the riverbed, it would have to be necessary to build 3 cofferdams, one at a time. This would have required a long construction time and, for hydraulic reasons, very large cofferdams. Metrostav a.s. proposed an alternative construction technique of so called launched tunnels as early as in the tender phase. Advantages of the technique proposed consist in a significant shortening of the construction time, reduction in excavation in the river bed and bank sections, improvement of quality of the tunnel proper by application of more valuable materials, and, at last but not least, testing of new construction procedures applicable in other modifications.

THE CONSTRUCTION PROCEDURE

The basic principle of the technique consists in concreting individual tubes in an open cut - a dry dock - dug in the Troja bank at the location of future tunnels. Therefore it is not necessary to excavate a special construction pit. The dry dock is separated from the river by a sheet pile wall. A trench is dug in the riverbed, which the tubes are lowered to subsequently. First, the trench was excavated for one tube, after its lowering and final supporting the trench for the other tube will be excavated and, in the same time, the first tube will be backfilled. When the concrete structure of the tube was completed, internal balance tanks and steel covers at both ends were installed. Anchoring elements were cast into the tube, which two suspension systems were fixed to. Horizontal suspension cables secured the position of the tube in the course of launching operations. Vertical suspensions controlled the height of the front part of the tube above the river bottom. The rear part of the tube was not suspended. It moved on a track prepared in advance in the dry dock. After installation of the tunnel outfit the dry dock could be flooded so that the water level in the river and in the dock were the same. Then the sheet pile wall was opened and an opening was created between the dry dock and the river, allowing the shifting of the tube into the final position in the trench dug in the river bed. Two drawing suspensions cables anchored on the opposite bank, i.e. the Holesovice bank, drew the tube forwards. Rear breaking suspension cables pre-tensioned the whole cable system, allowed breaking of the movement and movement of the tunnel backwards. A vertical suspension connected the tube with a pontoon, which carried the weight of the tunnel, reduced in its front section by buoyancy. The rear support of the tube, sliding along the track, carried the major part of the weight, and secured the stability of the whole body. When the support on the Holesovice bank, being in a cofferdam too, had been reached, the tunnel was laid on supports prepared in advance at the ends. Thus its position was stabilised. Supporting at the riverbed followed by means of concrete backfilling underneath, at regular distances. Then the tunnel was fixed to the bottom by anchoring.

protože by to vyžadovalo dočasné podpory v řece a vysokou přesnost jejich polohy. Pod vodou ji nelze dosáhnout. Tunel je též proti běžné, např. mostní konstrukci velmi tuhá a vynucené deformace by byly příčinou velkého ohybového namáhání a pravděpodobně i vzniku trhlin a ztráty vodotěsnosti.

VÝZNAMNÉ ETAPY PROJEKTU A REALIZACE

Těžba rýhy ve dně Vltavy

(viz související článek autorů Dostál, Nosek, Novotný)

Základové prahy a podloží tunelu

Tunel v poloze "betonáž" byl betonován na speciálně upravené podloží. Protože se využívalo pro manipulaci nadlehčujícího efektu vztlaku vody, bylo nutné zajistit přítok vody do prostoru pro tunelový tubus. Podélné betonové prahy, betonované jako základ pod stěny tubusu a zároveň tvořící pojezdovou dráhu, zasahovaly pouze asi 0,5 m pod vlastní tubus. Zbýlý prostor mezi prahy byl vyplněn štěrkem a s prostorem mimo tubus propojen plastovými propojkami zajišťujícími přívod vody. Tubus byl dále podložen profilovanou fólií, aby se kontaktní plocha s podložím co nejvíce redukovala.

Betonáž tubusu

Betonáž a související problémy se zajištěním vodotěsnosti tunelu jsou popsány v příspěvku [1]. Přesnosti betonáže s ohledem na zatížení vlastní tíhou se zabývala statistická studie zpracovaná ve spolupráci s prof. Teplym a jeho kolektivem. Částečně zaplavený tunel - viz fotoreportáž, obr. 6.

Systém dodatečného zatížení tubusu

Rozměry tubusu jsou voleny tak, aby konstrukce ve vodě byla lehká a sama o sobě plavala. Protože plavání je však nežádoucí, byly umístěny uvnitř tunelu vodní nádrže, které podle stupně svého naplnění zajišťovaly výslednou tíhu tunelu natolik velkou, aby tunel neplaval, a zároveň aby jeho tíha byla přiměřená s ohledem na ohybové namáhání a stabilitu. Systém nádrží umožňoval plnění a přesun vody mezi nádržemi pomocí dálkového, počítačem ovládaného systému řízení.

Vyvažování tubusu

Zakřivený tvar tunelu je hlavní příčinou jeho nestabilního stavu ve vodě. Proto byla značná obava z toho, jak zajistit stabilitu tunelu během výsuvu. Podle projektovaného tvaru je sice možné určit, kde se má tunel podepřít, aby jeho poloha stabilní byla, avšak tolerance výroby a další prvky na tunelu (ocelová víka, tažné zařízení, apod.) mohou být příčinou odchylek od ideálního projektovaného stavu. Proto bylo nutné experimentálně ověřit, jaká je skutečná tíha tubusu a její rozdělení v podélném i příčném směru. K tomu byly využity hydraulické válce umístěné pod tubusem. Po zaplavení se tunel na válcích nadzvedl a z tlaku naměřeného na válcích se stanovila jeho tíha a reakce. Podle naměřených hodnot byla stanovena definitivní zátěž v nádržích uvnitř tunelu.

Závěsné zařízení na pontonu

Ponton umístěný nad přední částí tubusu přenášel část svislého zatížení a zároveň zprostředkoval řízení polohy tubusu ve svislém směru. Svislé závěsy tvořené trojicí lan po stranách pontonu byly podle potřeby zkracovány, resp. prodlužovány dvojicí dutých hydraulických válců.

Tažné zařízení

Tažné zařízení sestávalo ze dvou tažných jednotek (fotoreportáž, obr. 8) umístěných na holešovickém břehu řeky. Tažné závěsy byly uspořádány do tvaru písmene V, čímž se umožnilo řízení pohybu tunelu púdorysně po kruhové dráze. Tažné jednotky byly sestaveny z dvojice hydraulických dutých válců uspořádaných za sebou. Lanový závěs probíhal oběma válci a při tahu vždy jeden válec byl v tahu, zatímco druhý se vracel do počáteční polohy. Střídavě působící válce tak zajišťovaly plynulý tah za závěs, a tím i možnost stálého pohybu tunelu. Válce byly zásobovány olejem z hydraulického čerpadla s proměnnou rychlostí, tak aby se mohla sledovat zakřivená dráha pohybu. Součástí tažného zařízení byl též deviator lan umístěný na vodícím nosníku v přední části tunelu. Ten umožnil svým pojezdem posun tažného bodu z předního konce tunelu do určité vzdálenosti tak, aby bylo možné tunel dotáhnout až do konečné polohy, kdy jeho přední konec dosahoval do okna v holešovické jímcě.

Brzdící zařízení

Brzdící zařízení sestávalo z brzdícího bubnu a hydraulického válce. Jeho úloha spočívala v předpínání systému lan, a v možnosti okamžitého zastavení tunelu. Další funkce, která by mohla přijít v úvahu, je zpětný posun tunelu v případě neočekávané události nebo chybného řízení. Brzdící závěs byl připevněn k tunelu na zadní části. Hydraulická čerpadla umožňovala vícestupňové řízení sil a rychlostí na brzdícím systému.

Geodetický systém sledování

Na tubusu byly umístěny 2 stožáry (vpředu a uprostřed) vystupující nad hladinu. Na nich byly připevněny geodetické terče. V zadní části byla sledována poloha na komině, kterým bylo možné dovnitř tubusu kdykoliv vstupovat. Kromě doplňkových zaměřování byly nasazeny dvě totální stanice, které v pravidelných intervalech zaznamenávaly automaticky polohu

The construction procedure is unusual and demanding for several reasons. The tunnel is curved both in line and level, thus it is unstable in water, and cannot float. This makes its floating, which is customary for example for immersed sea tunnels, impossible. The floating is also impossible due to small water depth in the river. The tunnel can move in the trench excavated in the river only. In addition, it would be impossible to leave the tunnel near to the water surface since it would act as a dam. Launching of the tunnel in a way similar to the incremental launching of bridge structures would also be very difficult because this would require temporary supports in the river and high accuracy of their position. This cannot be achieved under water. In addition, compared with a common bridge structure, the tunnel is a very tough structure, and enforced deformations would cause severe bending stresses and presumably the occurrence of cracking and loss of water-tightness.

IMPORTANT PHASES OF THE DESIGN AND EXECUTION

Excavation of the trench in the Vltava riverbed

A layer of gravel sands about 4m thick is found at the riverbed. Underneath, there are clayey shales, forming a rather compact rock layer. The excavation of the trench about 10m wide at its bottom was excavated by means of a grab and partially by shovel excavators. The shape of the excavation was checked up by divers, using a steel template checking the evenness and the shape of the bottom at regular spacing.

Foundation strips and the tunnel sub-base

The tunnel, at its casting location, was cast on a specially treated sub-base. Since the buoyancy effect was utilised for its handling, a water inflow into the space where the tunnel tube was cast had to be ensured. The longitudinal concrete strips, serving as a foundation under the walls of the tube and in the same time forming the track, reached about 0.5m under the tube body. The space remaining between the strips was backfilled with gravel and connected with the space beyond the tube by means of plastic pipes ensuring the water inflow. In addition, profiled foil was placed under the tube so that the area of its contact with the sub-base was reduced as much as possible.

Casting of the concrete tube

Concrete casting and related problems about securing the water-tightness of the tunnel have been described in the article [1]. The accuracy of the casting in terms of the self-weight load was the topic of a statistical study developed in collaboration with Prof. Teply and his collective. The partially flooded tunnel can be seen in Fig. 1.

Additional tube loading system

The tunnel dimensions were chosen so that the structure in water was lightweight and floated on its own. Although, as the floating was undesirable, water tanks were installed inside the tunnel, which, depending how much they were filled, provided such the resultant weight of the tunnel, which would prevent the tunnel from floating and, in the same time, was adequate with respect to the bending stresses and stability. The system of tanks allowed filling and transfer of water between the tanks by means of a remote, computer managed controlling system.

The tube balancing

The curved shape of the tunnel is the main cause of its unstable state in water. For that reason there were fears about the manner of securing the tunnel stability during the process of launching. Although it is possible, for the designed shape, to determine where the tunnel is to be supported to assume a stable position, the production tolerances and other elements of the tunnel (steel covers, drawing equipment etc.) can be a cause of deviations from the ideal designed state. Therefore it was necessary to verify experimentally the actual weight of the tube and its distribution in the longitudinal and transversal directions. Hydraulic cylinders placed under the tube were used for this purpose. After its flooding, the tunnel was lifted by the cylinders, and its weight and reactions were determined by measuring the pressure on the cylinders. The final loading by means of the tanks placed inside the tunnel was designed using the measured values.

Suspension equipment on the pontoon

The pontoon located above the front section of the tube carried a part of vertical load and, in the same time, was used for the control of the tube position in vertical direction. Vertical suspension consisting of three cables on either side of the pontoon were shortened or elongated by a pair of hollow hydraulic cylinders as required.

Drawing equipment

The drawing equipment consisted of two drawing units (see Fig. 2) placed on the Holesovice riverbank. The drawing cables were arranged in the shape of letter V. This arrangement made the control of the tunnel possible so that it could move along a path circular in the ground plan. The drawing units were composed of a pair of hollow hydraulic cylinders arranged in a series. The cable suspension ran through both cylinders. When the drawing was in progress, one cylinder was drawing while the other one was returning to the starting position. The alternately acting cylinders ensured a fluent drawing force acting on the suspension, thus a continual movement of the tunnel was possible. The cylinders were supplied with oil by a hydraulic pump with adjustable output so that the curved path of the movement could be followed. A cable deviator installed on a guide beam at the front section of the tunnel was also a part of the drawing equipment. Through its movement, it enabled shifting of the drawing point from the front end of the tunnel to a certain distance so that the tunnel could be drawn up to the final position where its front end reached to the opening in the Holesovice-side sheet pile wall.

tunelu směrově i výškově. Údaje se zobrazovaly na obrazovce počítače a přímo odtud byly sledovány technikem ovládajícím tažné a brzdné jednotky. Systém tahu tak mohl být řízen poloautomaticky s vysokou spolehlivostí a přesností.

Definitivní podepření tunelu

Po usazení tubusu na koncové betonové prahy bylo nutné zajistit kontakt mezi dnem výkopu a dnem tunelu. Do prostoru mezi výkop a tunel byly vloženy textilní vaky, které se plnily čerstvým betonem. Vaky se betonem vyplňovaly pomocí trouby, která spojovala vak s násypkou nad hladinou řeky. Tlak betonu je dostatečný k aktivaci takto provedených podpěr, které byly umístěny vždy pod stěnami tunelu v podélném směru ve vzdálenosti 6 m. Dále se tunel přikotvil k podloží, aby byl zajištěn též proti vodorovným účinkům a proti zvednutí. (Podrobnosti - viz článek autorů Dostál, Nosek, Novotný)

REALIZACE VÝSUVU

Výsuv tunelu představoval jednu z vrcholných akcí celé výstavby. Velká hmotnost tubusu, neznámé parametry jako tření na zadních podporách nebo zatížení tlakem proudu v řece, které se daly jen odhadovat, vyžadovaly velké soustředění pro zahájení posunu. Navíc bylo nutné poměrně přesně projet tubusem otvorem ve štetové stěně trojské jímky. Počáteční síly v závěsích byly určeny výpočtem a nastaveny na zařízení tak, aby nastal rovnovážný stav. Zvýšením tahu na tažných jednotkách a uvolněním tlaku na brzdné soustavě se tunel dal do pohybu. Zhruba v polovině trasy se přesunul deviátor při zachování pohybu sníženou rychlostí. Celkem trval výsuv asi 9 hodin včetně přestávek vynucených pro kontrolu a čištění výsuvné dráhy a odstraňování drobných překážek. Maximální dosažená rychlost se blížila 40 m/hod. Přesnost řízení se sledovala prostřednictvím boční odchylky od projektované trasy výsuvu. Ta se zpočátku pohybovala v rozmezí ± 200 mm, později ± 100 mm. V konečné poloze naměřená odchylka byla menší než 20 mm. Ukázalo se, že hydraulický systém tažných a brzdných závěsů společně s geodetickým sledováním představovaly jednu z nejpřesnějších činností během celé výstavby.

TECHNICKÉ ÚDAJE

Délka tubusu	168 m
Hmotnost tubusu	6700 t
Průřezové rozměry vně	6,48 x 6,48 m
Tloušťka stěn	730 mm
Tloušťka dna a stropu	700 mm
Poloměr směrového zakřivení pravá kolej	750 m
Poloměr směrového zakřivení levá kolej	670 m
Poloměr výškového zakřivení	3800 m

ZÁVĚR

V současné době je vysunut do řeky první z tubusů. Zkušenosti ukázaly, že celková koncepce technologie byla zvolena správně. Betonáž, příprava výsuvu i výsuv proběhly podle očekávání, bez zvláštních problémů. Podrobná příprava všech dílčích operací byla nutností pro úspěšné provedení výsuvu. Subdodavatel tažného a brzdného zařízení VSL Systémy (CZ) přinesl své zkušenosti, což se projevilo bezproblémovým a spolehlivým přesunem tunelu. Pečlivá příprava betonové směsi a betonáže se též vyplatila, protože dnes již lze konstatovat, že po 3 měsících pod vodou tunel prakticky nevykazuje průsaky. Pro druhý tunel se proto nepředpokládají zásadní změny v postupu prací, avšak budou provedena drobná zlepšení podle dosud získaných zkušeností. Betonáž druhého tubusu proběhne během jara a výsuv by měl být dokončen do poloviny roku 2002.

Při realizaci díla byly využity poznatky získané při řešení grantových projektů GAČR č. 103/99/0734 a 103/00/0615

Literatura

[1] Vítek, J. L.: Metro pod Vltavou na trase IVC1. Tunel č. 4/2001

Breaking device

The breaking device consisted of a break drum and a hydraulic cylinder. Its role was to pre-tension the cable system and allow an instant stoppage of the tunnel. Another applicable function is the possibility to move the tunnel backwards in a case of an unexpected event or erroneous guidance. The breaking device was attached to the tunnel at its rear part. Hydraulic pumps allowed a multi-stage control of forces and velocities on the breaking system.

Geodesic monitoring system

Two masts were erected on the tube (at the front end and at the midpoint), protruding above the water surface, with geodesic targets mounted on. The position of the rear section of the tube was monitored on a shaft enabling an entry inside the tube whenever needed. Apart from complementary surveying, 2 total stations were utilised, which recorded the position of the tunnel in terms of its line and level automatically. The data were shown on a computer display and they were observed directly by a technician operating the drawing and breaking units. Thus the drawing system could be controlled semi-automatically, with a high level of reliability and precision.

Final tunnel support

When the tube had been placed on the end concrete strips, it was necessary to ensure a contact between the bottom of the trench and the bottom slab of the tunnel. Textile bags were inserted into the space between the excavation and the tunnel and filled with fresh concrete. A pipe was used for the concrete filling, which connected the bag with a hopper above the river surface. The concrete pressure is sufficient for activation of the supports built in such way. The supports were located under either wall of the tunnel, at a spacing of 6m. In addition, the tunnel was anchored to the sub-base so that to safeguard it against horizontal effects and buoyancy.

Launching

The tunnel launching presented one of the most complex operations of the whole construction. The heavy weight of the tube, unknown parameters of the friction on the rear supports and of the load imposed by the water flow, which could be estimated only, required high concentration for the beginning of the shifting action. In addition, it was necessary to pass through the opening in the sheet pile wall of the Troja pit with a relatively high accuracy. The initial forces in the suspension cables were determined by a calculation, and the equipment was adjusted so that the equilibrium state was achieved. The tunnel was set moving by increasing the tension introduced by the drawing units and releasing the pressure on the breaks. Roughly at the midpoint of the route the deviater was shifted, with a reduced speed of shifting maintained. The overall launching operation, including breaks necessary for checking and cleaning of the launching track and removal of minor obstacles, took about 9 hours. Maximum speed achieved reached nearly 40 m/h. The accuracy of steering was monitored through a side deviation from the designed launching path. At the beginning it varied within a range of ± 200 mm, later on ± 100 mm. The deviation measured at the final position was less than 20mm. The hydraulic system of drawing and breaking suspensions, together with the geodesic monitoring, have proven to be ones of the most accurate activities in the course of the whole construction.

TECHNICAL DATA

Tube length	168 m
Tube weight	6,700 t
External cross section dimensions	6,48 x 6,48 m
Wall thickness	730 mm
Bottom and roof deck thickness	700 mm
Directional curve radius - right track	750 m
Directional curve radius - left track	670 m
Vertical curve radius	3,800 m

CONCLUSION

Currently the first tube launching across the river has been completed. The experience has shown that the choice of the overall conception of the technique was correct. Concrete casting, preparation of launching and its execution were performed according to the expectations. The detailed planning of all partial operations was essential for the successful launching. VSL Systémy (CZ), subcontractor for the drawing and breaking equipment, brought its experience, which contributed to the trouble-free and reliable process of moving the tunnel. The thoughtful preparation of the concrete mix and casting has also paid since nowadays it is possible to state that the tunnel being 3 months under water exhibits no leakage. For that reason no substantial modifications of the working process are expected. Although, minor improvements will be adopted according to the experience gained so far. Casting of the second tube will take place in the spring, and the launching should be completed by the middle of 2002.

The knowledge gained in the process of solving the GACR grant projects No. 103/99/0734 and 103/00/0615 was utilised in the execution of the works

References

[1] Vítek, J.L.: Subway below Vltava on the IV C1 line. Tunel No. 4/2001

SUCHÝ DOK, PROVEDENÍ ZÁŘEZU A STABILIZACE PRAVÉHO TUNELU TRASY METRA IV C1 POD ŘEKOU VLTAVOU V PRAZE-TROJI

THE DRY DOCK, EXECUTION OF THE OPEN BOX AND STABILISATION OF THE RIGHT TUNNEL OF THE METRO LINE IV C1 UNDER THE VLTAVA RIVER IN PRAGUE-TROJA

ING. STANISLAV DOSTÁL, ING. MILOSLAV NOVOTNÝ - METROSTAV, a. s.
ING. PETR NOSEK - GE ATELIER

ÚVOD

Koncepce překonání řeky Vltavy trasou C pražského metra mezi Holešovicemi a Trojou měla složitý vývoj. Hlavní vliv měly úvahy o pokračování trasy z Holešovic, kde provozovaná trasa C stanicí Nádraží Holešovice dočasně končí. Zvažovány byly v zásadě dvě varianty vedení trasy. Delší by přímo obsluhovala i vzdálenější sídliště Bohnice a pak by teprve směřovala přes Kobylisy do severních sídlišť Prahy. Kratší varianta měla přímo vést přes Kobyliské náměstí a dále již pokračovat v trase delší varianty. Současně bylo nutné zvažovat s ohledem na morfologii terénu, který se na trojském břehu Vltavy prudce zvedá, způsob překonání řečiště Vltavy. Výsledné možnosti byly dvě - most, nebo tunely metra mělce zahloubené pod dnem řeky.

V r. 1998 bylo zodpovědnými orgány rozhodnuto o realizaci krátké varianty s podchodem metra pod dnem Vltavy. V této variantě vznikla nutnost zakřivení směru i nivelety tunelů pod řekou při minimálním zahloubení pod jejím dnem. V řešení byly zapracovány i požadavky říční plavby a stanoviska správce toku.

Princip v současné době realizovaného řešení tunelového podchodu Vltavy spočívá v postupném vysunutí obou nezávislých komorových profilů jednokolejných tunelů ze suchého doku v trojském břehu do výkopu ve dně řeky a jámkou na holešovické straně. Zatažení pravého tubusu je provedeno pomocí lanových závěsů tažného a brzdného zařízení na holešovické, resp. trojské straně, s výškovou stabilizací zavěšením na pontonu zhruba ve třetině rozpětí tubusu od holešovického čela. Po stabilizaci obou takto zatažených tubusů ve výkopu a utěsnění jámek na holešovické i trojské straně budou na tubusy připojeny tunely ve směru k nádraží Holešovice a do Kobylis. Jejich monolitické železobetonové konstrukce budou prováděny v prostoru říční terasy v jamách zajištěných podzemními stěnami.

Vlastní tubusy v řečišti budou na bocích zasypány vytěženými štěrpkopisky, nad stropy bude do úrovně původního dna proveden ochranný těžký kamenný zához.

Vývoj řešení podchodu Vltavy byl popsán například v příspěvku autorů Kutil, Jindra, Romancov a Růžička, který byl pod názvem "Metro do Severního města - tunely na IV. provozním úseku trasy C pražského metra" uveřejněn ve sborníku mezinárodní konference Podzemní stavby Praha 2000 [Praha 10/2000].

Konečným řešením podchodu Vltavy se přehledně zabývá doc. ing. Jan L. Vitek, CSc. v článku "Tunely metra pod Vltavou na trase IV C1" v čísle 4/2001 časopisu Tunel.

Tímto textem chceme poskytnout podrobnější informaci o provedení suchého doku na trojské straně řeky Vltavy, o přípravě a provádění zemních prací v řečišti Vltavy pro pravý (povodní) tunel a o řešení jeho stabilizace v zářezu ve dně řeky.

GEOTECHNICKÉ POMĚRY

Staveniště se nachází ve vltavském údolí v rozsáhlém meandru řeky. Její dno tvoří sedimenty - písky, písky se štěrkem až hrubým písčitým štěrkem, který obsahuje, hlavně u báze, značný obsah hrubé frakce s balvanu křemenců, bulžníků a granitů. Mocnost terasových sedimentů je až 7,5 m pod úrovní dna řeky. Předkvartérní skalní podklad tvoří ordovické horniny, v dané lokalitě zastoupené převážně jílovitými břidlicemi letenských, libeňských, event. vinických vrstev. Při povrchu jsou břidlice ve stavu eluvia, níže pak zvětralé až navětralé.

INTRODUCTION

The development of the concept of the Prague metro line C between the Holesovice and Troja districts passing across the Vltava River was complicated. It was mainly affected by considerations regarding the continuation of the line from Holesovice, where the operating line C is temporarily terminated at the Nadrazi Holesovice Station. Basically two variants of the route location were contemplated. The longer one would have directly served even the remoter residential community of Bohnice and only then headed, via the Kobylisy district, towards the northern Prague settlements. The shorter variant was to be led directly through the Kobylisy Square, and then to continue along the route of the longer variant.

At the same time, with respect to the terrain morphology, which steeply ascends on the Troja bank of the Vltava, it was necessary to consider the manner of passing across the river. There were two final options, i.e. a bridge or metro tunnels embedded shallowly under the river bottom.

In 1998 the responsible bodies decided on the realisation of the short variant, with the metro passing under the Vltava river bottom. A necessity arose within this variant to curve both the horizontal and vertical alignment under the river, at a minimum depth under its bottom. Requirements of river navigation and the opinion of the river administration were also incorporated into the solution.

The principle of the currently realised solution of the tunnel passing under the Vltava consists in a stepwise shifting of the both independent box profiles of the single-track tunnels out from the dry dock built at the Troja bank into a trench excavated in the river bed and a bank cofferdam built on the Holesovice side. Drawing of the right tube is carried out by means of cable suspenders, i.e. drawing and breaking systems installed on the Holesovice and Troja sides respectively, together with the level stabilisation by means of a suspension device installed on a pontoon positioned roughly at one third of the tube, measured from the Holesovice end. After the shifting and stabilisation of the both tubes in the trench and sealing of the cofferdams on the Holesovice and Kobylisy sides, the tunnels heading towards the Holesovice station and Kobylisy will be connected to the tubes. The reinforced concrete structure of the tunnels will be cast in situ in the open box supported by diaphragm walls, in the area of the river terrace.

The tubes within the river bed section will be backfilled on the sides with gravel sands excavated beforehand, and a protective stone armouring will be carried out above the roof decks up to the level of the original river bottom.

The development of the Vltava crossing design has been described for example in the paper by the authors Kutil, Jindra, Romancov and Ruzicka, headed "The Metro to the Northern City - tunnels on the IV. Operational section of the Prague Metro line C" published in the volume of papers of the international conference Underground Construction Prague 2000 [Prague 10/2000].

The final solution of the Vltava underpassing is dealt with by Ing. Jan Vitek, CSc in his article "Subway below Vltava on the IV C1 line" published in the Tunel magazine No. 4/2001.

Through this text, we would like to provide a more detailed information on the execution of the dry dock on the Troja side of the Vltava River, planning and execution of the groundwork in the Vltava river bed for the right tunnel (the downstream one), and the solution of its stabilization in the trench in the river bed.

V břehových částech jsou v nadloží štěrkových sedimentů uloženy nejmladší povodňové sedimenty v podobě písčitých hlín až jemnozrnných písků. Povrch území tvoří návážky.

Dno zářezu ve dně řeky zasahuje do skalního podkladu maximálně 3,5 m, u holešovické strany se niveleta tunelů zvedá a pro uložení tubusů na únosné podloží musí být prováděna lokální prohloubení výkopu.

TROJSKÁ STRANA - SUCHÝ DOK

Suchý dok je umístěn na trojském břehu v trase tunelů metra ve směru do Kobylis a částečně zasahuje do řečiště. V doku je postupně vždy jeden tubus tunelu vybetonován a vystrojen vč. uzavření koncovými víky před vlastním zatažením. Po zaplavení doku je jeho čelo částečně demontováno (příslušná polovina) a tubus se zatahuje do připraveného zářezu ve dně řeky a do jímky na holešovické straně. S mezioperací opětného osazení a utěsnění čela doku a vyčerpání vody se postup opakuje pro druhý tubus. Po definitivním usazení druhého tubusu ve dně řeky a opětném utěsnění čela jímky budou vybetonovány břehové části tunelů. Po jejich zkompletování bude jímka suchého doku zrušena zásypem a břeh upraven do původního stavu.

Konstrukce suchého doku je navržena na ochranu pracoviště při dvouletém povodňovém průtoku v řece, který je dán hladinou 181,20 m n. m. Výkop v jímce v nehlubším místě dosahuje úrovně 167,70 m n. m., což znamená maximální možnou hloubku dna výkopu 13,5 m pod hladinou. Tato základní data a požadavek na demontovatelnost a opětné sestavení čelní stěny doku implikují značnou statickou náročnost konstrukcí zajištění stavební jámy.

Pažící konstrukce suchého doku v jeho břehové části je tvořena monolitickými železobetonovými podzemními stěnami tloušťky 600 mm kotvenými až ve třech výškových úrovních předpínanými pramencovými kotvami. Spodní dvě úrovně kotvení jsou situovány pod hladinu poříční podzemní vody ve značně propustném prostředí sedimentů vltavské terasy, vrtání a osazování kotev bylo tak prováděno pod ochranou speciálně vyvinutých preventrů, které odolávaly tlakům až 10 m vodního sloupce. Podzemní stěny byly v této břehové části doku prováděny z upraveného terénu min. 1,5 m nad hladinou podzemní vody. Na obou stranách po délce doku je souvislost podzemních stěn pravidelně porušována "lamelami" z osmi štětovic, jejichž vytažením při rušení jímky budou v definitivním stadiu vytvořeny podmínky pro proudění poříční podzemní vody.

Mimořádným prvkem zajištění jámy suchého doku je jeho čelní část zasahující do řečiště. V této partii je při provedení výkopu ve dně řeky odstraněna zemina i na rubové straně pažení a není tak možné podporovat pažící stěny kotvením. Boky čelní části pažení tvoří monolitické železobetonové podzemní stěny tloušťky 600 mm, do kterých jsou v úrovni původního dna řečiště nasazeny štětovnice L III n.

S ohledem na nutnost demontáže čelní stěny je tato navržena ze štětovic PU 25 osazovaných do rýhy podzemních stěn provedené asi 6,5 m pod povrch skalního podkladu a vyplněné jílocementovou samotuhnoucí suspenzí. Stabilitu pažení zajišťuje relativně masivní vnitřní rozepření ocelovými rozpěrami přes ocelové, resp. železobetonové převázky (fotoreportáž, obr. 1).

Předpokládané zatížení pažící konstrukce v několika pracovních fázích zahr-

GEOTECHNICAL CONDITIONS

The construction site is located in the Vltava River valley, in a large river meander. The river bed consists of sediments, i.e. sands, sands with gravel to coarse sandy gravel, which contains, mainly at the base, a significant portion of a coarse fraction with quartzite, flinty shale boulders and granites. The terrace sediments thickness is up to 7.5m below the river bottom. The Prequaternary bedrock consists of the Ordovician rocks represented mostly by clayey shales of the Letna, Liben or Vinice strata. The shales found close to the surface are in the state of eluvium, while lower strata are weathered to little weathered.

In the bank areas, the youngest flood-plain sediments in a form of sandy loams to fine sands overlay the gravel sediments. The surface of the area is covered by made ground.

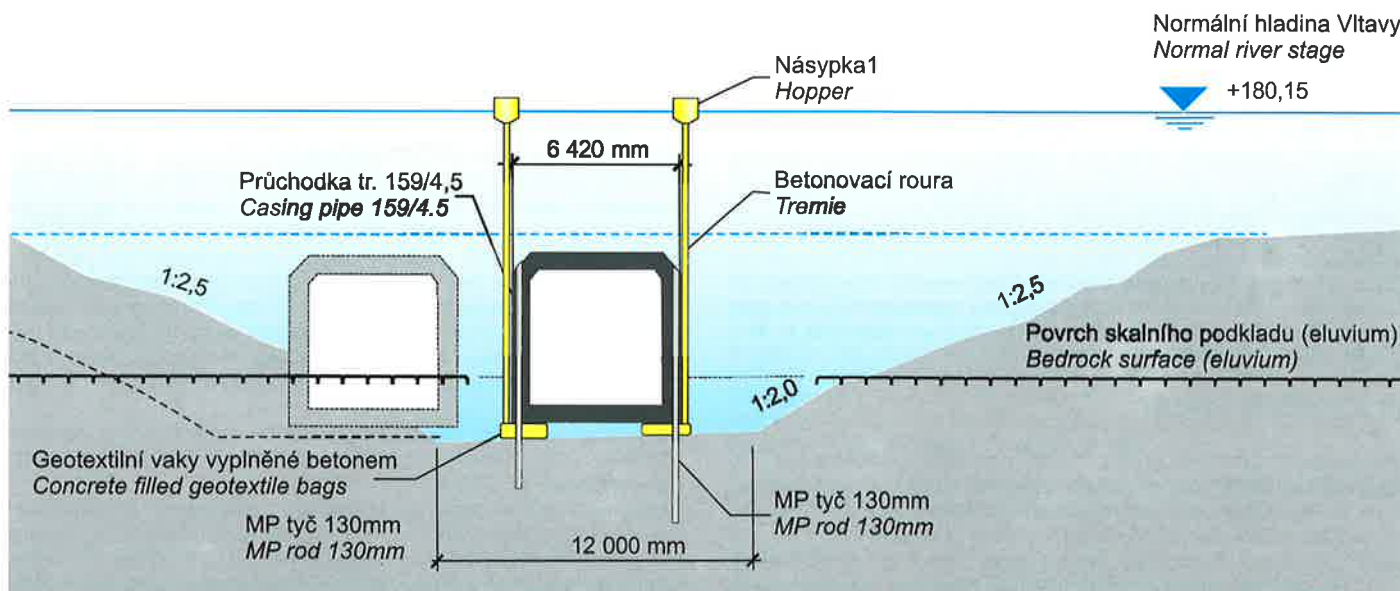
The bottom of the trench in the river bed reaches 3.5m down to the bedrock as a maximum. The vertical alignment of the tunnels ascends on the Holesovice side, therefore an extra depth has to be excavated to reach a bearing ground for the tubes placement.

THE TROJA SIDE - THE DRY DOCK

The dry dock is located on the Troja bank, on the route of the metro tunnels in the direction towards Kobylis. It is extended into the river partially. The tubes are cast in the dock, one at a time, and fitted out, including closing the ends with covers before the tube launching. Before the dock flooding its front wall is dismantled partially (the respective half) and the tube is dragged into the trench excavated in the river bottom and to the cofferdam on the Holesovice side. The operation is repeated for the second tunnel, with an intermediate operation consisting in repeated installation and sealing of the dock front wall and evacuation of water. After the final placing of the second tube in the river bed and repeated sealing of the front wall of the cofferdam, the bank sections of the tunnels will be cast. The dry dock will be backfilled and the bank reconstituted once the work has been completed.

The structure of the dry dock has been designed to provide protection for the working site at a 1 in 2 years flood flow in the river, which is given by a river water level of 181.20 m ASL. The excavation in the cofferdam reaches up to a level of 167.70 m ASL at its deepest point, which means a maximum depth of the excavation bottom of 13.5m below the water surface is possible. These basic data and the requirement for a possibility to dismantle and reinstall the front wall of the dock imply a considerable static complexity of the structures supporting the construction pit.

The supporting structure of the dry dock at its bank part consists of 600mm thick in-situ reinforced concrete diaphragm walls anchored at three levels by pre-tensioned stranded anchors. The two lower anchoring levels are situated under the water table existing along the river, in a significantly permeable environment of the Vltava terrace sediments. Therefore the drilling for the anchors and their installation were protected by means of specially developed sealing elements, which resisted a head of up to 10m water column. The diaphragm walls within this bank section of the dock were built from a formation level 1.5m above the water table as a minimum. The continuity of the



Obr. 1 Příčný řez tubusu uloženého v zářezu ve dně

Fig. 1 Cross section through the tube placed into the trench in the river bottom

nujících vyčerpání doku, opětovné napuštění, otevření střídavě obou polovin čelní stěny pro zatahování jednotlivých tubusů, vlastní zatahování tubusů s možností kolize vysouvaného komorového profilu s pažicí konstrukcí či event. vlnobítí si vyžádalo návrh nestandardních prvků. Za takové lze považovat posílení bočních podzemních stěn lamelami tvaru mohutných T-profilů v kombinaci s přikotvením jejich pat do skalního podloží mikropilotami, použití dovozových štětovnic PU 25 s velkou únosností nebo vytvoření železobetonového rámu ve tvaru dvojitého U nad úložným prahem tunelu uvnitř jímky ohraničujícího rozebíratelné části čelní stěny a chránícího zámky štětovnic proti event. poškození zatahováním tunelem.

V bočních podzemních stěnách čelní partie suchého doku byly osazeny průchodky pro navažení napouštěcího zařízení se šoupaty pro zaplávání jímky z důvodů technologických a pro případ nutnosti zaplavení jímky při vyšších povodňových stavech.

Svislé pažicové konstrukce byly v této čelní partii prováděny z pracovní plochy upravené na násypu do řečiště opět v úrovni min. 1,5 m nad hladinou řeky. Těžba rýhy podzemní stěny byla zahájena ve středu čelní stěny s mimořádně přesným osazením speciálně upraveného štětovnicového prvku v ose jímky. Tento prvek byl posléze v jímce napojen na střední pilíř železobetonového 2U rámu a tvoří tak trvalý nerozebíraný vodící prvek štětovnic čelní stěny. Provádění stěn dále pokračovalo k napojení čela jímky na podzemní stěny břehové části doku.

S postupujícím výkopem doku byly v čelní partii osazovány masivní převázky a rozpěry. Nerozebírané převázky v bočních stěnách pod úrovní dna řečiště byly navrženy z monolitického železobetonu, převázky v první výškové úrovni a v čele jímky ve druhé a třetí rozpěrné úrovni byly provedeny z dvojic ocelových válcovaných profilů I č. 400 a HEA 450.

Rozpěry jsou v napojení na břehovou část doku navrženy na celou šířku jímky z ocelových trub 630/10, proti čelní stěně jsou navrženy rohové šikmé rozpěry ve tvaru členěných prutů z dvojic I č. 400, resp. I č. 450. V suchém doku se následně montovala forma z bednění PERI pro postupnou betonáž segmentů tubusu (fotoreportáž, obr. 2).

Ve dně jímky byl proveden podél čelní stěny slabě vyztužený betonový úložný práh, do nějž jsou vetknuty prostřednictvím mikropilot již zmíněné svislé pilíře čelního 2U rámu.

V průběhu zaplávání doku jsou postupně v jednotlivých úrovních rozebírány trubní rozpěry, rohové rozpěry a převázky v příslušné polovině čela jímky. Štětovnice PU 25 jsou v rozsahu poloviny čelního rámu jímky potápečí odříznuty v úrovni 2 až 5 cm pod povrchem úložného prahu a vytáženy vibrátorem. Po uložení a stabilizaci tubusu jsou tyto štětovnice seříznuty (boky tunelu), resp. zkráceny o výšku zaplaveného tubusu a posléze opět osazeny jako pažicové a těsnicí prvky čela doku. Železobetonový čelní rám jímky i vlastní tubus jsou opatřeny těsnicími prvky (plastový waterstop osazený v nikách) a vodítky (ocelové L a U profily) pro umístění "na míru" připravených ocelových panelů sloužících jako ztracené bednění pro betonáž těsnicího prstence v prostoru čelního rámu jímky. Kromě těsnicích prvků a ztraceného bednění jsou ve stropní desce tubusu fixovány mohutné ocelové

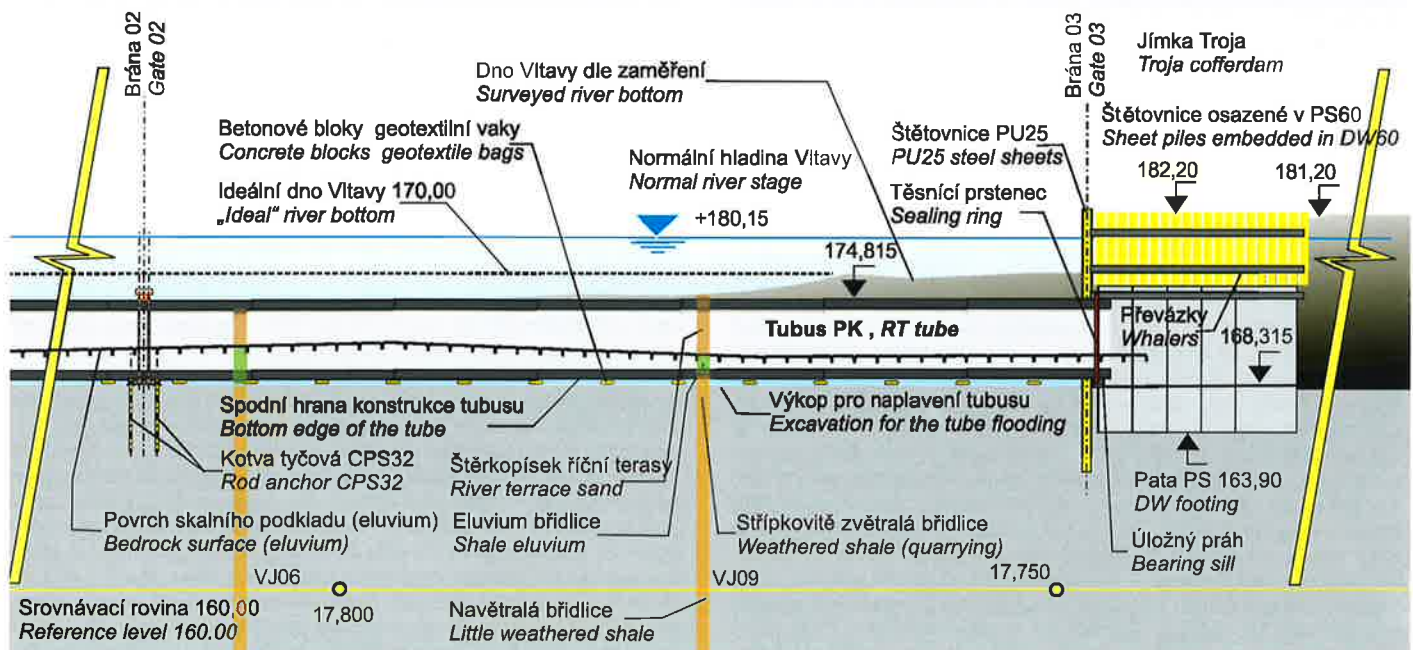
diaphragm walls on either side of the dock is regularly broken by "lamellas" consisting of eight sheet piles. Once the cofferdam is abolished and the sheet piles extracted in the final stage, conditions will be created for the flow of the groundwater along the river.

An extraordinary element of the dry dock's pit support is its front part extending into the river bed. Within this part, in the process of excavation work in the river bed, ground is even removed on the back side of the timbering, thus it is impossible to support the timbering by anchoring. The sides of the front part of the timbering consist of 600mm thick cast-in-situ reinforced concrete diaphragm walls with L III n Larsen sheet piles keyed into their tops, at the original river bottom level. Because of the necessity of dismantling the front wall, the wall has been designed from PU 25 sheet piles installed into the trench excavated for the diaphragm walls up to the depth of about 6.5m under the bedrock surface and backfilled with clay-cement self-setting slurry. The stability of the timbering is secured by relatively massive internal bracing with steel struts and steel or reinforced concrete whalers (see Photoreport, Fig. 1).

The expected load on the support structure in several working phases comprising the dock draining, repeated flooding, alternate opening of the both halves of the front wall for the launching of the individual tubes, a possibility of a collision of the box beam with the timbering structure in the course of the launching of the tube proper, or beating of waves required non-standard elements to be designed. We can mention the strengthening of the side diaphragm walls by lamellas in a shape of bulky T-sections combined with anchoring of their toes to the bedrock by means of micropiles, the use of imported high-bearing-capacity sheet piles PU 25, or creation of a reinforced concrete frame in a shape of double-U above the tunnel foundation strip inside the dry dock, surrounding the dismantlable parts of the front wall and protecting the sheet pile clutches against damaging by the moving tunnel tube.

Pipe sleeves were installed in the side diaphragm walls of the front part of the dry dock, which the filling equipment with valves were welded to subsequently, serving for flooding of the dock for technological reasons and, if needed, for emergency flooding of the dock in case of high water.

Vertical timbering structures within this front part were executed from a working platform prepared on an embankment filled into the river, again at the minimum level of 1.5m above the water surface. Excavation of the trench for the diaphragm wall started at the midpoint of the front wall, with an extraordinarily accurate placement of a specially modified sheet piling element on the cofferdam axis. Consequently, this element was connected in the cofferdam to the central pillar of the reinforced concrete 2U frame, forming a permanent guiding element of the front wall sheet piles, which was not to be dismantled. The execution of the walls will continue up to the connection of the cofferdam face to the diaphragm walls of the bank part of the dock. Massive whalers and struts were installed with the dock excavation progressing at the front part. Non-disassembled whalers on the side walls under the river bottom level were designed in in-situ reinforced concrete, the whalers



Obr. 2 Podélný profil zataženým tubusem a částí suchého doku
Fig. 2 Longitudinal section through the shifted tube and a part of the dry dock

konzoly, proti nimž jsou zpětně osazovány rozpěry třetí výškové úrovně. S postupným vyčerpáváním vody z doku po zatěsnění čelní stěny betonáží prstence je zpětně sestavován v příslušných úrovních rozpěrný systém jímky. Vzhledem k celkové povaze konstrukce s uvážením jejich možných tvarových změn v průběhu všech pracovních fází v řádu až prvních desítek milimetrů jsou všechny spoje navrženy montážně svařované.

Pažici konstrukce zasahující do řečiště bude v definitivním stadiu odstraněna odříznutím štětovic v úrovni původního dna.

ZEMNÍ PRÁCE V ŘEČIŠTI

Pro uložení pravého (povodního) tunelu byl napříč řečištěm navržen zářez šířky v patě 12,0 m se svahováním 1:2 v břidlicích a 1:2,5 ve šterkopiscích. Výkop byl operativně během stavby rozšířen proti vodě o 2,0 m s cílem posílení akumulacího prostoru pro splaveniny unášené říčním proudem. Maximální hloubka výkopu pod normální hladinou v řece (180,15 m n. m., průměrná hloubka řeky 4,0 m) je 12,4 m, mocnost těžby ve šterkopiscích dosahovala až 7,5 m pod dnem řeky, maximální zahloubení v prostoru nejnižšího bodu nivelety bylo 3,5 m pod povrch skalního podloží. Zemní práce v řečišti reprezentují zhruba 30 000 m³ šterkopísků a 9 500 m³ břidlic.

S ohledem na celkovou hloubku výkopu pod hladinou byla nasazena technologie těžby pomocí drapáků a bagru se spodovou lžicí na rameni 17 m. Podvodní buldozer schopný pracovat v této hloubce není v České republice k dispozici. V soupeření obou nasazených technologií se v průběhu prací ukázala spodová lžice bagru Komatsu PC 250 jako málo efektivní a většina prací byla provedena lanovými drapáky zavěšenými na nosičích Liebherr a UB (fotoreportáž, obr. 4). Těžební mechanismy byly umístěny na lodi Hanka a JTC 1000, vytěžený materiál byl ukládán do tlačných van, které byly obsluhovány člunem "Mocál". V provizorním přístavišti vybudovaném v rámci staveniště je výkopek z části deponován pro použití ke zpětným zásypům, zbývající objem zemin je transportován na skládku.

Během provádění zemních prací se nepotvrdil možný výskyt tvrdých poloh v prostředí skalního podloží (drobové břidlice, pískovce až křemence) a břidlice byly těžitelné nasazenou technologií. Nebylo tak nutné použít rozpojování hornin stělnými pracemi, jejichž aplikace by nepochybně výrazně negativně zasáhla do napjatého harmonogramu prací. Naopak nižší kvalita břidlic ve svrchní poloze si vyžádala prohloubení výkopů v místech podpor tubusu blíže holešovické jímky a jejich vyplnění betonem.

Jediným zásadním problémem výkopových prací zůstalo ověřování výškové přesnosti úpravy dna zářezu. Projektem byly stanoveny v daných podmínkách relativně přísné tolerance +10/-20 cm proti ideální hloubce 30 cm pod spodní hranou průřezu tubusu. Přes řadu ne zcela uspokojivých metod zaměřování tvaru dna od použití olovnice, kontaktních tyčí, ručního sonaru přes sonarová měření z měřičské lodi Valentýna Povodí Vltavy, byla v závěrečné fázi prací vyrobena kontaktní šablona, která byla umístována po 2 m po délce zářezu. Při šířce šablony 1,0 m byl tak zaměřen povrch dna v profilech po 1,0 m. Vlastní poloha šablony byla zaznamenávána totální stanicí prostřednictvím terčů nad hladinou vody, tvar zvlněného dna byl proti šabloně doměřován ručně potápěči. V závěru prací byl pro přesné dotěžení nerovností nasazen hydraulický drapák na teleskopické tyči, která umožňuje přesnější výškovou kontrolu.

DEFINITIVNÍ STABILIZACE TUNELU

Základními prvky definitivní stabilizace pravého tunelu na dně zářezu jsou úložné prahy v obou břehových jímkách a vytvoření betonových bloků - základových patek vždy v párech ve vzájemné vzdálenosti 6,0 m podél osy tubusu s fixací tyčovými mikropilotami opět symetricky na obou stranách tunelu v podélných vzdálenostech 12,0 m (obr. 1 a 2).

Úložné prahy jsou vybetonovány uvnitř obou jímek v jejich čelní hraně a tvoří základní opěrné prvky, na které je závěsným zařízením tubus popuštěn po jeho zasunutí do zářezu. Dále následuje betonáž prvních betonových bloků v prostoru závěsného pontonu tak, aby bylo možné ponton uvolnit a odtáhnout mimo plavební dráhu.

Betonové bloky jsou dimenzovány na zatížení provozovaným tunelem v definitivním stadiu jako plošný základ na zvětřalé až navětřalé břidlici, stabilizační mikropiloty kromě fixační funkce v definitivním stadiu zajišťují v pracovním stadiu kotvení komorového profilu proti jednostranným zemním tlakům při částečném zasypání pravého tubusu v průběhu těžby rýhy tubusu levého (protivodního) a vzdurojí podélným silám v tubusu vznikající osazením rozpěr ve třetí rozpěrné úrovni v trojské jímkce (v mělčí holešovické jímkce není rozepřen v úrovni stropu tubusu zpětně instalováno). Podkladní betonové bloky jsou betonovány do vaků z geotextilie Stablenka o rozměrech 1,6x1, 1x0,5 m. Je použit beton pevnostní třídy C 20/25, speciální návrh směsi pro betonáž pod vodou s cílem dosažení pevnosti 1,0 Mpa po 10 hodinách a 10,0 Mpa po 24 hodinách od uložení zahrnuje dávkování polypropylenových vláken, urychlovače a plastifikátoru. Vaky jsou opatřeny

of the first tier and those at the second and third bracing levels of the cofferdam front end consisted of pairs of I No. 400 and HEA 450 steel rolled sections. At the connection to the bank part of the dock, the struts have been designed for the whole cofferdam width from steel pipes 630/10, inclined corner struts in a shape of built-up beams consisting of pairs of I No. 400 or I 450 sections against the front wall. Consequently the PERI formwork was erected in the dry dock for casting of the tube segments in steps (see Photoreport, Fig. 2).

An underreinforced concrete bearing sill, which the above-mentioned vertical pillars of the front end 2U frame are embedded in, was built at the cofferdam's bottom.

The pipe struts, corner struts and whalers within the relevant half of the front end of the cofferdam are dismantled successively, at relevant levels, in the course of the dock flooding. The PU 25 sheet piles within a half of the front end frame are cut off by divers at a level of 2 to 5cm under the bearing sill surface and extracted by means of a vibrator. After seating and stabilisation of the tube, the sheet piles are edged (on the tunnel sides) or the part corresponding to the height of the flooded tube is cut away, and subsequently reinstalled as a timbering and sealing element at the dock front end.

The reinforced concrete frame at the front end of the cofferdam and the tube proper are provided with sealing elements (plastic waterstop in grooves) and guide bars (L and U steel sections) for installation of to-measure-made steel panels, serving as a sacrificial formwork for casting of the sealing ring in the space of the front end frame of the cofferdam. Apart from the sealing elements and the sacrificial formwork, there are mighty steel braces fixed on the roof deck of the tube, which the third tier struts lean against subsequently.

The cofferdam bracing system is restored at its respective levels in steps, with the draining of the cofferdam proceeding, after sealing of the front end wall by casting of the ring. With respect to the global character of the structure, considering all changes in its shape possible in the course of all working phases ranging up to the order of first tens of millimetres, all joints have been designed to be welded on site.

In the final phase, the timbering structure extending to the river bed will be removed by cutting the sheet piles at the original bottom level.

EXCAVATION WORK IN THE RIVER BED

An open cut 12.0m wide at the bottom, with sides reposing at 1:2 in shales and 1:2.5 in gravels, was designed for the placing of the right (downstream) tunnel. Operatively in the course of the construction works, the excavation was widened upstream by 2.0m, with the aim of enlarging the accumulation space to contain washings. Maximum depth of the excavation under the normal level of the river (180.15m ASL, average river depth of 4.0m) is 12.4m, thickness of the excavated gravel sands reached up to 7.5m under the river bottom, maximum depth of the excavation in the area of the lowest point of the alignment was 3.5m under the bedrock surface. The volume of earthwork performed in the river bed represents roughly 30,000 m³ of gravel sands and 9,500 m³ of shales.

With respect to the overall depth of the excavation under the water surface, the excavation technique using grabs and a backhoe with 17m long arm is applied. A sub-aqueous dozer capable of working at this depth is not available in the Czech republic. In the course of the work, in the competition between the two applied techniques, the Komatsu PC 250 backhoe showed little efficient, and the majority of the work was performed by a grab dredgers suspended on Liebherr and UB carriers (see Photoreport, Fig. 4). The excavation equipment was placed on Hanka and JTC 1000 ships, excavated material was deposited into pusher barges serviced by "Mocal" ship. The excavated material is partly stored in a temporary harbour built as a part of the construction site, the remaining volume of the material is transported to a stockpile.

The possible occurrence of hard interbeds in the bedrock environment (greywacke shales, sandstones to quartzites) was not confirmed, and the shales were excavatable with the equipment available. Therefore it was not necessary to disintegrate the rock by means of blasting, whose application would undoubtedly have significantly negatively affected the tight programme of the works. On the contrary, the lower quality of the shales in the upper level required deepening of the excavation at the locations of the tube supports in the vicinity of the Holesovice cofferdam and their backfilling with concrete.

The only crucial problem of the excavation work remained the verification of the level accuracy of the trench bottom. The design set for the given conditions relatively strict tolerances of +10/-20cm against the ideal depth of 30cm under the bottom edge of the tube cross section. Despite a number of not fully satisfactory methods of surveying the bottom shape, starting with the use of a plumb bob, contact rods, hand-held sonar, through sonar measurement carried out from the measurement ship Valentyna owned by Povodi Vltavy (the Vltava Basin Water Authority), to the contact template, manufactured in the final phase, which was placed at 2m spacing along the length of the trench. The template was 1.0 m wide, which means that the bottom sur-

rukávce pro napojení betonovací kolony a naváděcími tyčemi. Potápěči zachytí vaky na příchytkách na bocích tunelu a pomocí tyčí je urovňají pod desku dna tak, aby zasunutí za hranu tubusu činilo min. 1,3 m (kontakt na ploše 1,1x1,3 m). Před vlastní instalací vaků je vždy příslušná základová spára potápěči vizuálně zkontrolována a dno je dočištěno, aby vak po naplnění betonem plně dosedl na kvalitní základovou spáru.

V místech, kde bylo zjištěno prohloubení výkopu pod spodní přípustnou úroveň, se za součinnosti potápěčů provádí výplň těchto prohlubní betonáží pod vodou nebo je používáno postupné vrstvení vaků v párech nad sebou. Takto je zajištěna plná aktivace betonových bloků jak v požadované ploše povrchu navětralých břidlic, tak v kontaktu s komorovým nosníkem tunelu.

V oblasti blíže holešovické jímky, kde zvedající se niveleta výkopu opouští skalní podklad, jsou v místě párů patek po 6,0 m prováděna půdorysně omezená prohloubení výkopu 2,0x2,0 m až 2,5x2,5 m s následným vyplněním betonáží pod vodou, použitá směs je identická se směsí pro plnění vaků. Plnění vaků bylo před zatažením tunelu odzkoušeno v odpovídajících podmínkách přímo na staveništi.

V průběhu provádění vlastní stabilizace tubusu vaky je nutno čelit vzlaku způsobovanému jejich přetlakovým plněním. Přetlak při plnění je z povahy problému aktivace patek nutný a je zajištěn přirozenou cestou kvazihydrostatickým tlakem betonové směsi nebo, v případě velkých ztrát v betonářských kolonách, nasazením čerpadel. Vzhledem k tomu, že dutý utěsněný tubus neposkytuje přes svoji zdánlivou mohutnost potřebnou protizátěž, byly po délce zatahovaného tunelu navrženy tři kotevní brány - ocelové příčníky na stropní desce tunelu kotvené vždy na obou stranách prostřednictvím páru tyčových kotev CPS 32 do skalního podloží. Dvě ze zmiňovaných kotevních bran jsou umístěny v řečišti - na straně u holešovické jímky a zhruba ve středu toku, třetí je napojena na čelní železobetonový 2U rám v trojské jínce. Kotvy byly z důvodu pracovních postupů instalovány v předstihu před vlastním zataháváním (brány musely být plně funkční v okamžiku betonování prvních vaků pod pontonem ihned po zatažení tubusu). V řečišti byly kotvy dočasně ukončeny v úrovni dna výkopu a masivní ocelové konstrukce umístěná v jejich hlavách plnila funkci ochrannou a umožnila rychlé nastavení kotev do úrovně stropu tubusu pro montáž bran (obr. 3).

Postup betonování vaků byl pak prováděn tak, aby uvažovaným vzlakem nezatahlých a současně betonovaných vaků nebyla překročena určená maximální hranice momentového namáhání betonového komorového průřezu. Tyčové mikropiloty jsou osazeny po 12 m v každé pracovní spáře tunelu (ten se betonoval po segmentech délky 12 m) vždy v uložení lichých párů vaků. Pro provedení mikropilot jsou v pracovních spárách osazeny průchodky z ocelových trub 159/4,5 mm. Přes ně jsou prováděny vrty o průměru 145 mm, na povodní straně je vrt do dna výkopu dlouhý 3,5 m a na protipovodní 2,5 m. Do cementové zálivky se osazují plnoprofilové mikropiloty průměru 130 mm (maximální plastická rezerva únosnosti profilu), na povodní straně je jejich délka 6 m a na druhé straně 3,5 m.

Po dokončení stabilizace bude před zahájením zásepů prostor pod spodní plochou tubusu zaplaven šterkopiskovým materiálem potápěči pomocí vodního děla.

Vzhledem k provádění všech prací z lodí bylo nutné vyřešit podrobně jednotlivé technologické operace a vyrobit potřebné přípravy a doplňky pro hladké provedení všech činností.

PŘEHLED JEDNOTLIVÝCH OPERACÍ

Práce spojené se stabilizací tunelu lze shrnout následovně:

- před zatažením tunelu bylo nutné provést:
 - osazení průchodek a záchytných konstrukcí do tělesa tunelů při betonáži v suchém doku;
 - zkušební plnění vaků;
 - vybetonování patek do prohloubených výkopů v místě základových bloků u holešovického břehu;
 - případné vyrovnání výkopu betonem tam, kde v místě základových bloků výkop v břidlicích přesáhl hloubkovou toleranci;
 - provedení spodního dílu horninových tyčových kotev pro kotevní brány;
 - po zatažení tunelu se provádí:
 - nastavení horninových tyčových kotev a kompletace kotevních bran, které zajistí tubus proti vzlaku při betonáži vaků;
 - betonáž základových betonových bloků do textilních vaků pod tunelem v místě závěsů na ponton;
 - odstranění těchto závěsů a pontonu;
 - postupná betonáž dalších základových betonových bloků do textilních vaků;
 - hloubení vrtů přes průchodky osazené v pracovních spárách tunelu a osazování tyčových mikropilot do cementové zálivky;
 - po zatažení obou tunelů se dokončí zpětný zásep a kamenný pohoz dna.

face was surveyed in profiles at intervals of 1.0m. The position of the template was monitored by means of a total station and targets above the water surface. The measurement of the shape of the undulating bottom was completed by divers, who measured the distance between the template and the bottom manually. The work was finalised by an accurate cutting of humps by a hydraulic grab on a telescopic boom, which allows a more accurate level control.

FINAL STABILISATION OF THE TUNNEL

Principal elements of the system of the final stabilisation of the right tunnel at the trench bottom are bearing sills in the two bank cofferdams, and creation of concrete blocks, i.e. pairs of pad footings spaced 6.0m apart, along the tube centre line, with fixation by rod micropiles, installed symmetrically every 12.0m along either side of the tunnel (see Fig. 1 and 2).

The bearing sills are cast in the both cofferdams, at their front end, and form basic support elements, which the tube is lowered on after its shifting into the trench by means of the suspension facility. Casting of the first concrete blocks in the area around the suspension pontoon follows then, so that the pontoon can be released and towed outside the shipway.

The concrete blocks' dimensions have been designed for a load induced by the operating tunnel in the final stage, as a flat foundation on weathered to little weathered shale. The stabilisation micropiles, apart from their fixing function in the final stage, anchor the box profile against one-side earth pressures, occurring at a partial backfilling of the right tube in the course of the excavation work on the left (upstream) tube, and resist the longitudinal forces in the tube, developing as a result of the installation of the struts at the third bracing level in the Troja cofferdam (the bracing at the roof deck level is not reinstalled in the shallower Holesovice cofferdam).

The foundation blocks are carried out by casting concrete into 1.6x1.1x0.5m Stablenka geotextile bags. C 20/25 grade concrete is used. The mix composition has been especially designed for casting under water, with an aim of reaching a strength of 1.0 Mpa after 10 hours, and 10.0 Mpa after 24 hours from the placement. It contains batches of polypropylene fibres, accelerating additive and water reducer. The bags are provided with a sleeve for the connection of the tremie line, and guidance rods. The divers fix the bags to the clamps on the tunnel sides, and adjust their position under the bottom slab with the rods so that they are shifted behind the tube edge 1.3m as a minimum (the contact on an area of 1.1x1.3m). As a rule, the relevant foundation base is checked visually and the bottom cleaned by divers before the installation of the bags, so that the bag filled with concrete can rest fully on a quality foundation base.

At the locations where overexcavation of the trench under the lower allowable level is found, backfilling of the low spots is carried out in collaboration with divers by means of tremied concrete or placing pairs of the bags in layers underneath. Thus the full activation of the concrete blocks is secured both within the required area of the little weathered shales surface and on the contact with the tunnel box beam.

Deepening of the excavation at the locations of the pairs of pad footings, limited in the ground plan to 2.0x2.0m to 2.5x2.5m, was carried out every 6.0m in the area closer to the Holesovice cofferdam, where the ascending level of the excavation gets above the bedrock. Subsequently concrete was tremied into the holes, having the composition identical with that used for the bags filling.

The bags filling trial was performed before the tunnel shifting, under corresponding conditions directly on site. In the course of execution of the tube stabilisation using the bags, it is necessary to resist the uplift due to the overpressuring way of their filling. It follows from the nature of the issue of the pad footings activation that the overpressure in the filling process is necessary. It is ensured by a natural way, through the quasi-hydrostatic pressure of the concrete mix or, in case of substantial losses in tremie lines, by means of pumps. Since the hollow sealed tube, despite its apparent bulkiness, does not provide the counterbalance necessary, three anchoring gates were designed along the shifted tunnel length, consisting of steel beams installed transversally across the tunnel roof deck, anchored on both sides by pairs of CPS 32 rod anchors to the bedrock. Two of the above-mentioned anchoring gates are placed in the riverbed, i.e. on the Holesovice cofferdam side and roughly at the mid-point of the stream, while the third one is connected to the front end 2U reinforced concrete frame in the Troja cofferdam. To satisfy the working procedures, the anchors had to be installed in advance of the shifting work proper (the gates had to be fully functional at the moment of the first bags filling under the pontoon, immediately after the tube shifting). The anchors in the river bed were terminated temporarily at the trench bottom level, and a massive steel coupling element placed on their heads acted as a protection, and made a quick extension of the anchors up to the roof deck level and installation of the gates possible (see Fig. 3). The concrete filling of the bags proceeded in such a way, which guaranteed

ZÁVĚR

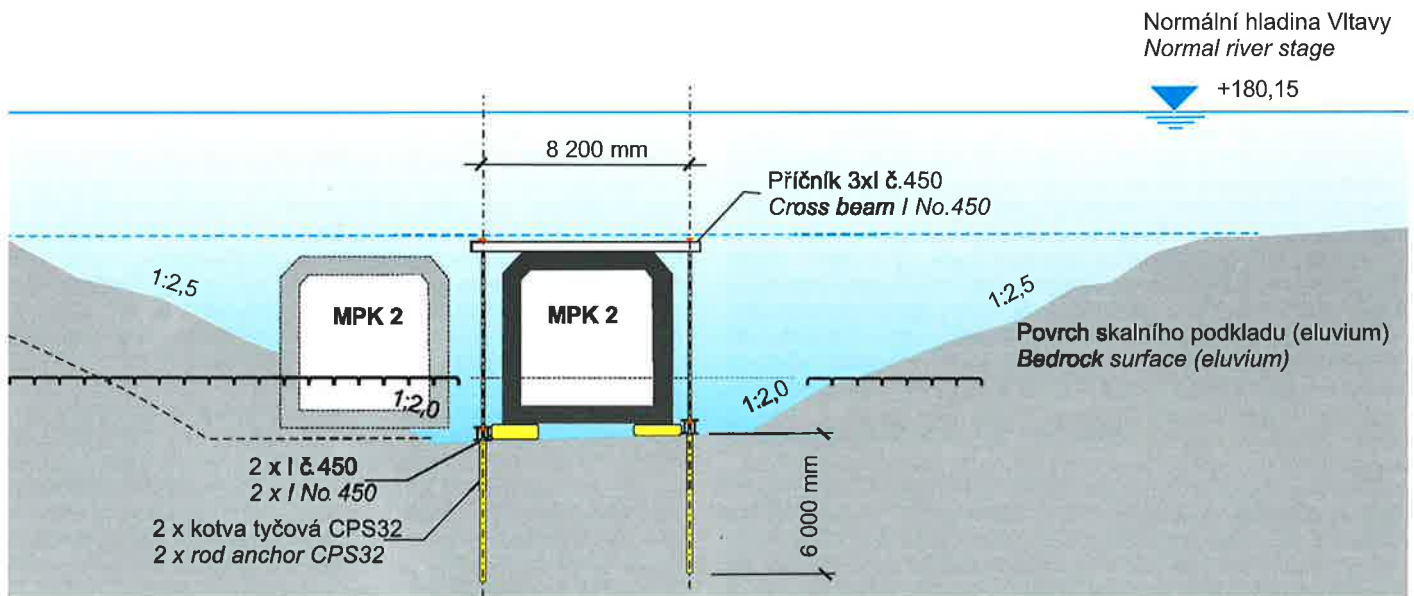
V době uzávěrky článků do tohoto čísla časopisu Tunel byl úspěšně zatažen a osazen pravý tubus do zářezu na dně Vltavy. Prováděla se betonáž podkladních patek do textilních vaků a zahajovala se realizace mikropilot. Organizace, které se podílejí na výstavbě, jsou uvedeny v článku doc. Jana L. Vítka, CSc. Zde je vhodné poznamenat, že pažící konstrukce suchého doku, zemní práce v řečišti a definitivní stabilizaci tunelu pod řekou Vltavou dodává a. s. Zakládání staveb Praha pro vyššího dodavatele stavby Metrostav, a. s. Realizační dokumentaci těchto prací zpracoval Metroprojekt, a. s., dodavatelskou dokumentaci Ing. Petr Nosek - GE Atelier a FG Consult, s. r. o. Nelze také opominout dobrou spolupráci se správcem toku a. s. Povodí Vltavy, závod Dolní Vltava, a se Státní plavební správou. Pracovníci těchto organizací vyšli maximálně vstříc při projednávání podmínek umožňujících realizaci tunelů novou technologií.

that the maximum limit of the moment stressing of the concrete box section was not crossed due to the expected uplift force induced by the bags containing fresh concrete cast simultaneously.

The rod micropiles are installed every 12m, in each day joint of the tunnel (12m long tunnel segments were cast), at all locations of odd pairs of the bags. Sleeves from 159/4.5mm steel pipes are installed in the day joints for execution of the micropiles. Bore holes 145mm in diameter are carried out through the sleeves, up to a depth of 3.5m under the excavation bottom on the downstream side and 3.5m on the other side.

After completion of the stabilisation, before the backfilling is started, divers will backfill the space under the tube bottom with gravel sand using a hydraulic gun.

It was necessary, with respect to all works being performed from a ship, to solve in a detailed manner individual technological operations and manufacture the equipment and outfit needed for a smooth execution of all activities.



Obr. 3 Kotevní brána provedená před plněním vaků betonem
Fig. 3 Anchoring gate installed before filling of the bags with concrete

SUMMARY OF INDIVIDUAL OPERATIONS

The operations relating to the tunnel stabilisation can be summarised as follows:

- Before the tunnel shifting, it was necessary to perform:
 - installation of sleeves and clamps on the tunnel bodies during their casting in the dry dock;
 - bags filling trial;
 - casting of pad footings into the deepened excavation holes at the locations of foundation blocks at the Holesovice bank;
 - backfilling of low spots in the areas of foundation blocks with concrete there where the depth of the excavation in shales exceeded the allowable tolerance;
 - installation of the lower part of the rock rod anchors for the anchoring gates;
- after the tunnel shifting:
 - extension of the rock rod anchors and assembly of the anchoring gates, which will secure the tube against the uplift forces induced during the bags filling;
 - casting of the concrete foundation blocks, i.e. filling of textile bags with concrete under the tunnel at the location of the pontoon suspension;
 - removal of both the suspension cables and the pontoon;
 - stepwise casting of the other concrete foundation blocks (textile bags);
 - drilling through the sleeves embedded in day joints of the tunnel, and insertion of micropile rods into cementitious grout;
 - the backfill and stone armouring of the bottom is completed when the shifting of the both tunnels has been finished.

CONCLUSION

By the closing date of the articles for this issue of the Tunel magazine, the shifting of the right tube into the trench in the Vltava bottom had been completed successfully. Casting of the pad footings, i.e. filling of the textile bags with concrete, was in progress, and execution of the micropiles was starting. The organisations participating in the construction have been mentioned in the article by Doc. Jan L. Vitek, CSc. It is becoming to mention here that the timbering structures of the dry dock, the earthwork in the river bed, and the final stabilisation of the tunnel under the Vltava river have been supplied by Zakladani Staveb Praha a.s. to Metrostav, a.s., the main contractor. Detailed design of the works was developed by Metroprojekt, a.s., contractor's documentation was by Ing. Petr Nosek - GE Atelier and FG Consult, s.r.o. What must not be omitted is the good collaboration with the water authority, Povodí Vltavy, a.s., Dolní Vltava plant, and Státní plavební správa, the public navigation company. The staff of those organisations have been doing their best to meet the needs identified in negotiations over the conditions enabling the realisation of the tunnels by the new technique.

PERI nabízí efektivní bednicí a šplhavé systémy pro řešení všech Vašich projektů

Nákupní centrum,
Budapešť, Maďarsko



Florida Tower,
Vídeň, Rakousko



Silniční most,
Beluša, Slovensko



Železniční tunel,
Vraňany, Česká republika



Atatürk stadion
Istanbul, Turecko



"PERI ACS* – poskytuje bezpečné, rychlé a jednoduché nasazení. Neznáme lepší samošplhavý systém. Servis v PERI je opravdu kvalitní, jeho inženýři najdou vždy to nejlepší řešení pro náš technický problém."

*Automatic Climbing System

Stavbyvedoucí
Dipl. Ing.
Włodzimierz Bielski
WARBUD S.A.
Varšava, Polsko:



Sucharski most, Gdaňsk, Polsko

Nové prospekty



GRV – kloubové závory

Pracovní postup pro lešení PERI UP T 70

Nové prospekty, které vám usnadní práci s bedněním a lešením PERI, můžete objednat zdarma na faxovém čísle: 02/41090315

PERI®

PERI s.r.o.

Průmyslová 392
252 42 Jesenice u Prahy
Tel.: 02/41090311
Fax: 02/41090315
www.peri.cz



FOTOREPORTÁŽ - přechod Vltavy - trasa metra IV C1
PHOTOREPORT - river Vltava crossing - metro Prague - IV C1 line

Obr. 1 Rozepření čelní stěny suchého doku
 Fig. 1 Bracing of the front end wall of the dry dock

Obr. 2 Sestavování formy pro betonáž
 Fig. 2 Assembly of the formwork for concrete casting

Obr. 3 Postupná betonáž tubusu pravé koleje
 Fig. 3 Sequential casting of the right track tube

Obr. 4 Výkop zářezu ve dně Vltavy
 Fig. 4 Excavation of the trench in the Vltava river bottom

Obr. 5 Postupné zaplavit suchého doku
 Fig. 5 Gradual flooding of the dry dock

Obr. 6 Vyvažovací nádrže
 Fig. 6 Balance tanks



Obr. 7 Deviátor tažných kabelů
Fig. 7 Deviator of the drawing cables

Obr. 8 Tažná hydraulická jednotka
Fig. 8 Hydraulic drawing unit

Obr. 9 Letecký pohled na tunel před zaplavením suchého doku
Fig. 9 Aerial view of the tunnel before the flooding of the dry dock

Obr. 10 Brzdňý buben
Fig. 10 Break drum

Obr. 11 Ponton s hydraulickými pumpami a zvedacími jednotkami
Fig. 11 Pontoon with hydraulic pumps and lifting units

Obr. 12 Tunel během výsuvu, stožár označuje polohu čela tunelu
Fig. 12 Tunnel during the shifting, the mast marks the position of the tunnel front end

PRVNÍ JEDNOLODNÍ RAŽENÁ STANICE NA PRAŽSKÉM METRU

THE FIRST SINGLE-BAY MINED STATION OF THE PRAGUE METRO

ING. JOSEF KUTIL – IDS, a. s.

ING. OTAKAR HASÍK, ING. JIŘÍ RŮŽIČKA – METROPROJEKT PRAHA, a. s.

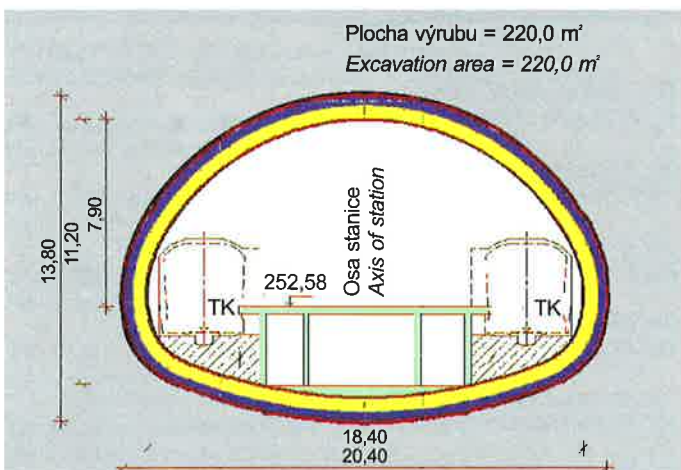
ÚVOD

Pražské metro se buduje již 35 let. Jsou vybudovány tři trasy (A, B, C) o celkové délce 51 km s 51 stanicemi. V současné době se realizuje 1. etapa IV. provozního úseku trasy C, která představuje prodloužení trasy C za provozovanou stanicí Nádraží Holešovice do oblasti Kobylis a Proseka. Celková délka realizované trasy je 3,7 km a jsou na ní navrženy dvě stanice. Ražená stanice Kobylisy a hloubená stanice Ládví, která bude na krátkou dobu také stanicí koncovou. Zprovoznění této etapy se předpokládá v polovině roku 2004. Výstavba IV. provozního úseku bude ale plynule pokračovat 2. etapou, kde se uvažuje o třech podpovrchově hloubených stanicích Prosek I, Prosek II a Letňany, která se zřejmě na velmi dlouhou dobu stane koncovou stanicí trasy C na severním okraji Prahy. Dokončení 2. etapy se předpokládá v roce 2007. Paradoxně trasa C, jejímž 1. provozním úsekem byla v roce 1966 zahájena výstavba pražského metra, bude pravděpodobně až po 42 letech tvořit ucelený severojižní diametr, který propojí přes centrum města sídlištní komplex Jižního města s obdobně rozsáhlým celkem Severního města. Pro srovnání "nejmladší" trasa pražského metra B byla zahájena v roce 1979 a dnes je nejdelší trasou s 24 stanicemi. Tvoří komplexní diametr protínající celé město od západu k východu.

Vlastní realizace 1. etapy trasy IV. C byla zahájena v září 2000. Celkové náklady představují 7,8 mld. Kč. Tyto prostředky hradí převážně hl. m. Praha z vlastních zdrojů a z půjčky Evropské investiční banky, část je hrazena ze státní dotace. Investorem je Dopravní podnik hl. m. Prahy, a. s., inženýrské činnosti zajišťuje Inženýring dopravních staveb, a. s., projekční práce METROPROJEKT Praha, a. s. Na realizaci se podílejí významné pražské stavební firmy Metrostav, a. s., Subterra, a. s., IPS, a. s., Stavby mostů, a. s. K závěru roku 2001 bylo vyraženo 1140 m z celkové délky 2500 m ražené části trasy a celkově provedeny práce v hodnotě 2 mld. Kč.

VÝVOJ KONCEPCE STANICE

Stanice Kobylisy byla v dokumentaci pro ÚR z roku 1997 původně navržena

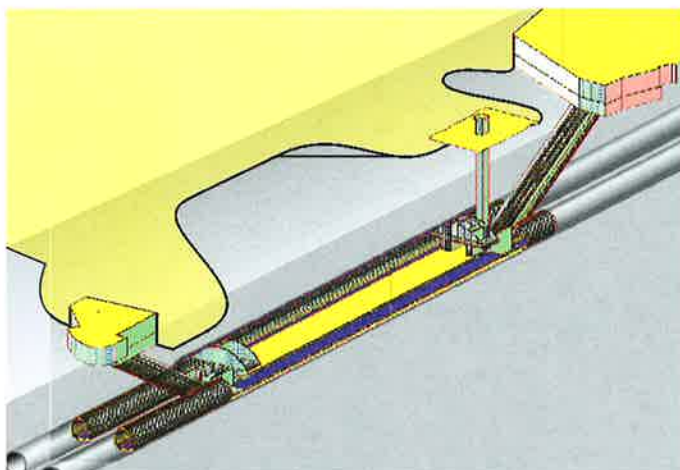


Obr. 1 Vzorový příčný řez
Fig. 1 Typical cross section

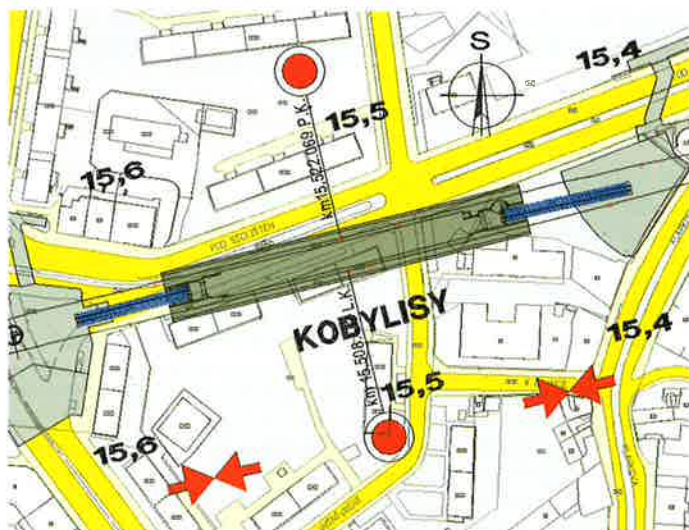
INTRODUCTION

The Prague Metro has been in the process of development for 35 let. Three lines (A, B, C) in total length of 51 km, with 51 stations, have been built. Nowadays, 1st stage of the operational section IV of the line C is being constructed. The line is an extension to the line C from the operating station Nádraží Holešovice to the Kobylisy and Prosek districts. The overall length of the line being built is 3.7 km. 2 stations have been designed on this line, i.e. the "Kobylisy" mined station and the "Ladvi" cut-and-cover station, which will become a terminal station for a short time. The commissioning of the station is expected in mid-2004. Although, the construction of the operational section IV will continue without a break to the stage 2, where 3 subsurface cut-and-cover stations are planned, i.e. the Prosek I, Prosek II and Letnany stations. The Letnany station is likely to remain a terminal station of the line C on the Prague's northern outskirts for a very long time. The completion of the phase 2 is expected in 2007. Paradoxically, the line C, whose 1st operational section construction started the development of the Prague Metro, is likely to form an integrated north-southern diameter, which will connect the residential complex "Southern City" with the similarly vast complex of "Northern City" via the Prague downtown. For comparison, the "youngest" line of the Prague Metro was started in 1979, and today it is the longest line, with 24 stations. It creates a complex diameter cutting through the whole city from the west to the east.

The construction works on the 1st stage of the line IV C started in September, 2000. The total cost amounts to CZK 7.8 billion. The major part of this sum is paid by the City of Prague from its own resources, and from a loan provided by the European Investment Bank. A part is funded by the government. The owner is Dopravní podnik hl. m. Prahy a.s. (the passenger transport authority of Prague), the overall consultant for the owner is Inženýring dopravních staveb a.s. (Engineering of transport-related constructions), design consultant is METROPROJEKT Praha a.s. A significant share of the construction works is carried out by major Prague civil engineering contractors Metrostav a.s., Subterra a.s., IPS a.s. and Stavby



Obr. 2 Axonometrie stanice
Fig. 2 Axonometric view of the station



Obr. 3 Situace
Fig. 3 Layout plan

jako stanice se 3 staničními tunely. V krajních staničních tunelech byla boční nástupiště, střední tunel byl v převážném rozsahu využit pro umístění technologického zařízení stanice. Na koncích nástupišť byly krátké úseky tohoto středního tunelu využívány pro průchod cestujících z krajních staničních tunelů ke 2 eskalátorovým tunelům situovaným ve středu stanice.

Tato koncepce stanice vyžadovala řešení mnoha náročných problémů jak z hlediska statiky, tak i z hlediska provozního. V průběhu další projektové přípravy se podařilo přemístit do podzemního vestibulu převážnou část technologického zařízení stanice, které je s prostorem stanice propojeno technologickou šachtou umístěnou mezi traťovými tunely v těsné blízkosti nástupišť. Vlastní stanice byla upravena jako 2 samostatné staniční tunely. Na koncích nástupišť jsou 2 příčné spojovací chodby s průchozí šířkou 8,0 m, do kterých jsou opět zaústěny eskalátorové tunely. Osová vzdálenost kolejí ve stanici byla zachována jako v původním řešení 25,5 m, aby mezi staničními tunely byl zachován dostatečně široký horninový pilíř (viz. článek autorů v časopise TUNEL č 4/99).

Navržené řešení bylo na základě požadavku investora před zahájením realizace změněno na jednodolní stanici s ostrovním nástupištěm. Toto rozhodnutí bylo motivováno snahou vyloučit z hlediska pohybu cestujících nejzátěženější příčné propojovací chodby a vytvořit volný prostor dostatečně širokého ostrovního nástupišť, které je pro cestující nejprůhlednější. Jednodolní ražená stanice zároveň vytvoří novou velmi zajímavou podzemní dominantu metra, kterou ocení nejen generace architektů, inženýrů a techniků, kteří se podílejí po mnoho let na výstavbě metra, ale i cestující občané, kteří každodenně využívají služeb pražského metra.

GEOLOGICKÉ POMĚRY

Základní charakter inženýrsko-geologických poměrů je naznačen v podélném řezu stanicí (viz. obr. 2). Při povrchu jsou sprašové hlíny a spraše, které včetně nepravidelných navážek tvoří vrstvu mocnosti 2 - 6 m. Nejvýraznější vrstvu nad profilem jednodolní stanice tvoří křídové cenomanské sedimenty mocnosti 12 - 15 m. Povrch vytvářejí prachovce 2 - 6 m mocné, pod kterými jsou cenomanské pískovce. Jsou to kvádřové pískovce s poměrně malým rozpukáním třemi systémy puklin.

Výrazně negativním prvkem jsou bazální křídové sedimenty, které mají charakter zemín. Tvoří je směs přepalvaných kaolinických fosilních jílových zvětralin ordoviku a šterku mocnosti 1 - 2 m, která odděluje vrstvu pevných cenomanských pískovců od podložních hornin ordoviky. V prostoru stanice tvoří podloží horniny skalecké facie dobrotivských vrstev. Je to souvrství lavicovitých křemenců a křemencových pískovců s podružnými vrstvami prachovců, jílovitých břidlic a jílovců, které střídají souvrství laminovaných břidlic s podružnými vrstvami pískovce a křemene. Souvrství má generální směr východ - západ (tj. ve směru podélné osy stanice) a sklon cca 75° k jihu. Vrstvy křídových sedimentů jsou trvale nasyceny podzemní vodou do úrovně cca 272,0 m n. m., tj. cca 10 m nad klenbou výrubu staničního tunelu. Podrobnější popis geologických poměrů v celé trase stavby IV. C1 je uveden v článku Ing. Otakara Vrby v časopise TUNEL č. 3/2000.

Náročné geologické a hydrogeologické poměry se 3 zónami hornin s výrazně odlišnými geotechnickými parametry vyžadují s ohledem na velké roz-

mostu a.s. By the end of 2001, 1,140 m had been driven out of the total length of 2,500 m of the mined part of the line, and the total cost of the works carried out reached to CZK 2 billion.

THE STATION CONCEPTION DEVELOPMENT

Originally, in the documentation for the planning permission from 1997, the Kobylisy station was considered as a station consisting of 3 station tunnels. In the side station tunnels there were side platforms, a major part of the central tunnel was utilised for housing of technological equipment of the station. Short sections of the central tunnel at the ends of the platforms were used for passengers passing from the side station tunnels to 2 escalator shafts, situated at the mid point of the station.

The above conception of the station required many complex problems to be solved, both in terms of the statics and operation. In the course of the further designing process, a prevalent part of the technological equipment of the station was successfully relocated to the subsurface western concourse. The concourse is interconnected with the station space through a technological shaft located between the running tunnels, in close proximity of the platform. The station proper was modified to 2 independent station tunnels. At the platform ends there are 2 transversal connecting galleries 8m wide, which the escalator tunnels are connected to again. The track centre distance in the station was maintained the same as at the original solution, i.e. 25.5 m, so that a sufficiently wide rock pillar remained between the station tunnels (see the article by the authors published in TUNEL magazine No. 4/99).

At the request of the owner, the solution proposed was changed to a single-bay station with an intermediate platform. This decision was motivated by the owner's effort to eliminate the in terms of passengers the most trafficked transversal connecting tunnels, and create a free space of the sufficiently wide intermediate platform, which is the easiest to survey for passengers. At the same time, the single-bay station will become a new, very interesting underground dominant of the metro, which will be appreciated not only by the generation of architects, engineers and technicians who have participated in the metro construction for many years, but also passengers, who take the advantage of the Prague Metro travelling every day.

GEOLOGICAL CONDITIONS

The basic character of the engineering-geological conditions is shown in the longitudinal section through the station (see Fig. 2). At the surface there are loess loams and loess, which form, together with irregular made ground, a layer 2 - 6 m thick. The most pronounced layer above the profile of the single-bay station consists of the Cretaceous Cenomanian sediments 12 - 15 m thick. The surface is formed by siltites 2 - 6 m thick, underlain by the Cenomanian sandstones. These are thick-bedded sandstones with relatively little fracturing by three systems of joints.

A significantly negative element is basal Cretaceous sediments of a loamy character. They consist of a mixture of redeposited kaolinic fossil clay slack of the Ordovician period and gravel 1 - 2 m thick, which separates the layer of massive Cenomanian sandstones from the Ordovician bedrock. In the station area, the bedrock is formed by the Cenomanian facies of the Dobrotiv strata. This is a series of strata of thick-bedded quartzites and quartzitic sandstones, with minor strata of siltites, clayey shales and quartzite. The series of strata has an east-west general trend, i.e. the direction of the longitudinal axis of the station, and a dip of about 75° towards the south. The Cretaceous sediments strata are permanently saturated with ground water up to a level of about 272.0 m ASL, i.e. about 10 m above the station tunnel excavation crown. A more detailed description of the geological conditions along the whole length of the IV C line is contained in the article by Ing. Otakar Vrba in the TUNEL magazine No. 3/2000.

The exacting geological and hydrogeological conditions, i.e. the three rock zones with expressively differing geotechnical parameters, require, with respect to the large dimensions of the station tunnel, a very elaborate planning of the construction works. For that reason the linked underground works found within the station space have been used for complementation of the knowledge of the geological conditions. These are, above all, the already completed shaft for disabled access lift, leading directly into the station profile, and the exploratory adit driven from the swimming pool area, located between Na Pesinách and Nad Koupalístem streets. The exploratory adit above all contributed very significantly to the specification of the knowledge of the contact zone between the Cretaceous sediments and Ordovician rock. The original partial excavation works in the

měry staničního tunelu velmi pečlivou přípravu realizace stavby. Z těchto důvodů jsou využívána navazující podzemní díla v prostoru stanice k doplnění znalostí o geologických poměrech. Jsou to především již realizovaná šachta pro invalidní výtah, ústíí přímo do profilu stanice, a průzkumná a přístupová štola, vyražená z prostoru koupaliště situovaného mezi ulicemi Na Pěšínách a Nad Koupalištěm. Především průzkumná štola velmi výrazně přispěla k upřesnění znalostí o zóně kontaktu mezi křídovými sedimenty a ordovickými horninami. V průběhu ražby vlastní kaverny ražené stanice budou rovněž pro upřesnění inženýrsko-geologických poměrů využívány úvodní dílčí výrubu ve vlastním staničním tunelu.

UMÍSTĚNÍ STANICE

Stanice Kobylisy je situována do centra Kobylis. Vlastní ražená stanice je umístěna částečně pod ulicí Pod Sídlištěm, částečně pod obytnými domy v této ulici. Úroveň nástupiště je asi 31,5 m pod terémem. Přístup na nástupiště je zajištěn 2 eskalátorovými tunely ve sklonu 30°, které ústí do vestibulů. Západní vestibul je situován na Kobyliském náměstí a je podpovrchový. Východní polozapuštěný vestibul je umístěn na jihozápadním nároží křižovatky ulic Pod Sídlištěm a Klapkova s návazností na podchod pod ulicí Pod Sídlištěm. Objekt hlavního větrání, který byl původně umístěn na severní straně výše uvedené frekventované křižovatky, je nyní situován do zelené plochy zahrady školního areálu v blízkosti ulice U Školské zahrady. Výtah pro osoby se sníženou pohyblivostí vyúsťuje na terén na jihovýchodním nároží křižovatky ulic Pod Sídlištěm a Vršní.

TECHNICKÉ ŘEŠENÍ STANICE

Ražená stanice má světlou šířku 18,4 m a světlou výšku 11,2 m. Vrchol klenby je nad úrovní nástupiště 7,8 m. Stanice má ostrovní nástupiště šířky 10,6 m v délce 100 m, které je zcela uvolněno - na jeho úrovni je situována pouze minimalizovaná požární místnost. Ostatní nezbytně nutné provozní prostory jsou umístěny v úrovni pod nástupištěm anebo na galeriích na konci nástupiště. Celková délka staničního tunelu je 147,9 m. Klasický ražený technologický tunel není projektován a hlavní část technologického zařízení stanice je umístěna v západním podpovrchovém vestibulu. V místě zaústění východního eskalátorového tunelu do stanice je umístěn výtah pro osoby s omezenou schopností pohybu. Stanice bude využívána i v režimu OSM. V čelních stěnách nástupiště jsou umístěny tlakové uzávěry, které umožňují v případě potřeby uzavřít prostor stanice.

Přemístění hlavní části technologického zařízení stanice do západního vestibulu umožnilo propojit oba vestibuly přímo podpovrchovou technologickou chodbou. Tato úprava umožnila vyloučit z eskalátorových tunelů kabelové kanály a zmenšit jejich profil.

Ostění staničního tunelu je dvouplášťové. Primární ostění ze stříkaného

station tunnel proper will also been utilised in the course of the excavation of the mined station's cavern for the specification of the information on the engineering-geological conditions.

THE STATION LOCATION

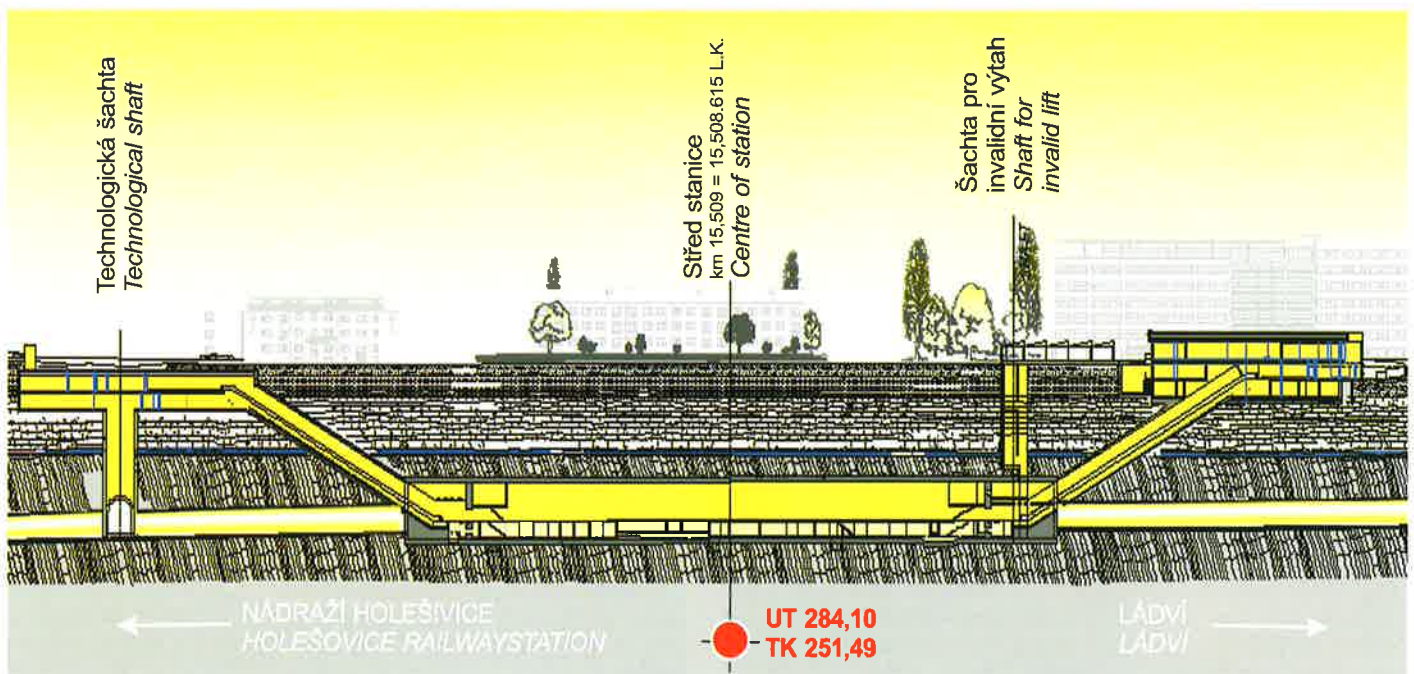
The Kobylisy station is situated in the Kobylisy centre. The mined station proper is located partially under Pod Sidlistem street, partially under residential buildings along this street. The level of the platform is about 31.5 m under the surface. Access to the platform is provided by 2 escalator tunnels inclined at 30°, leading to the concourses. The western subsurface concourse is located on the Kobylisy square. The eastern half-buried concourse is located at the south-western corner of the Pod Sidlistem and Klapkova streets crossing, with a linking to the pedestrian underpass under Pod Sidlistem street. The structure of the main ventilation shaft, which was originally placed on the northern side of the above-mentioned heavily trafficked crossroads, is now situated in the green area of the school premises nearby U Skolske Zahrady street. The lift for persons with impaired mobility leads to the surface at the south-eastern corner of the Pod Sidlistem and Vrsni streets crossing.

THE TECHNICAL SOLUTION OF THE STATION

The mined station has a net width of 18.4 m and a net height of 11.2 m. The top of the vault is 7.8 m above the platform level. The station features an intermediate platform 10.6 m wide and 100 m long. It is totally free, a minimised fire room only is situated on its level. The other indispensable operational rooms are located at the level under the platform or in galleries at the platform ends. The total length of the station tunnel is 147.9 m. The conventional mined technological tunnel has not been considered, and the main part of the technological equipment of the station is located in the western underground concourse. The lift for passengers with impaired mobility is located at the connection of the eastern escalator tunnel to the station. The station will also be utilised under the MPS regime (the Metro Protection System). Pressure gates allowing a closure of the station space if needed are installed in the front walls of the platform.

The relocation of the main part of the technological equipment of the station to the western concourse hall made the interconnection of the both concourses through an underground technological adit possible. This modification allowed displacement of cable ducts from the escalator tunnels, and reduction of their cross section.

The lining of the station tunnel consists of two shells. The shotcrete primary lining 600 mm thick has been designed, while the thickness of the secondary reinforced concrete liner is 600 mm. Intermediate waterproofing PVC membrane 3 mm thick is between the primary and secondary liners.



Obr. 4 Podélný řez
Fig. 4 Longitudinal section

betonu má plánovanou tloušťku 400 mm, sekundární ostění ze železobetonu má tloušťku 600 mm. Mezi primárním a sekundárním ostěním je vložena hydroizolace z PVC fólie tloušťky 3 mm.

POSTUP VÝSTAVBY JEDNOLODNÍ STANICE

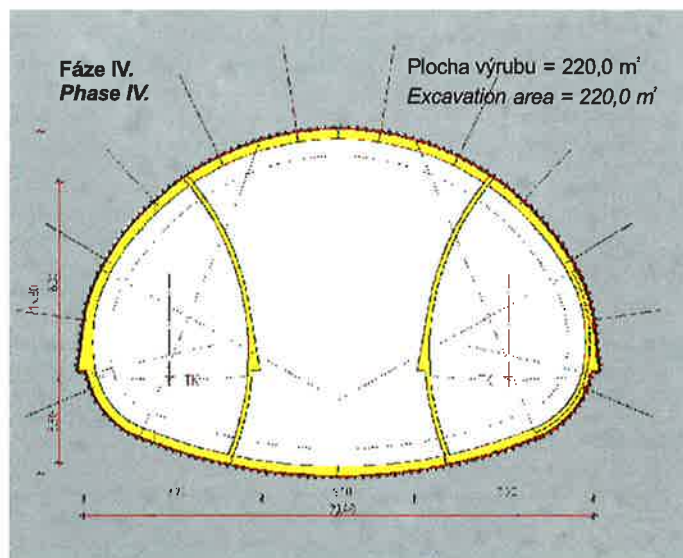
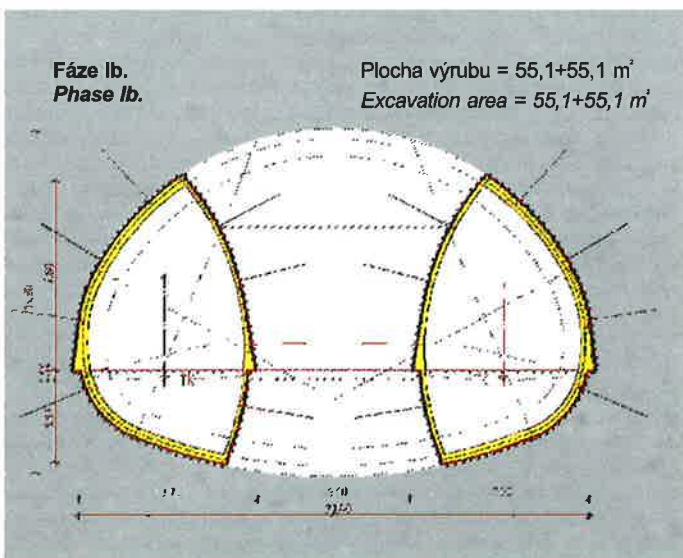
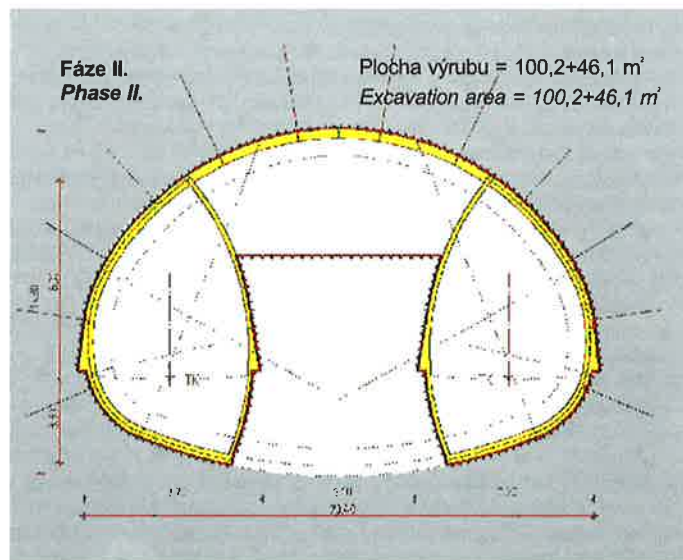
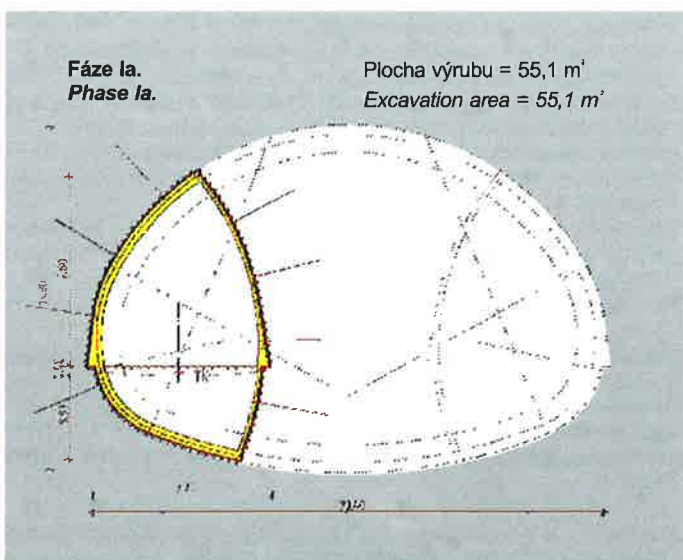
Jednolodní stanice v síti pražského metra bude ražena poprvé. Protože jde o ražbu velké kaverny ve městě, kde v nadloží probíhá čilý městský život na městských komunikacích a je zde zástavba převážně obytných budov, je volen postup ražby tak, aby se maximálně omezily deformace výrubu a přilehlého horninového prostředí, a tím se minimalizovaly poklesy na terénu. Stanice Kobyličky bude budována technologií NRTM s členěním výrubu jak vertikálním, tak i horizontálním.

Celková plocha výrubu staničního tunelu je 220 m². Šířka výrubu je 20,4 m a výška výrubu je 13,8 m. Výrub je vertikálně členěn na 2 boční výrubu s gotickou klenbou, které mají v úrovni pracovního dna šířku 7,2 m a výrub střední části s šířkou min. 6,1 m. Oba boční výrubu zajistí vybudování pevných opěr pro následné vyražení středního dílčího výrubu a uzavření stropní a následně i spodní klenby primárního ostění kaverny jednolodní stanice. Výstavba bočních výrubů přímo navazuje na ražbu přilehlých jednokolejních tunelů před stanicí (směrem od stanice Ládví). Teoretický průřez bočních výrubů je široký 7,2 m, vysoký 11,5 m a má plochu 55,0 m². Plocha výrubu střední části je 110 m².

PROCEDURE OF THE CONSTRUCTION WORK ON THE SINGLE-BAY STATION

It is for the first time that a single-bay station is built within the Prague Metro network. Since this is a matter of an excavation of a large cavern in urban conditions of heavy traffic on the urban roads and urban development consisting mostly of residential buildings, the excavation procedure has been chosen so that the deformations of the excavated tunnel and the rock environment in its vicinity were reduced to a minimum level, thus the surface subsidence was minimised. The Kobyličky station will be constructed by the NATM, with both vertical and horizontal sequencing of the excavation.

The overall excavated cross section area of the station tunnel amounts to 220 m². The excavation width and height is 20.4 m and 13.8 m respectively. The excavation is divided vertically into 2 sidewall drifts with a Gothic arch, 7.2 m wide at the level of the working bottom, and the central part excavation 6.1 m wide as a minimum. The two sidewall drifts represent firm supports for the successive excavation of the central partial excavation and the closure of the single-bay station's primary lining vault and successively also the invert. The construction of the sidewall drifts is directly connected with the excavation of the adjacent single-track tunnels before the station (in the direction towards the Ládví station). The theoretical cross section of the sidewall drifts is 7.2 m wide, 11.5 m high, and its area amounts to 55.0 m². The excavated area of the central part is 110 m².



Obr. 5 - 8 Postup výstavby stanice

Fig. 5 - 8 Procedure of the construction work on the station

ŘÍZENÍ ODEZVY HORNINY - MILNÍKY DO ROKU 1970

THE CONTROL OF GROUND RESPONSE MILESTONES UP TO THE 1960s

PROF. K. KOVÁRI

SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY ZURICH, SWITZERLAND

(Pokračování článku z čísla 4/2001 tohoto časopisu)

(Continuation of the article from the No. 4/2001 of this journal)

POKROK V TECHNOLOGII ZAJIŠŤOVÁNÍ VÝRUBU

Jak jsme již uvedli, v klasickém tunelování vládla až do padesátých let dvacátého století téměř na celém světě výdřeva. Pouze postupně byly zaváděny ocelové podpěry, potom stříkaný beton následovaný kotvami, a nakonec v širokém měřítku systematická kombinace těchto opatření k zajištění výrubu. Pro správné pochopení tohoto vývoje je především zapotřebí vyjmenovat množství nevýhod výdřevy (obr. 8):

- enormní množství času a lidské práce, potřebné pro provedení výdřevy,
- překážka pro ražbu a odvoz rubaniny, protože dřevěná konstrukce často zabírala až 60 % čelby, a tak bránila použití velkých strojů při mechanizaci těžby,
- nadvýlom, nutný kvůli výdřevě,
- obtížnost stavění v podélném i příčném směru dostatečně stabilního a tuhého systému ze dřeva,
- složitost pracovních fází při budování klenby trvalého ostění s použitím současně prováděného zajišťování horninového masivu dřevěnou konstrukcí,
- omezené možnosti úprav výdřevy v případě geologií způsobených přesazení profilu (zával, krasové jevy),
- snížení nosnosti výdřevy po jeho napadení hnilobou,
- velký odpor vzduchu při větrání v průběhu výstavby,
- nebezpečí požáru, zvláště v uhelných dolech,
- enormní spotřeba dřeva, která vedla v mnoha oblastech k nedostatku dřeva.

Nepřekvapuje tedy, že Simms již v roce 1844 vřele doporučoval používání dřeva "v co nejmenším rozsahu". Nepřekvapuje ani to, že výdřeva byla nakonec nahrazena jinými způsoby zajištění. Prvním z takových navržených opatření byly ohýbané ocelové kolejnice. Dále byl Rziha (1867) schopen podstatně redukovat potřebu dřevěných konstrukcí a zvýšit světlý průřez v tunelu použitím modulových ocelových konstrukcí, které bylo možno rozebrat. Jelikož však jeho konstrukce byla spojena s předem určenou geometrií profilu, nebylo možno použít tuto metodu všeobecně. Skutečná náprava byla možná pouze pomocí nových opatření - ocelových rámmů, stříkaného betonu a svorníků.

Nyní bude stručně předveden jejich vývoj.

Výstavba tunelů v tomto směru dluží mnoho hornictví, jelikož podmínky pro nové směry vývoje v této oblasti byly obzvláště příznivé, a to ze tří důvodů. Nové myšlenky a technologie bylo možno vyzkoušet snadněji ve štolách malého průřezu než v železničních tunelech. Navíc jsou délky úseků v hornictví všeobecně mnohem větší než u tunelů. Hornictví tedy umožňuje kontinuitu činnosti po dobu celých let nebo desetiletí, což vytváří dobré podmínky pro testování nových metod. Na druhou stranu tunelování muselo plnit úkol na vědeckých základech založeného vývoje použití nových prostředků pro zajišťování výrubu u "metody SLC".

Ptáme-li se dnes sami sebe proč se od výdřevy neodešlo mnohem dříve a nepřešlo k jiným prostředkům zajišťování, neměli bychom zapomenout, že kromě převládajícího konzervativního přístupu tam, kde šlo o inovace, rozhodovala i ekonomická hlediska. Lidská práce, potřebná pro budování výdřevy, byla laciná, zatímco ceny oceli a cementu zůstávaly v poměru k ní po dlouhou dobu vysoké. Čas pro opuštění výdřevy uzářil, až když produktivita dolování mohla být ohromně zvýšena použitím větších strojů, jakými jsou stroje pro nakládání a dopravu.

ADVANCEMENTS IN SUPPORT TECHNOLOGY

As just mentioned, conventional tunnelling world-wide was virtually dominated by timbering until the 1950s. Only gradually were steel supports, then shotcrete, followed by anchors and, finally, the systematic combination of these support measures on a broad scale, introduced. A proper understanding of this development necessitates, first of all, the enumeration of the many disadvantages of timbering (Fig. 8):

- the enormous amount of time and labour necessary to install timbering,
- the obstruction of excavation and mucking activities, as the timber structure would often involve up to 60% of the excavation face, thus impeding the mechanisation of excavation using large machines,
- over-excavation made necessary because of the timbering,
- the difficulty of constructing a sufficiently stable and stiff system, both transversally and longitudinally, out of wood,
- the complexity of the working phases during the construction of the arch for the permanent lining, using simultaneous support of the rock mass with the timber structure,
- the limited possibilities for adjustments to the timbering in the case of geologically caused over profiles (cave-in, karst),
- the decrease in bearing capacity of the timbering following rotting of the timber,
- the excessive air resistance for the ventilation during construction,
- the risk of fire, especially in coal mines,
- the enormous consumption of wood, which led to wood shortages in many regions.

Therefore, it is not surprising that Simms, as early as 1844, had already strongly advised the use of timber "as little as possible". It is also not surprising that timbering was eventually replaced by other support methods. The first of such measures proposed were curved steel rails. Further, Rziha (1867) was able to reduce the need for timber construction substantially and to increase the clearance in the tunnel by using a modular steel structure which could be dismantled. However, since his structure was tied to a predefined profile geometry, this method could not be applied generally. A true remedy would only be offered by the new support measures - steel ribs, shotcrete and bolts. Their development will now be briefly presented.

In this regard, tunnel construction owes very much to mining, as the conditions for new developments in that field were especially favourable for three reasons. New ideas and technologies could be tried out more easily in small diameter adits than in railway tunnels. In addition, section lengths are generally much longer in mining than in tunnelling. Thus, mining offers continuity in operation over a period of years or decades, providing good conditions for the testing of new methods. On the other hand, tunnelling had to fulfil the task of developing, based on scientific considerations, the use of the new support measures towards the "SCL method".

When we ask ourselves today why timbering was not abandoned much earlier in favour of other support measures, it should not be forgotten that, in addition to a prevailing conservative attitude where innovations were concerned, economic points of view were also decisive. The labour needed for timbering was cheap, while steel and cement prices remained proportionally high for a long period of time. Only when mining productivity could be greatly increased through the use of larger machines, such as loading and transport machines, was the time ripe for abandoning timbering.

OCELOVÉ PODPĚRY

První použití ocelových profilů kombinovaných s výdřevou nebo ji nahrazujících není jasně určeno. Musíme se domnívat, že nejprve se použily staré železniční kolejnice. První skutečný podnět pro použití ocelových podpěr přišel s nástupem prvních válcoven v polovině 19. století (obr. 9). V publikaci z roku 1869 (Glückauf 28) se můžeme dočíst, že "použití železa pro nahrazení dřeva a podpírání klenby se v několika posledních letech uplatňuje na mnoha ražbách v Prusku při zajišťování tunelů i pro zajišťování větších výrubů." (...) "Důlní kolejnice větších rozměrů mohou být výhodně používány spolu s T-profilu a kolejnicemi Bignole." Spojování jednotlivých dílů se provádělo pomocí šroubovaných spojovacích ok, a prostor mezi horninovým masivem a konstrukcí byl utěšňován kameny. Z jiné zprávy (Glückauf 31) se dovídáme, že v letech 1863 - 67 se na několika šachtách dařilo vypořádat s "tekoucími písky" použitím ocelové výstroje: "Výrub byl udržován čistý a v kruhovém tvaru pomocí ocelových prstenců." Podrobnou informaci o výhodách ocelových konstrukcí oproti výdřevě na zkušebním úseku v tlačivé hornině předkládá Pfähler (1872): "Úsek musel být vystrojen ve dně a ve stropě kvůli trvalým posunům a sedání. Jejich účinek docházelo k posouvání výdřevy, jejímu klouzání a dokonce lámání v takovém rozsahu, že se musely provádět nepřetržité opravy. Aby výstroj vydržela tlak a posuny ve všech směrech, byl zvolen eliptický průřez." Autor uzavírá svou práci, která je plná technických detailů a konstrukčních nákresů, poznámkou: "Ve většině případů jsou za těchto podmínek železné podpěry pro podpírání klenby levnější, a v mnoha případech jsou dokonce levnější než výdřeva." Studium literatury se zjistí, že do konce 19. století byly vyřešeny základní konstrukční problémy použití ocelové výstroje, a že tento systém vystrojování začal nahrazovat výdřevu po celém světě, především v tlačivých horninách (Fayol 1885, Mathet 1888, Köhler 1900).

Zvláště působivým příkladem první aplikace ocelové výztuže v tunelování je známá "zóna tlaku" v Simplonském tunelu, "která představovala pro ražiče jeden z nejhroších problémů, se kterými se setkali v celé historii tunelování" (Sandström 1963). Na hlavní čelbě byly používány pravouhlé ocelové rámy o vnitřní světlosti 2,5 x 2,8 m (obr. 10). Rámy byly osazovány jeden po druhém, vedle sebe, a byly svázaný dohromady podélnými ocelovými nosníky. Aby se zabránilo boulení a kroucení těchto I profilů, byly mezi ně umístěny těžké dubové trámy. V některých úsecích nebyla ani tato opatření dostatečná, což vedlo k destrukci konstrukce. Nakonec bylo možno tuto "zónu tlaku" překonat pomocí 2,5 m silné protiklenby a stropní klenby o tloušťce 1,7 m. K. Pressel, vedoucí technického dozoru investora, mohl tehdy v roce 1906 oznámit: "Měření, prováděná v pravidelných intervalech až do konce roku 1905, neobjevila sebemenší deformace."

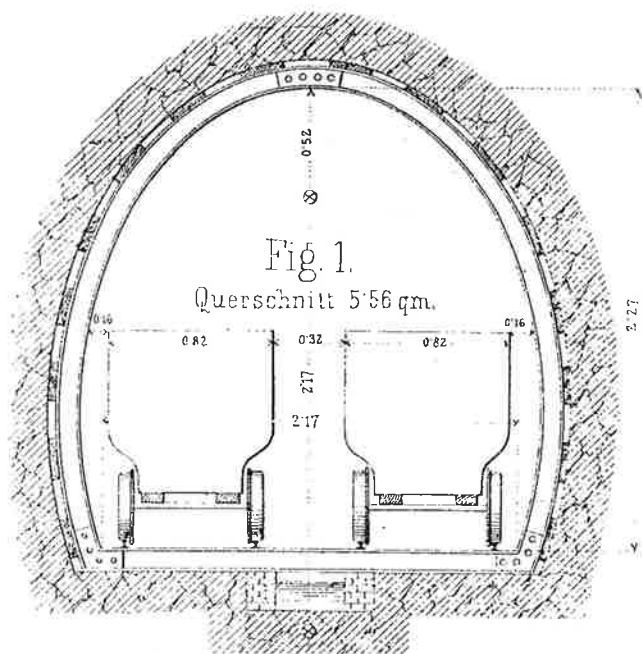
V roce 1932, kdy byly vyvinuty Toussaint-Heintzmannovy rámy s kluznými spoji, byl zaznamenán velký pokrok jak v navrhování, tak stavbě ocelové výztuže. "Pro její návrhový průřez bylo rozhodující brát v úvahu hodnoty příčného průřezu v ose menšího z momentů odporu, aby se zvýšila bezpečnost proti boulení. Na druhou stranu toto mělo tendenci snižovat pevnost

STEEL SUPPORTS

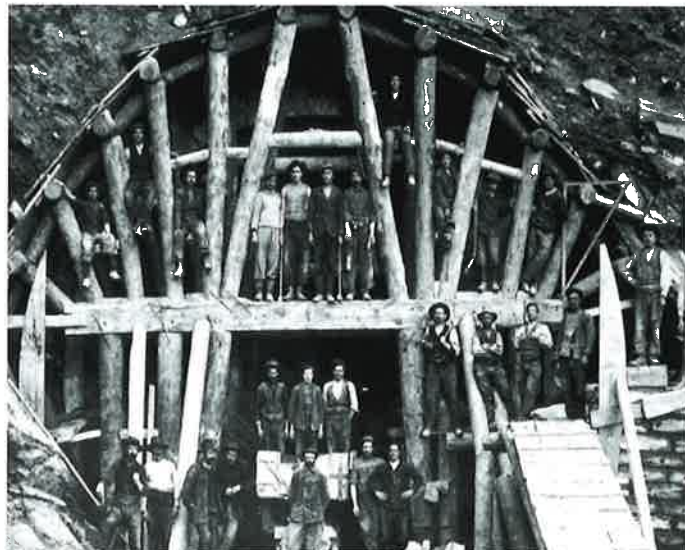
The first use of steel profiles in combination with or in place of timbering is obscure. It is to be supposed that, first of all, old railway rails were used. The first real impetus for steel supports came with the arrival of the first rolling mills in the middle of the 19th century (Fig.9). From a publication dating from 1869 (Glückauf 28), it may be seen that "the application of iron for the replacement of timber and arching has been used with great success over the last few years in many excavations in Prussia, for tunnel support as well as for the support of larger openings." (...) "Mining rails of larger dimensions can be advantageously used with T-shaped sections and Bignole rails". Fixing together individual pieces was achieved using a screwed connecting loop and the intermediate space between the rock mass and the structure was packed with stones. From another report (Glückauf 31), we learn that in the years 1863 - 67, "quicksand" could be overcome in several shafts using steel supports: "The opening was kept clear and circular through the use of iron rings". Pfähler (1872) provides a detailed statement concerning the advantages of steel structures over timbering in a test stretch in squeezing rock: "The stretch had to be supported at the floor and the roof due to continuous displacements and settlements. These caused the timbering to shift, slip and even break such that incessant repairs had to be carried out. An elliptical shape was chosen in order to withstand pressure and displacements in all directions." The author concludes his work, rich with technical details and construction sketches, with the remark: "In most cases, under these conditions, iron supports are cheaper for arching and in many cases cheaper even than timbering". The literature study reveals that by the end of the 19th century, the basic construction problems using steel supports had been solved and that this support system began to replace timbering world-wide, at least in squeezing rock (Fayol 1885, Mathet 1888, Köhler 1900).

A particularly impressive example for the early application of steel supports in tunnelling is the famous "pressure zone" of the Simplon tunnel "which presented the miners with one of the ugliest problems encountered in the history of tunnelling" (Sandström 1963). Rectangular steel frames with an opening of 2.5 x 2.8 m were used in the main heading (Fig. 10). The frames were placed one by one, side by side and tied together with longitudinal steel beams. To prevent buckling and twisting of the I beams, heavy oak timbers were placed between them. In some sections, even these measures were not sufficient, leading to destruction of the construction. Finally, the whole "pressure zone" could be overcome with an invert 2.5 m in thickness and an arch with a thickness of 1.7 m. K. Pressel, the resident engineer, could then in 1906 report: "The measurements carried out at regular intervals until the end of 1905 revealed not the slightest deformation".

In 1932, with the development of the Toussaint-Heintzmann ribs with sliding connections, significant progress was seen for both the design and the construction of steel supports. "For its design profile, it was crucial to consider the cross-sectional values in the axis of the smaller of the moments of resistance in order to increase buckling safety. On the other hand, this tended to reduce resistance to bending." (Würker 1934). The design of the walls with "friction connecting loops" permitted this type of support to withstand larger convergence with constant lining resistance. This was the dawn of the first industrially-produced supports in squeezing rock, by means of which ground pressure could be reduced with the increased convergence.



Obr. 1 Dočasná výztuž ocelovými a dřevěnými pažinami (Schneider 1880)
Fig. 1 Temporary support by steel ribs and wood legs (Schneider 1880)



Obr. 2 Výdřeva u jižní rampy tunelu Lötschberg 1908 - 1913
Fig. 2 Timbering at the south ramp of the Lötschberg tunnel 1908 - 1913

v ohybu." (Würker 1934). Řešení stěn s "třecími spojovacími oky" umožnilo, aby tento typ výztuže snesl větší konvergenci s konstantním odporem ostění. Toto byl úsvit prvních průmyslově vyráběných druhů výztuže pro tlakové horniny, jejichž pomocí mohli být snižován horninový tlak zvýšenou konvergencí. Vysoká technická a vědecká úroveň tunelování s pomocí ocelové výstroje ve čtyřicátých letech 20. století je nejlépe vidět ze známé knihy Proctora a Whitea (1946), napsané s velkým příspěvkem Terzaghiho.

OSTĚNÍ ZE STŘÍKANÉHO BETONU

Vývoj technologie stříkaného betonu započal vynálezem "cementového děla" Američanem C. E. Akeleyem. Ten získal v roce 1911 patent na "Přístroj na míchání a nanášení plastických nebo adhesivních materiálů". Z mnoha inženýrů, kteří posunovali tento technický rozvoj pomocí dalších vynálezů, lze uvést německého Američana C. Webera, Švýcara G. Senna a Holanďana M. J. Stama (Teichert 1979). Tato stříkaná maltě se říkalo "gunite" a později "torkret", a od roku 1937 také "stříkaný beton", takže o těchto činnostech se hovoří jako o "gunitování", "torkretování" a "stříkání betonu".

V roce 1914 začal Báňský úřad USA (United States Bureau of Mines) nahrazovat výdřevu stříkaným betonem na experimentálním dolu Bruceton (Rice 1918). "Metoda stříkaného betonu byla vyzkoušena a sledována být tak výhodnou, že nyní společnost Anaconda stříkáci zařízení nakoupila. (...) Dokončená práce ukazuje, že směs písku a cementu byla zastříkána do každé trhliny a záhybu, až je těžké ji odlišit od vlastní horniny." A "může se zjistit, že je nutné použít do stříkaného betonu výztuž z ocelových sítí ..." Dále se zdůrazňuje "o kolik bezpečnější je hladké betonové ostění ve srovnání s výdřevou. Je možné, že tenkým betonovým povlakem se lze v mnoha případech vyhnout velkým nákladům na výdřevu."

Ze zprávy (Knox a Potter 1920) jsme zjistili, že v dole Calumnet & Hecla Conglomerate byl stříkaný beton použit pro dopravní cestu v hloubce přes 1500 m v úseku dlouhém 2,7 km. Zpráva sděluje, že "v žádné části dokončeného úseku nebyl pro zajištění nesoudržné zeminy použit ani jeden kus dřevěné kulatiny. I ti nejskeptičtější z nás byli nadšeni použitím stříkaného betonu v těchto podmínkách ..." Autoři ve svém nadšení dospívají k závěru, že pravděpodobně existují "statisíce stop důlních výrubů, které by měly být zajištěny stříkaným betonem namísto výdřevování. V určitých případech je to relativně nenáročné na náklady, ohnivzdorné, snadno opravitelné a užasně účinné."

Pojem "metoda stříkaného betonu" se poprvé objevil ve dvacátých letech dvacátého století. Možnosti aplikace stříkaného betonu byly uznány a využity v technickém světě velmi rychle. K prvnímu použití ve výstavbě tunelů a šachet došlo dokonce již před rokem 1920. S použitím této metody bylo provedeno ostění železničního tunelu v Illinois, který byl do té doby bez ostění. Ostění ze sítě vyztuženého stříkaného betonu bylo provedeno bez přerušení železničního provozu. H. Schlüter (1920) v časopisu "Zement" a K. E. Hilgard (1921) v "Schweiz. Bauzeitung" byli první v Evropě, kdo podali zprávu o této nové technologii. Od Hilgarda se dovídáme, že v tomto období byly ve Švýcarsku ostěním ze stříkaného betonu vyztuženými sítěmi opatřeny dva tunely na vodních kanálech. Také opravy na starších železnič-

The high technical and scientific level of tunnelling with steel support in the 1940s is best demonstrated by the famous book of Proctor and White (1946) with a major contribution of Terzaghi.

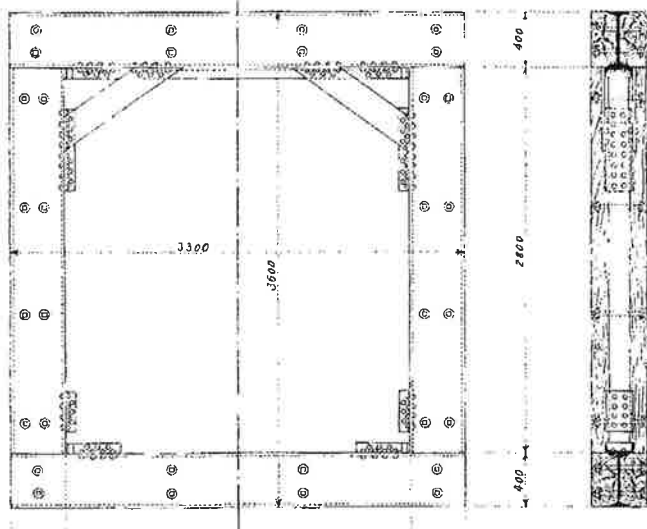
SHOTCRETE LINING

The development of shotcrete technology started with the invention of the "cement-gun" by the American C.E. Akeley. He obtained a patent in 1911 for an "Apparatus for mixing and applying plastic or adhesive materials". Among the numerous engineers who advanced this technological development through further inventions, the German-American, C. Weber, the Swiss, G. Senn and the Dutch, M.J. Stam may be mentioned (Teichert 1979). This sprayed mortar was called "gunite" and later "torkret" and since 1937 also "shotcrete", thus the operations are referred to as "guniting", "torkreting" and "shotcreting".

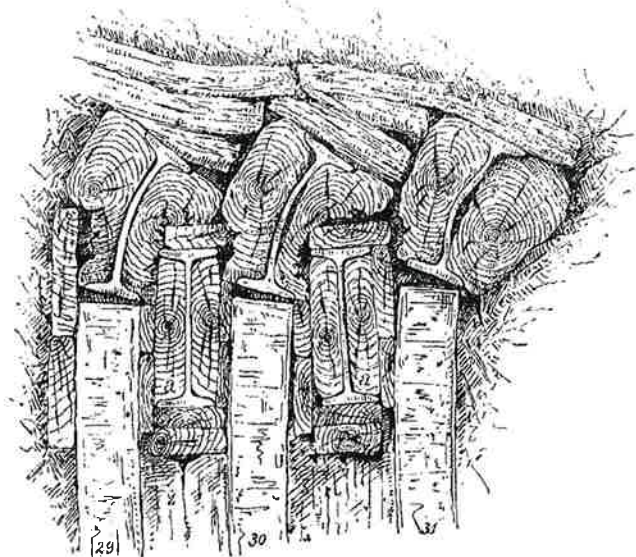
In 1914, the United States Bureau of Mines began to replace timbering with shotcrete in the Bruceton experimental mine (Rice 1918). "The cement-gun method was tried and found to be such an advantage that now mine guns have been purchased by the Anaconda company. (...) The finished work shows that the mixture of sand and cement has been shot into every crack and fold of the rock until it can hardly be distinguished from the rock itself." And "it may be found necessary to use a reinforcing wire mesh in the gunite...". Furthermore, it is stressed "how much safer is a smooth, concrete lining as compared with timbering. By a thin coating of cement it is possible that the heavy expense of timbering in many cases may be avoided."

From a report (Knox and Potter 1920) we learn, that in the Calumnet & Hecla Conglomerate mine a transportation route at a depth of over 1500 m gunited along a stretch of 2.7 km, stating that "there's not a single stick of timber being used in any part of the completed portion for the purpose of supporting loose ground. The most sceptical of us have become enthusiasts in the use of gunite under these conditions...". The authors in their enthusiasm conclude that there are probably "hundreds of thousands of feet of mine openings that should be "gunned" instead of timbered. It's relatively inexpensive, fireproof, easily repaired, and astonishingly effective in certain instances."

The term "shotcrete method" appeared for the first time in the 1920s. The possibilities for the application of shotcrete were recognised and utilised very rapidly by the technical world. The first application in tunnel and shaft construction was carried out even before 1920. Using this method, an unlined railway tunnel in Illinois was lined with a net reinforced gunite shell, without suspending the rail service. H. Schlüter (1920) in the magazine "Zement" and K. E. Hilgard (1921) in the "Schweiz. Bauzeitung" were the first in Europe to report on this new technology. From Hilgard, it is learned that in this period two waterway tunnels (Klosters-Küblis and Amsteg) were lined with reinforced shotcrete in Switzerland. Also, repair work in older railway tunnels was carried out with shotcrete (Coldrerio and Massagno Tunnels near Lugano). In Germany, a 6 km long waterway tunnel for the Heimbach power station was lined with shotcrete for the first time in 1922: "It is a distinct advantage to be able to carry out excavation and torkreting simultaneously. How fast the sprayed concrete stuck to the rock after torkreting



Obr. 3 Simplonský tunel, ocelové rámy s dřevěnými trámy v tlakové sekci
Fig. 3 Simplon Tunnel, steel frame with wood beams in the "pressure section"



Obr. 4 Simplonský tunel, porušené ocelové rámy (Pressel 1906)
Fig. 4 Simplon Tunnel, failed steel frames (Pressel 1906)

ních tunelech se prováděly stříkaným betonem (tunely Coldrerio a Massagno poblíž Lugana). V Německu bylo ostění ze stříkaného betonu provedeno poprvé v roce 1922 na 6,2 km dlouhém tunelu vodního kanálu pro elektrárnu Heimbach: "Je jasno výhodou být schopen provádět ražbu a torkretování současně. Když se trhací práce zahajovaly krátce po nastříkání betonu, mělo se sledovat, jak rychle po nastříkání začne beton držet na hornině. Avšak trhlinka v hornině po odstřelu se plně projevila až 4 dny po nastříkání vrstvy betonu. V malých plochách se vrstva betonu odlupovala od povrchu horniny." Článek končí větou "Musíme doufat, že tato nová stavební metoda umožní, aby se výstavba hydroelektráren prováděla rychleji a hospodárněji." Je to poprvé, co byl pojem "stavební metoda" použit pro stříkaný beton.

Relativně brzy poté se vyskytly různé hypotézy, vysvětlující, jak stříkaný beton v konstrukci tunelu funguje (Tübben 1923): "Popsaný úspěch tohoto postupu se na první pohled zdá překvapující, avšak vysvětlení je podle mého názoru neobyčejně jednoduché. Zatímco železobeton se uvnitř skládá z pevné a tuhé hmoty, stříkaný beton tvoří pouze velmi tenkou slupku, která je do určité míry pružná jako pryž. To, že pružné těleso unese poměrně vyšší zatížení než pevné, je samozřejmé."

V roce 1925 byly publikovány dvě různé a vyčerpávající monografie, týkající se použití stříkaného betonu ve stavebnictví, obzvláště ve výstavbě dolů a tunelů (Szilard 1925, Meyer 1925). Meyer podává zprávu, že torkretováním je možno "zachytit zemní tlak anebo přinejmenším bránit padání horniny". V této práci je poprvé popsáno betonové ostění v tlačivé hornině, uzavřené do úplného prstence, tj. vytvoření protiklenby ze stříkaného betonu. Meyer tedy poskytl důkaz, že výdřeva nebo ocelové podpory mohou být nahrazeny vyztuženým uzavřeným pláštěm ze stříkaného betonu.

Abychom ilustrovali široké použití stříkaného betonu ve dvacátých letech 20. století, poukážeme na článek v "Neue Zürcher Zeitung". Pod nadpisem "Postup stříkání betonu neboli torkretování" (1926) je mimo jiné i prohlášení, že "tato metoda se již osvědčila, obzvláště u výstavby tlakových tunelů. Tunelové ostění se běžně skládá ze dvou prstenců, vnější pýchovaný betonový prsteneček a vnitřní vyztužený prsteneček. Z důvodu velmi malých ok u vyztužených sítí druhého prstence představuje ukládání betonu s použitím pneumatických metod podstatně provozní a ekonomické zlepšení."

Švýcarská stavební firma Prader AG, Zürich, prováděla stříkání betonů v několika zemích, například v tlakových tunelech Saltos del Cala v Seville (1926) a Saltos del Albreche (1928), tunel vodního kanálu Pinet ve Francii (1928) a tlakový tunel Joginder Naggar (1931-32) poblíž Lahore v Indii (Konverzace D. Prader). Podíváme-li se zblízka na vývoj na severoamerickém kontinentě, pak musí být zmíněn hlavně důl McIntyre v kanadském Ontáriu, ve kterém "aplikace stříkaného betonu na líc výrubu je již několikaletou běžnou praxí" (Keeley 1934). "Problémy dolování, související s odprýskáváním a nesoudržnou zeminou, byly úpravou tohoto postupu kompletně vyřešeny. (...) Účinky betonu na zajištění klenby a jeho smyková pevnost jsou značné." Bylo poukázáno na to, že náhrada výdřevy stříkaným betonem vede k 50% úspoře příčného profilu důlní štoly. Jednou z vynikajících vlastností tohoto případu je včasné použití kombinace horninových svorníků, svařovaných sítí a stříkaného betonu jako dočasného zajištění v obtížných horninových poměrech (hloubka přes 1500 m). V pozdější publikaci (Anonymous 1957) se potvrzuje: "Použití stříkaných betonů pro zajišťování velkých výrubů trvalého charakteru je na dole McIntyre běžnou praxí od roku 1930."

Dalším naším příkladem je 45,8 km dlouhý tunel vodního přívaděče Hetch Hetchy v Kalifornii. "Problémy s pohybující se horninou vedly k nadměrné potřebě údržby a nutnosti dvakrát a někdy třikrát vyměňovat výdřevu. Ke zlepšení tohoto stavu bylo v místech, kde byly podmínky nejhorší, vyzkoušeno pomocné kruhové ostění z pneumaticky aplikovaného stříkaného betonu. Úspěch, dosažený použitím této metody, byl ohromný (...). Úspory, dosažené eliminací potřeby výměny výdřevy, následných úprav výrubu a snížením potřeby údržby trati naznačovaly možnost použití tohoto ostění k úplnému vyloučení výdřevy. Metoda je nyní vypracována do všech podrobností a je používána s očividným úspěchem na tisících stop u několika ražeb" (Anonymous 1933). V rámci studií horninového tlaku, kterému je třeba vzdorovat, byla provedena měření konvergenčí (Anonymous 1931).

Rozsah, v jakém technologie stříkaného betonu dosáhla v Evropě propracované úrovně již v roce 1920, je demonstrován na příkladu tunelu Mersey mezi Liverpoolem a Birkenheadem. Tento čtyřproudý tunel o průměru 13,4 m byl největším silničním tunelem své doby a je dosud největším tunelem na světě, uloženým pod hladinou vody. Litinové dílce, ze kterých je tunel postaven, musely být pokryty nad vozovkou 1 palec tlustou vrstvou vyztuženého stříkaného betonu. Celková délka úseku, opatřeného stříkaným betonem, byla 4,2 km, což představovalo asi 70 000 m² plochy. Nepřekvapí tedy, že "Příručka pro provádění stříkaných betonů" byla uveřejněna v roce 1934 v Londýně. K popisu dalšího vývoje v oblasti stříkaného betonu po druhé světové válce se vrátíme později.

(Dokončení v příštím čísle)

was to be seen, once blasting operations were resumed shortly after torkretting procedure. However, only when the torkretted layer was 4 days old did rupture occur entirely in the rock during blasting. In small zones the concrete layer disengaged itself from the rock face." The article closes with the sentence "It is to be hoped that this new construction method will enable the construction of hydroelectric power plants to be carried out more rapidly and more economically." This is the first time that the term "construction method" related to sprayed concrete lining was used.

Various hypotheses explaining how shotcrete works in tunnel construction appeared relatively early on (Tübben 1923): "The described success of the procedure seems bewildering at first glance, however the explanation is extraordinarily simple in my opinion. While reinforced concrete is composed of a firm, stiff mass within, shotcrete forms only a very thin skin which to some extent is elastic like rubber. That an elastic body can withstand proportionally higher loading than a rigid one is obvious".

In 1925 two different and exhaustive monographs were published concerning the application of shotcrete in construction and especially in mining and tunnelling (Szilard 1925, Meyer 1925). Meyer reports that with torkretting, it is possible to "take up ground pressure or at least hinder rockfall using this support measure". In this work, a concrete lining closed to a full ring in squeezing rock was reported on for the first time, i.e. the formation of an invert arch with shotcrete. Thus, Meyer furnished proof that timbering or steel supports could be replaced by a reinforced, closed shotcrete shell.

In order to illustrate the widespread use of shotcrete in the 1920s, we refer to an article in the "Neue Zürcher Zeitung". Under the headline "Shotcrete or torkret procedure" (1926), among other things, it was stated that "especially for the construction of pressure tunnels, the method has already proven itself. The tunnel lining is generally made up of two rings: an outer tamped concrete ring and an inner, reinforced ring. Because of the very close-meshed reinforcing net of the latter, the concrete placement using pneumatic methods represents a substantial operational and economic improvement." The Swiss contractor Prader AG, Zürich carried out guniting work in several countries, for example in the pressure tunnels Saltos del Cala at Sevilla (1926) and Saltos del Albreche (1928), the waterway tunnel Pinet, France (1928) and the pressure tunnel Joginder Naggar (1931-32) near Lahore in India (Conversation D. Prader). If one casts a quick look at the developments on the North American continent, then first of all the McIntyre Mine in Ontario, Canada, has to be mentioned, in which "guniting of rock surface has been standard practice for several years" (Keeley 1934). "By adaptation of this process mining problems connected with scaling and loose ground have been completely solved. (...) The arch-supporting effect and the shearing strength of the concrete are considerable." It has been pointed out that replacement of timbering by guniting leads to 50 per cent savings in the cross-section of a mine drift. One of the outstanding features of this case is the early application of the combination of rock bolts, wire mesh and gunitite as temporary support under difficult ground conditions (depth over 1500 m). In a later publication (Anonymous 1957), it is confirmed: "Guniting has been a standard practice at the McIntyre mine since 1930 for the support of all large excavations of a permanent nature."

Our next example is the 45.8 km long Hetch Hetchy water supply tunnel in California. "Difficulties with moving ground resulted in excessive maintenance and in replacing the timbering twice and sometimes three times. To effect some relief from this condition, a circular sub-lining of pneumatically sprayed concrete (gunitite) was tried where conditions were most severe. Success in the use of this technique was great. (...) Savings effected in eliminating retimbering, re-excavation and in reducing track maintenance suggested the possibility of using this lining to eliminate timbering altogether. The method has now been worked out in detail and has been used with marked success for thousands of feet at several of the headings" (Anonymous 1933). Convergence measurements were taken in studies of rock pressure to be resisted (Anonymous 1931).

The extent to which the technology of shotcrete had reached a sophisticated level already in the 1920s in Europe is demonstrated by the example of the Mersey Tunnel between Liverpool and Birkenhead. The four-lane tunnel with a diameter of 13.4 m was the largest road tunnel at the time and today is still the largest sub-aqueous tunnel in the world. The cast-iron segments of which the tunnel is constructed had to be covered over the roadway by a 1 in. thick reinforced shotcrete layer. The total length of the shotcreted section was 4.2 km, involving approx. 70 000 m² of surface area. It is, therefore, not surprising that a "Handbook on Cement Gun Work" was published in 1934 in London. We will come back to address the further developments of shotcrete after the Second World War later.

(To be continued in the next number of this journal).

MODERNÍ ZPŮSOB MĚŘENÍ KONVERGENCÍ PŘI RAŽBĚ TUNELU MRÁZOVKA

ADVANCED SYSTEM OF CONVERGENCE MEASUREMENT IN THE EXCAVATION OF THE MRÁZOVKA TUNNEL

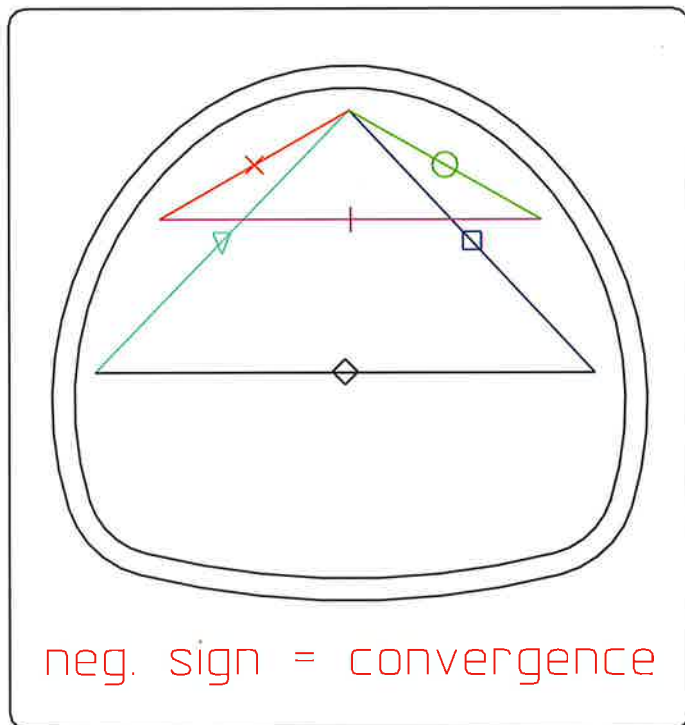
ING. PETR HLAVÁČEK, ANGERMEIER ENGINEERS, s. r. o.

ÚVOD

Při ražbě tunelu Mrázovka v Praze byl použit jeden z nejmodernějších způsobů měření konvergencí, který je záležitostí geodetickou a ne, jak bylo doposud obvyklé, geotechnickou. Jeho popis a porovnání s měřeními klasickým jsou obsahem tohoto článku.

MĚŘENÍ KONVERGENCÍ A NRTM

Při ražbě tunelů NRTM je chování masivu jedním z rozhodujících prvků pro další průběh ražebních prací. Ovlivňuje bezpečnost ražby a budoucího tunelu a výraznou měrou zasahuje do ceny tunelu. S jistou pravděpodobností je možno toto chování předpovědět a správnost této předpovědi je třeba ověřovat souhrnem geotechnických měření v podzemí i na povrchu, probíhající v průběhu ražby. Největší význam z těchto měření mají pravděpodobně měření konvergencí, která se provádějí za všech okolností, a to i v případech, kdy jsou ostatní měření v daných podmínkách redukována nebo dokonce vypuštěna. Konvergenční měření jsou také co do objemu největší. Měří se při nich pohyby primárního ostění na bodech osazených do profilů kolmých na osu tunelu po vnitřním obvodu stříkaného betonu v určitých časových intervalech závislých na chování masivu. První měření, které je referenční, musí být provedeno co nejdříve po osazení bodů na čelbě do stříkaného betonu po otevření záběru, aby byly podchyceny největší nárůsty deformací, vznikající hlavně bezprostředně po narušení masivu. Každá další etapa měření je porovnávána buď s referenční, nebo s předchozí a výsledky se vynášejí do deformačních grafů.



Obr. 1 Běžný konvergenční profil - konvergence (soubor konvergence.wmf)
Fig. 1 Common convergence profile - convergence (konvergence.wmf file)

INTRODUCTION

One of the most advanced systems of convergence measurement is being used in the excavation of the Mrázovka tunnel in Prague. The system is a matter of geodesic surveying, as opposed of the geotechnical monitoring, which has been customary till now. Its description and comparison with the conventional measurement system is the subject of this article.

CONVERGENCE MEASUREMENT AND THE NATM

In the NATM tunnel excavation, rock mass behaviour is one of deciding elements for the further progress of the work. It affects the safety of both the mining operations and the future tunnel, and influences significantly the price of the tunnel. It is possible, with a certain degree of probability, to forecast this behaviour, and correctness of this forecast has to be verified by a set of geotechnical measurements both underground and at the surface, which are performed in the course of the excavation. Out of those measurements, the most important are convergence measurements, which are performed under all circumstances, even if the other measurements in given circumstances are reduced or cancelled. The convergence measurements are also the largest ones in terms of the volume. They comprise measurement of displacement of primary liner at points fixed at profiles perpendicular to the tunnel centre line, along the internal face of sprayed concrete, at certain time periods depending on the rock mass behaviour. The first measurement, which is of reference one, has to be carried out as soon as possible, after installation of the measurement points into sprayed concrete at the tunnel face (after opening the next round) so that the biggest increase in deformations, originating primarily immediately when the rock mass has been broken, could be recorded. Every other measurement phase is compared either with the reference measurement or with the previous one, and the results are plotted on deformation graphs.

CONVENTIONAL CONVERGENCE MEASUREMENT

Convergence bolts are installed along the perimeter of sprayed concrete lining. Straight distances between those points are measured with a convergence tape. After fixing both ends of the tape to two of the bolts installed in the profile, the tape is strained by means of a tensioning mechanism, by a certain force, to prevent creation of so-called catenary curve, i.e. deflection of the tape due to the gravitation. Once the tape has been strained, it is possible to read the distance between the convergence points on a read-out, with a realistic accuracy of 0.1mm. Another element of the measurement process is determination of the vertical convergence component, i.e. the settlement. It is carried out by levelling, usually on a convergence bolt, which is fixed on the tunnel axis, at the top heading crown, or on two bottom bolts. Its realistic accuracy is up to 1mm. The measurement requires a convergence tape, levelling equipment, paper and a pencil.

TROUBLES IN THE CONVENTIONAL CONVERGENCE MEASUREMENT

The advance rate of excavation has been increasing and the possibilities in tunnelling broadening (large-profile tunnels, complicated routes with bifurcation chambers, tunnels built under demanding geotechnical conditions, etc.) with improving mining and building equipment. Principal disadvantages of the conventional way of the convergence measurement have emerged. One of them is the measurement "slowness". This means the time necessary to measure four diagonal and two horizontal distances at a usual five-point profile. Under difficult geotechnical conditions, it is necessary to measure more convergence profiles in one day. The possibility of traffic at the

KLASICKÉ MĚŘENÍ KONVERGENCÍ

Po obvodu stříkaného betonu se osadí konvergenční body. Mezi těmito body jsou měřeny přímé vzdálenosti konvergenčním pásmem. Po upnutí obou konců pásma na dva z bodů na profilu je toto pásmo pomocí napínacího mechanismu napnuto určitou silou, aby se zabránilo vytvoření tzv. řetězovky (prohnutí pásma z důvodu zemské přitažlivosti). Po napnutí pásma je možno na odečítacím zařízení odečíst vzdálenost mezi konvergenčními body s reálnou přesností na 0,1 mm. Dalším prvkem měření je určení vertikální složky konvergencí - sedání. To se provádí nivelací, obvykle na konvergenčním bodě, který je osazen na ose tunelu ve vršku kaloty, nebo na dvou spodních bodech. Její reálná přesnost je do 1 mm. K měření je potřeba konvergenční pásmo, nivelační vybavení, papír a tužka.

PROBLÉMY PŘI KLASICKÉM MĚŘENÍ KONVERGENCÍ

Se zlepšujícím se dobývacím a stavebním vybavením narůstala rychlost postupu ražby a výrazně se rozšířily možnosti při budování tunelů (velkoprofilové tunely, složité trasy s rozplety, tunely v náročných geotechnických podmínkách, ...). Přitom se projeví zásadní nevýhody klasického způsobu měření konvergencí.

Jedna z nich je "pomalost" měření. Tou je myšlena doba, za kterou je třeba změřit čtyři diagonální a dvě horizontální vzdálenosti u běžného pětibodového profilu. V obtížných geotechnických podmínkách je nutno změřit více konvergenčních profilů v jednom dni. Po celou dobu měření je výrazně omezena možnost dopravy v místě měřeného profilu, protože napříč tunelem je v různých polohách natažené pásmo. To představuje velké omezení pro zhotovitele, při kterém dojde nejdříve až k zastavení ražby. Ražební práce je nutno v každém případě zastavit při měření profilů osazených v těsné blízkosti čelby.

Druhou významnou nevýhodou je nedostupnost bodů. Pouze v případě měření dolní horizontály je možno vycházet z předpokladu, že body jsou dobře přístupné. Ve všech ostatních případech se neobejdeme bez vysoko-zdvíhací plošiny, resp. vysokého žebříku. Obě popsané nevýhody se zhoršují se zvětšováním plochy výrubu, resp. s jejím rozdělením na více částí, a tím přibýváním počtu konvergenčních bodů a měřených délek mezi nimi.

Navíc měření pásmem vypovídá pouze o relativním pohybu dvojice bodů vůči sobě. Výsledky nás informují o tom, že se body vlivem deformací vzájemně přiblížily a došlo ke zmenšení profilu, ale nemáme již možnost zjistit, zda výsledný pohyb není výsledkem geologické poruchy zasahující pouze jednu stranu tunelu. Tato informace může být zcela zásadní pro další postup stavby, zvláště u velkoprofilových tunelů. Abychom tuto informaci získali v případě měření konvergencí pásmem, je třeba profil doplnit extenzometry, osazenými v blízkosti konvergenčních bodů horizontálně z tunelu ven. Měřením na extenzometrech dodáváme k informacím o relativních konvergencích informace o absolutním pohybu primárního ostění vůči masívu. Vzhledem k nákladnosti extenzometrických měření bývají extenzometry osazeny pouze na exponovaných místech s očekávanými většími deformacemi (např. v portálových úsecích).

A v neposlední řadě je v dnešní době, kdy všemu vládne výpočetní technika a digitální zpracování dat, dalším problémem i skutečnost, že změřené vzdálenosti je nutné zapsat ručně, a teprve po ručním přepsání naměřených hodnot do digitální podoby je možno tyto digitálně dále zpracovat.

location of the measured profile is restricted significantly for the time of the measurement since there is the tape extending across the tunnel at various positions. This represents a substantial restriction for the contractor, which frequently leads even to suspension of the excavation. By all accounts, the excavation operations have to be suspended when profiles in the close vicinity of the face are being measured.

The other significant disadvantage is the inaccessibility of the points. Only for the measurement of the bottom horizontal is it possible to assume that the points are well accessible. In all other cases we cannot dispense with a hoisting platform or a high ladder. Both above-mentioned disadvantages become worse with the increasing cross section area of the excavation or with its division into more sections, which means an increase in the number of the convergence points and the measured lengths between them.

In addition, measurement with a tape identifies a mutual relative movement of a pair of points. The results inform us that the points got closer to each other as a result of deformations, and the cross section got reduced, but there is no way for us how to learn whether the resulting displacement is not a result of a geological weakness affecting one side of the tunnel only. This information can be totally fundamental for further progress of the works, mainly at large profile tunnels. To obtain this information in case of the convergence measurement carried out with the tape, extensometers have to be added into the profile, installed in a vicinity of the convergence points, horizontally, outside from the tunnel. By extensometric measurement we add the information on absolute movement of primary liner against the rock massif to the information on relative displacements. Given the expensiveness of the extensometric measurements, the extensometers are usually installed at exposed locations only, where bigger deformations are expected (e.g. portal sections).

At last but not least, nowadays when everything is controlled by computers and digital data processing, another problem is the fact that the measured distances have to be recorded manually, and it is possible to process them digitally after a manual re-typing of the measured values into the digital form only.

CONVERGENCE MEASUREMENT ON THE MRAZOVKA TUNNEL - GEODESIC METHODS

For the reasons described in the previous paragraph, it was necessary to find another way of determination of convergences, which would allow minimisation of the time needed for the measurement and the restrictions on excavation operations, together with a minimum loss of accuracy. Engineering geodesy methods have started to play their role. Geodesic convergence points do not differ significantly from the "conventional" ones. Reflective prisms are fixed to the convergence bolts (nowadays, reflective foils in a plastic holder are used instead of the prisms). The prisms have a Cardan joint, which allows us to rotate them in all directions, with the centre of the prism remaining unchanged. For a certain time, there were used bolts, which allowed the convergence measurement by the both ways. A thread was at the end of the bolt, suitable for connection of both a convergence tape and an adapter for fixing the reflective prisms.

The position of the points or centres of the prisms is determined by means of trigonometry, using an electronic total station, which measures horizontal and vertical angles and distances between the station and the prisms. The



Obr. 2 Odrazné fólie v plastovém nosiči
Fig. 2 Reflecting foils in a plastic holder



Obr. 3 Měřičská skupina při měření
Fig. 3 Measurement group at the measurement

MĚŘENÍ KONVERGENCÍ NA TUNELU MRÁZOVKA - GEODETICKÉ METODY

Z důvodů popsaných v předchozím odstavci bylo třeba nalézt jiný způsob určení konvergencí, a to takový, aby byl minimalizován čas potřebný k měření, a aby docházelo k co nejmenšímu omezení ražebních prací za minimální ztráty přesnosti. Do hry vstoupily metody inženýrské geodézie.

Geodetické konvergenční body se nijak výrazně neliší od těch "klasických". Na ně se nasazují odrazné hranoly (dnes se již používají místo hranolů odrazné fólie v plastovém nosiči). Tyto hranoly mají kardanický kloub, který umožňuje otáčet jimi všemi směry, při zachování polohy středu hranolu. Po určitou dobu se používaly body, které umožňovaly měření konvergencí oběma způsoby - na konci byl závit, na který bylo možno upevnit jak konvergenční pásmo, tak adaptér pro nasazení odrazných hranolů.

Poloha bodů, resp. středů hranolů, je určena trigonometricky pomocí totální elektronické stanice, která měří horizontální a vertikální úhly a vzdálenosti mezi stanicí a hranolem. Běžnými geodetickými výpočetními postupy se určí 3D souřadnice konvergenčních bodů v každé etapě. Tyto souřadnice jsou absolutní a je možno z nich vypočítat všechny prostorové vztahy, které je potřeba znát pro určení svislých a vodorovných složek konvergencí. Porovnáním souřadnic bodů v různých etapách získáváme opět výsledné deformace, které vyneseme do deformačních grafů.

Měření probíhá přes tzv. volná stanoviska. To jsou body, které nejsou nijak stabilizované. Hranoly zůstávají na bodech nasazené obvykle po dobu, kdy jsou potřebné pro určování deformací na konvergenčních bodech v dané oblasti.

Přes velmi nepříznivé podmínky, které v tunelu z hlediska geodetických měření panují (např. velké změny teploty a vlhkosti vzduchu po dráze měřicího paprsku, velký obsah jemných prachových částic ve vzduchu, ...) je možné při dodržení určitých pravidel počítat s reálnou přesností ve výšce do 1 mm, v konvergenci (vzdálenosti dvou bodů v jedné etapě) do 0,5 mm a v absolutní poloze bodu do 2 až 3 mm. K měření je potřeba totální stanice vyšší třídy přesnosti s doplňky a odrazné hranoly.

VÝHODY GEODETICKÉHO MĚŘENÍ KONVERGENCÍ

Dalo by se říci, že oproti klasickému měření konvergenčním pásmem dochází ke ztrátě na přesnosti výsledků. Toto není na úkor celkové užítelnosti výsledné informace a navíc je to vyváženo množstvím výhod, které z této metody vyplývají.

Jako první uvedme rychlost měření. Vzhledem k tomu, že měření probíhá elektroopticky, postačuje volný průhled mezi totální stanicí a odrazným hranolem. Z jednoho stanoviska je možno zaměřit najednou konvergenční body až do určité vzdálenosti (zhruba do 60 m). Měřit na větší vzdálenosti již nemá smysl, pro zvětšující se chybu měření, kterou nelze vyloučit a která vzniká průchodem paprsku nehomogenním optickým prostředím v tunelu. Protože se jedná o volná stanoviska, má měřič výhodu v možnosti volby místa měření. Může tak zvolit stanoviště, kde v žádném případě neomezuje dopravu v tunelu. Ražební práce se nemusí zastavovat ani při měření profilů osazených v bezprostřední blízkosti čelby. Celý postup měření umožňuje podle potřeby i časté opakování měření při případných větších objemech deformací - např. v osmihodinovém intervalu, jako bylo několik etap na tunelu Mrázovka.

Oproti klasickému způsobu měření je nutno zajistit fyzický přístup ke konvergenčním bodům jen zřídka, zhruba jednou za jeden až dva měsíce, kdy je

3D co-ordinates of the convergence points are determined for each stage by common geodesic calculation methods. The co-ordinates are absolute values, and all spatial relationships, which must be known for determination of vertical and horizontal convergence components, can be derived from them. By means of comparison of the co-ordinates of the points in various phases, we again obtain resulting deformations and can plot them on deformation graphs.

The measurement is carried out on so-called "free stations", i.e. points, which are not stabilised. The prisms remain installed on the points usually for a time for which they are needed for identification of deformations on convergence points within the given area.

Despite very unfavourable conditions existing in a tunnel in terms of geodesic measurements (e.g. substantial changes in temperature and air humidity along the path of the measurement beam, great volume of fine dust particles in the air, etc.), it is possible to count with a realistic accuracy of up to 1mm on level, 0.5mm on convergence (distance between two points in one phase), and up to 2-3mm on the absolute position of a point. A total station of a higher accuracy class with accessories and reflective prisms are necessary for this measurement.

ADVANTAGES OF THE GEODESIC CONVERGENCE MEASUREMENT

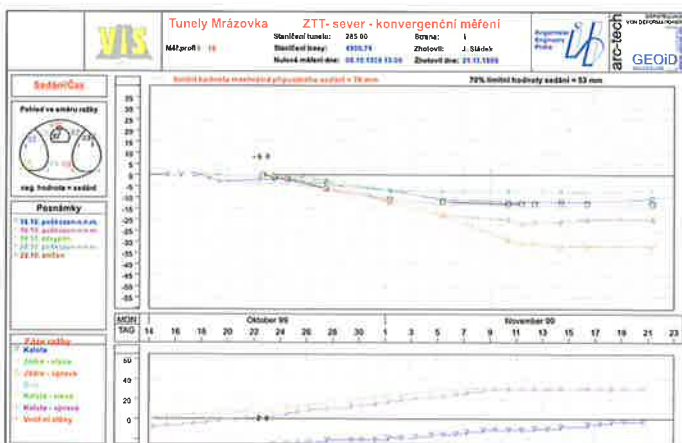
It could be stated that there is a loss of the results accuracy in comparison to the conventional measurement with a convergence tape. This is not detrimental to the overall applicability of the resultant information. In addition, it is compensated for by many advantages resulting from this method.

As the first one, let us bring up the measurement speed. Since the measurement is carried out electro-optically, an unobstructed line of sight between the total station and reflective prism suffices. It is possible to survey convergence points up to a certain distance (about 60m) from one station in one lot. Measuring up to greater distances is not reasonable because of the increasing measurement error, which cannot be eliminated, and which originates due to the beam passing through inhomogeneous optical environment in the tunnel. Since this is a matter of free stations, the surveyor has the advantage of the possibility to choose the measurement station. Thus a station can be chosen where the tunnel traffic will be by no means restricted by the measurement. Excavation operations do not have to be suspended even at measuring of profiles installed in an immediate proximity of the tunnel face. The overall measurement procedure even allows frequent repetition of the measurements, as needed in the cases of greater volumes of deformations, e.g. at an 8-hour interval as experienced on the Mrázovka tunnel for several stages.

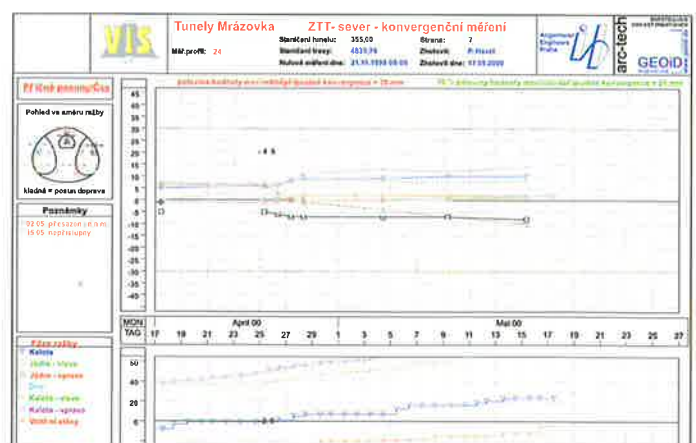
Compared with the conventional measurement, a physical access to the convergence points needs to be ensured rarely only, roughly once every month or two, when the reflective prisms must be cleaned up because of the aggressive environment.

The entire process of the measurement and computation is digitised. The measured values are saved in the total station on a medium in a digital form, without surveyor's intervention. When the measuring has been completed, all data are exported, digitally again, to a personal computer. They are evaluated by an appropriate software there, and deformation graphs are developed at the end. This speeds the whole process up significantly and, in addition, a relatively frequent "clerkal error" is avoided.

Owing to the absolute way of the determination of 3D ordinates of the con-



Obr. 4 Výstupy z arc-tech® - sedání
Fig. 4 Arc-tech® outputs - subsidence



Obr. 5 Výstupy z arc-tech® - příčné pohyby
Fig. 5 Arc-tech® outputs - transverse movements

třeba díky agresivnímu prostředí odrazné hranoly očistit.

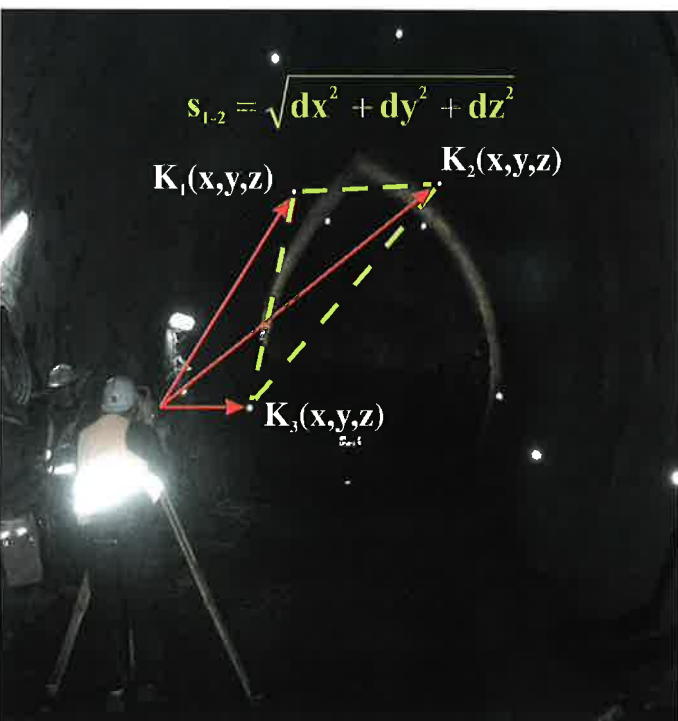
Celý proces měření a výpočtu probíhá digitální cestou. Naměřené hodnoty jsou v totální stanici uloženy na médium v digitální podobě bez zásahu měřiče. Po ukončení měření se veškerá data přenesou, opět digitálně, do osobního počítače, tam se vhodným softwarem vyhodnotí a na závěr se vytvoří deformační grafy. Tím je celý proces výrazně urychlen a navíc je z něj vyloučena poměrně častá chyba "z přepsání".

Díky absolutnímu způsobu určení 3D souřadnic konvergenčních bodů získáváme na každém bodě automaticky jeho absolutní pohyb rozložený do složky vertikální a horizontální ve směru kolmém na osu tunelu. Tím odpadá nutnost zavádění extenzometrických měření. Z těchto pohybů je potom možné dále odvodit "klasické" konvergence. Navíc ještě získáváme jako vedlejší produkt i složku pohybu ve směru podélném, rovnoběžném s ostěním tunelu. Tato složka může být také velmi zajímavá, a to nejen z hlediska deformace ostění. Je možno ji využít například při vyhodnocování použité technologie stříkaného betonu.

Další, velice zajímavou, výhodou je možnost využití konvergenčních bodů pro geodetické práce, nutné k určení směru ražby tunelu, pro vytýčovací práce v tunelu a ke kontrole skutečného stavu stříkaného betonu. Tyto práce byly běžně prováděny např. z pevně stabilizovaných bodů v počvě tunelu, kde vytvářely ne zcela bezvýznamnou překážku.

DIGITÁLNÍ PŘÍSTUP NA VÝSLEDNÉ DEFORMAČNÍ GRAFY

Nedílnou součástí procesu měření konvergencí je i zpracování a zpřístupnění výsledků naměřených deformací. Na stavbě tunelu Mrázovka byl opět využit nejmodernější způsob digitálního zpracování a předávání dat. Naměřená data se všemi příslušnými informacemi jsou převáděna do konečné grafické podoby pomocí německého softwaru arc-tech®. Jedná se o program, který ze zadaných dat vytváří deformační grafy do souborů ve formátu *.wmf. Je možné vybrat si z předdefinovaných deformačních grafů - deformace znázorněné v závislosti na čase nebo na vzdálenosti od čelby (jsou k dispozici pro sedání, příčné pohyby bodů i pro konvergence), příčné i podélné poklesové vlny, vektorové grafy a tabulky. Jednotlivé soubory jsou uloženy ve složitějším systému adresářů. K jejich prohlížení lze použít jakýkoli program pro prohlížení grafických souborů *.wmf, jinak je součástí arc-tech® i vlastní prohlížeč ATView, který umožňuje uživateli orientovat se v grafech po definovaných projektech a konvergenčních profilech. Soubory grafů jsou po vytvoření okamžitě k dispozici na lokální počítačové síti kanceláře monitoringu, vybudované pro účely stavby. Díky tomu si mohou zástupci investora, dodavatelů a projektanta "on line" prohlédnout jak nejaktuálnější stav deformací, tak i deformace staršího data a na základě toho rozhodovat o dalším postupu stavebních prací. Deformační grafy jsou k dispozici obvykle do jedné hodiny po ukončení měření a ověření jeho spolehlivosti.



Obr. 6 Výstupy z arc-tech® - vektorový graf
Fig. 6 Arc-tech® outputs - vector graph

vergence points, we obtain an information on the absolute movement of each point, decomposed into vertical and horizontal components, at a plane perpendicular to the tunnel centre line. Thus the necessity of introduction of extensometric measurements ceases to exist. "Conventional" convergences can be derived from those movements then. Moreover, we even obtain, as a by-product, the movement component in the longitudinal direction, parallel with the tunnel lining. This component can also be very interesting, not only in terms of the liner's deformation. For example, it can be utilised in the assessment of the applied technique of sprayed concrete.

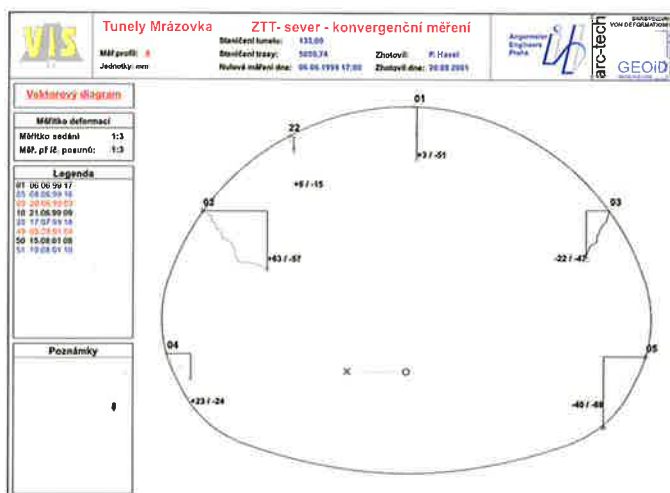
Another very interesting advantage is the possibility to utilise the convergence points for geodesic surveying necessary for determination of the tunnel heading direction, for setting out work in the tunnel, and checking on the actual shape of shotcrete lining. These operations used to be performed e.g. from points firmly stabilised in the tunnel invert, where they formed not totally insignificant obstacles.

DIGITAL ACCESS TO THE RESULTANT DEFORMATION GRAPHS

An inseparable part of the process of the convergence measurement is also processing of the measured deformation results and making them available. On the Mrázovka tunnel construction, a state-of-the-art way of digital data processing and communication has been used. The measured data with all information required are converted into the final graphic form by means of the arc-tech® German software. This is a software, which develops deformation graphs from the downloaded data, in *.wmf file format. Pre-defined deformation graphs can be used for the selection, i.e. graphs displaying the deformation development with time or with the distance from tunnel face (graphs showing settlement, transverse displacement or convergences are available), transverse and longitudinal settlement troughs, as well as vector graphs and spreadsheets. Individual files are downloaded in a complex system of folders. Any programme for browsing through *.wmf graphic files can be used, although arc-tech®'s own browser ATView is available, which allows user's orientation in the graphs within defined projects and convergence profiles. The sets of graphs are available immediately after their creation on the local computer net in the monitoring office, established for the construction purpose. Thanks to this system, representatives of the client, contractors and designer can utilise the on-line viewing of both the topical state of deformations and previous deformations states, and, based on this, decide on further proceeding of the construction work. The deformation graphs are usually available within one hour after completion of the measurement and verification of its reliability.

CONCLUSION

The advantages of the geodesic way of convergence measurement have been verified in the course of the Mrázovka tunnel construction. The most common convergence profiles have 9 points in the side-wall drifts, and 5 points after completion of the whole profile and removal of auxiliary supporting walls (up to 9 points in bifurcation chambers). Owing to the difficult geological conditions and complicated technological procedure, it is neces-



Obr. 7 Princip měření konvergencí
Fig. 7 The principle of convergence measurement

ZÁVĚR

Při dosavadním průběhu výstavby tunelu Mrázovka se již prověřily zde popsané výhody geodetického způsobu měření konvergencí. Nejobvyklejší konvergenční profily mají v patních štolách 9 bodů, po dokončení celého profilu a odstranění pomocných opěrných stěn pak 5 bodů (v rozpletech až 9). Vzhledem k obtížným geologickým podmínkám a složitému technologickému postupu je nutno měřit několik konvergenčních profilů v jednom dni. V průměru jsou denně vyhodnoceny deformace na 25 až 30 bodech, výjimkou nebývá i více jak 100 bodů za den (12 - 20 profilů), což znamená i s určením souřadnic volných stanovisek zacílení zhruba 250 bodů. Při použití klasických metod by se jednalo při 20 profilech o 120 měření konvergenčním pásmem a nivelaci, to vše v jednom dni. Jak již bylo zmíněno, po určitou dobu probíhala měření i v osmihodinovém intervalu. Ani tato intenzita měření neklade zvýšené nároky na dodavatele stavby. V neposlední řadě v místech, kde vznikají trhliny ve stříkaném betonu, je geodetická metoda šetrnější k již tak značně namáhané primární obezdívce a umožňuje monitorování pohybů obezdívky v přímém okolí trhliny.

Geotechnické zhodnocení průběhů a velikostí deformací primárního ostění s vazbou na okolní horninové prostředí, extenzometrická měření a na deformace na povrchu zajišťuje ve spolupráci s námi a investorem firmou VIS, a. s., specializovaná firma SG Geotechnika, a. s.

LITERATURA:

- 1) KOLEČKÁŘ M. - ZEMÁNEK I.: Monitoring tunelu Mrázovka. Sborník konference Podzemní stavby 2000, Praha, 2000.
- 2) NĚMEČEK J. - BUTOVIČ A. - EBERMANN T. - JOHN V.: Návrh tunelu Mrázovka. Sborník konference Podzemní stavby 2000, Praha, 2000.
- 3) EISENSTEIN Z. - SALAČ M. - ŠKRÁBEK J. - ZAPLETAL A.: Tunel Mrázovka - prognóza, realizace, skutečnost. Sborník konference Podzemní stavby 2000, Praha, 2000.
- 4) HLAVÁČEK P.: Měření konvergencí při ražbě tunelů NRTM geodetickými metodami. Geotechnické inženýrství, sborník závěrečných prací, Praha, 2000.

sary to measure several convergence profiles in one day. Deformations on 25 - 30 points per day have been evaluated on average, 100 evaluated points per day are not exceptional (12 - 20 profiles), which represents, together with determination of co-ordinates of free stations, targeting about 250 points. At the application of conventional methods, in case of measuring 20 profiles, this would represent 120 measurements with the convergence tape and levelling, all of that in one day. As mentioned above, the measurements were carried out at 8-hour intervals too, for a certain time. This intensity of measurement also puts no increased demands on contractors. At last but not least, the geodesic method is more considerate towards the generally heavily burdened primary liner, and allows monitoring of the lining movement in a direct vicinity of a crack.

The geotechnical evaluation of development and magnitude of deformations of the primary liner in connection with the surrounding rock environment, extensometric measurements and surface deformations is carried out by the specialist company SG Geotechnika, a.s., in collaboration with us and VIS a.s., the client.

REFERENCES:

- 1) KOLEČKÁŘ M. - ZEMÁNEK I.: Monitoring of the Mrázovka Tunnel. The Volume of Papers of the conference "Underground Construction 2000", Prague, 2000.
- 2) NĚMEČEK J. - BUTOVIČ A. - EBERMANN T. - JOHN V.: Proposal on the Mrázovka Tunnel. The Volume of Papers of the conference "Underground Construction 2000", Prague, 2000.
- 3) EISENSTEIN Z. - SALAČ M. - ŠKRÁBEK J. - ZAPLETAL A.: The Mrázovka Tunnel - Prognosis, Realisation and Reality. The Volume of Papers of the conference "Underground Construction 2000", Prague, 2000.
- 4) HLAVÁČEK P.: Convergence Measurement at the NATM Tunnelling by Geodesic Methods. Geotechnical Engineering, the Volume of Final Papers, Prague, 2000.

ANGERMEIER
ENGINEERS s.r.o.



Naše geodetická kancelář pro Vás zajistí:

- velmi přesná měření deformací všeho druhu a jejich početní a grafické vyhodnocení
- geodetické práce při výstavbě primárního i sekundárního ostění - vytyčení a kontrola
- vytyčení a kontrola směrového vedení tunelu (též oprávněný zeměměřičský inženýr)
- zachycení skutečného stavu různými metodami
- tvorbu, údržbu a kontrolu polohových a výškových vytyčovací sítí
- předběžnou analýzu chyby prorážky
- odbornost hlavního důlního měřiče

- Distribuce a školení geotechnického software arc-tech®
- Poradenství při přípravě projektové dokumentace - konvergenční měření, nivelace a trigonometrické měření deformací a geometrické parametry tunelu

Nabízíme - rychlost prací, zajištěnou vlastním odzkoušeným software, spolehlivost, kvalitu



arc-tech®

Prodej a školení naváděcího laserového inteligentního systému WinCATS®

◀ Servoteodolit s laserem a průmyslový počítač

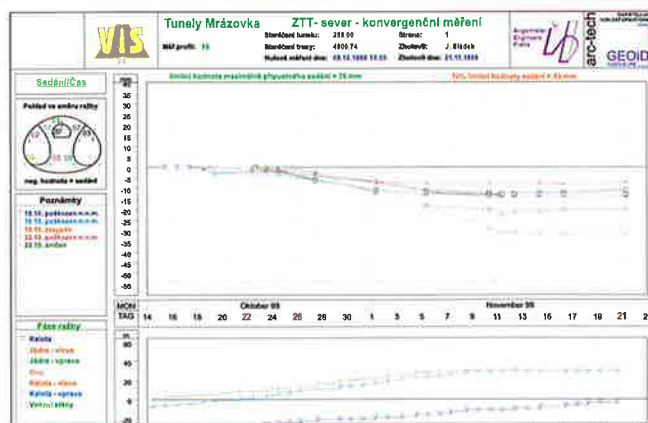
Angermeier Engineers s.r.o.
Pílovská 216
190 16 Praha 9
E-mail: info@angermeier.cz

tel.: +420 (0) 2 81 97 33 08
tel.: +420 (0) 2 57 21 55 17
fax: +420 (0) 2 57 21 34 54
mob.: +420 (0) 603 84 20 41



Zkušenosti z tunelů doma i v zahraničí:

Tunely Mrázovka (Praha), Tunel Mičechovosty (Kralupy/Vltavou), Engelbergbasistunnel (NRTM, SRN, Stuttgart), Oesterfeldtunnel (NRTM, SRN, Stuttgart), 4 tunely na Neubaustrecke Koeln - Rhein/Main (NRTM, SRN, Frankfurt), Kostenfelstunnel (NRTM, SRN), Staufertunnel (NRTM, SRN), Tunel Branisko (NRTM, SR, školení a poradenství), zkušenosti z tunelů TBM



STUDIE ZAKRYTÉHO ZÁŘEZU NA DÁLNICI D1 V PŘEROVĚ

STUDY ON THE COVERED CUT ON THE D1 HIGHWAY IN PŘEROV

ING. JAROSLAV LACINA, AMBERG ENGINEERING BRNO, a. s.

ÚVOD

V současné době probíhá projektová příprava největší dopravní stavby na území Moravy - pokračování dálnice D1 s návazností na D47 z Brna do Ostravy. Při vedení trasy jižně od Přerova prochází dálnice územím CHOPAV - chráněnou oblastí podzemní akumulace vod s jímácím územím Troubky. Výsledné směrové vedení trasy proto bylo navrženo s ohledem na ochranu podzemních vod. V těsné blízkosti Přerova trasa dálnice křížuje ochranné pásmo vzletového a přistávacího prostoru vojenského záložního letiště Přerov - Bochoř. Podle zákona o civilním letectví č. 49/97 Sb. je v ochranném pásmu považován průjezdný profil veřejných komunikací I. a II. třídy a dálnic za pevnou leteckou překážku o výšce 4,8 m. Jelikož průjezdný profil dálnice zasahoval do ochranného pásma při nadzemním vedení dálnice, řešením ve stupni DŮR, vznikla nutnost vypracování variantního řešení výškového vedení trasy v oblasti křížení s ochranným pásmem. Generální projektant stavby 0136 Dopravoprojekt Brno, a. s., pověřil tímto úkolem firmu Amberg Engineering Brno, a. s.

GEOLOGICKÉ POMĚRY

Trasa předmětného úseku probíhá rovinným územím Hornomoravského úvalu. Studovaný úsek stavby se nachází v průniku v údolních niv řek Moravy a Bečvy asi 1 km od koryta řeky Bečvy. Povrch oblasti pokrývají holocenní sedimenty, zastoupené písčitymi hlínami až jílovitými písky, přecházejícími místy na bázi až do povodňových jííl s organickými sedimenty. Pod svrchní vrstvou jsou uloženy fluvialní písky a písky se šterkem proměnlivé zrnitosti. Jedná se většinou o zahliněné materiály s nižší propustností. Neogenní sedimenty mají zjištěný mírně zvlněný povrch se zřetelným vývojem paleogenních koryt v místě výskytu fluvialních sedimentů s vyšší propustností. Jejich povrch byl zjištěn v hl. 8 až 12 m pod terémem. Svrchní vrstvu neogénu tvoří jíly s příměsí písčité složky. Vysoce plastické miocenní jíly tř. F8 lze očekávat asi 2 až 5 m pod povrchem neogénu. Podzemní voda svrchního horizontu se nachází podle průzkumu v hl. 2,5 až 4,6 m pod terémem. Výška hladiny podzemní vody a její kolísání budou závislé především na četnosti a intenzitě atmosférických srážek. Hladina stoleté vody je v dané oblasti jedním z rozhodujících faktorů pro návrh staveb - trasa zde probíhá v blízkosti smutně proslulých obcí Troubky a Bochoř. Hladina byla v dané oblasti podrobně monitorována v průběhu povodně v červenci roku 1997. Na základě vyhodnocení tehdejšího stavu a po zasazení liniové překážky v podobě tělesa dálnice do výpočtového modelu byl v rámci průzkumných prací vyhodnocen předpokládaný průběh hladiny stoleté vody v okolí stavby. Hladina Q100 se nachází asi 0,2 - 1,4 m nad rostlým terémem s nezatopenými "ostrůvky" v místě terénních vyvýšenin. Nejvyšší hladina vody nad terémem je předpokládána v severní části úseku. Jelikož terén velmi mírně klesá směrem k jihu, činí výškový rozdíl mezi hladinou Q100 na začátku a na konci řešeného úseku asi 1,9 m.

LIMITUJÍCÍ PODMÍNKY NÁVRHU

Limitujícími faktory pro návrh řešení jsou:
- Spodní hrana ochranného pásma vzletového a přistávacího prostoru vojenského záložního letiště Přerov - Bochoř. V počátku křížení je spodní hrana ochranného pásma asi 4,65 m nad terémem. V konci úseku křížení je

INTRODUCTION

A designing preparation of the largest transport-related project in Moravia - the D1 highway extension, with a connection to D47, from Brno to Ostrava - is currently going on. By conduction of the route south of Přerov the highway crosses the area of PAAG - Protected area of accumulation of groundwater with the receiving region of Troubky. The final direction of the route conduction was thus proposed with regards to protection of groundwater. In close vicinity of Přerov, the highway alignment crosses safety zone of the take-off and approach area of the standby military airfield Přerov-Bochoř. According to Act on civil aviation no. 49/97 Coll., a crossing profile of public roads of and class 1 and 2 and highways are within the safety zone considered as solid aviation obstacle with a height of 4,8m. Because the highway crossing profile interfered into the safety zone by surface conduction of the highway, solved at the level of the traffic management and territorial permission proceedings, a need for elaboration of an alternative solution to surface conduction of the highway, in area of crossing through the safety zone, arose. General designer of the construction 0136 Dopravoprojekt Brno Inc. assigned this task to the company Amberg Engineering Brno Inc.

GEOLOGICAL CONDITIONS

Route of the discussed section runs through flat region of the Upper-Moravian valley. Studied section of the construction is to be found within intersection of valley nives of the rivers Morava and Bečva app. 1 km away from trench of the Bečva river. Surface of the land is covered by Holocene sediments, represented by sandy soils to clayey sands, locally shifting on base even to alluvial clays with organic sediments. Fluvial sands and sands with gravel of variable grain are stored beneath the upper layer. These are usually loamed materials with lower permeability. Neocene sediments are known to have slightly segmented surface with explicit development of Paleocene trenches in place of occurrence of fluvial sediments with higher permeability. Their surface was ascertained in the depth of 8-12 m below terrain. Upper layer of Neocene consists of clays with mixture of sandy component. Highly plastic Miocene clays of F8 class can be expected app. 2-5 m below surface of the Neocene. Groundwater of the upper horizon can according to explorations be found in the depth of 2,5-4,6 m below terrain. Level of groundwater and its fluctuation will be dependent mostly on amount and intensity of rainfall. Level of the hundred year's water in the given region is one of the decisive factors for proposal of the constructions - here the route runs through vicinity of the infamous towns of Troubky and Bochoř. The water level in the given region was in detail monitored during floods in July 1997. Based on evaluation of the condition by then and following deployment of line barrier formed by highway into the calculation model, an estimated course of the hundred years water's level in vicinity of the construction has been evaluated within the frame of exploratory works. The level Q100 is to be found 0,2-1,4 m above terrain with unflooded "islands" at the place of terrain elevations. The highest water level above surface is estimated in northern part of the section. Because the terrain very slightly descends in the southern direction, the altitude difference between the Q100 level at the beginning and at the end of the solved section reaches app. 1,9 m.

spodní hrana asi 1,15 m nad terénem. Trasa dálnice je v místě křížení s ochranným pásmem ve vzdálenosti 700 - 800 m od počátku přistávací plochy letiště. Délka křížení je 830 m. Letiště má sloužit jako základní vojenské letiště sil NATO. Jeho současné využití je pro provoz vrtulníků.

- V zadání studie bylo požadováno zakrytí průjezdného profilu dálnice z důvodu těsné blízkosti leteckého provozu nadzvukových letadel a v souvislosti s velkými problémy s odvodněním trasy dálnice - jedná se o bezdotkové území s nutností složitého přečerpávání zachycených srážkových vod.

- Předpokládaná hladina Q100. Na začátku křížení s ochranným pásmem je hladina Q100 0,25 m nad terénem, na konci křížení 1,08 m nad terénem.

- Povrch vozovky dálnice musí být zajištěn tak, aby v případě nástupu hladiny stoleté vody byl uchráněn před zaplavením.

Z uvedených údajů vyplývá, že kritickým místem, rozhodujícím o výškovém vedení trasy, je koncový profil křížení s ochranným pásmem, kde výškový rozdíl mezi hladinou Q100 a ochranným pásmem letového prostoru je jen asi 7 cm (!!). V počátku křížení je výškový rozdíl podstatně vyšší - asi 4,4 m. Po celé délce křížení dálnice s ochranným pásmem však nelze vést trasu komunikace tak, aby niveleta vozovky byla nad hladinou Q100 a zároveň průjezdný profil neprotínal hranici ochranného pásma. Na základě shrnutí limitujících faktorů bylo rozhodnuto o podpovrchové variantě vedení dálnice.

ZAKRYTÝ ZÁŘEZ

Zadání studie podpovrchového vedení trasy obsahovalo ve svém názvu pojem tunelová varianta. V rovinatém území, kde výškový rozdíl činí asi 1 m/1 km délky, se jedná o vedení velmi netradiční. Aby se niveleta dálnice při zachování požadovaných parametrů sklonových poměrů dostala do dostatečné hloubky, dochází k poměrně značnému prodloužení podpovrchového vedení trasy. Pro tunel v malé hloubce v extravilanu je nevhodnější provedení v hloubené stavební jámě. Podle definice hloubeného tunelu v ČSN 73 7507/1999 je hloubený tunel "...s dočasným odstraněním nadloží nad tunelem nebo budovaný na povrchu, avšak později zasypaný". V posuzovaném úseku ovšem počátek zakrytého úseku spadl do úrovně nivelety asi 2 m pod terénem. Po souhrnu všech dostupných podkladů a zvážení estetického vlivu stavby na krajinu jsme zvolili v našich poměrech netradiční řešení zadaného problému.

Konstrukce zajišťující podpovrchové vedení dálnice byla navržena jako uzavřená vodotěsná železobetonová vana. Trvalé pažení a zároveň boční stěny konstrukce zářezu tvoří milánské stěny zahlušené do nepropustného neogenního podloží. Dno stavební jámy tvoří železobetonová deska. Deska dna bude sloužit v provozním stadiu jako rozpěra milánských stěn. Horní hrana konstrukce prochází max. 0,2 m pod hranici ochranného pásma letového prostoru a zároveň min. 0,2 m nad hladinou Q100. Výjimku tvoří pouze posledních 25 m vedení trasy pod hranou ochranného pásma letového provozu, kde dochází k přibližování obou limitujících hranic.

Místo klasického betonového stropu tunelu byla zvolena lehká oblouková střešní konstrukce. Uprostřed středního dělicího pásu je dálnice směrově rozdělena dělicí stěnou. Jako materiál nosných prvků zastřešení je z důvodu odolnosti proti korozi navržen eloxovaný hliník. Střešní krytina je navržena z komůrkového polykarbonátu. Materiál střešní krytiny je velmi lehký (1,5 - 2 kg/m²), těžce hořlavý - stupeň C1, nešíří plamen, hořící neskapává. V nadzemní části nad hladinou Q100 budou boční stěny zakrytého zářezu prosvětleny okny.

Šířkové a výškové uspořádání komunikace v zakryté části je navrženo s ohledem na navazující profil dálnice kategorie D26,5 a rovněž s ohledem na maximální bezpečnost a plynulost provozu. Z těchto důvodů byla ponechána šířka jízdních pruhů 3,75 m a středního dělicího pásu 4,0 m. Směrově je dálnice rozdělena střední dělicí železobetonovou stěnou. Celková šířka mezi zvýšenými obrubami je 9,5 m, světlá šířka mezi železobetonovými stěnami je v jednom směru 11,8 m. Světla šířka mezi bočními pažicemi stěnami je 24,00 m. Výška průjezdného profilu byla z ekonomických důvodů snížena na 4,50 m. Celková délka zastřešené části je 1240 m.

Uvedené šířkové a výškové uspořádání, stejně jako zastřešení profilu dálnice, nespádá svým charakterem do ČSN 73 6101 Projektování silnic a dálnic, ČSN 73 6201 Projektování mostních objektů ani do ČSN 73 7507 Projektování tunelů pozemních komunikací. Pro navržený profil by tedy musela být udělena výjimka z ČSN 73 6101. Při projednávání studie bylo konstatováno, že z hlediska požadavků na technologické vybavení a požární bezpečnost se jedná o konstrukci tunelu podobnou. Požadavky na technologické vybavení se tedy řídí ČSN 73 7507. Délkou a předpokládanou intenzitou dopravy (v současné době méně než 15 000 vozidel/den) se řadí zakrytý zářez do kategorie se středními požadavky na bezpečnostní vybavení, tj. do kategorie tunelu TB.

RESTRICTIVE CONDITIONS OF THE PROPOSAL

Restrictive factors for proposal of the solution are

- lower edge of the safety zone of taking-off and landing area of the standby military airfield Přerov-Bochoř. By beginning of the crossing profile, lower edge of the safety zone reaches app. 4,65 m above terrain. At the end, lower edge of the safety zone reaches app. 1,15 m above terrain. The highway route in the location of crossing the safety zone goes 700 - 800 m away from beginning of the airfield runway. 830 m is the length of crossing. The airfield is to serve as a standby military airfield of NATO forces. It is currently used for operation of helicopters;

- within the study's assignment it was requested to cover crossing profile of the highway due to the adjacent flight operation of supersonic aircrafts and considerable problems with water draining along the highway route - it is a non-effluent area with a need for complicated pumping of intercepted rainfall;

- the estimated Q100 (100-year recurrence flood) level reaches 0,25 m above terrain by beginning of crossing the safety zone and 1,08 m at the end of crossing the safety zone;

- the highway surface has to be secured so that it would be safe in case of occurrence of the hundred year's flood.

It derives from the aforementioned facts that the ending profile of crossing the safety zone is a critical spot, deciding about higher route conduction, where the altitude difference between Q100 level and the flight safety zone is only app. 7 cm (!). By beginning of the crossing profile, the altitude difference is remarkably higher - 4,4 m. Along the entire length of highway, crossing the safety zone, it is, however, not possible to conduct the alignment of the road so that elevation of the carriageway would be above the Q100 level while the crossing profile would not penetrate border of the safety zone. Based on summary of the restrictive factors, it was ruled for underground alternative of the highway conduction.

COVERED CUT

Assignment of study of the underground route conduction in its title included the concept of tunnel alternative. Within a flat region, where altitude difference makes app. 1 m per 1 km of length, is a very unconventional conduction. In order for elevation of the highway by keeping the required parameters of slope rates to reach a sufficient depth, a quite significant extension of the underground route conduction occurs. As for the tunnel in low depth in extravilan, it is most suitable to be realized in an open cut. According to definition of the cut-and-cover tunnel by ČSN 73 7507/1999 the cut-and-cover tunnel is..."with temporary removal of the overburden above the tunnel or constructed on surface, but later again covered". Within the discussed section, however, beginning of the covered section fell into the elevation level of app. 2 m below terrain. After summary of all available sources and consideration of aesthetic impact of the structure on countryside, we selected for our conditions a very unconventional solution of the assigned task.

A framework, which secures underground conduction of the highway, is designed as a closed waterproof reinforced concrete tub. Diaphragm walls along the open cut, keyed into the impermeable Neogene bedrock, form a permanent shoring as well as side walls. Bottom of the construction pit consists of reinforced concrete slab. In the operation period, the slab will serve as a strutting of the diaphragm walls. Upper edge of the structure goes at most 0,2 m below the flight safety zone while at least 0,2 m above the Q100 level. The only exception are the last app. 25 m of the route conduction below edge of the flight safety zone, where approximation of both limitation borders occurs.

Instead of classic concrete tunnel roof deck, a light curved roof structure was selected. In the middle of the median strip, the highway is divided into directions by a dividing wall. Satin anodized aluminum is designed for material of the suspension elements of the roof structure due to its resistance against corrosion. Roof cover is designed from a cell polycarbonate. Material of the roof cover is very light (1,5 - 2 kg per m²), extremely flammable - C1 level, does not spread flames, does not dribble when on fire. Within surface section above the Q100 level, side walls of the covered road will be illuminated by windows.

Horizontal and vertical arrangement of the road in the covered section has been designed with regards to joining profile of the D26,5 highway type as well as with regards to maximum safety and fluency of operation. From these reasons, width of the traffic lanes of 3,75 m and width of the median

ŘEŠENÍ HYDROGEOLOGICKÝCH POŽADAVKŮ

Utěsněním prostoru stavby dochází k úplnému přehrazení propustných vrstev v údolní nivě řek Moravy a Bečvy v celé délce pažení milánskými stěnami. Předběžný geofyzikální průzkum prokázal, že liniová konstrukce dálnice téměř kolmo přetíná tzv. paleogenní koryta - oblasti vyplněné propustnějšími polohami méně zahliněných štěrků, které jsou významné z hlediska proudění podzemních vod. Navržené řešení předpokládá, že po upřesnění počtu a rozsahu předurčených koridorů pro proudění podzemních vod v místě křížení s milánskými stěnami budou ve vytypovaných úsecích vytvořeny průchody pro přirozené proudění vod pod konstrukcí dna stavební jámy. Průchody by byly vytvořeny vynecháním spodní části milánských stěn pod konstrukcí dna vozovky v zářezu. Byly by lemovány příčnými stěnami a vyplněny propustným štěrkovitým materiálem. Množství a šířku uvedených průchodů by určil odborník na hydrogeologii na základě upřesňujícího hydrogeologického průzkumu v dalším stupni projektu.

VÝHODY NAVRŽENÉ KONSTRUKCE

Oproti klasické železobetonové konstrukci jsou investiční náklady na výstavbu lehké střešní konstrukce nižší. Konstrukce zastřešení je v navrženém provedení téměř bezúdržbová (kromě pravidelného čištění - stejně jako u běžných tunelů). Podstatnější úspora ve srovnání s klasickým tunelem se však naskytá v technologickém vybavení a následně v provozních nákladech.

Větrání

V ose dálnice je ve střeše navržena průběžná větrací štěrbinová výšky asi 1,20 m. Štěrbinová je požárně rozdělena na dvě poloviny střední železobetonovou stěnou. Tunel bude za běžných provozních stavů odvětráván přirozenou cestou a to:

- výjezdovými portály píستovým efektem jedoucích vozidel;
- střešními otvory v celé délce tunelu (také s uplatněním píستového efektu). Možnost přirozeného větrání střešními otvory přinese výraznou úsporu ve spotřebě el. energie. Dá se předpokládat, že nucené větrání bude v činnosti pouze v případě výrazně nepříznivých klimatických podmínek s inverzním charakterem nebo v případě požáru v tunelu.

Osvětlení

Střeška z průsvitného materiálu s sebou ponese specifika při řešení jednotlivých druhů osvětlení:

- v denní době výrazná úspora osvětlení (v této době pravděpodobně nebude třeba žádného osvětlení, případně bude mít charakter pouze orientační);

strip of 4 m have been kept. By directions is the highway divided by a central reinforced concrete dividing wall. The total width between elevated curbs reaches 9,5 m, net width between the RC walls in one direction is 11,8 m. Net width between the side walls reaches 24 m. Height of the cross profile was due to economic reasons lowered to 4,5 m. Total length of the covered section makes 1240 m

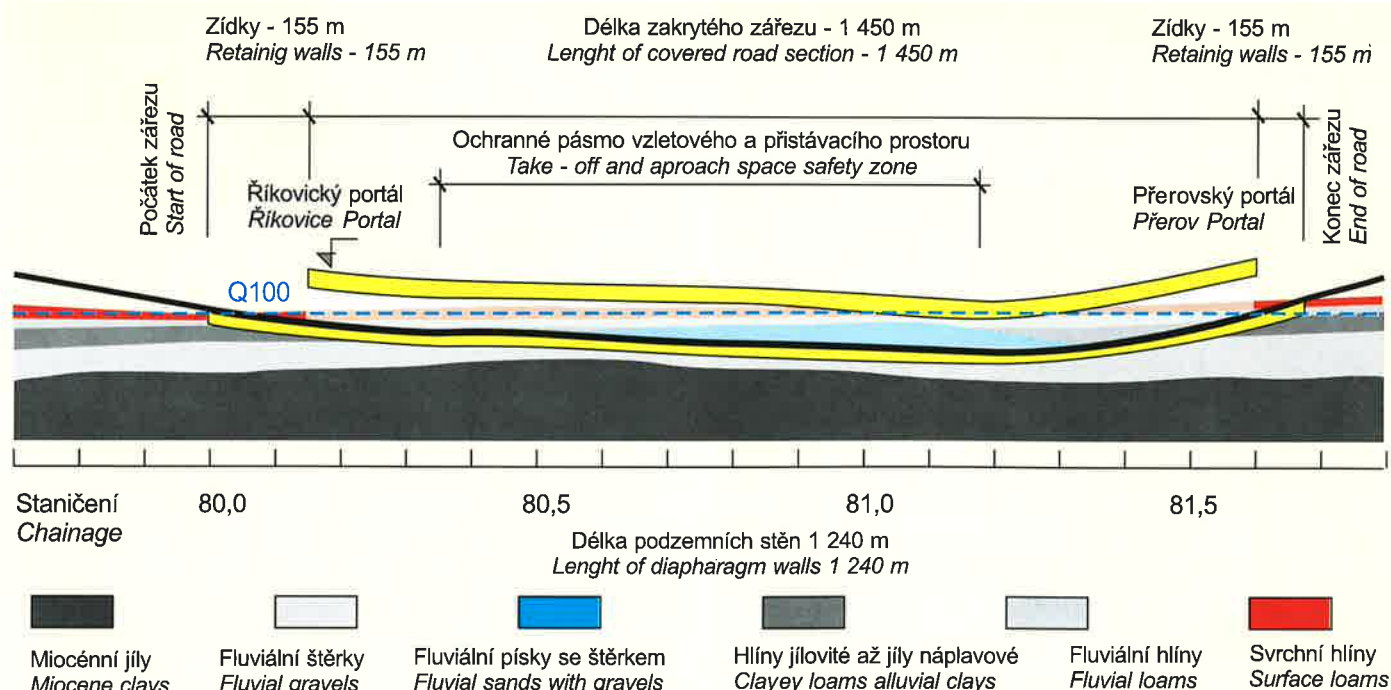
Aforementioned horizontal and vertical arrangement as well as roof structure of the highway profile by their character do not fall under the CSN 73 6101 standard on Design of roads and highways, the CSN 73 6201 on Design of bridge structures, nor under the CSN 73 7507 on Design of road tunnels. Therefore, an exception from the CSN 73 6101 standard had to be granted for the proposed profile. During negotiations about the study it was stated that from the viewpoint of requirements on technological equipment and fire safety, it is a construction similar to a tunnel. Requirements on the technological equipment therefore follow CSN 73 7507. With its length and estimated traffic volume (currently less than 15 000 vehicles per day), the covered road falls under category with medium requirements on safety equipment, i.e. the TB tunnel category.

SOLUTION OF HYDROGEOLOGICAL REQUIREMENTS

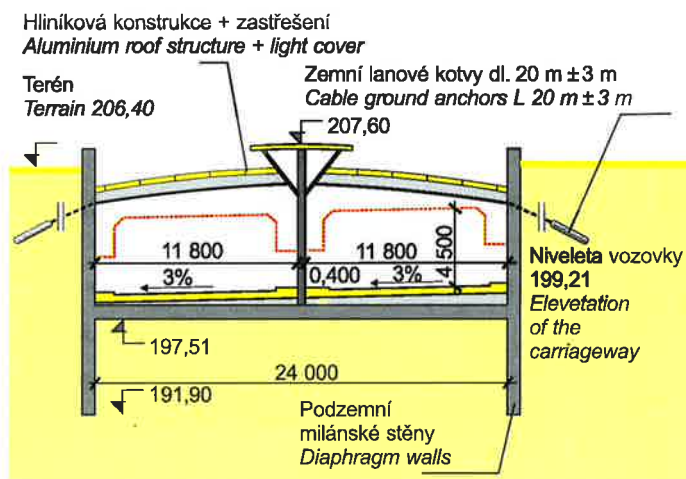
By sealing of the construction site, a total barrage of permeable layers within flood planes of the rivers Morava and Bečva takes place along the entire length of the diaphragm walls. Preliminary exploration showed that the line structure of the highway almost perpendicularly crosses so-called Paleocene grooves - areas filled with more permeable locations of less loamed gravels, which are significant especially from the viewpoint of groundwater flows. The proposed solution estimates that after specification of number and extent of the predestined corridors for groundwater flows in locations of their crossings with diaphragm walls, passages for natural groundwater flows will be created below bottom structure of the construction ditch in designated sections. Passages would be created by omission of lower part of the diaphragm walls below the carriageway structure within the cut. They would be margined with lateral walls and filled with permeable gravel-like material. The amount and width of the passages would be determined by a specialist in hydrogeology, based on further hydrogeological exploration within next step of the project.

ADVANTAGES OF THE PROPOSED SOLUTION

Contrary to conventional reinforced concrete structure, the investment costs for construction of light roof structure are lower. The roof structure requires



Obr. 1 Podélný profil trasou dálnice D1, stavba 0136, varianta zakrytý zářez
Fig. 1 D1 motorway, 0136 lot, covered road variant - longitudinal section



Obr. 2 Vzorový řez zakrytým zářezem - v km 81,180
Fig. 2 Cross section through covered cut km 81.180

- v noční době bude mít osvětlení opět především orientační charakter;
- návrhy všech druhů osvětlení musí respektovat fakt, že strop tunelu je průsvitný a trasa tunelu křížuje letový prostor letiště a svítidla tedy musí být umístěna a navržena tak, aby nerušila letový provoz, případně nepůsobila nebezpečně a matoucím způsobem na piloty.

Výraznou roli při návrhu osvětlení tunelu bude hrát fakt, že tunel má navrženu střechu z průsvitného materiálu. Pro umístění svítidel jsou nejvhodnější horní rohy tunelu, v nichž by osvětlení mělo tvořit linii.

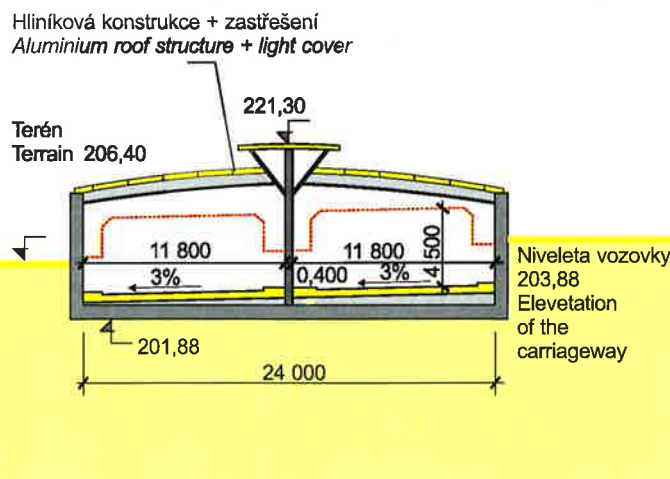
ZÁVĚR

Rozhodnutí ministra obrany o udělení výjimky ze zákona č. 49/97 Sb. znamenalo návrat k povrchovému vedení trasy, což je jistě ekonomičtější varianta řešení daného problému.

Tato studie však také ukázala, že investiční i provozní náklady na "tunel" zakrytý pouze lehkou střešní konstrukcí mohou přinášet nezanedbatelné úspory tam, kde nutnost uzavřeného vedení komunikace je zřejmá. Týká se to zejména obchvatů a rychlostních komunikací v městských aglomeracích, kde zmíněná lehká střešní konstrukce významným způsobem snižuje vliv hluku na okolní zástavbu a zároveň řeší problémy s odvodněním komunikace. Dále bylo prokázáno, že polykarbonát jako stavební materiál splňuje požadavky na požární bezpečnost při použití v liniových stavbách. Zároveň se však jedná o materiál s velkou tvarovou přizpůsobivostí a příjemným architektonickým efektem, který přináší žádoucí vylehčení rozsáhlých liniových staveb. V kombinaci s bočním prosklením např. u galerií či protihlukových staveb se pak jedná o velmi vzdušné a lehké konstrukce.



Pracovní shromáždění a odborný seminář členů ČTuK ITA/AITES v Brně
15. 11. 2001 (viz. str. 55)
Working session and a professional seminar of CTuK ITA/AITES
members hold in Brno, Nov 15, 2001 (see page 55)



Obr. 3 Vzorový řez zakrytým zářezem - portál Říkovice
Fig. 3 Cross section through covered cut - Říkovice portál

in the proposed design almost no maintenance (with the exception of regular cleaning - such as by common tunnels). Significant savings in comparison with the conventional tunnel, however, lie in the technological equipment and consequently within operational costs.

Ventilation

A running ventilation slot app. 1,2 m high is designed along highway axis in the roof. The canal is due to fire divided into halves by a central reinforced concrete wall. Under common operation conditions, the tunnel will be ventilated naturally, i.e. :

- through exit portals, by a piston effect of the running vehicles;
- through roof outlets along the entire tunnel length (also using the piston effect). The possibility of natural ventilation through roof outlets will bring significant savings in consumption of electrical power. It is estimated that forced ventilation will be turned on only in case of highly unfavorable climatic conditions with an inversion character or in case of fire in the tunnel.

Illumination

The roof from transparent material will bring certain specifics in solutions of individual kinds of illumination :

- significant illumination savings in the daytime (in this time there will probably be no need for any illumination at all, or it will have an orientation character only);
- in the night the illumination will again have mostly an orientation character only;
- proposals of all kinds of illuminations have to respect the fact that the tunnel roof is transparent and that the tunnel route crosses an airfield flight zone and therefore the lights have to be designed and placed in a manner not disturbing the flight operation nor having any dangerous or confusing effect on the pilots.

The fact that the tunnel roof is designed from a transparent material will play a major role in the proposal of the tunnel illumination. Upper corners are the most suitable location for the lights, where they would form a line.

CONCLUSION

Decision of the Defense Minister to grant an exception from the Law no. 49/97 Coll. meant a return to surface conduction of the route, which is certainly more economical alternative of solution of the given problem.

However, this study has also shown, that investment as well as operational costs of a "tunnel", covered with only a light-weight roof structure, can bring considerable savings where the need for a covered road is obvious. That especially concerns bypasses and high-speed roads within urban agglomerations, where the aforementioned light-weight roof structure significantly reduces impacts of noise on the adjacent structures while at the same time solves the problems of draining the road. It was further proved that polycarbonate as a construction material fulfills requirements on fire safety when used within line structures. At the same time, it is a material with large shaping adaptability and favorable architectural effect, when it brings desired relief to large linear structures. In combination with lateral glazing, such as that of galleries or noise suppression structures, the structures assume very air-light and light-weight character.

ZE SVĚTA PODZEMNÍCH STAVEB

WORLD OF UNDERGROUND CONSTRUCTION

PRŮCHOD VALEM PRAŠNÉHO MOSTU

PASSAGE THROUGH THE GUNPOWDER BRIDGE EMBANKMENT

Údaje o stavbě a základní technické parametry
 Investor: Nadace Vize 97, Pražský hrad, 110 00 Praha 1
 Zástupce investora: Správa Pražského hradu
 Architektonické řešení: AP atelier, ing. arch. Josef Pleskot
 Projekt: Křístek, Trčka a spol., s. r. o., statická kancelář
 Zhotovitel: Metrostav, a. s., divize 5
 Zahájení prací: duben 2001
 Dokončení: květen 2002
 Délka tunelu: 84 m (včetně přechodových úseků)
 Rozměry definitivní cihelné obzdivky: výška: 5100 mm, šířka: 3160 mm
 Světlý průřez hotového díla: 21 m²

Construction data and basic technical parameters
 Owner: Vize 97 foundation, Prague Castle, 11000 Prague 1
 Owner's representative: Administration of the Prague Castle
 Architectural solution: AP atelier, Ing. Arch. Josef Pleskot
 Design: Křístek, Trčka a spol., s. r. o., static office
 Contractor: Metrostav a. s., Division 5
 Commencement of works: April 2001
 Completion: May 2002
 Tunnel length: 84 m (including transition sections)
 Dimensions of the final brick lining: height : 5100 mm, width : 3160 mm
 Net cross section of the final structure: 21 m²

Z HISTORIE PRAŠNÉHO MOSTU

FROM HISTORY OF THE GUNPOWDER BRIDGE

Na konci šedesátých let 18. století bylo rozhodnuto o zrušení dosavadního zastřešeného Prašného mostu, tvořeného dřevěnou konstrukcí na zděných pilířích se zvedacím dílem před severní hradní branou. Sypaná hráz měla umožnit volný pohled na Španělský sál, Rudolfovu galerii a novou severní bránu. Tato práce se ujal v roce 1769 Antonín Haffenecker a hráz dokončil po dvou letech. Vytvořená hráz příkop definitivně rozdělila na Horní Jelení příkop (HJP) a Dolní Jelení příkop (DJP). Roku 1791 byla hráz valu osázena kaštaný, které byly později nahrazeny topoly. Základna valu se postupně rozšiřovala navážením rumu až do roku 1829, neboť vozovka sedala každoročně až do třicátých let 19. století. V roce 1817 byly zřízeny po obou stranách vozovky ploty a chodníky (Podle zdroje: Vývoj území Jeleního příkopu a Prašného mostu).

At the end of the 60s of the 18th century it was decided to cancel the existing covered Gunpowder Bridge, consisting of a wooden structure resting on masonry pillars, with a lifting section, found in front of the northern castle gate. An embankment was designed to allow a free view of the Spanish Chamber, Rudolph's Gallery as well as the new northern gate. Antonín Haffenecker took over this commission in 1769 and finished it two years later. The embankment ultimately divided the moat into the Upper Deer Moat (UDM) and Lower Deer Moat (LDM). In the year 1791, the embankment was planted with chestnuts, which were later replaced by poplars. The base of the embankment had been widening gradually as a result of dumping rubble until 1829, because the road surface had been settling until the 30s of the 19th century. Fences and sidewalks were installed along both sides of the road in 1817. (According to the source: Development of area of the Deer Moat and Gunpowder Bridge)

ZDŮVODNĚNÍ STAVBY

THE PURPOSE OF THE CONSTRUCTION

Propojení Horního a Dolního Jeleního příkopu není motivováno ideou navrácení původního stavu. To by bylo pravděpodobně možné dosáhnout pouze odvezením celého mohutného náspu a postavením nového mostu. Celý projekt byl veden lapidární snahou po obnovení jednoduché podstaty spojení tak, aby mohl volněji proudit vzduch, svobodně protékat voda a bez obtíží procházet člověk (Citace: ing. arch. Josef Pleskot).

The connection of the Upper and Lower Deer Moat has not been motivated by an idea of returning to the original state. That could probably be achieved by disposal of the entire bulky embankment and construction of a new bridge only. The entire project was led by a lapidary effort for renovation of the simple nature of the connection so that air and water would flow more freely and people pass without complications (quotation : Ing. Arch. Josef Pleskot).

CONSTRUCTION PROCEDURE



Obr. 1 Pohled na kalotu, Tereziánskou štolu a polohově zajištěnou kanalizaci v DJP

Fig. 1 View of the Theresian gallery and the positionally fixed sewer in the LDM

Before commencement of the excavation proper, an existing functional sewer DN 400 was relocated and a non-functional sewer DN 200 cancelled in the LDM. This relocation was performed in connection with the excavation of the construction pit and subsequent stabilization of the slopes and the overburden before the adit excavation. The stability of the 2:1 steep slopes was provided by sprayed concrete 200 mm thick with reinforcing KARI mesh and anchoring dowels. Vertical walls were supported by micropiles and walers with strand anchors. In order to secure the crown within the starting section of the excavation, a micropile umbrella in the length of 12 m was used.

The excavation was realized within the full face of the top heading, with 1m-long advances, uphill from the LDM portal. Disintegration proceeded manually without blasting operations. Stability of the excavation crown was secured by spiling and partially even by UNION steel lagging. Photo-documentation of geology of the excavation face was elaborated during the work. Composition of the excavated soil as well as entire documentation of the excavation faces and walls was used by archeologists within the frame of an archeological research.

After excavation of the top heading, the removal of the core started. Disassembling of the existing Theresian gallery (the empress Maria Theresa)

POSTUP VÝSTAVBY

Před zahájením vlastní ražby musela být přeložena v DJP stávající funkční kanalizační stoka DN 400 a zrušena nefunkční kanalizace DN 200. Tato přeložka probíhala v souvislosti s hloubením stavební jámy a následným zajišťováním svahů a nadloží pro ražbu štoly. Stabilita svahů se strmým sklonem 2:1 byla zabezpečena stříkaným betonem tl. 200 mm s výztužnou KARI sítí a kotevnými trny. Svislé stěny byly zajištěny mikropilotami a převázkami s pramencovými kotvami. Pro zajištění klenby výrubu úvodní části ražby byl použit mikropilotový deštník v délce 12 m.

Ražba byla prováděna na plný profil kaloty po záběrech 1 m dovrčně od portálu v DJP. Rozpojování probíhalo ručně bez trhací práce. Stabilita klenby výrubu byla zabezpečována jehlováním a zčásti i zatahováním pažnic UNION. Během ražby byla prováděna fotodokumentace geologie čelby. Skladba odtěženého výkopku i veškerá dokumentace čelby a boků výrubu byla využívána archeology v rámci archeologického průzkumu.

Po vyražení horní kaloty se přistoupilo k odebrání jádra. Součástí prací byla demontáž stávající Tereziánské štoly s potokem Brusnice. Původně se předpokládala relativní snadnost demontáže obehávkové štoly, ale při rozebírání štoly se ukázalo, že konstrukci nepůjde rozpojit ručně ani dostupnou malou mechanizací. Dodatečně muselo být proto projednáno použití trhacích prací.

Po vyražení celého profilu tunelu se provedla rozrážka průzkumné štoly k původnímu pilíři mostu. V době psaní této informace se rozhoduje, zda se odhalený pilíř zrestauroje a upraví tak, aby ho bylo možno prohlédnout při procházení tunelem, nebo zda se po důkladném prozkoumání opět zasype. Definitivní ostění bude provedeno z keramických cihel metrického rozměru. Zvláštností bude, že cihly budou kladeny na výšku. Budou vytvářet plastickou plochu, jakoby kůru stromu. Cihelná obezdívka bude osvětlena vsazenými reflektory, které umocní strukturovanost plochy. Potok Brusnice bude sveden do betonových žlabů, vedle kterých bude vydlážděn chodník z atypických betonových dílců. Oba portály tunelu v DJP i HJP budou opatřeny betonovými portálovými architektonicky ztvárněnými křídly. Povrch betonových ploch portálových částí je navržen s povrchovou úpravou s pomocí pemrlování. V HJP bude postavena nová cesta pro chodce, která spolu s vlastním tunelem umožní nerušený průchod z Klárova Jelením příkopem až na Pohořelec.

ARCHEOLOGICKÝ PRŮZKUM

Zvláště v této lokalitě a na tomto objektu se projevil zájem archeologů. Archeologický průzkum provádí Archeologický ústav AV ČR Praha. Vyhloubený a vytěžený materiál byl pečlivě zkoumán na mezideponii v DJP. Bylo nalezeno mnoho zajímavých předmětů, keramické, skleněné střepy, kosti, dřevěné odvodňovací žlaby. Využila se možnost provést průzkumnou štoly k původním pilířům mostu. Pilíře byly nalezeny a odhaleny. Podle vyjádření archeologů se potvrdila domněnka, že původní pilíře byly omítnuty. V současné době se archeologické nálezy zpracovávají a vyhodnocují.



Obr. 2 Primární ostění tunelu ve valu Prašného mostu
Fig. 2 Primary lining of the tunnel in the Powder Bridge embankment

containing the Brusnice brook was part of the works. Originally, a relative simplicity of disassembling of the adit lining was anticipated, however, during the work it turned out that the structure could not be disjointed either manually or using the small equipment available. Therefore a use of explosives had to be discussed additionally.

Following the excavation of the entire tunnel profile, an exploratory adit to the original bridge pillar was carried out successfully, from an intermediate point of attack. At the time of writing this information, it is being negotiated whether the revealed pillar is to be restored and treated so that it could be viewed during the tunnel passage, or whether it is to be backfilled after a careful examination. Final tunnel lining will be realized from ceramic bricks of metric dimensions. There will be a curiosity thanks to the bricks being vertically. They will form a plastic area resembling a tree bark. The brick lining will be illuminated with floodlights, which will enhance the view of the texture of the surface. The Brusnice brook will be led in a concrete channel. A sidewalk along the channel will be paved in atypical concrete segments. Both the UDM and LDM portals will be equipped with architecturally designed concrete wing walls. A bush-hammered finishing of concrete surfaces of the portal sections has been designed. A new path for pedestrians will be developed in the UDM. It will, along with the tunnel itself, allow an undisturbed passage from Klárov, along the Deer Moat, all the way to Pohořelec.

ARCHEOLOGICAL EXPLORATION

Especially within this locality and this particular object, an interest of archeologists existed. The archeological exploration has been carried out by the Archeological Institute of the Academy of Sciences CR Prague. The excavated material was carefully examined at a temporary stockpile in the LDM. Many interesting items have been found - ceramic and glass splinters, bones, and wooden drainage channels. The opportunity to realize an exploratory adit to the original bridge pillars was taken advantage of. The pillars were found and exposed. According to the statement of the archeologists, a speculation that the original pillars were provided with rendering was confirmed. Currently the archeological findings are being categorized and evaluated.

Josef Jánský

Metrostav, a. s., Division 5



Obr. 3 Detail polohy Tereziánské štoly v průřezu tunelu
Fig. 3 Detail of the position of the Theresian gallery within the tunnel cross section

TECHNICKÉ ZAJÍMAVOSTI

TECHNICAL MATTERS OF INTEREST

**PROJEKT:
ANALÝZA A ŘÍZENÍ RIZIK V TUNELECH
POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ**

V České republice se v posledních letech postavilo a technicky vybavilo pět silničních tunelů a další tunely jsou připravovány. Přestože jsou tunely vybavovány podle nejnovějších evropských poznatků, ukázaly katastrofy v alpských tunelech, že je nutné věnovat mimořádnou pozornost bezpečnostní politice. Na druhé straně se po těchto událostech začaly projevovat snahy o nasazování techniky, která není nutná a velmi zdražuje celou investici.

CÍL ŘEŠENÍ

Ministerstvo dopravy a spojů vypsal v roce 2000 výběrové řízení na projekt č. 803/110/105 "Analýza a řízení rizik v tunelech pozemních komunikací". Projekt je plánován na tři roky a jeho hlavním cílem je analýza domácích a zahraničních zkušeností a následné zpracování technických podmínek, které budou závazné pro oceňování rizik v silničních tunelech.

ŘEŠITELSKÝ KOLEKTIV

Vítězem výběrového řízení bylo konsorcium vedené společností Eltodo EG, a. s. Jako hlavní řešitel je doc. ing. Pavel Příbyl, CSc. Členy konsorcia jsou dále Metroprojekt, Metrostav, Silniční společnost a TSK. Všechny organizace jsou zároveň členy Sdružení pro dopravní telematiku České republiky.

PŘÍSTUP K ŘEŠENÍ

Projekt je rozdělen na roční údobí. Začíná rokem 2001 a končí 2003. Řešitelský kolektiv se pravidelně schází a na některých schůzkách jsou i zástupci Ministerstva dopravy a spojů. Každý rok je ukončen závěrečnou zprávou, která je oponentována nezávislými oponenty. Hlavní úkoly lze shrnout:

ROK 2001	
Česká legislativa T200.1	Analýza současných a připravovaných zákonů týkajících se krizového managementu. Opatření a nařízení na úrovni krajů a měst. Principy jednotného bezpečnostního systému.
Výsledky zahraničních projektů T200.3	Poskytnou informace o současném stavu problematiky oboru. Jedná se o projekty EU (ASTRA ...), výsledky činnosti PIARC/C5 a výzkumných skupin v rámci ITA/AITES.
Vyhodnocení stavu v ČR T200.4	Bude navržena metodika a provedena pasportizace pěti silničních tunelů z hlediska bezpečnosti. Budou zpracovány všechny dopravní excesy a další mimořádné události. Součástí je i vyhodnocení práce s informacemi v těchto tunelech.

**PROJECT:
RISK ASSESSMENT AND RISK
MANAGEMENT IN ROAD TUNNELS**

In the Czech Republic, five new road tunnels have been constructed and fully equipped with technical facilities over the past few years, and new tunnel constructions are presently in the planning phase. Despite the fact that tunnels are being routinely equipped in compliance with the latest European knowledge, the catastrophes that occurred in the Alpine tunnels proved that it is necessary to pay extraordinary attention to safety policies. Subsequently to these accidents, great effort has been devoted to installation of additional equipment, which is often not necessary and which significantly raises the investment costs.

SCOPE OF THE SOLUTION

In 2000, the Ministry of Transport and Communications called a tender for the project No. 803/110/105 "Risk assessment and risk management in road tunnels". The project has been scheduled for three years and the principal goal is to analyze local and international experience and develop specifications that will become binding criteria for risk assessment in road tunnels.

DEVELOPMENT TEAM

The winner of the tender was the consortium led by Eltodo EG, a.s. The project manager and chief developer is ing. Pavel Příbyl, CSc. The other members of the consortium are Metroprojekt, Metrostav, Silniční společnost and TSK. All these organizations are members of the Czech Traffic Telematics Association.

PROJECT ORGANIZATION

The project is divided into yearly phases. The scheduled start is in 2001 and completion in 2003. The development team meets regularly, and some meetings are attended by representatives of the Ministry of Transport and Communications. The completion of each phase is compiled into an annual final report, which is submitted to independent opponents for their comments. The key tasks can be summarized as follows:

YEAR 2001	
Czech legislation T200.1	<i>Analysis of regulations in force and new regulations being prepared pertinent to crisis management. By-laws and regulations on the levels of regions and towns. Principles of a consolidated safety system.</i>
Results of projects in other countries T200.3	<i>They will provide information on the actual state of the industry problem being resolved. The discussed topics relate to EU projects (ASTRA,), results of activities initiated by PIARC/C5 and research teams who develop their activities within the framework of ITA/AITES.</i>
Assessment of the situation in the Czech Republic T200.4	<i>A safety assessment methodology shall be proposed and the assessment will be carried out in five road tunnels. A process for locating and resolving traffic incidents and other extraordinary traffic events shall be defined. Also included is an evaluation of how information is processed and used in the respective tunnels.</i>

ROK 2002	
Zahraníční legislativa T200.2	Vyhodnocení legislativy v zahraničí, standardy vybavení technologie a bezpečnostní standardy.
Stávající metodika T300.1	Nalezení vhodné metodiky pro vyhodnocování rizik, případně analýza dostupného programového vybavení. Výzkum vhodnosti využití, nalezení optimálních metodiky.
Vytvoření metodiky, zpracování programu T300.2	Výzkum spočívá ve vytvoření spolehlivé metodiky na objektivizaci vyhodnocení rizik založené na ocenění rizik, pravděpodobnosti jejich výskytu a dalších parametrech. Programové vybavení umožní vyhodnocovat rizika i běžným provozovatelům nebo projektantům.

YEAR 2002	
Foreign legislation T200.2	Assessment of the legislation in other countries, standards for technological equipment and safety standards.
Existing methodology T300.1	Determination of a suitable methodology for risk assessments; if applicable, an analysis of the existing system software will be carried out. Research on the convenience of use and introduction of an optimal procedure.
Introduction of the methodology, program set-up T300.2	The research is based on the creation of a reliable methodology for objectification of risk assessment resulting from risk appraisal, probability of risk occurrence and other parameters. The software will enable even common operators or designers to carry out the risk assessment.

ROK 2003	
Verifikace výsledků výzkumu T300.3	Navržená metodika a programové vybavení budou ověřeny nejméně na dvou našich silničních tunelech. Navržená metodika bude pro vybrané tunely základem pro trvalé vyhodnocování.
Technické podmínky T400.1	Zpracování technických podmínek s pracovním názvem "Analýza a řízení rizik tunelů pozemních komunikací".
Vytvoření zásad pro bezpečnostní audit T400.2	Má za cíl připravit zásady a podmínky, jak bude vytvářen audit pro posuzování bezpečnosti tunelových staveb ve stadiu projektování i provozování.

YEAR 2003	
Verification of the findings T300.3	The designed methodology and software shall be verified in practice by applying to two local road tunnels at the least. The applied methodology design shall form the basis for continuous assessments in the selected tunnels.
Technical conditions T400.1	Development of technical conditions under the working title "Risk assessment and risk management in road tunnels."
Determining safety audit principles T400.2	The goal is to lay down the principles and conditions for carrying out audits focused on analyses of safety conditions in tunnel constructions in the phase of design and during operation.

Projekt bude ukončen závěrečnou zprávou v lednu 2004.

Kromě povinností vyplývajících z projektu se řešitelský kolektiv zabývá dalšími aktivitami souvisejícími s bezpečností v tunelech:

Návštěva tunelu Mont Blanc Po velkém úsilí a s přispěním ITA/AITES se podařilo navštívit tento tunel ještě před jeho dokončením. Byla získána řada cenných informací, které byly publikovány v několika dokumentech.

Pracovní skupina "Bezpečnost v podzemních stavbách" Jádrem skupiny jsou členové řešitelského kolektivu, skupina se pravidelně schází. Přehled o její činnosti bude publikován v č. 3 časopisu Tunel a je v příloze této zprávy.

Uspořádání odborného semináře "Bezpečnost a dopravní rizika" uspořádaného 12. července na FD za účasti široké odborné veřejnosti. Zde byl také projekt MDS představen.

Technické podmínky MDS Řešitelský tým se podílí na připomínkových TP "Provoz, správa a údržba tunelů PK", kde je bezpečnosti věnována zvláštní kapitola.

Metodická příručka Praha Pro vybavení tunelů městského okruhu v Praze je připravena metodická příručka zpracovaná doc. Příbylem řešící detailněji dopravní značení a bezpečnost. Probíhá zde koordinace s projektem MDS.

Mezinárodní konference Vzhledem k tomu, že se každoročně koná několik konferencí věnovaných bezpečnosti, je dohodnuto, že se členové týmu budou těchto konferencí koordinovaně zúčastňovat.

Projekt UPTUN Část řešitelského kolektivu jedná s koordinátory velkého evropského projektu, který by měl řešit dodatečné a levnější bezpečnostní vybavení tunelů. Dr. Corsi navštívil Prahu a je předpoklad, že Eltodo a případně další zájemci budou zahrnuti do projektu.

Jednotná databáze Pro sjednocení zdrojů informací je zpracován program v ACCESS (Ing. Štefan), který umožňuje zapisovat všechny odkazy v jednotné podobě.

The project will be completed and the final report will be compiled by January 2004.

Besides the responsibilities implied in the project, the development team is engaged in other activities concerning safety in tunnels:

Visit to tunnel Mont Blanc Following great effort and with help of ITA/AITES it was possible to visit this tunnel at the time before its completion. A number of valuable information was gathered and later published in several documents.

"Subsurface structures safety" working team The core of the working team consists of members of the development team. The working team meets regularly. A summary of its activities shall be published in "Tunel" magazine, issue no. 3, and the content of this summary is enclosed with this report.

The "Safety and traffic risks" specialized workshop held July 12, at FD was noted for the strong attendance of professionals. The MDS project was introduced on this occasion.

Technical conditions for MDS The development team participates in the commenting procedure focused on the "Operation, administration and maintenance of road tunnels" specifications that are under development. Special attention is given to safety issues that are addressed in a special chapter.

Guidelines for Prague A methodological guide has been prepared by Doc. Příbyl for technical equipment in tunnels within the urban ring road in Prague. The guide is designed to resolve road signaling and safety issues in detail. The guidelines are prepared in coordination with MDS project.

International conference In view of the fact that several conferences specializing in safety are held every year, it is understood that team members will attend these conferences in coordination with their actions.

UPTUN project Part of the development team meets with coordinators of the major European project which is expected to resolve additional and cut-rate safety devices in tunnels. Dr. Corsi visited Prague and there is strong anticipation of inclusion of Eltodo or other interested parties into this large-scale project.

Uniform database In order to consolidate information sources, an ACCESS-based program has been developed by Ing. Štefan, which enables to register all references or messages in uniform layout.

JUBILEA

JUBILEES

10 LET ČASOPISU TUNEL

10 YEARS OF THE „TUNEL“ MAGAZINE

Československý tunelářský komitét ITA/AITES se v roce 1992, tedy po deseti letech od svého přijetí za člena mezinárodní nevládní organizace International Tunneling Association, rozhodl vydávat svůj zpravodaj Tunel. U zrodu tohoto časopisu stálo devět členských organizací Čs. tunelářského komitétu ITA/AITES. Především je nutno jmenovat Metrostav, jehož prostřednictvím začal časopis vycházet. Navázal tak na 22 předcházejících ročníků podnikového odborného časopisu Zpravodaj metro, který shrnoval vědecké a technicko-ekonomické informace hlavně z výstavby metra v Praze, ale i ve světě. Dalšími zakladateli byly organizace Ingstav, Metroprojekt, PÚDOS, SG-Geotechnika, Subterra, Vodní stavby - o. z. 05, Vojenské stavby a PÚDIS.

Duší celého závěru byl první předseda redakční rady ing. Jaroslav Grán. Redakční rada měla deset členů, z nichž dosud zůstávají aktivními ing. Miloslav Novotný, ing. Pavel Polák, ing. Georgij Romancov, ing. Milan Krejcar a ing. Miroslav Uhlík.

Od té doby uplynulo dalších deset let a časopis Tunel slaví své jubileum. Za toto období došlo k několika významným změnám. Bohužel je nutno především zmínit smutnou událost, a to úmrtí pana ing. Jaroslava Grána v roce 1993. Tento velmi schopný technik, organizátor a společenský člověk stačil ještě v I. čísle ročníku 1993 formulovat záměry a cíle časopisu Tunel a v zápětí jej nelítostná smrt vyrvala z našeho středu. Náš časopis trvale připomíná jméno Ing. Jaroslava Grána jako svého zakladatele.

V roce 1993 došlo k zásadní změně v životě našeho státu - rozdělení ČSFR na Českou a Slovenskou republiku. Čs. tunelářský komitét ITA/AITES zachoval do určité míry věrnost původnímu československému uspořádání a časopis Tunel se stal společným zpravodajem Českého i Slovenského tunelářského komitétu.

Ing. Petr Vozarik navázal na ing. Grána a stal se předsedou nově utvořené redakční rady. V této funkci působí dosud. Redakční rada se rozrůstá, časopis Tunel mění svou tvář. Svoje původní poslání, tj. prezentaci úrovně českého a slovenského podzemního stavitelství a jeho porovnání se světem, plní dál.

Ve funkci vedoucího redaktora časopisu Tunel se dosud vystřídal pánové PhDr. Miroslav Kadlec, PhDr. Jan Barták, DrSc. a Ing. Karel Matzner, který tuto funkci zastává od roku 1996 až dodneška.

Od druhého čísla ročníku 1996 skončila gesce a masivní finanční podpora časopisu Tunel od společnosti Metrostav a tento časopis se stal plně závislým na Českém a Slovenském tunelářském komitétu. To se projevilo i na jeho obsahu, který se obohatil o nové podněty. Na svých stránkách zahrnuje technické informace o podzemním urbanismu, technologiích, teoretické statě z oboru geotechniky a informace o nových podzemních stavbách. Vedle metra a prvních podzemních objektů v technické infrastruktuře se nově objevují v časopise projekty dopravních tunelů silničních i železničních, problematika údržby, a otázky sanace a bezpečnosti již hotových podzemních staveb. Časopis soustavně informuje své čtenáře o událostech v ITA/AITES na tuzemském i mezinárodním poli. Slouží potřebám nejen podnikatelských subjektů, ale i teoretické a pedagogické frontě, zejména zásluhou dlouholetého člena redakční rady prof. ing. Jiřího Bartáka, DrSc.

Ve čtvrtém čísle ročníku 1998 došlo k výrazné kvalitativní změně ve vydávání časopisu Tunel. Ing. Jindřich Hess, předseda ČTuK ITA/AITES a viceprezident celé asociace, podpořil myšlenku zavedení anglické mutace a tím se našemu časopisu otevřela cesta do odborného světa.

To je velký pokrok, který si vysloužil mezinárodní uznání. V té souvislosti je nutné se zmínit i o výtvarné a grafické tváři časopisu Tunel, která je vysoce hodnocena a zachovává kontinuitu celých deset let. Za ni patří dík a obdiv grafikovi Petru Míškovi.

Časopis Tunel je páteří života českých a slovenských tunelářů. Zásadním způsobem pomáhá organizaci odborných konferencí v ČR i SR, přispívá ke světovým tunelářským kongresům ITA/AITES a získal si respekt u odborné veřejnosti.

Deset let života časopisu stojí za ohlédnutí a toto jubileum vybízí k oslavě. Jsme přesvědčeni, že se dobrá věc podařila a slouží všeobecnému technickému pokroku.

Ing. Petr Vozarik, předseda redakční rady
Ing. Miroslav Uhlík, člen redakční rady

The Czechoslovakian ITA/AITES tunneling committee decided in 1992, 10 years after its accession into the international non-governmental organization International Tunneling Association, to begin releasing its bulletin Tunel.

9 member organizations of the Czechoslovakian ITA/AITES tunneling committee stood by birth of this magazine. It is necessary to name Metrostav before all, through whom the magazine was being issued. It has thus joined on the 22 preceding issues of the company's professional magazine Subway bulletin, which involved scientific, technical and economical information especially from subway constructions in Prague as well as rest of the world. Other founders of the organization have been Ingstav, Metroprojekt, PÚDOS, SG-Geotechnika, Subterra, Vodní stavby - o.d. 05, Vojenské stavby a PÚDIS.

The first chairman of the editorial board Ing. Jaroslav Grán was a soul of the entire ambition. The editorial board had 10 members, from whom Ing. Miloslav Novotný, Ing. Pavel Polák, Ing. Georgij Romancov, Ing. Milan Krejcar a Ing. Miroslav Uhlík still remain active. Another 10 years have passed since then and the Tunel magazine celebrates its anniversary.

Several significant changes have taken place during this period of time. Before all, it is essential to mark a very sad event, and thus death of Ing. Grán in 1993. This very capable technician, organizer and social person still managed to outline ambitions and goals of the Tunel magazine in its issue no. 1/1993, and closely after a ruthless death has taken him away from us. Our magazine permanently mentions the name of Ing. Jaroslav Grán as its founder.

A significant breakpoint in the life of our country took place in 1993 - separation into Czech and Slovakian republic. The Czechoslovakian ITA/AITES tunneling committee has to a certain extent kept its loyalty to the former Czechoslovakian arrangement and the Tunel magazine thus became a mutual bulletin for both Czech and Slovakian tunneling committees.

Ing. Petr Vozarik linked on Jaroslav Grán by becoming a chairman of the newly created editorial board. He has kept this position until today. The editorial board is growing, the Tunel magazine changes its outlook. Its former mission, i.e. to present the level of Czech and Slovakian underground engineering as well as its comparison with rest of the world, is still being held on to.

As for the office of the main editor-in-chief, several men have gone through - PhDr. Miroslav Kadlec, PhDr. Jan Barták, DrSc. and Ing. Karel Matzner, who occupies the position since 1996 until present day.

From issue no. 2/1996, a shelter and massive financial support of the Tunel magazine from the Metrostav company finished and the magazine became fully dependant on the Czech and Slovakian tunneling committees. That also appeared in its content, which was enriched by new ideas. On its pages it contains technical information about underground urbanism, technologies, theoretical essays from the field of geotechnics as well as information about new underground structures. Beside the subway and first underground structures within technical infrastructure, also projects of road and railroad tunnels, problems of maintenance, questions of rehabilitation and safety of already completed underground structures newly appear in the magazine. It continually informs its readers about ITA/AITES events within both domestic and international field. It serves not only to the needs of business subjects, but also to the theoretical and pedagogical purposes, especially thanks to long-term member of the editorial board Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc.

In the issue no. 4/1998, Tunel magazine went through a significant qualitative change. Ing. Jindřich Hess, ITA/AITES CTC chairman and vice-president of the entire association, opened up access to our magazine for the professional world while the magazine began to be issued in Czech, Slovakian and English languages. That has been a tremendous progress, which has earned international recognition. Along with this, it is necessary to mention the artistic and graphic outlook of the Tunel magazine, which is highly valued and keeps its continuity for the entire 10 years. A thank you as well as respect go to Mr. Petr Míšek.

The Tunel magazine is a spine of the life of Czech and Slovakian tunnelers. It essentially contributes to organization of professional conferences in CR and SR, contributes to global ITA/AITES tunneling congresses and thus has earned respect of the professional community.

10 years of the magazine's life are worth the reversed look and this jubilee calls for celebration. We are convinced that a good job has been achieved and that it serves to general technical progress.

Ing. Petr Vozarik, chairman of the editorial board
Ing. Miroslav Uhlík, member of the editorial board

VÝZNAMNÉ ŽIVOTNÍ VÝROČÍ ING. MILANA KREJCARA

Představujeme vám dalšího jubilanta šedesátníka. Je jím ing. Milan Krejcar, člen redakční rady časopisu Tunel už od jejího založení v roce 1992, a stále obětavý činovník v naší tunelářské společnosti.

Jeho profesní kariéra je velmi bohatá. Byla zahájena se zaměřením na geologický průzkum pro projektové práce v SUDOP a později v Metroprojekt. Postupně pracoval jako specialista a řídicí pracovník a byl u přípravy takových významných staveb jako dálnice D1 Benešov - Zruč na Sázavou, železniční tratě Diviaky - Banská Bystrica, Hranice na Moravě - Valašské Meziříčí či Trmice - Bílina a také v rozjezdu pražského metra. Od roku 1975 v působnosti FMD zajišťoval projektovou dokumentaci pro výstavbu dálničních tunelů na Slovensku a dostavby III. Vinohradského tunelu v Praze.

Přípravu posledně jmenované stavby dovedl až k realizaci jako pracovník Vojenských staveb, a to jako hlavní technolog pro podzemní stavby.

V té době se v rámci této společnosti realizovaly také jiné významné stavby jako Strahovský tunel, tunely metra stavby IB, železniční tunel v oblasti Blanska.

Svoje praktické a teoretické poznatky stále publikoval v řadě odborných časopisů a sborníků konferencí. Samozřejmě byl mezi nimi i předchůdce našeho časopisu Zpravodaj Metro.

Významná také byla jeho činnost v rámci spolupráce s VŠD v Žilině a ČVÚT v Praze. Za vynález prefabrikovaného železobetonového ostění ražených tunelů a sklaminátových kotev mu bylo vydáno autorské osvědčení. I po rozpadu Vojenských staveb zůstal profesní specializaci věrný, ať už v zaměření na průzkumné geologické práce, geologický monitoring či vlastní technologickou přípravu. Dokladem je jeho působení na stavbě železničního tunelu Březno u Chomutova.

Redakční rada oceňuje jubileantovu práci v redakční radě i v přípravném výboru zatím všech tunelářských konferencí ITA/AITES a přeje do dalších let pevné zdraví a stálý zájem o rozvoj geotechnického oboru.



A REMARKABLE ANNIVERSARY OF ING. MILAN KREJCAR

We introduce to You another sexagenarian jubilee. It is Ing. Milan Krejcar, member of editorial board of the Tunel magazine already since its foundation in 1992 and still an unselfish official within our tunneling association.

His profession career is very rich. It was commenced with focus on geological exploration for designing works within SUDOP and later Metroprojekt. Gradually as a specialist and executive participated at preparations of such significant structures as D1 highway Benešov-Zruč nad Sázavou, railway track Diviaky-Banská Bystrica, Hranice na Moravě-Valašské Meziříčí or Trmice-Bílina as well as by beginnings of the Prague subway. Since 1975 within FMT, he was responsible for project documentation for construction of highway tunnels in Slovakia and completion of the Vinohrady tunnel III in Prague.

As for preparation of the lastly mentioned structure, he brought it to completion already as an employee of Vojenské Stavby, and thus as a senior technologist for underground structures.

Also other significant constructions were being realized within the frame of this company at that time, such as Strahovský tunnel, tunnels of the IB subway line, railway tunnel in the region of Blanska.

He has been publishing his both practical and theoretical knowledge in a number of specialized magazines as well as conference proceedings. Predecessor of our magazine Subway Bulletin stood of course among them.

Also his activity within cooperation with TU in Žilina and CTU in Prague has been remarkable. As for invention of prefabricated ferroconcrete lining by driven tunnels and GRP anchors, he has been issued an author's certificate. Even following the dissolution of Vojenské Stavby, he remained devoted to his working specialization, being it the focus on exploratory geological works, geological monitoring or the technological preparation itself. His activity within construction of the railway tunnel Březno near Chomutov is a clear evidence.

The editorial board values the jubilee's work within editorial board and preparatory committee of all ITA/AITES tunneling conferences so far and wishes good health in the following years as well as permanent interest in development of the geotechnical field.

Ing. Petr Vozarik

65 ROKOV ING. JOZEFA FRANKOVSKÉHO

Životního jubilea 65 rokov sa v marci 2002 dožíva Ing. Jozef Frankovský, člen komitétu a sekretár Slovenskej tunelárskej asociácie ITA/AITES, dlhoročný odborník v oblasti podzemného staviteľstva.

Rodiskom jubilanta bola Veľká Franková na Zamagurí na severe regiónu Spiš. Po absolvovaní banického učilišta v Sirku a banickej priemyselky v Rožňave nastúpil v roku 1960 do podniku Banské stavby Prievidza. S Prievidzou a Banskými stavbami zostala jeho životná i profesionálna dráha až na krátke intermezzá zviazaná až do súčasnosti.

V rokoch 1961 až 1967 vyštudoval popri zamestnaní banícku fakultu VŠT v Košiciach, odbor hlbinné dobývanie a výstavba baní. Počas nasledujúceho obdobia až do roku 1989 pracoval vo viacerých funkciách na úseku technického rozvoja. Podieľal sa na vývoji viacerých technológií, či už pre oblasť razenia (vrtacie vozy, raziace stroje), banskej dopravy alebo vystrojenia (panelová výstuž, striekaný betón). Napriek nepriazni vtedajšej doby mu jeho technická kompetencia spolu s jazykovými znalosťami umožnili aktívnu účasť na viacerých pozoruhodných dielach nielen na Slovensku. Ako príklad stavieb, na ktorých sa podieľal, môžeme uviesť Novú odvodňovaciu štôľňu Voznica, prečerpávaciu vodnú elektrárňu Čierny Váh ako aj výstavbu Bane Cigel'. Po politických zmenách odštartovaných v novembri 1989 pracoval v roku 1990 ako poverený riaditeľ podniku Banské stavby. V rokoch 1991 až 1993 pôsobil ako riaditeľ odboru ťažby nerastných surovín na Ministerstve hospodárstva SR v Bratislave a v období 1993 až 1994 ako generálny riaditeľ Prefabetón, a. s., Košice. V roku 1995 sa vrátil na Banské stavby, kde pracoval ako vedúci odboru marketingu, neskôr ako vedúci kancelárie a poradca generálneho riaditeľa. V spolupráci s Banskými stavbami pokračuje do dnešných dní, keď v predošlom roku venoval mnoho energie a času príprave osláv päťdesiatročnice podniku a najmä vydaniu publikácie Popod hory a doliny.

Okrem aktivít pracovného rázu bol jubilant dlhé roky aktívny v publikačnej činnosti (časopisy Rudy a uhlí, Inžinierske stavby, Tunel) ako aj v činnosti profesných organizácií (Slovenská tunelárska asociácia, Slovenská banícka spoločnosť). Je dlhoročným spolupracovníkom redakcie časopisu Tunel, najskôr ako člen redakčnej rady, v súčasnosti ako odborný redaktor.

Jubilantovi želáme ešte mnoho rokov aktívne strávených prácou i odpočinkom pri plnom zdraví a duševnej pohode a prajeme sebe, aby sme sa s jeho energiou, espiritom a entuziazmom ešte dlho stretávali pri pracovných aj spoločenských podujatiach.



ING. JOZEF FRANKOVSKÝ'S 65 YEARS

Ing. Jozef Frankovský, member and secretary of the ITA/AITES Slovakian tunneling committee and a long term professional in the field of underground engineering, reaches a life jubilee of 65 years in March 2002.

Veľká Franková upon Zamagurí in the north of the Spiš region. After graduation from on mining specialized high school in Sirko and a mining and industrial school in Rožňava, he enrolled as employee by Banské Stavby Bystrica in 1960. Both his life and professional career have remained linked to Prievidza as well as Banské Stavby with short breaks until present day.

During 1961 and 1967, while employed he studied the Mining faculty of the TU in Košice, the major of deep mining and construction of mines. In the following era until 1989 he has been working in various positions within the department of technical development. He took part in development of numerous technologies, being it for the field of mining (mining vehicles, mining machines), mining transportation or equipment (panel reinforcement, sprayed concrete). Despite malignance of the past era, his professional competency together with knowledge of languages allowed him to actively participate at various remarkable works not only in Slovakia. As examples of construction projects, at which he took part, we can mention: the new water drainage adit Voznica, a pump storage scheme Čierny Váh, as well as construction of the mine Cigel'. After political shifts started in November 1989, he worked as a designated general manager of the company Banské Stavby. During the years 1991-1993 he worked as chairman of the department of Mining of raw materials within the Slovakian Ministry of economic affairs in Bratislava and between 1993 and 1994 as a general manager of Prefabetón Košice, Inc. In 1995, he returned to Banské Stavby, where he consequently worked as chairman of the Marketing department, later as chairman of office and advisor of the general manager. He has remained cooperating with Banské Stavby until present day, while last year he put a lot of time and effort into preparation of the company's 50-year celebration, especially into edition of the publication "Popod hory a doliny".

Beside his working activities, this man celebrating the anniversary has for long years been also energetic in the publicizing activity (magazines Ore and coal, Engineering construction, Tunel) as well as activity within professional organizations (Slovakian Tunneling Association, Slovakian Mining Society). He is a long-term cooperater of the Tunel magazine, firstly as member of the Editorial board, currently as a specialized editor.

We wish him still a number of years actively spent by work as well as retirement with full health and spiritual well-being, while we wish to ourselves for a long time to still meet with his energy, spirit and enthusiasm within working as well as social proceedings.

Ing. Pavol Kusý, CSC.

prezident Slovenskej tunelárskej asociácie ITA/AITES
President of the ITA/AITES Slovakian Tunneling Association

ZPRÁVY Z TUNELÁŘSKÝCH KONFERENCÍ

NEWS FROM TUNNELLING CONFERENCES

MEZINÁRODNÍ SYMPOZIUM
MODERNÍ TUNELÁŘSKÉ POSTUPY
A TECHNOLOGIE IS - KJÓTO 2001INTERNATIONAL SYMPOSIUM
ON MODERN TUNNELLING SCIENCE
AND TECHNOLOGY IS - KYOTO 2001

Ve dnech 30. října až 2. listopadu 2001 se konala v Kjótu jedna z velkých tunelářských konferencí, sponzorovaných Mezinárodní tunelářskou asociací ITA-AITES. Hlavní pořadatel, Univerzita Kjóto, využil všestranně vybavených prostor Mezinárodního konferenčního centra v Kjótu, což umožnilo účast v Asii tradičně velkému počtu účastníků, kterých bylo asi 600.

Bylo předneseno 6 klíčových přednášek, které již svým zaměřením dobře charakterizují současný stav a tendence v podzemním stavitelství: F. Vuilleumier (Švýcarsko) hovořil na téma "Filozofie komplexní bezpečnosti tunelů ve Švýcarsku", T. Tamura (Japonsko) měl přednášku o základních mechanismech tunelování, přednáška H. Wagnera (Rakousko) se zabývala přizpůsobováním moderních tunelářských metod podmínkám horninového prostředí, téma přednášky V. Koyamy (Japonsko) bylo "Metody projektování tunelů ražených štíty", H. Russell (USA) hovořil o opravách a sanacích tunelových staveb a přednáška T. Hanamury (Japonsko) se zaměřila na systémové využití podzemních prostor v urbánních oblastech v 21. století. V průběhu symposia bylo předneseno na 170 referátů, dalších asi 40 příspěvků bylo prezentováno formou posterů. Celá problematika byla rozdělena do několika sekcí:

Procesy tunelování, Projektování a stavba městských tunelů, Projektování a stavba horských tunelů, Údržba a opravy tunelových staveb, Projektování a stavba podzemních staveb, Měření, monitoring, geofyzikální metody a geotechnická charakteristika.

V době symposia byla v Kongresovém centru uspořádána technická výstava, které se zúčastnilo 30 vesměs japonských firem a korporací z oblasti tunelování a podzemního stavitelství.

Součástí symposia byly odborné exkurze na stavby městských i dálničních tunelů v blízkém okolí.

Hlavní poznatky z konference lze velmi stručně shrnout takto: Podzemní stavitelství se rychle rozvíjí a je schopno řešit i ty nejobtížnější úkoly, pokud jde o rozměry staveb, přírodní podmínky a dosahované výkony. Patrný je rychlý transfer nejmodernějších materiálů, technologií a mechanizačních prostředků ze všech průmyslových oblastí do technologií podzemních staveb. Technická úroveň a výkonové parametry strojů používaných při výstavbě tunelů (TBM, mechanizované štíty atd.) prudce rostou a jsou koncipovány tak, aby bezpečně pokryly co největší rozsah přírodních podmínek bez změny technologie a úprav stroje. Zjednodušeně řečeno význam a váha konstruktérů, strojních inženýrů a elektroniků roste na úkor projektantů a geomechaniků. I v teoretické oblasti je zřetelná snaha o sblížení a sjednocení principů a postupů tunelování v jednotlivých oblastech (městské a dálniční tunely, podmínky skalních hornin a zemín).

Sympozium potvrdilo pozici Japonska jako tunelářské velmoci, pro niž je využití podzemního prostoru nezbytnou nutností danou geografickými a demografickými podmínkami země. Navštívená stavba tunelu Ritto, jako části nové šestiproudové dálnice Tokio - Kobe, byla úkázkou precizní japonské organizace a vysoké kvality práce. Dvoutubusový tunel v oblasti Konanských Alp s délkou 3,8 km byl nejprve vyražen v centrální části průřezu v každém tubusu pomocí TBM v průměru 5 m a pak rozšířen pomocí trhavé práce na základě principů NRTM na celkový průřez o šířce 17,5 a výšce 12,5 m. Kromě vlastních technologických a výkonových parametrů (které byly podpořeny příznivými geologickými podmínkami pevného žulového masivu) stojí za zmínku dokonalá organizace, pořádek a čistota staveniště (např. všechny dočasné přístupové komunikace jsou dokonale vyasfaltovány až k ústí tunelu).

Návštěva Japonska je velmi působivá i z hlediska řádu a organizace běžného života, např. dokonalého fungování veřejné dopravy s obrovskými dopravními kapacitami. Pro nás Středoevropany je ovšem největším zážitkem disciplína a chování běžných občanů, naprostá absence projevů vandalizmu a násilí (včetně sprayerů) a úroveň služeb. Jeden příklad z konference: Autor těchto řádků řídil jednání sekce, kde na prezentaci příspěvku byl stanoven limit 5 min. Nebylo nutné ani v jednom případě napomínat přednášející (vesměs Japonce), aby limit dodrželi. Nejpозději za 4' 30" následovala závěrečná úklona a odchod z pódia.

One of the large tunneling conferences, sponsored by the International Tunnelling Association ITA/AITES, took place in Kyoto between October 30 and November 2, 2001. The University of Kyoto as a main organizer used the multi-purposely equipped rooms of the International Conference Center in Kyoto, which allowed for Asia traditionally high number participants, of which there was approximately 600.

6 key lectures were delivered. Their orientation well describes the current state and trends within underground engineering. F. Vuilleumier (Switzerland) spoke on the topic of "Integral Safety Philosophy of Tunnels in Switzerland and International Comparison", H. Tamura (Japan) held a lecture on fundamental tunneling mechanisms, the lecture of H. Wagner (Austria) dealt with the accommodation of modern tunneling methods to conditions of rock environment. The topic of the lecture of V. Koyama (Japan) was "Design Method of Shield Tunnels", H. Russell (USA) spoke about refurbishment and repairs of tunnel structures while the lecture of T. Hanamura (Japan) was focused on the systematic use of underground space within urban areas in the 21st century.

About 170 lectures were delivered during the course of the symposium, another 40 contributions were presented in the form of posters. All of the problems were divided into several sections:

The mechanisms of tunneling; Design and construction of urban tunnels; Design and construction of mountain tunnels; Maintenance of tunnel structures; Design and construction of underground structures; Measurement; monitoring, geophysics and site characterization.

A technical exhibition, at which 30 of mostly Japanese companies and corporations from the field of tunneling and underground engineering took part, was organized in the Congress center during the symposium.

Specialized excursions to construction sites of urban and highway tunnels in the vicinity were part of the symposium.

It is possible to briefly sum up the main knowledge gained from the conference in the following way: The underground engineering is developing quickly and is able to solve even the most complicated tasks concerning dimensions of structures, natural conditions or achieved outputs. A fast transfer of most modern materials, technologies and mechanical equipment from all industrial fields into technologies of the underground construction is apparent. Technical level and output parameters of equipment used in tunnel construction (TBM, mechanized shields etc.) rise rapidly and are designed to safely cover the largest possible range of natural conditions without alteration of excavation technique or modification of the equipment. In other words, the significance and value of equipment designers, mechanical engineers and electronicians rises as opposed to tunnel designers and geomechanical engineers. Even within the theoretical sphere there is an effort obvious to converge and unify the principles and procedures of tunneling in specific fields (urban and highway tunnels, rock and soil conditions).

The symposium confirmed the role of Japan as a dominating tunneling power, for which the use of underground space is an essential necessity given by geographical and demographical conditions of the country. The visited construction site of the Ritto tunnel, as a part of the new 6-lane Tokyo-Kobe highway, was a display of precise Japanese organization and high quality of work. The 3,8km-long double-tube tunnel in the area of the Konan Alps, was firstly driven in a central part of the cross section of each tube, using a 5m-diameter TBM. Then the excavation was extended, using blasting works based on principles of the NATM, to the final cross section 17,5 m wide and 12,5 m high. Beside the technological and output parameters proper (those were supported by favorable geological conditions of a solid granite massif), also the outstanding organization, order and neatness at the construction sites are worth mentioning (for instance all of the temporary access roads are perfectly asphalted all the way to the tunnel entrance).

A visit to Japan is very impressive also from the viewpoint of the order and organization of the common life, for instance perfect operation of the public transportation with gigantic capacities. As for us middle-Europeans, however, the greatest experience is the discipline and behavior of ordinary people, a total absence of displays of vandalism and violence (including graffiti) as well as the level of services. One example from the conference: author of these lines was chairing a session of a section, where there was a given limit of 5 min. on presentation of one contribution. Not even in a single case was it necessary to remind the lecturers (mostly Japanese) to keep the limit. By 4' 30" at the latest a final bow and departure from the stage followed.

SILNIČNÍ KONFERENCE 2001

Jako již tradičně se ve dnech 16. až 17. října 2001, tentokrát v Olomouci, konala v pořadí již 9. konference odborníků zabývajících se silničním stavitelstvím. Konference byla pořádána pod patronací České silniční společnosti se zájstěním Agenturou Viaco.

Cílem konference bylo seznámit odbornou veřejnost s aktuálními problémy a úkoly investiční výstavby, údržby a opravy silnic a dálnic ve vazbě na nové regionální rozdělení republiky.

Průběh konference zahrnující příspěvky a diskuse byl rozdělen do následujících tematických bloků:

I. Stav silniční sítě a možnosti jejího rozvoje do roku do roku 2010;

II. Nové organizační uspořádání silničního hospodářství;

III. Financování silničního hospodářství v nových podmínkách;

IV. Technická politika silničního hospodářství.

Účastníci na daná témata vyslechli 26 příspěvků, samozřejmě že největšímu zájmu se těšily příspěvky věnované zajištění výstavby a financování pro nejbližší léta.

Znovu všechny podpořily I. fází přijaté dopravní politiky ČR (do období přípravy na vstup do EU) s cílem zastavit zhoršování stavu infrastruktury a pokračovat v její modernizaci a intenzivním využití všech forem jejího financování.

Pracovníci státního fondu dopravní infrastruktury a Ministerstva financí potvrdili dynamiku růstu zdrojů směřovaných na výstavbu a obnovu silniční dopravní infrastruktury pro období 2002 až 2004 (Index 2002/01 pro silnice 114,9, pro dálnice 161,8).

Z hlediska tunelového stavitelství je důležité, že pro léta 2002 až 2004 jsou do plánu výstavby zahrnuté úseky dálnic s tunelovými stavbami, a to na dálnicích D8, D47 a také na dálničním obchvatu hl. m. Prahy.

Z pohledu zhotovitelé strany bylo předloženo na konferenci několik významných námětů pro zlepšení současného stavu rozvoje infrastruktury, jako např.:

- vytvořit střednědobý program, min. na 5 let, prací na dálnicích a silnicích a formou vládního usnesení potvrdit alespoň posloupnost staveb;

- v oblasti oprav stanovit související koncepci, která by obsahovala zhodnocení stavu a představu o způsobu zlepšení;

- režim přípravy smluvně zajistit k začátku stavební sezóny následujícího roku.

V katalogu konference je uveden i přehled technických předpisů, které byly zpracovány nebo zaktualizovány v letech 2000 - 2001. Pro obor geotechnika se jedná zejména:

Normy:

ČSN EN 1537 (731051)-01 Provádění speciálních geotechnických prací - injektované horninové kotvy

ČSN EN 1538 (731441)-01 Podzemní stěny

ČSN EN 12699 (733001) Ražené piloty

Technické podmínky MDS:

TP 76 Geotechnický průzkum pro stavby PK

TP Provoz, správa a údržba tunelů

Metodické pokyny:

Technicko-ekonomické hodnocení tunelů PK

Projekty výzkumu a vývoje:

803/120/105 Analýza a řízení rizik v tunelech

(zpracovává ELTODO do r. 2003)

Z hlediska naší tunelářské odbornosti na konferenci tentokrát nebyl zařazen žádný příspěvek, ale věřím, že v příštím roce, kdy budou zahájeny průzkumné práce na tunelech dálnice D8 a D5, se této problematice bude věnovat zvýšená pozornost.

KONFERENCE ŽELEZNICE 2001

Setkání investorů, projektantů, stavitelů a správců, které pořádaly už pošeté České dráhy, s. o., DDC, o. z., a SUDOP Praha, a. s., se uskutečnilo v Praze ve dnech 1. až 2. 11.

Základní téma konference:

- investiční priority Českých drah a možnost financování;

- nové poznatky dodavatelských organizací z realizace železničních staveb;

- vývoj a novinky v oblasti železničního zařízení.

V průběhu jednání bylo všeobecně konstatováno, že železniční infrastruktura za evropskou zaostává, dále podstatně klesl dopravní výkon nízkou konkurenceschopností železnice vůči silniční dopravě. Jednou z cest zlepšení stavu je rozvoj a modernizace čtyř tranzitních koridorů, dále realizace nového propojení tratí a nádraží v Praze, rekonstrukce nádraží v Brně. Z hlediska tunelového stavitelství je významné, že v přípravném a projekčním stadiu jsou stavby Česká Třebová - Záhřeb na Moravě s řadou tunelů a nové propojení v Praze také s významnou tunelovou stavbou. S realizací se počítá postupně od roku 2002.

Rozvoj tunelových staveb v železniční dopravě podpořil příspěvek Metrostavu Praha zabývajícím se realizací prvního železničního tunelu raženého novou rakouskou metodou na trati Kralupy - Vraňany.

O tom, že železniční tunely nabývají na významu v budování nové infrastruktury železnic, svědčí i to, že 23. 1. 2002 byla tomuto tématu spolu s železničními mosty věnována samostatná konference.

ROAD CONFERENCE 2001

As already traditionally during October 16-17, this time in Olomouc, a 9th conference of professionals dealing with road engineering took place. The conference is organized under auspices of the Czech road association, organized by the Viaco agency.

The conference's focus was to inform the professional community about current problems, tasks in the field of capital construction, maintenance and repair of roads and highways in connection to new regional division of the republic.

The course of the conference, including contributions and lectures, was divided into the following topic circuits:

I. Status of the road network and possibility of its further development until 2010;

II. New administrative organization of the roads management;

III. Funding of the roads sector under new conditions;

IV. Technical policy of the roads management.

Participants have heard 26 contributions on the given topics, naturally the highest attention was devoted to contributions dealing with the status of securing the development and funding for upcoming years. Again, all of them have expressed support for the I. phase of the adopted Transportation policy of CR (until the time of preparation for accession into the EU) with its goal to prevent further deterioration of the status of infrastructure and to continue its modernization as well as intensive use of all forms of its funding.

Representatives of the State fund of traffic infrastructure and the Ministry of Finance confirmed dynamic growth of resources allocated to construction and reconstruction of the road traffic infrastructure for the term 2002-2004 (Index 2002/01 for roads 114.9, for highways 161.8).

From the viewpoint of the tunnel engineering, it is important that there are highway sections with tunnel structures included in the construction plan for 2002-2004, and thus within highways D8, D47 as well as within the Prague highway by-pass.

From view of the sphere of contractors, several significant motives for improvement of the current status of the infrastructure development have been submitted, such as:

- to set up a medium-term program, for 5 years at least, of works on highways and roads and in the form of governmental resolution to confirm at least sequence of the projects;

- in the field of repairs to determine a coherent concept which would include evaluation of the status as well as a proposal for the method of improvement;

- to contractually secure the regime of the preparation by the beginning of the building season of the following year.

Within proceedings from the conference, also an overview of technical regulations, which have been elaborated or updated during 2000-2001, is presented. For the geotechnical field, those especially are:

Standards:

CSN EN 1537 (731051)-01 execution of specialist geotechnical works - grouted rock anchors

CSN EN 1538 (731441) - 01 diaphragm walls

CSN EN 12699 (733001) - driven piles

Specifications issued by the MTC:

TP 76 geotechnical exploration for road construction

TP operation, administration and maintenance of tunnels

Methodical instructions:

Technical - economical evaluation of road tunnels

Research and development projects:

803/120/105 analysis and management of risks in tunnels

Being elaborated by Eltodo, to be finished by 2003

From the viewpoint of our tunneling profession, no contribution was on program at the conference this time, I believe however, that in the following year, when exploratory works on tunnels of the D8 and D5 highways will be commenced, an increased attention will be devoted to these problems.

Ing. Petr Vozarik

THE CONFERENCE "RAILWAYS 2001"

The meeting of owners, designers, contractors and administrators, organised already for the sixth time by České dráhy s.o. DDC o.z. (the Transport Routes Division of Czech Railways) and SUDOP Praha a.s., took place in Prague on 1st - 2nd November.

The basic conference topics were:

- investment priorities of Czech Railways and funding possibilities

- new knowledge gained by contractors on implementation of railway projects

- development and news in the field of railway equipment

It was generally stated in the course of the discussions that the railway infrastructure has been lagging behind the European standard, the hauling performance has declined significantly due to the low competitive strength of the railway compared with road haulage. One of the ways in which the current state can be improved is to develop and modernise four transit corridors, further to build a new connection in Prague, and to refurbish the rail station in Brno. From the viewpoint of the tunnelling industry, it is important that the planning and designing work has been started on the Česká Třebová - Záhřeb na Moravě project, containing a number of tunnels, and the "New connection" project in Prague, also with a major tunnel construction. The implementation of the projects is expected to start from 2002.

The development of tunnel structures in the railway traffic was supported by a paper by Metrostav Prague. It dealt with the execution of the works on a rail tunnel driven by the New Austrian Tunnelling Method on the Kralupy-Vraňany line.

Also the fact that a special conference will be dedicated to this topic, together with rail bridges, testifies to the fact that rail tunnels are gaining in importance within the development of the new railway infrastructure.

Ing. Petr Vozarik

ZPRAVODAJSTVÍ ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU

CZECH TUNNELLING COMMITTEE REPORTS

ZMĚNY V ČLENSKÉ ZÁKLADNĚ
ČTuK 1. 1. 2002

Do nového roku vstupujeme s dvěma novými členskými subjekty, které byly v průběhu uplynulého roku přijaty. Vítejme v našich řadách:

- projektovou a inženýrskou firmu **ABP, a. s., Praha** vedenou Ing. Miroslavem Kopřivou, předsedou představenstva a ředitelem společnosti, Nám. Hrdinů 6, 140 00 Praha 4.

Spojení: tel. 414 06 553, fax 414 00 224, e-mail abppraha@iol.cz, web www.abppraha.iol.cz. Hlavní zaměření činnosti: předprojektová a projektová dokumentace všech stupňů a druhů staveb, zvláště pak inženýrské konstrukce, podzemní stavby, mosty a tunely, dále pak inženýrská činnost.

- akciovou společnost **ENERGIE KLDNO, a. s.**, vedenou generálním ředitelem Ing. Zdeňkem Osnerem, CSc., kterou jsme čtenářům již představili v přehledu členských firem v č. 3/2001 našeho časopisu.

Se dvěma členy jsme se však na jejich žádost museli rozloučit. Členství ukončily HONEYWELL, s.r.o., a AD SERVIS TERRABOR, s.r.o.

CHANGES IN THE CTUC MEMBERSHIPS
AT JANUARY 1. 2002

We are entering the new year with two new member organizations which were accepted within the last year. We welcome among CTuC members:

- design and engineering firm **ABP a. s. PRAHA** headed by Miroslav Kopřiva, General Manager and Chairman of the Board of Directors, Nám. Hrdinů 6, 140 00 Praha 4.

Connection: phone +420 2 414 06 553, fax +420 2 414 00 224, e-mail abppraha@iol.cz, web www.abppraha.iol.cz.

Main subject of activity: pre-preparatory and preparatory documentation of all degrees and kinds of constructions, especially of civil engineering, underground, bridge and tunnel ones, and further civil engineering activities.

- stock joint company **ENERGIE KLDNO, a. s.**, headed by Zdeněk Osner, General manager, which was already introduced to our readers in the List of member organizations in the No. 3/2001 of our journal.

Two members have cancelled the membership according to their own decision: HONEYWELL, s. r. o. and AD SERVIS TERRABOR, s. r. o.

INFORMACE PRO ČLENY ČTuK

Zápis z jednání Pracovního shromáždění členů
Českého tunelářského komitétu ITA/AITES,
které se konalo podle stanov a usnesení předsednictva
ČTuK spolu s odborným seminářem
na pozvání firmy POHL, a.s.,
dne 15. 11. 2001 v hotelu Rustical v Brně, Červený Kopec 4

INFORMATION FOR CTUC MEMBERS

Minutes of the Working Members Session
of the Czech Tunnelling Committee ITA/AITES
held according to the Status and Board decision together
with a professional seminar
on invitation of the firm POHL, a.s.,
November 15, 2001, in Rustical hotel, Brno, Červený Kopec 4

Přítomni: dle prezenční listiny uložené v sekretariátu ČTuK: 28 zástupců 24 členských organizací, 8 individuálních členů
členové předsednictva: Ing. Jindřich Hess, prof. Ing. Jiří Barták DrSc., Ing. Georgij Romancov CSc., Ing. Václav Soukup
předseda Redakční rady časopisu TUNEL Ing. Petr Vozarik
přednášející: Ing. Karel Franczyk, zástupce fy. ISEKI pro ČR
sekretář ČTuK Ing. Karel Matzner

Omluveni: Prof. Aldorf, Ing. Doubek, Ing. Valeš, Doc. Příbyl, Doc. Rozsypal, Ing. Štátný, Ing. Doležalová

Účastníci obdrželi: - pozvánku s programem jednání
- návrh rozpočtu ČTuK na rok 2002
- TUNEL č. 3/2001

Jednání zahájil předseda ČTuK Ing. Hess a hostitelskou firmu představil Ing. Pohl.

1. Zpráva ze zasedání EC ITA/AITES v Miláně, o strategiích a prioritách asociace (Ing. Hess)

Předseda ČTuK komentoval poslední vývoj v ITA/AITES, rozhodnutí GA o zřízení profesionálního sekretariátu asociace v Lausanne, ustavení nové pracovní skupiny (WG) s názvem Conventional Tunnelling, o personálních změnách ve vedení asociace a o možnosti kandidatury Prahy na pořádání Světového tunelářského kongresu spojeného se zasedáním Valného shromáždění (GA) ITA/AITES v roce 2005. Příští zasedání GA bude v 03/2002 v Sydney, na němž budou doplňovací volby do předsednictva (EC) i místa konání příštích zasedání GA. Do konce listopadu je možno podat do sekretariátu ČTuK návrh kandidáta do předsednictva (EC) ITA/AITES na uvolněné místo po prof. Bulčevovi, jemuž končí funkční období a rovněž i závazný návrh na zajištění zasedání GA v Praze. Očekáváme i návrhy zájemců o členství v nově usta-

vené WG, případně i v dalších, v nichž nemáme zástupce (jejich seznam viz TUNEL č. 3/2001).

2. Zahájení funkčního období nově zvoleného předsednictva ČTuK (Ing. Hess)

Do předsednictva ČTuK byli zvoleni dva noví členové - Ing. Georgij Romancov CSc. a Ing. Václav Soukup. Ve svém krátkém vystoupení promluvil o oblastech, které budou mít v předsednictvu na starosti: zastupování předsednictva v Redakční radě časopisu TUNEL, sledování technického rozvoje v realizaci podzemních staveb. Zápis z Valného shromáždění ČTuK s výsledky voleb je publikován v č. 3/2001, zápis z prvního zasedání nového předsednictva vč. rozdělení kompetencí v č. 4/2001. Ing. Matzner komentoval služby sekretariátu ČTuK a redakce časopisu TUNEL, možnost využití knihovny, zprostředkování zaslání příspěvků na konferenci aj. Ing. Hess pak zvláště zdůraznil význam vystupování našich reprezentantů na tunelářských kongresech a konferencích v zahraničí z důvodů publicity nejen naší činnosti v podzemním stavitelství, ale i osobností reprezentujících náš obor.

3. Předpoklad hospodářského výsledku ČTuK v roce 2001, projednání a schválení nutných opatření k dodržení rozpočtu na rok 2002 (Prof. Barták, Ing. Matzner v zastoupení Ing. Doubka).

Financování ČTuK bylo ve IV/2001 vážně narušeno platební nekázní některých členských subjektů a Slovenské tunelářské asociace. K 30. 9. 2001 byl i po urgencích stav neuhrazených faktur 641,9 tis. Kč. Rozpočet roku 2001 bude dodržen se ziskem 13,3 tis. Kč, avšak stav finančních prostředků na b.ú. ohrožoval vydání čtvrtého čísla časopisu. STA po osobních jednáních část dluhu ve výši 410 tis. Kč již splatila a další platby jsou na cestě. Rovněž firma Amberg již začala se splácením pohledávek. Několik vybraných firem poskytlo k přelčení tohoto období zálohově finanční prostředky na poradenství v roce 2002.

Předložený rozpočet na rok 2002 je sestaven jako schodkový s ohledem na nutnost úhrady předstihových nákladů spojených s přípravou konference PS 2003. Do jeho skladby však bylo nutno započítat zvýšené částky za poradenskou činnost projednané v předsednictvu 4. 10. 2001 takto:

kategorie A - velké výrobní organizace: zvýšení o	5 000,-	na 100 000,-
B - malé výrobní	12 000,-	na 47 000,-
C - velké inženýrské	7 000,-	na 55 000,-
D - malé inženýrské	4 000,-	na 22 000,-

Původní částky byly schváleny valným shromážděním v roce 1996. V té době bylo 10 organizací v nejvyšší skupině A, v současnosti pouze 3 - MET-ROSTAV, SUBTERRA a VOKD. Mimo běžné inflační vlivy došlo ke kvalitativnímu i kvantitativnímu skoku ve vydávání časopisu TUNEL: obsah vzrostl z 32 na 56 stran v dvojjazyčném provedení a celobarevné úpravě. Proto je nutno upravit příjmovou část rozpočtu nejen o uvedené zvýšení plateb za poradenství, ale rovněž dodržet usnesení z Valného shromáždění o inzerci: každá organizace zajistí v roce dva inzeráty do časopisu, buď vlastní, nebo svých obchodních partnerů. Tato nutná opatření jsou do předloženého rozpočtu promítnuta.

Ing. Sochůrek připomíná, že za uvedenou dobu došlo rovněž k nerovnoměrnému rozvoji jednotlivých členských firem, takže tehdejší kategorizace už nemusí vyjadřovat současnou realitu.

Usnesení: Pracovní shromáždění bere na vědomí uvedené důvody vedoucí ke zvýšení poplatků za poradenství a hlasováním zvýšení jednomyslně schvaluje. Tím současně schvaluje i předložený rozpočet na rok 2002.

Uložilo představenstvu připravit návrh vhodných kritérií na stanovení výše poplatků za poradenství pro jednotlivé členy ČTuK tak, aby je bylo možno schválit na Valném shromáždění ČTuK v roce 2002.

4. Zahájení přípravy konference "Podzemní stavby Praha 2003" (Prof. Barták)

Předseda přípravného výboru prof. Barták seznámil přítomné se skladbou jeho členů, reprezentující jednotlivé členské organizace. Tento kolektiv se osvědčil v organizaci minulých konferencí a není důvodu jej měnit. Pokud by však některá z organizací žádala o výměnu nebo doplnění svého zástupce, nechť tak učiní do 30. 11. 01. Předpokládáme, že první schůzku PV svoláme v návaznosti na zasedání redakční rady 11. 1. 2002.

5. Mikrotunelování a jeho využití v komunálních stavbách (Ing. Franczyk)

Zástupce firmy ISEKI pro ČR přednesl zajímavý podrobný přehled technologií a mechanizace pro štoly a tunely malých profilů, doplněný obrazovou a výkresovou projekcí. Po přednášce odpovídal na dotazy účastníků.

6. Aplikace nových produktů firmy CarboTech v podzemním stavitelství (Ing. Janíček)

Radvanická firma CarboTech-Bohemia, s. r. o., zahrnuje celou škálu stabilizačních technologií, široký sortiment kotevnických systémů a speciálních injektáží od projektu až po realizaci včetně moderní mechanizace a materiálů. V podzemním stavitelství nacházejí stále častěji uplatnění chemické injektáže polyuretanové, akrylátové a silikátové, a to jak z hlediska stability, tak vodotěsnosti podzemního díla. Svou přednášku doplnil Ing. Janíček četnými grafy a obrazy.

7. Prezentace firmy POHL a jejích aktivit (Ing. Pohl, Ing. Fryč)

Přednášející informovali o rozvoji firmy od roku 1989 a zejména po roce 1992. Představili hlavní realizované projekty a zaměřili se na moderní strojní vybavení a technologie, reprezentované v poslední době MINI TUNEL SYSTÉMEM ve spolupráci s německou firmou TAUBER Rohrbau, jejími mini štoly DN 1000 až DN 2000 a železobetonovými trojkolbovými tybinky spojovanými na pero a drážku s bitumen/polyuretanovým těsněním.

Exkurzi na stavbu však bylo nutno zrušit z důvodu momentální nepřístupnosti staveniště. Zájemci jsou však zváni na prohlídku v nejbližší době po telefonické domluvě.

Závěrem předseda ČTuK poděkoval Ing. Pohlovi za zajištění dnešního setkání členů našeho komitétu a vyzval přítomné, aby sdělili do sekretariátu, kdo by měl zájem prezentovat svou firmu při příštím setkání, tj. při Valném shromáždění ČTuK v květnu 2002.

Zapsal: Ing. Matzner
Ověřil: Ing. Hess

KELLER

Metoda Soilfrac®

Sanace základů,
zdvihání objektů
a ochrana objektů
před poklesy

Kontaktujte nás na adrese:

KELLER - speciální zakládání, spol. s r.o.

K Ryšance 16 · P.O.Box 27
147 54 Praha 4 · Česká republika
☎ 00420 (0) 2 / 41 44 07 70, 1.121
Fax 00420 (0) 2 / 41 44 16 48
E-mail: Office.Praha@Kellergrundbau.cz

Kancelář Brno: Rennská 1a, 639 00 Brno

☎ 00420 (0) 5 / 43 33 00 70
Fax 00420 (0) 5 / 43 33 00 71
E-mail : Office.Brno@Kellergrundbau.cz

<http://www.KellerGrundbau.com>

**BIBLIOGRAFIE ČLÁNKŮ A STATÍ
UVEŘEJNĚNÝCH V TUNELU, ČASOPISU ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU
A SLOVENSKEJ TUNELÁRSKEJ ASOCIÁCIE ITA/AITES, V ROCE 2001**

**BIBLIOGRAPHY OF ARTICLES PUBLISHED IN THE JOURNAL "TUNEL"
OF THE CZECH TUNNELLING COMMITTEE AND THE SLOVAK
TUNNELLING ASSOCIATION ITA/AITES WITHIN THE YEAR 2001**

Ing. Pavel Polák

	Číslo Issue	Strana Page		Číslo Issue	Strana Page
ÚVODNÍK EDITORIAL			Energetický systém pražského metra <i>The Prague metro power system</i> Ing. Vladimír Seidl	2/2001	42
Ing. Jindřich Hess	1/2001	1			
Ing. Jiří Pokorný	2/2001	1	Úloha a funkce televizního a rádiového zařízení v podzemní dopravní stavbě <i>The role and function of television and wireless facilities in an underground structure</i>	2/2001	43
Ing. Jaroslav Kapusta	3/2001	1			
Ing. Libor Hájek	4/2001	1			
PODZEMNÍ URBANISMUS, VÝHLEDOVÉ STAVBY, NORMY UNDERGROUND CITY PLANNING, PROSPECTIVE PROJECTS, STANDARDS			Podzemní stavby a zdravotně postižení <i>Underground constructions and the disabled</i> Petr Lněnička	2/2001	46
Telematika v řešení dopravních problémů Prahy <i>Telematics in solutions of Prague traffic problems</i> Ing. Tomáš Goller	1/2001	14			
Architektura tunelových staveb pražského metra <i>Architecture of tunnel structures of the Prague metro</i> Ing. arch. Evžen Kyllar	2/2001	10	Pohyblivé schody a výtahy - významná zařízení podzemních staveb <i>Escalators and elevators - important equipment of underground structures</i> Jaroslav Vieulzeuf	2/2001	51
Tunely ve městě Brně <i>Tunnels in Brno</i> Ing. Antonín Havlíček	4/2001	7	Technologické mílnky polstoročnej evolúcie podniku Banské stavby Prievidza <i>Technological milestones of the half-centennial evolution of Banske stavby Prievidza</i> Ing. Jozef Frankovský	3/2001	2
TEORIE, VÝZKUM, SLEDOVÁNÍ THEORY, RESEARCH, MONITORING			Geotechnické podmínky ražených tunelů v trase IV. C1 pražského metra v Kobylisích <i>Geotechnical conditions of mined tunnels on the line IV.C1 of the Prague metro in Kobylisy district</i> Ing. Otakar Vrba	3/2001	12
Geotechnické poměry západního tunelu Mrázovka <i>Geotechnical conditions of the western tube of the Mrázovka tunnel</i> Ing. Jiří Hudek, CSc. Mgr. Radovan Chmelař	1/2001	2			
Telematika v řešení dopravních problémů Prahy <i>Telematics in solutions of Prague traffic problems</i> Ing. Tomáš Goller	1/2001	14	Kolejový svršek a přírodní kolejnice v tunelech metra <i>Trackwork and conductor rail in tunnels of the metro</i> Ing. Petr Dědič Ing. Jan Lacina	3/2001	19
Elektronické platby mytného - aplikace pro tunely <i>Electronic toll collection - application for tunnels</i> Doc. Ing. Pavel Příbyl, CSc.	1/2001	19	Historie a moderní trendy v návrhu přírodní kolejnice metra <i>History and modern trends in designing of conductor rail system of MRT</i> Ing. Jaromír Zlámal	3/2001	25
Enviromentálne čisté technológie odťažby rúbaniny při výstavbe tunelov <i>Environmentally friendly technologies of mucking during a tunnel construction</i> Doc. Ing. Daniela Marasová, CSc. Doc. Ing. Michal Maras, CSc.	1/2001	25	Tunnelscanner DIBIT - první použití v České republice <i>Tunnel scanner DIBIT - first use in the Czech Republic</i> Ing. Martin Šimek Helge Grafinger, Dipl. Ing., Dr. Nat. Techn.	3/2001	34
Průběh teploty a nárůst pevnosti u stříkaného betonu <i>Course of temperature and strength build-up in sprayed concrete</i> Ing. Pavel Polák Ing. Vladimír Míka	1/2001	31	Tunel Mont Blanc dnes <i>Mont Blanc tunnel today</i> Doc. Ing. Pavel Příbyl, CSc.	3/2001	38
Historie vzniku a rozvoje Metroprojektu <i>The history of origin and development of Metroprojekt</i> Ing. Miroslav Kupka	2/2001	2	Provoz, správa a údržba tunelů na území Prahy <i>Operation, administration and maintenance of tunnels in Prague</i> Rudolf Pelzl	4/2001	2
Jak začalo projektování tunelů metra v Praze <i>How the designing of the Prague metro tunnels started</i> Ing. Karel Závora	2/2001	4	Tunely ve městě Brně <i>Tunnels in Brno</i> Ing. Antonín Havlíček	4/2001	7
Architektura tunelových staveb pražského metra <i>Architecture of tunnel structures of the Prague metro</i> Ing. arch. Evžen Kyllar	2/2001	10	SW pro vybavení řídicího systému automobilových tunelů <i>SW for equipment of road tunnels' controlling systems</i> Ing. Jiří Sedlák	4/2001	12
Modelování vlivu podpůrných technologických opatření na redukci deformací tunelového nadloží <i>Modelling of the effect of supporting technical measures on reduction of tunnel overburden</i> Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc. Ing. Matouš Jilar, M.Sc.	2/2001	14	Řízení odezvy horniny - mílniky do roku 1970 <i>The control of ground response - milestones up to the 1960s</i> Prof. K. Kováří	4/2001	15
Větrání tunelů metra a silničních tunelů <i>Ventilation of metro and road tunnels</i> Ing. Miroslav Novák	2/2001	34	Statika NRTM: vliv rozpadu priméru na zatížení sekundéru <i>The NATM statics: Impact of disintegration of primary lining on loading of secondary lining</i> Ing. Aleš Zapletal, DrSc.	4/2001	20
Elektrická energie v podzemních líniových stavbách s elektrickou stejnosměrnou (DC) trakcí <i>Electric power in underground transport-related line structures with direct current (DC) electric traction</i> Miroslav Říha	2/2001	38	Stabilizace zemin a porušených skalních hornin pomocí předepínání horninového prostředí <i>Soils and faulted rocks stabilisation by means of pre-stressing the rock environment</i> Doc. Ing. Karel Vojtasík, CSc. Prof. Ing. Josef Aldorf, DrSc. RNDr. Eva Hrubešová, PhD. Dr. Ing. Hynek Lahuta	4/2001	25

Předpínání kotev - efektivní zabezpečování tunelů <i>Stressing bolts - an effective reinforcement of tunnels</i> RNDr. Josef Malík, CSc.	4/2001	31	Dvoukolejný železniční tunel na trati Kralupy nad Vltavou - Vraňany; předpoklady a skutečnost z pohledu projektanta <i>Double-rail tunnel on the Kralupy nad Vltavou - Vraňany track; assumptions and reality as viewed from the designer's perspective</i> Ing. Libor Mařík	3/2001	29
Použití silikátových hmot pro zpevňování nesoudržných zemín při ražení podzemních děl <i>Application of silicate materials for improvement of incohesive soils at underground excavation</i> Ing. Rudolf Ziegler Prof. Ing. Josef Aldorf, DrSc. Mgr. Ing. Jan Bierut	4/2001	36	Tunel Mont Blanc dnes <i>Mont Blanc tunnel today</i> Doc. Ing. Pavel Příbyl, CSc.	3/2001	38
PROVÁDĚNÉ STAVBY PROJECTS UNDER CONSTRUCTION			Provoz, správa a údržba tunelů na území Prahy <i>Operation, administration and maintenance of tunnels in Prague</i> Rudolf Pelzl	4/2001	2
Zajištění svahu parku Sacre Coeur podél nájezdové rampy "D" Strahovského tunelu <i>Support to the slope of the Sacre Coeur park along the approaching ramp "D" of the Strahov tunnel</i> Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc.	1/2001	8	Tunely ve městě Brně <i>Tunnels in Brno</i> Ing. Antonín Havlíček	4/2001	7
Kanalizace a čistírna odpadních vod pro město Děčín <i>Sewerage and STP for Děčín town</i> Ing. Otakar Fabián Ing. Dana Hadačová	1/2001	36	Metro pod Vltavou na trase IV C1 <i>Subway below Vltava on the IV C1 line</i> Doc. Ing. Jan L. Vítek, CSc.	4/2001	41
Výstavba šachtové ČOV Roztoky a inženýrsko-geologický dozor hloubení <i>Deep shaft for the Roztoky STP construction and engineering-geological supervision</i> RNdr. Jaroslav Altmann Ing. Jaromír Zlámal	1/2001	39	METRO THE METRO		
Tradice a současnost v budování velkoprostorových podzemních objektů firmou Subterra, a. s. <i>Tradition and the present in building up large space underground structures by Subterra, a. s.</i> Michal Gramblička Jiří Krajčiček	2/2001	24	Historie vzniku a rozvoje Metroprojektu <i>The history of origin and development of Metroprojekt</i> Ing. Miroslav Kupka	2/2001	2
Řešení tunelových úseků s nízkým nadložím metodou "želva" <i>Shallow tunnel section constructed by the "turtle" method</i> Ing. Petr Svoboda Ing. Libor Mařík	2/2001	28	Jak začalo projektování tunelů metra v Praze <i>How the designing of the Prague metro tunnels started</i> Ing. Karel Závora	2/2001	4
Větrání tunelů metra a silničních tunelů <i>Ventilation of metro and road tunnels</i> Ing. Miroslav Novák	2/2001	34	Architektura tunelových staveb pražského metra <i>Architecture of tunnel structures of the Prague metro</i> Ing. arch. Evžen Kyllar	2/2001	10
Dialniční tunel Berg-Bock <i>The Berg-Bock motorway tunnel</i> Ing. Peter Wítkovský Ing. Klement Mihálik	3/2001	8	Větrání tunelů metra a silničních tunelů <i>Ventilation of metro and road tunnels</i> Ing. Miroslav Novák	2/2001	34
Dvoukolejný železniční tunel na trati Kralupy nad Vltavou - Vraňany; předpoklady a skutečnost z pohledu projektanta <i>Double-rail tunnel on the Kralupy nad Vltavou - Vraňany track; assumptions and reality as viewed from the designer's perspective</i> Ing. Libor Mařík	3/2001	29	Elektrická energie v podzemních liniových stavbách s elektrickou stejnosměrnou (DC) trakcí <i>Electric power in underground transport-related line structures with direct current (DC) electric traction</i> Miroslav Řiha	2/2001	38
Metro pod Vltavou na trase IV C1 <i>Subway below Vltava on the IV C1 line</i> Doc. Ing. Jan L. Vítek, CSc.	4/2001	41	Energetický systém pražského metra <i>The Prague metro power system</i> Ing. Vladimír Seidl	2/2001	42
DOPRAVNÍ STAVBY TRANSPORT-RELATED PROJECTS			Úloha a funkce televizního a rádiového zařízení v podzemní dopravní stavbě <i>The role and function of television and wireless facilities in an underground structure</i> Ing. Vlasta Bolomová	2/2001	43
Zajištění svahu parku Sacre Coeur podél nájezdové rampy "D" Strahovského tunelu <i>Support to the slope of the Sacre Coeur park along the approaching ramp "D" of the Strahov tunnel</i> Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc.	1/2001	8	Podzemní stavby a zdravotně postižení <i>Underground constructions and the disabled</i> Petr Lněnička	2/2001	46
Tradice a současnost v budování velkoprostorových podzemních objektů firmou Subterra, a. s. <i>Tradition and the present in building up large space underground structures by Subterra, a. s.</i> Michal Gramblička Jiří Krajčiček	2/2001	24	Pohyblivé schody a výtahy - významná zařízení podzemních staveb <i>Escalators and elevators - important equipment of underground structures</i> Jaroslav Vieulzoeuf	2/2001	51
Řešení tunelových úseků s nízkým nadložím metodou "želva" <i>Shallow tunnel section constructed by the "turtle" method</i> Ing. Petr Svoboda Ing. Libor Mařík	2/2001	28	Kolejový svršek a přívodní kolejnice v tunelech metra <i>Trackwork and conductor rail in tunnels of the metro</i> Ing. Petr Dědič Ing. Jan Lácina	3/2001	19
Dialniční tunel Berg-Bock <i>The Berg-Bock motorway tunnel</i> Ing. Peter Wítkovský Ing. Klement Mihálik	3/2001	8	Historie a moderní trendy v návrhu přívodní kolejnice metra <i>History and modern trends in designing of conductor rail system of MRT</i> Ing. Jaromír Zlámal	3/2001	25
			Metro pod Vltavou na trase IV C1 <i>Subway below Vltava on the IV C1 line</i> Doc. Ing. Jan L. Vítek, CSc.	4/2001	41
			KANALIZACE, KOLEKTORY, MALÉ PROFILY SEWERAGE, UTILITY TUNNELS, SMALL PROFILE TUNNELS		
			Kanalizace a čistírna odpadních vod pro město Děčín <i>Sewerage and STP for Děčín town</i> Ing. Otakar Fabián Ing. Dana Hadačová	1/2001	36
			Výstavba šachtové ČOV Roztoky a inženýrsko-geologický dozor hloubení <i>Deep shaft for the Roztoky STP construction and engineering-geological supervision</i> RNdr. Jaroslav Altmann Ing. Jaromír Zlámal	1/2001	39

SANACE, REKONSTRUKCE, ÚDRŽBA, OPRAVY REHABILITATION, REFURBISHMENT, MAINTENANCE, REPARATIONS			Tunely 2001 Tunnels 2001		
Tunel Mont Blanc dnes Mont Blanc tunnel today Doc. Ing. Pavel Příbyl, CSc.	3/2001	38	Ing. Petr Vozarik	3/2001	50
Provoz, správa a údržba tunelů na území Prahy Operation, administration and maintenance of tunnels in Prague Rudolf Pelzl	4/2001	2	Pražské geotechnické dny 2001 Prague geotechnical days 2001 Doc. Ing. Alexandr Rozsypal, CSc.	3/2001	51
ZE SVĚTA PODZEMNÍCH STAVEB WORLD OF UNDERGROUND CONSTRUCTION			Z ČINNOSTI ODBORNÝCH SPOLEČNOSTÍ ZAJINTERESOVANÝCH DO PODZEMNÍCH STAVEB ACTIVITIES OF PROFESSIONAL CORPORATION INTERESTED IN UNDERGROUND CONSTRUCTION		
Rozšíření železniční sítě v Sydney před zahájením olympijských her v roce 2000 Extension of the railway network in Sydney before the Olympic games opening Ing. Miloslav Novotný	1/2001	43	Činnost sekce silniční tunely ČSS v roce 2000 a plán činnosti pro rok 2001 Activity of ČSS Road Tunnels section in the year 2000, plan of activity for 2001 Ing. Jiří Smolík	1/2001	50
Švýcarsko - současné centrum tunelářských aktivit v Alpách Switzerland - current center of tunnelling activities in Alps Ing. Miloslav Novotný	3/2001	43	Seminář: Klasifikace zemin a hornin Colloquium: soil and rock classification Ing. Petr Vozarik	2/2001	55
Tunely na dálnici Mersin - Adana - Gaziantep ve východním středohoří Turecka - dodávka řídicího systému dopravy Tunnels on the Mersin - Adana - Gaziantep highway in the eastern mediterranean of Turkey - supply of a traffic control system Ing. Karel Kraus	4/2001	45	Geonics 2001 Ing. Richard Šňupárek, CSc.	3/2001	52
Z HISTORIE TUNELOVÉHO STAVITELSTVÍ FROM THE HISTORY OF TUNNEL CONSTRUCTIONS			Činnost sekce silniční tunely Activity of the road tunnels section Ing. Petr Vozarik		
Historie vzniku a rozvoje Metroprojektu The history of origin and development of Metroprojekt Ing. Miroslav Kupka	2/2001	2	ZPRAVODAJSTVÍ ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU ITA/AITES NEWS SERVICE OF THE CZECH TUNNELLING COMMITTEE ITA/AITES		
Jak začalo projektování tunelů metra v Praze How the designing of the Prague metro tunnels started Ing. Karel Závora	2/2001	4	Redakční rada na Kaprunu CtuC editorial board in Kaprun Ing. Karel Matzner	1/2001	51
Architektura tunelových staveb pražského metra Architecture of tunnel structures of the Prague metro Ing. arch. Evžen Kyllar	2/2001	10	Pokyny autorům ke způsobu zpracování příspěvků do časopisu Tunel Instructions to authors on the rules to be observed in submitting for tunnel magazine Ing. Karel Matzner	1/2001	52
Technologické mílnky polstoročnej evolúcie podniku Banské stavby Prievidza Technological milestones of the half-centennial evolution of Banske stavby Prievidza Ing. Jozef Frankovský	3/2001	2	Pracovní shromáždění českého tunelářského komitétu ITA/AITES The ITA/AITES Czech Tunnelling Committee's working session Ing. Karel Matzner	1/2001	52
TECHNICKÉ ZAJÍMAVOSTI TECHNICAL MATTERS OF INTEREST			Zápis ze zasedání valného shromáždění českého tunelářského komitétu ITA/AITES Report from session of the general assembly of the Czech ITA/AITES tunnelling committee Ing. Karel Matzner		
Tunel Ortsteil Britz v Berlíně - aplikace nových technických zařízení The Ortsteil Britz tunnel in Berlin - application of new technical equipment Doc. Ing. Pavel Příbyl, CSc.	2/2001	53	Informace o činnosti pracovní skupiny "Bezpečnost v podzemních stavbách" Information about activity of the "Safety in underground constructions" workgroup Doc. Ing. Pavel Příbyl, CSc. Ing. Ludvík Šajtar, CSc.	3/2001	55
Modifikace nové rakouské tunelovací metody Modification of the new Austrian tunnelling method Ing. Miloslav Novotný	4/2001	50	Zasedala pracovní skupina pro stříkaný beton The workgroup for shotcrete was in session Ing. Pavel Polák	4/2001	52
ZPRÁVY Z TUNELÁŘSKÝCH KONFERENCÍ NEWS FROM TUNNELLING CONFERENCES			Informace pro členy ČTuK - zápis ze zasedání předsednictva ČTuK ITA/AITES Information for ČTuK members - minutes of the Czech tunneling committee ITA/AITES Ing. Karel Matzner		
5. mezinárodní symposium o tunelech a podzemních stavbách - Lublaň The 5th international symposium on tunnel construction and underground structure Ing. Richard Šňupárek, CSc.	1/2001	47	Zasedala pracovní skupina pro stříkaný beton The workgroup for shotcrete was in session Ing. Pavel Polák	4/2001	52
Rakouský tunelářský den 2000 a 49. geomechanické kolokvium v Salzburgu Austrian tunnelling day 2000 and 49th colloquium on geomechanics in Salzburg Doc. Ing. Petr Konečný, CSc.	1/2001	47	Informace pro členy ČTuK - zápis ze zasedání předsednictva ČTuK ITA/AITES Information for ČTuK members - minutes of the Czech tunneling committee ITA/AITES Ing. Karel Matzner	4/2001	53
Silniční konference 2000 The road conference 2000 Ing. Petr Vozarik	1/2001	49	SPRAVODAJSTVO SLOVENSKEJ TUNELÁRSKEJ ASOCIÁCIE ITA/AITES NEWSLETTER OF THE SLOVAK TUNNELLING ASSOCIATION ITA/AITES		
Dvacáté sedmé výročí zasedání ITA/AITES - Milán 2001 Twenty seventh annual meeting - Milano 2001 Ing. Karel Matzner	3/2001	48	Žilina - Tunely 2001 Žilina - Tunnels 2001 Ing. Jozef Frankovský	3/2001	56
Zpráva ze zasedání pracovních skupin - WG ITA/AITES Report from session of the ITA/AITES working groups Ing. Václav Valeš	3/2001	49	Konferencia "Podzemné stavebníctvo 2001" Banské stavby, a. s., Prievidza Conference "Underground construction 2001" Banské stavby, a. s., Prievidza Ing. Jozef Frankovský	4/2001	54
Informace o činnosti pracovní skupiny ITA č. 2 - výzkum Information about activity of the ITA No. 2 workgroup - research Doc. Ing. Alexandr Rozsypal, CSc.	3/2001	50	KALENDARIUM ITA/AITES CALENDAR ITA/AITES		
Roadware 2001 Ing. Petr Vozarik	3/2001	50	Kalendář vybraných mezinárodních konferencí od 10. 6. 2001 až 17. 4. 2003 Calendar of the selected international conferences (10. 6. 2001 to 17. 4. 2003) Ing. Karel Matzner	2/2001	56
			JUBILEA JUBILEES		
			Ing. Jaroslav Kapusta - šestdesátipětročný Sixty five years of age of Ing. Jaroslav Kapusta Ing. Jozef Frankovský	3/2001	47
			75 let firmy Stavební geologie - geotechnika, a. s. 75 years of the engineering geology - geotechnika Inc. Company Doc. Ing. Alexandr Rozsypal, CSc.	4/2001	48

INFORMACE INFORMATION			RŮZNÉ MISCELLANEOUS		
Novinky v knihovně ČTuK <i>News in the CTuK library</i>	4/2001	56	Bibliografie článků a statí uveřejněných v Tunelu, časopisu Českého tunelářského komitétu a Slovenskej tunelárskej asociácie ITA/AITES v roce 2001 <i>Bibliography of articles published in the journal "Tunnel" of the Czech Tunnelling Committee and the Slovak Tunnelling Association ITA/AITES within the year 2001</i>	1/2001	53
Různé příručky a publikace <i>Various manuals and publications</i>	4/2001	56	Ing. Pavel Polák		
Česko-polská ediční dohoda <i>Czech - Poland publishing agreement</i>	4/2001	56	Jmenný rejstřík autorů a statí časopisu Tunel <i>Name index of authors of articles published in the Tunnel journal in the year 2000</i>	1/2001	56
Ing. Karel Matzner			Ing. Pavel Polák		

JMENNÝ REJSTŘÍK AUTORŮ STATÍ ČASOPISU TUNEL ZA ROK 2001

NAME INDEX OF AUTHORS OF ARTICLES PUBLISHED IN THE TUNEL JOURNAL IN THE YEAR 2001

Jméno: name:	číslo: number:	strana: page:		číslo: number:	strana: page:
A			Míka Vladimír	1/2001	31
Aldorf Josef	4/2001	25	N		
Aldorf Josef	4/2001	36	Novák Miroslav	2/2001	34
Altmann Jaroslav	1/2001	39	Novotný Miloslav	1/2001	43
B			Novotný Miloslav	3/2001	43
Barták Jiří	1/2001	8	Novotný Miloslav	4/2001	50
Barták Jiří	2/2001	14	P		
Bierut Jan	4/2001	36	Pelzl Rudolf	4/2001	2
Bolomová Vlasta	2/2001	43	Pokorný Jiří	2/2001	1
D			Polák Pavel	1/2001	31
Dědič Petr	3/2001	19	Polák Pavel	1/2001	53
F			Polák Pavel	1/2001	56
Fabián Otakar	1/2001	36	Polák Pavel	4/2001	52
Frankovský Jozef	3/2001	2	Příbyl Pavel	1/2001	19
Frankovský Jozef	3/2001	47	Příbyl Pavel	2/2001	53
Frankovský Jozef	3/2001	56	Příbyl Pavel	3/2001	38
Frankovský Jozef	4/2001	54	Příbyl Pavel	3/2001	55
G			R		
Goller Tomáš	1/2001	14	Rozsypal Alexandr	3/2001	50
Grafinger Helge	3/2001	34	Rozsypal Alexandr	3/2001	51
Gramblička Michal	2/2001	24	Rozsypal Alexandr	4/2001	48
H			Ř		
Hadačová Dana	1/2001	36	Říha Miroslav	2/2001	38
Hájek Libor	4/2001	1	S		
Havlíček Antonín	4/2001	7	Sedlák Jiří	4/2001	12
Hess Jindřich	1/2001	1	Seidl Vladimír	2/2001	42
Hrubešová Eva	4/2001	25	Smolík Jiří	1/2001	50
Hudek Jiří	1/2001	2	Svoboda Petr	2/2001	28
Ch			Š		
Chmelař Radovan	1/2001	2	Šajtar Ludvík	3/2001	55
K			Šimek Martin	3/2001	34
Kapusta Jaroslav	3/2001	1	Šňupárek Richard	1/2001	47
Konečný Petr	1/2001	47	Šňupárek Richard	3/2001	52
Kovářík K.	4/2001	15	T		
Krajíček Jiří	2/2001	24	Tesař Otakar	2/2000	20
Kraus Karel	4/2001	45	Tesař Otakar	3/2000	51
Kupka Miroslav	2/2001	2	V		
Kyllar Evžen	2/2001	10	Valeš Václav	3/2001	49
L			Vieulzoeuf Jaroslav	2/2001	51
Lacina Jan	3/2001	19	Vítek Jan	4/2001	41
Lahuta Hynek	4/2001	25	Vojtasík Karel	4/2001	25
Lněnička Petr	2/2001	46	Vozarik Petr	1/2001	49
M			Vozarik Petr	2/2001	55
Malík Josef	4/2001	31	Vozarik Petr	3/2001	50
Maras Michal	1/2001	25	Vozarik Petr	3/2001	52
Marasová Daniela	1/2001	25	Vrba Otakar	3/2001	12
Mařík Libor	2/2001	28	W		
Mařík Libor	3/2001	29	Witkovský Peter	3/2001	8
Matzner Karel	1/2001	51	Z		
Matzner Karel	1/2001	52	Zapletal Aleš	4/2001	20
Matzner Karel	2/2001	56	Závora Karel	2/2001	4
Matzner Karel	3/2001	48	Ziegler Rudolf	4/2001	36
Matzner Karel	3/2001	53	Zlámal Jaromír	1/2001	39
Matzner Karel	4/2001	53	Zlámal Jaromír	3/2001	25
Matzner Karel	4/2001	56			
Mihálik Klement	3/2001	8			



Segmentový most Hrdlofezy na I/38

Stavební akciová společnost SMP CONSTRUCTION, dříve Stavby mostů Praha, patří k tradičním a největším dodavatelům mostních staveb v České republice s padesátiletými zkušenostmi v tomto oboru. V současné době navázala na dřívější aktivity (podnik Baraba) v tunelových stavbách a podílí se na výstavbě úseku IV.C.1 pražského metra. Tuto činnost hodlá SMP CONSTRUCTION, a.s., dále rozvíjet za účinné podpory majoritního vlastníka společnosti VINCI CONSTRUCTION S.A.



Visutá ocelová lávka přes Labe mezi Káraným a Toušením

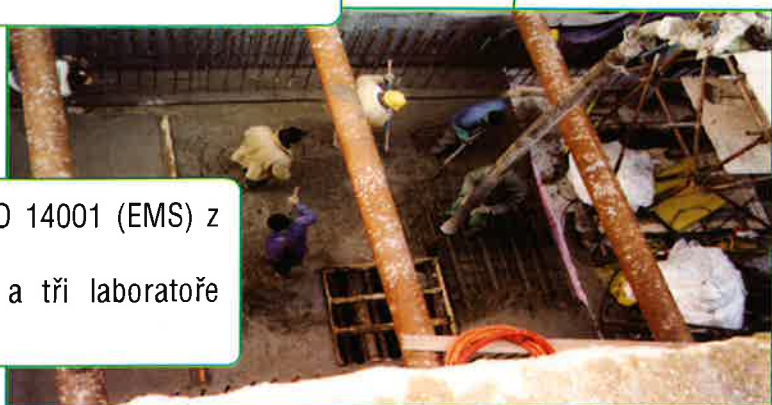


SMP CONSTRUCTION, a.s., je plně certifikován pro všechny prováděné práce technologických procesů 45.11, 45.213 a 45.23 podle ČSN EN ISO 9001:2001. Jedná se o demolicí, mosty, beton, vozovky, protihlukové stěny a hloubené tunely.



Výstavba hloubených tunelů metra IV.C.1 u stanice Ládví

Divize 87 společnosti je certifikována pro výrobu, dílenskou a staveništní montáž ocelových konstrukcí dle ČSN EN ISO 9002 a dle velkého průkazu způsobilosti ČD.



Výstavba hloubených tunelů metra IV.C.1 navazujících na stanici Nádraží Holešovice

Společnost je v procesu certifikace i dle ČSN EN ISO 14001 (EMS) z hlediska ochrany životního prostředí. Společnost má centrální akreditovanou laboratoř a tři laboratoře způsobilé k výkonu činnosti MOSČR

Tel.: +420-69-66 99 111
Fax: +420-69-611 81 20
E-mail: sprava@vokd.cz

VOKD, a. s., patří k největším a nejznámějším
stavebním společnostem v České republice
50 let zkušeností s povrchovou stavební činností

- tunely
- větrací šachty pro tunely
- kolektory
- podzemní garáže



VOKD is one of the largest and best-known
construction companies in Czech Republic
50 years of experience with underground construction

- tunnels
- winding shafts
- collectors
- underground parking

