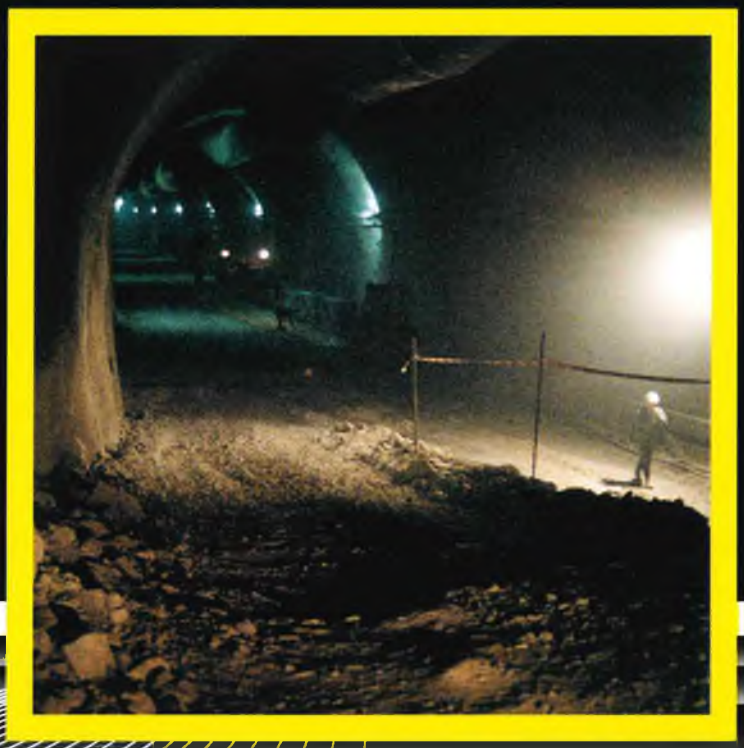
10. ROČNÍK, č. 3/2001

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)



TERRAPROJEKT a.s.



PROJEKČNÁ, INŽINIERSKA A KONZULTAČNÁ ČINNOSŤ V ODBOROCH:

- tunely a podzemné stavby
- cesty, diaľnice a železnice
- inžinierske siete: vodovody, kanalizácie
- vodohospodárske stavby
- ekologické stavby • pozemné stavby



TERRAPROJEKT a.s, Podunajská 24, 821 06 Bratislava, Slovensko
tel.: 004212 455 23 771-9, fax: 004212 455 23 103, e-mail: info@terraprojekt.sk

10. ROČNÍK, č. 3/2001
MK ČR 7122
ISSN 1211 - 0728

Tunel

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

OBSAH

str.

Úvodník: Ing. Jaroslav Kapusta, generálny riaditeľ, BANSKÉ STAVBY, a.s 1
Technologické míľniky polstoročnej evolúcie podniku Banské stavby, Prievidza
Ing. Jozef Frankovský, BANSKÉ STAVBY, a.s. 2
Diaľničný tunel BERG - BOCK
Ing. Peter Witkovský, Ing. Klement Mihálik, BANSKÉ STAVBY, a.s. 8
Geotechnické podmínky ražených tunelů v trase IV.C1 Pražského metra v Kobylisích
Ing. Otakar Vrba, SG-GEOTECHNIKA, a.s. 12
Kolejový svršek a přívodní kolejnice v tunelech metra
Ing. Petr Dědič, Ing. Jan Lacina, METROPROJEKT Praha, a.s. 19
Historie a moderní trendy v návrhu přívodní kolejnice metra
Ing. Jaromír Zlámal, POHL cz, a.s. 20
Dvoukolejný železniční tunel na trati Kralupy nad Vltavou - Vraňany: Předpoklady a skutečnost z pohledu projektanta
Ing. Libor Mařík, ILF CONSULTING ENGINEERS, s.r.o. 29
Tunnelscanner DIBIT - první použití v České republice
Ing. Martin Šimek, ILF CONSULTING ENGINEERS, s.r.o.,
Helge Grafinger, Dipl.- Ing., Dr. nat. techn., DIBIT MESSTECHNIK, GmbH 34
Tunel Mont Blanc dnes
Doc. Ing. Pavel Přibyl, CSc., ELTODO, a.s. 38
Ze světa podzemních staveb 43
Životní jubilea 47
Zprávy z tunelářských konferencí 48
Z činnosti odborných společností zainteresovaných do podzemních staveb 52
Zpravodajství ČTuK ITA/AITES 53
Spravodaj STA ITA/AITES 56

REDAKČNÍ RADA
Předseda: Ing. Petr Vozarik - METROSTAV, a.s.
Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc. - ČVUT
Ing. Igor Fryč - POHL cz, 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 Přibyl, CSc. - ELTODO, a.s.
Ing. Georgij Romancov, CSc. - METROPROJEKT Praha, a.s.
Doc. Ing. Alexandr Rozsypal, CSc. - SG-GEOTECHNIKA, 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. Ondrej Vida - BANSKÉ STAVBY, a.s.

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

REDAKCE
Dělnická 12, 170 04 Praha 7
tel./fax: +420-2-667 93 479
e-mail: matzner@metrostav.cz
internet: http://www.ita-aites.cz
Vedoucí redaktor: Ing. Karel Matzner
Odborní redaktoři: Ing. Miloslav Novotný, Ing. Pavel Polák,
Ing. Jozef Frankovský

Grafická úprava: Petr Míšek

Tisk: GRAFTOP

Titulní foto: Tunel Branisko, období hlavných razičských prác

VOLUME 10, No. 3/2001
MK ČR 7122
ISSN 1211 - 0728

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. Jaroslav Kapusta, generálny riaditeľ, BANSKÉ STAVBY, a.s. 1
Technological milestones of the half-centennial evolution of BANSKÉ STAVBY, Prievidza
Ing. Jozef Frankovský, BANSKÉ STAVBY, a.s. 2
The BERG - BOCK motorway tunnel
Ing. Peter Witkovský, Ing. Klement Mihálik, BANSKÉ STAVBY, a.s. 8
Geotechnical conditions of mined tunnels on the line IV.C1 of the Prague metro in Kobylisy district
Ing. Otakar Vrba, SG-GEOTECHNIKA, a.s. 12
Trackwork and conductor rail in tunnels of the Metro
Ing. Petr Dědič, Ing. Jan Lacina, METROPROJEKT Praha, a.s. 19
History and modern trends in designing of conductor rail system of MRT
Ing. Jaromír Zlámal, POHL cz, a.s. 20
Double-rail tunnel on the Kralupy nad Vltavou - Vraňany track; Assumptions and reality as viewed from the designer's perspective
Ing. Libor Mařík, ILF CONSULTING ENGINEERS, s.r.o. 29
Tunnel scanner DIBIT - first use in the Czech Republic
Ing. Martin Šimek, ILF CONSULTING ENGINEERS, s.r.o.
Helge Grafinger, Dipl.- Ing., Dr. nat. techn., DIBIT MESSTECHNIK, GmbH 34
Mont Blanc Tunnel today
Doc. Ing. Pavel Přibyl, CSc., ELTODO, a.s. 38
World of underground construction 43
Life - jubilees 47
News from tunneling conferences 48
Activities of professional corporations interested in underground construction 52
Reports of the Czech Tunnelling Committee ITA/AITES 53
Reports of the Slovak Tunnelling Association ITA/AITES 56

EDITIORAL BOARD
Chairman: Ing. Petr Vozarik - METROSTAV, a.s.
Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc. - ČVUT
Ing. Igor Fryč - POHL cz, 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 Přibyl, CSc. - ELTODO, a.s.
Ing. Georgij Romancov, CSc. - METROPROJEKT Praha, a.s.
Doc. Ing. Alexandr Rozsypal, CSc. - SG-GEOTECHNIKA, 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. Ondrej Vida - BANSKÉ STAVBY, a.s.

PULISHED FOR SERVICE USE
by the Czech Tunnelling Committee and the Slovak Tunneling Association ITA/AITES

EDITORIAL OFFICE
Dělnická 12, 170 04 Praha 7
tel./fax: +420-2-667 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 Míšek

Printed: GRAFTOP

Cover photo: Branisko tunnel, the period of the main excavation

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

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

ABP, a.s.
Náměstí Hrdinů 6
140 00 Praha 4

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

AMBERG ENGINEERING BRNO, a.s.
Ptašínského 10
602 00 Brno

ANGERMEIER ENGINEERS, s.r.o.
Pilovská 216
190 16 Praha 9

AQUATIS, a.s.
Botanická 56
602 00 Brno

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

ČERMÁK A HRACHOVEC, a.s.
Smichovská 31
155 00 Praha 5 - Řeporyje

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

ENERGIE 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

HONEYWELL, s.r.o.
Budějovická 1
140 21 Praha 4

ILF CONSULTING ENGINEERS, s.r.o.
Jirsíkova 5
186 00 Praha 8

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.
U Stanice 11
162 00 Praha 6

KELLER SPECIÁLNÍ ZAKLÁDÁNÍ, s.r.o.
K Ryšánce 16
147 54 Praha 4

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

METROSTAV, a.s.
Koželužská 5
180 00 Praha 8

OKD, DBP PAKOV, a.s.
739 21 Paskov

POHL cz, a.s.
Nádražní 25
252 63 Roztoky 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

VÍS, a.s.
Bezová 1658/1
147 00 Praha 4

VODNÍ STAVBY, a.s.
v likvidaci
Dobronická 1256
148 25 Praha 4

VOKD, a.s.
Českobratrská 7
701 40 Ostrava

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ-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

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

KŘIŽÍK, 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 BANÍCKA 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, s.r.o.
Radlinského 11
813 68 Bratislava

ŠPECIÁLNE ČINNOSTI
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
Hlinská 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



VÁŽENÍ PRIATELIA,

prihováram sa k Vám v čase, keď naša spoločnosť Banské stavby, a. s. Prievidza si pripomína pätdesiaty rok nepretržitej činnosti. Som rád, že svoje pocity pri tomto významnom jubileu môžem odovzdať čitateľom časopisu Tunel.

Tak ako v živote človeka, aj v živote firmy je polstoročie príležitosťou poobhliadnuť sa späť a pripomenúť si minulosť, významné míľniky našej činnosti. Keďže som celý svoj produktívny život strávil v tejto firme, je to aj osobný pohľad do minulosti. Banské stavby Prievidza boli svojim zameraním určené na budovanie banských diel predovšetkým pre Slovensko, a to pre uhoľné a rudné baníctvo a magnezitové závody. A tak pri pohľade do minulosti definujú také stavby ako Baňa Cigeľ, Železorudné bane Rudňany, Slovinky, Rudné bane Banská Štiavnica, Hodruša, bane na magnezit Košice, Jelšava, Lubeník a ďalšie. V zahraničí najvýznamnejšie pracovisko uhoľná baňa Ibbenbüren v SRN, kde sme pôsobili nepretržite takmer 30 rokov. Za týmito názvami sú skryté stovky kilometrov banských štôlní, veľké množstvá šácht, z ktorých vyniká svojim rozmermi jama Roveň v Banskej Štiavnici o hĺbke 790 m a svetlom priemere 7,5 m.

Významným míľnikom našej činnosti bola výstavba podzemných objektov na Prečerpávacej vodnej elektrárni Čierny Váh, kde sme koncom sedemdesiatych rokov vybudovali 5,5 km tunelov pre privádzače vody a dopravu.

Nová odvodňovacia štôlňa pre Rudné bane Banská Štiavnica v dĺžke 14 km bola príležitosťou uplatnenia špičkovej techniky a technológie. Pri razení tunelovacím strojom Wirth bol dosiahnutý nevídaný výkon v razení 812 m/mesiac.

Deväťdesiate roky znamenali posun činnosti firmy z banských stavieb na podzemné inžinierske stavby, z nich najmä tunely pre vodohospodárske a dopravné účely.

Prvé skúsenosti sme získavali v Nemecku na tuneli Kohlberg a tak výstavba prvého diaľničného tunela na Slovensku, tunela Branisko, nás našla pripravených. Výkony a prezentácia na tomto tuneli patria do zlatého fondu podnikovej histórie a sú odrazom našich skúseností na budovaní niekoľkých tunelov v Nemecku a Slovinsku.

Úvodník časopisu nedáva priestor na podrobnejší pohľad do minulosti, a preto si dovoľujem na záver vyjadriť osobné vyznanie. Myslím si, že som urobil šťastný krok, keď som po absolvovaní Fakulty inžinierskeho staviteľstva v Bratislave v roku 1959 nastúpil na Banské stavby, n. p., Prievidza, netušiac ešte, že to bude jediný môj zamestnávateľ v živote. Výstavba podzemia baní a tunelov ma veľmi zaujala a stala sa mojím profesionálnym osudom.

Za poctu považujem aj to, že som na čele tejto spoločnosti aj v roku jej polstoročného jubilea. Vyjadrujem vieru, že Banské stavby, a. s., Prievidza preukážu svoje odborné schopnosti aj v nasledujúcich rokoch, a že na stránkach časopisu Tunel budú môcť publikovať svoje skúsenosti z tunelových stavieb.

DEAR FRIENDS,

I address you at the time when our company Banské Stavby a.s. Prievidza is commemorating 50 years of consecutive activity. I am glad that by such significant anniversary I can share my feelings with readers of the Tunel magazine.

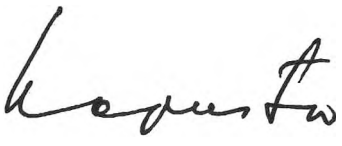
Much alike in the life of a human, also in the life of a company half a century is an occasion to look back and recall to the past, significant breakpoints of our activity. Because I have spent my entire productive life in this company, it also means a personal review of the past. Banské Stavby Prievidza was by its concentration determined for construction of mining works mostly in Slovakia, and thus for coal and ore mining industry as well as magnesite industries. So in such a look backwards, constructions like Cigeľ mine, Iron ore mines Rudňany, Slovinky, Ore mines Banská Štiavnica, Hodruša, Magnesite mines Košice, Jelšava, Lebeník and other define themselves clearly. As for abroad, the most significant work is the coalmine Ibbenbüren in Germany, where we had been operating consecutively for more than 30 years. Behind these names, hundreds of kilometers of mining galleries and large amount of shafts are hidden. Among these, especially the shaft Roveň in Banská Štiavnica excels by measures with its depth of 790 m and net diameter of 7,5 m.

Important breakpoint of our activity was a construction of underground objects within the pumped storage scheme Čierny Váh, where we in the late seventies constructed 5,5 km of tunnels for water feeders as well as transport.

New 14 km long drainage gallery for Ore mines Banská Štiavnica was an opportunity for the use of top techniques and technologies. During excavation with the tunnel boring machine Wirth, an extraordinary advance in excavation of 812 m/month was reached. The nineties remarked a shift in the company's activity from mining construction to underground engineering, from which mostly to tunnels for water industry and transportation purposes. We acquired first experience in Germany by the Kohlberg tunnel, so that construction of the first highway tunnel in Slovakia found us prepared. Accomplishments and presentations at this tunnel belong to the golden inscription of company's history and are a mirror image of our experience in construction of several tunnels in Germany and Slovenia.

Editorial of the magazine does not provide space for more detailed look into history, and therefore in the end I only presume to express my own confession. I think I have done a fortunate step, when I after graduation of the Faculty of engineering structures in Bratislava in 1959 enrolled by Banské Stavby n.p. Prievidza, yet not knowing that this would be the only employer of my life. Construction of underground mines and tunnels has attracted me greatly and has thus become my professional destiny.

I also consider it honor that I am in the lead of this company by the time of its 50th anniversary. I express the faith that Banské Stavby a.s. Prievidza will prove its professional abilities also in the following years and that they will be able to further publish its experience from tunnel constructions on pages of the Tunel magazine.



Ing. Jaroslav KAPUSTA
predseda predstavenstva a generálny riaditeľ - *Chairman of the Board of Directors and General Manager*

TECHNOLOGICKÉ MÍĽNIKY POLSTOROČNEJ EVOLÚCIE PODNIKU BANSKÉ STAVBY PRIEVIDZA

TECHNOLOGICAL MILESTONES OF THE HALF-CENTENNIAL EVOLUTION OF BANSKE STAVBY PRIEVIDZA

ING. JOZEF FRANKOVSKÝ, BANSKÉ STAVBY, a. s., PRIEVIDZA

ABSTRAKT

Článok je retrospektívou 50 ročnej histórie podniku po línii postupujúceho technického pokroku v podzemnom stavebníctve. Pričinením a tvorivosťou tak vlastnými konštrukčno-vývojovými kapacitami, ako aj transferom z fondu svetovej techniky, sa podnik usiloval udržať kontakt s vývojom vo svete. Široké pole pôsobnosti podniku s pestrým sortimentom banských a podzemných inžinierskych stavieb spolu s odhodlaním hľadať účinné riešenia doviedol podnik k mnohým novým technikám a technológiám. Míľniky tejto cesty začínali pri drevených výstužiach, ručných zbíjačkách a nakladaní lopatou. S postupom rokov drevo vystriedal betón a oceľ, raziace štíty a NRTM. Ručné náradie vystriedali vŕtacie vozy, dieselové nakladače, dumpre, tunelovacie stroje a iné.

ÚVOD

Banské stavby vznikli pri celkovej reorganizácii československého priemyslu koncom r. 1951 odčlenením z podniku Důlní stavby Ostrava nariadením Ministerstva palív a energetiky Praha. Z tej istej materskej firmy zároveň vznikli aj ďalšie dva podniky, a to Důlní stavby, n. p., Teplice a Výstavba ostravsko-karvinských dolů, n. p., Ostrava. Nadriadeným orgánom všetkých troch podnikov bola Hlavná správa výstavby uhoľného priemyslu Praha v pozícii stredného článku riadenia.

Podľa dikcie zakladacej listiny úlohou podniku bolo hĺbenie jám z povrchu až na najhlbšie horizonty, odborné stavebné práce pri prehlbovaní šácht, razenie hlavných prekopov na nových horizontoch a výstavba zvláštnych banských priestorov, ako napr. nárazísk a pod.

V polovici minulého storočia v podzemnom stavebníctve nebolo toho po stránke technických prostriedkov veľa. Keď vynecháme dopravnú techniku, čerpadlá a kompresory na podzemných pracoviskách okrem pneumatických zbíjačiek a vŕtačiek bolo už iba ručné náradie. Najväčším darom techniky sa v tom čase stali prehadzovacie lopatové nakladače. V situácii obmedzených možností nákupu a takmer embarga importovanej techniky, ak sa nechcel zmieriť so zaostávaním, musel sa o seba postarať vlastnými silami. Podnik sa touto cestou vydal a budúcnosť ukázala, že sa rozhodol správne. Silnou zložkou jeho operatívnosti sa potom nadlho stali dobré vybudované technické útvary a vlastná konštrukčno-vývojová základňa.

PRELINANIE BANÍCKYCH A TUNELÁRSKYCH PRAKTÍK

V dôsledku určitých obmedzení nariadených centrálnymi orgánmi podnik sa viac pohyboval na stavbách uhoľných ako rudných baní. Išlo o razenie hlavných otvárkových diel, prípadne ťažných a vetracích chodieb vo väčších profiloch v tlakovo exponovanom horninovom prostredí. V tej dobe jediným vystužovacím materiálom bolo drevo, takže prechod na oceľovú oblúkovú výstuž TH a na výstuž z betónových tvaroviek sa považoval za veľký pokrok. Vtedy prišli veľmi vhod ľudia s tunelárskou praxou, ktorí mali za sebou skúsenosti z iných baní, napr. ostravských a dokonca i francúzskych a belgických. Malú, ale veľmi dôležitú skupinu tvorili tunelári, ktorí v 30. a 40. rokoch stavali tunely na trati Banská Bystrica – Diviaky. Našli sa aj jednotlivci, ktorí pracovali v povojnových rokoch (1948 až 1956) na dokončovaných stavbách železničných tunelov na Slovensku.

Pri modifikovanej tunelárskej metóde sa používali na stabilizáciu čelby priečne nosníky z drevenej guľatiny a čelba sa otvárala tzv. kaplnkou, ktorá

ABSTRACT

The article is a retrospective of the 55 years' history of the company along the line of advancing technological progress in the field of underground construction. The company strove to keep up with the development in the world both by endeavour and inventiveness of its own designing and research capacities, and by a transfer of technology on a world-wide basis. The wide scope of the company's activities with a rich assortment of mining and underground engineering projects, together with the determination to search for efficient solutions, brought the company to many new techniques and technologies. The milestones of this way started by timber supports, hand-held picks, and loading with a shovel. With the years running, timber was replaced with steel, driving shields and NATM. Hand-held instruments were replaced with drill rigs, diesel loaders, dumpers, tunnel boring machines etc.

INTRODUCTION

Banske Stavby originated on the occasion of an overall re-organisation of the Czechoslovak industry at the end of the year 1951 by the way of delimitation from Důlní Stavby Ostrava, through a decree issued by the Ministry of fuels and energy industry. Other two companies arose from the same mother company, namely Důlní Stavby, n.p. Teplice and Výstavba Ostravsko-Karvinských Dolů, n.p. Ostrava. Hlavní Správa Výstavby Uhelného Průmyslu Praha was a superior body for all of the three companies, in a position of a middle-level element of management.

According to the diction of the memorandum of association, the company's objective was to sink shafts from the surface down to the deepest horizons, to perform professional construction work in deepening shafts, excavation of main crosscuts at new horizons, and construction of special-purpose mining spaces, e.g. loading stations etc.

In the middle of the past century, there were not many technical means in the underground engineering. If we omit means of transport, pumps and compressors at underground sites, only hand-held instruments existed in addition to pneumatic picks and drills. Overhead shovel loaders became the greatest present brought in by technology. In the situation of limited opportunities of purchasing, and nearly of an embargo on imported technology, the company had to take care of itself by its own resources, unless it wanted to accept retardation. The company opted for this way, and the future showed that this decision had been right. Properly established technical departments and its own designing and research base became a strong component of its operative ability for a long time.

INOSCULATION OF MINING AND TUNNELLING PRACTICES

Due to certain restrictions ordered by superior central bodies, the company operated rather on structures for coal and ore mines. It was driving of main opening works, or haulage and ventilation drifts in larger profiles, in a pressure-exposed rock environment. The only supporting material of that time was timber, so the transition to TH steel arches and to the support by concrete segments was considered as a great progress. People experienced in tunnelling who gained their experience in other mines, e.g. in Ostrava and

sa postupne rozširovala po stropnej časti smerom cez bočné steny až k pätkám so zabezpečovaním tenšími pozdĺžnymi prvkami z drevenej guľatiny (obr. 1). Dĺžka záberu sa volila najčastejšie 2 m a po zabudovaní predbežnej výstuže nasledovalo vymurovanie definitívnej. Tento postup zabezpečovania stability výrubu bol v tom čase v československom baníctve neznámy. Ovládnutie tunelárskej metódy v podmienkach tlakovo exponovaných pracovísk sa stalo dlhodobo prednosťou viacerých osádok, ktorými potom BS operovali nielen doma, ale aj v zahraničí.

ŠTVORSEGMENTOVÁ PRSTENCOVÁ VÝSTUŽ

Vynález železobetónovej výstuže banských diel montovanej zo štyroch rovnakých prefabrikovaných segmentov bol prevratnou inováciou s ďalekosiahlym vplyvom na ďalší vývoj podniku (obr. 2). Autori vynálezu zároveň s návrhom tvaru, dimenzií a materiálového zloženia segmentov navrhli aj mechanizmus na ich ukladanie a predovšetkým spôsob ich uchytávania a manipulácie s využitím mimotelesného ťažiska. Okrem úspešného uplatnenia na mnohých stavbách mal tento vynález ešte aj ďalšie dôsledky. Potreba vývoja sľubného technického riešenia podnietila vznik vlastnej konštrukčno-vývojovej skupiny, ktorá sa postupom rokov rozrástla až na jednu stovku pracovníkov. Štvorsegmentová železobetónová výstuž sa stala aj kľúčom, ktorým si Banské stavby otvorili brány železnej opony smerom na západ.

VÝSTUŽ Z ŤAŽKÝCH BETÓNOVÝCH BLOKOV

So získaním zákazky razenia banských diel v Ostrave-Vítkoviciach v r. 1963 až 1967 na šachtách Hlubina a Jeremenko v hĺbke cez 1000 m sa ukázala potreba hrubostenného ostenia najmä v dielach väčších profilov, akými boli náraziská, trafostanice a iné príšachtové objekty. Jedným z riešení sa stali tzv. Stassenové bloky. Išlo o transfer technológie hrubostennej výstuže (40 cm), ktorej autorom bol prof. Stassen z belgického výskumného ústavu INICHAR v Liege. Základnými technickými prostriedkami pri tejto metóde bola oceľová šablóna kopírujúca tvar priečneho profilu diela a ťahký stĺpový výťah, ktorým sa dopravovali 90 kg tvarovky na vrchol šablóny a odtiaľ sa ručne spúšťali na príslušné miesto v prstenci (obr. 3). Variantom tejto metódy bolo domáce riešenie, ktorého rozdiel spočíval jednak v tom, že išlo o bloky s väčšou hmotnosťou (270 kg) a na ich ukladanie sa použil hydraulicky ovládaný výložník montovaný na samohybnom pásovom podvozku.

RAZIACE ŠTÍTY

V sedemdesiatych rokoch sa podnik vydal svojou cestou vývoja raziacich štítov od veľkosti od Ø 256 cm po Ø 556 cm so zváraným i deleným nosným plášťom. Za zmienku možno bude stáť to, že dva raziace štíty z Prievidze s priemerom 456 cm sa použili pri razení pätkových štôlní Strahovského tunela v Prahe. Vývoj vyvrcholil konštrukciou plnomechanizovaného raziaceho štítu s frézovým rozpojovacím orgánom z raziaceho kombajnu Alpine AM 50 (obr. 4).

Pri razení autotunela na magnezitovom ložisku Miková v nesúdržných nadložných horninách sa aplikovala netradičná kombinácia: raziaci štít, trhacie práce a bezkoľajová odťažba. Neobvyklá bola aj konštrukcia segmentov železobetónovej prefabrikovanej výstuže. Stropný a dva bočné segmenty boli hladké, štvrtý počvový segment svojim tvarom pripomínal písmeno D naležato. Železobetónová doska ako súčasť tohto spodného seg-

even France and Belgium, were welcomed then. A small but very important group consisted of tunnellers who constructed tunnels on the railway line from Banska Bystrica to Diviaky in the 30s and 40s. Even individuals were found, who worked in the after-war years (1948 - 1956) on completion of rail tunnels in Slovakia.

For the tunnel face operations at the modified tunnelling method, there were used cross beams made from roundwood, and the face was opened by so called chapel, which was gradually widened along the crown, across the sides as far as to the springing, with a support by thinner longitudinal elements made from roundwood (see Fig. 1). An advance per cycle of 2m was chosen most often, and final lining followed after installation of temporary reinforcement. This technique of ensuring stability of a stope was unknown in the Czechoslovak mining industry then.

Mastering of the tunnelling method in conditions of pressure-exposed working locations became a long-time preference of several crews, who were used afterwards for BS's operations not only at home, but also abroad.

FOUR-SEGMENTAL RING LINING

The invention of reinforced concrete lining for mining works, assembled from four identical prefabricated segments, was a revolutionary innovation, with a far-reaching impact on further development of the company (see Fig. 2). In addition to the design of the shape, dimensions and materials of the segments, the authors of the invention designed equipment for their installation, and, above all, the manner of their fixing and handling with an utilisation of their centre of gravity being beyond the segment's body. Apart from its successful application on many sites, this invention had another consequences. The need of development of a promising technical solution stirred up origination of the company's own designing and research group, which expanded to a one-hundred-worker strong team in the course of years. The four-segmental reinforced concrete lining became a key used by Banske Stavby for opening gates in the iron curtain and getting to the West.

HEAVY CONCRETE BLOCK LINING

A need of a thick-walled lining, for larger profiles of the works above all, eg. for loading stations, transformer stations and other objects in a shaft vicinity, emerged on the occassion of winning contracts for excavation of mining works in Ostrava-Vítkovice, shafts Hlubina and Jeremenko, at a depth over 1,000m, in 1963 - 1967. So called Stassen's blocks became one of the solutions. It was a transfer of a technique of thick-walled lining (40cm), whose author was Prof. Stassen from Belgian research institution INICHAR in Liege. Basic technical equipment for this method consisted of a steel template copying the shape of the works' cross section, and a lightweight pillar lift used for transport of 90kg weighing segments up to the top of the template. From that place, the segments were lowered manually to the particular place in the ring (see Fig. 3). A domestic solution, whose difference consisted in the fact that the blocks were heavier (270kg) and a hydraulically controlled boom mounted on a self-propelled tracked undercarriage was used for the installation, was a variant of this method.



Obr. 1 Tunelárska metóda vystužovania čelby. V obtiažnych geologických podmienkach a vo výnimočných situáciách sa používa dodnes.
Fig. 1 Tunnelling method of the face support. It has been used till now in difficult geological conditions and in exceptional situations.



Obr. 2 Štvorsegmentová montovaná výstuž
Fig. 2 Four-segmental prefabricated lining

mentu vyriešila problém zásypu protiklenby. Hmotnosť segmentov so šírkou 1 m a hrúbkou 20 cm prevyšoval 1 tonu. Na ich ukladanie sa použili dve hydraulicky ovládané ramená, tvoriace integrálnu časť konštrukcie raziaceho štítu.

VŔTACIA TECHNIKA A NAKLADANIE

Začiatok vývoja vŕtacích vozov odštartovalo získanie prvej zákazky na nemeckých antracitových baniach v Ibbenbürene. Boli to dva vŕtacie vozy vlastnej konštrukcie postavené na pásových podvozkoch z nakladačov EIMCO a fínskou vrtnou nadstavbou s vŕtacím ramenom ROTABOOM R 600 (TAMROCK) vybaveným ťažkým saňovým vŕtacím kladivom. V nadväznosti na úspech tejto konštrukcie sa neskoršie vyrobil celý rad vŕtacích vozov s použitím vŕtacej jednotky typu VJ-1 vlastnej konštrukcie (kópia fínskeho MINIRONDO) a vŕtacej jednotky HVJR 1 z ostravskej konštrukčnej dielne ZAM.

Prehadzovacie nakladače (NL 12, NL 21, PML-1 a iné) boli celé desaťročia najpoužívanejšími strojmi pri razení horizontálnych banských diel. K ich čiastočnému vystriedaniu došlo s prechodom na bezkoľajový systém mechanizácie s prepravníkovými nakladačmi a dumprami. Prvým strojom tohto druhu bol nakladač EIMCO 912 LHD, ktorý bol skúšobne nasadený v r. 1971 v bani Miková. Ďalšou stavbou s relatívne veľkým nasadením bezkoľajových mechanizmov bola prečerpávacia vodná elektráreň Čierny Váh. Tu boli nasadené nakladače a dumpre SCHOPF s vŕtacími vozmi vlastnej konštrukcie na podvozkoch lesných kolesových traktorov (obr. 5).

NAKLADANIE UCELENÝCH VLAKOV V JEDNOKOĽAJNÝCH DIELACH

Jedným z riešení, na ktoré sa podnik koncom 60. rokov zameral, boli zásobníkové vlaky (v germanofónnej oblasti známe pod označením Bunkerzug). Podnik sa rozhodol pre cestu vlastného vývoja rovnako ako v mnohých iných prípadoch len preto, že dokonalejšie systémy zo západu si nemohol dovoliť importovať. Vlastné riešenie dostalo pomenovanie vlakový



Obr. 3 Šablóna a ukladač ťažkej blokovej výstuže z betónových tvaroviek s hmotnosťou 270 kg

Fig. 3 The template and erector for heavy block lining from concrete segments weighing 270 kg

DRIVING SHIELDS

In the 70s, the company opted for its own way of development of driving shields starting from the diameter of 256cm to 556cm, with both welded and articulated skin. It may be worth mentioning that two driving shields from Prievidza, 456cm in diameter, were used for excavation of abutment galleries for the Strahov tunnel in Prague. The development reached its summit by the structure of a fully mechanised driving shield (TBM), equipped with a roadheader from the Alpine AM 50 driving combine (see Fig. 4).

A non-traditional method was used in driving of a vehicular tunnel in the Miková magnesite deposit, in incohesive overburden rock, i.e. a driving shield, drill+blast, and trackless haulage. Even the design of segments for the reinforced concrete lining was unusual. The roof and two side wall segments were plain, the shape of the fourth invert segment resembled a lying letter D. A reinforced concrete slab as a part of this invert segment solved the issue of backfilling the invert. The weight of the 1m-wide and 20cm-thick segments crossed 1 ton. Two hydraulically controlled booms, forming an integral part of the driving shield's structure, were used for installation of the segments.

DRILLING, LOADING AND MUCKING OUT EQUIPMENT

The development of drill rigs was started by winning the first contract for German anthracite mines in Ibbenbüren. Two drill rigs of our own design consisted of tracked undercarriages of EIMCO loaders, and a Finnish drilling superstructure with ROTABOOM R 600 (TAMROCK) drilling boom, equipped with a heavy slide drifter. Following the success of this design, a number of drill rigs were produced, utilising a drilling unit VJ-1 of our own design (a copy of Finnish MINIRONDO) and a drilling unit HVJR 1 developed by Ostrava-based designing center ZAM.

Overhead loaders (NL 12, NL 21, PML-1 etc.) had been the most frequently used machines for excavation of horizontal mining works for decades. They were partially replaced in the process of transition to trackless system of equipment with belt loaders and dumpers. The first machine of this type was EIMCO 912 LHD loader. Its trial operation took place in the Miková mine in 1971. Another project with a relatively extensive utilisation of trackless equipment was the Černý Váh pumped storage scheme. SCHOPF loaders and dumpers, and drill rigs of our own design mounted on forest wheeled tractors' undercarriages were used on this project (see Fig. 5).

LOADING OF INTEGRAL TRAINS IN SINGLE-TRACK WORKS

One of the solutions which the company focused on at the end of the 60s were bunker trains (called Bunkerzug in German speaking regions). The company decided to organise its own development, similarly as in many other cases, just because of the fact that it could not afford to import more accomplished systems from the West. Its own solution was named a train charger, and it represented a quite simple system consisting in a shuttling container moving along a unit-construction rails laid directly on mining cars. The moving container with a double-segmental gate was controlled by ropes of a double-drum winch. The train charger was successfully used in excavation of several mines. It was even utilised as a commercial product. Although, its development was stopped since more effective solutions were coming up.

With a lapse of more than 25 years, BS's designers managed to solve the issue of handling mining cars in single-rail underground works in another way. They designed a conveyor bridge mounted on a portal structure moving along movable rails, installed on the sides of the single track. This solution, combined with a drag conveyor and a side-discharge loader mounted on a tracked undercarriage, acquitted itself with an extraordinary success in driving the Kladno-Tuchlovice thwarting.

Obviously, Swedish self-filling and self-discharging cars Hägglunds are counted between three successful solutions of mucking out of single-track tunnels. BS could afford to implement this essentially most active system of mucking as late as the 90s, at the drive of an exploratory gallery for the Branisko tunnel. Naturally, only the fact that it selected the system, applied it successfully and achieved a technological progress in the driving proper was to BS's credit.

EXCAVATION AND RAISE BORING

Driving of raises was counted among the most difficult and risky techniques. A significant relief was brought by introduction of climbing platforms in the

násypník a predstavovalo vcelku jednoduchý systém s kyvadlovým zásobníkom pohybujúcim sa po stavebnicovej koľaji položenej priamo na banských vozoch. Pohyblivý zásobník s dvojsegmentovým uzáverom dna sa ovládal lanami dvojbubnového vratu. Vlakový násypník sa úspešne použil pri razení niekoľkých banských diel a dokonca sa využil aj ako komerčný výrobok. Napriek tomu sa jeho vývoj zastavil, lebo v tom čase sa už schyľovalo k efektívnejším riešeniam.

S odstupom viac ako 25 rokov sa problém manipulácie s banskými vozmi v jednokoľajových podzemných dielach podarilo konštruktérom BS vyriešiť inou cestou. Išlo o pásový dopravný most na portálovej konštrukcii pohybujúci sa po presuvných koľajniciach, kladených po stranách jednokoľajky. V kombinácii s hrablovým dopravníkom a nakladačom s bočným výsypom na pásovom podvozku sa toto riešenie s mimoriadnym úspechom osvedčilo pri razení spojovacieho prekopu Kladno-Tuchlovice.

Do tretice úspešných riešení odťažby z jednokoľajných ražieb nepochybne patria švédske samoplniace a samovyprázdňovacie vozy Hägglunds. Tento, v podstate najaktívnejší systém odťažby, si mohli BS dovoliť až v 90. rokoch pri razení prieskumnej štôlne tunela Branisko. Na tomto systéme, prirodzene, mali BS zásluhu iba v tom, že si ho vybrali, úspešne aplikovali a dosiahli technologický pokrok pri samotnom razení.

RAZENIE A VŔTANIE KOMÍNOV

Dovrchné razenie komínov patrilo k najťažším a najrizikovejším technológiám. Významnú úľavu v polovici 60. rokov priniesli šplhavé raziace plošiny. Ešte skôr ako sa začali používať raziace plošiny zo Sedlčian (RP-1, RP-2, RP-3) a dokonalejšie ALIMAK STH 5 švédskej proveniencie si BS vyrobili prvú raziacu plošinu v r. 1963 vo vlastných vývojových dielňach. Plošinu použili pri razení komína na magnezitovom ložisku Dúbrava pri Jelšave. Po havárii s ťažkými následkami ďalší vývoj zastavili a orientovali sa na plošiny renomovaných výrobcov.

Pozoruhodný výkon raziacimi plošinami sa dosiahol na prečerpávacej vodnej elektrárni Cierny Váh, kde sa švédskymi plošinymi STH 5 vyrazili predrážky troch šikmých privádzačov a jedného technického tunela v úklone 45 stupňov, každá do šikmej výšky cez 500 m. Pred nasadením raziacich plošín sa uvažovalo s nasadením techniky veľkopriemerového vŕtania. Vtedy sa rozhodlo o nákupe súpravy Robbins R 71 pre priemer vrtov od 1520 do 2400 mm. Paradoxne na predvŕtanie privádzačov na PVE Čierny Váh súprava nebola nasadená z obavy o nežiadúci odklon od projektovanej osi privádzača, ktorý logicky musel pri tejto technológii nastať. Zaúčinkovala tu však aj neoblomnosť projektanta stavby, ktorý nepripustil eventuálne vybočenie predvrtu za projektovaný obrys profilu privádzača riešiť dodatočným zabetónovaním.

Súprava Robbins sa však osvedčila na niekoľkých desiatkach vyvŕtaných komínov nielen na území SR, ale aj v ČR, Nemecku a Maďarsku. Vysoká efektívnosť veľkopriemerového vŕtania navodila potrebu ďalších súprav, a tak BS pri nedostatku devízových prostriedkov zvolili cestu skonštruovania súpravy z domácich komponentov pri zachovaní všetkých parametrov a s dovozom iba nenahraditeľných originálnych prvkov. Súprava vlastnej konštrukcie sa stala známou pod menom BESPADRILL. V 80. rokoch, v čase veľkostnej kulminácie podniku a intenzívneho rozvoja rudného baníctva podnik disponoval celkom tromi súpravami na vŕtanie komínov.

TECHNOLÓGIA HĹBENIA ŠÁCHT

Hĺbenie, prehlbovanie a rekonštrukcia šácht je sortimentom vyžadujúcim vyšší stupeň špecializácie stavebnej organizácie. Požiadavky na objem a technické parametre, ale hlavne na rýchlosť realizácie v zrovnaní s predvojnovými rokmi mimoriadne vzrástli. Ak chcel podnik splniť všetky nároky a preukázať oprávnenosť svojej existencie, musel sa náležite vybaviť potrebnou mechanizáciou (hĺbiacimi vežami, ťažnými strojmi, vratmi, drapákovými nakladačmi, čerpadlami, kompresormi), sformovať projekčno-konštrukčnú skupinu, zariadiť sa na výrobu a montáž hĺbiacich zariadení, ako aj na výstavbu povrchových objektov zariadenia staveniska.

Prvou lastovičkou vlastnej tvorivosti sa stal jamový teleskop, ktorým sa vyhĺbilo 5 jám v Sejkove, Ratiškoviciach a Novákoch (1954 až 1957). Išlo o ostenie jamy budované na úrovni terénu, ktorého spúšťanie bolo podporované zatláčaním hydraulickými lismi. Pri tejto technológii sa ostenie budovalo v ohlbni jamy na úrovni terénu a zatláčalo sa ku dnu postupujúceho hĺbenia hydraulickými lismi.

V technológii hĺbenia šácht mal podnik otvorený rístup k riešeniam VOKD. Mnohé prebral bez ďalších úprav, napr. gravitačnú dopravu betónu potrubím, konštrukciu závesného posuvného oceľového debnenia pomocou sústavy dvojkrídlových dverí, ale nevynechal ani cestu vlastných riešení. K takým patrila konštrukcia závesnej vŕtacej súpravy, aplikácia montovanej viacsegmentovej výstuže. Vlastnou cestou sa tiež podnik uberal pri konštrukciách hĺbiacich veží.

middle of the 60s. BS had manufactured its first driving platform in its own workshop in 1963. even before driving platforms manufactured in Sedlčany (RP-1, RP-2, RP-3) and more perfect Swedish ALIMAK STH 5 were introduced. The platform was used for boring of a raise in the Dúbrava pri Jelšave magnesite deposit. Although, after an incident with serious consequences, it stopped the further development and oriented itself on platforms produced by renowned manufacturers.

A remarkable progress using driving platforms was achieved on the Černý Váh pumped storage scheme, where advance headings for three inclined pentstocks and one technological tunnel inclining at an angle of 45 grades, each of them up to the inclined height over 500m, were driven by Swedish platforms STH 5. Utilisation of the large-profile boring technique had been considered before application of the driving platforms. At that time, it was decided on the purchase of Robbins R 71 set for a boring diameter of 1,520 to 2,400 mm. Paradoxically, the set was not used for pilot driving at the Černý Váh PSS because of a fear of an undesired misalignment, which, logically, had to occur at this technique utilisation. Designing consultant's unyielding standpoint also played its role by refusing to allow any deviation of the advance heading beyond the designed contour of the pentstock to be solved by additional backfilling with concrete.

Anyway, the Robbins rig acquitted itself well on several tens of bored raises not only in Slovakia, but also in the CR, Germany and Hungary. High efficiency of the large-profile boring brought forth a need of another rigs. BS, due to the lack of foreign currency, decided to develop rigs consisting of domestic components, while keeping all parameters, and to import the irreplaceable original items only. The rig of its own design came to be known as BESPADRILL. In the 80s, in the time of the company's size culmination and of an intensive development of the ore mining industry, the company owned three raise borers in total.

SHAFT SINKING TECHNIQUE

Sinking, deepening and refurbishment of shafts are operations requiring a higher degree of specialisation of a civil engineering contractor. Requirements on volume and technical parameters, but on rapidity of operations in comparison with pre-war years above all, increased extraordinarily. If a company had wished to meet all the demands and prove the rightfulness of its existence, it had had to possess the equipment necessary (hoisting towers, hoisting machines, winches, grab loaders, pumps, compressors), to establish a designing team, to prepare for a manufacture and assembly of shaft sinking equipment, as well as for building surface structures for site facili-ties.



Obr. 4 Raziaci štít na razenie autotunela na magnezitovom ložisku Miková
Fig. 4 Driving shield for the road tunnel driving at the Miková magnesite deposit

BEZTRHAVINOVÉ RAZENIE

Razenie 14 km dlhej odvodňovacej štôlne Voznica v bansko-štiavnickom revíre sa stalo príležitosťou pre prvé nasadnie technológie razenia tunelovacím strojom v rokoch 1980 až 1986. Okrem toho, že BS dosiahli tunelovacím storjom Wirth TB II H priemeru 3,26 m pozoruhodné výsledky (najlepší v podobe 812 m vyrazenej štôlne za 31 pracovných dní) museli siahnuť viackrát k mimoriadnym opatreniam a originálnym riešeniam pri prekonávaní poruchových pásiem. Absurdnosť vtedajších obmedzení dovozu dohnala BS ku konštrukcii a vlastnej výrobe valivých dlát. Napodiv celkom úspešne sa aj táto odvážna akcia vydarila, ale keď o výrobu valivých dlát prejavili záujem vo VZUP Kamenná, BS sa radi výroby vzdali a dokonca poskytli svoje know-how v plnom rozsahu novému výrobcovi.

Druhou príležitosťou pre nasadenie toho istého stroja sa stalo razenie prieskumnej štôlne pre diaľničný tunel Branisko. Tunelovacím strojom bolo v nej vyrazených 2178 m od východného portálu po bod prerážky v období od januára do decembra 1997.

Do tretice k technológiám beztrhavinového razenia pribudli raziace kombajny s čiastočným rezom s frézovým rozpojovacím orgánom. Po predchádzajúcich nevýrazných výsledkoch s kombajnom F6H sa podnik rozhodol pre výkonnejšie kombajny typu ALPINE AM 50 vyrábané v rakúskej licencii v Poľsku. Prvý stroj bol nasadený v r. 1984 a druhý v r. 1985 v slovenských uhoľných baniach.

STRIEKANÝ BETÓN

Prvé pokusy so striekaným betónom sa datujú do polovice 60. rokov. V tom čase podnik získal tlakový dvojkomorový stroj, ktorého výrobcom bol Stavostroj Nové Město nad Metují. V období nástupu tejto technológie s nedokonalým strojným vybavením bolo dosť problematické striekaný betón presadiť, preto sa používal iba sporadicky. Výnimkou boli práce BS na rakúskej medenorudnej bani v Mühlbachu, kde sa striekaný betón presadil



Obr. 5 Vŕtací voz na podvozku lesného kolesového traktora
Fig. 5 Drilling rig on a forest wheeled tractor undercarriage



Obr. 6 Podchod z rámových železobetónových prefabrikátov, vybudovaný pretláčaním
Fig. 6 A subway from prefabricated reinforced concrete frames, built by means of jacking

A mine shaft telescope, which was the first case of BS's own inventiveness, sunk 5 shafts in Sejkov, Ratiškovice and Nováky (1954 - 1957). It was a matter of a shaft lining constructed at the surface level, whose sinking was supported by jacking by means of hydraulic presses.

The company had a free access to the solutions of shaft sinking developed by VOKD (Development of Ostrava-Karviná Mines). It took over many of them without any modifications, e.g. the gravitational transportation of concrete through pipes, the structure of a climbing steel shuttering by means of a set of double-wing doors. Although, it did not omit the way of its own designs. A structure of a suspension drill rig or application of fabricated multi-segmental lining were among them. The company chose its own way in constructing hoisting towers too.

BLASTING-FREE TUNNEL DRIVING

Driving of the 14km-long Voznica drainage gallery in the Banska Štiavnica basin became an opportunity for the first application of the driving technique using a tunnel boring machine in the years 1980 - 1986. BS achieved extraordinary results with the 3.26m-diameter TBM Wirth TB II H (the best result represented an excavation of 812m of the gallery in 31 working days). Although, it had to apply special measures and original solutions in overcoming weakness zones. The foolery of the restrictions on import of those days drove BS to construct and manufacture its own disc cutters. Surprisingly, this bold action fell out quite well. Although, when VZUP Kamenná gave an indication of its interest in manufacturing the disc cutters, BS broke away from it gladly, it even offered its complete know-how to the new manufacturer.

Excavation of an exploratory gallery for the Branisko tunnel became another opportunity for application of the same equipment. 2,178 m of the gallery, from the east portal to the breakthrough point, was driven by the TBM from January to December 1997.

In the third place, driving combines with a partial cutting by means of a roadheader were added to the techniques of the blasting-free tunnel driving. After previous unimpressive results achieved with the F6H combine, the company decided on more efficient combines ALPINE AM 50, manufactured under an Austrian licence in Poland. The first machine was used in 1984, the other one in 1985 in Slovak coal mines.

SPRAYED CONCRETE

First sprayed concrete trials are dated back to the 60s. At that time, the company obtained a pressure double-acting machine manufactured by Stavostroj Nové Město nad Metují. It was difficult to implement the sprayed concrete at the time of introduction of this technique suffering due to imperfect equipment. For that reason it was used sporadically only. The work of BS on the cooper mine in Austrian Mühlbach, where the shotcrete won through very easily and was used on a large scale, was an exception. Obviously, this shotcrete use was facilitated thanks to both the foreign environment with higher demands and, above all, more perfect equipment (Aliva). Later on, shotcrete started to be used routinely on other projects, but an extensive exploitation started with tunnel driving by the NATM. The dry process prevailed for a long time, and only at the end of the 90s, a transition to the more efficient wet process came up.

NEW AUSTRIAN TUNNELLING METHOD

Several years before the end of the 50-year period of its operations in the field of underground construction, the company converted from underground mining to underground engineering construction. Especially transport-related tunnels have become its main entrepreneurial assortment. With the transition to tunnelling, it has been applying the NATM in the full extent, but it makes do with its own solutions, e.g. with the set of equipment for handling materials for the shotcrete technique (intermediate silos, transportation and dosing units). Steel lattice arches ARCUS have become one of its own products used on tunnel projects.

The first use of the driving under the protection of a micropile umbrella was on the Branisko tunnel, in opening of the southern tunnel tube excavation from the west portal. Operative evaluation of the rock environment and assignment of support classes according to results of 3D geotechnical convergence measurements have become an important component in driving of tunnels. Evident increase in demands at large tunnel profiles, and requirements on the accuracy on line and level of a route have been reflected in the exactingness of surveying, using the state-of-the-art surveying equipment: static lasers, motorised lasers, total stations, electro-optical tachymeters,

veľmi jednoducho a použil sa vo veľkom. Pomohlo tomu prirodzene nielen cudzie prostredie s vyššími nárokmi, ale najmä dokonalejšie stroje (Aliva). Striekaný betón sa potom postupne začal rutinne používať na viacerých stavbách, ale k extenzívnemu využitiu došlo až pri razení tunelov NRTM. Dlho prevládala suchá metóda, a až v závere 90. rokov nastal preklon k výkonnejšej mokrej ceste.

NOVÁ RAKÚSKA TUNELOVACIA METÓDA

Podnik pár rokov pred dovŕšením pätdesiatročného pôsobenia v podzemnom stavebníctve konvertoval od banského podzemia ku podzemným inžinierskym stavbám. Z nich najmä dopravné tunely sa stali jeho hlavným podnikateľským sortimentom. S prechodom ku tunelovým stavbám aplikuje v plnom rozsahu NRTM, ale vypomáha si vlastnými riešeniami napr. pri zostave mechanizmov pre manipuláciu s hmotami pri technológii striekaného betónu (medzizásobníky, dopravné a dávkovacie zariadenia). Jedným z vlastných výrobkov používaných na tunelových stavbách sa stali oceľové priehradové oblúky ARCUS.

Na tuneli Branisko sa prvý krát aplikovalo razenie pod ochranou mikropilotového dáždnika pri zaúsťovaní južnej tuneloverj rúry od západného portálu. Dôležitou zložkou pri razení tunelov sa stalo operatívne vyhodnocovanie kvality horninového prostredia a priraďovanie vystrojovacích tried podľa výsledkov 3D geotechnických meraní konvergencií. Evidentný rast nárokov pri veľkých profiloch tunelov a požadované presnosti smerového, ako aj výškového vedenia trasy sa premietli do náročnosti geodetických prác s použitím najmodernejšej meračskej techniky: statických laserov, motorlasera, totálnej geodetickej stanice, elektrooptického tachymetra, digitálneho nivelačného prístroja. Pri reprofilácii primárneho ostenia sa použil moderný prístroj Profiller 4000 s počítačovým vyhodnocovaním obrysu priečneho profilu.

Veľký profil tunelov prinútil podnik k niektorým riešeniam v oblasti trhacích prác. Presný dvojšpirálový zálom s dvomi nenabíjanými vývrtmi a optimalizácia vrtnej schémy so zvláštnym zreteľom na efekt hladkého výlomu priniesli efekt tak v mernej spotrebe trhavín, ako aj presnosti výlomu.

PRETLÁČANIE POTRUBÍ A PODCHODOV

Koncom 60. rokov, relatívne skôr ako mnohé renomované stavebné organizácie, začal podnik s touto technológiou, pre ktorú si sám zariadenie konštrukčne vyvíjal a vyrábal. Poväčšinou išlo o pretláčanie prielezných profilov oceľových potrubí s priemerom nad 800 mm. Na pretláčanie potrubí neprielezného profilu s priemerom 630 mm podnik použil súpravu so závitovkovou vŕtacou a vynášacou kolónou, ktorú podľa požiadaviek BS skonštruovali a vyrobili pracovníci Ústavu pre výskum rúd v Prahe. V prielezných profiloch sa používalo ručné rozpojovanie zeminy a jednoduchá vozíková, alebo kontajnerová odťažba. Okrajovo sa pretláčali na tupo aj potrubia priemeru 150 - 350 mm. Vlajkovou loďou v tomto sortimente bolo pretláčanie železobetónových rámových prefabrikátov obdĺžnikového profilu 420 x 290 cm, z ktorých sa budovali podchody pod cestnými a železničnými telesami (obr. 6).

PODJAZDY A KLENBOVÉ MOSTY

Pri rekonštrukciách a novostavbách podjazdov a klenbových mostov v násypoch železničných tratí sa s úspechom použila metóda ochranného dáždnika z preinjektovaných mikropilót alebo sústava pretláčaných rúr väčšieho priemeru (600 mm) následne v celej dĺžke vyplnených betónom. Dĺžkový dosah tejto metódy neprekračuje 50 m, ale pre väčšinu prípadov aj viackoľajných železničných tratí je to postačujúce. Ostatné práce, rozpojovanie zeminy, odťažba, vybudovanie nosného ostenia podjazdu sa v mnohom podobajú tunelárskemu stereotypu (obr. 7).

RESUMÉ

Vlastné konštrukčno-vývojové kapacity pomohli prežiť podniku relatívne ťažké obdobie obmedzeného prístupu k cudzej technike. Produkty, ktorými si pomohol vlastným vývojom a výrobou nemali vždy svetové parametre, ale obyčajne vždy pomohli. Prístupovou cestou ku niektorým riešeniam bolo aj zakúpenie zahraničnej licencie (nakladače typu PN s využitím licencie firmy JOY). V niektorých prípadoch sa jednoducho kopírovalo, ale boli aj také prípady, keď pokusy o získanie licencie konštrukcie vŕtacích vozov stroskotali na obavách zahraničného partnera, že prídu o trh východnej Európy. Podnik sa v niektorých prípadoch púšťal do riešenia obtiažnych technológií, aj keď ich použitie malo iba obmedzený rozsah. Príkladom takejto jednorázovej technológie bolo riešenie zmrazovania zvodnelých zemín tekutým dusíkom pri razení prieskumnej úpadnice pod riekou Dunaj. V každom prípade to však bolo úsilie nájsť cestu k efektívnejším riešeniam a nestratiť kontakt s vývojom podzemného stavebníctva v ostatnom svete.

digital levels. A modern machine Profiller 4000 with computer processed evaluation of the cross section contour was used for re-profiling of primary lining.

The large profile of tunnels made the company adopt certain solutions in the field od blasting. An exact double-spiral cut with two burn holes, and an optimisation of the drilling pattern with a special respect paid to the effect of smooth blasting, paid back in terms of specific consumption of explosives and accuracy of the excavation.

PIPE JACKING AND JACKING OF PEDESTRIAN SUBWAYS

At the end of the 60s, relatively earlier than many renowned companies, the company brought this technique up. It developed and manufactured the equipment by its own. Mostly it was a matter of jacking steel pipes with a diameter over 800mm, allowing crawling through. For jacking of a not-passable diameter of 630mm, the company used a rig with an auger drill string, designed and manufactured according to BS's requirements by employees of the Institution for research of ores in Prague. Manual ground disintegration and simple muck removal by cars or containers was used in passable profiles. Marginally, pipe diameters of 150 - 350mm with blinded front end were jacked. The flagship of this work was jacking of prefabricated reinforced concrete frames of a 420 x 290cm rectangular profile. It was used for pedestrian subways under road and railway embankments.

VEHICULAR SUBWAYS AND ARCHED BRIDGES

The method of a protective umbrella consisting of grouted micropiles, or a system of jacked pipes of a larger diameter (600mm) backfilled subsequently with concrete along all its length, was applied in reconstruction and new construction of vehicular subways and arched bridges under railway embankments. This method is applicable for lengths up to 50m, which length is sufficient for most cases, even for multi-track railway lines. The other operations, i.e. excavation and evacuation of ground and construction of the subway lining, are in many aspects similar to the tunnelling routine (see Fig. 7).

SUMMARY

Its own designing and research capacities helped the company to survive the relatively difficult period of a limited access to foreign technology. Not always did the products, which it developed and manufactured by its own, have the world-class parameters. Although, they were usually helpful. The access to some solutions was also through a purchase of a foreign licence (PN-type loaders with the use of JOY company's licence). In some cases we simply produced copies, but there were also cases when our attempts to obtain licences for construction of drill rigs failed due to fears of the foreign partner that it would have lost the East European market. In some cases, the company set about solving exacting technologies even if the scope of their utilisation was limited only. As an example of such a nonrecurring technology was the solution of freezing of water-bearing ground by liquid nitrogen at the driving of an exploratory inclined drift under the Danube River. On all accounts, it was an endeavour to find a way to more efficient solutions, and not to lose contact with the development of underground construction in the world.



Obr. 7 Klenbový most v násype železničnej trate
Fig. 7 Arched bridge in a railway embankment

DIAĽNIČNÝ TUNEL BERG-BOCK

THE BERG-BOCK MOTORWAY TUNNEL

ING. PETER WITKOVSKÝ, ING. KLEMENT MIHÁLIK, BANSKÉ STAVBY, a. s. PRIEVIDZA

1. ÚVOD

Pädesiatročná tradícia firmy Banské stavby v počiatkoch úzko spätá s prácami v podzemí, hlavne v hlbinných baniach, neskôr so širším zameraním na účelové a dopravné stavby v podzemí a na povrchu veľkou mierou prispela k úspechom, ktoré podnik dosiahol v oblasti výstavby tunelov v zahraničí. Odborníkom z oblasti výstavby tunelov nie je potrebné zvlášť zdôrazňovať dôležitosť kvalifikovaného personálu a najmä vtedy, keď sa podnik súčasne podieľa na výstavbe viacerých tunelov.
Tunel BERG-BOCK je už desiatym tunelom od roku 1990, na ktorom sa podieľali aj razičské osádky BS. Zoznam razených tunelov (betónovaných by bolo o niečo viac) v krátkej porevolučnej histórii firmy je dostatočne vypovedajúci a naznačuje určitú potenciu podniku, stavby takéhoto druhu realizovať. K týmto stavbám patrili železničné tunely: Elzerberg, Gunterscheid, Aegidienberg, Stanjevci, diaľničné: Kohlberg, Engelberg, Branisko, Rennsteig, Berg Bock, vodohospodárske: Aachen a iné.
V článku chceme priblížiť situáciu na tuneli BERG-BOCK v SRN hlavne z technologického pohľadu a po stránke dosiahnutých výkonov.

2. IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE STAVBY

Názov stavby:	TUNNEL BERG - BOCK
Lokalita:	Súčasť diaľnice Erfurt - Schweinfurt Spolková krajina Thüringen
Investor stavby:	DEGES - Nemecká správa diaľnic
Zhotoviteľ stavby:	ARGE TUNNEL BERG - BOCK, ktoré zostavili firmy MAX BÖGL a WALTERBAU
Dodávateľ raziacich prác:	Z južnej strany BANSKÉ STAVBY SNV s.r.o.
Stavebný dozor:	Inžinierska a projektová kancelária BUNK
Začiatok razenia (Južný portál):	10. 4. 2000
Prerážka: Východná rúra:	17. 1. 2001
Západná rúra:	1. 2. 2001
Ukončenie zmluvných prác:	28. 2. 2001
Celková dĺžka diela:	2 x 2 660 m
Dĺžka tunela razeného BS :	Východná rúra 1 324 m Západná rúra 1 346 m

Opis diela:

profil tunela 82,3 m², protiklenba cca 2x20 m v úvodných častiach, delená čelba kalota/strosse cca 2x800m, ostatné v plnom profile,v tuneli 2x3 zálivy, 10 spoj. chodieb a cca 220 technologických výklenkov.

Geológia:

z južného portálu až do cca 450 m sedimenty íly, ílovce, občas preplásty pieskovca – v poruchách mierne zvodnelé, do cca 1000 m porfyrity a tufity v poruchách mierne zvodnelé, od 1000 m granit-väčšinou kompaktný v poruchových zónach porušený až drobivý so silnými výronmi vody.

3. TECHNOLÓGIA VÝSTAVBY TUNELA

Všeobecne

Opis technológie môže byť zaujímavý najmä z toho dôvodu, že boli použité niektoré technológie, s ktorými sme nemali predtým možnosť sa stretnúť. Treba však poznamenať, že na predpokladané výkony (razenie dvoch tunelových rúr súčasne, veľké vzdialenosti, vysoké denné postupy) bolo vybavenie strojmi a hlavne servisnými službami podcenené. Niektoré z kľúčových strojov boli až 20 hodín denne v nasadení, čo neumožňovalo ich pravidelný servis. Vzhľadom k tomu, že neboli žiadne stroje v zálohe, každá i malá porucha sa prejavila ako prestoj.

Rozpojovanie hornín

Na vŕtacie práce sa použil vrtný voz AMV-3GBC-CR Jumbo (obr. 1). Stroj bol vybavený 3 lafetami + 1 ramenom s pracovnou plošinou, elektronickým riadením a kontrolou - centrálnou počítačovou jednotkou. Taktiež bol vybavený tzv. BEVEAR systémom – kontrolný systém merania presnosti vŕtania. Je škoda, že tento systém nebol počas celej výstavby trvalo nasadený. Celková hmotnosť stroja bola viac ako 40 ton. Z veľkosti tohto stroja vyplýva, že sa hodí viac do plného profilu, ale napriek tomu musel byť nasadený aj v kalote prvých 2 x 450 m. Jeho veľkosť bola na prekážku pri jazde. Došlo aj k poškodeniu kabíny stroja, lebo vzdialenosť od stropu bola iba 30 – 50 cm.
Tak isto komplikovaná a citlivá elektronika bola často zdrojom porúch, hlavne v zvodnelých oblastiach. Napriek tomu sa výkon stroja dá označiť ako vynika-

1. INTRODUCTION

The fifty-year tradition of Banske Stavby, at the beginning closely connected with underground works, mainly in underground mines, later on with a wider orientation on purpose-built and transportation construction both in the underground and at surface level, contributed to a great degree to the success achieved by the company within the field of tunnel building abroad. It is not necessary to emphasise for tunnelling professionals the importance of competent personnel, especially if a company participates in more tunnelling projects simultaneously.
The BERG-BOCK tunnel is already the tenth tunnel, which the BS's mining crews have participated in since the year 1990. The list of mined tunnels (the tunnels where we performed concrete lining would be slightly more numerous), built within the short after-revolution history of the company, gives a sufficient evidence, and indicates a certain potential of the company to implement projects of such the kind. Among those projects, we can mention railway tunnels: Elzerberg, Günterscheid, Aegidienberg, Stanjevci; motorway tunnels: Kohlberg, Engelberg, Branisko, Rennsteig, Berg Bock; water resources tunnels: Aachen etc.
In this article, we would like to outline the situation at the BERG-BOCK tunnel in the FRG, mainly from the technological point of view, and in terms of the outputs achieved.

2. IDENTIFICATION DATA ON THE PROJECT

Project name:	*THE BERG - BOCK TUNNEL*
Location:	*Part of the Erfurt - Schweinfurt motorway* *Federal state of Thüringen*
Client:	*DEGES - German Motorways Authority*
Construction Contractor:	*ARGE TUNNEL BERG - BOCK, consisting of MAX BÖGL and WALTERBAU companies*
Mining contractor:	*BANSKÉ STAVBY SNV s.r.o.* *(from the southern side)*
Site Supervision:	*BUNK, engineering and designing office*
Beginning of excavation:	*(the Portal South): 10.4.2000*
Breakthrough:	*Eastern tube 17.1.2001* *Western tube 1.2.2001*
Completion of the contract:	*28.2.2001*
Total length of the works:	*2 x 2,660m*
Length of the tunnel mined by BS:	*Eastern tube 1,324 m* *Western tube 1,346 m*

The works description:

the tunnel cross section of 82.3 m², the invert about 2x20 m at the initial sections, a divided face top heading/core about 2x800m, the others in a full profile, 2x3 lay-bys in the tunnel, 10 cross-passages and about 220 technological recesses.

Geology:

from the south portal - up to about 450m: sediments, clays, claystones, occasionally sandstone intercalations, slightly saturated at faults; up to about 1,000m: porphyrites and tuffites, slightly saturated at faults; from 1,000m: granite - mostly compact, fractured to friable, with water leaks in fault zones.

3. THE TUNNEL CONSTRUCTION TECHNOLOGY

In general

Description of the technology may be interesting, primarily because some techniques were used, which we had had no opportunity to meet before. Although, it is necessary to note that the equipment and services were underestimated in terms of the anticipated outputs (driving two tunnel tubes simultaneously, big distances, and high daily advances). Some of the key machines were operating even 20 hours in a day, which fact made regular servicing impossible. Since no machines were kept on standby, any even small defect meant a downtime.

júci a odhliadnuc od spomínaných elektronických porúch bol vysoko spoľahlivý a jeden z najvýkonnejších strojov na stavbe.
Samotné trhacie práce boli vykonávané pomocou klasickej vrtnej schémy s klinovým dvojitým zálomom a hustejšími a presnejšími obrysovými vrtmi. Použila sa želatinová trhavina EURODYN 2000 (600 g patrony), rozbušky s vysokou bezpečnosťou DYNYDET-HU a do obrysu trhavinová šnúra SUPERCORD 100 s priemerom 100 mm. Trhacie práce sa vykonávali pod dozorom strelmajstrov nemeckého partnera (nutnosť podľa nemeckých predpisov), ktorí pôsobili často veľmi amatérsky. Boli to rekvalifikovaní pracovníci z iných oblastí s minimálnou praxou. Pri nabíjaní vrtov vo výške sa buď použila pracovná plošina vrtného voza, alebo pojazdná pracovná plošina AMV na podvozku auta SCANIA s dvoma samostatnými ramenami s plošinami a kompresorom na práce so stlačeným vzduchom. V zhoršených geologických podmienkach sa rozpojovalo len mechanicky, pomocou lopaty alebo hydraulického kladiva, osadených na tunelovom bagri LIEBHERR 932.

Vetranie

Pracovisko sa ovetrávalo fúkacím separátnym vetraním, každá tunelová rúra zvlášť. Použili sa ventilátory KORFMANN ϕ 1600 s plynulou elektronickou reguláciou. Vzduch bol do čelieb vedený flexibilnými vetračkami ϕ 2000 s veľmi jednoduchými spojmi pomocou zipsu, umožňujúcimi rýchlu montáž, príp. výmenu. Kapacita bola dostatočná, zásobovanie čerstvými vetrami uspokojivé.

Nakladanie, odťažba

Na nakladanie sa použil kolesový nakladač VOLVO L150C s 3,8 m³ so šípovou lopatou, 180 kW motorom a 2 až 4 trojnápravové dumpre VOLVO A25C s kapacitou korby do 25 t a maximálnou rýchlosťou 60 km/hod. Tieto stroje sa zase dajú označiť ako výkonné a pôvodne vyberané na razenie do plného profilu tunela. Pri razení kaloty boli problémy s ich veľkosťou. Museli sa dokonca upraviť bočnice dumprov, kvôli úzkemu priestoru pri nakladaní. Nakladač VOLVO sa dá hodnotiť ako robustný a výkonný stroj, ale pre špičkové výkony bol príliš pomalý. Tým, že bol permanentne v nasadení, zanedbanie servisu sa prejavilo častými poruchami, hlavne elektronického ovládania. Na druhej

Rock fragmentation

AMV-3GBC-CR Jumbo (see Fig. 1) was used for drilling. The machine featured a three-boom and basket configuration, an electronic control - a central computer unit. It was also equipped with the Bever Control system, i.e. a control system of measuring the accuracy. It is a pity that this system was not used for the whole time of the work. The machine gross weight was over 40 tons. It follows from the size of this machine that it is more suitable for a full-face excavation, although it had to be used even at the top heading for the initial 2 x 450 m. Its size was an obstacle to riding. Even a damage to the machine's cabin occurred since its distance from the roof was of 30-50cm only.
Also the complicated and sensitive electronics was a frequent source of defects, in saturated areas above all. Despite that fact, the performance of this machine can be considered as excellent and, if we forget the above-mentioned electronic failures, it was highly reliable and one of the most efficient machines on the site.
The blasting operations proper were carried out by means of a conventional drilling pattern with a double cut and denser and more accurate contour holes. We used gelatine explosive EURODYN 2000 (600g cartridges), high-safety detonators DYNYDET-HU, and, for the contour, 100mm-diameter SUPERCORD 100 detonating fuse. Blasting operations were performed under a supervision by explosives managers of the German partner (a necessity due to German rules), who very frequently acted in a very amateur manner. They were requalified workers from other industries, with a minimum experience. The basket on the drill rig, or a mobile manlift AMV with two independent booms with platforms and a compressor for operations requiring compressed air, mounted on a SCANIA truck undercarriage, were used for charging the holes at a height. In worsened geological conditions, mechanical disintegration took place only, by means of a shovel or a hydraulic breaker mounted on the LIEBHERR 932 tunnel excavator.

Ventilation

The working place was vented by a forced ventilation system, each tube separately. KORFMANN fans 1,600mm in diameter with a stepless electronic



Obr. 1 Dvojicu rúr tunela Berg-Bock razila jedna osádka s tou istou strojnou zostavou
Fig. 1 The pair of the Berg-Bock tunnel tubes was driven by one crew with the same set of equipment

regulation were used. The air was carried to the faces through 2,000mm-diameter flexible ducts, which were very simply zipped together. This kind of joints made a quick assembly or replacement possible. The capacity was sufficient, and the supply of fresh air was satisfactory.

Loading, mucking out

VOLVO L150C wheeled loader with a 3.8 m³ arrow-shaped bucket, 180 kW engine, and 2 to 4-axle VOLVO A25C dumpers with a load capacity up to 25 t and maximum speed of 60 km/h were used for loading and mucking out.

Those machines can be considered as efficient. Originally, they were selected for a full-face tunnel driving. There were troubles about their size at the top heading excavation. It was even necessary to adapt the sides of the dumpers because of a narrow space for loading. The VOLVO loader can be assessed as a robust and efficient machine, although too slow for a peak progress. Because of its permanent operation, its servicing was neglected. Consequently, frequent defects occurred, those of the electronic control above all. On the other hand, it is possible to say that the dumpers were the least troublesome machines on the site. Their driving properties were excel-

strane o dumproch sa dá povedať, že to boli najmenej poruchové stroje na stavbe, mali vynikajúce jazdné vlastnosti umožňujúce vysokú rýchlosť jazdy pri dobre upravenej jazdnej dráhe v tuneli. Jedinou nevýhodou bola konštrukcia kabíny, ktorá na rozdiel od iných typov umožňovala cúvanie len cez spätné zrkadlá. Na stavbe nebolo dostatočne vyriešené deponovanie rúbaniny, čo sa prejavilo ku koncu razenia tým, že sa vysypávalo takmer až z 35 m výšky na neosvetlenej halde. Bolo to na hrane bezpečnosti práce.

Vystužovanie

Všeobecne sa používali na stavbe klasické prvky NRTM, a to oceľové oblúky –I profil, zvárané kari siete, striekaný betón, hnaná výstuž – ihly, svorníky kotvené mechanicky, SN a IBO. Za zmienku stojí použitie striekaného betónu s oceľovými vláknami, čo úplne vylúčilo zdĺhavú operáciu budovania kari sietí. Samozrejme, dá sa to použiť len v tvrdých a kompaktných horninách. Tento spôsob vystužovania výrazne skrátil čas jedného cyklu a stopercentne sa osvedčil. Betón vykazoval vynikajúce pevnostné vlastnosti, zlepšila sa jeho priľnavosť, znížil sa odpad pri striekanom betóne. Čo bolo prekvapujúce, nezvýšilo sazásadne opotrebenie častí dopravného čerpadla a hadíc na striekacom za-riadení. Jedinou nevýhodou je vysoká cena takéhoto betónu. Tak isto stojí za pozornosť použitý systém striekania betónu mokrej zmesi strojom BETONSPRITZROBOT AMV 7000. Je to samohybný stroj na podvozku SCANIE, ktorý má na korbe vlastný kompresor, zásobník urýchlovača tuhnutia s elektronicky nastaviteľným dávkovacím čerpadlom a ramenom, na ktorom je uchytená kabína pre obsluhu striekacieho zariadenia. Všetky pohyby zariadenia pri striekaní sú ovládané hydraulicky pomocou 2 joystyckov v kabíne. Stroj dokáže za jednu hodinu spracovať okolo 16 – 18 m³ betónu. Prašnosť pri takomto spôsobe striekania je nepatrná a pri dobrej zručnosti obsluhy sa dosiahla vysoká kvalita povrchu ostenia.

Odvodňovanie

Počas celého razenia tunela od južného portálu, až na dva prípady výronu vody z poruchových zón (prechod porfyrit /granit kde bol prítok až 15 l/sek.), sa vyskytovala len kvapkajúca voda. Od južného portálu sa razilo s miernym stúpaním cca 10 ‰, čím odpadlo ťahanie odvodňovacieho potrubia a na odvádzanie vody postačili vyhĺbené bočné rigoly.
Vzhľadom na rozptýlenú kvapkajúcu vodu a ílovité horniny na úseku prvých 2 x 500 m sa musela voda zachytiť a odviesť. Riešilo sa to hlavne nastreľovaním fólií (celkove niekoľko tisíc m², prípadne hadičkami. Udržať jazdnú dráhu v suchom a pevnom stave nebolo jednoduché a po neupravenej počve sa nedalo jazdiť. Vrtný voz o hmotnosti 40 ton by nebol schopný prejsť do čelby a bez neho by sa nedosiahli také razičské výkony.
Po prerazení tunela sa situácia prudko zmenila, pretože všetku vodu z protičelby pustili na našu stranu. V dôsledku toho bolo treba dobudovať dodatočné čerpacie systémy v priestoroch rámp a pred tunelmi. Voda tak isto skomplikovala razenie zostupnej etáže v januári a februári, kde sa musel priestor razenia premostiť potrubiami a čerpacím systémom s výkonom cca 20 – 30 l/sec.

Starostlivosť o mechanizmy

Táto oblasť sa dá označiť ako činnosť, ktorú na úseku najvýraznejšie podcenil náš partner. To bolo aj príčinou mnohých prestojov spôsobených nedostatočnou preventívnou starostlivosťou. Druhou príčinou boli nekonečne dlhé dodacie lehoty náhradných dielov a servisných služieb. Na problém okolo servisnej činnosti sa treba pozrieť podrobnejšie. Nástup našich pracovníkov bol 1. 4. 2000 na zelenej lúke. V tomto štádiu bol vykopaný zárez pre portál, zaistené svahy a spevnený povrch terénu pred tunelmi. Na dvore boli odparkované stroje a zložených pár prázdnych buniek. Za 10 dní sa vybudovalo provizórne zariadenie staveniska (sklad trhavín, vodné hospodárstvo, AT stanica, základy pod ventilátormi a dielňou, rozvody elektro a kanalizácia atď.). Po 10 dňoch sa začali razičské práce od portálov tunelov.
Zároveň prebiehalo zaškolenie pracovníkov pre obsluhu strojov. Takže jeden mesiac bol úsek úplne bez dielne a údržbárov, druhý mesiac nám pridelili jedného údržbára, ktorý si viac menej zariaďoval dielňu. Tretí mesiac nám prvý krát pridelili elektrikára na pondelok až piatok do rannej zmeny. Na konci stavby sme sa dopracovali na stav, keď ranú zmenu obsadili turnusovo jedným elektrikárom a dvoma údržbármi. Nočná zmena nebola nikdy obsadená a pri poruche sa volal údržbár z opačnej strany tunela, čo často znamenalo aj dve hodiny a viac. Tým, že stroje pracovali v „kolotoči" na dvoch čelbách, na servis a opravy boli len krátke, maximálne hodinové prestávky. S naším vyťažením pracovníkov sme sa obmedzili na občasné umývanie strojov, mazanie a najnutnejšie opravy samostatne, prípadne za asistencie nemeckých údržbárov. Taktiež zle fungoval systém údržby na nórskych strojoch AMV, kde servis mali robiť servisní technici z Nórska, ktorých neskôr odvolali (dôvod boli vysoké náklady) a nahradili ich dvoma údržbármi z blízkeho okolia, ktorí nemali o týchto strojoch ani základné znalosti. Za týchto podmienok dokázali raziči BS skutočne úctyhodné výkony, pričom stroje boli vyťažené nie na 100 %, ale 120 % ich tabuľkových výkonov.

4. ÚDAJE O RAZIČSKÝCH VÝKONOCH

Razenie východnej tunelovej rúry do bodu prerážky trvalo 9 mesiacov. Najlepší výkon bol dosiahnutý v októbri 2000, keď za 31 pracovných dní vyrazila jedna osádka raziča 502,75 m v obidvoch rúrach (obr. 2).
Špičkový denný výkon bol dosiahnutý 21,0 m za 24 hodín a to dokonca 7 krát v mesiaci október.
Priemerný denný výkon za mesiac október bol 16,22 m, pričom tento výkon bol nepriaznivo ovplyvnený prestojovým časmi pre poruchy na strojných zariadeniach. Prestoje trvali v súčte 72 hod za mesiac – čiže priemerne 2,3 hod/deň.

lent, making a high driving speed possible along a well-treated hauling road in the tunnel. The only disadvantage was the cabin design, which, in contrast to other types, allowed backing with the use of a rear view mirror only. Deposition of muck on the site was not solved sufficiently, which fact became serious at the end of the tunnel driving operations. The muck was tipped from a height of nearly 35m, on a stockpile lacking any illumination. The situation was at the very edge of working safety.

Supporting

In general, conventional NATM elements were used, namely steel arches (I-profiles), KARI welded mesh, shotcrete, forepoling (needles), SN and IBO mechanically anchored rock bolts. The use of steel fibre reinforced shotcrete is worth mentioning. It completely excluded the time consuming operation of installation of KARI mesh. Obviously, it can be used in hard and compact rock. This way of reinforcing cut the time of one cycle significantly. It hundred percent proved its worth. The concrete exhibited excellent strength properties, its adhesion improved, shotcrete rebound diminished. It was surprising that the wear of the components of the transport pump and hoses on the sprayer did not increase significantly. The only disadvantage was the high price of such the concrete. Also worth mentioning is the used system of wet mix shotcrete application by BETONSPRITZROBOT AMV 7000. It is a self-propelled machine mounted on SCANIA undercarriage. It has its own compressor, a holding tank for accelerator with an electronically adjustable dosing pump, and a boom with spraying operator's cabin on its body. All movements of this equipment in the course of spraying are hydraulically controlled by means of 2 joysticks in the cabin. The machine manages to process about 16 - 18 m³ of concrete per hour. Dust emissions at this manner of spraying are negligible, and high quality of the lining surface was achieved by skilful operators.

Drainage

Apart from two events of water outflows originating from the fault zones (transition from porfyrite to granite, where the water inflow amounted even to 15 l/s), dripping water occurred only. The excavation from the south portal proceeded at a low rising grade of about 10 ‰. Thus installation of drainage piping could be omitted, and dug side ditches were sufficient for the drainage. Because of the dispersed dripping water and clayey rock within the initial 2 x 500 m long section, the water had to be collected and evacuated. This was solved by shotfiring of membrane (several thousand m² in total), or by hoses. It was not simple to keep the road in a dry and firm condition, and it was impossible to drive on an untreated bottom. A drill rig weighing 40 tons would not have been able to pass to the tunnel face, and the mining progress would not have been achieved without it.
The situation changed rapidly after the tunnel breakthrough because all water from the counter-attack was directed to our side. As a result, additional pumping systems had to be built in the area of the ramps and in front of the tunnels. The water also complicated the excavation of the core in January and February. The excavation area had to be bridged over by pipelines and a pumping system with a capacity of about 20-30 l/s.

Care of equipment

This field can be marked as an activity the most underestimated by our partner. Insufficient preventive care of equipment also caused many events of downtime. The other reason was the infinitely long terms of spare parts and services supply. The issue of service activities must be dealt in some detail. Our staff started the work on 1.4.2001, on a greenfield site. In that phase, only the excavation of the cutting for the portal, the support of slopes, and surface hardening in front of the tunnels were completed. There were machines parking and several empty portable cabins deposited on the site yard. The temporary site facility (an explosive magazine, water treatment plant, automatic water-pressure station, foundations under fans and workshop, electrical services and sewerage) was built within 10 days. The mining operations from the tunnel portals started after 10 days.
Training of equipment operators took place concurrently. So the section had completely lacked any workshop and maintenance workers for one month. Next month, they assigned one maintenance man to us, who, more or less, were arranging the workshop. The third month they, for the first time, assigned one electrician to us for morning shifts from Monday to Friday. At the end of the project, we managed to have one electrician and two maintenance men of theirs, working in morning shifts in turns. Night shifts had never been manned, therefore a maintenance man from the other tunnel side was called. This often meant a time loss of two or more hours. Because of the machines working alternately on two faces, short, one-hour long breaks for the service and repairs were available. Due to the over-extension of our workers, we confined ourselves to occasional washing of the equipment, lubrication and the most necessary repairs, performed by ourselves or with an assistance of German maintenance men. Also the system of Norway-made AMV machines, where the service was to be carried out by service technicians from Norway, worked poorly. The Norwegian technicians were withdrawn (because of high expenses) and replaced by two maintenance men from close vicinity, who possessed no even basic knowledge of this equipment. Considering those conditions, BS's miners managed to achieve truly respectable outputs. The machines worked not to 100%, but to 120% of the production rates indicated by manufacturers.

Najlepší dosiahnutý čas jedného cyklu bol 7 hodín, priemerný čas 1 cyklu bol 9 hod. a priemerné časy jednotlivých operácií vyzerali takto:

vŕtanie	180 min
nabíjanie	30 min
vetranie	30 min
odťažba	150 min
rámovanie čelby	30 min
striekaný betón	120 min
Spolu	540 min = 9 hod

Razenie na konci mesiaca zbrzdila zhoršená geológia, v dôsledku čoho sa za posledných 5 dní musel skrátiť záber z pôvodných 3,50 m na 1,50 m.
Dosahovaná presnosť vŕtania pri dĺžke vrtu 3,5 m bola cca 15 cm, hotový profil sa pohyboval v priemere do +20 cm.

5. DISPONOVANIE S PRACOVNÍKMI

Na zahraničných pracoviskách je to veľmi chúlostivá otázka. Je tu viac faktorov, ktoré značne odlišujú činnosť na domácich pracoviskách a v SRN:
- je možné si vybrať len pracovníkov, ktorí môžu ísť do SRN (dva roky doma po predchádzajúcej činnosti v SRN),
- nedá sa často meniť zloženie osádky, je to náročné na čas a niečo to stojí,
- nie je veľa priestoru na zaškolovanie, žiadajú sa špičkové výkony, a to hneď v prvý deň nástupu,
- vždy je vítaná aspoň čiastočná znalosť nemeckého jazyka.

Na úseku BERG-BOCK to prebiehalo nasledovne:
Bola to komplet osádka z tunela Günterscheid, ktorá v čase začiatku prác bola zostavovaná ako tretia v poradí na razení tunelov v SRN v roku 1999, čiže výber bol už značne obmedzený. Napriek tomu sa dá povedať, že sa podarilo zostaviť funkčnú osádku razičov s tým, že dvaja predáci boli presunutí z iných úsekov v SRN. Celý raziči kolektív bol postavený na pár kľúčových pracovníkoch – predákoch. Do osádky okrem kvalifikovaných pracovníkov museli byť zaradení aj takí, ktorí na razení ešte nepracovali.
Takže na BERG-BOCK už nastupoval "zohratý team" ľudí po roku spoločnej práce, čo bolo aj vidieť hneď v úvodných metroch tunela. Problémom bolo, že po necelých 6 mesiacoch razenia museli odísť 4 kľúčoví raziči – predáci, čo sa nepriaznivo prejavilo vo výkonoch, ale hlavne poškodzovaním strojov a zariadení zapríčineným nedostatočnými skúsenosťami a malou praxou. Dôležitosť technickej a organizačnej práce zmenových technikov sa ukázala pri 4 mesačnom pôsobení našich pracovníkov na severnom portáli bez THP. Pracovníci boli vlastne prepožičaní na účely nasadenia pri razení zostupnej etáže. Tí istí pracovníci potom dokázali (po presune na južný portál), ale už pod vedením THP, dvojnásobný výkon ako predtým. Pozitívom bolo, že po dodatočnom jednaní nám nemecký partner umožnil fakturáciu na severnom portáli prepočtom režijných zmien, čo zabezpečilo ekonomickú opodstatnenosť prác na severnom portáli. Napriek tomuto kritickému pohľadu na personálne obsadzovanie musím dodať, že o našej práci a pracovníkoch sa všetci na stavbe vyjadrovali len v superlatívoch.

6. ZÁVER

Ku komplexnému hodnoteniu zákazky je treba pripočítať aj tzv. nehmotné prínosy. Túto zákazku môžeme bez skromnosti nazvať referenčnou stavbou, kde sa kredit podniku u zahraničných partnerov zvýšil a boli sme vyhodnotení za špičku medzi firmami z východnej Európy zaoberajúcimi sa razením tunelov. Dokázali sme vyraziť 2760 m tunela v rekordne krátkom čase (prerážka po necelých 9 mesiacoch razenia), vo veľmi slušnej kvalite pri zachovaní vysokej kultúry razenia (poriadok, celkový vzhľad tunela atď.) a preukázania profesionality v riadení a vykonávaní prác. Taktiež sa zachovával určitý image firmy napr. pracovným oblečením zamestnancov, správaním a celkovým dojmom, ktorí sme na stavbe zanechali. Určite by sa našli dôvody aj na kritickejšie hodnotenie nášho pôsobenia v SRN, ale predchádzajúce riadky boli len vyjadrením nahlas vyslovených názorov na našu prácu ktoré odzneli z úst nášho zmluvného partnera a ktoré by sa mali objaviť v referenčnom liste Dipl. Ing. Bachsleitnera Johana, vedúceho projektu tunela Berg-Bock.



Obr. 2 Razičská osádka, ktorá dokázala vyraziť za 31 pracovných dní 502,70 m tunela
Fig. 2 The mining crew, which managed to excavate 502.70 m of the tunnel per 31 working days

4. DATA ON MINING PERFORMANCE

The east tunnel tube excavation up to the break through point took 9 months. The best progress was achieved in October 2000, when one mining crew wor-king in both tubes excavated 502.75m in 31 working days (see Fig. 2). The peak daily progress amounted to 21.0 m per 24 hours. It was even achieved 7 times in October.
The advance rates for October averaged 16.22m, while those rates were affected adversely by idle times due to mechanical equipment failures. In total, the idle times took 72 hours in the month, i.e. 2.3 h/day on the average. The best time of one cycle achieved amounted to 7 hours, the average duration of 1 cycle was of 9 hours. Following average times of particular operations were experienced:

drilling	*180 min.*
charging	*30 min.*
ventilation	*30 min.*
loading	*150 min.*
scaling	*30 min.*
shotcrete	*120 min.*
Total	*540 min. = 9 h*

The excavation was slowed down at the end of the month due to deteriorating geology. As a consequence, the advance length had to be shortened from the original 3.50m to 1.50m.
The drilling accuracy, achieved at the length of 3.5m, was about 15cm, the completed cross section contour accuracy fluctuated up to +20cm.

5. HUMAN RESOURCES

This has always been a touchy issue. There are more factors which make the work on domestic sites much different from those in the FRG:

- only the employees can be selected who are allowed to work in the FRG (a two-year break after previous working in the FRG),
- the composition of a crew can not be changed often, it is demanding in terms of time and costs,
- there is not too much room for training, peak performance is required just on the first day of the work
- at least a partial knowledge of German is always welcomed.

In the BERG-BOCK section, it was as follows:
It was a complete crew from the Günterscheid tunnel, which was organised as the third crew in the succession for driving tunnels in the FRG since 1999. Therefore, the selection was limited to a great extent. Despite that fact, it is possible to state that we managed to establish a functional mining crew, with two headmen transferred from other sites in the FRG. The whole mining group was based on several key workers, headmen. Apart from skilled workers, also such workers had to be appointed who had not worked on tunnel driving before.
This means that it was a team of people matched after one year of collective work, which entered upon the BERG-BOCK tunnel. This was obvious just from the initial meters of the tunnel. A problem was that 4 key miners, headmen, had to leave after incomplete 4 months of mining. Not only did this affect the progress of the operations adversely, but it also showed in damage to machines and equipment caused due to insufficient experience and short practice. The importance of the technical and organisational work of the headmen appeared in the course of the 4-month operation of our workers on the north portal without managerial staff. As a matter of fact, the workers were lent for the work on excavation of the core. Subsequently, the same workers managed (after their transfer to the south portal) to double the progress, when managed by technical personnel. It was a positive thing that our German partner, after a subsequent negotiation, allowed us to invoice the work on the north portal by means of a re-calculation of overhead variations. It ensured an economic reasonability of our work on the north portal. Despite this critical view of the staffing, I must add that everybody on the site spoke about our performance and workers in superlatives only.

6. CONCLUSION

The contract evaluation would be incomplete without so called intangible profits. We can consider this contract as a reference construction, where the company's credit with foreign partners improved. We were assessed as being on the leading edge among East European companies when it comes to tunnelling. We managed to drive 2,760m of a tunnel within a record short time (the break through after incomplete 9 months of mining operations), in very acceptable quality, with keeping to a high mining culture (good order, the overall appearance of the tunnel etc.), and to prove our ability to manage and perform the work professionally. Also a certain image of our company was maintained, e.g. the working clothing of our personnel, their behaviour and the overall impression we made on the site. Certainly, reasons for a more critical assessment of our performance in the FRG could be found, but the lines above represent an expression of voiced opinions on our work only, presented by our contractual partner. They shoud be contained in a reference letter prepared by Dipl. Eng. Bachsleitner Johan, the Berg-Block tunnel project manager.

GEOTECHNICKÉ PODMÍNKY RAŽENÝCH TUNELŮ V TRASE IV. C1 PRAŽSKÉHO METRA V KOBYLISÍCH

GEOTECHNICAL CONDITIONS OF MINED TUNNELS ON THE LINE IV. C1 OF THE PRAGUE METRO IN KOBYLISY DISTRICT

ING. OTAKAR VRBA, SG - GEOTECHNIKA, a. s., PRAHA

Koncem roku 2000 byla zahájena stavba provozního úseku IV.C1 pražského metra, který navazuje na stávající trasu C ve stanici Nádraží Holešovice a pokračuje hloubeným úsekem pod Vltavou na pravý břeh, kde bude realizován úsek ražených tunelů v délce 2595 m (km 17,310 - 14,715) se stanicí Kobylisy. Koncový úsek v Kobylisích se stanicí Ládví se staví v hloubených tunelech a má délku cca 520 m (po staničení km 14,194). Celková délka nového úseku trasy je 3981 m. Úsek ražených tunelů se výrazně liší od předchozích úseků pražského metra. Převážná část je řešena jako dvoukolejné tunely o ploše výrubu 58 m² (až 83,8 m²) - celková délka 1815 m. Část trafového úseku u stanice Kobylisy je řešena jako dva jednokolejné tunely o ploše výrubu 28,6 m² - délka celkem 2 x 585 m. Stanice je uvažována jako jednolodní o výrubu šířky 21,8 m, výšky 13,8 m a ploše cca 220 m². V Trojské ulici, v místě podchodu tramvajové trati, je ještě krátký hloubený úsek délky 95 m.

Inženýrskogeologické, hydrogeologické a geotechnické podmínky stavby jsou značně proměnlivé a z velké části málo příznivé, takže budou klást velké nároky na přípravu i realizaci tunelových konstrukcí. Generelně lze trasu dle geotechnických podmínek rozdělit do 3 základních úseků. První úsek délky 1160 m (17,310 - 16,150) má relativně nejpříznivější podmínky. S výjimkou 3 portálových úseků s nízkým nadložím bude ražba probíhat v horninách šáreckých vrstev (prachovitopísčité až písčitojílovité břidlice pevnosti většinou 20 - 50 MPa, převážně s velkou hustotou diskontinuit) - celková mocnost nadloží činí 20 - 45 m (z toho 18 - 40 m v břidlicích). S výjimkou krátkých úseků s lokálními tektonickými poruchami, se jedná o horninové prostředí, které je zařazeno převážně do 4. třídy NRTM (QTS 44-66). Iniciální přítoky vody budou malé, místy střední.

Jako další úsek lze vymezit trasu km 16,150 - 15,600 (délka 550 m), který bude mít také poměrně příznivé geotechnické podmínky pro ražbu jednokolejných tunelů. V místě přechodu z dvoukolejného do 2 jednokolejných tunelů budou podmínky méně příznivé. Ražba zde bude probíhat v horninách skalecké facie (geotechnické typy SF = SK + SB), přičemž mocnost hornin, neporušených účinky fosilního zvětrávání bude větší než 1 - 1,5b (b - šířka výrubu). Celková mocnost nadloží činí 28 - 40 m, z toho ale neporušený horninový masiv ordovických hornin vytváří nadloží o mocnosti zhruba 5 - 20 m. S výjimkou lokálních úseků s tektonickými poruchami bude raženo převážně v prostředí 4. třídy NRTM. V místě rozpletu, kde bude malá šířka horninového pilíře mezi tunely a dvoukolejný tunel bude mít zvětšenou šířku a průřezovou plochu, se jedná o třídy NRTM 4 - 5a1.

Výrazně odlišné, a svým způsobem unikátní, žel velmi málo příznivé, budou geotechnické podmínky ražby v dalším úseku délky 885 m v km 14,715 - 15,600. V tomto úseku budou raženy kromě dvoukolejného a jednokolejných tunelů výruby o větší ploše: jednolodní stanice a eskalátorové tunely. Tomuto úseku, v pražských podmínkách tunelování zcela atypickému, se budeme věnovat podrobněji. Základní charakter morfologie, inženýrskogeologických poměrů a geotechnických podmínek je schematickou formou znázorněn v podélném profilu trasy metra a v charakteristickém příčném profilu v místě stanice Kobylisy. Inženýrskogeologické a geotechnické charakteristiky rozhodujících geotechnických typů jsou připojeny tabelární formou. Při povrchu jsou kvartérní sprašové hlíny a spraše: geotechnický typ QH, které včetně lokálních navážek a násypů dosahují mocnosti 2 - 6 m. Hlouběji je horninový masiv tvořen křídovými cenomanskými sedimenty, které dosahují mocnosti 12 - 15 m, výjimečně o málo více. Křídové sedimenty se vyznačují relativně klidným vývojem a poměrně homogenním složením vrstev, vrstevnatost je subhorizontální. Při povrchu jsou 2 - 5 m mocné prachovce: geotechnický typ KCS. Dominantní souvrství pod prachovci tvoří cenomanské pískovce o mocnosti 10 ± 2 m: gt typ KCP. Jsou to kvádrové pískovce v různém stupni diagenetického zpevnění s poměrně malým rozpukáním třemi systémy puklin. Významným prvkem horninového prostředí jsou bazální křídové sedimenty: gt typ KCJ. Mocnost činí pouze 1,5 ± 1,0 m (výjimečně méně než 0,5 m a lokálně i poněkud více než 2,5 m). Tyto sedimenty mají ale charakter zemin a geneticky se jedná o uloženiny počínající sladkovodní jezerní transgrese. Jsou tvořeny směsí přeplavených kaolinických fosilních jílových zvětralin ordoviku a štěrku. Mezi křídovými sedimenty a podložními horninami ordoviku existuje významné subhorizontální diskordantní rozhraní na kótě zhruba 265 m (± 1 m, výjimečně ± 2 m). Zhruba

The construction of the operational section IV.C1 of the Prague Metro started at the end of the year 2000. The section is an extension of the existing line C, starting from the Nádraží Holešovice station and continuing by a cut-and-cover section under the Vltava River to the right bank, where a section of mined tunnels in a length of 2,595m (km 17.310 - 14.715) and the mined Kobylisy station will be built. The ending section with the Ládví station is being built as cut-and-cover tunnels. Its length is about 520m (up to the chainage of 14.194). The new section of the line is 3,981m long. The section of the cut-and-cover tunnels significantly differs from the previous sections of the Prague Metro. Its prevailing part has been designed as double-track tunnels with excavated cross section of 58 m² (up to 83.8 m²) - total length of 1,815m. A part of the route section next to the Kobylisy station has been designed as a pair of single-track tunnels with excavated cross section of 28.6 m² - total length of 2 x 585m. The station is considered to be of a one-vault type, 21.8m wide, 13.8m high, with a cross section about 220 m². In addition, a short, about 95m long cut-and-cover section is in Trojská street, at a location of underpassing a tramline.

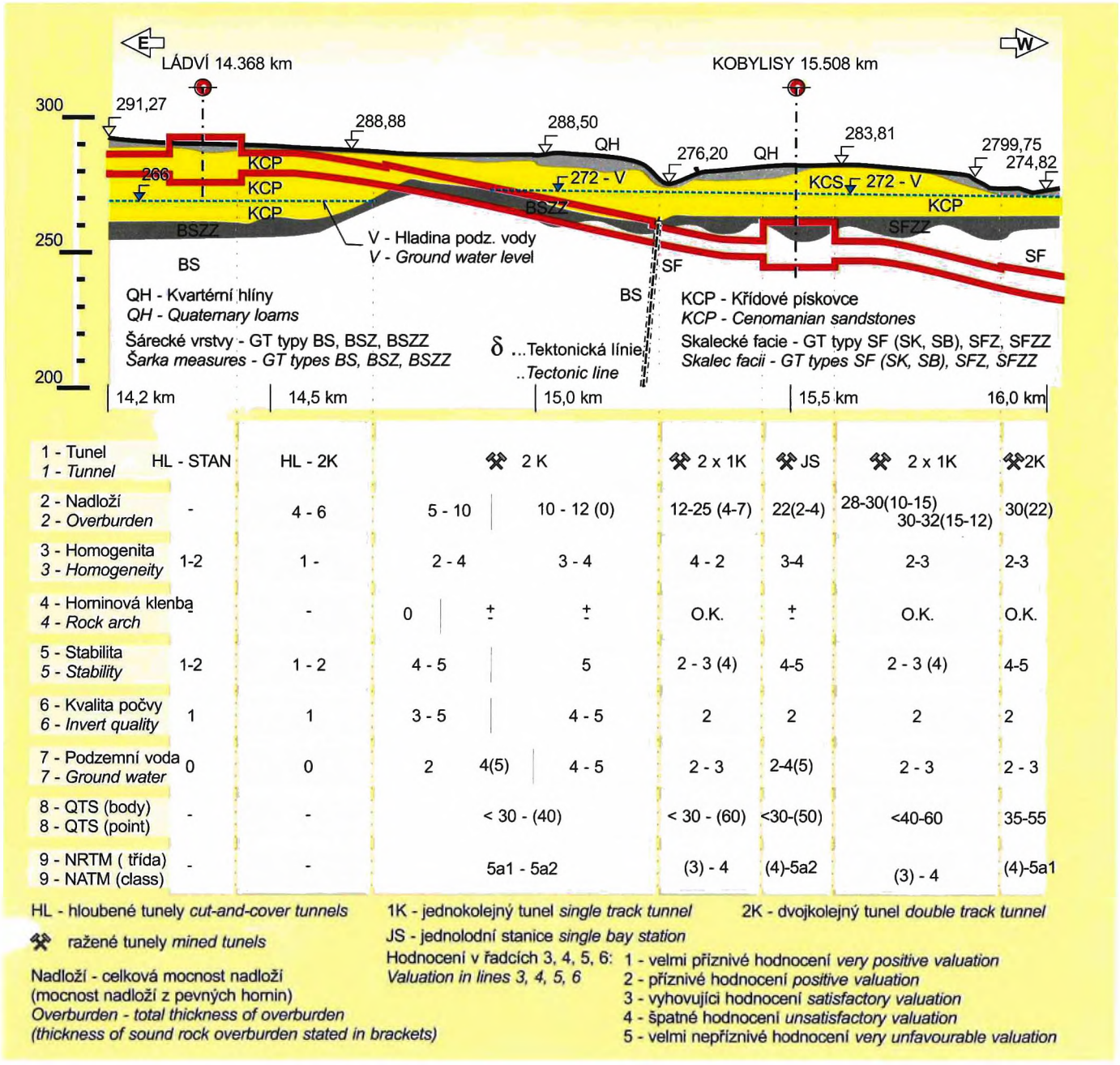
Engineering and geological, hydrogeological and geotechnical conditions of the construction vary considerably. Mostly they are unfavourable which means that they will be demanding in terms of planning and construction of the tunnel structures. Generally, the route can be divided into 3 basic sections with respect to the geotechnical conditions. The conditions along first 1,160m-long section (17.310 - 16.150) are relatively the most favourable. With an exception of 3 portal sections with a low overburden, the tunnels will be driven in the rock of the Šárka measures (silty-sandy to sandy-clayey shales mostly with a strength of 20 to 50 Mpa, prevailingly with a high density of discontinuities). The total thickness of the overburden amounts to 20 - 45m (out of that, 18 to 40m in shales). Excepting short sections with local tectonic failures, the rock mass has been mostly classified as a NATM class 4 (QTS 44-66). Initial water inflows will be low, locally medium.

The route km 16.150 - 15.600 (550m long) can be determined as another section built in relatively favourable geotechnical conditions for driving single-rail tunnels. The conditions at the location of transition from the double-rail tunnel into single-rail tunnels will be less favourable. The excavation will be performed in the rocks of the Skalka facies (geotechnical types SF = SK + SB), where the thickness of the rocks undisturbed by the effects of fossil weathering will be greater than 1 to 1.5b (b - excavation width). Total thickness of the overburden amounts to 28 to 40m. However, out of that, the undisturbed rock mass of the Ordovician rocks forms an overburden about 5 to 20m thick. Excepting local sections with tectonic failures, the excavation will be performed in the environment of the NATM class 4. At the bifurcation chamber, where the width of the rock pylon between the tunnels will be small and the double-rail tunnel's width and cross section area will be increased, the NATM classes 4 and 5a 1 occur.

Geotechnical conditions for the mining operations along another, 885m-long, section in km 14.715 - 15.600 will differ significantly. In addition to the double-rail and single-rail tunnels, larger cross sections will be excavated within this section, i.e. a one-vault station and escalator tunnels. We will describe this section, totally atypical in Prague tunnelling conditions, in a more detail. The basic character of morphology, engineering-geotechnical conditions and geotechnical conditions is illustrated in a schematic form in the longitudinal profile of the metro alignment, and in a characteristic cross section at the location of the Kobylisy station. Engineering-geological and geotechnical characteristics of deciding geotechnical types are enclosed in a form of a table. The Quaternary loess loams and loess of the QH geotechnical type are found close to the surface. Their thickness, including the thickness of local man made ground and fills reaches 2 to 6m. Deeper, the rock massif consists of the Cretaceous sediments, characterised by a relatively steady development and relatively homogeneous composition of

v polovině délky úseku trasy v Kobylisích (km 15,25 - 15,6) tvoří podložní horniny sedimenty skalecké facie dobrotivských vrstev. Jedná se o rámcový geotechnický typ SF, vyvinutý ve dvou variantách gt typu SK a gt typu SB. Gt typ SK tvoří souvrství s převahou lavicovitých křemenců a křemencových pískovců s podružnými vrstvami prachovců, jílových břidlic a jílovců (viz. foto). Gt typ SB tvoří souvrství laminovaných břidlic (rytmické střídání lamin prachových břidlic, prachovito-písčitých břidlic a jílových břidlic s podružnými vrstvami pískovce a křemence). Souvrství má směr vrstev generelně východ - západ a sklon 75° ± 10° k jihu. Existují v něm tektonické poruchy a zlomy, jednak směrné, jednak příčné, jejichž počet a rozmístění nebylo možné stanovit průzkumem z povrchu. Pro místní geotechnické podmínky má mimořádný význam rozsáhlé, celoplošné intenzivní porušení horninového masivu účinky silného a dosti hlubokého fosilního předkřídového zvětrávání. Proto je třeba základní geotechnické typy SK a SB rozdělit na subtypy podle stupně porušení zvětráním. Ve středně a silně zvětralých horninách existují typy SKZ a SBZ a ve zcela zvětralých až rozložených horninách subtypy SKZZ a SBZZ. Dosah úplného zvětrání od povrchu ordovických hornin je do hloubky 2 - 5 m a silného zvětrání do hloubky 4 - 10 m (lokálně, výjimečně i více). V trase v úseku zhruba km 14,75 - 15,25 jsou v podloží cenomanských sedimentů břidlice šáreckých vrstev (rámcový geotechnický typ BS). V celém úseku km 14,75 - 15,25 existuje rovněž intenzivní fosilní zvětrání hornin - takže se zde v tunelech budou vyskytovat geotechnické subtypy BSZ a BSZZ. Vlastnosti zvětralých hornin gt typů BSZ a BSZZ jsou dosti podobné jako u geotechnických typů SBZ a SBZZ.

measures; foliation is sub-horizontal. 2 to 5m thick siltstone layers of the KCS geotechnical type are at the surface. Dominating series of strata found under the siltstones consist of the Cenomanian sandstones of the KCP gt type, 10 ±2m thick. These are thick-bedded sandstones of a various degree of diagenetic solidification, with relatively low degree of fracturing by three systems of joints. Basal Cretaceous sediments of the KCJ gt type are an important component of the rock environment. Their thickness amounts to 1.5±1.0m (exceptionally less than 0.5m, and locally slightly more than 2.5m). Although, these sediments are of a character of loams, and, in terms of their genesis, they are sediments of starting fresh water lacustrine transgression. They are a mixture of water re-deposited kaolinic fossil weathered clayey ground of the Ordovician, and gravel. A significant sub-horizontal discordant interface exists at an elevation of about 265 m (± 1m, exceptionally ± 2m), between the Cretaceous sediments and the Ordovician bedrock. Roughly at the middle of the line length in Kobylisy (km 15.25 - 15.6), the bedrock consists of sediments of the Skalka facies of the Dobrotivy measures. Generally, they are of the SF geotechnical type, developed in two variations, i.e. the SK gt type and SB gt type. The SK gt type consists of series of measures where banket quartzites and quartzite sandstones with minor layers of siltstones, silty shales and claystones prevail (see the picture). The SB gt type consists of series of measures of laminated shales (rhythmic alternation of laminas of silty shales, silty-sandy shales and claey shales with minor layers of sandstone and quartzite). Generally, the measures of



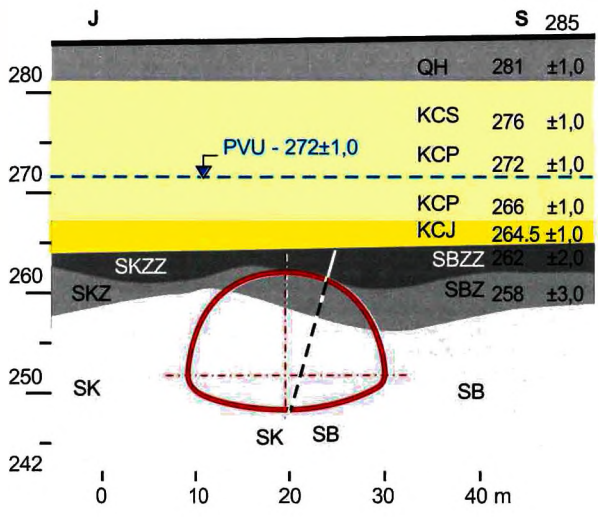
1 - Tunel *1 - Tunnel*	HL - STAN	HL - 2K	⚒ 2 K		⚒ 2 x 1K	⚒ JS	⚒ 2 x 1K	⚒2K
2 - Nadloží *2 - Overburden*	-	4 - 6	5 - 10	10 - 12 (0)	12-25 (4-7)	22(2-4)	28-30(10-15) 30-32(15-12)	30(22)
3 - Homogenita *3 - Homogeneity*	1-2	1 -	2 - 4	3 - 4	4 - 2	3-4	2-3	2-3
4 - Horninová klenba *4 - Rock arch*		-	0	±	O.K.	±	O.K.	O.K.
5 - Stabilita *5 - Stability*	1-2	1 - 2	4 - 5	5	2 - 3 (4)	4-5	2 - 3 (4)	4-5
6 - Kvalita počvy *6 - Invert quality*	1	1	3 - 5	4 - 5	2	2	2	2
7 - Podzemní voda *7 - Ground water*	0	0	2	4(5) 4 - 5	2 - 3	2-4(5)	2 - 3	2 - 3
8 - QTS (body) 8 - QTS (point)	-	-	< 30 - (40)		< 30 - (60)	<30-(50)	<40-60	35-55
9 - NRTM (třída) 9 - NATM (class)	-	-	5a1 - 5a2		(3) - 4	(4)-5a2	(3) - 4	(4)-5a1

HL - hloubené tunely *cut-and-cover tunnels*
⚒ ražené tunely *mined tunels*
Nadloží - celková mocnost nadloží (mocnost nadloží z pevných hornin)
Overburden - total thickness of overburden (thickness of sound rock overburden stated in brackets)

1K - jednokolejný tunel *single track tunnel*
JS - jednolodní stanice *single bay station*
Hodnocení v řadcích 3, 4, 5, 6: *Valuation in lines 3, 4, 5, 6*

2K - dvojkolejný tunel *double track tunnel*
1 - velmi příznivé hodnocení *very positive valuation*
2 - příznivé hodnocení *positive valuation*
3 - vyhovující hodnocení *satisfactory valuation*
4 - špatné hodnocení *unsatisfactory valuation*
5 - velmi nepříznivé hodnocení *very unfavourable valuation*

Obr. 1 Podélný geotechnický profil - úsek km 14,2 - 16,0
Fig. 1 Longitudinal geotechnical profile - section km 14.2 - 16.0



Obr. 2 Příčný geotechnický profil jednolodní stanicí Kobylisy
GT typ (QH, KCS)... viz. text v tabulkách
Fig. 2 Geotechnical cross section of the Kobylisy single - bay station
GT types (QH, KCS)... see the text in the tables

Významnou okolností je existence puklinového obzoru podzemní vody v křídových pískovcích. Pískovce vytvářejí horninové prostředí s velkou propustností a vysokou vydatností puklinových pramenů. Hladina podzemní vody je na kótě převážně 272 ± 2 m, takže mocnost zvodnělých pískovců je 6 ± 2 m. Při hloubení výtahové šachty o půdorysné ploše 22 m² činil při snížení hladiny o 5,3 m přítok vody 7,0 až 7,5 l/s, což je velmi silný přítok. Bazální křídové sedimenty jsou za přírodního stavu technicky nepropustné a geotechnické typy SKZZ a SBZZ jsou velmi málo propustné. Vlivem ražby podzemních objektů (vliv trhacích prací a vliv deformací v aktivní zóně výrubu) a při značném hydrostatickém tlaku ovšem existuje nezanedbatelné riziko zvětšení propustnosti v nadloží výrubů, spojené s rizikem velmi silných iniciálních přítoků vody do ražených prostor. Přítoky podzemní vody budou výrazně komplikovat ražbu traťových tunelů v úseku km 14,75 - 15,25 a také ražbu eskalátorových tunelů.

V oblasti Kobylis mají geologické a inženýrskogeologické poměry a geotechnické podmínky stavby ražených tunelů řadu specifických rysů, kterými se výrazně odlišují od podmínek v ostatních částech Prahy, ve kterých byly dosud realizovány ražené tunely metra, tunely silniční či železniční. Jedním z hlavních rysů geologické stavby v oblasti Kobylis je existence souvrství křídových hornin (kvádrové pískovce, prachovce), jejichž mocnost včetně kvartérních hlín činí 20 ± 5 m. Dalším výrazným rysem je existence zóny porušení ordovických sedimentů v podloží křídy účinky velmi silného fosilního předkřídového zvětrání. Vlastní komplex ordovických hornin má dosti složitou a v detailech víceméně neznámou strukturu a tektonickou stavbu, známá je pouze litologie základních vrstevních komplexů: dobrotivského souvrství včetně skalecké facie a šáreckých vrstev. Nezanedbatelná je zde lokální tektonika, spojená s existencí příčných a pravděpodobně i směrných tektonických poruch a zlomů. V trase ražených tunelů se proto budou nepravidelně střídat zejména komplexy hornin jednotlivých partií skalecké facie (souvrství laminovaných prachovito-písčitých břidlic, souvrství se střídáním křemenců, pískovců, břidlic a jílovců) a v části trasy břidlice šáreckých vrstev. Mocnost zóny porušení ordovického sedimentárního komplexu účinky silného předkřídového chemického i mechanického zvětrávání kolísá v rozpětí 4 - 10 m od subhorizontálního diskordantního rozhraní ordoviku a křídy, které probíhá v geotechnicky aktivní zóně, resp. v oblasti horninové klenby, nad budoucími raženými tunely. Přitom při povrchu ordoviku existuje zóna velmi silného zvětrání o mocnosti 2 až 5 m a více. To znamená, že v geotechnicky aktivní zóně projektovaných tunelů existuje výrazně nehomogenní, v podstatě trizonální horninové prostředí s diametrálně odlišnými geotechnickými vlastnostmi a chováním při tunelování:

- Spodní zónu (zhruba pod kótou 258,0 ± 5 m) tvoří komplex ordovických hornin, neporušený účinky fosilního zvětrávání (převážně gt typy SK a SB). Pro tuto zónu lze předpokládat mechanický a deformační charakter s "pružným", resp. "pružně-plastickým" chováním. Dále lze očekávat poměrně příznivé geotechnické vlastnosti, malou deformabilitu, ale méně příznivé stabilitní chování (snížená smyková pevnost podél vrstevních ploch a podél tektonických poruch). Také je třeba vzíti v úvahu výrazný rozdíl mechanických vlastností (pevnost ve smyku a přetvárné vlastnosti) kolmo, resp. napříč vrstevnatosti a rovnoběžně s vrstevnatostí. Tato zóna se vyskytuje v podloží projektovaných výrubů, v části plochy výrubu a pouze výjimečně zasahuje až do nadloží.
- Střední zónu (poloha v rozpětí kót zhruba 258,0 ± 5 m až 266,0 ± 2 m) tvoří komplex fosilně zvětralých ordovických hornin (gt typy SKZ, SKZZ, SBZ a SBZZ), ke kterému je třeba přiřadit bazální nesouvislou vrstvu křídových sedimentů (gt typ KCJ). Tuto zónu lze charakterizovat deformačním charakterem "plasticko-pružného" až téměř "plastického" horninového prostředí, které se svým chováním do jisté míry bude blížit zeminám. V gt typech SKZ, SBZ a zejména v typech SKZZ a SBZZ je třeba očekávat obzvláště výrazný

the series of measures have the east-west direction and the dip angle of 75° ± 10°towards the south. Tectonic failures and faults exist within the series of measures, either directional or transversal, whose number and location were undetectable by the investigation from the surface. A wide-ranging, overall intensive fracturing of the rock mass due to a heavy and quite deep fossil Pre-Cretaceous weathering is extraordinarily significant for the local geotechnical conditions. Therefore, the SK and SB geotechnical types must be divided into sub-types, depending on the degree of fracturing by the weathering process. Within medium and heavily weathered rocks, there exist SKZ and SBZ types, and sub-types SKZZ and SBZZ types within totally weathered to decomposed rocks. The total weathering reaches up to the depth of 2 to 5m from the surface of the Ordovician rocks, while the heavy weathering reaches up to the depth of 4 to 10 m (locally, exceptionally even deeper). The shales of the Šárka measures (generally the BS geotechnical type) are found under the Cenomanian sediments roughly within the route section km 14.75 - 15.25. In addition, an intensive fossil weathering of the rock occurs within the overall section km 14.75 - 15.25. Therefore, the BSZ and BSZZ geotechnical sub-types will occur in the tunnels. The properties of weathered rock of the BSZ and BSZZ types are quite similar to those of the SBZ and SBZZ geotechnical subtypes.

A significant factor consists in the existence of a fissure horizon of ground water in the Cretaceous sandstones. The sandstones create a rock environment with a high permeability and a high yield of fissure springs. The water table is prevailingly at an altitude of 272 ± 2 m, so the thickness of saturated sandstones is of 6 ± 2m. When the lift shaft with a ground plan area of 22 m² was being sunk, at the water table lowered by 5.3m, the water inflow amounted to 7.0 to 7.5 l/s, which is a very strong inflow. Basal Cretaceous sediments, in a natural condition, are technically impermeable, and the SKZZ and SBZZ geotechnical types are very little permeable. Although, a considerable risk of increasing the permeability at the excavation overburden, connected with a risk of very strong initial water inflows into the excavated spaces, exists because of the excavation for underground structures (the effect of blasting and the impact of deformations within the active zone of the excavation) and because of a high hydrostatic pressure. The ground water inflows will complicate the driving of running tunnels significantly within the section km 14.75 - 15.25, as well as the driving of escalator tunnels.

In the Kobylisy area, the geological and engineering-geological conditions and geotechnical conditions for construction of mined tunnels have a number of specific features, which make them different from the conditions existing in the other Prague regions where mined metro tunnels, road tunnels or railway tunnels have been built so far. One of the main features of the geological structure in the Kobylisy area is an existence of series of strata of the Cretaceous rocks (thick-bedded sandstones, siltstones, whose thickness, including Quaternary loams, amounts to 20 ± 5m). Another expressive feature is an existence of a weakness zone within the Ordovician quartzites in the Cretaceous bedrock due to the effect of very strong fossil Pre-Cretaceous weathering. The complex of the Ordovician shales proper has a rather complicated and in detail more or less unknown structure and tectonic composition; only the lithology of basic complexes of layers, i.e. the Dobrotivy series of strata, including the Skalka facies and the Šárka strata. The local tectonics of this area is not to be disregarded. It is connected with the existence of transversal and probably also directional tectonic failures and faults. Therefore, particularly the complexes of the rocks of individual parts of the Skalka facies (series of strata of laminated silty-sandy shales, series of strata of alternating quartzites, sandstones, shales and claystones) will alternate irregularly along the alignment of the mined tunnels, shales of the Šárka strata will be encountered in a part of the alignment. The thickness of the weakness zone within the Ordovician sedimentary complex, by the effects of the strong Pre-Cretaceous chemical and mechanical weathering, varies from 2 to 10m from the discordant sub-horizontal interface between the Ordovician and the Cretaceous period, which is found in a geotechnically active zone, in the zone of the rock arch, above the future mined tunnels. At the same time, a zone of very heavy weathering, 2 to 5m and more thick, exists at the surface of the Ordovician. This means that an expressively inhomogeneous, in substance trizonal rock environment with diametrically differing geotechnical properties and behaviour in the course of tunnelling, exists within the geotechnically active zone of the designed tunnels:

- The bottom zone (roughly below the elevation of 258.0 ± 5m) is formed by a complex of the Ordovician rocks, undisturbed by the effects of the fossil weathering (the SK and SB gt types prevail). Mechanical and deformational character with plastic or elastic-plastic behaviour can be expected at this zone. In addition, rather favourable geotechnical properties, low deformability but less favourable stability-related behaviour (reduced shearing strength along bedding planes and along tectonic failures). It is also necessary to consider a substantial difference in mechanical properties (shearing strength and deformation properties) perpendicularly to or transversely across the bedding and parallel with the bedding. This zone occurs at the base of the designed excavations, in a part of the excavated area, and, exceptionally only, reaches into the overburden.

- The central zone (located between the altitudes of 258.0 ± 5m and 266.0 ± 2m) forms a complex of the Ordovician rocks weathered in a fossil way (the SKZ, SKZZ, SBZ and SBZZ gt types). A basal incoherent layer of the Cretaceous sediments (the KCJ gt type) should be added to this complex.

rozdíl mechanických vlastností (pevnost ve smyku a přetvárné vlastnosti) kolmo, resp. napříč vrstevnatosti a rovnoběžně s vrstevnatostí. Geotechnické vlastnosti v této zóně předpokládáme značně variabilní a velmi až mimořádně nepříznivé (nízká smyková pevnost, velmi nepříznivé až kritické stabilitní chování a málo příznivé deformační vlastnosti). Tato zóna existuje zejména v přímém nadloží tunelů, v oblasti horninové klenby a místy bude zasahovat přímo do výrubu tunelů. S chováním takové či obdobné zóny při ražbě tunelů nejsou v Praze ani v ČR žádné zkušenosti.

- Svrchní zónu (zhruba nad kótou 266,0 ± 2 m) představuje komplex křídových hornin (kvádrové pískovce střední až nízké a variabilní pevnosti o mocnosti 10 ± 2 m, v nadloží prachovce nízké pevnosti a kvarterní sprašové hlíny). Jedná se o gt typy KCP, KCS (případně též QH). Nejvýznamnějším prvkem této zóny, který bude rozhodovat o jejím napěťodeformačním chování, jsou málo rozpukané kvádrové pískovce (gt typ KCP). Tuto zónu lze charakterizovat jako poměrně rigidní a víceméně téměř kompaktní těleso, rozdělené hlavními průběžnými diskontinuitami na kvádrové bloky. U tohoto tělesa je možné předvídat pružné až křehké deformační chování bez tendence k plastickým deformacím. Tato zóna má vcelku příznivé geotechnické vlastnosti (malá deformabilita, poměrně příznivé stabilitní chování). Mimořádný význam má silná propustnost a značné zvodnění v této zóně. Svrchní zóna existuje v geotechnicky aktivní partii nadloží budoucích tunelových výrubů. Ve výrubu bude zastižena v úseku km 14,75 - 15,25 a také v eskalátorových tunelech.

Rozhraní mezi spodní a střední zónou je značně nepravidelné, polohově a zejména vertikálně velmi členité. Naopak rozhraní mezi střední a svrchní zónou je poměrně pravidelné, subhorizontální a je třeba zdůraznit, že se jedná o zcela diskordantní plochu, resp. mimořádně významnou diskontinuitní plochu obrovských plošných rozměrů.

Jestliže v první, tj. spodní zóně bude docházet v okolí výrubu k relativně malým a víceméně plynulým "pružným", resp. "pružně-plastickým" deformacím, pak ve střední zóně očekáváme výrazně větší plasticko-pružné až plastické deformace v okolí výrubu a zejména v jeho nadloží. Zcela odlišný charakter deformačního chování pravděpodobně bude mít třetí, svrchní zóna rigidních křídových pískovců. Domníváme se, že v této zóně bude docházet k malým pružným deformacím, ale podstatné a významné mohou být "skokové deformace" podél dvou hlavních predisponovaných subvertikálních systémů diskontinuit. Jednotlivé bloky horninového masivu křídy se budou chovat jako "tuhé prvky" a případné deformace v této zóně lze do jisté míry přirovnat ke "zlomové tektonice", samozřejmě s velmi malými vertikálními posuny (zhruba řádu mm až desítek mm). Lze očekávat, že v této zóně budou deformace probíhat s určitým zpožděním oproti deformacím ve dvou výše popsaných zónách ordovických hornin.

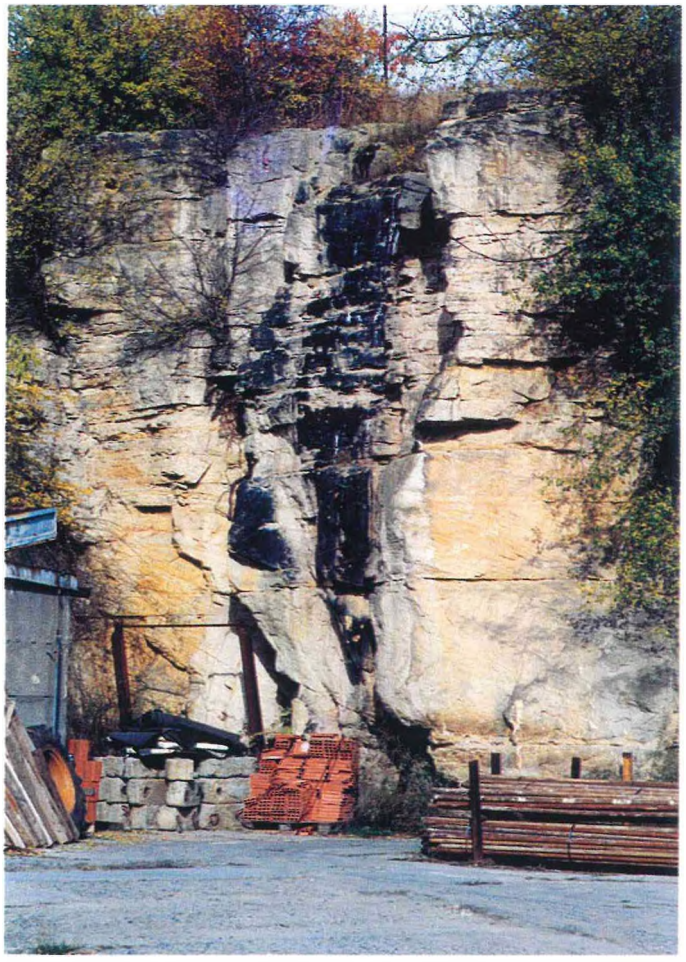


Foto 1 Kvádrové cenomanské pískovce - gt typ KCP (výchoz v Kobylisích)
Picture 1 Thick-bedded Cenomanian sandstones - KCP gt type (the outcrop in Kobylisy)

This zone can be characterised by a deformational character of plastic-elastic to nearly plastic rock environment, whose character will, to some extent, get near to grounds. In the SKZ, SBZ and above all SKZZ and SBZZ gt types, it is necessary to expect a particularly expressive difference in mechanical properties (shearing strength and deformational properties) perpendicularly to or transversely across the bedding and parallel with the bedding. Very variable and highly to extraordinarily unfavourable geotechnical properties are expected within this zone (low shearing strength, very unfavourable to critical stability-related behaviour, and little favourable deformational properties). This zone exists, above all, in the direct overburden of the tunnels, in the rock arch zone, and, locally, it will reach just into the tunnel excavation profile. There is no experience of the behaviour of such a zone or a similar one in the course of driving tunnels in Prague or in the CR.

- Upper zone (roughly above the altitude of 266.0 ± 2 m) represents a complex of the Cretaceous rocks (thick-bedded sandstones of a medium to low and variable strength, 10 ± 2 m thick, siltstones of a low strength and the Quaternary loess loams in the overburden). They are of the KCP, KCS (even QH) gt types. The most important element of this zone which will determine its stress-deformational behaviour is the little fractured thick-bedded sandstone (the KCP gt type). This zone can be characterised as a rather solid and more or less nearly compact body, divided by major running discontinuities into rectangular blocks. It is possible to anticipate an elastic to brittle deformational behaviour for this body, without a tendency to plastic deformations. This zone has rather favourable geotechnical properties (low deformability, rather favourable stability-related behaviour). High permeability and considerable water saturation of this zone are of a particular importance. The upper zone exists in geotechnically active parts of the overburden of the future tunnel excavation. It will be encountered in the excavated profile in the section of km 14.75 to 15.25, and also in escalator tunnels.

The interface between the bottom and central zone is rather irregular, very broken in terms of its location, especially in vertical direction. On the contrary, the interface between the central and upper zone is relatively regular, sub-horizontal, and it is necessary to stress that it is a totally discordant plane, or an extraordinarily significant discontinuity plane of a large area.

While relatively small and more or less continuous elastic or elastic-plastic deformation will occur in the bottom zone, we expect expressively greater plastic-elastic to plastic deformations in the vicinity of the excavation, namely in its overburden. Totally different character of the deformational behaviour will probably exist in the third, upper zone of rigid Cretaceous sandstones. We suppose that small elastic deformations will occur in this zone, but jump deformations along the two major pre-disposed sub-vertical discontinuity systems can be significant and important. Individual blocks of the Cretaceous rock mass will behave as rigid elements. Deformations which may occur in this zone can be, to some extent, compared to the fault tectonics, obviously with very small vertical displacements (roughly in the order of mm to tens of mm). It can be expected that a certain delay will exist between deformations in this zone and deformations in the two above-mentioned zones of the Ordovician rocks.

It is necessary to add to the above analysis that the specific character of the particularly heterogeneous rock environment must be respected in solving geotechnical issues and in static calculations, especially in:

- determination of the extent and shape of the settlement trough and in calculating the size of deformations;

- development of geotechnical models for solution of changes in stress-deformational state of the rock mass, and in static calculations of primary and final lining;

- determination of the zone of threat imposed by seismic effects of blasting operations, determination of isoseismal lines (the above described three zones of the rock environment have very different constants of transmission, and also the propagation of seismic effects in horizontal and vertical direction will quite differ).

It follows from the above-mentioned text that it is not quite well possible to apply common, well-established calculation methods and models in the local highly heterogeneous rock environment. Their validity is predominantly limited to much simpler and much less heterogeneous environment.

The above mentioned characteristics represents a prognosis only, derived from company and personal experience, only to some extent confirmed by the results of investigation (the lift shaft and previous exploratory boring). The described characteristics relates to all tunnel excavations for the metro in the Kobylisy area, i.e. the single-rail tunnels, double-rail tunnels, service and escalator tunnels and, above all, for the one-vault station, which is unique in a certain way.

In terms of technological procedures of excavation, a number of important questions remain open, which will have to be solved sensitively, and verified, namely:

- properties, behaviour and reliability of the rock arch at the tunnels' overburden, and connected selection of the excavation sectioning and dimensioning of primary lining;

- stability of the roof, face and side walls of the excavation heading in the SBZZ, SBZ,SKZZ, SKZ, even BSZZ and BSZ geotechnical types;

- function and bearing capacity of anchors or rock bolts, namely in the SBZZ, SKZZ, KCJ, BSZZ, BSZ and KSJ geotechnical types;

- the risk of hitting strong springs during drilling for rock bolts at the roof;

K výše uvedenému rozboru je třeba dodat, že specifický charakter výrazně heterogenního horninového prostředí je třeba respektovat při řešení geotechnických úloh a při statických výpočtech, zejména při:
- stanovení rozsahu a tvaru poklesové kotliny a při výpočtu velikosti deformací
- konstituování geotechnických modelů pro řešení změn napěto-deformačního stavu horninového masivu a při statických výpočtech primárního i definitivního ostění
- stanovení zóny ohrožení indukovanými seismickými účinky trhacích prací, stanovení izoseist (popsané tři zóny horninového prostředí mají velmi rozdílné konstanty přenosu a také šíření seismických účinků ve vodorovném a svislém směru bude dosti odlišné).

Z uvedeného vyplývá, že v místním, výrazně heterogenním horninovém prostředí nelze dost dobře aplikovat běžné "zavedené" výpočetní postupy a modely, které mají své meze platnosti vesměs pouze pro podstatně jednodušší a mnohem méně heterogenní prostředí.

Výše uvedená charakteristika představuje pouze prognózu, odvozenou z firemních a osobních zkušeností, a pouze do jisté míry potvrzenou výsledky průzkumu (výtahová šachta a dřívější průzkumné vrty). Popsaná charakteristika se vztahuje ke všem tunelovým výrubům pro metro v oblasti Kobylis: jednokolejné traťové tunely, dvoukolejné traťové tunely, technologické a eskalátorové tunely a zejména pro svým způsobem unikátní jednolodní stanici.

Z hlediska technologických postupů ražby zůstává otevřená také celá řada důležitých otázek, které bude třeba citlivě dořešit a ověřit, zejména:
- vlastnosti, chování a spojehlivost horninové klenby v nadloží tunelů a s tím související volba členění výrubu a dimenzování primárního ostění
- stabilita stropu, čelby a boků výrubu na přídi tunelů v horninách geotechnických typů SBZZ, SBZ, SKZZ, SKZ i BSZZ a BSZ
- funkčnost a únosnost kotev či svorníků, a to zejména v geotechnických typech SBZZ, SKZZ, KCJ, BSZZ, BSZ a KCJ
- riziko načepování silných pramenů při vrtání pro svorníky ve stropu
- problematika přítoků vody z významného nadložního silně zvodnělého obzoru podzemní vody v křídových pískovcích
- obtížnost až téměř nereálnost úpadní ražby vzhledem k silným přítokům vody, která by místy nepřijatelným způsobem zhoršovala kvalitu hornin v úrovni počvy a spodní klenby
- problematika volby optimální a šetrné technologie rozpojování hornin v kontextu se stabilitou nezajištěného výrubu na přídi tunelu (volba optimální kombinace mechanického rozpojování a rozpojování trhací prací včetně aplikace hladkého výlomu).

Místní geotechnické podmínky stavby ražených tunelů metra v Kobylisích je třeba označit za mimořádně složité a velmi nepříznivé. Bez nadsázky je třeba konstatovat, že se bude jednat o jeden z nejobtížnějších úseků trasy ražených tunelů v historii stavby pražského metra, ne-li přímo o úsek nejnepříznivější, nejsložitější a nejobtížnější. Mimořádná obtížnost se týká zejména ražby větších a velkých tunelových výrubů, tedy dvoukolejných tunelů, eskalátorových tunelů a na prvém místě jednolodní stanice (výrub o ploše cca 220 m²).

Proto bylo rozhodnuto, že pro objasnění výše popsané problematiky bude vyražena průzkumná štola v úrovni budoucích tunelů. Umístění štoly bylo zvoleno z jižní strany zhruba kolmo k trase metra, délka bude 262 m a štolu bude možné využít i jako přístupovou pro ražbu většiny tunelů v oblasti Kobylis. Štola bude mít šířku 6,1 m a plochu výrubu 29 m². Její trasa a výškové umístění v horninovém prostředí a rovněž rozměry výrubu byly zvoleny tak, aby ražba byla modelová pro připravované tunely. Lze konstatovat, že průzkumná štola a její geotechnicky aktivní zóna budou de facto modelem v měřítku zhruba 1 : 2 pro dvoukolejné tunely a přibližně 1: 4 pro jednolodní stanici. Modelové měřítko platí i pro horninové prostředí v aktivní zóně výrubu v nadloží, takže lze očekávat získání cenných a důležitých informací o vývoji napěto-deformačního stavu a reakci horninového prostředí na ražbu. Ražba štoly bude sledována podrobným geotechnickým monitoringem (konvergenční měření ve výrubu, geodetické sledování deformací na povrchu, měření deformací třístupňovými extenzometry ve vrtech z povrchu a další měření). Rovněž je připravena podrobná geologická, hydrogeologická a geotechnická dokumentace při ražbě. V boční rozrážce budou polními zkouškami geomechaniky stanoveny přetvárné vlastnosti a pevnost ve smyku na horninových blocích. Po zpracování a zhodnocení výsledků geotechnického průzkumu ve štole bude možné odpovědět na řadu výše uvedených otázek a vysvětlit četné nejasnosti. Rovněž budou získány vyhovující geotechnické podklady a materiálové charakteristiky pro finální statický výpočet a konstrukční řešení velkoplošných výrubů ve stanici Kobylisy. Výsledky průzkumu rovněž poskytnou odpověď na otázku, jakými tunelovacími metodami a technologickými postupy lze bezpečně realizovat jednolodní stanici. Pro ověření vlastností horninového prostředí a potvrzení geotechnických podkladů bude ještě využita ražba traťového tunelu délky cca 200 m od průzkumné štoly k jednolodní stanici.

V textu popsaná problematika stavby trasy IV.C1 pražského metra je řešena v úzké spolupráci pracovníků zástupce investora IDS, a. s., Praha, generálního projektanta Metroprojekt, a. s., Praha, zhotovitele Metro-

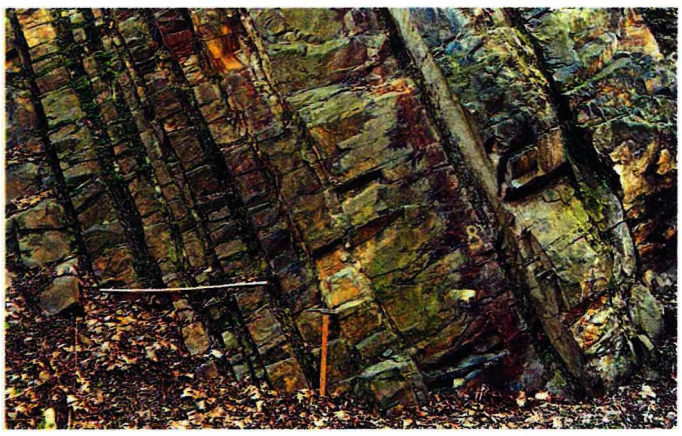


Foto 2 Skalecká facie - gt typ SK (výchoz u Císařského mlýna v Praze 7)
Picture 2 Skalka facies - SK gt type (the outcrop at Císařský Mlýn in Prague 7)

- the issue of water inflows from a significant heavily saturated horizon of ground water in the Cretaceous sandstones in the overburden;
- the difficulty, nearly impossibility of a downhill drive with respect to strong inflows of water, which would locally deteriorate the quality of rock at the bottom and invert level;
- the issue of selection of an optimal and considerate technique of rock fragmentation in the context of the stability of unsupported excavation at the tunnel face (selection of an optimal combination of mechanical disintegration and disintegration by means of blasting, including application of smooth blasting).

The local geotechnical conditions of the construction of mined subway tunnels in Kobylisy must be considered as extraordinarily complex and very unfavourable. Without exaggeration, it must be stated that it will be one of the most difficult sections of tunnels driven in the history of the Prague's metro, if not just the most unfavourable, complex and difficult one. The extraordinary complexity concerns, above all, the drive of rather large and large tunnel profiles, i.e. double-rail tunnels, escalator tunnels and, in the first place, the one-vault station (excavated cross section of about 220 m²).

Therefore, it was decided that an exploratory gallery will be driven at the level of the future tunnels to clear up the above described issues. The position of the gallery running from the south roughly perpendicularly to the metro alignment was selected. It will be 262m long, and it will be possible to use it as an access adit for excavation of the majority of tunnels in the Kobilisy area. The gallery will be 6.1m wide, the excavated cross section will be of 29 m². Its route and level in the rock environment, and the excavation sizes too, were selected so that the excavation could become a model for the tunnels being planned. It is possible to state that, as a matter of fact, the exploratory gallery and its geotechnically active zone will be a model on a roughly 1 : 2 scale for double-rail tunnels, and roughly 1 : 4 for the one-vault station. The model scale is valid even for the rock environment in the active zone of the excavation in the overburden. So it is possible to expect that valuable and important information on the development of the stress-deformational state and reaction of the rock environment on the excavation will be gained. The gallery excavation will be geotechnically monitored in detail (convergence measurement in the opening, survey of deformations at the surface, measurement of deformations by means of three-stage extensometers in boreholes from the surface, and other measurements). Also a detailed geological, hydrogeological and geotechnical documentation of driving is prepared. Field testing of geomechanics performed in a side intermediate point-of-attack on rock blocks will determine deformational properties and shearing strength. It will be possible to answer many of the above mentioned questions and explain numerous confusions after processing and evaluation of the results of the geotechnical investigation in the gallery. In addition, satisfactory geotechnical sources will be obtained, as well as material characteristics for the final static calculation and structural solution of large-profile excavation in the Kobylisy station. The results of the investigation will also provide an answer to the question which tunnelling methods and technological procedures can ensure a safe construction of the one-vault station. In addition, the drive of the running tunnel about 200m long, from the exploratory gallery to the one-vault station, will be utilised for verification of the properties of the rock environment and confirmation of the geotechnical sources.

The issues of construction of the line IV.C1 of the Prague Metro described in the text above has been solved in a close co-operation of the staff of the overall consultant IDS, a. s., general designing consultant Metroprojekt, a. s., Praha, the contractor Metrostav, a. s., Praha, and a specialised professional company SG - Geotechnika, a. s., Praha, and with an assistance of employees of OBÚ Kladno (regional mining authority). We are going to inform the professional public about initial experience and results of the construction works in following issues of the Tunel magazine. The drive of the running tunnels has not been started by the closing date of this issue, the construction of cut-and-cover tunnels and the Ládví station is currently in progress, and extensive utility diversions including mined sewerage tunnels are being carried out.

CHARAKTERISTICS OF DECIDING GEOTECHNICAL TYPES

Geotechnical type: KCS
Series of strata of siltstones (locally also sandy or clayey siltstone, minority of silty, very fine grained sandstone). Slight diagenetic solidification (strength of 0.5 - 1 Mpa, locally a character of solid to hard ground). Fracturing does not apply - horizontal stratification.
Classification: Prevailing F3 (MS) and F5 (ML) of solid to hard consistency, partially R6
Excavation class: 3 - 4

Geotechnical type: KCP
Series of strata of thick-bedded sandstones (the Cretaceous - the

stav, a. s. Praha a specializované odborné firmy SG - Geotechnika, a. s, Praha a za přispění pracovníků OBÚ Kladno. V příštích číslech časopisu TUNEL již budeme odbornou veřejnost informovat o prvých zkušenostech a výsledcích z realizace stavby. Do redakční uzávěrky tohoto čísla ještě nebyla zahájena ražba traťových tunelů, zatím probíhá stavba hloubených tunelů a stanice Ládví a pracuje se na rozsáhlých přeložkách inženýrských sítí včetně ražených kanalizačních štol.

CHARAKTERISTIKA ROZHODUJÍCÍCH GEOTECHNICKÝCH TYPŮ

Geotechnický typ: KCS
Souvrství křídových prachovců (místy též písčitý či jílovitý prachovec, podružně prachovitý, velmi jemnozrnný pískovec). Slabé diagenetické zpevnění (pevnost 0,5 - 1 MPa, místy charakter pevné až tvrdé zeminy). Rozpukání se výrazněji neuplatňuje - zvrstvení vodorovné.
Zatřídění: převládá F3 (MS) a F5 (ML) pevné až tvrdé konzistence, část R6
Těžitelnost: 3. - 4. třída

Geotechnický typ: KCP
Souvrství kvádrových pískovců (křída - cenoman) v různém stupni diagenetického zpevnění. Poloskalní až skalní hornina - variabilní pevnost: převládá R3-R4, 5 -25 MPa, podružně až 40 MPa, místy vrstvy pevnosti pouze 1 - 5 MPa. Tři průběžné systémy diskontinuit - 1 subhorizontální (vrstevnatost, sklon 3 - 5° k východu) - 2 subvertikální (sklon 90 + 15°). Hustota diskontinuit - převládá D1-D2 (0,6 - 2,5 m). Kvádrovitá odlučnost. Silná puklinová propustnost V4-V5.
Zatřídění: R4-R3, W1, D1-D2
Těžitelnost: 5. (6.) třída QTS: 45 - 60 NRTM: třída 3 - 4

Geotechnický typ: KCJ
Bazální cenomanské sedimenty - velmi variabilní zrnitostní složení: štěrk s příměsí písku, štěrk s příměsí jílu, jíl s příměsí štěrku - jíly pevné konzistence. Proměnlivá mocnost v rozmezí 1,5 ± 1,0 m. Jedná se o diageneticky nezpevněné zeminy. Propustnost průlinová - velmi málo propustné až technicky nepropustné zeminy.
Zatřídění: G2 (GP), G5 (GC), F8 (C + G)
Těžitelnost: 4. - 5. třída

Geotechnický typ: SK
Souvrství skalecké facie s převahou křemenců (K) a s podružnými vrstvami břidlic (B). Lavicovité křemence a křemencové pískovce mají podíl 80 ± 10 %, mocnost vrstev je 100 - 600 mm, pevnost R2 až R1 (70 - 150 MPa, max. 180 MPa), rozpukání 1 ± 2 systémy - hustota D3 (až D4). Vložené, rytmicky se opakující vrstvy a laminy tvoří jílové až prachovité břidlice (místy jílovce), podíl 20 ± 10 %, mocnost vrstev 5 - 150 mm (výjimečně větší), pevnost R3-R4 (10 - 50 MPa), rozpukání intenzity D4-D6. Vrstevnatost převládá směru východ - západ (odchylky ± 30°), sklon je strmý 75 ± 10° k jihu. Základní gt typ SK tvoří horninový masiv neporušený účinky fosilního zvětrávání (W1, resp. A1). Puklinová propustnost proměnlivé intenzity.
Zatřídění: K: R2-R1, W1, D3-D4 B: R3-R4, W1, D4-D6
Těžitelnost: 6. třída (část. 7. třída) QTS: 35 - 50 NRTM: třída 4 - 5a1

Geotechnický typ: SKZ
Souvrství skaleckých křemenců - petrografické složení a vrstevnatost jsou stejné jako u základního gt typu SK. Rozhodující pro zařazení je porušení účinky fosilního předkřídového zvětrávání, které je u pískovců střední (pokles pevnosti na R2-R3 (25 - 100 MPa). Břidlice jsou silně, z části kaolinicky zvětralé (pevnost R4-R6, 0,5 - 25 MPa), místy až zcela zvětralé (na jíl pevné konzistence). Puklinová propustnost proměnlivé intenzity, převážně malá.
Zatřídění: K: R2-R3, W2-W3, D3-D4 B: R4-R6, W4-W5, D5-D6
Těžitelnost: 5. - 6. třída (výjimečně 7. třída)
QTS: < 30 - 45 NRTM: převážně třída 5a1

Geotechnický typ: SKZZ
Skalecké souvrství - petrografické složení a vrstevnatost jsou stejné jako u základního gt typu SK. Rozhodující pro zařazení je velmi intenzivní porušení horninového masivu účinky fosilního zvětrávání. U křemenců a pískovců je střední až silné (W3-W4), pokles pevnosti na R4-R5 (1,5 - 15 MPa, místy je R3, 15 - 40 MPa). Vložky břidlic jsou zcela zvětralé (W5) až rozložené na kaolinický jíl pevné konzistence. Puklinová propustnost proměnlivé intenzity, převážně malá až velmi malá.
Zatřídění: K: R4-R5, W4, D3-D4 B: zemina pevná, W5 až zemina
Těžitelnost: 5. třída QTS: < 30 NRTM: třída 5a1 - 5a2

Geotechnický typ: SB
Skalecká facie dobrotivských vrstev ve vývoji laminovaných břidlic. Rytmicky se střídají tenké vrstvičky a laminy mocnosti 2 - 10 - 20 mm (max. 50 mm) prachové břidlice, prachovito-písčité břidlice, jílové břidlice a pískovce - podíl tvoří 85 ± 10 %. Nepravidelně se vyskytují vrstvy pískovce nebo i křemence o mocnosti 50 - 300 mm (výjimečně až 500 mm). Pevnost horniny je proměnlivá, převládá třída R3-R4 (10 - 50 MPa), výjimečně až R3 (50 - 100 MPa). Odlučné plochy vrstevnatosti mají hustotu převážně D4 (60 - 200 mm), ojediněle D5 nebo i D3, rozpukání je hustoty D3-D4, počet systémů diskontinuit 1 + 2. Základní gt typ SB tvoří horninový masiv neporušený účinky fosilního zvětrávání (W1, resp. A1). Vrstevnatost převládá směru východ - západ (odchylky ± 30°), sklon je strmý 75 ± 10° k jihu. Puklinová propustnost variabilní intenzity.
Zatřídění: R3-R4, W1, D3-D4
Těžitelnost: 5. třída, část. až 6. třída QTS: 35 - 50 NRTM: třída 4 - 5a1

Cenomanian) in various degree of diagenetic solidification. Semi-rock to rock - variable strength: prevailing R3-R4, 5-25 Mpa, exceptionally to 40 Mpa, locally layers with strength 1 - 5 Mpa only. Three running systems of discontinuities - 1 sub-horizontal (bedding, a dip angle of 3 - 5° towards the east) - 2 sub-vertical (a dip angle of 90 ± 15°). The density of discontinuities - D1-D2 prevail (0.6 - 2.5m). Rectangular jointing. Strong fissure permeability V4-V5.
Classification: R4-R3, W1, D1-D2 Excavation class: 5 (6)
QTS: 45 - 60 NATM: class 3 - 4

Geotechnical type: KCJ
Basal Cenomanian sediments - very variable grain-size composition: gravel with an admixture of clay, clay with an admixture of gravel - clays of solid consistency. Variable thickness within a range of 1.5 ± 1.0m. It is a matter of diagenetically unconsolidated grounds. Crack porosity - very little permeable to technically impermeable grounds.
Classification: G2 (GP), G5 (GC), F8 (C + G)
Excavation class: 4 - 5

Geotechnical type: SK
Series of strata of the Skalka facies with prevailing sandstones (K) and minor strata of shales (B). The share of thick-bedded quartzites and quartziferous sandstones is of 80 ± 10%, thickness of layers is of 100 - 600 mm, strength R2 to R1 (70 - 150 Mpa, max. 180 Mpa), fracturing by 1 + 2 systems - density D3 (to D4). Inter-layered, rhythmically repeating layers and laminas created by clayey to silty shales (locally claystones), a share of 20 ± 10%, thickness of layers of 5 - 150 mm (exceptionally more), strength R3-R4 (10 - 50 Mpa), intensity of fracturing D4-D6. Prevailing east - west direction of bedding (deviations ± 30°), steep dip angle of 75 ± 10°towards the south. The basic SK gt type forms a rock mass undisturbed by the effects of fossil weathering (W1, or A1). Fissure permeability of a variable intensity.
Classification: K: R2-R1, W1, D3-D4 B: R3-R4, W1, D4-D6
Excavation class: 6 (partially even class 7)
QTS: 35 - 50 NATM class: 4 - 5a1

Geotechnical type: SKZ
Series of strata of the Skalka quartzites - petrographical composition and bedding are identical as at the basic gt type SK. Deciding for the classification are the effects of fossil weathering, which is medium for sandstones (reduction of strength to R2-R3 (25 - 100 Mpa). The shales are heavily weathered, partially in a kaolinic way (strength R4-R6, 0.5 - 25 Mpa), locally totally weathered (into clay of solid consistency). Fissure permeability of a variable intensity, mostly low.
Classification: K: R2-R3, W2-W3, D3-D4 B: R4-R6, W4-W5, D5-D6
Excavation class: 5 - 6 (exceptionally even 7)
QTS: < 30 - 45 NATM class 5a1 prevails

Geotechnical type: SKZZ
The Skalka series of strata - petrographical composition and bedding are identical as at the basic gt type SK. Deciding for the classification is a very intensive fracturing of the massif by the effects of fossil weathering. It is medium to strong for quartzites and sandstones (W3-W4), reduction of strength to R3-R5 (1.5 - 15 Mpa, locally for R3 15 - 40 Mpa). Interbeds of shales are totally weathered (W5) to decomposed to kaolinic clay of solid consistency. Fissure permeability of variable intensity, mostly low to very low.
Classification: K: R4-R5, W4, D3-D4 B: solid ground, W5 to ground
Excavation class: 5
QTS: < 30 NATM class: 5a1 - 5a2

Geotechnical type: SB
The Skalka facies of the Dobrotivy strata in the development of laminated shales. Thin measures and laminas 2 - 10 - 20mm thick rhythmically alternate with silty shales, silty-sandy shales, clayey shales and sands - their share amounts to 85 ± 10%. Sandstone or quartzite layers 50 - 300mm thick (exceptionally even up to 500mm) occur irregularly. The rock strength is variable, the class R3-R4 (10 - 50 Mpa) prevails, R3 (50 - 100 Mpa) occurs exceptionally. The D4 (60 - 200mm) density of planes of bedding separation prevails, sporadically D5 or even D3, the density of fracturing is D3-D4, the number of discontinuity systems is 1 + 2. The basic SB gt type creates a rock mass undisturbed by the effects of fossil weathering (W1, or A1). The east - west direction of bedding prevails (deviations ± 30°), the dip angle is steep, 75 ± 10° towards the south. Fissure permeability of a variable intensity.
Classification: R3 - R4, W1, D3-D4 Excavation class: 5, partially up to 6
QTS: 35 - 50 NATM class: 4 - 5a1

Geotechnical type: SBZ
Series of strata of laminated shales, identical composition as the SB gt type. Deciding for classification is fracturing by the effects of fossil Pre-Cretaceous weathering, which is heavy to very heavy (W3-W5). Strength is reduced to 0.5 - 15 Mpa, the layers of clayey shale are often decomposed to kaolinic clay of solid consistency. Fissure permeability of a variable intensity - mostly low.

Geotechnický typ: SBZ
Souvrství laminovaných břidlic, stejného složení jako gt typ SB. Pro zařazení je rozhodující porušení účinky fosilního předkřídového zvětrávání, které je střední až velmi silné (W3-W5). Pevnost klesá na 0,5 - 15 MPa, vrstvy jílové břidlice jsou často rozložené na kaolinický jíl pevné konzistence. Puklinová propustnost variabilní intenzity - převážně malá.
Zatřídění: R4-R6 (až pevná zemina), W3-W5, D4
Těžitelnost: 5., částečně až 4. třída QTS: < 30 (35) NRTM: třída 5a1

Geotechnický typ: SBZZ
Souvrství laminovaných břidlic, stejného složení jako gt typ SB. Rozhodující je velmi silné porušení až úplné rozložení horniny účinky fosilního předkřídového zvětrávání (W5 až zemina). Hornina je rozložená z velké části na kaolinický jíl pevné konzistence se střípky břidlic, místy se vyskytují partie tvořené 50 - 90 % křehkých střípků a úlomků břidlice s příměsí jílu. Diskontinuity jsou setřené a neuplatňují se, ale tvoří místy predisponované smykové plochy. Puklinová propustnost variabilní intenzity - převážně malá až velmi malá.
Zatřídění: zemina pevná (až R5), W5
Těžitelnost: 4. - 5. třída QTS: < 30 NRTM: třída 5a1 až 5a2

Classification: R4-R6 (even solid ground), W3-W5, D4
Excavation class: 5, partially even 4
QTS: < 30 (35) *NATM class: 5a1*

Geotechnical type: SBZZ
Series of strata of laminated shales, identical composition as the SB gt type. Deciding is very heavy fracturing up to total decomposition of the rock by the effects of fossil Pre-Cretaceous weathering (W5 to ground). A great part of the rock is decomposed to kaolinic clay of solid consistency, with fragments of shales, locally parts consisting of 50 - 90% of brittle shale fragments with an addition of clay occur. Discontinuities are obscure and do not apply, but locally they create pre-disposed slickensides. Fissure permeability of a variable intensity - mostly low to very low.
Classification: solid ground (to R5), W5
Excavation class: 4 - 5
QTS: < 30 *NATM class: 5a1 to 5a2*

Geotechnické charakteristiky horninového masivu
Geotechnical characteristics of the rock mass

Charakteristika *Characteristics*		Geotechnický typ *Geotechnical type*		
		SKZZ	SKZ	SK
Intenzita zvětrání *Weathering intensity*	W_x	PK: 4 B: 5 - z	PK: 2 - 1 B: 4 - 5	1
Třída pevnosti *strenght class*	R_x	PK: 4 - 5 B: 6 - z	PK: 3 - 2 B: 5 - 6	PK: 2 - 1 B: 3
Pevnost v tlaku *compressive strenght*	(Mpa)	PK: 2 - 25 B: zp	PK: 20 - 80 B: 0,5 - 5	PK: 70 - 180 B: 10 - 50
Počet systémů diskontinuit *Number of discontinuity systems*	D_n	PK: 1 + 2	PK: 1 + 2	PK: 1 + 2
Hustota diskontinuit *Density of discontinuities*	D_x	PK: 3 - 4	PK: 3 - 4	PK: 3 - 4
Těžitelnost - třída *Excavation class*		5	5 - 6	6. - 7
Objemová hmotnost *Mass by volume*	kN . m^{-3}	21 - 24	24 - 25	25 - 26
Pevnost ve smyku (oslabené plochy) *Shearing strength (of a weakened plane)*	φ_{ef}	14 - 18°	16°- 22°	24 - 30°
	c_{ef} (kPa)	20 - 40	20 - 80	60 - 200
Modul přetvárnosti E_{def} (Mpa) *Modulus of deformation*	kolmo/*perpendic.*	(100) 200 - 300	(200) 400 - 600	> 800 - 1500
	rovnob./*parallel*	> 400 - 1000	> 600 - 2000	> 2000 - 5000
QTS		< 30	< 30 - 45	35 - 50
Třída NRTM *NATM class*		5a1	5a 1 - 5a2	4 - 5a1

PK	pískovec, křemenec	*PK*	*sandstone, quartzite*
B	břidlice	*B*	*shale*
z	zemina	*z*	*soil*
p	pevná konzistence	*p*	*solid consistency*
kolmo	kolmo na vrstvy	*perpendic*	*perpendicular to layers*
rovnob.	rovnoběžně s vrstvami	*parallel*	*parallel with layers*

KOLEJOVÝ SVRŠEK A PŘÍVODNÍ KOLEJNICE V TUNELECH METRA

TRACKWORK AND CONDUCTOR RAIL IN TUNNELS OF THE METRO

ING. PETR DĚDIČ, ING. JAN LACINA, METROPROJEKT PRAHA, a. s.

"Co všechno je v tom temném tunelu?" Ano, dnes již v labyrintu tunelů, které vytvořily v minulém století síť pražského metra. Takové otázky možná vytanou v mysli některých lidí, když čekají trochu déle, snad v neděli, na nástupišti ohraničeném dvěma oponami utkanými ze tmy.

Přes historii prostupující již tři století nesetkali jsme se v podzemí, coby podnikatelé středoevropského formátu, s takovým překvapením jako tuneláři v New Yorku v roce 1912.

Na podzemní dráhu v Praze si totiž začali myslet již v předminulém století. Podnikatel Rott dal tuto myšlenku na papír svého podnětu městskému Magistrátu v r.1898. Ve 20. letech minulého století vznikly první představy a studie. Ve 30. letech byly již součástí dopravního programu Velké Prahy. V r.1966 se začalo s výstavbou podpovrchové tramvaje. V r.1968 bylo na podkladě zahraničních expertiz ze Sovětského svazu, Německa a Švédska rozhodnuto o změně. Budovat stavbu s průjezdným průřezem pro vedení metra a doprovodné technologie. Firmou Vagonka TATRA byla vyvinuta a zkoušena vlaková souprava R1. Na její zátěžové parametry byl dimenzován most přes Nuselské údolí. Došlo však k další změně. Byly převzaty vozové soupravy Ečs ze Sovětského svazu, ale s větší hmotností. Proto se tubus Nuselského mostu doplňoval o roznášecí rošt pod kolejovou dráhu. Hodně se přemýšlelo a přemýšlí a pracovalo a pracuje na metru dodnes. K ničemu hotovému jsme zatím v podzemí nepřišli.

Přesto dochází na některých nástupištích k jevům, které způsobují, zřejmě na pozadí pravidelnosti provozu, nejistotu. "Slyšel jsem přijíždějící vlak, už jsem viděl i světla, ale někam zmizel." Ne, nešlo o nějaký jev, pozorovaný autorem science-fiction v podzemní dráze "Möbius" při rozvíjení topologických úvah. Ten člověk jen neodolal pohlédnout za jižní oponu stanice I. P. Pavlova. Šlo nejspíše o služební jízdu vlaku z trasy C na trasu A spojkou C-A. Tyto jevy umožňuje kolejová dráha s dálkově ovládanými výhybkami.

"To se v takovém labyrintu pod Prahou tedy nenajde nic tajemného?" Snad přece. Ale cestující veřejnost je o to ošizena. Když se jede na trase A ze stanice Skalka do stanice Strašnická, tak před strojvedoucím na chvíli koleje skončí a ty pokračující v dálce jakoby uskakují stranou. K tomuto perspektivnímu obrazu dochází při určité kombinaci směrového a výškového oblouku koleje. Nejde o žádnou technickou závadu. Legislativně je též vše v pořádku. Na plynulosti jízdy se nic neprojevuje. Při navrhování silnic se tato kombinace nedoporučuje z estetických důvodů.

"Jezdíme po tom 20 hodin denně už desítky let. Je to bezpečné?" Pro povrchové úseky a trasu I.C, I.A a část II.A byla převzata konstrukce dlouhodobě prověřená v husté domácí železniční síti. Tedy kolejový rošt tvořený kolejnicemi na pražcích. Kolejnice tvaru S 49 je z vakuované oceli pro napětí 950 MPa s rozchodem 1435 mm. Kolejnice jsou v tunelech průběžně svařeny. (Po cca 180 m jsou pro funkci zabezpečovacího zařízení opatřeny izolovaným stykem, ale bez povahy dilatačního styku.) Mluvíme proto o bezstykové koleji. Pražce jsou dřevěné. Kolejnice jsou upevněny na ocelových žebrových, klínových (se sklonem úložné plochy kolejnice 1:20) podkladnicích speciálními šrouby s tuhými svěrkami. Tento typ upevnění je znám pod označením "K". Podkladnice, podložené polyetylénovou podložkou, jsou upevněny k pražcům čtyřmi vrtulemi. Pružnost uzlu zajišťuje pryžová podložka pod kolejnicí a pružné kroužky na šroubech a vrtulích.

Kolejový rošt byl v tunelech smontován, směrově a výškově zafixován a podlit betonem. V ose koleje byl zřízen kapacitní odvodňovací žlab. Jeho hloubku si vynutil průtočný průřez pod pražci. Ve stanicích k tomu přibyl bezpečnostní požadavek. Totiž útočiště pro osoby, které by spadly do kolejiště. Proto vidíme u nástupišť v místě odvodňovacího žlabu pražce prořezané (říká se jim krátčata). Viz obr. 1.

"What for strange things are there in that dark tunnel?" Well, today it already is in a labyrinth of tunnels, which created the network of the Prague Metro in the past century. Such questions may cross the mind of some people waiting a little bit longer, may be on Sunday, on a platform delimited by two curtains of the darkness at the station ends.

Despite our history lasting already for three centuries, we have not, as entrepreneurs of a Central European caliber, met such a surprise in the underground as tunnelers in New York in 1912.*

The idea of an underground railway became a subject of consideration as early as in the century before last. Mr. Rott, entrepreneur, put this idea down and sent it as an impulse to the Prague City Hall in 1898. First concepts and studies originated in the twenties of the past century. They became a part of the traffic planning of the City of Greater Prague in the thirties. The construction of a subsurface tramline started in 1966. In 1969, it was decided, on the basis of foreign expert opinions from the Soviet Union, Germany and Sweden, on a change, i.e. on development of a structure with a traffic clearance suitable for metro and related technologies. Vagonka TATRA company developed and tested a train R1. The bridge over Nusle Valley was designed to bear the loading by this train. Then another change occurred. Trains Ečs, manufactured in the Soviet Union, were taken over. Their weight was higher. What followed? A load distribution grid was added inside the bridge tube. There was lots of thinking then, and there is lots of thinking and working on the metro nowadays too. Nothing finished or completed has been given to us without our struggling.

Despite that fact, strange phenomena can be seen on some platforms, which cause, probably because of regularity of the operation, a feeling of uncertainty. "I could hear the train coming, I could even see its lamps, but it disappeared somewhere." No, it was not an occurrence observed by an author of science fiction in the "Möbius" subway when developing topological considerations. That man only could not resist the temptation to look behind the southern "curtain" at the end of the I.P.Pavlova station. He must have seen a service trip of a train swerving from the line C to the line A via the C-A connection. Such occurrences are possible thanks to the remotely controlled switches on the track.

"Does it mean that nothing mysterious can be found in such the labyrinth under Prague?" Something could be found. But the travelling public is done out of that. When an engineer drives the train along the line A from the Skalka to Strasnicka station, the track ahead ends for a moment, and the track continuing afar is seemingly shifted aside. This perspective picture can be seen at a certain combination of the horizontal and vertical track curve. It is no technical defect. From the legislative aspect, it is also correct. Nothing affects the fluency of riding. Although, for aesthetic reasons, such a combination is not recommended for a design of roads.

"We have been passing through it 20 hours a day for tens of years. Is it safe?" The track structure design, which had been tested for long years in the dense network of domestic railroads, was taken over for at-grade sections and the line I.C, I.A and a part of II.A. The structure consists of rails on sleepers. The rails of S 49 cross section are made of vacuum steel for the stress of 950Mpa, the track gauge is of 1,435mm. Rails in tunnels are continuously welded. (They are equipped with an insulated joint assembly every 180m, Those joints do not have the character of an expansion joint). For that reason we speak about a continuously welded rail.

Sleepers are made of timber. Rails are fixed on steel, ribbed, canted tie-plates (with the cant of the rail bearing surface of 1:20) by specialist bolts with tough sleeper clips. This type of fixation is known as the type "K". The tie-plates, supported by a polyethylene pad, are fastened to sleepers by four coach-screws. Resilience of this node is ensured by a rubber pad under the rail and spring collars on the bolts and coach-screws.

The rail grid (rails + sleepers) was assembled, fixed in the line and level in tunnels, and concrete was poured underneath. A capacity drainage channel was built on the rail axis. The area of the stream section under sleepers gave

* Tehdy při výstavbě metra narazili na již hotovou stanici, dokonce s vozem stojícím na kolejích. Šlo o 95m dlouhou linku, ve které byl vůz pro 22 cestujících. Je zajímavé, že byl tlačen, resp. sán, rychlostí 10km.h^{-1} velkým ventilátorem ve výklenku ne jednom konci tunelu. Linka byla otevřena r.1870. Panika na burze 1873 však vedla k jejímu uzavření a zapomenutí na téměř 40let. Stanice se stala součástí dnešní stanice City Hall v centru Manhattanu [1]).

** They encountered then, during a metro construction works, an already completed station, even with a carriage standing on the rail. It was a 95m-long line containing a carriage for 22 passengers. It is interesting that it was pushed or sucked at a speed of 10km.h-1 by a big fan installed in a recess at one end of the tunnel. The line had opened in 1870. But the panic on the Stock Exchange in 1873 caused that it had been closed and forgotten for nearly 40 years. The station became a part of the current City Hall Station in the Manhattan Downtown [1]).*

Od trasy II.A je již kolejový rošt upevněn na betonových pasech bez pražců (kromě výhybkového objektu za stanicí Želivského). Upevnění kolejnice zůstává podkladnicové, nepřímé. To znamená, že pata kolejnice je upevněna párem upevňovadel k podkladnici a podkladnice je upevněna jinými upevňovadly k betonové desce.

S bezpražcovým upevněním se začalo v 70. letech minulého století. V té době již ve světě existovala řada typů upevňovacích sestav, neboli uzlů, které zůstaly po odstranění pražců z tunelu. Náhrada pružnosti pražců ve štěrku byla vytvářena pryžovými, korkopryžovými a polyuretanovými podložkami, svěrkami s delší pružnostní drahou, jejich kombinací a zdvojováním. Byla k použití a vidění upevnění těžká i lehká. K vidění na vlastní oči nedaleko od Prahy, na Železničním zkušebním okruhu u Velimi. Bylo k dispozici i jejich vyhodnocení Výzkumným ústavem železničním. K aplikaci na pražském metru byla vybrána lehčí a počtem prvků jednodušší sestava upevnění nizozemského typu, použitého v metru Rotterdam. Počet součástek na jedné sestavě upevnění - podkladnici byl 17 ks. (Počet součástek u těžkého upevnění s podkladnicí spočívající na podkladní desce byl 38 ks). Změnu však představovalo to, že některé klíčové součástky originálu (např.pružná svěrka D.E. s dlouhým chodem z pérové oceli; kotevní šroub M22 s přechodem na Ø 27mm z oceli tř.14 s kadmiovaným povrchem) byly materiálově i funkčně nahrazovány. Nakonec byla celá sestava upevnění složena z 31 součástek tuzemské výroby.

Kolejnice spočívající na rýhované, 5 mm tl., pryžové podložce byla přichycena k žebrové, klínové podkladnici dvěma svěrkovými šrouby se dvěma tuhými svěrkami. Nad svěrkami byly osazeny pod maticemi trojité pružné kroužky. Podkladnice byla upevněna k betonové desce dvěma ocelovými kotevními šrouby průměru 24 mm, tř.11 500 v závrtech zalitých epoxidovou pryskyřicí. Na kotevních šroubech byly spirálové pružiny dotažené maticí s krytem. Podkladnice byly opatřeny dvěma otvory o průměru 40,8 mm, které umožňovaly osazení excentrů pro doladění rozchodu koleje v rozsahu ± 8 mm k betonové desce. Pod podkladnici byla vložena pryžová podložka tl. 15 mm.

V tunelu byly nejdříve zřízeny betonové pasy. Na nich byl smontován kolejový rošt s montážními sájmy (rozchodnicemi). Výškové tolerance mezi povrchem betonu a podložkami pod podkladnicemi byly vyrovnány plastbetonovými polštáři oddělenými od pryžové podložky pod podkladnicí polyetylénovou podložkou. Viz obr. 2.

Ve fázi realizace ke změnám v systému přibylo i zvětšování tloušťky tohoto polštáře, vyvolané tolerancemi povrchu betonové desky.

Čas přinesl této kolejové dráze různé zkušenosti. Pro volbu této sestavy mluvila na začátku i skutečnost, že sestava obstála při zatěžování těžkotonážním vlakem s nápravovým zatížením 22 tun i při pomalých jízdách obloukem s převýšením, tedy s přitížením nižšího kolejnicového pásu. Několik kotevních šroubů se ohnulo, žádný nepraskl. Překvapivě destruktivněji se projevil intenzívní provoz metra s nápravovým zatížením 13 tun (pouze při plně obsazených vozech). Řada kotevních šroubů z oceli tř.11500 (ale i 12 050.6) praskla křehkým lomem. Četnost byla výrazná ve směrových obloucích s poloměrem blížícím se předpisy povolenému minimu 350 m.[2)] Co k tomu vedlo?

Upevňovací uzel se odvozoval od pražcového upevnění a empiricky upravoval. Pro statický a ještě lépe dynamický výpočet nebyla k dispozici jedno-

its depth. A safety aspect was added in stations, i.e. a refuge in the channel for persons who would fall down on the rail. This is why we can see the central part of sleepers cut out along platforms (see Fig. 1).

Starting from the line II.A, the rail grid is fixed on concrete strips without sleepers (with an exception of a switching assembly behind the Zelivskeho Station). The system of rail fixing indirectly on tie-plates is unchanged. This means that the rail flange is fixed by means of a pair of fasteners to the tie-plate, and the tie-plate is fixed to the concrete slab by means of other fasteners.

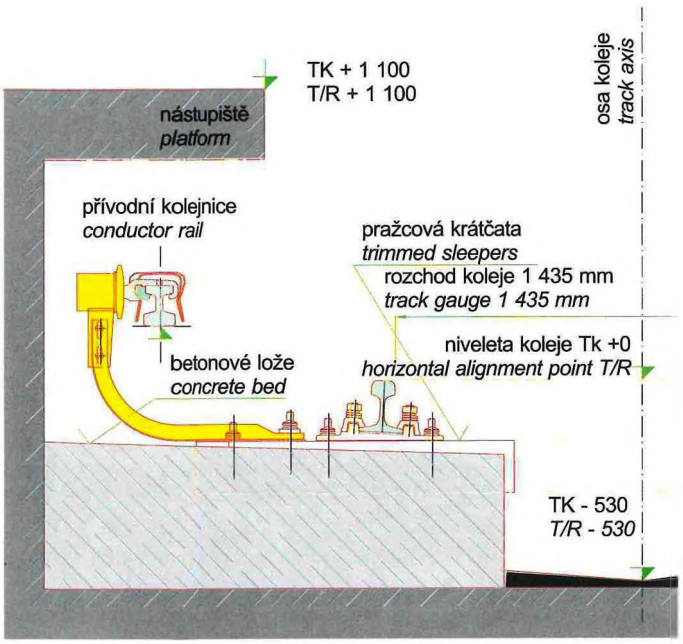
The use of fastening without sleepers began in the seventies of the past century. A series of fastening systems or nodes, which remained when sleepers in tunnels had been abandoned, existed in the world at that time. The resilience of sleepers embedded in gravel was replaced by rubber, cork-rubber and polyurethane pads, sleeper clips with longer elasticity path, their combination and doubling. Both heavy and light assemblies were available and seen. They could be seen by own eyeball not far from Prague, on the Railroad Testing Ring near Velim. Their assessment performed by the Railroad Research Institution was available. A lighter and because of the number of elements simpler system, which had been used on the Rotterdam Metro, was chosen for application on the Prague Metro. The number of parts of one fastening assembly, i.e. parts for one tie-plate, was of 17. (The heavy fastening assembly with the tie-plate resting on a bedding slab consisted of 38 parts). Although the change was represented by the fact that some key parts of the original (e.g. the D.E. spring steel sleeper clips with long sliding motion; the cadmium-plated steel grade 14 holding-down M22 bolt with a transition to diameter of 27mm) were replaced in terms of material and function. Eventually, the whole fastening assembly consisted of 31 parts of a domestic make.

The rail, resting on 5mm thick riffled rubber pad, was fixed to the ribbed, canted tie-plate with two sleeper clip bolts with two rigid clips. Triple spring collars were inserted above the sleeper clips, under the nuts. The tie-plate was fastened to the concrete slab with two steel grade 11 500 holding-down bolts 24mm in diameter, fixed in boreholes by epoxy resin. Spiral springs tightened by a nut with a cap were on the holding-down bolts. Tie-plates were equipped with two holes 40.8mm in diameter, which made insertion of eccentrics possible for adjustment of the track gauge within the range of ±8mm. A 15mm-thick rubber pad was inserted under the tie-plate.

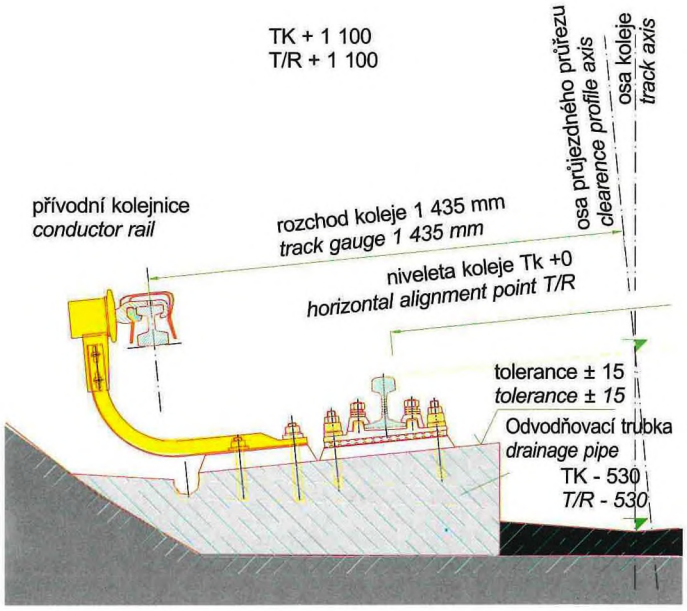
First, concrete strips were built in the tunnel. The rail grid with assembly gauge bars was assembled on the strips then. The level tolerances between the concrete surface and the pads under tie-plates were rectified by plastic concrete cushions separated from the rubber pad under the tie-plate by a polyethylene pad (see Fig.2).

In the realization phase, the system changes were extended due to the necessity to increase the thickness of this cushion due to the deviations in the levels of the concrete slab surface.

Various pieces of experience with this rail track were gained in the course of time. At the beginning, the decision to choose this system was supported by the fact that the system stood the testing by a heavy-tonnage train with axle load of 22 tons even at slow riding along a superelevated curved track, i.e. with superimposed load on the lower stretch of rails. Several holding-down bolts bent, but none of them was broken. Surprisingly, an intensive operation of the metro with axle load of 13 tons (with fully occupied vehicles only) showed more destructive. A number of holding-down bolts made of steel grade 11 500 (but 12 050.6 too) suffered a brittle fracture. The frequency was considerable at horizontal curves with diameter near the minimum of 350m, allowable according to regulations. What was the reason?



Obr. 1 Hloubená stanice
Fig. 1 Cut-and-cover station



Obr. 2 Ražený tunel z litinových nebo železobetonových dílců
Fig. 2 Mined tunnel in cast-iron or RC segments

značná a objektivní metodika. To se ukázalo i ve chvíli, kdy se do problému vložily vědecké autority. Doporučení ztužit uzel upevněním pomocí čtyř kotevních šroubů a zahustit počet uzlů se na zkušebním úseku prokázalo jako nevhodné.[3]

Vědomí projektanta, že trajektorii masivní vodící síly je třeba prodloužit, tedy zpružnit uzel, bylo podpořeno i rešerší ze sovětských zkušeností v moskevském metru.[4] Lavinovitému lámání vrtulí v zabetonovaných pražcích ve směrových obloucích o poloměrech menších než 400 m nezabránilo ani upevnění podkladnice osmi vrtulemi.

Otázky a pátrání vedou postupně k uspokojivým odpovědím a cenným zkušenostem. K těm patří i to, neslyšet jen na otázku "Po čem to jezdíme?" , ale chtít si včas zodpovědět i otázku "S čím po tom budeme jezdit?". Do této doby nebyly k dispozici údaje o silových účincích vozu na kolejovou dráhu. Teprve v důsledku těchto poruch došlo k zevrubnému měření vodící síly na voze Ečs v síti pražského metra.[5] To ukázalo, že jezdíme s vozy opatřenými podvozky typu Minden Deutz, bezesporu vhodnými pro síť metra, kopírující nadzemní ortogonální uspořádání "street" a "avenue", tedy např. pro zmíněný New York. Vůz dobře sedí v kolejovém kanálu v přímých úsecích. O to tužší je průjezd směrovými oblouky zvláště pak malých poloměrů.

Problematika tématu kolo-kolejnice byla pak řešena volbou dvou typů upevňovacích uzlů pro bezpražcové upevnění v hlavních kolejích.

Pro přímé úseky a poloměry oblouků > 600 m zůstalo upevnění se dvěma kotevními šrouby. Jejich profil byl pod závitovou částí (M24) zesílen na Ø 30 mm. Cenným příspěvkem bylo vyvinutí a úspěšné zavedení do provozu pružné svěrky Hr-2 z iniciativy DP-Metro služby traťové. Svěrka z pásové pérové oceli s tepelným zušlechtěním je vyráběna tuzemskou fy IRBIS PANDA s. r. o. v Jihlavě. Na podkladnici tak vidíme namísto dvou tuhých dvě pružné svěrky. Viz obr.3. Pro poloměry oblouků ≤ 600 m je upevnění doplněné ocelolitinovou podkladní deskou. Její ukotvení zůstává pomocí dvou kotevních šroubů M24 zesílených pod závitovou částí na Ø 30mm. Šroub je z oceli tř.15260.6. Kolejnice je ke zkrácené žebrové, klínové podkladnici přichycena dvěma pružnými svěrkami Skl-12. Mezi podkladnicí a podkladní deskou je pryžová podložka tl.15 mm. Podkladnice je k podkladní desce uchycena dvěma pružnými svěrkami Aekp. Obě svěrky jsou od fy Vossloh. Viz obr. 4.

Těmto návrhům předcházela řada diskusí, studium přístupu k upevňovacím uzlům v zahraničí, zkoušky a měření. Bylo využito dobrých zkušeností s podkladní deskou v budapešťském metru, které má shodné zatěžovací podmínky dané rovněž vozem Ečs. Byl opuštěn psychologicky motivovaný přístup, totiž ztužovat upevňovací uzel či zahušťovat uzly. Stalo se tak i v legislativním opatření.[6]

Tvorba sestavy upevnění byla vždy výsledkem týmové spolupráce, prvořadě VÚŽ, ČVUT, DP-hl. m. Prahy-GŘ, DP-Metro, IDS a Metroprojektu. Do projektové dokumentace byly zařazovány výhradně konstrukce schválené.

Na nových vozech řady 41 (M1) - dodávaných konsorciem ČKD, Adtranz, Siemens je použito podvozku, jehož nápravy jsou v samotném podvozku uloženy poddajněji, což je pro pražské metro, kde navazuje takřka jeden oblouk na druhý, nezbytné.

Tak se postupem času přizpůsoboval systém kolejové dráhy danému vozidlu pohybujícímu se v nastoleném tvaru sítě a ukázal na nutné úpravy při jeho rekonstrukcích a inovaci.

Rozhodně by bylo vlastenecké, leč ukvapené a neobjektivní říct, že upevnění Rotterdam není nic moc a vůz Ečs je monstrum. Chybovali jsme my, že jsme si upevnění furiantsky předělali a vůz lépe nevyzkoušeli.

Mnohé zůstává dobré při splnění určitých podmínek. A tyto podmínky se stále mění. Krátké období nočního dopravního klidu a nedostatek kvalifikovaných pracovníků ochotných pracovat pouze v noci volá po bezúdržbové konstrukci. Použití samojistných matic na šroubech je jen dílčím krokem v tomto náročném zadání. Upevňovacích uzlů s téměř součástmi je 2 960 na 1 km koleje. Síť pražského metra má dnes 50 km dvoukolejné trati s 51 stanicemi. To jsou, na více než 100 km kolejí, miliony součástek. Vhodně se jim říká drobné kolejivo. Provozovatel je rád za životnost pryžových podložek, které vyměňuje spolu s ojetou kolejnicí cca po 12 letech provozu. Ze souvislostí můžeme lépe pochopit, proč ve světě existuje hned řada firem, které se dlouhodobě věnovaly pouze vyvíjení upevňovacích soustav (Pandrol, Vossloh, STEDEF, resp. Sonneville). Některé sestavy jsou výsledkem celoživotní práce úzce specializovaného odborníka. Pravdou je, že i v jejich případě někdy ke kvalitativnímu skoku a k vtipnému zjednodušení přispěla náhoda. Většinou však za výsledky, které obstojí v konkurenci, stojí setrvalé úsilí a značné finanční prostředky věnované do základního i aplikovaného výzkumu, vývoje a do zkoušení.

K problematice kolo-kolejnice se dnes váží i otázky metalurgie vysokopevnostních kolejnic a výhybkových srdcovek, obrys hlavy kolejnice, broušení kolejnic, obrys okolku, mazání okolků v obloucích atd.

Od trasy III.C jsou bezpražcovým upevněním vybavovány i výhybky. Betonová deska je vodorovná, příčné nespádovaná. Odvodnění je vedeno zakrytými žlábky při stěnách tunelu. Volba dilatačních spár v tunelové konstrukci je koordinována s polohou výhybek, speciálně srdcovek. Pro výhybky v hlavních kolejích v tunelech, zpravidla s poloměrem 190 m, jsou podkladnice doplněné podkladními deskami kotvenými čtyřmi kotevními šrouby. Pro přestavování výměn se přechází od hákových k čelisťovým závěrům s odpovídajícími elektromotorickými přestavníky s dálkovým ovládáním.

Vzhledem k zvlněnému terénu města vystupuje někde tubus metra na povrch. Pak nejsme v tunelu, ale v uzavřeném mostě, nebo na estakádě.

The fastening node was derived from the fastening on sleepers and was modified empirically. No explicit and objective methodology was available then for static and, primarily, dynamic calculation. This fact emerged when scientific authorities stepped in the problem. Their suggestion to make the node more rigid by means of fixation with four holding-down bolts, and to install additional nodes proved to be unsuitable at the trial section.

The awareness of the designer that the trajectory of the massive directing force had to be extended, i.e. the node had to be made more elastic, was also supported by a research of the Soviet experience of the Moscow metro. Even the fixing with eight coach-screws did not prevent the avalanche-like breaking of coach-screws in sleepers embedded in concrete in horizontal curves with diameters under 400m from occurring.

Questions and searching lead, step by step, to satisfactory answers and precious experience. A part of the experience is also to learn not to hear the question "What do we ride on?", but also to wish to get a question answered "what shall we use to drive on it?". Till then, no data on the effects of forces exerted by the carriage on the rail track had been available. Only after those failures was the directing force on the Ečs carriage measured in detail within the Prague Metro network [5]. The measurement showed that we used carriages equipped with Minden Deutz type bogies, which were undoubtedly suitable for a subway network copying a "street and avenue" atgrade orthogonal arrangement, e.g. for the above mentioned New York. The carriage sits well on the track in straight sections. So much the more tough is passing through horizontal curves, especially the curves with small radii.

Then the issue of the wheel vs. rail topic was solved by a choice of two types of fastening nodes for the sleeper-free fastening on main tracks.

For straight sections and radii of curves > 600m, the fastening system with two holding-down bolts remained. Their diameter was enlarged to 30mm under the threaded part (M24). The development and successful introduction of Hr-2 sleeper clip into operation, achieved thanks to the initiative of DP-Metro track services, was a valuable contribution. The sleeper clip (rail anchoring device), made of heat treated spring steel, is manufactured by a domestic company IRBIS PANDA s. r. o. in Jihlava. Two spring steel sleeper clips are mounted on the tie-plate instead of two rigid ones (see Fig. 3). For curves radii ≤ 600 m, a cast steel tie-plate is added to the fastening assembly. Its fastening remains to be done by means of two holding-down bolts M24, expanding under the threaded part to the diameter of 30 mm. The bolt is made of 15260.6 grade steel. The rail is fixed to the shortened ribbed, canted tie-plate by two spring steel clips Skl-12. A 15 mm-thick rubber pad is between the tie-plate and the bedding slab. The tie-plate is fixed to the bedding slab by two Aekp spring steel clips. The both clips are supplied by Vossloh Co. (see Fig. 4). These proposals were preceded by a series of discussions, a study of the attitude towards the fastening nodes adopted abroad, tests and measurement. The good experience with the tie-plate on the Budapest metro, operating under identical loading conditions also given by the Esč carriage, was taken advantage of. The psychologically motivated attitude of making the node more rigid or increasing the number of the nodes was abandoned. The same also happened in a legislative measure.

The development of the fastening system has always been a result of a team cooperation, primarily of VÚŽ (the Research Institute of Railways), ČVUT (the Czech Technical University), DP-hl. m. Prahy-GŘ (owner), DP-Metro (operator), IDS (overall consultant and site supervisor) and Metroprojekt (designing consultant). Approved structures only were incorporated into the design documentation.

For the new production line 41 (M1) of the carriages, supplied by the ČKD, Adtranz, Siemens consortium, an undercarriage is used, whose axles are mounted in a separate undercarriage in a more flexible way. This is necessary for the Prague Metro, where nearly everywhere one curve is followed by another one.

By this way, by time, the trackwork system was accommodated to the given vehicle moving along the given shape of the network, and pointed out adaptations of the vehicle to be made on the occasions of its reconstruction and innovations.

Definitely, it would be patriotic but hasty and untrue to say that the Rotterdam fastening is not good and the Ečs carriage is a monster. We made mistakes by ourselves when we redesigned the fastening without better testing of the carriage.

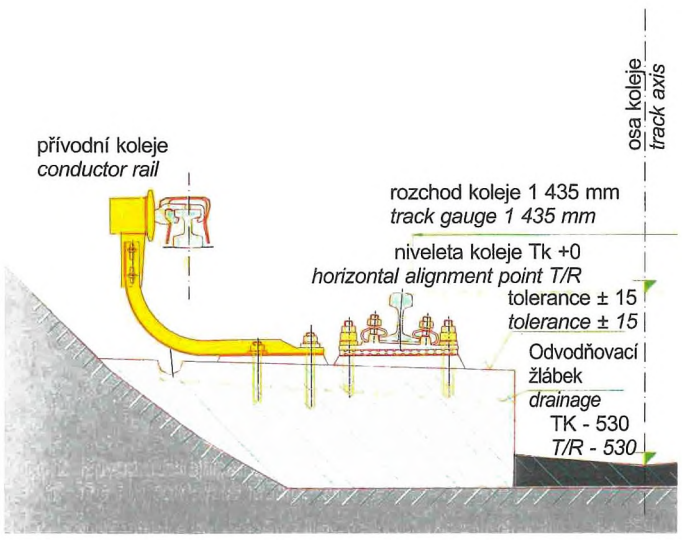
Many things remain to be good if certain conditions are met. Those conditions permanently change. The short period of the traffic standstill at night and the lack of qualified staff willing to work only at night call for a maintenance-free structure. The use of self-locking nuts on bolts is a partial step only in this demanding task. There are 2,960 fastening nodes with cca 30 parts per 1km of the track. Currently, the Prague Metro network has 50 km of double-rail track with 51 stations. There are millions of parts on the over 100 km-long rail. They are appropriately called petty track fastenings in Czech. The operator is grateful for the life length of rubber pads, which are replaced together with worn-out rail roughly after 12 years of operation. We can better understand from the context why a lot of companies exist in the world, who have addressed themselves only to development of fastening systems in the long run (Pandrol, Vossloh, STEDEF or Sonneville). Some systems are a result of a lifetime work of a narrowly specialized expert. It is true even in their cases that sometimes a jump in the quality and a witty simplification were partially a matter of a fortune. However, generally, the results which stand the competition are paid for by permanent hard work and considerable funds invested into the basic and applied research, development and testing.

Today, the wheel vs. rail issue is associated with the issues of metallurgy of high-strength rails and crossing frogs, contour of the top of rail, grinding of rails, contour of the wheel flange, greasing of wheel flanges at curves etc.

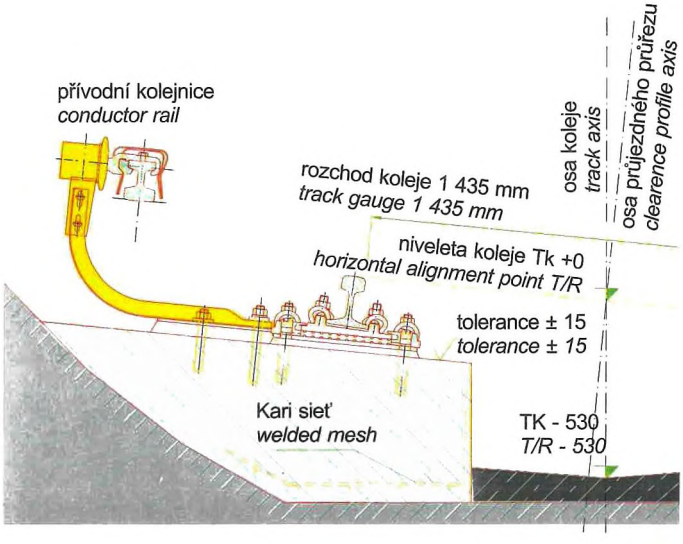
The system of fastening without sleepers has also been used on switches since the time of construction of the line III.C. The concrete slab is horizon-

Na Nuselském mostě na trase C, dlouhém 485 m, je upevnění kolejového roštu na mostnicích z tvrdého dřeva, spočívajících na roznášecím roštu. Ten tvoří ocelové podélníky, vynášené na předpjatou železobetonovou komorovou mostovku příčníky. Kolej je v celé délce vybavena pojistnými úhelníky. Na koncích mostu jsou umístěna velká kolejová dilatační zařízení (VKDZ).
Na trase V.B je mezi stanicemi Hůrka a Lužiny ocelový, prosklený most délky 375 m s ocelovou svařovanou komorovou mostovkou oválného průřezu s dvoukolejným uspořádáním. Jedno pevné ložisko je uprostřed mostu o devíti polích. Most je v mezipřímé a protisměrných obloucích o poloměrech 350 m s osovou vzdáleností kolejí 6,8 m. Mostovka je chráněna plastbetonovým nátěrem. Na ní je kolejový rošt na dřevěných pražcích ve štěrkovém loži. Upevnění kolejnic je pomocí žebrových, klínových podkladnic, kotvených čtyřmi vrtulemi. Konce mostu jsou opatřeny VKDZ. Na mostě jsou svařené pojistné úhelníky, u konců, na délku 75 m stykované, u VKDZ dilatované. Dilatace mostovky je pod průběžným štěrkovým ložem překlenuta ocelovým plechem tl.12 mm. Vodivě propojené dilatační styky svařené přívodní kolejnice jsou zde po 37,5 m. V místě dilatací je přívodní kolejnice přerušena.
Na trase IV.B je před koncovou stanicí Černý most železobetonový předpjatý dvoukomorový most (estakáda) délky 488 m, obdélníkového průřezu, s osovou vzdáleností kolejí 4,9 m. Most je dodatečně opláštěn na oválný průřez. Stěny opláštění jsou opatřeny okny. Jedno pevné ložisko je uprostřed mostu o 15 polích. Vana mostovky je opatřena dvouvrstvými antivibračními rohožemi tl. 2x15 mm z recyklované pryže pojené polyuretanem. Ložná vrstva je měkčí, horní vrstva, ve styku se štěrkem, je tužší. Na dně mostovky jsou zpřístupněny odvodňovače. Ve vaně mostovky je kolejový rošt na dřevěných pražcích ve štěrkovém loži. Upevnění kolejnic je pomocí žebrových, klínových podkladnic, kotvených čtyřmi vrtulemi. V předmostí i zámostí jsou VKDZ. Přechodové úseky, délky 20 m, v předmostí i zámostí, jsou na pražcích ve štěrkovém loži. Upevnění je vybaveno pružnými svěrkami Hr-2, distančními kroužky na vrtulích a dvěma 5 mm silnými penefolovými podložkami pod podkladnicí. Na mostě jsou rovněž průběžně svařené pojistné úhelníky, dilatované u VKDZ. Dilatace mostovky je opatřena čely z vyztužených ocelových plechů tloušťky 12 mm, které přerušují štěrkové lože. Vodivě propojené dilatační styky svařené přívodní kolejnice jsou zde po 37,5 m. V místě dilatací je přívodní kolejnice přerušena.
S konstrukcí kolejového svršku úzce souvisí konstrukce přívodní (napájecí) kolejnice. Ta zajišťuje nepřetržitou dodávku elektrické energie (stejnosměrný proud o jmenovitém napětí 750 V) vlakovým soupravám. V Praze je používána konstrukce pro spodní odběr proudu. Obrys prostoru pro konstrukci přívodní kolejnice je součástí průjezdného průřezu, neboť bezprostředně souvisí s vozidlem.
Vzhledem k použití sovětských vozů na pražském metru byly základní podmínky prostorového uspořádání i konstrukce převzaty ze sovětských meter.
Od počátku realizace přívodní kolejnice u nás však byly v konstrukci využity polymerní hmoty se souborem retardačních přísad pro docílení stupně hořlavosti minimálně B. Tyto umělé hmoty se použily např. na všechny druhy krytů, držáky krytů, ukončení nájezdu výběhů. Téměř každá nová aplikace polymerních materiálů si vyžádala vlastní vývoj a zavedení nebo zajištění výroby nových prvků.
Navržená konstrukce přívodní kolejnice je v zásadě používána doposud. Byly provedeny pouze dílčí úpravy v kotvení podpor související se změnou konstrukce jízdních kolejnic (pražcové, bezpražcové upevnění) a ve způsobu připojení trakčních kabelů k přívodní kolejnici.
Vlastní přívodní kolejnice se vyrábí z oceli o nízkém obsahu uhlíku, ve výrobních délkách zpravidla 12,5 m. Pro podzemní tratě se svařuje do délek 100 m, pro povrchové úseky do délek max. 37,5 m. Tyto svařené díly jsou

tal, without any crossfall. Drainage is led through covered channels along the tunnel walls. The choice of expansion joints in the tunnel structure is coordinated with the location of switches, of frogs in the first place. For switches on main tracks in tunnels, usually with the radius of 190m, base plates anchored by four holding-down bolts are added to tie-plates. For operation of switches, there is a tendency of transition from hook locks to clamping locks, with corresponding remotely controlled electro-motor switch operating apparatuses.
Because of the undulated morphology of the city, the metro tube emerges on the surface in some places. Then we are not inside a tunnel but inside a box girder bridge or on an elevated track.
In the box of the Nuselský bridge on the line C, which is 485 m long, the rails are fastened on hardwood bridge sleepers resting on a load distributing grid. This grid consists of steel stringers, which are born by cross beams transferring the load on the pre-stressed reinforced concrete through span. The rail is equipped with guard angles. Mechanisms allowing enormous expansion of rails (MAEER) are located at the ends of the bridge.
On the line V.B, between the Hurka and Luziny stations, there is a 375 m-long, glazed, steel welded box girder bridge with an oval cross section of the box, containing two rails. One fixed bearing is in the middle of this 9-span bridge. The bridge is located on a tangent track and reverse curves with diameters of 350 m, with the track center distance of 6.8 m. The through span is protected by polymer concrete coating. The rail grid with timber sleepers in gravel ballast lay on the through span. The rail fastening is by means of ribbed, canted tie-plates anchored by four coach-screws. The ends of the bridge are equipped with the MAEER. There are welded guard angles on the bridge. They are jointed at the ends, along the lengths of 75 m, and physically separated by expansion joints at the MAEER locations. The through span expansion joint is bridged over by a 12mm-thick steel sheet placed under the continuous trackbed. Bonded expansion joints on the welded conductor rail are at intervals of 37.5 m. The conductor rail is also physically interrupted at the location of the bridge expansion joints (see Fig. 5).
On the line IV.B, just before the Cerny Most station, there is a 488m-long reinforced concrete double-box bridge (a multi-span bridge) of a rectangular cross section, with the track center distance of 4.9m. The bridge was subsequently wrapped in an envelope changing its external cross section to an oval. There are windows in the bridge side walls and the envelope. One fixed bearing is in the middle of the 15-span bridge. The lower part of the box girder is covered by double-layer anti-vibration mats with the thickness of 2x15mm, made of recycled rubber with a polyurethane binder. The bedding layer is softer while the top layer, which is on the contact with gravel, is tougher. At the bottom of the box girder there are drains made accessible. Inside the box girder there is the rail grid with timber sleepers in gravel ballast. The rail fastening is by means of ribbed, canted tie-plates anchored by four coach-screws. The MAEER are at the bridgehead and the bridge end. Transition sections 20m long at the bridgehead and the bridge end are on sleepers in gravel ballast. The fastening is equipped with spring steel sleeper clips Hr-2, distance rings on coach-screws and two 5mm-thick penefol pads under the tie-plate. Also the continuously welded guard angles are on the bridge, with expansion joints at the MAEER. The bridge expansion joint consists in armoring of the joining concrete structures with steel faces made from stiffened steel sheets 12mm thick. Thus, the gravel ballast is interrupted at the joint location. There are electrically connected expansion joints of the welded conductor rail at intervals of 37.5m there. The conductor rail is interrupted at the bridge expansion joints.
The structure of the conductor rail is closely connected with the history of the trackwork structure. The conductor rail provides a continuous supply of electric current (i.e. direct current with nominal voltage of 750V) to trains. The conductor rail design with underside contact is used in Prague. Since it is directly associated with the vehicle, the outline of the space for the conductor rail structure is a part of the traffic clearance.



Obr. 3 Ražený tunel z litinových nebo železobetonových dílců
Fig. 3 Mined tunnel in cast-iron or RC segments



Obr. 4 Ražený tunel monolitický s mezilehlou izolací NRTM
Fig. 4 Mined tunnel monolitic, with intermediate insulation NATM

v dilatačních stycích sespojkovány a vodivě propojeny. Přívodní kolejnice je zavěšena do držáků zatmelených do izolátorů osazených na každé konzole (podpoře). Ty jsou v podélném směru ve vzdálenosti cca 5,4 m. Konzola je k pražcům připevněna třemi vrtulemi, k betonové desce (bezpražcové upevnění) přes podkladní plech třemi kotevními šrouby. Seshora je chráněna tuhým, elektricky nevodivým a tepelně odolným krytem.

Přívodní kolejnice se umisťuje na tzv. silnoproudé straně tunelu - zpravidla vlevo ve směru jízdy. Ve stanicích se z důvodu bezpečnostních překládá na stranu proti nástupišti. (Viz obr. 1 - 5).

V podélném směru může být přívodní kolejnice přerušena buď z důvodů mechanických (to jsou např. traťové závěry, výhybky, propojovací štoly tunelů, změna polohy apod.), nebo elektrických - zejména v místech styku dvou elektrických úseků napájených různými napáječi. Mechanické dělení je zpravidla provedeno jako dělení překlenutelné přes sběrače projíždějícího vozidla. Konce přívodní kolejnice jsou pak v místě přerušení proudově propojeny kabelovými vodiči. Elektrické dělení je řešeno jako dělení nepřeklenutelné přes sběrače projíždějícího vozidla a je i bez kabelového propojení.

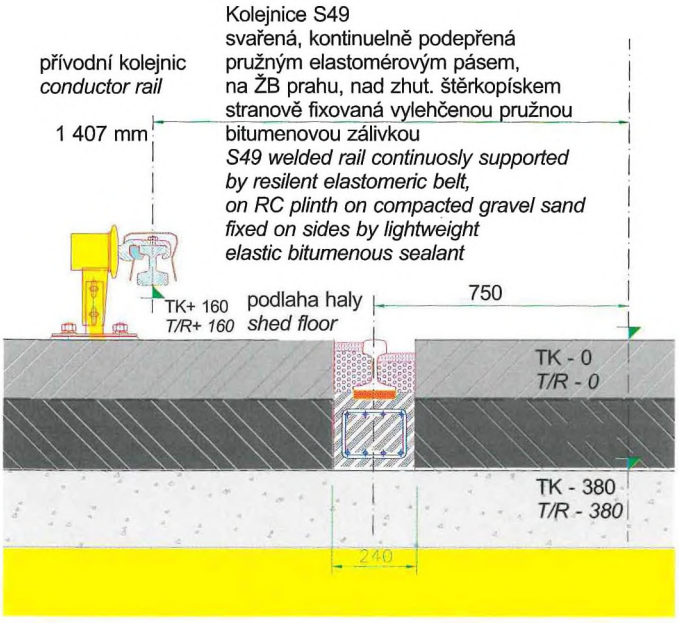
V místě přerušení je přívodní kolejnice vždy opatřena zkosenými výběhy, které umožňují nájezd sběračů vozidla.

Pro nově budovanou trasu IV.C je navrhována - místo doposud používané ocelové - přívodní kolejnice hliníková. Částečně zvýšené investiční náklady na realizaci vlastní přívodní kolejnice jsou kompenzovány sníženými náklady na kabelových rozvodech a její další přínos je ve snížených provozních nákladech (elektrické ztráty v hliníkové kolejnici činí pouze necelých 40 % ztrát v kolejnici ocelové).

Když vlak zastaví, je vidět v tunelu mnoho zařízení. Otázka "Proč není vedeno samostatným servisním tunelem?" nezní projektantovi kolejové dráhy příjemně. Při řadě příležitostí si připadal s těmi svými kolejemi jako na milost vzatý. Jako by šlo o boj o místo v obecním kolektoru. Odpověď je hlavně v ekonomii. Proto se technologické tunely v pražském metru omezují na stanice. Protože rozmístění zařízení v celém tunelovém průřezu se odvíjí od směrového a výškového vedení trati, váže se nejzřetelněji k řešení kolejové dráhy. Tak je součástí přípravy trasy a kolejového svršku i určení průjezdného průřezu metra. Od toho je možné odvozovat průřez stavby včetně tvorby stavebních tolerancí atd. Je toho tedy v tom tunelu dost a dost.

"Proč někdy na sebe padáme, když vlak zastaví, nebo když je u stanice?" Zastavení mezi stanicemi je výjimečnost v provozu a cestovní pohodlí to skutečně na chvíli pokazí. Je to způsobeno převýšením koleje v oblouku, kterým je naopak při pravidelném provozu zajištěno, že projedeme obloukem i bez držení a ani si to neuvědomujeme. Totiž pokud se nedíváme skrze vlakovou soupravu. Potřebě jízdní pohody vychází vstříc pojetí ČSN 73 6430 Geometrické uspořádání kolejí metra - Kolejový svršek metra, z r.1997. Hodnota převýšení se již navrhuje pro skutečně dosahovanou rychlost jízdy s cestujícími.

U stanic bývá zmíněné padání důsledkem toho, že vlak není hmotným bodem. První vůz opouští poslední oblouk - a jeho převýšení - těsně před stanicí odpovídající rychlostí. Ovšem poslední vůz opouští tentýž oblouk již dojezdovou rychlostí. Proto v něm, jako stojící, pociťujeme na chviličku převýšení nadbytečné. Nakláníme se směrem ke středu oblouku. (Vzdálenost mezi cestujícím na přední plošině prvního vozu a zadní plošině posledního vozu je 90 m. Ale délka přechodnice, ve které při dojezdu do



Obr. 5 Hala depa
Fig. 5 Hall of depot

Because of the use of the Soviet carriages on the Prague metro, the principal conditions of the spatial arrangement and the structure were taken over from Soviet metro lines.

Although, from the very beginning of the conductor rail realization in our country, polymeric materials containing a set of retarding additives for assurance of the combustibility category B as a minimum were used. For example, those plastics were used for all kind of covers, holders of covers, or ramps at the ends of the rail. Nearly each new application of the polymeric materials required its own development and introduction or ensuring of manufacture of new elements.

In principle, the designed conductor rail's structure has been used till now. Partial modifications in the support brackets anchoring have been made only, which were associated with the change in the structure of running rails (the fastening on sleepers or fastening without sleepers), and modifications in the manner of traction cables connection to the conductor rail.

The conductor rail proper is made of low-carbon steel, generally in manufacturing lengths of 12.5m. The rail is welded into sections of 100m for underground tracks, or maximally into sections 37.5m long for at-grade sections. These welded sections are jointed at expansion joints by means of fish-plates and connected electrically. The conductor rail is suspended in caps cemented into insulators installed on each bracket (i.e. support). The brackets are installed at a spacing of about 5.4m in the longitudinal direction. The bracket is fixed to the sleeper by three coach-screws. To the concrete slab (fixation without sleepers), it is fixed by three holding-down bolts through a bedding steel sheet. Its top is protected by rigid, electrically non-conducting and thermally resistant cover.

The conductor rail is installed on the so-called heavy-current side of a tunnel, generally on the left-hand side in the travel direction. For safety reasons, it is shifted to the side opposite to the platform at stations (see Fig. 1- 5).

In the longitudinal direction, the conductor rail can be physically interrupted either for mechanical reasons (e.g. at track terminations, switches, cross-galleries between tunnels, for a change in position etc.) or electrical reasons, primarily at locations where two electrical sections supplied by different feeders meet. Mechanical division is usually carried out as a division, which can be bridged over via current collectors on a passing vehicle. The conductor rail ends are electrically connected by cables at the location of the division. The electrical division is designed as a division, which can not be bridged over via the current collectors of the passing vehicle, and is not equipped with the electrical connection.

At the point of the interruption, the conductor rail is always equipped with scarves, which make the slipping of the current collector of the vehicle possible. For the newly built line IV.C, aluminum conductor rail is designed instead of the steel rail used till now. The partially increased cost of the conductor rail proper is compensated for by reduced cost of cable services. Another benefit of the aluminum conductor rail is a reduced operational cost (power losses in the Al rail hardly amount to 40% of the losses incurred with the steel rail).

When the train stops, we can see lots of services. A question "Why are they not led in a separate service tunnel?" does not sound agreeably to a designer of the railroad. He was feeling as being granted a pardon about his rails on many occasions. As if it had been a struggle for a place in a public utility tunnel. The answer is mainly in economy. For that reason, utility tunnels are restricted to the stations in the Prague metro. Since the layout of equipment within the whole tunnel cross section is developed from the line and level alignment of the track, it is most explicitly associated with the design of the rail track. Thus, determination of the metro clearance envelope is a part of the route and trackwork planning. The cross section of the structure can be derived from that, including determination of structural tolerances etc. So there are lots and lots of things in the tunnel.

"Then, why do we fall on each other when the train is stopping or when it is at a station?" Stopping between stations is an exception during operation, and it really spoils the comfort of travelling for a while. This is due to the superelevation of the track at a curve, which, on the contrary, ensures that the train, in regular operation, passes the curve without the need for passengers to be holding. We do not realize this unless we are looking through the train. The conception of the CSN 736430 standard "Geometrical arrangement of the metro tracks - Metro Trackwork" from the year 1997 meets the requirement of the travelling comfort. The superelevation value is already designed for actually achieved speed of the travel with passengers.

At stations, the above mentioned falling is usually a result of the fact that the train is not a point particle. First carriage leaves the last curve and its superelevation just before the station, at a corresponding speed. But the last carriage already leaves the same curve at a coasting speed. Therefore, we, as passengers, feel the superelevation as unnecessary. We recline towards the curve center. (The distance between a passenger on the front platform of the first carriage and the rear platform of the last carriage is of 90m. But the length of the transition curve, through which the track superelevation sinks when the train arrives to the station, is always shorter. When the train leaves the station, the effect at the rear platform of the last carriage has the opposite direction. If we are standing, we recline outside the curve because the superelevation is insufficient for a while. For standing persons, this issue can be only solved by holding in the vicinity of stations. But an intelligent observer can find another solution. He will notice that it is valid even for the 96m-long train that the rear end of the train passes curves too fast. Therefore, he stands on the front platform of the first carriage. However, this is not always practical with respect to the target of our travel, i.e. to the place where we leave the platform. After all, we are in a hurry so much. This was the reason why we decided on using the metro despite the fact that we, as bipeds, shudder with the thought of entering the underground space. Obviously, the best solution is to provide seating spaces for all passengers travelling in the underground.

stanice ubývá převýšení koleje, je vždy kratší.) Při výjezdu ze stanice je působení na zadní plošině posledního vozu v opačném směru. Stojíme-li, nakláníme se vně z oblouku, protože převýšení je na chviličku nedostatečné. Tento problém u stanic je pro stojící řešitelný pouze držením se. Bystrý pozorovatel však nalezne ještě jiné řešení. Postřehne, že i u 96 m dlouhého vlaku platí fráze "ten zadek s náma ty zatáčky vymetá". Postaví se tedy na přední plošinu prvního vozu. Ale to není vždy praktické vzhledem k cíli naší cesty, totiž k místu výstupu z nástupiště. Vždyť tak spěcháme. Proto jsme také zvolili metro, i když se, coby dvounožci, otřeseme pomyšlením, že jdeme do podzemí. Jistě, nejlepším řešením je poskytnout všem cestujícím v podzemí místa k sezení.

"A dá se to zařídit, aby všichni seděli?" Ve špičce asi těžko, neboť interval pro následnou jízdu dalšího vlaku nelze natolik výrazně zkracovat. V 80. a 90. letech minulého století patřilo pražské metro k nejzatíženějším na světě. Posuzováno z hlediska obsazenosti vozů, druhé po Tokiu, před třetím v Moskvě. Od třívozové soupravy, se kterou byl zahájen provoz v r.1974, se přešlo v r.1975 na čtyřvozovou a v r.1979 na pětivozovou soupravu. Za prvních deset let provozu bylo přepraveno ve 320 vozech 2,5 miliardy cestujících.[7] Pro kolejovou dráhu to představuje zatížení I. řádu.

"A tati, co vlastně dělá ten hluk a dunění, kola, nebo koleje?" Koleje vypadají pasivně a nevinně. Na vině začnou být, když se dají dohromady s vlakem. Je pravda, že kdyby před jeho koly uhnuly, tak by to tolik neskřípalo, hlavně v těch obloucích. Ale zase by řinčela rozbitá okna a kdyby jen okna. Nesmějte se, koleje prostě kolům ustoupit nesmějí. "To ale odporuje zásadě moudřejší ustoupí." Správně, maličko ustoupit musí, kvůli pružnosti. Ale celé se to do pořádku nedá. Rozhodně se rozkřikne do okolí, že vlak jede. A takové technické ostudě je třeba spojenými silami zamezit. "A proč je to ostuda? Já bych byl rád, kdyby v naší ulici bylo metro." Zrodila se čtyřiadvacetihodinová společnost. Dělá se na směny. A tak někdo, kdo se vloni, když chodil na denní směnu, radoval, že má metro pod okny, je letos nešťastný, protože se po noční nemůže dobře, v tichu vyspat.

Nejlépe je zamezit šíření hluku hned u zdroje. U podkladnicového upevnění, totiž v tomto uzlu, je to drahá technická hračka (např. tzv. Kolínská vejce, Megiflex, Centricon apod.). Jednodušší způsob jsou např. zmíněné antivibrační rohože ve tvaru vany pod štěrkovým ložem. Brání šíření zemního hluku, resp.vibrací. Byly použity na estakádě před stanicí Černý most.

Do sbírky realizovaných projektů nám chybí taková vana s antivibračními rohožemi pod betonovou deskou (nejúčinnější systém, známý jako FMS - systém odpružení velkých hmot). Ve stanici Rajská zahrada a Černý most pro rohože již nezbyly finanční prostředky. Ale jejich použití se sleduje pro trasu IV.C.

Ve stanicích je možné přispět k odstranění vzdušného hluku od rozkmitané stojiny kolejnice obložením stojiny kolejnice přílohami z recyklované pryže. Možné je též řešení bezpodkladnicovým, kontinuálním podepřením kolejnic pružnými pásy z recyklované pryže v uspořádání, ve kterém je kolejnice celá zapuštěna v drážce betonového pasu a fixována pružnou zálivkou. Tento způsob máme realizován ve dvou variantách provedení zatím zkusmo v hale depa Kačerov, kde je žádoucí tzv. přejezdová úprava koleje. Viz obr. 5.

Užití těchto novinek ve stanicích je snad věcí budoucnosti. Cílové řešení "bezúdržbové technologie" kolejové dráhy a pohonu lze spatřovat v bezpodkladnicovém upevnění kolejnic, pokud kvalitativní skok neudělá pro změnu vozový park třeba s lineárním motorem (s využitím magnetické levitace), nebo pohybem na vzduchovém polštáři (s využitím aerodynamické levitace).

Pražské metro je v provozu od r. 1974. Některé úseky se proto již rekonstruují. Na vlečce ze železniční stanice Krč do depa Kačerov, resp. zkušební koleji, které spolu tvoří splítku, bylo při rekonstrukci užito pražců železobetonových namísto dřevěných. Jsou vybaveny polyetylénovými, odvodnitelnými vložkami pro vrtule k uchycení jízdních, resp. přívodní kolejnice pomocí podkladnic, resp. podkladní desky.

Projekčně je prokázána reálnost výměny výhybky na pražcích ve štěrkovém loži za bezpražcové upevnění na betonové desce v tunelu, za provozu. Je to ovšem možné jen při pomalých jízdách, které jsou pro město únosné pouze o letních prázdninách.

Ve staničních tunelech energie nahromaděná intenzívním provozem v zabetonovaných krátčatech vedla někdy k jejich uvolnění. Spáry kolem pražců byly proto v minulých letech zaplněny tmelem a pražec zafixován k betonu svislou ocelovou kotvou.

Co dále?

Ve snaze udělat něco s ucpanou městskou dopravou je žádoucí jít kolejovou dráhou vstříc dalším čekajícím. Snad i těm, kteří se rychlostí 900 km.h^{-1} přemístili od protinožců do Ruzyně a tak už by rádi byli i v Praze.

Literatura:
1. Probuďte se! z 22.3.1997 str.20 "150 let podzemní dráhy"
2. Pravidla technického provozu metra z r.1973 a 1991- §11/1; Vyhl. 177/95Sb.- §31/1.
3. Prof.Bařa: "Měření napětí na kotevních šroubech bezpražcového upevnění....2.etapa", Zpráva ČVUT FS 1989
4. Bagdasarov, Gončarov: "Zvýšení životnosti vrtulí v trafových obloucích metra", 1985
5. Ing.Pilmann "Měření silových účinků vozidla na KSM", Zpráva VÚŽ 1987
6. Protokol č.7/89 DP-hl.m.Prahy kombinát s.p.
7. Křivánek, Šmíd, Vítek: Všechna metra světa, NADAS 1986.

"And can it be arranged for all passengers to be able to be sitting?" Probably it is hardly possible at rush hours since the operating headway can not be cut so much. In the eighties and nineties of the past century, the Prague Metro was one of the most loaded in the world. Assessed according to the occupation per vehicle, it was on the second place behind Tokyo, ahead of the third one in Moscow. The operation of three-car trains, which started in 1974, was changed to four-car units in 1975, and to five-car trains in 1979. In the course of the initial ten years of the operation, 2.5 billion of passengers were transported using 320 carriages. This represents a 1st rate of loading for the railroad.

"And daddy, what exactly causes that noise and rumbling? Is it wheels or rails?" Rails look passively and innocently. They start to be blamable in combination with the train. It is true that they would not squeal so much if they got out of the way of the wheels, preferably at the curves. Although, broken windows would clink then,and not only the windows. Don't laugh, simply, the rails must not give way to wheels. "But this is inconsistent with the rule that who is wiser gives way." Right, they must give way a little bit because of flexibility. But this will not fix the things. Definitely, the news that the train is moving gets about. Such a technical shame must be prevented jointly. "But why is it the shame? I would be happy if we had the metro in our street." A society busy for twenty-four hours has been born. Three shifts are worked. Thus somebody, who was happy last year for having the metro just next to his house when he worked day shifts, is unhappy this year because he can not sleep well in silence after a night shift.

The best thing is to prevent the noise emission just at its source. It is quite an expensive piece of technical work for the tie-plate using assembly (e.g. so-called Kologne egg, Megiflex, Centricon etc.). A simpler solution consists in the use of the above referred to anti-vibration mats moulded to the shape of the trough under the gravel ballast. This prevents the ground noise or vibrations from emitting. The mats were used on the bridge before the Cerny Most station.

To have the collection of implemented solutions complete, we are still missing such a thing as a trough with anti-vibration mats under the concrete slab (the most effective system, known as the FMS, i.e. the system of spring mounting of large masses). Funds for the mat application were not left for the Rajska Zahrada and Cerny Most stations. But its use is under consideration for the line IV.C.

For stations, it is possible to contribute to removal of the noise caused by vibration of a rail web by cladding the web with cover plates made of recycled rubber.

Also the solution using tie-plate-free, continuous support of rails by resilient sheets made of recycled rubber, with the whole rail embedded in a channel in the concrete strip and fixed by an elastic compound is possible. Two options of this system have already been applied, as a trial for the time being, at the Kacerov depot, where so-called grade crossing design is required (see Fig.5).

The use of those innovations at stations may be a matter of the future. The target solution of the "maintenance-free technology" of the railway and the drive can be seen in the tie-plate-free fastening of rails, unless the qualitative jump is made in the rolling stock development, e.g. trains equipped with a linear engine (using magnetic levitation), or moving on air cushion (using aerodynamic levitation).

The Prague Metro has been in service since 1974. Therefore, some sections are being refurbished. Reinforced concrete sleepers were used instead of timber sleepers on the refurbishment of the siding leading from the Kacerov railroad station to the Kacerov depot and on the test rail track, which jointly form a junction. The sleepers are equipped with polyethylene, drained inserts for coach-screws for fastening of the running or conductor rails by means of tie-plates or the base plate.

The feasibility of changing the switch on sleepers in gravel ballast for the sleeper-free fixation on a concrete slab without any interruption to traffic has been proved theoretically, by a design. Although, it can be done at a slow train speed only, which is tolerable on summer holidays only.

Sometimes, in station tunnels, the energy accumulated due to the intensive operation in headers (components of twin timber sleepers) embedded in concrete caused their loosening. For that reason, the joints around the sleepers were filled with a sealant, and the sleeper was fixed in the concrete by means of a vertical steel anchor.

What next?

Trying to solve the jammed city traffic, it is advisable to head for the other waiting participants of the traffic by constructing a new railway. Possibly even those, who moved from antipodes to the Ruzyne international airport at a speed of 900km.h^{-1}, and wish so much to be in Prague.

References:
1. Awake! from 22/03/1997 pg 20 "150 years of the underground railway"
2. The Rules of Technological Operation of the Metro of 1973 and 1991 - § 11/1; the Decree No. 177/95 Coll. - § 31/1.
3. Prof. Bařa: "Stress measurement on holding-down bolts at sleeper-free fixation ... stage 2", Report by ČVUT FS of 1989.
4. Bagdasarov, Gončarov: "Extension of the longevity of coach-screws at track curves of the metro", 1985.
5. Ing. Pilmann "Measurement of effects of a vehicle on the metro trackwork", Report by VÚŽ 1987.
6. Record No. 7/89 by DP-hl.m.Prahy kombinát s.p.
7. Křivánek, Šmíd, Vítek: The Undergrounds of the World, NADAS 1986

HISTORIE A MODERNÍ TRENDY V NÁVRHU PŘÍVODNÍ KOLEJNICE METRA

HISTORY AND MODERN TRENDS IN DESIGNING OF CONDUCTOR RAIL SYSTEM OF MRT

ING. JAROMÍR ZLÁMAL, POHL CZ, a. s.

1. ÚVOD

Termín "přívodní (proudová) kolejnice" je v tomto článku použit pro kolejnici s kladným potenciálem, která rozvádí trakční proud. Přívodní (proudová) kolejnice je vedena na izolátorech umístěných podél kolejového svršku, které jsou osazeny buď pro horní kontakt, nebo pro spodní kontakt sběrače, který je přitlačován na povrch napájecí kolejnice. Tento systém vede stejnosměrné napětí 660/750/825 V z trakčních měníren ke sběračům na vozidle. Obvykle bývá použit systém s třemi kolejnicemi, obr. 1., ale dříve byl také používán systém se čtyřmi kolejnicemi, obr. 2.

Systém přívodní kolejnice zahrnuje všechno nezbytné příslušenství pro spojování, izolaci a podepření kolejí. Přívodní kolejnice jsou vyrobeny z oceli o nízkém obsahu uhlíku nebo z kompozitu hliníku a nerezové oceli. Konzolová opěra je obvykle ocelová, ale někdy je vyrobena z polyesteru vyztuženého vlákny a udržuje polohu izolátoru, který podpírá přívodní kolejnici vůči trafovému svršku. Opěra přívodní kolejnice musí přenést všechna statická a dynamická zatížení a přívodní kolejnice musí být uchycena tak, že její délkové změny v důsledku změny teplot mohou být snadno vyrovnány. Návrh konzolové opěry musí být takový, aby její vodorovné a svislé seřízení mohlo být snadno provedeno na stavbě.

2. PŘÍVODNÍ KOLEJNICE - MATERIÁLY A TVARY

2.1. Ocelová přívodní kolejnice

Přívodní kolejnice vyráběné v Anglii jsou vyrobeny z oceli, která obsahuje 0,04 % uhlíku a chromu, 0,36 % manganu a stopy křemíku, obr. 3. Ocel přívodní kolejnice použitá v metru v ČR a Rusku je vyrobena z martinské oceli obsahující 0,05 % uhlíku, obr. 4. Takto navržené složení oceli zaručuje vysokou elektrickou vodivost, ale obsah pouze desetiny objemu uhlíku ve srovnání z normální ocelí ji činí extrémně měkkou a má malou pevnost. Nehledě na tyto metalurgické odlišnosti, přímost a přesnost dimenzí přívodní kolejnice je dodržena se stejnou výrobní přesností jako u kolejnic pro kolejový svršek. Zatímco ocel s tak nízkým obsahem uhlíku není tak křehká a náchylná ke vrubům jako ocel pro kolejnice svršku, její měkkost a nízká pevnost znamená, že se s ní musí zacházet opatrně. Přívodní kolejnice jsou válcovány o hmotnosti 51,7 - 74,4 kg/m a elektrický odpor při 15 °C je 14 miliohmů/km.

Kontaktní síla sběrače na přívodní kolejnici je 250 N a je předpokládána konstantní a rovnoměrně rozložená na kontaktní plochu. Přívodní kolejnice mohou být spojeny speciálními spojkami připevněnými z boku ke kolejnicím, které dosedají ke kolejnicím mnohem těsněji, než spojky kolejového svršku. Tam, kde jsou použity spojky, je nutné upevnit páskové nebo splétané měděné spojky, které zajistí dobrou elektrickou vodivost spoje. Lisované nebo nýtované napájecí svorky jsou hydraulicky nalisovány do otvorů vyvrtaných ve spodní přírubě kolejnice (Anglie). Alternativně je možné použít navařované napájecí svorky. Pro horní kontakt sběrače jsou svorky u přívodních kolejnic umístěny pod kolejnicí, svorky jsou přivařeny ze spodu k dolní patě kolejnice. Používání spojek přívodní kolejnice se ale snažíme vyhnout, kolejnice jsou svařovány tak dlouhé, jak jen to je možné.

2.2. Přívodní kolejnice z kompozitu hliníku a nerezové oceli

Ocelová přívodní kolejnice byla donedávna považována za nejefektivnější a nejekonomičtější materiál pro velká trakční napětí železnic, bez ohledu na její relativně vysoký elektrický odpor (14 miliohmů/km při plném opotřebení) ve srovnání s ostatními částmi trakčního napájecího systému. U přívodní kolejnice z kompozitu hliníku a nerezové oceli je kombinován nízký odpor hliníku a odolnost proti otěru nerezové oceli, obr. 5.

Tato přívodní kolejnice je lehčí a má menší příčný řez než konvenční ocelová kolejnice, ale přesto je po dobu její životnosti dostatečně odolná proti mechanickému a elektrickému poškození. Mechanické, elektrické a urychlené korozní testy a provozní zkoušky zaručují provozní životnost nad 45 roků. Provozovatelé metra obvykle uvažují o dvou typech přívodní kolejnice z kompozitu hliníku a nerezové oceli:

- Standardní vodivost (odpor 14 miliohmů/km) - kolejnice se stejným odporem jako má ocelová kolejnice, montuje se tam, kde je zaměňován současný systém.
- Vysoká vodivost (odpor 6,7 miliohmů/km) - kolejnice s nízkým odporem umožňující navrhnout lepší elektrický systém a redukci měníren zajišťujících dodávku proudu.

Za dobu životnosti musí přívodní kolejnice vydržet 5x10⁷ přejezdů sběrače. Kontaktní síla sběrače na přívodní kolejnici je 120 - 50 N a je rovnoměrně rozložena na kontaktní plochu. Kolejnice jsou dodávány v délce 15 až 18 metrů a na staveništi jsou spojovány hliníkovými spojkami připevněnými čtyřmi nalisovanými nýty s rybinovitými zářezy. Rozměr spojek zajišťuje jak mechanické, tak elektrické propojení. Přívodní kolejnice s vysokou vodivostí má obvykle hmotnost 15,7 - 16,5 kg/m, její malá hmotnost ve srovnání s ocelovou přívodní kolejnicí umožňuje snadnější manipulaci a instalaci a na stavbu je možné kolejnice dopravovat pomocí lehkých kolejových vozíků. Výhoda při výměně přívodní kolejnice z kompozitu hliníku a nerezové oceli v rámci údržbových prací je v tom, že dlouhá doba mezi výměnami kolejnice snižuje náklady na údržbu.

3. OPĚRA PŘÍVODNÍ KOLEJNICE

3.1. Technický popis

Pro podepření přívodní kolejnice jsou používány tři různé konstrukční systémy, systém s horním kontaktem sběrače, obr. 6., s bočním kontaktem sběrače, obr. 7., a systém se spodním kontaktem sběrače, obr. 8.

1. INTRODUCTION

The term "conductor rail" should in this paper be understood to refer to the positive conductor rail which supplies the traction current. The conductor rail system consist of the track side insulator mounted either Top Contact or Underside (bottom) Contact type in which current-collector shoes press onto conductor rail surface. This system conduct electrical energy at a potential of 660/750/825 volt direct current (DC) from the traction substation to the transit-vehicle-mounted current-collector shoes. There is usually used the Third Rail System Fig. 1, but earlier the Fourth Rail System was also used Fig. 2.

The conductor rail system shall include all necessary accessories for joining, insulating, and supporting the rails. The conductor rails are made of low carbon steel or Aluminium-Stainless steel composite (ASC). The Conductor rail support (bracket) is usually metallic but sometimes is made of PE material and shall provide the fixing between the insulator supporting the conductor rail and the track support system. The support assembly of conductor rail shall carry all static and dynamic loads and conductor rail shall be supported so that changes in its length due to temperature effects can be readily accommodated. The design of the support assembly shall be such that lateral and vertical adjustments can be easily carried out on site.

2. CONDUCTOR RAIL-MATERIALS AND SECTIONS

2.1. Steel Conductor Rails

In the UK the conductor rails are made of steel containing 0,04 % carbon and chromium respectively, 0,36% manganese and a trace of silicon Fig. 3. The steel conductor rail used in MRT systems of the CR and Russia is made of Martin steel containing 0,05 % of carbon Fig. 4. Such steel is designed to be of high electrical conductivity, but containing as it does only a tenth of the carbon of normal rail steel, it is also extremely soft, and of low strength. Apart from this metallurgical difference, conductor rails are made to the standards of straightness and dimensional accuracy as the running rails. Whilst such low carbon steel is not so brittle and notch sensitive as rail steel, its softness and low strength imply that it also needs to be handled with care. Conductor rails are rolled to weights of 51,7 - 74,4 kg/m and the electrical resistance at 15° C is 14 milliohms/km.

The contact force of the current-collector shoe is 250 N, which is supposed to be constant and spread over flat contact surface. The conductor rails can be joined by fishplates of special design to fit in space between the fishing surfaces, which are much closer together than those on running rails. Where fishplates joints are used it is necessary to fit laminated or stranded copper bonds to ensure good electrical continuity across the joint. In the pressed or riveted type of bond connection the terminals are pressed hydraulically into holes drilled through the bottom flange of the rail (UK). Alternatively welded bonds can be used. In top contact conductor rail these are placed under the rail, the terminal being welded to the underside of the rail foot. However, the use of conductor rail fishplates is to be avoided, the rails being welded into as long lengths as possible.

2.2. Aluminium-Stainless Steel Composite Conductor Rails

Until recently steel conductor rail has been the most economical and effective material for heavy traction current railways despite its relatively high electrical resistance (14 milliohms/km when fully worn) compared to the other components of the traction current supply system. The lower resistance of aluminium and the wear resistance of stainless steel have been combined in the Aluminium Stainless Steel composite conductor rail Fig. 5.

This is lighter and smaller in cross-section than conventional steel conductor rail, yet it is robust enough to resist mechanical and electrical damage during its service life. Mechanical, electrical, and accelerated corrosion tests, and service trials, indicate a service life in excess of 45 years. Two sizes of ASC conductor rail are usually under consideration by MRT office:

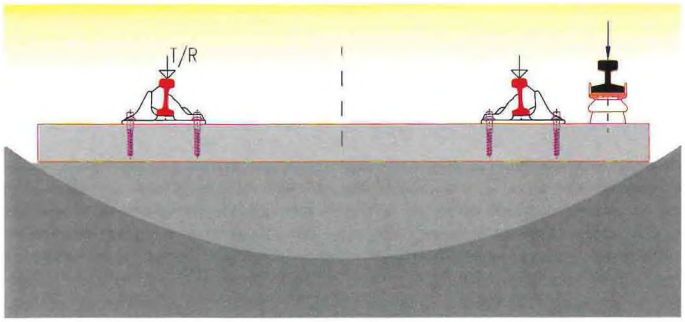
- Standard conductivity (resistance 14 milliohms/km) - a rail with a resistance similar to steel conductor rail for installation as a replacement on existing systems.
- High conductivity (resistance 6,7 milliohms/km) - a rail with lower resistance, which enables an improved electrification system design, and a reduction in the substations required for the power supply.

The conductor rail shall be capable of withstanding 5x10⁷ passes of the current-collector shoe during its service life. The contact force of the current-collector shoe is 120-150 N spread over a flat contact surface. The rails are supplied in 15-18 meters length and connected on site by aluminium fishplates secured by four pre-tensioned huck-bolts. The fishplates are sized to provide both the mechanical connection and electrical connection. The high conductivity sections usually weigh 15,7-16,5 kg/m, a light weight compared to steel, making handling and installation easier, and enabling the length of rail to be transported to site by light weight self propelled rail vehicles. The ease with which ASC conductor rail may be removed and reinstated in association with track maintenance work is seen as making a long-term contribution to reducing maintenance costs.

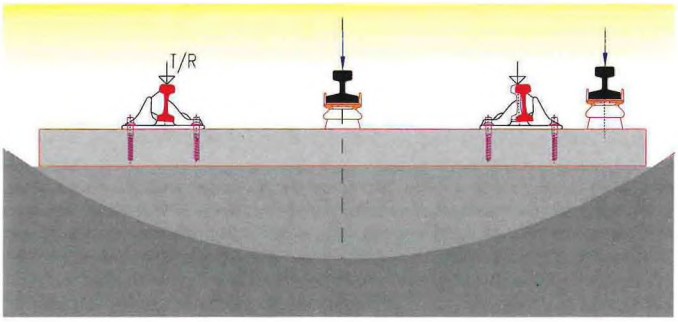
3. CONDUCTOR RAIL SUPPORT ASSEMBLY

3.1. Characteristics

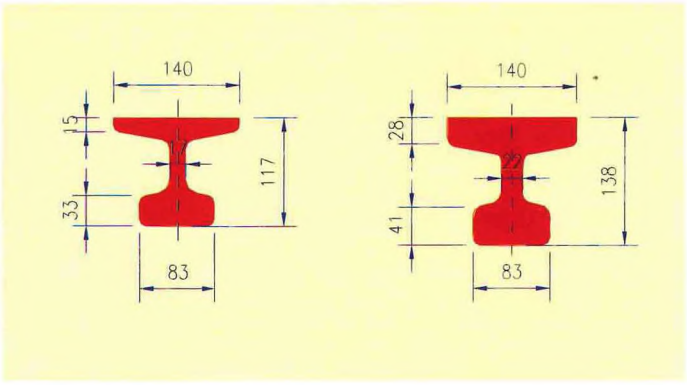
There are used three construction systems to support conductor rails, the top contact conductor rails Fig. 6, side contact conductor rail Fig. 7 and underside contact conductor rails Fig. 8. The conductor rail supports were made of cast iron, Rectangular hollow sections (RHS), and



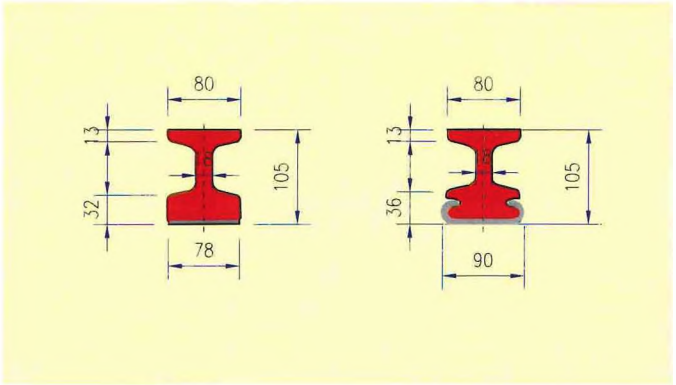
Obr. 1 Systém se třemi kolejnicemi
Fig. 1 Third Rail System



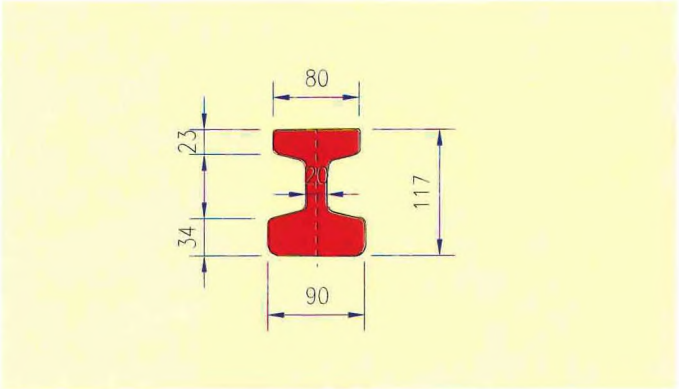
Obr. 1 Systém se čtyřmi kolejnicemi
Fig. 1 Fourth Rail System



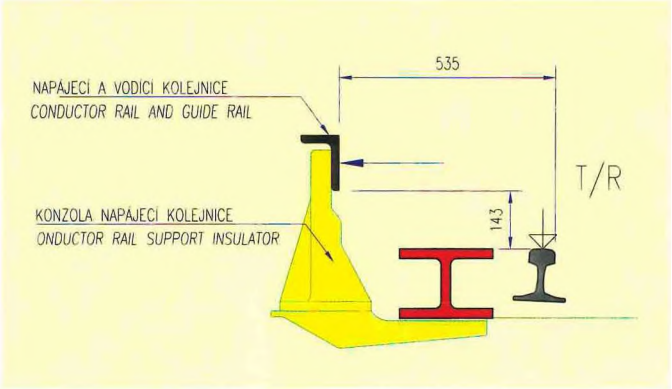
Obr. 3 Přívodní kolejnice Anglie
Fig. 3 The steel conductor rail of the UK



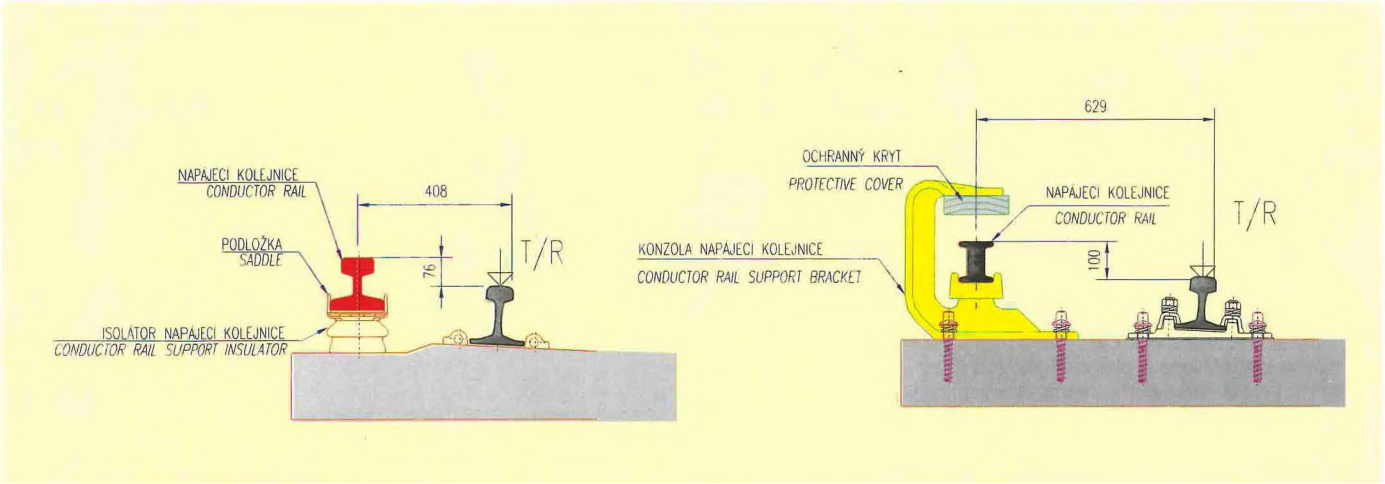
Obr. 5 Přívodní kolejnice z kompozitu hliníku a nerezové oceli
Fig. 5 The Aluminium - Stainless Steel Composite conductor rails



Obr. 4 Přívodní kolejnice ČR a Ruska
Fig. 4 The steel conductor rail of the CR and Russia



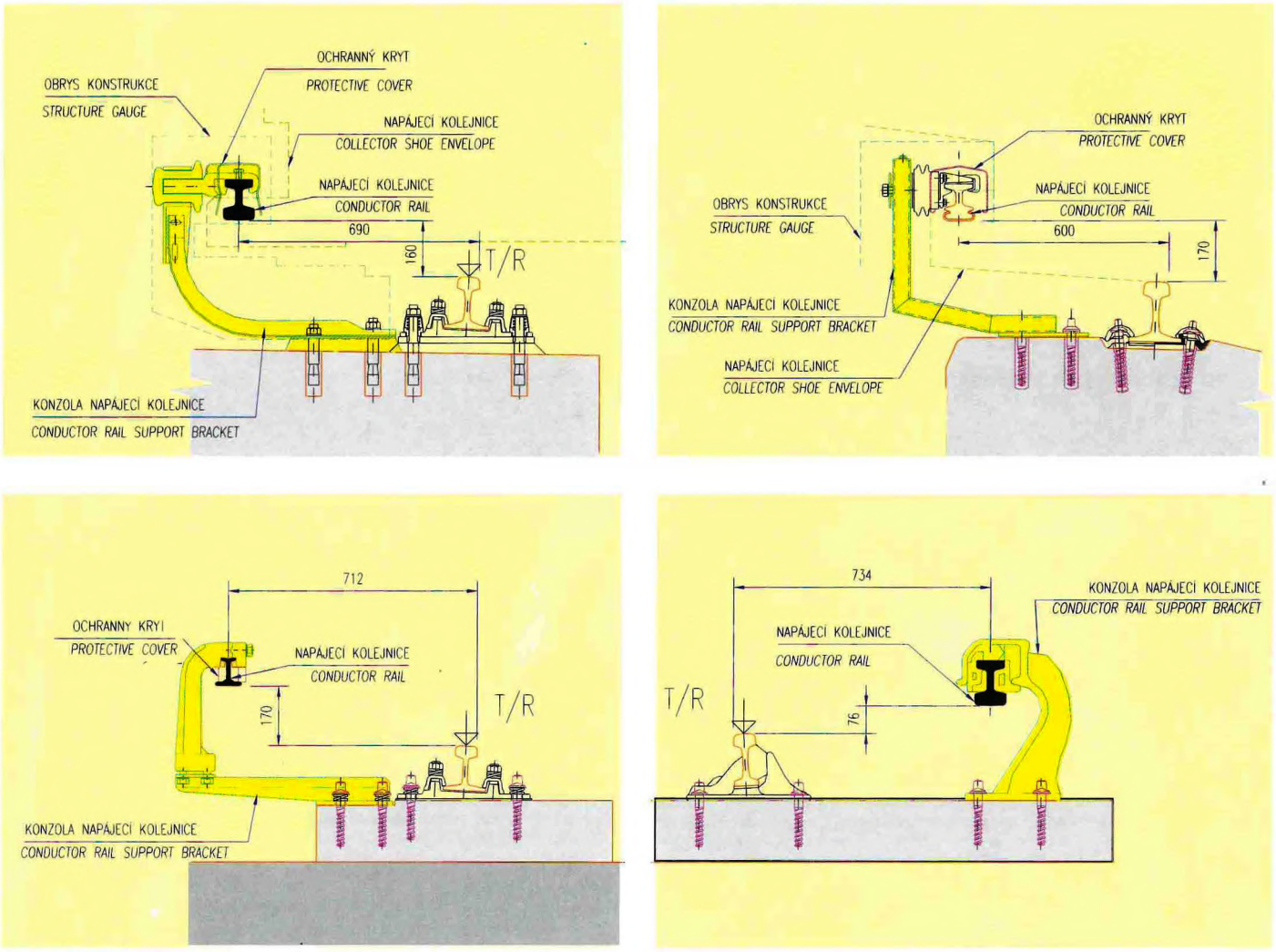
Obr. 7 Přívodní kolejnice bočním kontaktem
Fig. 7 The side contact conductor rail



Obr. 6 Přívodní kolejnice horním kontaktem
Fig. 6 The top contact conductor rails

Opěry přívodní kolejnice jsou vyráběny z litiny, ocelových válcovaných profilů a firma REHAU vyvinula konzolu, která je vyrobena z PE materiálu. Ocelové součástky jsou obvykle za tepla galvanizovány. Opěra přívodní kolejnice musí snést všechna statická a dynamická zatížení, která se mohou na konstrukci vyskytnout. Opěra přívodní kolejnice je navržena tak, aby pře-

company REHAU developed a system, which uses PE material. The steel components are usually hot-dip galvanised. The conductor rail support will carry all static and dynamic loads, which may occur in the system. The conductor rail support insulator assembly is designed to support the loads imposed at an insulator spacing, depending on the track curvature, location



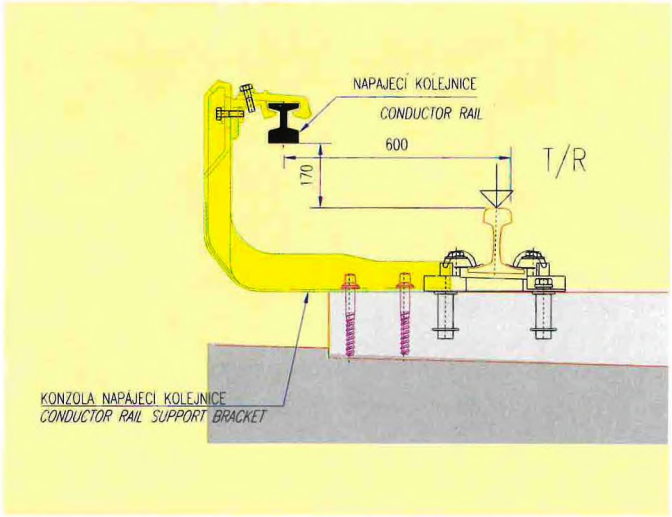
Obr. 8 Přívodní kolejnice se spodním kontaktem - ocelová konzola
Fig. 8 The underside contact condactor rail - steel bracket

nesla zatížení odpovídající vzdálenostem konzol, křivosti oblouků, poloze a typu upevnění a snesla normální statická zatížení (hmotnost) a statické síly působící rovnoběžně s kolejnicí (síly od tření) a síly od zakřivení. Opěra musí být způsobilá akomodovat posuny přívodní kolejnice v důsledku tepelné roztažnosti a přenášet dynamické síly způsobené vibrací trafového svršku, přenášet zatížení od pohybujícího se sběrače a odolávat silám od elektrických zkratů. Opěra musí být nastavitelná tak, aby kompenzovala svislé a vodorovné montážní tolerance trafového svršku a zajistila izolaci takové velikosti, která odolá bezpečně všem přepětím, která se vyskytnou ve stejnosměrné síti o napětí 750 - 825 V, které vzniknou jako důsledek zapínaní zkratovačů.

3.2. Opěra pro horní kontakt

Přívodní kolejnice může být umístěna na obou stranách trafového svršku. Na nejmodernějších dvoukolejných tratích jsou opěry umístěny mezi koleje, kde jsou vzdáleny od pochozí stezky procházející okolo odvodňovacího žlábku. Ve stanicích se přívodní kolejnice, pokud je to možné, umísťuje na vzdálenější straně od hrany nástupiště a ve výhybkách (obr. 10.) a v křížení trati je přívodní kolejnice umístěna tak, aby se minimalizovala ztráta kontaktu mezi kolejnicí a sběračem.

Opěra přívodní kolejnice je obvykle navržena na přenos zatížení odpovídající vzdálenostem konzol na každém osmém, šestém nebo čtvrtém pražci (metro v Anglii) a vzdálenostem konzol 6 metrů (přívodní kolejnice ASC). Součástí opěry přívodní kolejnice s horním kontaktem je porcelánový izolátor, který je upevněn do litinového držáku. Účel držáku (někdy je nazýván úchyt) je přesně příčně umístit přívodní kolejnici ve vztahu ke kolejnicím svršku, bez omezení podélného posuvu. Izolátory leží na horní straně pražce a jsou upevněny dvojicí zapuštěných litinových úchytů, které jsou připevněny k pražci. Tam, kde jsou použity dřevěné pražce, jsou litinové úchyty připevněny ocelovými šrouby (vrtulemi), ale při použití betonových pražců je použito buď připevnění



Obr. 8 Přívodní kolejnice se spodním kontaktem - PE konzola REHAU
Fig. 8 The PE REHAU underside contact condactor rail - PE bracket

and type of fixing, and carry the normal static forces (weight) and the static forces parallel to the rail (friction forces) and the curve forces. The supports shall be capable of accommodating movemenis of the conductor rails due to thermal expansion and carry the dynamic forces caused by vibrations of the track and by the moving current collector shoe, and due to short-circuit forces. The support shall be adjustable so as to compensate the trackwork installation tolerance horizontally and vertically and provide insulation dimensioned to cope safely with all overvoltages occurring in the 750-825 V DC network, which could occur for example as a result of switching of short circuits.

3.2. Support for top contact

The conductor rail may be placed on either side of the track. In most modern twin track installations however it is usually placed between the two tracks, where it is out of the way of personnel walking along the cess. In stations it will be positioned if possible away from the platform edge, and through switch (Fig. 10) and crossing work it will be so arranged as to minimise loss of contact between shoe and rail.

The conductor rail support insulator assembly is usually designed to support the loads imposed at an insulator spacing at every eighth, sixth or fourth sleeper (MRT systems in UK) and 6 meters (ASC conductor rail). The insulator assembly of the top contact rail consists of a porcelain pot, the top of which is cemented into a cast malleable iron cap. The purpose of the cap (sometimes termed the ears) is to locate the conductor rail transversally relative to the running rails, without restraining it longitudinally. The insulators lie on top of the sleeper, and are restrained by a pair of cast malleable iron wraparound base clips, which are fixed to the sleeper. Where timber sleepers are used, the clips are fixed by coachscrew, but when concrete sleepers are used, fixing is either by coachscrew into plastic insert, or by expanding bolts, the sockets for which are inserted into holes preformed in the sleeper during manufacture.

Wherever possible, steel conductor rails are

šrouby do plastových hmoždinek, nebo připevnění pomocí rozšířených šroubů, které jsou zapuštěny do otvorů vytvořených při výrobě.
Všude, kde to je možné, je přívodní kolejnice montována v dlouhých svařovaných pasech, v přímé trati je délka pasů až 550 m, v obloucích s poloměrem menším než 600 m je délka pasů úměrně zkracována. Podobné uspořádání je použito pro přívodní kolejnici z ASC, maximální délka úseku při použití vysoce vodivé kolejnice je 310 m.

3.3. Opěra pro spodní kontakt

Opěra pro spodní kontakt je použitelná jak pro ocelovou přívodní kolejnici, tak pro přívodní kolejnici z kompozitu hliníku a nerezové oceli. Kolejnice má volnost pohybu v podélném směru. Opěra pro spodní kontakt je sestavena z konzoly, upevňovadel přívodní kolejnice, izolátoru, šroubů, podložek a matek. Opěra je obvykle vyrobena z oceli, litiny nebo PE materiálu, obr. 11. Opěra je navržena tak, aby přenesla zatížení odpovídající vzdálenostem konzol 4,5 - 5,4 m (metro v ČR a Rusku) a 6 m (přívodní kolejnice z ASC). Izolátory jsou vyrobeny buď z polyesterové pryskyřice vyztužené skleněnými vlákny, nebo z lisované pryskyřice nebo z porcelánu. Protože přívodní kolejnice z ASC je velmi lehká, musí být ukotvena jak svisle, tak vodorovně, aby se zamezilo jejímu posunu.
Konzola opěry přívodní kolejnice musí být tvarována tak, aby nezasahovala do průjezdného průřezu a byla dostatečně vzdálena od povrchu štěrkového lože.

4. PŘÍSLUŠENSTVÍ K PŘÍVODNÍ KOLEJNICI

4.1. Spojkový styk

Spojkové styky přívodní kolejnice musí spojovat jednotlivé díly přívodní kolejnice k sobě jak mechanicky, tak proudově. Přívodní kolejnice jsou obvykle k sobě spojovány nalisovanými nýty s rybinovitými zářezy a spojkami. Nýty s rybinovitými zářezy jsou z uhlíkové oceli, která je buď kadmiovaná, nebo pozinkovaná, aby se omezila koroze, a obvykle pro každý spoj musí být použity nejméně čtyři nýty. Spojky jsou vyrobeny ze stejného materiálu jako přívodní kolejnice a jsou navrženy tak, aby těsně dosedly ke stojině přívodní kolejnice.

4.2. Dilatační styk

Změny okolní teploty a zahřívání v důsledku vedení proudu zapříčiňují změny délky přívodní kolejnice. Dilatační styky jsou proto potřebné, aby překlenuly proměnnou mezeru mezi dvěma úseky přívodní kolejnice jak mechanicky, tak vodivě. Dilatační styk přívodní kolejnice je sestaven ze dvou kusů přívodní kolejnice, dvou vodicích spojek a jednoho vodivého a posuvného konektoru na horní části kolejnice. Vodicí spojky jsou stejné jako u spojkového styku. Mezi spojkami a přívodní kolejnicí je umístěn pásek z nerezové oceli nebo z hliníku, který má zlepšit klouzání. Aby se docílilo hladkého klouzání sběrače, příčné řezy přívodní kolejnice jsou prováděny v úhlu přibližně 15°.
Maximální mezera mezi dvěma konci přívodní kolejnice je okolo 200 mm. Vodivé propojení je zajištěno pomocí vodivého posuvného konektoru. Tento proudový konektor kompenzuje podélnou dilataci přívodní kolejnice a přenáší stejný proud jako originální přívodní kolejnice. Kontaktní plocha přívodní kolejnice nesmí být touto konstrukcí ani zkroucena, ani deformována. Vodivý posuvný konektor tvoří měděný pás a dva měděné kontakty, které jsou pro lepší přenos proudu na kluzné ploše obvykle postříbřeny, nebo poddajný zahnutý měděný bočník, jehož plocha příčného řezu je obvykle 900 - 1 000 mm^2. Dilatační styk i vodivý posuvný konektor jsou chráněny podobným krytem, jakým je chráněna přívodní kolejnice.

4.3. Izolovaný styk

Izolovaný styk přívodní kolejnice nebývá kratší než 4,0 m, musí být navržen tuhý a obvykle má dvě 100 mm mezery, měřeno rovnoběžně s podélnou osou kolejnice. Elektrický odpor smontované sestavy měřený v mezerách musí být menší než 10^6 Ω. Konce přívodní kolejnice jsou ukončeny svislým řezem, který je veden v úhlu 30° k podélné ose kolejnice. Izolační spojky jsou k přívodní kolejnici připojeny minimálně 8 nýty s rybinovitými zářezy.

4.4. Středová kotva

Toto zařízení musí zabránit posunu přívodní kolejnice v izolátoru a opěře umístěné uprostřed délky jednoho úseku přívodní kolejnice (přibližně 75 m). Přívodní kolejnice je upevněna pomocí kotvících prvků tak, aby na obě strany od kotvy byla umožněna tepelná dilatace. Součástí tohoto zařízení jsou obvykle dvě čelisti přišroubované k napájecí kolejnici a znemožňují pohyb v obou směrech od opěry, které jsou navrženy dostatečně pevné, aby odolaly maximálnímu zatížení od přívodní kolejnice. V případě poruchy dilatačního styku nebo jiných potíží vznikne v přívodní kolejnici síla, která je přenesena kotvou do konzoly opěry, jež se zdeformuje, a tím vizuálně informuje pracovníky údržby.

4.5. Svorky přívodní kolejnice

Svorky (obr. 14.) jsou nutné k připojení kabelů zejména pro napojení napájecích rozvoden a tam, kde je přívodní kolejnice přerušena a je vodivě propojena kabely v místech, jako jsou výhybky, kolejová křížení, přechody pro pěší a přejezdy pro vozidla, napájecí oddíly atd.
Svorky jsou k přívodní kolejnici připojeny nýty s rybinovitými zářezy. Návrh a provedení kabelového připojení musí být takový, aby minimalizoval excentrická zatížení na přívodní kolejnici. Aby se zabránilo korozi mezi přívodní kolejnicí z kompozitu hliníku a nerezové oceli a měděnými kabely, musí být svorky opatřeny přenosovou bimetalovou vrstvou nebo podobným ochranným opatřením.

4.6. Ochranný kryt přívodních kolejnic

Aby se z bezpečnostních důvodů zabránilo přímému dotyku přívodní kolejnice, musí být přívodní kolejnice montovaná na povrchových úsecích zakryta krytem z nezměkčeného lisovaného polyvinylchloridu (PVC-U) "tvrzené PVC". V tunelech se obvykle používá sklolaminát. Materiál použitý pro ochranný kryt v povrchových úsecích musí mít nízkou hořlavost a minimální emise toxických plynů, kryty pro tunely nesmí mít žádné emise toxických plynů a musí být samozhášivé. Kryt je připevněn k napájecí kolejnici pomocí upínek z umělé hmoty s vysokou izolační schopností tak, že při nehodě nemůže dojít k jejich odstranění.

5 LITERATURA

[1] The Permanent Way Institution, British Railway Track, Echo Press, Leicester, England (1993)
[2] Pravidla technického provozu metra, FMD, Praha (1991)
[3] Rehau-Produkte für schienengebundene Verkehrssysteme, REHAU AG+Co, Erlangen
[4] Jao Kuang-Tao, The Gap Design Of The 3rd Rail For Special Trackwork, Rapid-Transit Technology No.7, Department Of Rapid Transit System-TMG, Taipei, R.O.C. (1994)
[5] Chang Hsu, An Analysis of the TRTS Conductor Rail System, Proceedings Of The 1993 Symposium On Taipei Rapid Transit System, Department Of Rapid Transit System -TMG, Taipei, R.O.C. (1993)

laid in long continuously welded lengths up to maximum of 550 metres on straight track, the length being reduced proportionately on curved track below 600 metres radius. Similar arrangements apply to ASC conductor rails, the maximum fishplated length for the high conductivity section being 310 metres.

3.3. Support for underside contact

The support for underside contact uses either steel conductor rail or Aluminium-Stainless steel composite rail. The rail is free to move longitudinally. The conductor rail support for underside contact consists of the mounting brackets, conductor rail fixings, insulator, bolts, washer and nuts. This support is usually made of steel, cast iron or PE material Fig. 11. The conductor rail support insulator assembly is designed to support the loads imposed at an insulator spacing of 4,5 - 5,4 meters (MRT systems in the CR and the USSR), and 6 meters (ASC conductor rail). The insulators are manufactured either from a fire resistant glass-reinforced polyester resin or dough moulded resin compound (DMC) or porcelain. However, because the ASC rail is so light it has to be restrained vertically as well as laterally to avoid displacement.
The conductor rail mounting bracket shall be shaped to provide clearance limits and to provide clear the top of the ballast.

4. THE COMPONENTS OF CONDUCTOR RAIL

4.1. Splice-Joint Assembly

Splice-joint assemblies shall connect individual lengths of conductor rail to each other both mechanically and electrically. The conductor rails are connected usually to each other by application of the huck-bolt technology and fishplates. The huck-bolts are of carbon steel, cadmium plated or zinc plated to reduce corrosion and usually not less than four bolts shall be used for each joint.
The splice plates are manufactured from similar material as the rail and are designed to clamp tightly into the web area of the rails.

4.2. Expansion-joint Assembly

Changes in the ambient temperature and heating due to the current cause length changes in the conductor rail unit. Therefore expansion joints are required to bridge over the varying gaps between two conductor rail units both mechanically an electrically. The conductor rail expansion joint consists in principle of 2 conductor rail pieces, 2 guiding fish-plates and 1 sliding current connector on top of the rail. The guiding fish-plates are the same as in Joint assembly. Between the fish-plates and the conductor rail a strip made of e.g. stainless steel or aluminium is positioned in order to improve sliding. In order to achieve smooth sliding of the collector shoe, the conductor rail will be cut diagonally at an angle of approximately 15°.
The maximum gap between the two conductor rails pieces is approximately 200 mm. The electrical connection is made by sliding current connector. This current connector compensates the conductor rail expansion and carries the same continuous current as the original conductor rail. The contact surface of the conductor rail will neither be twisted nor distorted by this construction. The current connector consists of a copper contact blade and two copper contact pieces which are usually silver plated in the moving area for best possible current conduction or the flexible copper bent shunt whose cross sectional area is usually 900-1000 mm2. The cover for the original conductor rail is also used for the expansion joint including current connector.

4.3. Insulated Joint Assembly

The insulated conductor rail joint assembly is not less than 4.0 m long, and shall be designed rigid and usually provide two 100 mm air gaps measured along the axis of the rail. The electrical resistance of the completed assembly measured across the air gap shall be not less than 10^6 Ω. The ends of conductor rails have vertical ends cut at a 30 degrees angle to the longitudinal axis. The insulating joint bars are fixed to the conductor rail by not less than 8 huck-bolts.

4.4. Midpoint Anchor

This device shall prevent the conductor rail from sliding through the insulator and support assembly in the middle of a conductor rail length (appr. 75 m). The conductor rail is fixed by means of anchoring devices in order to allow for thermal expansion in both directions. This device usually consists of two clamps bolted to the conductor rail, fixed to the both sides of the support and is designed to be strong enough to withstand the maximum fault loading from the conductor rail. In case of expansion joint fail or some other difficulty arise, the force of the rail shall be transmitted by the anchor to the support bracket, which shall deflect and provide a visual indication for the maintenance staff.

4.5. Conductor Rail Cable Terminals

The conductor rail cable terminals (Figure 14) are necessary to connect cables, particularly at substations feeding points and at all locations where the conductor rail is physically interrupted and electrically interconnected by cables, such as turnouts and crossings, cross-walks or cross roads, points of sectionalization, etc.
Fixing the cable terminal to the rail is done by huck-bolts. The cable connection design and fabrication shall be such as to minimise eccentric loading on the conductor rail. In case of ASC conductor rail in order to prevent electrochemical corrosion between the copper cables and the aluminium conductor rail, the cable terminal shall include a bimetal transition piece or similar preventive measures.

4.6. Protective Cover for Conductor Rails

To prevent direct contact with the conductor rail and for safety reasons, the conductor rail shall be covered by unplasticized polyvinyl chloride (PVC-U) moulding material "Hard PVC" for daylight. In tunnel sections GRP moulding material is usually used. The material used for protective cover shall have low flammability and minimum emission of toxic fumes in at-grade sections, and no emission of toxic fumes along underground sections, and shall be self-extinguishing. The cover is fastened to the conductor rail by means of synthetic clamps consisting of electrically high insulating compression moulded plastic in such a way that they cannot be removed by accident.

5. REFERENCES

[1] The Permanent Way Institution, British Railway Track, Echo Press, Leicester, England (1993)
[2] Pravidla technického provozu metra, FMD, Praha (1991)
[3] Rehau-Produkte für schienengebundene Verkehrssysteme, REHAU AG+Co, Erlangen
[4] Jao Kuang-Tao, The Gap Design Of The 3rd Rail For Special Trackwork, Rapid-Transit Technology No.7, Department Of Rapid Transit System-TMG, Taipei, R.O.C. (1994)
[5] Chang Hsu, An Analysis of the TRTS Conductor Rail System, Proceedings Of The 1993 Symposium On Taipei Rapid Transit System, Department Of Rapid Transit System -TMG, Taipei, R.O.C. (1993)

DVOUKOLEJNÝ ŽELEZNIČNÍ TUNEL NA TRATI KRALUPY NAD VLTAVOU – VRAŇANY PŘEDPOKLADY A SKUTEČNOST Z POHLEDU PROJEKTATNTA

DOUBLE-RAIL TUNNEL ON THE KRALUPY NAD VLTAVOU-VRAŇANY TRACK; ASSUMPTIONS AND REALITY AS VIEWED FROM THE DESIGNER'S PERSPECTIVE

ING. LIBOR MAŘÍK, ILF CONSULTING ENGINEERS, spol. s r.o.

1. ÚVOD

Projekt dvoukolejného železničního tunelu na trati Kralupy nad Vltavou - Vraňany byl podrobně popsán v časopise Tunel 4/2000. Předmětem článku je porovnání předpokladů realizačního projektu a skutečného chování horninového masivu při provádění hloubených i ražených úseků tunelu. Dále jsou popsána některá specifika zpracování realizační dokumentace tunelu raženého novou rakouskou tunelovací metodou (NRTM). Projekt zpracovala firma ILF Consulting Engineers, spol. s r. o., na objednávku dodavatele objektu tunelu, firmy Metrostav, a. s.

2. DĚČÍNSKÝ PORTÁL

Děčínský portál je umístěn ve svahované stavební jámě, jejíž hloubka dosahuje až 27 m. Vzhledem k reliéfu terénu a hloubce jámy bylo nutno výkop technologicky rozdělit na etáže výšky 6 m. Zahájení stavby začalo na podzim roku 2000 vybudováním přístupové komunikace umístěné v rokli. Dále následovalo vybudování pracovní přístupové komunikace k horním etážím stavební jámy. Při zpracování projektu se využilo geodetického zaměření skutečného stavu povrchu území, které sloužilo jako podklad pro vytvoření digitálního 3D modelu terénu. Model řešil jednotlivé fáze odtěžování stavební jámy včetně přístupových komunikací a ramp k dílčím etážím.

První etáž se podle předpokladů inženýrsko-geologického průzkumu prováděla v kvarterních sedimentech tvořených písky přecházejícími v dolních partiích do silně zvětralých slínovců charakteru zemin (viz obr. 1). Projekt předepisoval sklon svahu stavební jámy 1:1. Přístup k etáži zajišťovala pracovní přístupová komunikace situovaná v horní části svahu.

Druhá etáž se již prováděla v silně zvětralých a rozpukaných vrstvách slínovců (viz obr. 2). Svahy etáže navržené ve sklonu 3:1 zajišťovala vrstva stříkaného betonu se sítí KARI a kotvami typu SN prováděnými do cementové zálivky. Přístup k druhé etáži probíhal po upravené (prohloubené) pracovní komunikaci k první etáži.

Odtěžování třetí etáže již umožňovalo využít přístupovou komunikaci situovanou v rokli. Svahy etáže navržené ve sklonu 5:1 zajišťovala vrstva stříkaného betonu se sítí KARI a kotvami SN. Při rozpojování subhorizontálně uložených zvětralých slínovců docházelo k vypadávání větších bloků. Z hlediska stability nehrálo povrchové rozvolnění svahů významnou roli a po zastříkání vrstvou betonu bylo dosaženo požadovaného tvaru svahu jámy. Sledování deformací boků stavební jámy zajišťovala soustava geodetických bodů připevněných na hlavy kotev. Po vyhodnocení měření byly výsledky zasílány prostřednictvím e-mail jak projektantovi, tak dodavatelské firmě, která je předávala zástupcům investora. Deformace dosahovaly max. 12 mm a velmi rychle docházelo k jejich ustálení.

Čtvrtou etáž se sklony svahů 5:1 tvořily navětralé slínovce o mocnosti vrstev 0,75 m až 1,0 m. Rozpojování horniny bez použití trhacích prací působilo již značné obtíže a zpomalovalo denní postup prací. Z úrovně čtvrté etáže byla navržena rampa do kaloty, navrtán ochranný "deštník" z kotev IBO a postaven zárodek kaloty (viz obr. 3). Dále již nic nebránilo zahájení ražby tunelu. Přístup pro odtěžování etáže, a tím i k portálu umožňovala komunikace v rokli. Návrh povrchu komunikace i způsob odvodnění zohledňoval požadavek na dlouhodobé využití přístupové cesty po celou dobu výstavby tunelu. Pracovní úroveň dna čtvrté etáže tvořilo rozhraní jádro - počva (viz obr. 4). Hornina nad úrovní spodní klenby tunelu sloužila jako ochrana pracovní spáry před účinky těžké staveništní dopravy a její odtěžení probíhalo těsně před betonáží spodní klenby definitivního ostění.

Návrh stavební jámy byl proveden na základě informací získaných v rámci inženýrsko-geologického průzkumu (IGP). Předpoklady projektu vypracovaného na základě IGP se při realizaci potvrdily a projekt nebylo nutno během provádění upravovat. Použití digitálního modelu terénu umožnilo po ukončení prací a po zaměření skutečného stavu stavební jámy výpočet objemu provedených zemních prací.

3. RAŽBA TUNELU - PRIMÁRNÍ OSTĚNÍ

Ražba kaloty od děčínského portálu zahájila začátkem roku 2001 etapu provádění ražené části tunelu (viz obr. 5). Práce probíhaly zpočátku zcela podle realizačního projektu. Současně docházelo k vyhodnocování postupu

1. INTRODUCTION

The design of the double-rail tunnel on the railroad line from Kralupy nad Vltavou to Vraňany has been described in detail in the Tunel magazine No. 4/2000. This article is comparing assumptions taken into consideration in the development of the detailed design and the actual behavior of the rock mass in the course of the work on both cut-and-cover and mined tunnel sections. In addition, it describes some specifics of the development of the detailed design of the tunnel constructed by NATM. The design was developed by ILF Consulting Engineers, spol. s r. o., for Metrostav, a. s., the contractor for the tunnel construction.

2. THE DEČÍN PORTAL

The Děčín portal is located in a sloped open pit, whose depth reaches 27m. Because of the terrain morphology and the pit depth, it was necessary to divide the excavation operations technologically into 6 m-thick banquettes. The construction works were started in the autumn of 2000 by construction of an access road, located in a ravine. The construction of a working access road to the upper banquettes of the construction pit followed. The results of topographical measurements of the actual shape of the area surface were used for the designing work. They served as a basis for creation of a 3D terrain model. The model solved individual phases of the construction pit excavation, including access roads and ramps to the partial excavation levels, banquettes.

First banquette was excavated, as anticipated by the engineering-geological investigation, in the Quaternary sediments consisting of sands, transiting into heavily weathered, soil-like marlstone at the lower parts (see Fig. 1). The design prescribed a slope of the pit sides reposing at 1:1. The access to this level was along an access road located at the upper part of the slope.

Second banquette was already excavated in heavily weathered and fractured measures of marls (see Fig. 2). The sides of this banquette excavation at a slope of 3:1 were supported by a shotcrete layer with KARI welded mesh and SN anchors inserted in cementitious mortar. The access to the second banquette was via an adapted (deepened) working road used for the first banquette.

For the third banquette excavation, it was possible to use the access road situated in the ravine. The sides of this banquette excavation, designed at a slope of 5:1, were supported by a shotcrete layer with KARI welded mesh and SN anchors. Falling of rather big blocks of rock occurred during the excavation of sub-horizontally deposited weathered marlstones. In terms of stability, the surface loosening of the slopes played no significant role. The shape of the pit's slopes was achieved after the shotcrete application. Monitoring of deformations of the construction pit's slopes was ensured by a set of survey points attached to the anchor heads. When the measurement results had been evaluated, they were e-mailed both to the designing consultant and contractor, who handed them over to client's representatives. The deformations reached 12mm as a maximum, and they settled very quickly.

Fourth banquette, with slopes of 5:1, consisted of slightly weathered marlstone layers 0.75 m to 1.0 m thick. Fragmentation of the rock without blasting was already rather difficult. It slowed the daily progress of the operations down. From the fourth banquette level, there was a ramp designed leading to the top heading, a protective "umbrella" consisting of IBO anchors drilled, and an initial part of the top heading built. The access to the excavation of this banquette, as well as to the portal, was possible along the road in the ravine. The road surface design and the manner of its drainage took into consideration the requirement on a long-term utilization of the access road through the whole time of the tunnel construction works. The working level of the bottom of the fourth banquette was at the core-invert interface (see Fig. 4). The rock above the invert level served as a protection of the excavation bottom against the effects of heavy haulage. It was removed just before casting of the final lining invert.

The proposal on the construction pit was developed on the basis of the information obtained in the framework of the engineering and geological

ražby a vlivu jejích účinků na horninový masiv. Na základě těchto sledování byl realizační projekt upravován tak, aby ražba probíhala bezpečně a způsob zajištění výrubu odpovídal požadavkům na ekonomické provádění prací. Ražba prvních 40 m tunelu probíhala v technologické třídě výrubu VI. s délkou záběru 0,8 m. Hornina byla rozpojována bez použití trhacích prací tunelovým bagrem. Stabilitu čelby i líce výrubu zajišťovalo primární ostění prováděné podle v projektu navrženého technologického postupu. Vývoj deformací výrubu se pohyboval pod mezními hodnotami uvedenými v realizační dokumentaci.

Výsledky geofyzikálního průzkumu prováděného v rámci IGP signalizovaly v příportálovém úseku anomálii, která však při ražbě kaloty nebyla zastižena. Návrh geotechnických měření představuje nedílnou součást každé realizační dokumentace tunelu prováděného NRTM. Geotechnická měření prováděná během ražby měla za cíl soustavné ověřování projektem stanovených předpokladů o chování horninového masivu. Vyhodnocení časového průběhu deformací i jejich absolutních hodnot vedlo k úpravám původního návrhu projektu. V třídě výrubu VI. nebylo dále požadováno provádění rozšíření paty kaloty. Ani po této úpravě nedošlo k nárůstu deformací a ražba probíhala bez komplikací. Po krátkém úseku délky 20 m raženém v technologické třídě výrubu V. přešla ražba do úseku technologické třídy výrubu IV. v celkové délce 172 m. S přibývající vzdáleností od portálu docházelo k zvyšování pevnosti horniny a snižování četnosti rozpukání. Nasazená mechanizace (tunelový bagr) již nebyla schopna zajistit požadovaný výkon, a proto bylo přistoupeno k použití trhacích prací. Tím došlo k urychlení postupu ražby. Maximální projektem povolená délka záběru 2,0 m však nebyla při ražbě nikdy použita. Důvodem bylo vypadávání velkých bloků slínovce rozvolněného pravděpodobně vlivem trhacích prací, které vedlo při větších délkách záběru k nežádoucím nadvýrubům. Délka záběru se pohybovala podle zastižených podmínek v rozmezí 1,5 až 1,7 m. Po dohodě projektanta se zástupci investora i dodavatele bylo při délce záběru 1,5 m prováděno systémové kotvení kaloty v každém druhém záběru.

K další úpravě oproti realizačnímu projektu došlo v kotvení kaloty v technologické třídě výrubu V. v oblasti pražského portálu. Původně navržené kotvy

investigation (EGI). The assumptions for the design, elaborated on the basis of the EGI, were confirmed in the course of the realization, and the design did not have to be changed during the construction work. The use of the digital terrain model made a calculation of the earthmoving work volume possible after the works completion and surveying of the real state.

3. THE TUNNEL DRIVING - PRIMARY LINING

Top heading excavation at the Děčín portal started, at the beginning of 2001, the phase of execution of the mined tunnel section (see Fig. 5). Initially, the works continued in a full compliance with the detailed design. The progress of excavation and its impact on the rock mass were evaluated concurrently. The detailed design was modified on the basis of this monitoring so that the driving was safe and the way of the excavation support corresponded to the requirements on economic execution of the works.

The driving of the initial 40m of the tunnel was carried out within a technological excavation class VI, with the round length of 0.8m. The rock was disintegrated without blasting, by means of a tunnel excavator. Stability of both the tunnel face and the excavated rock surface was ensured by a primary lining, installed according to the technological procedure proposed in the design. Development of the excavation deformations was under the limiting values contained in the detailed design.

Results of the geophysical investigation, performed in the framework of the EGI, signaled an anomaly in the area close to the portal. Although, this anomaly was not encountered.

The proposal on geotechnical measurements represents an indispensable part of any detailed design documentation for a tunnel constructed by the NATM. The purpose of the geotechnical measurements carried out during the driving was to continuously verify the assumptions regarding the behavior of the rock mass, contained in the design. Evaluation of the time-related development of deformations and of their absolute values led to modifica-



Obr. 1 Zahájení prací na odtěžování první etáže děčínského portálu v kvarterních sedimentech (písky)

Fig. 1 Starting the work on excavation of the first banquette of the Děčín portal in the Quaternary sediments (sands)



Obr. 2 Druhá etáž již zasahovala do vrstev zvětralých a silně rozpukaných slínovců

Fig. 2 The second banquette reached into the layers of weathered and heavily fractured marblestones



Obr. 3 Zahájení odtěžování čtvrté etáže a příprava ochranného "deštníku" nad kalotou tunelu

Fig. 3 Starting of the fourth banquette excavation, and preparation of the "umbrella" above the tunnel crown



Obr. 4 "Světlo na konci tunelu" po prorážce v květnu 2001 - čtvrtá etáž odtěžena na rozhraní jádro - počva

Fig. 4 "The light at the end of the tunnel" after the breakthrough in May 2001. The fourthe banquette excavated at the core-invert interface

délky 6 m byly nahrazeny kotvami délky 4 m (viz lit.[3]) . Tím došlo v rámci kotvení kaloty k použití jedné délky kotev a při provádění vrtů nebylo nutno nastavovat vrtací tyče. Výsledky geotechnických měření nezaznamenaly výrazný nárůst deformací a potvrdily správnost úpravy zajištění výrubu.
V projektem předepsaném odstupu od čelby kaloty probíhalo odtěžování jádra (viz. obr. 6) a v případě technologické třídy výrubu VI. uzavírání primárního ostění spodní klenbou ze stříkaného betonu a sítí KARI. Po prorážce tunelu začátkem května 2001 byla zahájena ražba jádra i od pražského portálu. Z důvodu minimálního zatížení obce Vepřek staveništní dopravou byla rubanina vyvážena tunelem přes děčínský portál.
Při ražbě jádra došlo v technologické třídě výrubu IV. k úpravě původně navrženého systému kotvení a kotvy SN délky 3 m byly z návrhu zajištění výrubu zcela odstraněny. Ostění jádra tvořila pouze vrstva stříkaného betonu tloušťky 0,2 m s jednou vrstvou sítě KARI. Maximální hodnota sedání byla zaznamenána v tunelovém metru 175 a činila 32 mm. V ostatních měřených profilech se hodnoty deformací pohybovaly do 20 mm.
Ustálená hladina podzemní vody nedosahovala podle IGP úrovně počvy tunelu. Při ražbě se tento předpoklad potvrdil a během výstavby nedocházelo k výrazným přítokům vody do výrubu. Po vytrvalých deštích na jaře roku 2001 se objevily ojedinělé přítoky vody z boku tunelu přiléhajícího ke svahu. Voda vytékala zpravidla v místě vrtů pro kotvy a přítoky odpovídaly s určitým zpožděním intenzitě dešťů. Jednalo se o povrchovou vodu prosakující po puklinách v místě zvýšeného porušení horninového masivu. Poloha přítoku zhruba odpovídala poloze anomálie lokalizované geofyzikálním průzkumem. Z toho je možné usuzovat, že anomálii pravděpodobně tvoří zóna slínovců vyššího stupně zvětrání zasahující do větší hloubky pod úroveň terénu. Přítoky vody neměly vliv na stabilitu tunelu a neprojevily se ani na výsledcích měření deformací výrubu.

4. PRAŽSKÝ PORTÁL

Na rozdíl od děčínského portálu byl pražský portál odtěžován pouze z dolní úrovně terénu. Tento požadavek dodavatele kladl vysoké nároky na projekt přístupové komunikace k horním etážím stavební jámy i na návrh technolo-



Obr. 5 Nástřik primárního ostění kaloty
Fig. 5 Spraying of the top heading primary lining



Obr. 6 Ražba jádra a rampa do kaloty v technologické třídě výrubu IV.
Fig. 6 The core excavation, and the ramp to the top heading driven in technological excavation class IV.

tions of the original design proposal. Widening of the top heading's lining footing was not required any more for the excavation class VI. This variation caused no increase in deformations, and the drive continued without complications. After a short section of 20 m driven in technological excavation class V., the excavation entered a section of technological excavation class IV., 172 m long in total. The rock strength increased and frequency of fractures decreased with the growing distance from the portal. The equipment used (the tunnel excavator) was not able to ensure the progress required, therefore the drill-and-blast was applied. This measure accelerated the progress of excavation. Although, the maximum advance per cycle of 2.0 m, allowed by the design, had never been used in the driving. The reason was the falling of big blocks of marblestone, loosened probably as a result of blasting, causing undesirable overbreaks at longer advances. The maximum advance per cycle ranged between 1.5 and 1.7 m, depending on the conditions encountered. As agreed between the designer and client's and contractor's representatives, a system of the top heading anchoring was installed at every other advance.
Another modification of the detailed design occurred in anchoring of the top heading performed in technological excavation class V., in the area of the Prague portal. Originally designed 6m-long anchors were replaced by 4m-long ones (see Ref. [3]). Thanks to this measure, a uniform length of anchors was used for the top heading, and the drill rods did not have to be extended. The results of geotechnical measurements did not show any marked increase in deformations. They confirmed that the modification of the excavation support had been correct.
Excavation of the core (see Fig. 6), and, in a case of technological excavation class VI., closing of the primary lining by shotcrete and KARI welded mesh in the invert, took place at a distance from the top heading face prescribed by the design. The core excavation from the Prague portal started at the beginning of May 2001, after the tunnel breakthrough. Because of a minimum burdening the Vepřek community by the haulage, muck was transported along the tunnel via the Děčín portal.
For the core excavation in technological excavation class IV., the originally designed system of anchoring was modified, and the 3 m-long SN anchors were completely removed from the excavation support design. The core lining consisted of a 0.2 m-thick shotcrete layer with one layer of KARI mesh only. The maximum value of subsidence amounting to 32 mm was recorded in the tunnel meter 175. At the other measured profiles, the deformation values did not cross 20 mm.
The standing-water level, according to the EGI, should not have reached the level of the tunnel invert. This assumption was confirmed during the tunnel excavation, and no significant water inflows into the tunnel occurred in the course of the construction work. In the spring of 2001, after continual rainfalls, isolated water inflows from the tunnel side adjacent to the slope emerged. Usually water was leaking at the spots of boreholes for anchors. The volume of the influx corresponded, with a certain delay, to the intensity of the rains. It was a surface water seeping along joints at a location of an increased faulting of the rock mass. The location of the inflow corresponded roughly to the location of the anomaly located by the geophysical investigation. Thus it is possible to assume that the anomaly probably consists of a zone of marblestones weathered to a higher degree, reaching to a higher depth under the terrain surface. The water inflows had no influence on the tunnel stability, and they did not manifest themselves in the results of the excavation deformation measurements.

4. THE PRAGUE PORTAL

In contrast with the Děčín portal, the Prague portal was excavated from the lower level of the terrain. This client's requirement put heavy demands both on the design of the access road to the upper banquettes of the construction pit and the design of the technological procedure of the excavation (see Fig. 7). Again, the digital terrain model served as a basis for development of the design. The model, created in the previous stage of the design documentation, was based on the results of aerial photogrammetry. Thick vegetation did not allow using a more accurate way of surveying in the time of the design development. For the needs of the detailed design, the existing terrain surface was re-surveyed after removal of trees and bushes, and the original model made more precise.
The work on the portal excavation ran in parallel with the tunnel excavation. Excavation of individual banquettes and stabilization of slopes were carried out analogously with the procedure used on the Děčín portal (see Fig. 8). The Quaternary sediments did not reach such the thickness as those found at the Děčín portal. Strata of heavily weathered marblestones were encountered just under a 0.8m thick humus layer. The depth of the construction pit reached 29m at the deepest point, and the horizontal sectioning into 5 banquettes followed both from the technological capacity of the equipment used and from the stability reasons (see Fig. 9). The rock from the area of the invert was excavated just before casting of the final lining (see Fig. 10). The depth of the construction pit reached 29m at that moment.

5. FINAL LINING

In the course of the tunnel excavation, SG Geotechnika performed regular geotechnical measurements, consisting in monitoring of the rock mass

gického postupu odtěžování (viz obr. 7). Jako podklad pro vypracování projektu sloužil opět digitální model terénu. Model vytvořený v předchozím stupni projektové dokumentace vycházel pouze z výsledků letecké fotogrametrie. Hustá vegetace neumožňovala v době zpracování projektu stavby použití přesnějšího způsobu zaměření. Pro potřeby realizačního projektu byl stávající terén po odstranění stromů a křovin znovu zaměřen a původní model upřesněn.
Práce na odtěžování portálu probíhaly paralelně s ražbou tunelu. Odtěžování jednotlivých etáží i způsob zajištění stability svahů probíhaly analogicky s postupem použitým v případě děčínského portálu (viz obr. 8). Kvarterní sedimenty nedosahovaly takových mocností jako v případě děčínského portálu a pod vrstvou humusu tloušťky 0,8 m se již nacházely silně zvětralé polohy slínovců. Hloubka stavební jámy dosahovala v nejhlubším místě 29 m a horizontální členění na 5 etáží vyplývalo jak z technologických možností použité mechanizace, tak i z důvodů stabilitních (viz obr. 9). Hornina z prostoru spodní klenby byla odtěžena až před betonáží definitivního ostění (viz obr. 10). V tomto okamžiku dosahovala hloubka stavební jámy 29 m.

5. DEFINITIVNÍ OSTĚNÍ

Během ražby tunelu firma SG Geotechnika pravidelně prováděla geotechnická měření. Jednalo se o sledování deformací horninového masivu; dále o extenzometrická měření prováděná z povrchu a doplněná o měření rozsahu poklesové zóny v úrovni terénu. Osazení extenzometrů v dostatečném předstihu před průchodem čelby sledovaným profilem umožnilo získat informace o chování horninového masivu před ražbou kaloty. Doplňovaly tak informace o přetváření horninového masivu získané z měření deformací výrubu. Měření měla zjistit jednak údaje o chování horninového masivu potřebné při ražbě tunelu, jednak získat vstupní data pro statický výpočet definitivního ostění.
Po vyhodnocení výsledků geotechnických měření následovala korekce matematického modelu primárního ostění tak, aby výsledné hodnoty deformací odpovídaly přibližně hodnotám naměřeným při ražbě tunelu. Výsledky upraveného matematického modelu primárního ostění pak představovaly vstupní data pro výpočet dimenzí definitivního ostění. Vzhledem k délce

deformations, extensometric measurements carried out from the surface, complemented by measurements of the extent of the subsidence trough at the surface level. Installation of extensometers in a sufficient advance of the heading passage under a monitored profile made collection of the information on the behavior of the rock mass ahead of the top heading excavation possible. Thus an information on deformation of the rock mass was obtained in addition to the information obtained by measurement of the excavated tunnel surface deformation. Those measurements were designed both to ensure the data on the rock mass behavior necessary in the tunnel driving and to obtain entry data for the structural analysis of the final lining.
A correction of the mathematical model of the final lining followed after evaluation of the geotechnical measurements so that the resultant values corresponded roughly to the values obtained by the measurement in the course of the tunnel drive. Subsequently, the results of the modified mathematical model of the primary lining served as entry data for the calculation of the final lining dimensions. With respect to the length of the mined section of the tunnel of 280m, and to the results of the geotechnical measurements, the selection of a single representative profile was sufficient. This profile was used for the calculation of the final lining along the whole length of the mined tunnel. Dimensions of the lining of cut-and-cover tunnel sections have been calculated to withstand the earth pressure of a compacted backfill.

6. CONCLUSION

The detailed design of the tunnel driven by the New Austrian tunneling method was based on the information collected in the framework of the engineering and geological investigation, and on assumptions on the rock mass behavior. In a full compliance with the NATM principles, the documentation was modified in the course of the tunnel construction on the basis of the excavation conditions encountered and of the evaluation of the results of geotechnical measurements. The modifications covered both the advance



Obr. 7 Přístupová komunikace k horním etážím pražského portálu
Fig. 7 The access road to the upper banquettes of the Prague portal



Obr. 8 Jednotlivé etáže byly postupně zajišťovány stříkaným betonem se sítí a kotvami
Fig. 8 Individual banquettes were supported step by step by shotcrete with welded mesh and anchors



Obr. 9 Odtěžování páté etáže na úroveň jádra tunelu
Fig. 9 Excavation of the fifth banquette up to the level of the tunnel core



Obr. 10 Odtěžování na úroveň spodní klenby před betonáží definitivního ostění (hloubka jámy 29 m)
Fig. 10 Excavation up to the level of the invert before casting of the final lining (the pit depth of 29 m)

ražené části tunelu 280 m a výsledkům geotechnických měření postačovala volba pouze jednoho reprezentativního profilu, který byl použit pro výpočet definitivního ostění v celé délce raženého tunelu. Ostění hloubených částí tunelu je dimenzováno na zemní tlak hutněného zpětného zásypu.

6. ZÁVĚR

Realizační dokumentace tunelu raženého novou rakouskou tunelovací metodou vycházela z informací získaných v rámci inženýrsko-geologického průzkumu a z předpokladů o chování horninového masivu. Zcela v souladu se zásadami NRTM procházela dokumentace v průběhu výstavby tunelu změnami na základě zastižených podmínek ražby a vyhodnocení výsledků geotechnických měření. Úpravy se týkaly jednak délky záběru, jednak způsobu a rozsahu kotvení. Tloušťka primárního ostění i použití sítí zůstaly podle původního návrhu realizačního projektu. K úpravám systému zajištění výrubu docházelo vždy na základě dohody zástupců všech účastníků výstavby (investor, dodavatel, projektant). K operativním změnám návrhu zajištění výrubu přispěly významnou měrou denně aktualizované výsledky geotechnických měření rozesílané ihned po vyhodnocení prostřednictvím e-mail zástupcům zúčastněných stran.
Bezproblémová etapa ražby tunelu i hloubení stavebních jam portálových úseků ukázala význam kvalitně a komplexně provedeného inženýrsko-geologického průzkumu, který je nezbytným podkladem pro správný návrh technologických postupů výstavby v rámci projektu i během ražby. Během realizace se výsledky IGP v plné míře potvrdily jak z hlediska vlastností horninového masivu (pevnost, způsob uložení vrstev, stupeň porušení), tak z hlediska výskytu podzemní vody.
Projekt stavby byl v době zpracování dokumentace označován zástupci Českých drah díky nově použité tunelovací metodě (NRTM) za vzorový a podle toho byl i ze strany objednatele sledován a kontrolován.
Důvodem úspěchu byl odpovědný přístup zástupců investora i profesionálně provedená práce dodavatelské firmy Metrostav, která má s výstavbou tunelů v Čechách i v zahraničí dlouholeté zkušenosti.
Ražba prvního tunelu v síti Českých drah prováděného NRTM ukázala výhody této metody a bude zcela jistě dobrým příkladem pro další tunelové stavby budované v rámci vysokorychlostních železničních koridorů v České republice.

LITERATURA

[1]. ČD-DDC Modernizace trati Kralupy nad Vltavou - Vraňany, SO 30-20-01 Tunel v km 446.030 - 446.420,
- podrobný geotechnický průzkum (ILF Consulting Engineers 07/1999)
- projekt stavby (ILF Consulting Engineers 06/2000)
- realizační dokumentace: děčínský portál - výkopy, (ILF Consulting Engineers 11/2000)
- realizační dokumentace: pražský portál - výkopy, (ILF Consulting Engineers 02/2001)
- realizační dokumentace: ražený tunel primární ostění, (ILF Consulting Engineers 01/2001

[2]. Zpráva o geomonitoringu stavby SO 30-20-01 za měsíc květen 2001 (SG Geotechnika)

[3]. Projekt prvního železničního tunelu v síti Českých drah raženého novou rakouskou tunelovací metodou (Ing. Libor Mařík - Tunel 4/2000)

per cycle and the way and extent of anchoring. The thickness of the primary lining and the use of welded mesh remained unchanged, according to the original proposal on the detailed design. The excavation support system was modified on a basis of a mutual agreement of all construction participants only (client, contractor, consultant). The operative modifications were possible also thanks to the significant contribution of the daily updated results of geotechnical measurements, which were e-mailed just after their evaluation to the representatives of all participating parties.
The trouble-free stage of the tunnel driving and excavation of construction pits for the portal sections showed the importance of a quality and comprehensive performance of the engineering and geological investigation. It is an indispensable basis for a correct proposal on technological procedures of a construction both in designing and in the course of driving. The results obtained by the EGI were confirmed in a full extent, in terms of both the rock mass properties (strength, the way of deposition of rock layers, degree of faulting) and the occurrence of ground water.
In the time of elaboration of the documentation, representatives of České Dráhy (Czech Railroads, the client) marked the design of the structure as a model design thanks to the newly utilized tunneling method (the NATM). It was also followed and checked by the client accordingly.
The reason of the success was both a responsible attitude of client's representatives and professionally performed work by the contractor, Metrostav, a.s., who has had a long-time experience in building tunnels in Bohemia and abroad.
The drive of the first tunnel within the network of České Dráhy by the NATM showed advantages of this method, and it will certainly be a good example for other tunnel structures built in the framework of high-speed railroad corridors in the Czech Republic.

REFERENCES

[1]. CD-DDC Modernization of the railroad line from Kralupy nad Vltavou to Vraňany, SO 30-20-01 The tunnel at km 446.030 - 446.420,
- *detailed geotechnical investigation (ILF Consulting Engineers 07/1999)*
- *construction design (ILF Consulting Engineers 06/1999)*
- *detailed design: the Děčín portal - excavation, (ILF Consulting Engineers 11/2000)*
- *detailed design: the Prague portal - excavation, (ILF Consulting Engineers 02/2001)*
- *detailed design: mined tunnel - primary lining, (ILF Consulting Engineers 01/2001)*

[2]. Report on the geomonitoring of the construction SO 30-20-01 in May 2001 (SG Geotechnika)

[3]. The first railway tunnel in the České Dráhy net driven by the NATM (Ing. Libor Mařík - Tunel 4/2000)



Obr. 11 Úprava základové spáry vyrovnávacím betonem a montáž výztuže
Fig. 11 Improvement of the bottom by leveling concrete, and installation of reinforcement



Obr. 12 Výztuž spodní klenby definitivního ostění hloubeného tunelu
Fig. 12 Reinforcement of the invert of the cut-and-cover tunnel's final lining

TUNNELSCANNER DIBIT - PRVNÍ POUŽITÍ V ČESKÉ REPUBLICE

TUNNEL SCANNER DIBIT - FIRST USE IN THE CZECH REPUBLIC

ING. MARTIN ŠIMEK, ILF CONSULTING ENGINEERS, s. r. o.
HELGE GRAFINGER, DIPL.-ING., DR. NAT. TECHN., DIBIT MESSTECHNIK GmbH

1. ÚVOD

V lednu 2001 proběhlo poprvé na území České republiky měření systémem DIBIT-Tunnelscanner. Dodavatelská firma Metrostav objednala u firmy ILF Consulting Engineers zaměření a vyhodnocení skutečného stavu primárního ostění severní části západní tunelové trouby tunelu Mrázovka v Praze. Cílem prováděných měření bylo získat podklady pro úpravy ostění spojené s osazením mezilehlé izolace a budováním definitivního ostění tunelu. Délka měřeného úseku byla 653 m s obvodem sledované části horní klenby 28 až 30 m. Vlastní měření prováděla rakouská firma DIBIT Messtechnik GmbH. Systém DIBIT-Tunnelscanner byl vyvinut v Rakousku a kromě Německa a Švýcarska byl již nasazen pro měření tunelů v Anglii, Dánsku, USA a na Tchaj-wanu.

2. POPIS SYSTÉMU

2.1 Princip

Myšlenka systému DIBIT je založena na stereo-fotogrammetrickém snímkování povrchu tunelu v kombinaci s geodetickým určením polohy kamer pro získání souřadnic bodů povrchu tunelu v souřadnicovém a výškovém systému projektu. Znamená to, že každá část povrchu tunelu je současně snímána ze dvou různých pozic pro následné vyhodnocení ve 3D.
Při ražbě tunelů jsou pak na takový systém kladeny současně následující požadavky:
- krátká doba měření;
- jednoduchá obsluha jednou osobou bez specializované kvalifikace;
- robustní konstrukce přizpůsobená podmínkám pro práci v tunelech;
- přesnost vyhodnocení v rozsahu +/- 1 cm;
- snadné a rychlé vyhodnocení;
- jasná a modifikovatelná prezentace výsledků.

Z toho plynou základní specifikace systému DIBIT:
- použití CCD kamer s vysokou rozlišovací schopností jako záznamového zařízení;
- použití motorizované programovatelné totální stanice s možností automatického cílení pro určení polohy kamer;
- použití přenosného PC vhodného pro práci v tunelu;
- použití výkonného softwaru pro plně automatické vyhodnocení naměřených dat.

Stručný popis tří fází systému DIBIT - snímkování, vyhodnocení snímků, analýza následuje dále.

2.2 Snímkovací modul

Snímkovací modul se skládá z pevného rámu (z uhlíkového vlákna), na kterém jsou namontovány dvě CCD kamery a tři odrazné hranoly (viz obr. 1). CCD kamery současně snímají stereoskopickou dvojici snímků povrchu tunelu. Odrazné hranoly jsou použity pro určení polohy a výšky obou kamer. Vlastní zaměření polohy kamer je provedeno pomocí plně automatizované motorizované totální stanice. Tunelový skener a totální stanice jsou navzájem propojeny pomocí modemu, takže veškeré operace jsou prováděny automatizovaně. Rám je otočný kolem horizontální osy. Při jednom postavení aparatury je zpravidla snímkováno pět segmentů tunelového profilu. Přenosný PC vhodný pro podmínky v tunelu kontroluje proces snímkování a současně ukládá veškerá změřená data. Veškeré komponenty systému jsou umístěny na stativu. Celková váha asi 18 kg umožňuje snadné přemístění a umístění systému podle specifických požadavků.
Přídavná halogenová světla jsou nezbytná pro osvětlení povrchu tunelu. Provozní doba polního počítače je při použití baterií 40 minut. Pro delší provozní dobu je nutné použít externí zdroj elektrické energie.
Snímkovací modul je nejprve umístěn přibližně do středu měřeného profilu a rám je současně kolmo na tunelovou osu. Přibližná poloha je zadána do polního počítače (tunelový metr a výška stanoviska). Pak je vybrán příslušný snímkovaný sektor profilu a snímkovací proces je odstartován. Další sektory jsou snímkovány stejným způsobem: čas potřebný na snímkování jednoho sektoru je zhruba 40 vteřin.

2.3 Vyhodnocovací modul

Nahraná data snímkových dvojic jsou přenesena do PC, ve kterém bude probíhat vyhodnocení snímků. Po určení rozsahu vyhodnocení probíhá proces vyhodnocení plně automaticky. Výsledkem jsou souřadnice X, Y, Z povrchu tunelu v síti 1 x 1 cm. Následně jsou snímky transformovány do správných souřadnic a vzniká ortofotomapa povrchu tunelu. Nezbytné součásti softwaru jsou:
- tzv. matching, to jest nalezení odpovídajících bodů na obou snímcích a uložení jejich snímkových souřadnic;
- výpočet souřadnic těchto bodů z prvků vnitřní a vnější orientace (parametry kamery, snímkové souřadnice a souřadnice X, Y, Z hranolů);
- připojení jednotlivých rektifikovaných snímků k celkovému souboru povrchu tunelu.

Optimalizace výpočetních procedur a použití v současnosti dostupného hardwaru umožňuje vyhodnocení stereoskopické dvojice do 2 minut. Požadovaná kapacita paměti je 2 MB pro stereoskopickou dvojici snímků, 33 MB pro odpovídající mezivýpočty a 1 MB pro ortofotomapu 1 m vyhodnoceného tunelového pásu včetně digitálního modelu (3-D souřadnice).

1. INTRODUCTION

The first measurement using the DIBIT-Tunnelscanner system in the Czech Republic took place in January 2001. Metrostav a.s., the contractor, placed the order for a survey and assessment of the actual state of the primary lining of the northern part of the western tube of the Mrazovka tunnel in Prague with ILF Consulting Engineers. The purpose of the measurements was to obtain source data for modifications to the lining associated with application of the intermediate insulation and installation of the final tunnel lining. The measured section was 653m long, with the length of the monitored part of tunnel roof of 28 to 30m. The measurement itself was carried out by Austrian DIBIT Messtechnik GmbH. The DIBIT-Tunnelscanner system was developed in Austria, and, apart from Germany and Switzerland, it has been employed for measurements of tunnels in England, Denmark, the USA and Taiwan.

2. SYSTEM-OVERVIEW

2.1. Requirements specific to the application

The idea of the tunnel scanner is based on the stereo-photogrammetric recording of the tunnel surface in combination with a geodetic determination of the position of the cameras in order to obtain the pertinent three-dimensional co-ordinates of the surface points in the co-ordinate system of the project. That means that all the areas of the tunnel surface which can be recorded by the camera are registered simultaneously from two different positions in order to enable a 3-D reconstruction.
In tunneling such a system has to meet the following requirements:
- *short recording time*
- *simple operation by one person who does not need to have any special qualifications*
- *robustness under the tough conditions prevailing during the advance of the tunnel*
- *accuracy of the geometry within a range of +/- 1 cm*
- *easy and quick evaluation*
- *clear and varied possibilities for representing the results.*

Consequently DIBIT is based on the following specifications:
- *use of high-resolution CCD cameras as recording sensors*
- *use of a motorized, self-targeting, programmable theodolite for positioning the cameras*
- *use of a portable PC suitable for outdoor use*
- *use of powerful image processing modules for a fully automatic evaluation.*

A short description of the three components of DIBIT - recording, evaluation, analysis - is given below.

2.2 Recording module

The recording module consists of two CCD cameras and three glass prisms rigidly mounted on a robust frame of carbon fiber. The CCD cameras simultaneously record a stereoscopic pair of images of the tunnel surface. The glass prisms are used to determine the position and orientation of both cameras. Positioning is done by means of a servo-theodolite. The tunnel scanner and theodolite communicate via radio modem, which allows the theodolite to be operated in a completely automatic manner. The frame can be rotated through a horizontal axis. A tunnel section is generally recorded in 5 partial sections of the profile. A portable PC suitable for outdoor use serves as recording computer for the control of the recording process and the storing of the measured data. The individual components are mounted on a tripod. The total weight is approx. 18 kg, which makes the system portable and allows it to be positioned as required.
Additionally, a halogen spotlight is necessary for illuminating the tunnel surface. The field computer has an action time of 40 minutes when operated with batteries. For permanent use external power supply is necessary.
For the actual recording the recording module is first placed in the center of the cross-section with the measuring frame being positioned at a right angle to the tunnel axis. The approximate position is entered in the field computer. Then the sector to be recorded is selected and the automatic measuring process is started. The other sectors are recorded in the same way: it takes about 40 seconds to record one sector.

2.3 Evaluation module

The recorded image data are transferred from the field computer to the eva-luation computer. After selecting the area to be evaluated and without further user intervention, the evaluation software calculates the three-dimensional co-ordinates of all image points in a grid of up to 1 x 1 cm and produces rectified images referring to the nominal geometry. The necessary software components are
- *the so-called matching, that is finding correlating points on both images and storing the image co-ordinates*
- *calculating the co-ordinates of these points by means of the camera parameters, the co-ordinates of the glass prisms and the pairs of image co-ordinates*
- *joining the individual rectified images to an overall image of the tunnel surface.*

2.4 Analýza výsledků

Analýza výsledků představuje jejich názornou a jednoznačnou prezentaci pro další použití v navazujících aplikacích. Detailně se jedná o následující výstupy:
- dokumentace všech stavebních fází - např.: výrub, stříkaný beton, deformace stříkaného betonu, sekundární ostění -, které jsou dostupné jako fotografická dokumentace a mohou být analyzovány na obrazovce;
- možnost vytvoření digitálního modelu umožňuje následující analýzy:
- porovnání projektovaného a skutečného tunelového profilu (nadvýrub/podvýrub);
- porovnání profilů dvou stavebních fází (tloušťka stříkaného, resp. monolitického betonu);
- porovnání dvou snímků stejné stavební fáze v různém čase (deformace);
- výpočet rozdílů objemů dvou stavebních fází (spotřeba stříkaného betonu, opad);
- interpretace geologických vrstev (foliace, pukliny, zlomy atd.)

Získaná data mají široké uplatnění i v dalších oblastech:
- export souřadnic do různých interaktivních grafických systémů umožňujících např. vizualizaci;
- zpracování dokumentace skutečného provedení;
- import dat jako dodatečné informace za účelem integrace do dokumentace skutečného provedení.

O využití výsledků pojednává další kapitola.

3. APLIKACE

3.1 Snímkování profilů během ražby

Pro kompletní dokumentaci ražby může být tunelový povrch snímkován v každém záběru. Znamená to, že systém musí být k dispozici nepřetržitě pro každou etapu technologického postupu (např. kalota, jádro, počva). To je zpravidla po odtěžení rubaniny dříve, než jsou umístěny rámy a sítě primárního ostění. Prostor ve vzdálenosti poloviny průměru tunelu před čelbou musí být pro snímkování volný po dobu asi 5 minut. Praktické zkušenosti ukazují, že časové ztráty vzniklé v pracovním postupu při snímkování je možno kompenzovat vhodnou koordinací přípravných prací pro další technologický postup ražby.

3.2 Dokumentace čelby

Digitální snímky čelby jsou používány pro geologickou dokumentaci. Současně s nimi jsou získávány snímky nevystrojeného líce výrubu v profilu tunelu. Snímkování je provedeno během jedné minuty ve vzdálenosti jednoho tunelového průměru za čelbou.
Výsledkem je trojrozměrný model geologických struktur čelby, který může být dále využit např. pro vytvoření modelu vrstevnatosti a ploch diskontinuit nebo pro přesné určení morfologie. V kombinaci se snímky vnitřního líce profilu tunelu je pak možné vytvořit geologický model vysoké kvality, který poskytuje doplňující údaje pro statické výpočty.

3.3 Dokumentace před a po umístění sekundárního ostění

Dokumentace tohoto druhu je prováděna systémem hromadného snímkování. Bez zohlednění doby nutné pro souřadnicové připojení totální stanice je tunelový skener schopen zdokumentovat ostění během 1 hodiny v délce odpovídající sedmi profilům tunelu. Odpovídající doba potřebná pro vyhodnocení snímků je asi 3 hodiny.



Obr. 1 DIBIT-Snímkovací modul - polní počítač s kamerou, rámem a stativem
Fig. 1 DIBIT-Recording module - field computer with camera frame on tripod

The combination of optimized calculation modules and presently available hardware enable an evaluation velocity of 2 minutes per stereoscopic pair of images. The required memory capacity is 2 MB for a stereoscopic pair of images, 33 MB for the corresponding intermediate results and 1 MB per tunnel meter for the resulting image including space model (3-D co-ordinates).

2.4 Analysis module

The analysis module is used to represent results and process them for further applications. In detail the following statements are necessary:
- all recorded construction phases - e.g. initial excavation, shotcrete lining, deformed shotcrete lining, secondary lining - are available as image documentation and can be analyzed on the screen
- simultaneous provision of the three-dimensional co-ordinates allows additional calculations:
- comparison of nominal and actual tunnel profile (overbreak/underbreak)
- comparison of the profiles of two construction phases (thickness of shotcrete/of in-situ concrete)
- comparison of different images of the same construction phase (deformations)
- calculation of the difference in volume of two construction phases (shotcrete consumption, rebound)
- calculation of the spatial orientation of geologically relevant area (bedding, joints).
There are different possibilities for more far-reaching applications:
- export of co-ordinates to different CAD and graphics programs for visualizing the geometric situation
- elaboration of as-built records
- data import of additional information in order to be integrated into the as-built records.
The applications of the results are discussed in detail in the following chapter.

3. APPLICATIONS

3.1 Recording of the profile during advance

For complete documentation of a tunnel advance, the tunnel surface can be recorded with the tunnel scanner in each construction phase. This means that the recording system is continuously available in the advance so that after each round of advance (e.g. heading, bench, invert) recordings can be made of the excavation, i.e. the visible rock surface. This is usually done right after completing the mucking process and prior to placing the arches and wire mesh. The area as far as half of the tunnel diameter behind the working face has to be available for the recording activities for approximately 5 minutes. The apparent time loss for the advance work can - as practical experience has shown - largely be compensated by the corresponding temporal restructuring of preparatory work for the subsequent phases.

3.2 Documentation of the working face

The digital images of the working face are used for geological documentation. They are obtained together with the above mentioned documentation of the tunnel intrados. The recording is done with a distance of one tunnel diameter between the camera and the working face in less than one minute.
The result is a three-dimensional model of the geological structure of the working face. It can be used both for calculating the spatial orientation of the bedding and the joint planes as well as for the exact allocation of the morphology. In combination with the images of the tunnel intrados it is then possible to construct a geological model of high quality, which can subsequently provide valuable findings for the evaluation of the stability.

3.3 Documentation of the profile before and after placing the secondary lining

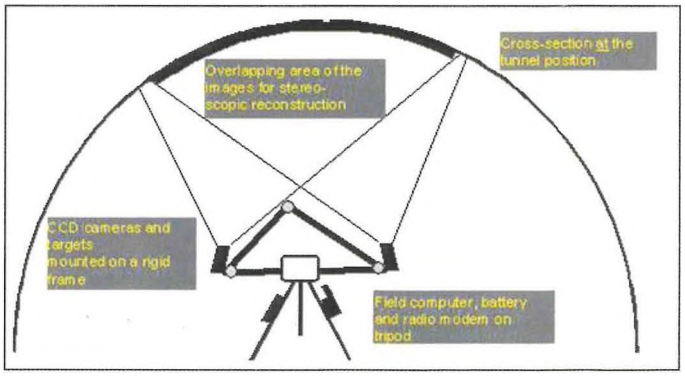
Documentation of this kind is done as a series of images of the profile in mass production. Without taking into consideration the time necessary for the preparation and measurement of the co-ordinates of the theodolite, the tunnel scanner can be used to record tunnel lengths of up to seven times the tunnel diameter per hour. The time needed for the evaluation of such an area is approximately 3 hours.

3.4 Scanning in existing tunnels

Another interesting area of application of the tunnel scanner is the status quo assessment in existing tunnels. The resulting data provide the essential basis for comprehensive documentation and subsequently for an economical solution of rehabilitation tasks, enlargement of the profile and similar tasks for a long-term operation of the tunnel.

3.5 Representation of results

The results of the tunnel scanner are presented in three ways:
- graphic depiction as cross-section
- graphic depiction as an image (rectified orthophoto) projected onto the nominal profile
- numerical description of geometric and thematic resulting data.
The geometrical location of the tunnel surface is emphasized by means of a superelevation factor in the depiction of the profile, in the orthophoto by means of the depiction of contour



Obr. 2 Schéma snímkovacího procesu tunelového skeneru pro horní segment
Fig. 2 Schematic diagram of the recording process of the tunnel scanner for the crown area

3.4 Dokumentace existujících tunelů

Další zajímavou oblastí uplatnění tunelového skeneru je dokumentace současného stavu existujících tunelů. Výsledná data poskytují komplexní informace pro návrh ekonomického řešení následné rekonstrukce, rozšíření tunelového profilu a podobných rozsáhlých tunelářských prací.

3.5 Prezentace výsledků

Výsledky tunelového skeneru je možné prezentovat třemi způsoby (viz obr. 3):
- grafické zobrazení příčného profilu;
- grafické zobrazení snímku (ortofoto) v příslušném profilu (tunelovém metru);
- numerický popis geometrie profilu.

Pro názornost je průběh povrchu tunelu v profilu vykreslen jako převýšený, v ortofotosnímku je znázorněn vrstevnicemi vyjadřujícími odchylky od projektovaného profilu, které jsou barevně odstupňovány. Snímky a digitální model ostění pro různou fázi mohou být zobrazeny současně a jsou jednoznačnou dokumentací stavby.

Velmi zajímavé je porovnání snímků v různých fázích výstavby jako například v počáteční fázi výrubu a po nástřiku ostění ze stříkaného betonu, nebo fázi ihned po nástřiku primárního ostění a následně po pěti nebo deseti dnech. Tak je možno zjistit sílu stříkaného betonu a jeho průběžné deformace komplexně popsat. Kombinacemi různých snímků můžeme zjistit další informace jako např. tloušťku materiálu, objemy hmot, deformace a ty pak registrovat a prezentovat různými způsoby.

Ortofotosnímky čelby a výrubu jsou v neposlední řadě nejen základem pro popis geologické situace, ale představují současně výchozí bod pro komplexní prostorovou analýzu významných geologických linií a ploch. Místo geologického kompasu bude tedy pro vyhodnocovanou oblast použit digitální 3D model.

4. VÝHODY POUŽITÍ

Dosud uskutečněná měření systémem DIBIT ukazují stejné výhody pro investora i dodavatele.

Pro dodavatele jsou nejdůležitější oblasti aplikace:

- Kontrola kvality vlastních pracovních skupin:

Systém umožňuje stavbyvedoucímu detailně kontrolovat dodržení projektovaného profilu prováděného každou pracovní skupinou. Vzhledem k jasné grafické prezentaci jsou okamžitě zřejmé nadvýruby způsobené nepřesným vrtáním nebo nevhodným těžebním postupem. Stejně tak může být kontrolována poloha uložení výztužných rámů.

- Kontrola kvality stavebního materiálu:

Určení odpadlého stříkaného betonu bylo doposud možné jen pomocí drahých individuálních a nejistých testů. Nový systém umožňuje jednoznačné exaktní určení objemu odpadlého stříkaného betonu. To je velmi důležité a rozhodující kritérium pro aktuální změny směsného vzorce receptury stříkaného betonu.

- Příprava práce:

Přesnost a především komplexní znalost skutečného profilu poskytují velmi kvalitní základy pro plánování dalšího postupu prací. Všechny následující práce jako frézování a příprava izolací proti vodě vyžadují detailní znalost očekávaných nákladů. To zajišťuje použití nového systému, který s dostatečnou přesností umožňuje rozhodovat o personálním nasazení, frézovacích pracích nebo umístění a geometrii bednění.

Výhody pro investora jsou následující:

- Objektivní zkoušky kvality a provedení:

Systém poskytuje údaje, které umožňují objektivní kontrolu dodržování smluvně dodavatelských vztahů. Skutečná síla stříkaného betonu je zjištěna exaktním způsobem stejně jako umístění profilových oblouků. Geologické struktury jsou přesně determinovány. Také čas snímkování je registrován a je součástí dokumentace.

- Nárůst množství informací pro statiku tunelu:

V případě speciálních problémů je nyní možno použít informace o skutečné tloušťce

lines of the distances to the nominal profile and by means of coloring. Thus the image and the digital spatial model of the tunnel lining of the different recording phases are available simultaneously - long-term, unequivocal documentation of the tunnel advance.

What is furthermore interesting is the comparison of different recordings such as those of the initial excavation and those of the shotcrete lining, or those immediately after the installation of the shotcrete lining and those 5 or 10 days later. Thus it is possible to depict the thickness of the shotcrete of the deformations in a comprehensive and continuous manner. The combination of different digital images can be extended as desired, enabling material thickness, volumes and deformations to be registered and depicted in varied ways.

Finally, the orthophotos of the excavation and the working face not only provide the basis for a graphic depiction of the geology in the form of as-built records, but also enable a complete evaluation of the spatial orientation of geologically relevant lines and areas. The geologist's compass therefore does not have to be used directly on site anymore but can be used digitally for the 3-D model of the evaluated area.

4. ADVANTAGES IN THE USE

The uses to date have demonstrated that the system provides the same advantages for the contractor and the client.

For the contractor the most important areas of application are the following:

- Quality control of his own tunneling crews:

The system provides the site engineer with the opportunity to check in detail compliance with the nominal profile for each crew. Due to the optical representation it becomes apparent at once to what extent overbreaks in the excavation are caused by inexact drilling or improper mechanical excavation. The accuracy of the profile including support measures can also be checked.

- Quality control of construction material:

Determining the actual shotcrete rebound was so far only possible in very costly individual tests and with great uncertainties. The new system enables the actual shotcreted volume to be determined and consequently a very exact and comprehensive calculation of the actual rebound. This is of great importance for the evaluation of changes in the mix formula or in the system when applying shotcrete and therefore a crucial decision criterion.

- Preparation of work:

The exact and, above all, comprehensive knowledge of the actual profile provides a much better basis for planning future work. All activities following the advance such as trimming works and preparation of waterproofing require detailed knowledge of the costs to be expected. This is only ensured by means of the new system in a sufficient quality, thus allowing to make decisions regarding staff input, trimming scaffolding, geometry of shutter, etc.

The advantages for the client are foremost the following:

- Objective proof of quality and performance:

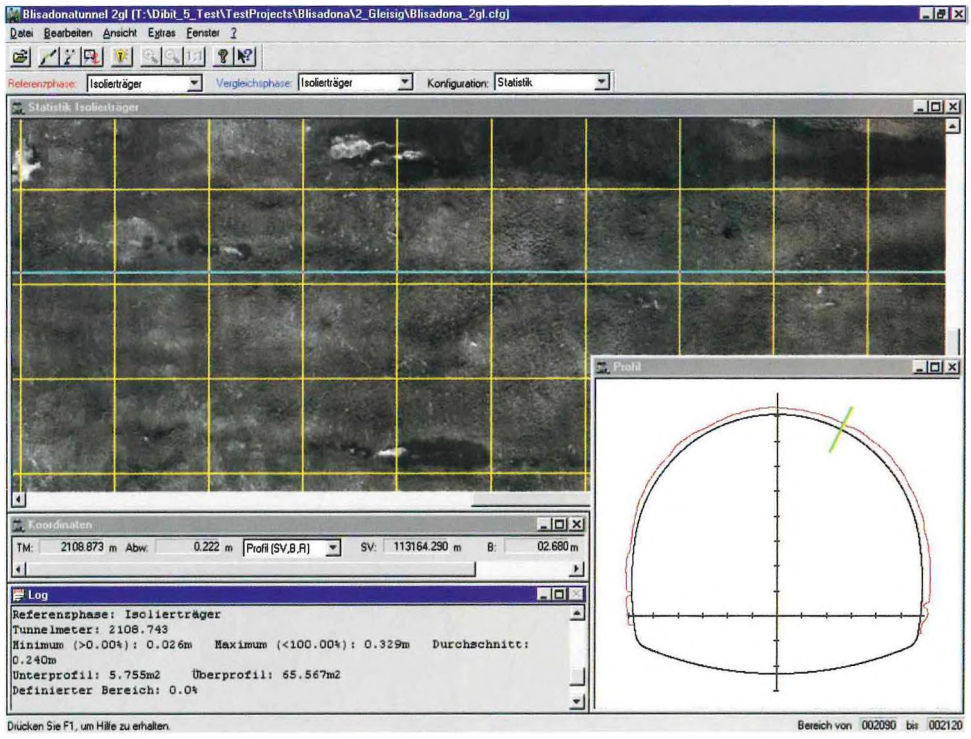
The system provides data, which enable the compliance of a number of contractual stipulations to be controlled objectively. The actual thickness of shotcrete is checked in a comprehensive manner, arches and face plates are discernible and their location determined exactly. Geological overbreaks are measured exactly and the volume determined. Also, the time of recording is registered and is entered in the documentation of the shifts.

- Increased informative value of deliberations on tunnel statics:

In the event of special problems it is now possible to use the actual thickness of the shotcrete as the basis for deliberations on tunnel statics. This is a significant progress as compared to current practice.

- High-quality as-built drawings ("transparent" tunnel):

The system provides comprehensive documentation of all excavation, shotcrete and in-situ concrete surfaces of the tunnel. Thus it becomes possible to call up all data per mouse click at any place of the tunnel such as profile of the excavation, of the primary and secondary lining, overbreaks, thickness of shotcrete lining and secondary lining, etc. and to depict them



Obr. 3 Analýza výsledků s orthofototo snímkem, příčným profilem a numerickým vyhodnocením

Fig. 3 Analysis module with orthophoto, cross-section and numerical resulting data

stříkaného betonu jako základní hodnoty pro statické výpočty. To je významný pokrok ve srovnání s dosud používanými postupy.
- Vysoce kvalitní výkresy skutečného provedení ("průhledný" tunel):
Systém poskytne komplexní dokumentaci všech postupů ražby, stříkaného i monolitického betonu. Na stisk tlačítka myši je možné vyvolat všechna data z jakékoliv části tunelu, ať už se jedná o výrub, primární nebo sekundární ostění, tloušťku stříkaného betonu atd., a graficky je znázornit. Snímky v digitálním tvaru tak nahrazují dosud zavedený systém výkresů skutečného provedení. Informace o konstrukcích nebo instalacích v tunelu, které nejsou ve snímcích zahrnuty, jsou v případě dokumentace skutečného provedení do nich dodatečně integrovány. Souhrn všech těchto dat je objektivním podkladem pro vyhodnocení dodatečných požadavků dodavatele.
- Pokrok v geologické dokumentaci:
Překreslené snímky čelby představují vysoce kvalitní doplňující informace pro geologa, který zhotovuje dokumentaci in-situ. To je kvalitativní zlom v geologické dokumentaci.
Využití celkových výhod pro investora a dodavatele, a tím i pro celou stavbu, bude optimální v případě, že aplikace tunelového skeneru bude specifikována investorem a realizací bude pověřen dodavatel.

5. MĚŘENÍ V TUNELU MRÁZOVKA

Firma Metrostav objednala zaměření DIBIT jako kontrolu skutečného provedení primárního ostění severní části západního tunelu se záměrem získání podkladů pro další práce. Veškeré činnosti v tunelu probíhaly v koordinaci se stavbou. Měření celého 653 m dlouhého úseku tunelu proběhla během čtyř dnů a následně bylo digitálně vyhodnoceno asi 2000 m² povrchu primárního ostění.
Po porovnání výsledků zaměření s projektovaným profilem byla určena místa zasahující pod projektem stanovenou hranici. Okraje oblastí ostění, které bylo nutno z důvodů překročených tolerancí na stavbě upravit, byly definovány souřadnicemi (y, x, z). Pomocí souřadnic, rozvinutých tunelových pásů s barevně rozlišenými odchylkami od projektovaného profilu a příčných řezů vyhotovených pro každý celý tunelový metr mohli geodeti dodavatele tato místa v tunelu bez větších problémů vytyčit.
Místa zasahující do profilu definitivního ostění byla vyznačena v tunelu tak, aby obsluha frézy mohla tyto oblasti zbrousit a připravit je pro připevnění izolace.
Výsledky měření získával dodavatel průběžně tak, aby je mohl okamžitě využít při pracích v tunelu. Celkově trvalo vyhodnocování výsledků zaměření 653 m tunelu 14 dní.
Dříve, než dodavatel objednal zaměření ostění systémem DIBIT, probíhala kontrola skutečného stavu přístrojem Profiler 4000, kterým bylo zaměřeno ostění v úseku délky 25 m. Výsledky měření se zaznamenávaly ve formě odchylky od projektovaného tvaru sprejem přímo na líc ostění. Po provedení měření stejného úseku tunelu systémem DIBIT došlo k porovnání výsledků obou metod. Zjištěné rozdíly nepřesahovaly 10 mm.

6. ZÁVĚR

Po pádu železné opony došlo při výstavbě tunelů v Čechách k relativně rychlému nasazení moderních stavebních strojů používaných při ražbě tunelů. Důvodem je okamžitý a hmatatelný efekt v podobě zrychlení ražby a zkvalitnění prováděných prací. Otázka nasazení nejmodernější technologie z oblasti měření a kontroly skutečně provedených prací byla dosud ne zcela doceněna. Při měření současného stavu primárního ostění prováděného v tunelu Mrázovka byla využita pouze malá část možností použití systému DIBiT. Jeho plné využití znamená komplexní nasazení systému od zahájení ražby až po ukončení prací na definitivním ostění. DIBIT je moderním kontrolním nástrojem pro všechny zúčastněné strany při výstavbě tunelů. Je to velice rychlý a efektivní způsob získávání přesných a ucelených informací o tvaru a objemu tunelového tělesa v jednotlivých etapách výstavby a určitě má při budování tunelů velkou budoucnost.

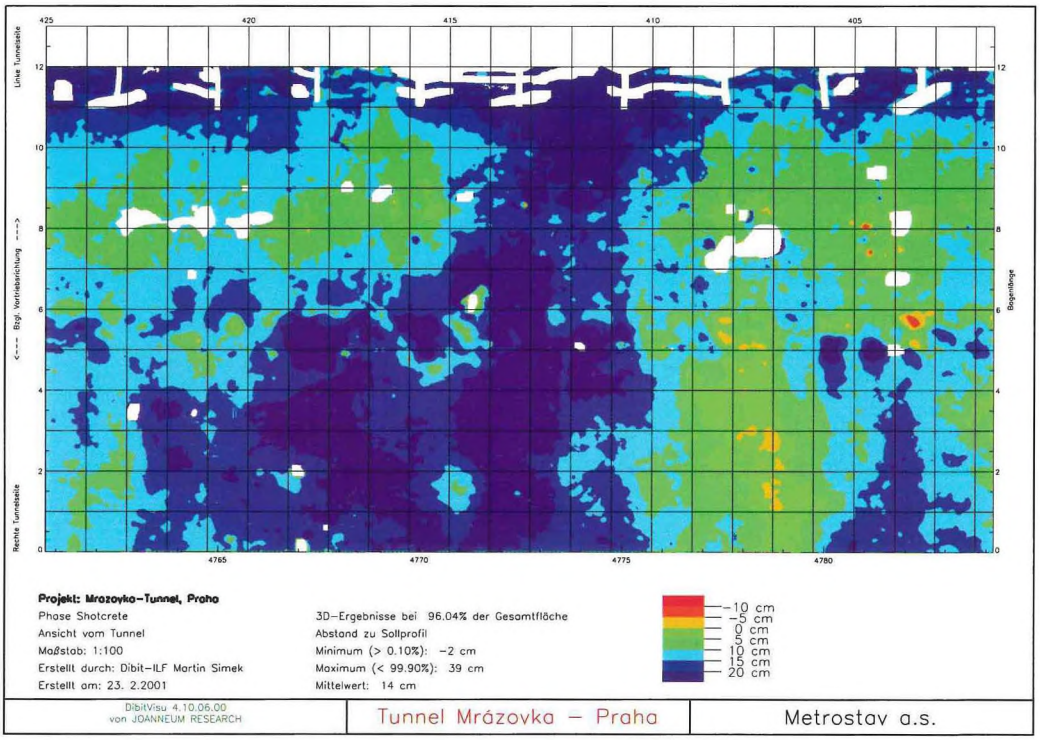
optically. The digital image observation system thus replaces the current type of tunnel as-built drawings. All as-built data not depicted on the CCD images of the support measures are additionally integrated into these new as-built records of the tunnel. All data comprise an objective basis for the evaluation of additional claims by the contractor.
- Improved geological documentation:
The rectified images of the working face of each individual round of advance constitute a high-quality addition of the randomized in-situ observations made by the geologist. This significantly improves the quality of the geological documentation.
The advantages for the contractor and the client and therefore for the entire structure are used optimally when the application of the tunnel scanner is specified by the client in the tender and the contractor charged with the execution.

5. MEASUREMENTS IN THE MRAZOVKA TUNNEL

The Metrostav company ordered the DIBIT-based measurement as a checking on the actual performance of the primary lining of the northern part of the western tunnel tube to serve as a source document for following operations. All operations in the tunnel were conducted in coordination with the site management. The measurements of the whole 653 m-long tunnel section were carried out within four days. Subsequently, an area of about 2000 m² of the primary lining surface was assessed digitally.
When the measurement results had been compared with the designed cross section, there were locations identified reaching under the limit specified by the design. Edges of the lining areas, which had to be treated on the site due to crossed tolerances, were defined by means of coordinates (x, y, z). Contractor's surveyors were able to set out those locations in the tunnel without serious problems using the coordinates, developed tunnel belts (rings) showing deviations from the designed cross section distinguished in colors, and cross sections drawn for each integer meter of the tunnel. The spots reaching into the final lining profile were marked out in the tunnel so that the roadheader operators were able to grind those areas away and prepare them for application of the insulation.
The measurements' results were handed over to the contractor in such a way, which allowed their immediate utilization in the tunneling operations. In total, the assessment of the survey of the 653 m-long tunnel section took 14 days.
Before the contractor placed the order for the DIBIT survey, an inspection of the actual state had been performed by the apparatus Profiler 4000. A 25 m-long section of the lining had been surveyed by this way. The measurement results in the form of deviations from the designed shape had been spray marked directly on the lining face. When the identical tunnel section had been measured by the DIBIT system, the results of the both methods were compared. The determined differences did not cross a value of 10 mm.

6. CONCLUSIONS

A relatively rapid deployment of modern construction equipment used in tunnel engineering came about after the fall of the iron curtain. The reason is the immediate and tangible effect in the form of accelerated driving and improved quality of the operations. The issue of application of the state-of-the-art equipment in the field of measurement and inspection of the actually performed works has not been fully appreciated yet. A small portion only of the potential of the DIBIT system utilization has been exploited in the measurement of the existing state of primary lining on the Mrazovka tunnel. Its full exploitation means an all-covering application of the system from the beginning of excavation till the work on the final lining completion. The DIBIT is a modern tool of inspection for all parties involved in tunnel construction. It is a very fast and efficient way of obtaining accurate and integral information on the shape and volume of a tunnel body in the course of particular construction phases. It has a great future in tunnel engineering.



Obr. 4 Interpretace výsledků - rektifikovaný, rozvinutý tunelový pás - barevné odstupňování výšek
Fig. 4 Interpretation of results - rectified, color-coded tunnel-layout

TUNEL MONT BLANC DNES

MONT BLANC TUNNEL TODAY

DOC. ING. PAVEL PŘIBYL, CSc., ELTODO, a. s.

V tunelu Mont Blanc se 24. března 1999 stala jedna z největších dopravních tragédií, kdy při silném požáru zahynulo 39 lidí, bylo zničeno 24 nákladních automobilů a ostění tunelu v délce asi 900 metrů, lit. [1]. Přes původní optimistické předpoklady o rychlé rekonstrukci tunelu je tento stále zavřen a vozy objíždějí vzdáleným tunelem Fréjus, který je extrémně přetížen.

V pracovní skupině řešící tříletý projekt "Rizika v silničních tunelech" Ministerstva dopravy a spojů vznikl námět navštívit tunel Mt. Blanc ještě před jeho otevřením. Po složitém půlročním vyjednávání hlavního řešitele Eltodo, a. s., kde velmi pomohl i sekretariát ITA/AITES, se podařilo koncem ledna navštívit rekonstruovaný tunel. Členy týmu omezeného na osm osob byli zástupci Metrostavu, Metroprojektu, Subterry, TSK, Eltoda, ÚDI a Fakulty dopravní ČVUT.

Přijetí zástupci investora bylo velmi přátelské a bylo možné detailně prohlédnout celý 11 600 metrů dlouhý tunel. V článku, ve kterém jsou použity podklady z lit. [2] - [5], jsou přiblížena nově přijatá bezpečnostní opatření a je komentován stav rozpracovanosti, který byl jistým překvapením zvláště proto, že se předpokládá otevření tunelu v září tohoto roku.

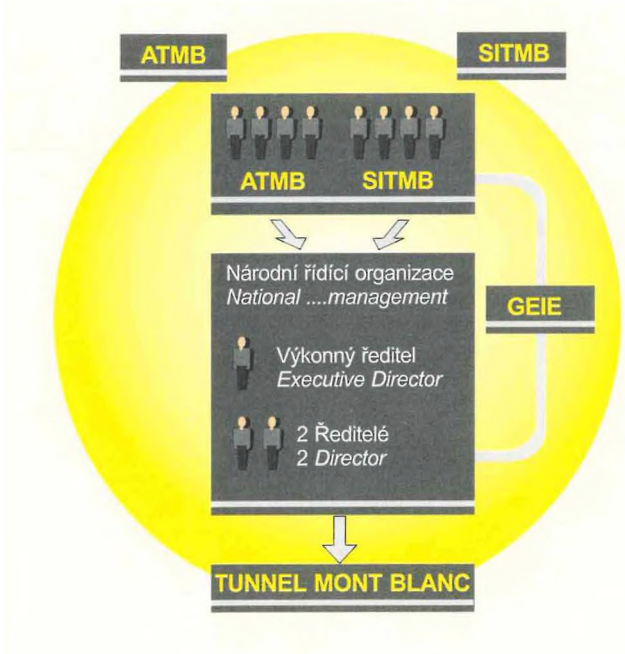
ORGANIZAČNÍ ZAJIŠTĚNÍ REKONSTRUKCE

Francouzskou část tunelu spravuje polostátní akciová společnost ATMB (La societé Autoroutes et Tunnel du Mont Blanc) a italskou část akciová společnost SITMB (Société Italienne du Tunnel Mont Blanc). Jelikož dvojí správa vedla k neurčitosti v řízení a byla i jednou z příčin velkého rozsahu katastrofického požáru, došlo ve vzájemné shodě ke zřízení nadřazené nadnárodní řídicí organizace. Touto organizací je GEIE (Groupement Européen d'intéret économique du tunnel du Mont Blanc), která je řízena řídicí komisí tvořenou třemi řediteli, přičemž jeden z nich je výkonným ředitelem, obr. 1.

Rekonstrukci tunelu řídí obě akciové společnosti ATMB a SITMB, ale o všech otázkách zabezpečení a bezpečnostních systémů rozhoduje GEIE, což vytváří předpoklad zavedení jednotného a kompatibilního bezpečnostního systému.

Bližší seznámení se stavem prací a prezentaci projektu rekonstrukce tunelu provedli za společnost hlavního inženýra projektu SCETAROUTE - SPEA ředitel projektu pan Laurent Samma a za společnost hlavního dodavatele francouzské části oprav BG pan Francois Xavier Giugas.

Po požáru v březnu 1999 a jeho následném vyšetření, které má mimochodem 1200 stran soudních spisů, dnes přístupných i na internetu, byla do ledna 2000 vytvořena koncepce oprav a rekonstrukce a v nabídkových řízeních vybrání inženýr projektu a dodavatelé. Platí, že projekt je jednotný, ale italská a francouzská část je realizována vždy národními konsorcii. Dnešní předpoklad dokončení oprav a rekonstrukce je sice srpen - září, ale podle shodného odhadu účastníků cesty je možno očekávat spíše termín dokončení na přelomu letošního a příštího roku.



Obr. 1 Nové bezpečnostní organizační schéma
Fig. 1 New safety organization chart

Within the tunnel under Mont Blanc, one of the worst traffic tragedies occurred on March 24 1999, when in a heavy fire 39 people died, 24 cargo vehicles and 900 m of tunnel lining were destroyed, lit. [1]. Despite original optimistic expectations about fast reconstruction of the tunnel, it is still closed and vehicles use bypass through the distant tunnel of Fréjus, which is extremely overburdened.

Within the workgroup which is solving a three year project "Risks in road tunnels" of the Ministry of Transportation and Communications, the idea of visit to the Mont Blanc tunnel was brought even before its opening. After half a year of complicated negotiations of the main realizer Eltodo a.s., where also the ITA/AITES secretariat helped a lot, it was finally possible to visit the reconstructed tunnel by the end of this January. Representatives of Metrostav, Metroprojekt, Subterra, TSK, Eltodo, ÚDI and ČVUT Faculty of Transportation were the eight members of the reduced team.

Acceptance by the tunnel owner was very warm and it was possible to take a detailed look at the entire 11600 m long tunnel. Within the article, where sources from literature [2]-[5] are used, new safety measures are introduced and the condition of work is commented on, especially when this was a certain surprise, because opening of the tunnel is estimated in September this year.

ADMINISTRATIVE PROVISION OF THE RECONSTRUCTION

The reconstruction of the French tunnel section is administered by semi-governmental ATMB inc. (La societé Autoroutes et Tunnel du Mont Blanc) and the Italian one by SITMB inc. (Societé Italienne du Tunnel Mont Blanc). Because the dual administration led to vagueness in management and thus was one of the causes of large extent of the disastrous fire, after mutual agreement, a superior management organization was established. This organization is GEIE (Groupement Européen d'intéret économique du tunnel Mont Blanc), which is controlled by a management committee consisting of three managers, one of which is an executive director, fig. 1.

The tunnel reconstruction is administered by both incorporated companies ATMB and SITMB, but GEIE decides in all questions of safety and safety systems, so that requirement for implementation of uniform and compatible safety system is ensured.

Closer acquaintance with the status of works and presentation of the project of tunnel reconstruction was submitted by project manager Mr. Laurent Samma, on behalf of the main project engineer SCETAROUTE - SPEA, and by Mr. Francois Xavier Giugas, on behalf of the main contractor for the French section of repairs BG.

After the fire in 1999 and its consequent investigation, which by the way has 1200 pages of court documents, today also accessible on the internet, until January 2000 a concept of repairs and reconstruction had been created and within a tender, project engineer and suppliers were selected. It is a fact that the project is uniform, but both the French and Italian sections are realized by national consortiums. Current estimation of completion of repairs and reconstruction is August/September, however, according to unanimous estimation of the journey participants, it is more likely to expect the completion rather at the break of this and next year.



Obr. 2 Oheň kompletně zničil betonovou obezdívku
Fig. 2 The fire completely destroyed the concrete lining

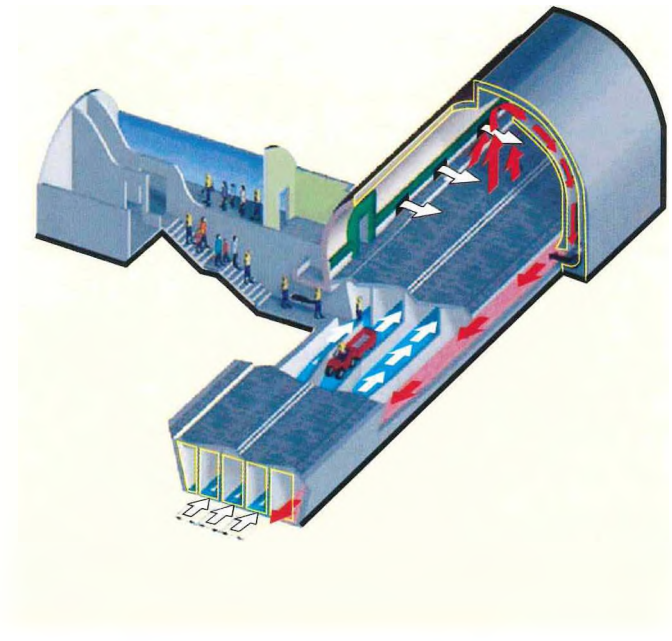
Celkový finanční objem:	všech činností	300 mil. EUR
	všech dodávek	230 mil. EUR
	stavební	110 mil. EUR
	technologie	120 mil. EUR
	projekt a jeho řízení	70 mil. EUR

DŮSLEDKY POŽÁRU

Celková bilance ztrát na životech v důsledku požáru činila podle oficiální zprávy 39 lidí, vesměs na příjezdové straně z Francie. Vozidlo záchranné služby, zablokované na francouzské straně několik set metrů před hořícím kamionem se podařilo vyprostit až po pěti hodinách a jeden ze čtrnácti hasičů po převozu do nemocnice zemřel. Požár se podařilo zlikvidovat až za dva dny 26. března po 16.00 hod. Většina ztrát na životech na francouzské straně byla způsobena udušením kouřem (s přispěním přetlaku z italské strany) a následným upálením. Na italské straně vozidla jedoucí před hořícím kamionem odjela bez poškození a uvolnila návratovou cestu protijedoucím vozidlům, jedoucím do Francie. I řidič hořícího kamionu pan Gilbert Degrave se zachránil a mohl být vyslýchán při následném soudním řízení.
Při požáru v uzavřeném prostoru, podporovaném intenzivní ventilací, dosáhla teplota výše mnoho set stupňů Celsia (až 1200 °C), což dosvědčuje i skutečnost, že došlo k rozpadu betonového zdiva tunelu až na skálu a ohnisko požáru bylo dostupné po intenzivním chlazení až za více než 48 hodin.

PŘÍČINY POŽÁRU A ZÍSKANÉ ZKUŠENOSTI

Vlastní příčina požáru nákladu na belgickém kamionu, tj. proč začaly hořet jinak ne příliš hořlavý margarin a mouka, naložené na korbě kamionu, nebyla ani soudně, ani expertně dodnes prokázána, lit. [6]. Následné vyšetření zbytků kamionu nepřineslo žádné průkazné výsledky vzhledem k jeho totální devastaci požárem.
Samovznícení nákladu nešlo racionálně zdůvodnit, a tudíž lze o něm vážně pochybovat. Jeho vznícení, například od hořící pneumatiky, nebylo možné také prokázat. Rovněž expertizy odborníků na nákladní automobilovou dopravu, včetně odborníků výrobce (VOLVO), nepotvrdily pravděpodobnost této příčiny.
Otázkou je i skutečnost, proč kamion po zastavení v odstavném výklenku 21 okamžitě celý vzplanul a zda nemohl s doutnajícím požárem na korbě dojet až na výjezd z tunelu na italské straně. Vzhledem k okamžitému vzplanutí kamionu nemohl řidič použít hasicí přístroj na palubě kamionu a zachránil si život útěkem na italskou stranu.
Celý vývoj požáru v silničním tunelu Mont Blanc lze uvést jako varovný případ řízení heterogenních systémů. V daném případě byla heterogennost systému dána hlavně dvojím nezávislým řízením zabezpečovacích zařízení (z italské a z francouzské řídicí stanice) a navíc pak spontánním a nepředvídatelným chováním účastníků katastrofy. Vlastní rozsah katastrofy v daném konkrétním případě byl vyvolán několika zásadními nedostatky, kterým je nutno do budoucna zabránit:
1. Zvýšení důsledků katastrofy bylo bezpochyby způsobeno nezávislým zásahem italského dispečera vedoucím ke zvýšení výkonu ventilace z italské strany, které podpořilo rychlé vzplanutí kamionu po zastavení v odstavném výklenku č. 21. Dále také způsobilo zakouření francouzské strany tunelu v úseku za hořícím kamionem, ve kterém byla uvězněna vozidla jedoucí za kamionem. Jejich posádky se udusily (i na útěku) a pak následně uhořely. Zpráva expertů, lit. [7] na straně 159 a dalších, znovu konstatuje, že se jednalo o dva zcela nezávislé řídicí systémy: jeden na francouzské a jeden na italské straně tunelu.
Závěr 1: Veškeré řídicí a zabezpečovací systémy musí být řízeny a ovládány z jediného centra.
2. Odstavné výklenky neposkytovaly ochranu ani před kouřem, ani před žárem vzniklého požáru. Jiné úkryty posádek v tunelu nebyly.
Závěr 2: Je nutno vybudovat bezpečné ochranné úkryty a únikové cesty pro posádky uvězněných vozidel v případě havárie.
3. Tunel byl vybudován jako obousměrný, což značně komplikuje záchranné práce při havárii vhledem k protijedoucím vozidlům a vede ke ztížení, případně i k znemožnění únikových operací. Únikové chodníky umístěné po stranách podél vozovky v tunelu byly široké pouze



Obr. 3 Princip nově vybudovaných únikových cest;
přívod čerstvého vzduchu - modře, odvod kouře - červeně
Fig. 3 The principle of newly built escape ways;
fresh air supply - blue, smoke extraction - red

Total financial volume :	*all activities*	*300 mill. EUR*
	all supplies	*230 mill. EUR*
	civil works	*110 mill. EUR*
	E&M works	*120 mill. EUR*
	project and its management	*70 mill. EUR*

FIRE CONSEQUENCES

Total result of casualties due to the fire reached according to official report 39 persons, mostly at the French tunnel section. One of the emergency vehicles was blocked few hundred meters in front of the on-fire truck at the French side and it was possible get release it only after 5 hours, one of 14 firemen died after being taken to hospital. Only after two days on March 26 after 4 p. m., the fire was finally brought under control. Most casualties at the French side occurred due to smoke suffocation (with contribution of overpressure from the Italian section) and consequent burning. Within the Italian section, cars moving in front of the on-fire truck got away with no damage and thus opened return way for cars in the opposite direction, going to France. Driver of the on-fire truck Mr. Gilbert Delgrave also survived and could be consequently interrogated during the following lawsuit.
By fire in the pent area, supported by intensive ventilation, the temperature reached several hundred Celsius degrees (even 1200). That is also evidenced by the fact that the concrete tunnel lining was eroded up to the very rock and the fire center was accessible after intensive cooling only in more than 48 hours.

CAUSES OF FIRE AND GAINED EXPERIENCE

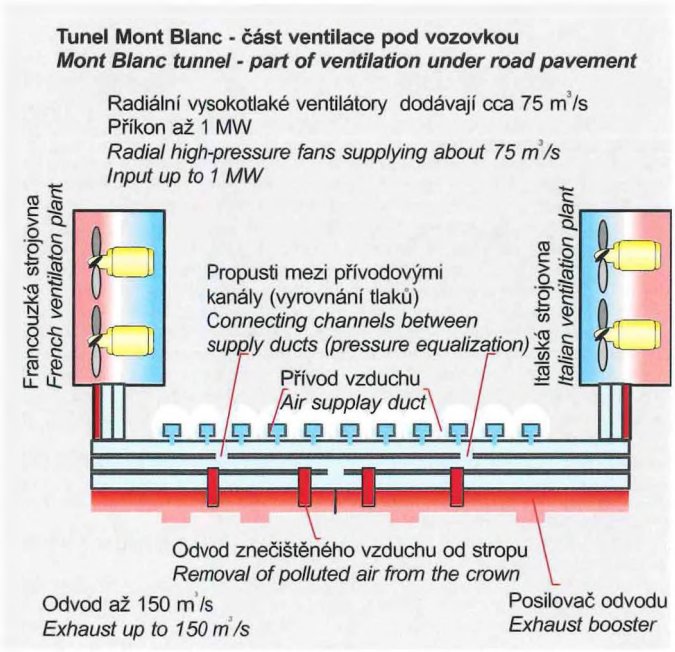
The very cause of fire of cargo in the Belgian truck, i.e. why usually not very inflammable margarine and flour, loaded in the back of the truck, caught on fire, has been proved neither by court nor by experts until today., lit. [6].Consequent investigation of the truck remains did not bring any remarkable results with regards to its complete fire devastation.
It was not possible to rationally reason the cargo's flame up and therefore it is possible to seriously doubt it, while it was also not possible to prove other flame up, for instance from a burning tire. In the same way, expertises of cargo transportation professionals, including professionals of the producer (VOLVO), did not confirm probability of this cause.
It also presents a question why the truck after stopping in the lay-by niche 21 immediately got entirely on fire and if by any chance could not with smoldering back reach the tunnel exit at the Italian section. With regards to immediate flame up, the driver could not use the fire extinguisher on board and instead saved his life by running to the Italian section.
The entire fire progress in the Mont Blanc tunnel can be used as a premonitory example of management of heterogeneous systems. In this case, the heterogeneity was given mainly by dual independent management of safety facilities (from French and Italian controlling stations), but also by spontaneous and unpredictable behavior of the disaster participants. The own extent of disaster was in this concrete case caused by several basic imperfections, which have to be prevented in future :
1. Increase of disaster impacts was no doubt caused by independent action of the Italian supervisor leading to increased ventilation output from the Italian section, which naturally added to fast truck's flame up after it stopped in the lay-by niche 21. Furthermore, it caused smoke in the French tunnel section behind the on-fire truck, where cars going behind it were trapped. Their crews suffocated (even during escape) and consequently burnt. The experts' report, lit [7] on page 159 and others, again states that there were two absolutely independent controlling systems: one at the French and one at the Italian side.
***Conclusion 1:** All controlling and safety systems must be run and controlled from a single Center.*
2. Lay by niches did not grant protection from smoke nor from fire heat. There were no other shelters for crews within the tunnel
***Conclusion 2:** It is essential to build safe protective shelters as well as emergency exits for crews of trapped cars in case of accident.*
3. The tunnel was constructed for two-way traffic and that significantly complicates rescue works by accidents, with regards to vehicles in opposite direction, and leads to complication or even impossibility of escape operations. Exit pavements, located at sides along the tunnel road, were only 80 cm wide and the escaping persons were, regarding to position of the air extraction openings, in smoked area.
***Conclusion 3:** It is generally valid that it is necessary to build one-way road tunnels with safety connections between the tubes. Two-way tunnels must be equipped with ventilation tunnel or escape tunnel, which can be used as independent pedestrian way of escape in case of extensive accident (fire).*
4. The tunnel was equipped with neither hydrants nor water reservoirs for fire extinguishing, therefore the blaze could have been tackled only using equipment brought by the fire brigade vehicles (foam etc.) That proved as insufficient in case of extensive fire in pent area, also with regards to the need of intensive cooling of the fire vicinity, only that consequently enabled access to the fire center and its containment.
***Conclusion 4:** Long road tunnels must be equipped with sufficient number of fire hydrants, fed from emergency fire water reservoirs.*
5. The tunnel was equipped with radio links with regards to the possibility of burning of telephone cables. That enabled signalization and phone connection of the tunnels users from individual lay-by niches with the controlling centers even during such an extensive fire.
***Conclusion 5:** Long road tunnels must be equipped with suitable communication means (wireless links, telephone connection), enabling communication from individual tunnel sections with the controlling center in case of accidents and fires, without a danger of cable burning.*
6. The tunnel was ventilated by a ventilating corridor beneath the road, using ventilation shafts located next to the escape pavements at the bottom tunnel side, with regards to common location of car exhausts. That on one hand ventilates the exhausted gases well, but on the other caused gathering of smoke at the tunnel bottom, and thus increased the chance of tunnel users' intoxication with fire exhausts and complicated visibility and orientation in the tunnel.
***Conclusion 6:** Ventilation at road tunnels must be so designed, that beside the common evacuation of exhaust gases, it would allow intensive extraction of smoke*

80 cm a unikající osoby byly vzhledem k poloze odsávacích otvorů v zakouřeném prostředí.
Závěr 3: Obecně platí, že silniční tunely je nutno budovat jako jednosměrné s bezpečnostními prostupy mezi troubami. Obousměrné tunely musí být vybavené ventilačním tunelem nebo únikovým tunelem, použitelným jako nezávislá pěší úniková cesta v případě rozsáhlé havárie (požáru).
4. Tunel nebyl vybaven ani hydranty, ani zásobníky vody pro hašení požáru, takže požár mohl být hašen pouze hasicími prostředky dovezenými hasičskými vozy (pěna apod.). To se ukázalo jako nedostatečné v případě rozsáhlého požáru v uzavřeném prostoru vzhledem k potřebě intenzivního chlazení okolí požáru, které teprve následně umožní přístup k ohnisku požáru a jeho hašení.
Závěr 4: Dlouhé silniční tunely musí být vybaveny dostatečným počtem požárních hydrantů, napájených z pohotovostních protipožárních vodních nádrží.
5. Tunel byl vybaven radiovými pojítky s ohledem na možnost prohoření telefonních kabelů. To umožnilo signalizaci a telefonní spojení uživatelů tunelu z jednotlivých odstavných výklenků s řídicími středisky i během tak rozsáhlého požáru.
Závěr 5: Dlouhé silniční tunely musí být vybaveny vhodným komunikačním prostředím (bezdrátová pojítka, telefonní spojení), umožňujícím komunikaci z jednotlivých partií tunelu s řídicím střediskem tunelu v případě havárií a požárů, bez nebezpečí přehoření kabelů.
6. Tunel byl odvětráván odvětrávacím koridorem pod vozovkou pomocí ventilačních šachet, umístěných vedle únikových chodníků na spodní straně tunelu, s ohledem na běžné umístění výfuků u vozidel. To sice dobře odvětrává výfukové plyny, ale způsobilo stahování kouře k podlaze tunelu, tím zvýšilo možnost otravy uživatelů tunelu zplodinami požáru a ztížilo viditelnost a orientaci v tunelu.
Závěr 6: Ventilace silničních tunelů musí být projektována tak, aby kromě běžného odsávání výfukových zplodin umožňovala intenzivní odsávání kouře od stropu tunelu v případě požáru, a tím trvale snižovala zakouření spodní partie tunelu.
7. Tunel Mont Blanc neměl vlastní záchrannou jednotku. Operátoři na obou koncích tunelu (francouzské i italské) alarmovali místní záchranné sbory, každý na svém území, čímž docházelo ke zpoždění zahájení záchranných prací.
Závěr 7: Operátoři dlouhých silničních tunelů musí mít pod přímým velením záchranné

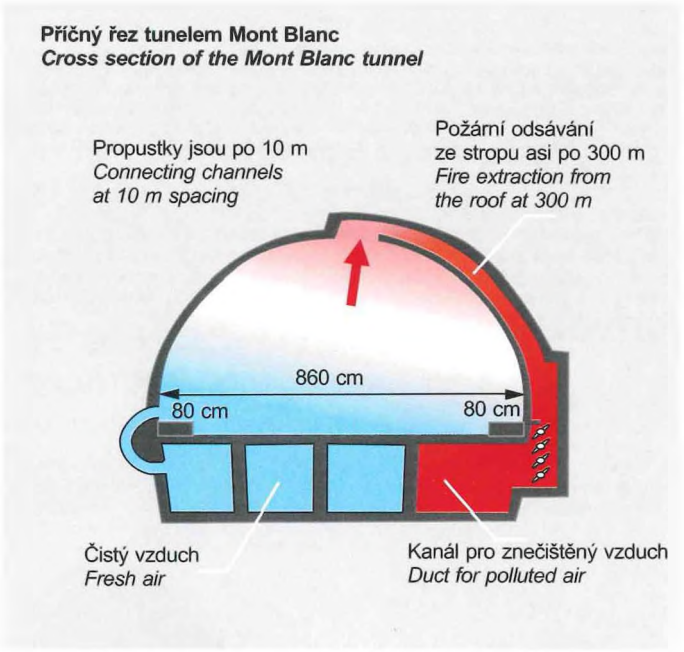
from the tunnel ceiling for the case of fire and along with this would permanently reduce smoke of the lower tunnel parts.
7. The Mont Blanc tunnel did not have its own rescue unit. Operators at both tunnel ends (French and Italian) alarmed local rescue brigades, both within their own area, and thus delay of commencement of rescue works occurred.
***Conclusion 7:** Operators of long road tunnels must have a rescue unit under direct command, and thus located within the tunnel and equipped with specialized rescue vehicle, enabling first aid during tunnel accidents, i.e. first extinguishing intervention as well as first aid to those injured or rescue of crews in danger, still before called common rescue brigades arrive.*

BASIC SAFETY MEASURES

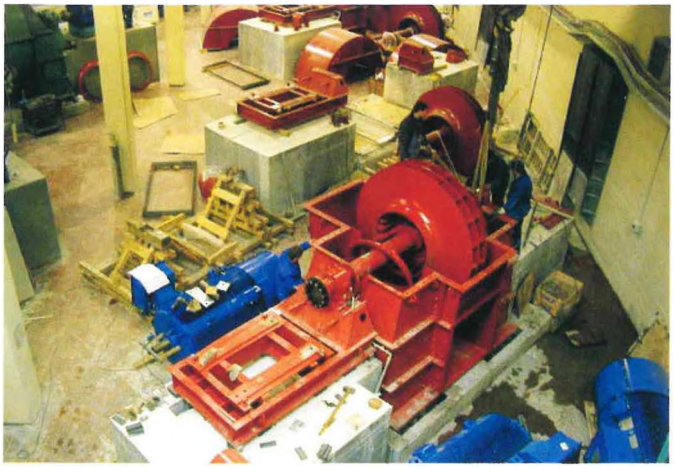
Gained experience was elaborated into practical safety measures. First step to realization of safety measures was the aforementioned alteration in organization of tunnel administration, i.e. establishment of supranational organization GEIE, which within the frame of tunnel reconstruction especially provides for the following activities:
- Supervision of all works, realized by consortiums ATMB and SITMB;
- Taking over all works in the tunnel;
- Preparation and training of personnel.
The second step to unification of tunnel management was a creation of French-Italian intergovernmental commission CIG (Commission Intergouver-mentale de Controle du tunnel do mont Blanc). This commission, operating on governmental level eliminates eventual quarrels deriving from protections of regional interests of individual incorporated companies ATMB and SITMB, which cannot be solved by GEIE. Governmental regulation on controlling of the CIG activity especially takes into consideration the three following rules of safety:
- Escort of persons in danger into safe places and their fastest possible evacuation;
- Rapid activation of rescue brigades
- Integration of safety means.
Absence of escape ways from the tunnel was the cause of such a high amount of



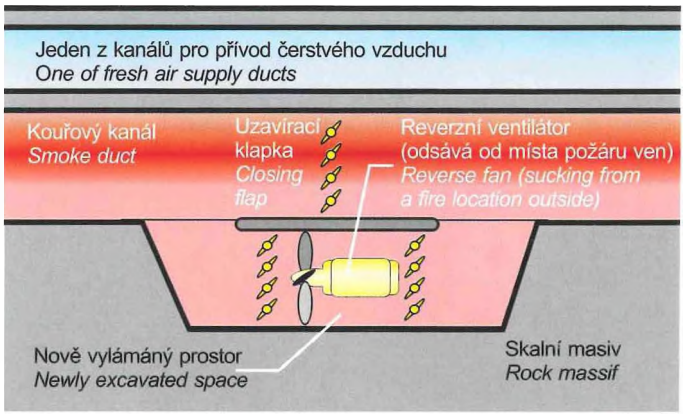
Obr. 4 Podélné schéma ventilace (tečkovaně-odvod vzduchu)
Fig. 4 Longitudinal scheme of ventilation (dotted line - air evacuation)



Obr. 5 Příčný řez ventilačním systémem
Fig. 5 *Cross section of the ventilation system*



Obr. 6 Pohled na radiální ventilátory ve strojovně vzduchotechniky
Fig. 6 View of radial fans in the ventilation plant room



Obr. 7 Schéma přídavných ventilátorů, které v případě nutnosti posilují odvod znečištěného vzduchu
Fig. 7 Scheme of aditional fans boosting the polluted air exctraction in case of a necessity

družstvo umístěné v tunelu a vybavené speciálním záchranným vozidlem, umožňujícím první pomoc při havárii v tunelu, tj. jak první zásah při hašení, tak první pomoc raněným a záchranu ohrožených posádek ještě před příjezdem přivolaných obecných záchranných sborů.

ZÁKLADNÍ BEZPEČNOSTNÍ OPATŘENÍ

Získané zkušenosti byly rozpracovány do konkrétních bezpečnostních opatření. Prvním krokem k realizaci bezpečnostních opatření byla uvedená změna v organizaci správy tunelu, tj. zřízení nadnárodní organizace GEIE, která v rámci rekonstrukce tunelu zajišťuje zejména následující činnost:
- dozor nad všemi pracemi prováděnými konsorcii ATMB a SITMB,
- zajištění přejímek všech prací v tunelu,
- přípravu a výcvik personálu.

Druhým krokem k unifikaci řízení tunelu bylo ustavení francouzsko-italské mezivládní komise CIG (Commision intergouvermentale de controle du tunnel do Mont Blanc). Tato komise, působící na vládní úrovni odstraňuje případné spory vzniklé hájením regionálních zájmů jednotlivých akciových společností ATMB a SITMB, které nemůže řešit GEIE. Vládní směrnice řídící práci CIG zohledňuje především následující tři zásady bezpečnosti:
- odvedení ohrožených osob do bezpečného prostředí a jejich co nejrychlejší evakuaci,
- rychlá aktivace záchranných složek,
- integrace bezpečnostních prostředků.

Příčinou velkého množství lidských obětí při výše zmiňované nehodě byla neexistence únikových prostor z tunelu. Nouzové úkryty, které zde byly, se bohužel ukázaly jako neúčinné. Protože pod vozovkou vedou větrací kanály, byly do nich, v rámci rekonstrukce, realizovány nouzové vstupy z tunelu. Jedním z prostředních vzduchových kanálů může projíždět speciální vozidlo hasičského sboru (něco na způsob důlní lokomotivy) s přepravní kapacitou asi 40 osob.

Další opatření se týkají dopravních a zabezpečovacích systémů:

Odstupy vozidel: Protože je tento tunel obousměrný, což přináší značné zvýšení rizik při provozu, bude do tunelu zamontován elektronický systém dohlížející na dostatečnou vzájemnou vzdálenost vozidel, která byla stanovena na min. 150 m. Toto opatření platilo i před havárií, proto bude použit elektronický systém. Stanice tohoto elektronického systému budou od sebe vzdáleny 600 m a mají výstupy na informační systém v tunelu (upozornění řidiče) i na pracoviště dopravních dispečerů (i policie).

Omezení rychlosti: V tunelu je snížena maximální rychlost vozidel z 80 km/hod na 70 km/hod, minimální rychlost 50 km/hod.

Nebezpečný náklad: Vozidla s nebezpečným nákladem mají zakázán vjezd do tunelu. Nákladní vozidla, u kterých vznikne podezření na převážení nebezpečného nákladu, budou před vjezdem do tunelu odstavena a kontrolována.

Řídicí centrum: Provoz v celém tunelu bude řízen hlavním řídicím střediskem v Chamonix. Italská strana tunelu bude vybavena kontrolním řídicím střediskem.

Informační systém: Vždy po 600 m budou v tunelu osazeny informační tabule a světelná signalizace pro zastavení provozu. Ta bude doplněna, pro dosažení jistoty zastavení, mechanickou vertikální závorou.

Únikové východy: Původních 24 únikových prostor, budovaných zejména pro případ vzniku požáru, je doplňováno na nový celkový počet 46. Všechny únikové prostory jsou rozšiřovány o schodiště pro pěší komunikaci z tunelu do větracích kanálů s čerstvým vzduchem, umístěných pod úrovní vozovky, obr. 3. Větrací kanály mají výšku asi 2 m a umožňují dojít k portálům tunelu. Největší vzdálenost z libovolného místa v tunelu k únikovému schodišti je asi 125 m.

Detekce kouře: Kromě liniové detekce požáru a opacitometrů pro detekci kouře bude důležitým prvkem detekce kouře systém videokamer, které by měly být vybaveny elektronickým systémem pro identifikaci kouře.

Obložení tunelu: Vnitřní povrch tunelu bude v celé délce vystrojen protipožárním obkladem.

Bezpečnostní služba: Uprostřed tunelu bude nově vybudována místnost přetlakově větraná a klimatizovaná, kde bude celodenně služba záchranného týmu a budou zde i příslušně vybavená vozidla. Rovněž u obou portálů budou trvale záchranné týmy pro případ nehody nebo požáru vozidla.

Větrání tunelu: Větrání tunelu má základní význam pro zajištění přiměřené bezpečnosti. V dalším textu jsou shrnuty nové zásady a detailnějšímu popisu je věnována následující kapitola:
- koncepce větrání s pomocí větracích kanálů pod úrovní vozovky zůstává beze změny;
- centrálně řízené klapky budou přivádět čerstvý vzduch z kanálů pod vozovkou po celé délce tunelu s odstupem 10 m;
- pohyb vzduchu v tunelu bude možno upravovat pomocí 76 nově instalovaných ventilátorů zavěšených pod klenbou tunelu;
- ve vzdálenosti 100 m jsou do obezdívky po celé délce tunelu nově doplněny (dříve po

human casualties in the aforementioned accident. Emergency shelters that were present unfortunately proved as ineffective. Because ventilation canals are conducted beneath the road, within the frame of reconstruction, emergency tunnel exits were realized into those. Through one of the central air canals, a special fire brigade vehicle with the capacity of app. 40 persons can move (something like mine locomotive).

Further measures concern traffic and safety systems:

Vehicle distances: *Because the tunnel is of a double-way design, thus significantly increasing the risks by operation, an electronic system supervising the sufficient mutual distance between vehicles, which had been set as minimum of 150 m, will be built in. This measure had been valid even before the accident, and therefore the electronic system will be utilized. Stations of this electronic system will be 600 m away from each other and will have outputs to the information system in the tunnel (drivers' warning) as well as to workplaces of traffic supervisors (and police).*

Speed limitation : Within the tunnel, highest speed of vehicles is reduced from 80 km/h to 70 km/h while the lowest is 50 km/h.

Dangerous cargo: *Vehicles with dangerous cargos are prohibited from entering the tunnel. Trucks, which are suspected of carrying dangerous cargo, will be laid up and inspected before entering the tunnel.*

Controlling center: *Operation in the entire tunnel will be controlled from the main controlling center in Chamonix. Italian section will be equipped with monitoring controlling center.*

Information system: *Every 600 m there will be information boards and light signalization for traffic termination installed. That will be, to set a guarantee for termination, complemented with a mechanical vertical bar.*

Escape ways: *Preliminary the number of exits, constructed especially for the case of fire, have been increased from 24 to the total of 46. All exit areas are being enlarged with staircase for pedestrian connection between the tunnel and ventilation tunnels with fresh air, fig. 3. Ventilation canals are app. 2 m high and allow to get to the tunnel portals. The largest distance from any place within the tunnel to an exit staircase is app. 125 m.*

Smoke detection: *Beside the line detection of fire and opacitometers for smoke detection, a set of cameras, which should be equipped with electronic system for smoke detection, will be an important detection element.*

Tunnel cladding: *Inner tunnel surface will be along the entire length equipped with fireproof cladding.*

Security service: *A new room, ventilated with overpressure and air-conditioned, will be constructed in the middle of the tunnel and will be seat of nonstop service of rescue team, also with accordingly equipped vehicles. In the same way, rescue teams for cases of accident or vehicle fire are located permanently by both portals.*

Tunnel ventilation: *The tunnel ventilation plays essential role for provision of accordant safety. New principles are summarized in the following text while the next chapter is devoted to their more detailed description.*
- *Concept of ventilation using ventilation canals beneath the road level remains without a change;*
- *Centrally operated flaps will release fresh air from canals beneath the road along the entire tunnel length with distances of 10 m;*
- *It will be able to adjust air movement in the tunnel using 76 newly installed fans, pendent below the tunnel vault;*
- *Along the entire tunnel lentgth in the distances of 100 m (300 m before), ventilation canals are newly installed into the tunnel lining. They lead from the vault top into the air vent canal beneath the road level, with operation of the air passage in every single canal by a centrally operated flap. Use mainly by fires is estimated;*
- *Within the tunnel track, 4 new auxiliary fans with remotely controlled flaps will be constructed;*
- *At both entrance portals, always in the distances of 100 m from the tunnel entrance, new ventilation stations, providing for evacuation of majority of contaminated winds away from the portal, are constructed.*

VENTILATION SYSTEMS

Designed transverse ventilation system is not being altered during the reconstruction, new more effective radial high-pressure fans for air supply and extraction are being installed, fig. 6. Supply and extraction fans are located in fan rooms at both portals. From each of the fan rooms, one half of the tunnel, i.e. 5,8 km, is being ventilated. Special fire flaps at air extraction and four auxiliary fans in the venting



Obr. 8 Únikový východ na italské straně je před dokončením
Fig. 8 Emergency exit at the Italian section is before completion



Obr. 9 V tomto výklenku na francouzské straně se začíná bagrovat propojení se vzduchovým kanálem
Fig 9 Within this niche at the French side, connection with the ventilation canal begins to be excavated

300 m) větrací kanály z vrcholu klenby do kanálu odvodu vzduchu pod úrovní vozovky s ovládáním průchodu vzduchu v každém jednotlivém kanálu centrálně řízenou klapkou. Předpokládá se využití hlavně při požáru;
- v tunelové trase budou vybudovány 4 nové pomocné ventilátory s dálkově řízenými klapkami;
- na obou vstupních portálech jsou vždy ve vzdálenosti 100 m od vstupu do tunelu nově vybudované větrací stanice zabezpečující odvedení většiny kontaminovaných větrů od portálu.

VĚTRACÍ SYSTÉM

Navržený příčný systém větrání není v rámci rekonstrukce měněn, jsou instalovány nové výkonnější radiální vysokotlaké ventilátory pro přívod a odvod vzduchu, obr. 6. Přívodní a odvodní ventilátory jsou umístěny ve strojovnách vzduchotechniky u obou portálů. Z každé strojovny se větrá polovina tunelu, tj. 5,8 km. Nově jsou použity speciální požární klapky na odvodu vzduchu a čtyři pomocné ventilátory v odvodním kanálu využívané při požárním větrání. Pro vyrovnání vlivu přirozené aerace, působení větru u portálů a možnost řízení pohybu vzduchu v tunelu je pod klenbou instalováno 76 proudových ventilátorů s reverzním chodem příkonu 27 kW (600 N). Základní podélné schéma ventilace je na obr. 4 a příčný řez je na obr. 5.

Větrání při normálním silničním provozu:

V každé strojovně u portálu:

přívod	75 x 4 = 300 m³/s	před rekonstrukcí
	82,5 x 4=330 m³/s	po rekonstrukci
odvod	80 m³/s	před rekonstrukcí
	150 - 200 m³/s	po rekonstrukci

Přívod vzduchu je zajištěn cekem 3 až 4 kanály umístěnými pod vozovkou, vyústění dole u chodníku po 0,57 m³/s a vzdálenost vyústek je asi 10 m. Odvod vzduchu je pod klenbou tunelu přes vyústky napojené na odvodní kanál pod vozovkou. Odsávací svislé kanály jsou osazeny požárními klapkami se servopohonem umístěným asi 1,5 m nad vozovkou. Ten je v kobce mimo proudění vzduchu. Vzdálenost mezi jednotlivými odsávacími vyústky je 100 m. Celkem bylo nutné vysekat nebo adaptovat 110 vstupů pro odkouření, každý o kapacitě 150 m³, což představuje zdvojnásobení stávající kapacity.
Z důvodů požadavků francouzské strany, aby nedocházelo k znečišťování ovzduší u Chamonix díky unikajícím zplodinám z tunelu, je u tohoto portálu nově navržena odvodní strojovna s dvěma axiálními ventilátory pro odvod vzduchu z tunelu s kapacitou 460 m³/s a výfukový komín zaručující rozptyl zplodin. Je zde také uvažováno o prostoru pro budoucí instalaci elektrostatických filtrů pro čištění odvodního vzduchu od pevných částic z provozu naftových motorů.

Větrání při požáru vozidla v tunelu:

Řídicí systém vyhodnotí místo požáru a v délce 600 m se naplno otevřou požární klapky, zatímco se ostatní uzavřou. Spustí se tři radiální odvodní ventilátory v příslušné strojovně u portálu a zajistí odvod 150 m³/s v daném úseku. Na odvodním kanále jsou v celé délce tunelu celkem čtyři pomocné axiální ventilátory, které zajistí překonání tlakových ztrát v kanále a účinné odsávání z místa požáru, obr. 7.
Teplotní odolnost ventilátorů a klapek je 400 °C. Přívodní kanály lze tedy využít i pro únik osob z místa požáru. Vstup je zajištěn přes záchranné komory dobudované po 300 m v tunelu. Komory jsou přetlakově větrané a schody propojené do přívodního kanálu, kterým je možné uniknout z místa požáru. V tomto případě je zde max. rychlost proudění 10 m/s.

REKONSTRUKČNÍ PRÁCE

Zvládnout tak rozsáhlou rekonstrukci je jistě velký problém. V tunelu v době návštěvy panoval čilý stavební ruch. Stupeň rozestavěnosti je velmi rozdílný. Na francouzské straně se v několika případech teprve začínalo s ražbou únikových prostor, na italské straně byly některé před dokončením.
Rozsáhlá stavební činnost zaměstnává denně v tunelu 600 pracovníků a předpokládá se, že maximální počet bude až 1000 pracovníků. S takovouto kumulací pracovníků a techniky jsou spojeny značné logistické (doprava pracovníků, materiálu a zařízení) a hygienické problémy. Při pobytu v tunelu obtěžovala nejenom vysoká teplota, ale i ovzduší, kdy pálily oči, neboť se v současnosti větrá ještě stále starou větrací kapacitou, což je zřejmě na hranici hygienické únosnosti. Technologické dodávky jsou dodávány podle projektu na celou délku tunelu se smluvním rozdělením na dílčí dodávky pro dva odběratele. Na první pohled se zdálo, že práce jsou dobře koordinovány a probíhají s maximálním úsilím.

ZÁVĚR

Návštěva se uskutečnila díky dlouhodobé přípravě a pomoci viceprezidenta ITA/AITES pana Vuilleumiera za přispění sekretáře ČTuK pana Ing. Matznera. Našim francouzským kolegům patří vřelý dík za celý den, který se nám věnovali a podrobně nás seznámili se všemi detaily.
Závěry a poučení z návštěvy budou zapracovány do grantu MDS č. 803/110/105 "Analýza a řízení rizik v silničních tunelech" a budou diskutovány v rámci národní pracovní skupiny "Bezpečnost v silničních tunelech". Již dnes je však možné přijmout jednoznačný závěr: Kromě technologického řešení tunelu je nutné věnovat maximální pozornost i organizační stránce a výuce personálu. Tyto zásady jsou zakotveny v připravovaných technických podmínkách pro provozování, správu a údržbu tunelů pozemních komunikací.

LITERATURA

[1] Přibyl P.: Požáry v silničních tunelech a jejich vliv na krizovou analýzu, Tunel, č. 3, 8. roč., 1999, str. 10-17
[2] Štefan J.: Zpráva ze služební cesty 28. 3. - 30. 3., tunel Mont Blanc, Eltodo- dopravní systémy, duben 2001
[3] Smolík J.: Rekonstrukce a oprava tunelu Mont Blanc, Silniční obzor, v tisku
[4] Novák M.: Větrání tunelu Mont Blanc po rekonstrukci, Cestovní zpráva, Metroprojekt, duben 2001
[5] Hamata V.: Silniční tunel pod Mont Blankem, Výzkumná zpráva LSS 96/01, FD ČVUT, Praha, duben 2001
[6] www.atmb.net - Tunnel du Mont Blanc - Premier rapport d´expert
[7] www.atmb.net - Tunnel du Mont Blanc - Premier rapport d´expert sur l´enscendie du 24. mars 1999 dans le Tunnel du Mont Blanc

canal, used by fire ventilation, are newly implemented. For stabilization of impact of the natural aeration and wind activity by portals and for possibility of control of air motion, 76 jet fans with reversible running and input of 27 kW (600 N) are installed below the tunnel vault. Basic axial ventilation scheme is on fig. 4 while cross profile on fig. 5.

Ventilation at common road operation:

In each ventilation plant room at the portal:

supply	*75x4 = 300 m³/sec*	*before reconstruction*
	82x4 = 330 m³/sec	*after reconstruction*
extraction	*80 m³/sec*	*before reconstruction*
	150-200 m³/sec	*after reconstruction*

Air supply is ensured by altogether 3-4 canals located beneath the road, with mouth down at the pavement by 0,57 m³/sec and with mouth distances of app. 10 m. Air extraction is through the mouths beneath the tunnel vault linked to the vent canal beneath the road. Vertical suction canals are equipped with fire flaps with servo-propulsion located app. 1,5 above the road. That is in a cell out of the air circulation. Distance among the individual sucking mouths is 100 m. Altogether, it was necessary to cut out and/or adjust 110 accesses for smoke evacuation, each with capacity of 150 m³, which represents twice as much as the current capacity.
From the reasons of requests of the French side that air pollution near Chamonix would not occur because of the leaking exhausts from the tunnel, drain engineering room with two axial fans for air extraction with capacity of 460 m³/sec and an exhausting chimney, providing exhausts dispersion, are newly designed by this portal. In addition, the area for future installation of electrostatic filters for treatment of drained air, i.e. removal of solid particles from diesel motors' operation, is taken into consideration.

Ventilation by fire of vehicle in the tunnel

The controlling system will evaluate the location of fire and fire flaps will fully open in the length of 600 m while the rest will close. Three radial extraction fans will turn on in the correspondent fan room by portal and will ensure the extraction of 150 m3/sec within the given section. On the vent canal, there are altogether four auxiliary axial fans in the entire tunnel length, and thus which will ensure to overcome pressure losses in the canal as well as effective suction from the fire spot, fig 7.
The heat resistance of fans and flaps is 400 °C. Feeding tunnels can be thus also used for escape of persons from the fire spot. Entrance is provided through rescue rooms, built after 300 m in the tunnel. The rooms are ventilated by overpressure and stairs connected to the air supply tunnel, through which it is possible to escape from the fire spot. In this case, the highest circulation speed here is 10 m/sec.

RECONSTRUCTION WORKS

It is certainly an immense problem to cope with such an extensive reconstruction. In the time of visit, the tunnel was full of vivid action. The level of construction is very unequal. At the French section, excavation of escape ways in some cases had only began while at the Italian section some were before completion.
Extensive engineering activity daily employs 600 workers in the tunnel and it is estimated that the highest amount reaches even 1000 workers. With such accumulation of workers and technique, remarkable logistic (transportation of employees, material and devices) as well as hygienic problems are linked. During the stay in tunnel, a high temperature was uncomfortable, and so was the air by which the eyes were stinging, because currently it is still ventilated through the obsolete ventilating capacity, which is probably on the border of hygienic sustainability. Technological supplies are being supplied according to the design to the entire tunnel length with contractual division on partial supplies for two customers. At the first sight it appeared that the works are well coordinated and advance with the maximum effort.

CONCLUSION

The visit took place thanks to long-term preparation and to ITA/AITES vice-president Mr. Vuilleumier with contribution of the CTuC Secretary Mr. Matzner. Our gratitude also belongs to our French colleagues who were devoted to us for the entire day and carefully informed us of all details.
Conclusions and lessons from the visit will be elaborated into grant of the MTC no. 803/110/105 "Analysis and management of risks in road tunnels" and will be discussed within the frame of national workgroup "Safety in road tunnels". However, already today it is possible to adopt an unanimous conclusion : beside the technological solution of the tunnel, it is also essential to devote maximum attention to management as well as personnel training. These principles are present in the prepared technical conditions for operation, administration and maintenance of tunnels at ground communications.

LITERATURE

[1] Přibyl, P.: Fires in road tunnels and their impact on risk analysis, Tunel č.3, 8. roč.,1999, str. 10-17;
[2] Štefan, J.: Report from business trip March 28-30, Mont Blanc tunnel, Eltodo - Transportation systems, April 2001;
[3] Smolík, J.: Reconstruction and reparation of the Mont Blanc tunnel, Road Review, in newspaper;
[4] Novák, M.: Ventilation of the Mont Blanc tunnel after reconstruction, journey report, Metroprojekt, April 2001;
[5] Hamata, V.: Road tunnel beneath Mont Blanc, Research report LSS 96/01, FT CTU, Prague, April 2001;
[5] www.atmb.net - Tunnel du Mont Blanc - Premier rapport d'expert;
[7] www.atmb.net - Tunnel du Mont Blanc - Premier rapport d'expert sur l'enscendie du 24. Mars 1999 dans le Tunnel du Mont Blanc.

ZE SVĚTA PODZEMNÍCH STAVEB

WORLD OF UNDERGROUND CONSTRUCTION

ŠVÝCARSKO - SOUČASNÉ CENTRUM TUNELÁŘSKÝCH AKTIVIT V ALPÁCH

Vzhledem k poloze země a alpskému masivu bylo Švýcarsko vždy místem významných tunelářských staveb. Tyto stavby sloužily silniční i železniční dopravě, zásobování vodou, výrobě elektrické energie a také vojenským účelům.
Současný rozmach výstavby silničních a především železničních tunelů však překonává vše, co bylo v tunelovém stavitelství ve Švýcarsku v minulosti vykonáno. Podle údajů uvedených v oficiálním časopise ITA/AITES Tribune z února 2001, se nyní ve Švýcarsku staví 10 železničních a 36 silničních tunelů; dohromady tedy 47 tunelů o celkové délce 178 400 m. A to nejsou v tomto počtu zahrnuty pomocné a přístupové tunely!
Důvody pro tyto stavby nejsou jen ekologické, ale také politické. Švýcarsko se jimi ještě těsněji zapojuje do evropské dopravní sítě a postupně nabídne kapacitnější a efektivnější spojení států Evropské unie ve směru sever - jih a obráceně. Rozmach je tak veliký, že vlastní kapacity švýcarských firem nestačí a pro realizaci projektů a jejich částí jsou vytvářena sdružení s účastí zahraničních tunelářských firem.
Velké silniční tunely jsou na jižním dálničním obchvatu Curychu a na průtahu dálnice Basilejí. Zcela mimořádným dílem je společná investice některých evropských států - výstavba zařízení pro výzkum základních částic hmoty, která je asi největším světovým tunelářským projektem současnosti.

Železniční tunely

Z velkých železniční tunelů můžeme jmenovat tunel Thalwil na nové trase vycházející jižním směrem z Curychu, ale jádrem tunelářských aktivit jsou tunely podcházející hlavní alpský masiv. Jde o dvě vysokorychlostní železniční trasy zahrnující šest velkých tunelů, z nichž největší jsou: tunel pod svatogothardským průsmykem (je dokonce o několik kilometrů delší než tunel pod kanálem La Manche) a tunel Lötschberg. Výstavba obou tras si podle dnešních předpokladů vyžádá prostředky ve výši 14 miliard švýcarských franků. Je to první část ze 30 miliard, které referendum v listopadu 1998 odsouhlasilo na rozvoj dopravní infrastruktury.
Západnější trasa, která zahrnuje tunel Lötschberg, využije existující simplonský tunel a propojí Francii a západní část Německa přes Basilej, Bern a údolí Rhony s Itálií, kde bude směřovat na Milán. Východnější gothardská trasa propojí opět Milán přes Curych se středním a východním Německem. Tuto trasu budou používat, mimo jiné, vlaky typu TGV.
Oba projekty, které zahrnují gothardský tunel a tunel Lötschberg, již vstupují postupně do fáze plné realizace. Jsou vybudována zařízení staveniště, provádějí se přípravné práce a montují se nebo jsou vyráběny razicí stroje pro ražbu hlavních tunelů.
Oba hlavní tunely jsou vedeny pod stávajícími železničními trasami. Ty obtížně stoupají po horských úbočích, a to i pomocí kratších tunelů (vyražených i ve spirále), pod horské průsmyky, do výšky, ze které bylo možno razit vrcholové tunely. Délka vrcholových tunelů musela být přijatelná pro technologie a vybavení, které měli k dispozici předchůdci dnešních tunelářů začátkem minulého století. Staré trasy z těchto důvodů neumožňují vyšší rychlosti, a tím i možnost podstatně zvýšit jejich přepravní kapacitu.
Hlavní tunely na obou trasách budou tvořeny dvojicí jednokolejných tunelů, a to především z bezpečnostních důvodů. Budou vzájemně propojeny v pravidelných vzdálenostech (u tunelu Lötschberg bude propoj každých 325 m) a v případě mimořádné události v jednom tunelu poslouží druhý jako úniková cesta. Ve střední části se vyrazí boční tunely, na které se napojí větrací vrty pro odvod tepla a kouře v případě požáru.

Pomocné stavby pro ražbu hlavních tunelů

Hlavní tunely jsou zcela mimořádná díla rozsahem i problémy, které jsou spojeny s jejich realizací. To vyvolává i značně velký rozsah přípravných staveb nejen z hlediska zařízení jednotlivých staveniště a komunikačních přístupů k nim. Jde především o pomocné stavby, které mají zajistit možnost otevření dalších čeleb pro ražbu hlavních tunelů, které z technických i časových důvodů nelze razit pouze od koncových portálů. Tato díla - většinou boční přístupové tunely nebo tunely pro dopravu rubaniny a v jednom případě i hluboká šachta - jsou sama o sobě velká a složitá tunelářská díla. Na ně zaměříme dále svoji pozornost.

Tunel Lötschberg

Tunel Lötschberg bude 34,6 km dlouhý a termín zahájení provozu se předpokládá v roce 2006. V té době budou z bezpečnostních důvodů, uvedených výše, vyraženy z větší části oba tunely. Západní tunel nebude především z finančních důvodů vyražen v celé délce a ani celá vyražená část nebude vybavena pro provoz. Uvažuje se, že v úseku délky 14 km za bočním přístupem Ferden nebude provedeno kolejiště a další provozní zařízení. Vlaky jedoucí z jihu západním tunelem musí přejet vybudovaným křížením u Ferdenu do východního tunelu, který bude dál provozován jako jednokolejná trať. Ražba západního tunelu bude ukončena u bočního přístupu Mitholz. Od tohoto místa až k severnímu portálu Frutigen poslouží jako úniková cesta průzkumný tunel, který byl vyražen v polovině devadesátých let minulého století.

SWITZERLAND - CURRENT CENTER OF TUNNELING ACTIVITIES IN ALPS

With regards to location of the country and the Alpine massif, Switzerland has always been a place of significant tunnel constructions. These constructions served for road and railroad transportation, water supply, production of electrical energy as well as military purposes.
Current boom of construction of road and especially railroad tunnels, however, overcomes everything that has been in tunnel construction in Switzerland done in the past. According to data, stated in the official ITA/AITES Tribune magazine in February 2001, presently there are ongoing projects of 10 railroad and 36 road tunnels in Switzerland; thus altogether 47 tunnels in the length of 178 400 m. And the access and auxiliary tunnels are not even included in the count!
Reasons for these constructions are not only ecological, but also political. Through these, Switzerland integrates itself even more tightly into the European transportation network and gradually offers more capacity and more effective connection of the EU states in the direction north south and backwards. The boom is so large that own capacities of the Swiss companies are not sufficient and for realization of the projects and/or their parts, joint ventures with participation of foreign tunneling companies are being created.
Large road tunnels can be already found on the southern highway bypass of Zurich and on the highway extension through Basel. An extraordinary work is the mutual investment of several European states - construction of a device for research of elementary particles of matter, which is probably the largest tunneling project in the present day world.

Railroad tunnels

From the large railroad tunnels we can name Thalwil tunnel on the new track, coming southern direction from Zurich, but the core of tunneling activities are tunnels underpassing the main Alpine massif. There are two high-speed railroad lines, including six large tunnels, from which the largest are : tunnel underneath the St. Gotthard pass (it is even few km longer than the tunnel underneath the La Manche channel) and the Lötschberg tunnel. Construction of both tracks will according to current estimations demand the means of 14 bill. Swiss Franks. It is the first part of the 30 bill., which the November 1998 referendum approved for development of transportation infrastructure.
The western route, which includes the Lötschberg tunnel, will use the existing Simplon tunnel and thus will connect France and western Germany through Basel; Bern and the valley of Rhone with Italy, where it will be heading towards Milan. The eastern Gotthard route will connect again Milan through Zurich with middle and eastern Germany. This track will be used, among other, for the TGV type trains.
Both projects, which include the Gotthard tunnel and the Lötschberg tunnel, already gradually enter the phase of full realization. Site facilities have already been built, preparatory works are being performed and driving machines for excavation of the main tunnels are being produced or assembled.
Both main tunnels are conducted under existing railroads . Those with difficulties climb on mountain slopes, and even with the help of shorter tunnels (even driven in spiral), under mountain passes, until the height from which it was possible to drive summit tunnels. The length of the summit tunnels had to be acceptable for technologies and equipment, which the predecessors of current tunnellers had at hand by the beginning of the previous century. Older routes from these reasons do not allow higher speeds and thus even to significantly increase their cargo capacity.
The main tunnels will on both sides consist of single-track tunnels and thus especially from security reasons. They will be mutually connected at regular distances (for the Lötschberg tunnel there will be a cross passage every 325 m) and in case of extraordinary event in one tunnel, the other will serve as an emergency exit. Within the middle section, there will be two lateral tunnel driven, on which the ventilation bores for heat and smoke evacuation in case of fire will be linked.

Auxiliary structures for excavation of the main tunnels

The main tunnels are entirely extraordinary works by extent as well as problems, which are linked to their realization. That also evokes a significantly large range of auxiliary structures, not only from the perspective of facilities for the individual construction sites and accesses roads to them. It deals mostly with those, which are to ensure the possibility of opening other headings for excavation of the main tunnels, which from technical as well as time reasons cannot be driven only from the portals at the ends. These works - mostly side access tunnels or tunnels for mucking out and in one case even a deep shaft - are by themselves large and complex tunneling works. On those we will further focus our attention.

Lötschberg tunnel

The Lötschberg tunnel will be 34.6 km long and the date of commencement of operation is estimated in 2006. By that time from the aforementioned safety reasons, excavation of both tunnels will have been completed from larger part. The western tunnel will not especially from financial reasons be excavated entirely and not even the entire excavated part will be equipped for operation. It is considered that in the 14 km long section after the side access Feldern, rails will not be laid as well as other operational equipment not realized. Trains coming from south with the western tunnel have to go through constructed intersection into the eastern tunnel, which will be further used as only a single-track line. Excavation of the western tunnel will be terminated by the side access Mitholz. From this point to the northern portal Frutigen, an exploration tunnel, which was driven in the middle nineties of the previous century, will be used as an emergency exit.

Pomocné stavby pro tunel Lötschberg

Původní tunel se stavěl 10 let a výstavba nového tunelu by i s použitím dnešních výkonných technologií trvala příliš dlouho. Proto bude trasa rozdělena na čtyři hlavní zakázky, které využijí tři boční přístupové tunely - Mitholz (jeho délka je 1,4 km), Ferden a Steg (viz obr. 1).

Přístupový tunel Mitholz

Ražba hlavní trasy z bočního přístupu Mitholz zahrnuje ražbu délky 8,7 km jižním směrem (dva tunely) a 7,4 km severním směrem (jeden tunel). Souběžně vedený průzkumný tunel, realizovaný v devadesátých letech minulého století, ukázal, že v této části, kde trasa podchází nižší pohoří Wildhorn Nappe, nebudou geotechnické podmínky příliš nepříznivé. Obtíže vyplývající z flyšového vývoje sedimentárních hornin masivu se však dají očekávat. Problémem mohou být i přítoky podzemní vody do díla, i když průzkumný tunel ukázal, že budou nižší, než se očekávalo. Investor AlpTransit vybral pro tuto část ražbu pomocí trhacích prací a předpokládá denní postup 20 m. Ražba pomocí TBM byla vyhodnocena jako příliš riskantní.

Přístupový tunel Ferden

Do místa na hlavní trase ve vzdálenosti asi 12 km severně od jižního portálu Raron v údolí řeky Rhony byl již proveden směrem od Ferdenu 4,2 km dlouhý přístupový tunel. Odtud bude zahájena ražba 6,6 km severním směrem a 1,5 km jižním směrem. Podmínky pro ražby v masivu Aar, který je tvořen většinou žulou, dále granodioritem a rulou, budou zřejmě příznivé. Vzhledem k hloubce pod povrchem bude problém s teplotou horniny kolem 30 °C, ke které je nutno připočíst teplo produkované motory razicího stroje. To si vyžádá intenzivní chlazení a ventilaci.

Přístupový tunel Steg

Z jihu od Stegu se razí spojovací tunel, který je dlouhý 3,1 km a má stejný ražený profil 9,1 m jako hlavní tunely. Pro montáž razicího stroje byla klasickou metodou pomocí trhavin a s ostěním ze stříkaného betonu připravena 60 m dlouhá montážní komora, ze které provádí firma Herrenknecht zkušební ražbu 100 m dlouhou. Stroj dlouhý 140 m má novou koncepci. Již 4,2 m za čelem řezné hlavy, která váží 180 t včetně deseti vodou chlazených 400 kW motorů, jsou dvě vrtné soupravy Tamrock pro kotvení horniny. Pomocí kruhové vodící dráhy jsou schopné vrtat ve všech směrech. Pak teprve následují dvě mohutné rozpěrné desky zajišťující stabilizaci stroje. Dalšími mechanizmy lze již v tomto prostoru osazovat sítě i výztužné oblouky a provádět stříkaný beton. Řezná hlava je osazena 70 ks řezných nástrojů včetně 6 obvodových a předpokládá se, že velikost úlomků rubaniny bude až 300 mm.

Z místa, kde přístupový tunel protne trasu hlavních tunelů, se bude provádět dvojitá ražba v hlavní trase - severně 5,3 km a 2,5 km jižně. Očekává se, že většina ražeb proběhne v relativně velmi dobré hornině. Problémem bude výskyt odprysků vzhledem k vysoké napjatosti horninového masivu (nadloží tunelů je až 1 800 m).

Auxiliary structures for the Lötschberg tunnel

The original tunnel was built in 10 years and construction of a new tunnel, even with the use of modern efficient techniques, it would last far too long. Therefore the track will be divided into 4 main contracts, which will use three side access tunnels - Mitholz (1,4 km long), Ferden and Steg (see fig. 1)

Access tunnel Mitholz

Excavation of the main track from the side access Mitholz includes the excavation of 8.7 km southern direction (2 tunnels) and 7.4 km northern direction (1 tunnel). Parallely conducted exploration tunnel, realized in the nineties of previous century, showed that within this section, where the track underpasses lower mountain range Wildhorn Nappe, the geotechnical conditions will not be any favorable. Complications resulting from flysch development of the sedimentary rocks are, however, to be expected. Even the groundwater inflows into the work might be a problem, although the exploration tunnel proved that will be lower than expected. The investor Alp Transit chose an excavation using blasting works for this section and estimates a daily advance of 20 m. Excavation using TBM was evaluated as too risky.

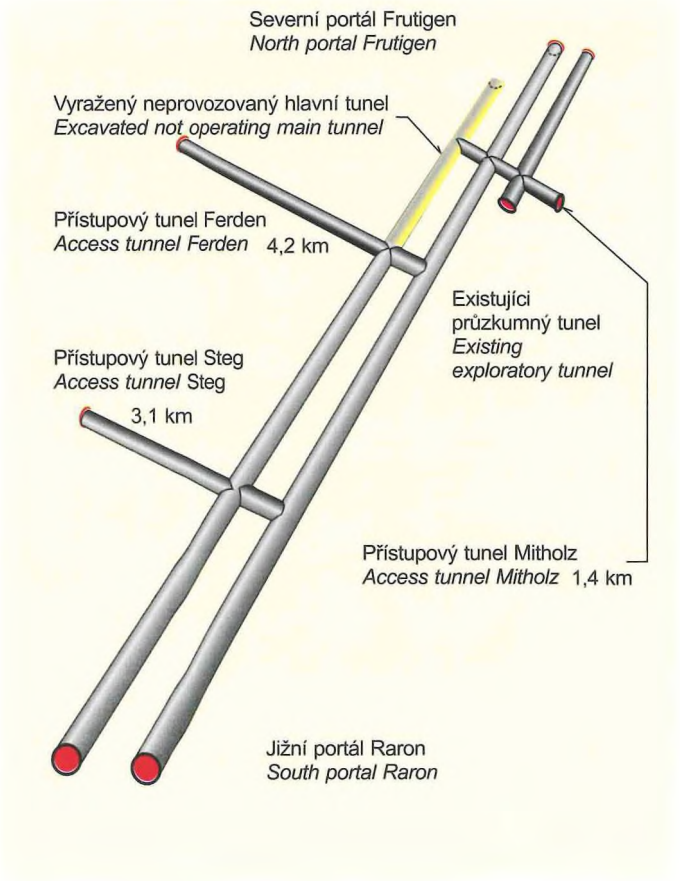
Access tunnel Ferden

A 4.2 km long access tunnel in the direction from Ferden has already been realized, coming into a spot on the main track app. 12 km away from the southern portal of Raron in the valley of river Rhone. From here, the excavation of 6.6 km northern and 1.5 km southern direction will begin. Conditions for excavation in the Aare massif, which is formed mostly by granite, granodiorite and gneiss, will probably be favorable. With regards to depth beneath the surface, there will be a problem with the rock temperature of app. 30 °C, to which it is still necessary to add the heat produced by the driving machine motors. This will require intensive cooling as well as ventilation.

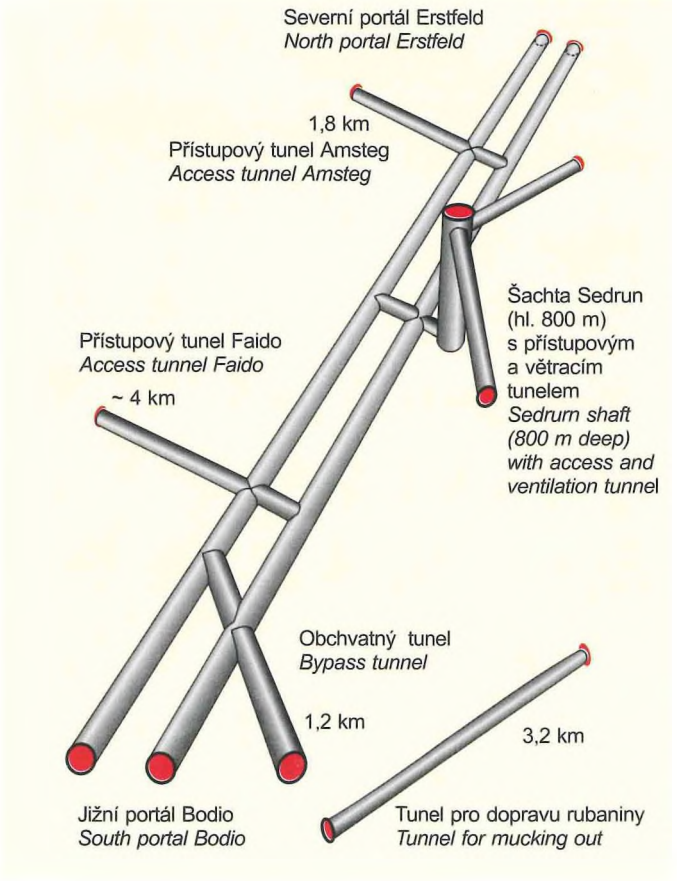
Access tunnel Steg

South of Steg there is a connecting tunnel being driven, which is 3.1 km long and has the same excavated cross section of 9.1 m as the main tunnels. As for assembling of the driving machine, a 60 m long assembly chamber, from which the company Herrenknecht realizes a 100 m long trial excavation, was prepared using the conventional drill+blast method and shotcrete lining. The 140 m long machine has a new concept. Already 4.2 m behind the cutterhead, which weights 180 tons including 10 water-cooled 400 kW motors, there are two boring sets Tamrock for anchoring of the rock. Using circular guiding tracks, these are able to bore in all directions. Only then two mighty thrust plates ensuring the machine's stabilization follow. Using other equipment, it is already possible within this space to install welded mesh and steel arches as well as to apply shotcrete. The cutterhead is equipped with 70 pieces of cutting tools including six peripheral and it is estimated that the size of cuttings will be up to 300 mm.

From the very spot, where the access tunnel will cross the alignment of main tunnels, a double excavation in the main track will be realized - 5.3 km northern and 2.5 km southern direction. It is expected that most of the excavation will take place in relatively very good rock. There will be a problem with presence of scaliers considering the high strain of the rock massif (the tunnels' overburden reaches 1800 m)



Obr. 1 Schematické znázornění tunelu Lötschberg
Fig. 1 Schematic sketch of the Lötschberg tunnel



Obr. 2 Schématické znázornění tunelu Gotthard
Fig. 2 Schematic sketch of the Gotthard tunnel

Pro větrání je použito v celé délce potrubí o průměru 2,5 m, aby se zajistila v pracovním prostoru lidí teplota maximálně 28 °C v souladu se švýcarskými předpisy. Chladící voda přiváděná z řeky Rhony má naštěstí teplotu pouze 7 °C.

Jižní portál Raron

U dvojitého jižního portálu Raron je údolí Rhony velmi úzké a obtížně umožňuje vytvoření montážní plochy pro razicí stroj. Prakticky od břehu Rhony se prudce vztyčují horské svahy, které pro přípravu portálu musely být zajištěny kotvami. Pro přístup na staveniště se postaví mosty, z nichž jeden bude sloužit i pro dopravní pás pro dopravu rubaniny k vlečce. Rubanina, obdobně jako na staveništi u Stegu, je majetkem investora a podle jeho dispozic bude určena k odvozu po železnici nebo do násypů a eventuálně k úpravě na kamenivo pro betonové ostění tunelů.

Gotthardská trasa

Gotthardský projekt je mnohem větší než projekt zahrnující tunel Lötschberg. Bude jistě také obtížnější i s ohledem na větší hloubku hlavního tunelu a vyšší teplotu v něm. Celá trasa z Curychu do Lugana je dlouhá přibližně 100 km a zahrnuje 5 hlavních tunelů, ke kterým patří především 57 km dlouhý tunel pod svatogotthardským průsmykem, dále tunel pod Mt. Ceneri dlouhý 15 km na jižním konci trasy a tunel Thalwil dlouhý 12 km na severním konci u Curychu. Uvedení trasy do provozu lze očekávat až kolem roku 2011.

Tunel pod svatogotthardským průsmykem začíná na severu portálem u Erstfeldu blízko lucernského jezera a končí na jihu portálem u Bodia. Dvojice tunelů se v pravidelných vzdálenostech z bezpečnostních důvodů propojí příčnými tunely. Severní část bude ražena v podobných horninách jako tunel Lotschberg, avšak žuly centrálního gotthardského masivu budou tvrdší. Na jihu je dlouhý úsek v rulách, které jsou také vhodné pro ražbu razicími stroji. Strojů bude nasazeno v období hlavních ražeb nejméně osm. Trasa však prochází i mnohem horšími horninami. Navíc v hloubkách až 2200 m bude teplota skalního masivu dosahovat 45 °C a jeho napjatost se projeví častými odprysky. Problém chlazení, ventilace i odprysků bude ještě vážnější než u tunelu Lötschberg.

Z úseků se špatnými geotechnickými podmínkami byla nejvíce známá a diskutovaná tzv. Piora Mulde. Pruh na jemný prach rozdrcené dolomitické skály, navíc zvodnělé, šířky 300 m, vyvolával velké obavy. Ty se potvrdily, co do vlastností tohoto materiálu, při ražbě průzkumného tunelu. Když byl pod velkým tlakem uzavřený zvodnělý prach zastižen vrty z čelby průzkumného tunelu, zaplavil bílý jemně písčitý až prachovitý materiál stroje v tunelu a trvalo dva měsíce, než byly znovu vyproštěny.

Naštěstí se šikmými vrty, vedenými z průzkumného tunelu do úrovně hlavního tunelu, který leží 300 m hlouběji, prokázalo, že zvodnělý prachovitý materiál se v této úrovni již nevyskytuje. To znamená, že se nemusí provádět nákladné injektážní práce pro zajištění průchodu přes tuto poruchu.

Podle dnešních znalostí bude nejobtížnějším úsekem ražba v části masivu Tavetsch, který je vzdálený 20 km od severního portálu. Jde o úsek dlouhý 6,7 km, z něhož minimálně 4 km budou raženy v dosti měkkých a porušených horninách úseku mezi masivem Tavetsch a gotthardským masivem, kde se procházejí sedimenty, které zahrnují dolomity, břidlice, fylity a možná také anhydrit. Hornina je silně porušená, místy až na štěrk. Pravděpodobně bude zvodnělá a vodní horizont může být propojen až na povrch, který je o 2000 m výše.

Očekává se mimořádná tlačivost masivu, a proto bude z Německa dodána teleskopická ocelová obloukové výztuž, která se používá v dolech. Ražený profil se oproti projektovanému průměru 9,5 m zvětší o 4 m a teleskopická výztuž musí tento rozdíl zvládnout. Výztuž bude osazována po 0,33 m. V některých úsecích se výrub bude zabezpečovat i velkým množstvím svorníků a kotev, předpokládá se jejich celková délka až 400 m na 1 m délky tunelu.

Překonání tohoto úseku bude vyžadovat mimořádná opatření a velmi opatrnou konvenční ražbu. Musí se ale počítat i s použitím trhavin. Investor, AlpTransit Gotthard AG (což je jiná soukromá společnost, než je investorská akciová společnost zajišťující výstavbu tunelu Lötschberg), považuje tento úsek za kritický pro výstavbu tunelů. Jeho proražení bude trvat déle než většina ostatních hlavních ražeb a bude to také úsek s nejvyššími náklady na měrnou jednotku.

Pomocné stavby pro ražbu hlavních tunelů

Podobně jako u tunelu Lötschberg bude i pro ražbu gotthardského tunelu využito několik bočních přístupových tunelů a navíc jedna hluboká šachta (Sedrun) pro umožnění souběžné ražby na více čelbách. U obce Amsteg, asi 7 km od severního konce hlavního tunelu, je ve stavbě jeden z těchto přístupových tunelů a další se razí u obce Faido poblíž jižního konce. U jižního portálu se realizuje tunel, který obchází úsek nezpevněné skalní sutě, aby bylo možno zahájit hlavní ražbu v pevné skále bez zdržení (viz obr. 2).

Jak přístupové tunely, tak šachta Sedrun jsou samy o sobě velká díla, avšak jedná se vlastně o přípravné práce. Hlavní ražby budou prováděny ze severního portálu u Erstfeldu, pomocí přístupových děl Amsteg, Sedrun a Faido, z obchvatového tunelu u jižního portálu a z jižního portálu Bodio.

Přístupový tunel u Amstegu

Malá vesnice Amsteg leží v úzkém údolí obklopeném vysokými horami. Údolí se sem rozprostírá až od lucernského jezera. Odtud již prudce stoupala hluboce zařízlnutou soutěskou stará cesta na průsmyk sv. Gotthardа. Přes soutěsku byl ve 12 století postaven tzv. Ďáblův most, který umožnil průjezdnost cesty.

Ze staveniště odděleného od Amstegu dálnicí se pomocí trhacích prací razí 1 800 m dlouhý přístupový tunel o ploše výrubu 60 m², výška tunelu je 7,8 m. Používá se tekutá výbušnina a při třech až pěti odpalech za den se dosahuje postupů 10 až 15 m/den. Jedinou obtížnou částí je úsek u portálu, který leží 40 m pod silně používanou železniční tratí, jež zde prudce stoupá po svazích nad údolím. Opěrné zdi železnice jsou založeny na rozvolněném materiálu, a proto byly obavy z účinků trhacích prací.

Aby se snížila hlučnost na staveništi, drtí se rubanina ještě v tunelu a pak se ven dopravuje pomocí pásového dopravníku. Až se bude zpracovávat rubanina, *As for cooling, a pipeline with diameter of 2,5 m is used along the entire length, so that a maximum temperature of 28 °C within people's working area is ensured, in accordance with Swiss regulations. The cooling water, brought in from the river Rhone has fortunately the temperature of only 7 °C.*

Southern portal Raron

By the southern double portal Raron, the valley of Rhone is very narrow and hardly enables the creation of assembly area for the driving machine. From the very riverbank, mountain slopes, which for the portal preparation had to be secured with anchors, rise steeply. Bridges will be built for access to the construction site, one of which will also serve as a belt conveyor for transport of muck to train. The muck, in the same way as at the Steg construction yard, is property of the investor and according to his dispositions it will be determined for disposal by railroad or into embankments or eventually for treatment into aggregates for concrete lining of the tunnels.

Gotthard track

The Gotthard project is by far larger than the project of the Lötschberg tunnel. It will certainly be more complicated, also with regards to larger depth of the main tunnel and higher temperature within. The entire route from Zurich to Lugano is app. 100 km long and includes 5 main tunnels, to which belong 57 km long tunnel underneath the St. Gotthard pass, further 15 km long tunnel underneath Mt. Ceneri at the southern end of the line and the 12 km long Thalwil tunnel at the northern end of the line by Zurich. The line will be put into operation no sooner than 2011.

The tunnel underneath the St. Gotthard pass begins in north by a portal near Erstfeld, in the vicinity of the lake of Luzern, and finishes in south by a portal near Bodia. Pairs of tunnels are from security reasons in regular distances connected through cross passages. The northern section will be driven in similar rocks as the Lötschberg tunnel, however, granites of the central Gotthard massif will be harder. There is a long section of gneisses in south, which are also suitable for excavation using driving machines. Within the period of main excavations, there will be at least eight machines deployed. Nevertheless, the track also crosses lot worse rocks. Moreover, with the depths reaching 2200 m the temperature of the rock massif will reach 45 °C and its strain will prove with common bursting. The problem of cooling, ventilation and bursting will be here even more serious than by the Lötschberg tunnel.

From the sections with adverse geotechnical conditions, so-called "Piora Mulde" was the most famous and discussed. A belt of into powder pulverized rock, moreover saturated, and with the width of 300 m was raising significant doubts. Concerning the attributes of this material, these doubts proved during excavation of the exploration tunnel. When the under large pressure confined and saturated powder met with bores from the exploration tunnel face, a white finely sabulous powder-like material flooded the machines in the tunnel and it took 2 months to again release them.

Fortunately using diagonal bores, realized from an exploration tunnel into the level of main tunnel which lies 300 m deeper, it was proven that the saturated powder-like material is not to be found in this level any more. That means that no expensive grouting works have to be realized in order to pass through this fault.

According to current knowledge, the most complicated section will be the excavation in part of the Tavetsch massif, which is 20 km away from the northern portal. It is a 6.7 km long section, from which at least 4 km will be driven in rather soft and faulted rocks in zone between the Tavetsch and Gotthard massifs, which is formed by sediments of dolomite, slates, phyllites and perhaps also anhydrites. The rock is heavily fractured, somewhere even to grit. It will probably be saturated and the water horizon can be linked all the way to surface that is 2000 m higher.

An extraordinary pressure of the massif is expected and therefore there will be telescopic steel arch supports, which are used in mines, delivered from Germany. The excavated cross section will, despite the designed diameter of 9.5 m, increase by 4 m while the telescopic reinforcement has to endure this difference. The arches will be set at 0,33 m spacing. In some sections the stope will also be secured with large amount of rock bolts and anchors, their total length of 400 m for 1 m of tunnel is estimated.

It will require extraordinary measures and cautious conventional excavation in order to pass through this section. It is necessary to count with use of explosives as well. The investor, Alp Transit Gotthard AG (which is a different private company than the investing incorporated company, realizing the Lötschberg tunnel construction), considers this section critical for tunnel's construction. Its excavation will last longer than majority of other main excavations and it will also be the section with highest expenses per measurable unit.

Auxiliary structures for excavation of the main tunnels

Similarly as by the Lötschberg tunnel, also at the excavation of the Gotthard tunnel several side access tunnels will be used. Moreover, one deep shaft (Sedrun) will enable simultaneous excavations at more headings. By the village of Amsteg, app 7 km away from the northern end of main tunnel, one of these access tunnels is under construction. Other is being driven near the village of Faido by the southern end. A tunnel is being realized by the southern portal, which bypasses the loose rock debris, so that excavation in solid rock would begin without delay (see fig. 2).

Both the access tunnels and the Sedrun shaft are significant constructions by themselves, but they are merely preparatory works. Excavations will be realized from the northern portal of Erstfeld, with the help of access works of Amsteg, Faido and Sedrun, from the bypass tunnel by southern portal and from the southern portal of Bodio.

Access tunnel Amsteg

A little village of Amsteg lies in a narrow valley, surrounded by high mountains. The valley stretches here all the way from the lake of Luzern. From here on, an old way steeply rises through deep defile to the pass of St. Gotthard. So-called Devil's bridge was built over the pass in 12th century, which allowed passage of the way.

From the construction yard separated from Amsteg by a highway, using the drill+blast technique, an 1900 m long access tunnel with the excavated cross section of 60 m² is being driven, tunnel height is 7,8 m. A liquid explosive is used and with 3 to 5 blasts a day, a daily advance 10-15 m is reached. Section by the portal is the only complicated part, which lies 40 m beneath a heavily used railroad, which here steeply ascends along the slopes above the valley. Retaining walls of

na z ražby hlavního tunelu, budou dnes používané mechanizmy nahrazeny výkonnějšími s automatizovaným provozem. Vytříděné kamenivo se použije pro výrobu betonu a jeho přebytky se odvezou po železnici. Nepoužitelné zbytky po třídění budou odvezeny a uloženy do lucernského jezera. Není to neekologické řešení, protože se tak zaplní hluboké prostory po mnohaleté těžbě štěrku z jezera a obnoví se mělčiny vhodné pro tření ryb.

Pomocné tunely u jižního portálu Bodio

V úzkém údolí u jižního portálu hlavního tunelu poblíž Bodia již vyrostlo zařízení staveniště a rozběhlo se několik staveb - dva pomocné tunely ražené ve skále, první úsek hlavního tunelu ražený v nesoudržných horninách (sutích) a hloubený tunel.

První z pomocných tunelů má průměr 5 m a je dlouhý 3,2 km. Je ražen v pravém úhlu ke směru hlavního tunelu do sousedního údolí, kde je prostor pro úpravu a třídění rubaniny. Rubaninu bude tunelem dopravovat pásový dopravník, vedle kterého zůstane prostor pro pohyb vozidel zajišťujících údržbu. Tunel razí TBM firmy Robbins, který byl již nasazen v Jižní Africe na vodohospodářském projektu Lesotho. Stroj má hned za hlavou instalované vrtné zařízení na kotvení skály, které je i přes dobrou geologii nutné vzhledem k vodorovným vrstvám horniny.

V místě, kde se nová trasa odklání od staré železnice, která pak dále stoupá v souběhu s dálnicí podél řeky Ticino, bude jižní portál. Hned za ním se musí v délce přibližně 800 m projít obrovským sutoviskem, kde jsou uloženy i balvany velikosti domu. Ražba pod ochranou vrtaného a injektovaného "deštníku" bude trvat příliš dlouho a znamenala by prodloužení plánovaného harmonogramu celé stavby.

Proto je účelem druhého pomocného tunelu, raženého v pevné hornině, obejití sutoviska a urychlení zahájení ražby dvojice hlavních tunelů. Tunel výšky 7,8 m se razí v rulách pomocí trhacích prací s využitím vrtného vozu Atlas Copco Jumbo, německého lžícového nakladače Schaeff, který nakládá rubaninu na dumpry od firmy Volvo. Na konci obchvatného tunelu se v hoře vyrubají dvě montážní komory a po smontování razicích strojů se nezávisle na prvním obtížném úseku zahájí ražby severním směrem.

Na staveništi u portálu se také vybuduje vodní hospodářství, které musí zachytit vodu přitékající z tunelů, a to jak v období ražeb, tak i v době běžného provozu. Voda bude před vypuštěním do řeky Ticino vyčištěna a chlazena (teplota přitékající vody bude více než 40 °C).

Šachta Sedrun

V předstihu tří let před zahájením prací na výše uvedených přístupových tunelech se začala realizovat šachta Sedrun, která měla umožnit zahájení ražby v nejsložitějším úseku v masivu Tavetsch. Ze sedrunského údolí ve výšce 1335 m n. m. se nejprve vyrazil 1 km dlouhý tunel. Kaverna provedená na jeho konci sloužila pro hloubení 800 m hluboké šachty Sedrun a pro ražení větracího tunelu, částečně šikmého, který ústí v dalším údolí ve výšce 1517 m n. m.

Sdružení dodavatelů, které dva roky hloubilo šachtu, zahrnuje také firmu z Jižní Afriky, která má zkušenosti s výstavbou hlubokých šachet v dolech na těžbu zlata. Pro stavbu šachty se používalo speciální zařízení zavěšené na pěti lanech. Zařízení má pět pracovních plošin. První (shora) slouží pro dopravu materiálu, druhá pro betonáž ostění, třetí pro montáž bednění, čtvrtá umožňuje provádění stříkaného betonu a pátá kotvení a instalaci sítí. Spodní část zařízení nese vrtačky a drapák na odtěžování a nakládání rubaniny. Jedním z největších problémů byla nutnost zabránit přítokům vody. I malé množství, které se shromáždilo na dně, komplikovalo výrazně trhací práce. Proto byl okolo šachty ražené v tvrdé žule nejprve vyvrtán směrem dolů vějíř injektážních vrtů o délce 42 m a následně byla provedena utěsňující injektáž. Injektážní práce byly velmi úspěšné, přítok v celé šachtě nepřesáhl 1 l/sec.

Pak teprve bylo prováděno hloubení pomocí trhacích prací. Šachta se tedy hloubila po sekcích. Vrtné zařízení nesoucí šest vrtaček bylo vyrobeno firmou Atlas Copco a je schopné se složit do průměru, který je stejný jako průměr těžního okovu, takže je lze dopravovat stejnou cestou jako okov. Doprava osádky při hloubení se prováděla v okovu rychlostí 9 m/sec, materiál byl spouštěn rychlostí 12 m/sec.

Betonové ostění šachty se betonovalo v záběrech po šesti metrech s mezerou 300 mm, kde je ponechána jen holá skála. Toto řešení má umožnit budoucí odvodňování a vyloučení hydrostatického tlaku ve velké hloubce. Drenážní trubky budou do mezer osazeny před provedením definitivního vodotěsného ostění, které musí mít velmi hladký povrch, aby se snížil odpor vzduchu při větrání. Šachta bude při provozování železnice sloužit pro větrání a jako úniková cesta z podzemní bezpečnostní stanice dráhy, vybudované pod úrovní dna šachty.

Po vyhloubení šachty byla z jejího dna provedena kaverna, ze které se razí obslužné tunely a tunel propojující hlavní železniční tunely. Vrtné vozy a dopravní prostředky pro jejich ražbu jsou spouštěny šachtou.

Až budou tyto přípravné práce dokončeny, nahradí se těžní zařízení používané při hloubení šachty mohutnějším a výkonnějším. Bude umístěno v úrovni ohlubně šachty v boční kaverně a zajistí provoz dvoupodlažního výtahu o únosnosti 50 t. Vozy s rubaninou určené k vyprázdnění bude vytahovat a prázdné opět spouštět rychlostí 16 m/sec. Pro dopravu osobních aut s posádkou se použije nižší rychlost.

Tak bude připraveno pracoviště pro budoucího dodavatele ražeb hlavních tunelů v obtížných podmínkách nestabilních hornin v úseku délky 6,7 km v masivu Tavetsch.

Závěr

Pomocných a přístupových děl (tunely a šachta Sedrun) pro ražbu hlavních tunelů Lötschberg a Gotthard bude celkem vyraženo přibližně 19 000 m (bez započítání průzkumných děl).

Podle zahraničních podkladů zpracoval:
According to foreign materials elaborated by : **Ing. Miloslav Novotný**

the railroad are based on loosened material and therefore there were fears of consequences of the blasting.

In order to lower noise at the construction yard, the rock is pulverized still in the tunnel and then is transported using belt conveyor. When rock from the main tunnel's excavation will be processed, the currently used machines will be replaced with more efficient one with automatic operation. Screened aggregates will be used for production of concrete and its surpluses will be taken away by railroad. Unusable leftovers after sorting will be taken away and disposed in the lake of Luzern. It is not a non-ecological solution, because thus vast areas left after many years of gravel mining from the lake would fill in and thus shelves suitable for spawning of fish would renovate.

Auxiliary tunnels by the southern portal of Bodio

Within the long narrow valley by the southern portal of main tunnel near Bodio, the construction site has already been equipped and several constructions have begun - two auxiliary tunnels driven in rock, first section of the main tunnel driven in loose rocks (debris) and a cut-and-cover tunnel.

First of the auxiliary tunnels has a diameter of 5 m and is 3,2 km long. It is driven in right angle to the main tunnel into the adjacent valley, where is a space for trimming and screening of muck. The muck will be transported by a tunnel belt conveyor, next to which still a space for movement of maintenance vehicles will remain. The tunnels are driven by TBM of the Robbins company, which was beforehand already deployed in South Africa the water industry project Lesotho. The machine has right behind its cutterhead an installed drilling rig for rock anchoring, which is despite good geology necessary, with regards to horizontal layers of rocks.

At the place where the new track diverts from the old one, which then further ascends parallely with the highway along the river Tecino, southern portal will be located. Right after it, it is necessary to pass through a zone of debris where are also boulders like house stored. Excavation under protection of the bored and grouted "umbrella" would last too long and would mean prolongation of the planned schedule of the entire construction.

Therefore it is the purpose of the second auxiliary tunnel, driven in solid rock, to bypass the debris zone and thus to fasten the beginning of excavation of the pair of main tunnels. The 7,8 m high tunnel is being driven in gneisses using drill-and-blast with help of the drill rig Atlas Copco Jumbo, German bucket loader Schaeff, which loads the rock on dumpers by the Volvo company. At the end of the bypass tunnel, two assembly chambers will be excavated in the mountain and after assembling of the driving machines, excavation in the northern direction will begin independently on the first complicated section.

In addition, water industry, which has to intercept water inflowing from the tunnels and thus both in times of excavation and regular operation, will be built at construction yard by the portal. The water will be treated and cooled (inflowing water's temperature will be more than 40 °C) and consequently discharged into the river Ticino.

Shaft Sedrun

Already with the start of three years before commencement of works on the aforementioned access tunnels, realization of the Sedrun shaft began. The shaft was meant to enable excavation in the most complicated section if the Tavetsch massif. First, 1 km long tunnel was driven from the Sedrun valley in the altitude of 1335 m. The cavern, realized at its end, served for sinking of the 800 m deep shaft Sedrun as well as for excavation of the ventilation tunnel, partially diagonal, which comes to another valley in the altitude of 1517 m.

The joint venture of contractors, which had for two years excavated the shaft, also includes a company from South Africa, which has experience with construction of deep shafts in gold mines. A special device, suspended on five ropes, was used for the shaft's construction. The device has five working platforms. The first one (from top) serves for transport of material, second for concrete casting of the lining, third for assembling of boarding, fourth allows application of shotcrete and fifth for installation of mesh. The lower part of the device carries drills and a grab for excavation and loading of debris. One of the largest problems was the necessity to prevent water inflows. Even small amount, which gathered on the floor, significantly complicated the blasting works. Therefore, a fan of grouting bores in the length of 42 m was bored around the shaft, driven in hard granite, and consequently a sealing grouting was realized. The grouting works were very successful as inflow in the entire shaft did not overpass 1 l/sec.

Only then, the excavation using blasting works were realized. The shaft was thus excavated by sections. The boring assembly, carrying six drills, was produced by the Atlas Copco company it can be folded into a diameter, which is the same as the diameter of the hoisting bucket, so that it can be transported the same way as the bucket. Transport of the equipment during the excavation was realized with the speed of 9 m/sec while the material with the speed 12 m/sec.

Concrete lining of the shaft was installed in advances of 6 m with 300mm gaps, where only bare rock remains. This solution should allow future drainage of water and elimination of hydrostatic pressure in large depth. Drainage pipes will be installed into the gaps before realization of the final waterproof lining, which will have to have very smooth surface so that the air resistance during ventilation is minimized. During operation of the railroad , the shaft will serve for ventilation and as an emergency exit from the underground safety rail, constructed underneath the level of the shaft's bottom.

After excavation of the shaft, a cavern was realized from its bottom, from which two service tunnels and tunnel connecting the main tunnels are being driven. Drill rigs and transport vehicles for their excavation are lowered through the shaft.

When these preparatory works are ready, the mining machine used by the shaft's excavation will be replaced with larger and more effective one. It will be placed in level of the mouth of the shaft in a lateral cavern and will provide operation of a double-deck elevator with the capacity of 50 tons. It will raise cars with muck set for disposal and again lower the empty ones with the speed of 16 m/sec. For transport of cars with crew, lower speed will be used.

Thus there will be the working yard prepared for future supplier of excavations of main tunnels in unfavorable conditions of unstable rocks in the section of 6.7 km in the Tavitsch massif.

Conclusion

Altogether, there will be driven app. 19000 m (without exploration works) of auxiliary and access works (tunnels and shaft Sedrun) for excavation of the main tunnels Lötschberg and Gotthard.

ŽIVOTNÍ JUBILEA

LIFE-JUBILEES

ING. JAROSLAV KAPUSTA - ŠESŤDESIATPÄŤROČNÝ



Narodil sa 9. apríla 1936 v Topoľčanoch, ale jeho domovom od detstva až po dnes je Prievidza. Po maturite pokračoval vo vysokoškolskom štúdiu na Slovenskej vysokej škole technickej v Bratislave na Fakulte inžinierskych stavieb, ktorú absolvoval v roku 1959. Téma diplomovej práce Technológia budovania hlavnej štôlne Bane Cigeľ ho nasmerovala k Banským stavbám Prievidza, ktorým nielenže zostal celý život verný, ale sa v závere svojej pracovnej kariéry prepracoval na ich čelo. Hodno spomenúť, že vedúcim jeho diplomovej práce bol prof. Ing. František Valachovič a konzultantom ing. Jozef Friem, ktorí v podzemnom stavebníctve boli známymi osobnosťami a ovplyvňovali nielen odvetvie, ale aj nášho jubilanta v jeho odbornom zameraní.

Počas prvých rokov práce na Banských stavbách v Prievidzi na technickom úseku so silnou projekčno-konštrukčno-technologickou zložkou pôsobil ako projektant-statik, neskôr technológ bansko-stavebných prác a vedúci prípravy výroby.

V tomto období mu prešli cez ruky mnohé projekty a konštrukcie a nielen rutinné, ale aj zvláštne, alebo ojedinelé. K takým bezpochyby patrila aj stavba, s ktorou sa začal zoznamovať počas diplomovej práce – Baňa Cígeľ, ktorá bola v tom čase najvýznamnejšou zákazkou Banských stavieb. Na tejto stavbe sa uvádzala do života banská panelová výstuž (v pražských odborných kruhoch známa ako prstencová metóda), pneumatická doprava betónu, posuvné oceľové debnenie, injektáže a ďalšie. Autorom prvého posuvného oceľového debnenia bol práve jubilant.

K ďalším takýmto stavbám, ktoré tvorili míľniky jeho projektantsko-konštruktérsko-technologickej kariéry patrí ešte niekoľko ďalších mimoriadnych stavieb. Prečerpávacia vodná elektráreň Čierny Váh sa stala jednou z najväčších príležitostí pre jedincov nadaných technickou tvorivosťou uplatniť svoj talent pri konštrukcii hĺbiacich veží šikmých privádzačov, raziacich plošín, betonárskych prác, doprave a montáži oceľových rúr privádzačov, svorníkovej výstuže a iné. On k týmto individualitám bezpochyby patrí. Ďalšou podzemnou stavbou, ktorej náročnosť určovala už samotná dĺžka – 14 km, spôsob sprístupnenia trasy, konštrukcia a technológia definitívneho ostenia, prekonávanie poruchových pásiem bola nová odvodňovacia štôlňa Voznica. Zaujímavou bola aj konštrukcia prístupovej šachty a ťažných zariadení, ktoré malo umožniť dopravu veľkých celkov tunelovacieho stroja. Do tretice zaujímavých stavieb iste patrí aj rekonštrukcia podzemného privádzača vodnej elektrárne Lopej Dubová, kde sa pôvodné ostenie z monolitického betónu nahradilo prefabrikovanými železobetónovými panelmi a časť otvoreného kanálu nahradila monolitickou železobetónovou rúrou betónovanou do dvojplášťového debnenia zvláštnej konštrukcie.

Po tomto období technickej kariéry prešiel od 1. 7. 1991 do manažérskych funkcií. Najprv do funkcie technického, resp. technicko-výrobného námestníka a od roku 1994, po pretransformovaní štátneho podniku na akciovú spoločnosť, sa stal predsedom predstavenstva. Od 1. 7. 1997 zastáva popri funkcii predsedu predstavenstva aj funkciu generálneho riaditeľa. V období transformácie podniku sa pričinil o nájdenie schodnej cesty manažérsko-zamestnaneckej privatizácie a zachovanie vitálnych funkcií podniku po jeho rozčlenení nadiktovanom sčasti ministerskými dekrétmi, sčasti odstredivými tendenciami bývalých závodov s iným ako bansko-stavebným výrobným programom.

Jeho dlhoročnou víziou boli tunelové stavby na území SR. Tunel Branisko, aj keď neskoršie ako si to prial, naplnil jeho stavebno-inžiniersky sen, ktorý nosil v hlavne od čias svojich začiatkov v podzemnom stavebníctve. Jedným z jeho neotrasiteľných názorov je, že dobre vymyslené inžinierske dielo nemôže uškodiť prírode, naopak môže sa stať jej harmonickým doplnkom.

Patrilo by sa spomenúť aj na celý rad jeho sympatických ľudských, kolegiálnych vlastností a spoločenských dispozícií. Po tejto stránke môžeme len uistiť tých, čo ho bližšie nepoznajú, že je dobrým, hoci prísnym šéfom a mimoriadne príjemným spoločníkom v pracovných i mimopracovných kruhoch.

Ako Prievidžana ho mnohí v tomto meste poznajú, ale mnohí možno nemajú ani tušenie, že aj vo svojom meste sa pričinil svojou odbornosťou a aktivitami, poslaneckými i neposlaneckými, o jeho rozvoj (napr. pri stavbe športovej haly, zimného štadióna).

Jubilantovi vyjadrujeme vďaku za jeho osobný prínos do existencie podniku a prianie pekného babieho leta v začínajúcej jeseni života.

Sekretár STA ITA/AITES - *Secretary of STA ITA/AITES*
Ing. Jozef Frankovský

SIXTY FIVE YEARS OF AGE OF ING. JAROSLAV KAPUSTA

He was born on April 9, 1936 in Topolcany, but his home since his childhood till now has been in Prievidza. After passing his school-leaving exams, he continued studying in the Slovak Technical University of Bratislava, the faculty of civil engineering, graduating in 1959. The theme of his dissertation, The construction technique for the main tunnel of the Cigel Mine, oriented his paces to Banske Stavby Prievidza (Mining Construction Prievidza co.). Not only has he remained devoted to this company for all his life. He has even forged ahead to its head at the end of his career. It is worth reminding that his thesis was guided by Prof. Eng. Frantisek Valachovic, and consulted by Eng. Jozef Friem Both of them were recognised personalities within underground engineering, influencing not only this industrial line, but also our friend's, celebrating the anniversary, professional orientation.

In the course of the initial years of his work at the technical department of the Banske Stavby Prievidza, containing a strong designing, structural and technological staff, he worked as a designer - structural engineer, and, later on, as technology consultant of mining and civil engineering works and head of operations planning.

During that period, many designs and structures passed through his hands, not only routine, but also special or unique ones. No doubt, one of them was the Mine Cigel project, which he started learn about during his work on the thesis. It was the most important contract for Banske Stavby at that time. Mining segmental support (known as a ring method within Prague professional quarters) was being introduced on this construction, as well as pneumatic transportation of concrete, moving steel forms, grouting etc. It was him who was the author of the first moving steel form.

Several other outstanding projects can be counted among the projects of that kind which formed milestones of his career of a designer, structural engineer and technology consultant. The pumped storage power station on the Cierny Vah river became one of the greatest opportunities for individuals talented in technical creativity to employ their talents in construction of pit hoisting towers for inclined headrace tunnels, mining platforms, in concrete operations, transport and installation of steel piping of the headrace tunnel, rock bolt support etc. Obviously, he is one of those individualities. Another underground structure, the exactness of which was given by its length of 14km, the manner of establishment of an access road, the structure and technology of the final lining and a necessity to overcome weakness zones, was the New drainage gallery Voznica. Also of interest was the construction of the access shaft and hoisting plants, which were to make the transport of large parts of the tunnelling machine possible. Third interesting project was certainly the refurbishment of an underground headrace tunnel for the hydroelectric power plant Lopej Dubova, where the original cast-in-situ lining was replaced with reinforced concrete segments, and a part of an open trough was replaced with a monolitic reinforced concrete pipe cast into a two-shell mould of a special design.

On 1.7.1991, when this technical period of his career had passed, he started to be promoted into managerial positions. First of them was a position of technical, or technical and operations deputy. Since the year 1994, the year of transformation of the state-owned company into a joint stock company, he has been chairman of the board of directors. In addition, he has been performing the function of general director since 1.7.1997. In the course of the company transformation he did his best to find a practicable way of privatisation by management and employees, and preservation of vital functions of the company after its splitting, dictated partially by ministerial decrees, partially by centrifugal tendencies emerging in former plants having different non-mining engineering production programs.

His long-time vision were tunnel structures in Slovakia. The Branisko tunnel, even if it happened later than he had wished to, was his civil engineering dream come true, the dream he had dreamt since the very beginning of his work in this industry. One of his unswerving opinions is that a well-designed engineering works cannot harm the nature, just opposite, it can become its harmonic supplement.

It would be right to remember his likeable human attitude towards his colleagues and his societal dispositions. In this aspect, we can assure those who do not know him that he is a good, even if exacting chief, and an extraordinarily pleasant partner as far as work is concerned or beyond the work.

Many inhabitants of Prievidza know him as a fellow-citizen, but many of them may not have a clue that he has also contributed to his town's development through his expertise and activities, both deputy's and non-deputy's ones (e.g. to implementation of the project of the sports hall or the ice hockey stadium).

We are expressing our gratitude to our friend celebrating this important anniversary for his personal contribution to the company's existence, and our wishes of a nice Indian summer at the beginning of the autumn of the life.

ZPRÁVY Z TUNELÁŘSKÝCH KONFERENCÍ

NEWS FROM TUNNELLING CONFERENCES

DVACÁTÉ SEDMÉ VÝROČÍ ZASEDÁNÍ ITA/AITES – MILÁN 2001

TWENTY SEVENTH ANNUAL MEETING – MILANO 2001

Valné shromáždění Mezinárodní tunelářské asociace ITA/AITES zasedalo po sedmadvacáté v v Miláně od 10. do 13 června v souvislosti se Světovým tunelářským kongresem 2001 pořádaným švýcarskými tunelářskými společnostmi (SIG a STS). Na zasedání byli přítomni reprezentanti, delegáti, pozorovatelé a členové pracovních skupin 39 z 50 členských zemí asociace.

The International Tunnelling Association held its twenty seventh meeting in Milano from 10 to 13 June, in conjunction with the World Tunnel Congress 2001 organized by the Italian and Swiss Tunnelling Societies, (SIG and STS). The meetings were attended by representatives, delegates, observers and working group members from 39 of the 50 Member Nations of the Association.

Přítomné členské země
Member Nations represented

South Africa, Algeria, Germany, Australia, Austria, Belgium, Brazil, Canada, China, Korea, Denmark, Egypt, Spain, United States of America, Finland, France, Greece, Hungary, Island, Israel, Italy, Japan, Lesotho, Morocco, Mexico, Norway, Netherlands, Poland, Portugal, Romania, United Kingdom, Russia, Singapore, Slovenia, Slovak Republic, Sweden, Switzerland, Czech Republic, Turkey.

Členské země, které se neprezentovaly
Member Nations not represented

Saudi Arabia, Argentina, Bulgaria, Columbia, India, Iran, Malaysia, New Zeland, Thailand, Ukraine, Venezuela.

Nově zvolený výkonný výbor (EC)
New executive council

A. Assis	*Brazil*	*President*	*Until 2004*
A.M. Muir Wood	*United Kingdom*	*Honorary President*	
A. Haack	*Germany*	*Past President*	*Until 2004*
A. Parker	*USA*	*Vice President*	*Until 2004*
K. Sorbraten	*Norway*	*Vice President*	*Until 2004*
J.P. Godard	*France*	*Past Vice President*	*Until 2004*
J. Hess	*Czech Republic*	*Past Vice President*	*Until 2004*
N. Bulychev	*Russia*		*Until 2002*
A. Nordmark	*Sweden*		*Until 2004*
W. De Lathauwer	*Belgium*	*Past Vicepresident*	*Until 2001*
K. Sorbraten	*Norway*		*Until 2001*
J.M. Kelvey	*South Africa*		*Until 2004*
K. Ono	*Japan*		*Until 2004*
G. Ash	*Australia*		*Until 2002*
H. Oud	*Netherlands*		*Until 2003*
J. Zhao	*Singapore*		*Until 2004*
C. Berenguier		*Secretary General*	*Until 2005*

Poznamenejte si spojení / *Please note*

E-mail: aites@imaginet.fr Website: http://www.ita-aites.org

ČLENSTVÍ

Asociace zaregistrovala 25 nových přidružených členů (6 korporativních a 19 individuálních). Celkový stav je 50 členských zemí a 290 přidružených členů (93 korporativních a 197 individuálních) po započtení přírůstků a úbytků.

STRATEGIE ASOCIACE

Valné shromáždění rozhodlo o přijetí švýcarského návrhu na umístění sekretariátu asociace ve Švýcarském federálním technologickém institutu v Laussane. Rozhodnutí nabude platnost v červenci 2002.

KOMUNIKAČNÍ SPOJE

- Tribune: 4 čísla uplynulého roku byla publikována se zaměřením na Itálii, Singapore, Slovenskou a Českou republiku a Švýcarsko. Každé číslo vyšlo nákladem asi 2700 ks.
- Tunnelling and Underground Space Technologie: V patnáctém ročníku TUST bylo publikováno 44 příspěvků z 23 zemí a rovněž 2 zprávy z pracovních skupin ITA, WG Výzkum a WG Podzemní plánování. V příštím roce budou publikovány zprávy několika dalších pracovních skupin.

MEMBERSHIP

The Association has registered the membership of 25 new Affiliate Members (6 Corporate Members and 19 Individual Members); the total results to 50 Member Nations and 290 Affiliate Members (93 Corporate Members and 197 Individual Members) taking into account radiations and resignations.

STRATEGY OF THE ASSOCIATION

The general assembly decided to accept the Swiss proposal to host the Secretariat in the Swiss Federal Institute of Technology in Lausanne. The decision will be effective on July 2002.

COMMUNICATION

- Tribune: Last year 4 issues of TRIBUNE were published including focus on Italy, Singapore, Slovak Republic, Switzerland, Czech Republic. The average circulation has been around 2700 copies per issues.
- Tunnelling and Underground Space Technology: In the fifteenth volume of TUST, 44 papers representing 23 countries were published. Two reports from ITA WG

- Web site: Asociace má svou stránku od roku 1998. Za rok 2000 ji navštívilo 15 000 osob z 85 zemí, které měly 600 000 dotazů a přečetly 135 000 stran. Stránka se aktualizuje průměrně desetkrát ročně a přidávají se nové údaje, týkající se zejména Tribune a diskusního fóra členských zemí a pracovních skupin. Nejnavštěvovanější stránky jsou "glossary", "focus" a Tribune.
- Glossary: První verze výkladového slovníku byla převedena na web. To je provizorní verze, která bude dokončena během nadcházejícího roku.

OTEVŘENÁ SEKCE KONGRESU

Námět vybraný pro letošní rok byl "Odhad rizik pro návrh financování". Tato otázka se týká především podzemního stavebnictví. Pět přednášejících ji posuzovalo z různých hledisek: z právních hledisek, z funkce veřejného a soukromého sektoru, posouzení geologických rizik, vztahů mezi hospodárnou proveditelností a plánem financování. Pokračovalo se u kulatého stolu bouřlivou diskusí. Sekce shromáždila na 300 účastníků.

SPOLEČNÁ PRACOVNÍ SKUPINA ISTT - ITA

Hlavním bodem jednání byl návrh verze sestavy rizikového rozpočtu pro podzemní díla, připravené během minulého roku, která zahrnuje 5 hlavních rizikových fází a 20 případů vyplývajících z umístění díla v pozemí. Shrnující a vysvětlující text bude zpracován na příštím společném zasedání v Praze v září 2001.

PŘÍŠTÍ VÝROČNÍ ZASEDÁNÍ

- Sydney (Austrálie) od 2. do 7. března 2002 během Světového tunelářského kongresu ITA/AITES " Downunder 2002" pořádaný Austrálií a Singapore.
- Amsterdam (Nizozemsko) od 14. do 17. dubna 2003, během kongresu ITA/AITES 2003 "(Re)claiming the Underground Space"
- Singapur v květnu 2004 na pozvání Singapurské národní tunelářské asociace.

Podle tiskového komuniké připravil
In accordance with the Press Release prepaired
Ing. Karel Matzner

Research and Subsurface planning were published. In the next year TUST will publish several reports by working groups.
- Web site: The Association has had a web site since 1998. During the year 2000, the site received 600000 successful requests (135000 pages read) from 15000 people coming from 85 countries. The site is updated on an average of 10 times a year and new topics have been added, specifically concerning Tribune and the forum for Member Nations and Working Groups. The most visited pages are the ones of the glossary, the focuses and Tribune.
- Glossary: A first version of the glossary has been implemented on the web. This is a provisional version and will be completed during the coming year.

ITA OPEN SESSION

The topic chosen this Year was "Risk assessment for projet of financing". This topic is a major concern for the underground works industry. Five speakers treated the subject from different points of view: "legal aspects", "roles of the public and the private sectors", "dealing with geological risks", "relations between economic feasibility" and "project financing". It has been followed by a round table and an extended discussion. The session gathered more than 300 participants.

ISST-ITA JOINT WORKING GROUP

The main point on the agenda of the meeting was the draft version of the flow chart "Risk Budget for Underground Works", prepared over the last year, which covers 5 major risk phases and 20 events from objective to operation of an underground installation. A covering and explanatory text will be prepared by the following joint meeting in Prague in September 2001.

NEXT ANNUAL MEETINGS

- Sydney (Australia) from 2 to 7 March 2002 during the ITA-AITES 2002 World Tunnel Congress "Down under" organized by Australia with the participation of Singapore.
- Amsterdam (Netherlands) from 14 to 17 April 2003, during the ITA.AITES 2003 "(Re)claiming the Underground Space".
- Singapore in May 2004 on the invitation of the Singaporean National Group.

ZPRÁVA ZE ZASEDÁNÍ PRACOVNÍCH SKUPIN - WG ITA/AITES

V rámci konání ITA/AITES World Tunnel Congress 2001 se uskutečnily porady všech 14 pracovních skupin.Tyto porady proběhly ve dnech 10 - 11. června 2001 a navazovaly na zasedání výkonného výboru ITA/AITES. Souhrnná zpráva z nich bude uveřejněna v příštím čísle našeho časopisu.
Z českých zástupců se těchto jednání přímo zúčastnili Doc. Ing. Alexandr Rozsypal, CSc. (prac. skupina č. 2 - výzkum), Ing. Jaromír Zlámal (prac. skupina č. 3 -Smluvní praktiky v podzemních stavbách) a ing.Václav Valeš (prac. skupina 4 - Plánování podzemí).

Pracovní skupina 3 - Smluvní praktiky v podzemních stavbách

Na zasedání bylo zvoleno nové předsednictvo prac.skupiny. Novým předsedou byl zvolen W. Maartens (Jižní Africa-Lesotho), místopředsedou A. Dix (Australie) a tutorem byl zvolen F. Vuilleumier (Francie).
Jednání pracovní skupiny se zůčastnilo 20 členů ze 13 zemí. V nejbližší době budou dokončeny komentáře tří dokumentů FIDIC pro zpracovávání kontraktů a vyhodnoceny tendry mezi konzultančními inženýry a kontraktory.
Zasedání schválilo aby v příštím roce byly projednávány tři nové úkoly:
- Alternativní finanční podmínky pro zadavatele stavby
- Komentář dokumentu Dams and Development, kde jsou zajímavě zpracovány podmínky kontraktů (www.dams.org)
- Zlepšování řízení podzemních staveb

Pracovní skupina 4 - Plánování podzemí

Setkání se uskutečnilo pod vedením předsedkyně A. Nordmarkové, místopředsedy E. Grova a tutora J. P. Godarda. Jednání pracovní skupiny se zúčastnilo celkem 12 členů z 11 zemí.
Na zasedání projednány materiály:
- Water Installations Underground (final Draft čtení a odsouhlasení znění)
- Access Ways to Underground for Public Use (čtení prvního návrhu)
- návrh na společné zpracování závěrů "Plánování podzemí" spolu s WG13 a WG 15.
- "Bring together geoscientific and land-use management expertise" - spolupráce IUEG/ITA

REPORT FROM SESSION OF THE ITA/AITES WORKING GROUPS

Within the frame of ITA/AITES World Tunnel Congress 2001, sessions of all 14 workgroups took place. These sessions proceeded during June 10-11, 2001 and followed after session of the ITA/AITES executive committee. A summary report from those will be published in the next issue of our magazine.
Doc. Ing. Alexandr Rozsypal, CSc. (WG no. 2 - Research), Ing. Jaromír Zlámal (WG no. 3 - Contractual Actions by Underground Structures) and Ing. Václav Valeš (WG no. 4 - Planning of the Under-ground) directly participated at these sessions as Czech representatives.

Working Group no. 3 - Contractual Actions by Underground Structures

New board of directors was elected during session of the workgroup. W. Maartens (South Africa - Lesotho) was elected new chairman, A. Dix (Australia) his deputy and F. Vuilleumier (France) was elected as tutor.
20 members from 13 countries participated at the workgroup's session. Within immediate future, commentaries on three FIDIC documents for elaboration of contracts will be completed and tenders among consultation engineers and contractors evaluated. The session approved three new tasks to be dealt with in the following year :
- Alternative financial conditions for contractor of the construction
- Commentary on the document Dams and Development, where are the conditions of contracts interestingly elaborated (www.dams.org)
- Improvement of management of underground structures

Working Group no. 4 - Planning of the Underground

The session took place under guidance of the chairwoman A. Nordmark, her deputy E. Grov and tutor J.P. Godard. Altogether, 12 members from 11 countries participated at session of the workgroup. Within the session, the following materials were discussed:
- Water Installations Underground (Final Draft reading and approval of the version)
- Access Ways to Underground for Public Use (reading of the First Draft)
- Proposal for mutual elaboration of conclusions of "Planning of the Underground" together with WG 13 and WG 15
- "Bring together geoscientific and land-use management expertise" - cooperation of IUEG/ITA

Ing. Václav Valeš

INFORMACE O ČINNOSTI PRACOVNÍ SKUPINY ITA Č. 2 – VÝZKUM

Jako obvykle zasedaly během tunelářského kongresu ITA, který se tentokrát sešel v Miláně, i jeho pracovní skupiny. Z pověření národního výboru Českého tunelářského výboru jsem se zúčastnil dne 13. 6. 2001 jednání pracovní skupiny číslo 2, která se věnuje výzkumné problematice.
Animátorem této skupiny je od roku 1994 Yann Leblais, vedoucí technické komise francouzské národní skupiny ITA a prezident mezinárodního uskupení inženýrských a konzultačních firem FC International. Delegátem výkonného výboru ITA, který je zastoupen v každé pracovní skupině, je professor Assis z Brazílie. Ten byl poté na valném shromáždění ITA dne 15. 6. 2001 zvolen prezidentem ITA na další funkční období.
Byly projednávány 2 body.
- Seismic Design and Analysis of Underground Structure.
Referentem byl Youssef M. A. Hashash, assistant Professor of Civil and Environmental Engineering of University of Illinois.
- Draft of the Gudelines of Risk Analysis on Tunneling Projects.
Referentem byl Soren Eskesen z Dánského geotechnického institutu.
Kromě toho bylo konstatováno, že byla ukončena práce na studii Recomendation on the settlement induced by urban tunneling. Toto téma bylo rozpracováváno i technickou komisí francouzské národní společnosti pro tunelování a podzemní práce AFTES, kterou vede rovněž Yann Leblais.
Pracovní skupina č. 2 byla založena již v roce 1975. Hlavní publikace, které od svého založení vypracovala, jsou následující:
- Report on shield-driven tunnels (1981)
- Report on water inflows (1988)
- Report on lining (1988)
- Report on shields used in urban areas (1988)
- Report on the impact of noise and vibrations on underground construction (1990)

Na jednání skupiny byla po obsáhlé diskusi odsouhlasena studie Seismic design and Analysis of Underground Structures a doporučena k vydání jako oficiální materiál ITA. Tento materiál mám pro členy ČTuK k dispozici.
Na příštím jednání pracovní skupiny se bude dále diskutovat o materiálu Guidelines of Risk Analysis on Tunneling Projects. Členové ČTuK, kteří by měli zájem se k této problematice vyjádřit, se na mne mohou kdykoliv obrátit, abychom mohli vypracovat podklad za náš národní komitét ITA.

INFORMATION ABOUT ACTIVITY OF THE ITA NO.2 WORKGROUP – RESEARCH

As usual within the ITA tunneling congress, which this time met in Milan, also the workgroups had their sessions. On behalf of the National Committee of the Czech Tunneling Committee, on June 13 I participated at a meeting of the workgroup no. 2, which deals with research issues.
Since 1994, Yann Leblais, chairman of the technical committee of the French ITA National group as well as president of the international association of engineering and consulting companies FC International, is an animator of this group. Professor Assis of Brazil is a delegate of the ITA Executive Committee, which is represented in every workgroup. He was later on June 15 during the ITA general assembly elected ITA president for the next office term.
Two points had been discussed :
- Seismic Design and Analysis of Underground Structure
Speaker Youssef M. A. Hashash, assistant Professor of Civil and Environmental Engineering of University of Illinois;
- Draft of the Guidelines of Risk Analysis on Tunneling Projects
Speaker Soren Eskesen of the Danish Geotechnical Institute.
Besides it was stated that work on the study "Recommendation on the settlement induced by urban tunneling" was finished. This topic was also worked on by the technical committee of the French National Association for Tunneling and Underground Works AFTES, which is also lead by Yann Leblais.
The workgroup no. 2 was already established in 1975. The main publications, which it has since its foundation elaborated, are following :
- Report on shield-driven tunnels (1981)
- Report on water inflows (1988)
- Report on lining (1988)
- Report on shields used in urban areas (1988)
- Report on the impact of noise and vibrations on underground construction (1990)

Following a broad discussion, the study "Seismic Design and Analysis of Underground Structures" was agreed on at session of the workgroup and thus recommended for publication as an official ITA material. I have this material for the CTC members at hand.
Within the next workgroup session, material Guidelines of Risk Analysis on Tunneling Projects will be further discussed. CTC members who would express desire to comment on this topic can feel free to contact me any time in order to be able to elaborate a framework for our ITA National Committee.

Doc. Ing. Alexandr Rozsypal, CSc.

ROADWARE 2001

Sedmý mezinárodní silniční veletrh Roadware 2001 se konal v Praze ve Veletržním paláci ve dnech 22. - 24. 5. 2001. Pořadatelem byla Česká silniční společnost pod záštitou Ministerstva dopravy a spojů ČR ve spolupráci s Ředitelstvím silnic a dálnic ČR.
Na výstavní ploše uvnitř budovy a venkovní ploše vystavovalo 93 firem a investorů zaměřených na veškeré inženýrské, projekční a realizační činnosti a také strojní vybavení či výrobu materiálu pro silniční stavitelství.
V katalogu, vedle klasického provedení také na CD ROM, je v přehledech uvedena kategorizace expozic dle náplně činnosti. V kategoriích Geotechnika, Zakládání staveb a Podzemní stavby se představilo cca 22 expozic včetně členů ITA/AITES jako např. GEOTEX, KELLER, PÚDIS, SATRA, SG-GEOTECHNIKA, METROSTAV, POHL, SUBTERRA, ŽS Brno.
Organizování silničního veletrhu Roadware je jednou z významných činností Silniční společnosti, která také připravila k této příležitosti časopis Silniční obzor ve zvláštní úpravě.
Z dalších činností je významná práce v 8 odborných sekcích
- správa a údržba komunikací
- povrchové vlastnosti vozovek
- cementové vozovky
- asfaltové vozovky
- silniční a městské dopravní inženýrství
- silniční tunely
- zemní práce,odvodnění a spodní stavba
- telematika

Odborná tematika vždy nějak souvisí s pracemi odborných skupin v rámci ITA/AITES. Činnost tří posledních se vlastně přímo prolíná. Obě společnosti tak vlastně usilují o rozkvět dálnic a dalších komunikací, propagují nové poznatky vědy i praxe v oborech, jakož i další činnost ve společensko-politické oblasti.

Seventh international road fair Roadware 2001 took place in Prague in the Fair Palace during May 22-24 2001. The organizer was the Czech Road Association under the auspices of the Ministry of Transportation and Communications in cooperation with the Directorate of Roads and Highways of the ČR.
At the exhibition spaces both within the building and outside, 93 companies and investors were exhibiting, and thus focused on production of all engineering, designing and realizing activities as well as on mechanical equipment or production of materials for road constructions.
In the catalogue, in addition to the regular design, also on CD-ROM, categorization of expositions according to their field of activity is synoptically elaborated. Within the categories of Geotechnics, Foundation of structures and Underground construction, 22 expositions were introduced, including the ones of ITA/AITES members, such as Geotex, Keller - spec. foundation, PÚDIS, Satra, SG-Geotechnika, Metrostav, Pohl, Subterra, ŽS Brno.
Organization of the road market Roadware is one of significant activities of the Road Association, which also to this occasion prepared a special edition of the Road Review magazine.
From other activities, work in 8 specialized sections is significant :
- *administration and maintenance of roads*
- *surface attributes of roads*
- *cement roads*
- *asphalt roads*
- *road and urban transportation engineering*
- *road tunnels*
- *ground works, drainage and substructure*
- *telematics*

Professional telematics always somehow coheres with work of specialized groups within the frame of ITA/AITES. Activity of the last three actually directly intertwines. Both companies thus strive for prosperity of highways and other roads, advertise new knowledge of science and experience in their branches as well as further activity in the social-political area.

Ing. Petr Vozarik

TUNELY 2001 - *TUNNELS 2001*

Dom techniky ZSVTS Žilina, Slovenská republika, uspořádal ve dnech 5. - 7. 6. 2001 seminář spojený s exkurzemi firem pod názvem Tunely 2001.
Seminář byl zaměřen na problematiku Výstavby tunelů hlavně ve Slovenské republice. V následné prezentaci firem se představil mimo jiné DOPRASTAV, a. s. Bratislava, VOKD, a. s., Ostrava, GEOFOS Žilina, HBP Prievidza, CARBOTECH Slovakia apod.
V rámci semináře byla organizována exkurze na stavbu tunelu Horelica a geologické štoly Višňové.

The House of technology ZVTTS Žilina - Slovakia organized a seminar, together with companies' excursions called Tunnels 2001 during June 5-7 2001.
The seminar was focused on the problems of tunnel construction, especially in Slovakia. In the following company presentations, among other introduced themselves Doprastav a.s. Bratislava, VOKD a.s. Ostrava, Geofos Žilina, HPB Prievidza and Carbotech Slovakia.
Within the seminar, excursion to construction sites of the Horelica tunnel and Višňové geological gallery was organized. *Ing. Petr Vozarik*

PRAŽSKÉ GEOTECHNICKÉ DNY 2001
PRAGUE GEOTECHNICAL DAYS 2001

V již tradičním květnovém termínu, ve dnech 14. a 15. 5. 2001 se v důstojném prostředí Akademie věd v Praze konaly každoroční Geotechnické dny. Toto pravidelné setkání odborníků pořádala a sponzorovala Stavební geologie-Geotechnika, a. s. ve spolupráci s Českou geotechnickou společností ČSSI a Českým a Slovenským výborem MZZS. Pražské geotechnické dny se svým charakterem poněkud vymykají obdobným odborným akcím, pořádaným v České republice. Typickým pro ně je, že referáty jsou zásadně pouze vyžádané a týkají se vždy tématu, který vybere hlavní organizátor spolu s Českou geotechnickou společností tak, aby svou aktuálností byl přínosem pro odbornou geotechnickou veřejnost.

Součástí Pražských geotechnických dnů je i pravidelná "Pražská geotechnická přednáška", ke které je každoročně pořadateli zván významný evropský geotechnik. Z minulých přednášejících můžeme vzpomenout například prof. Jamiolkovského, Biareze, Brandla, Schlossera a další.

Letošní Geotechnické dny proběhly v následujících blocích:

14. 5. 2001 dopoledne - odborný seminář: Provádění a vyhodnocování speciálních laboratorních zkoušek zemin a hornin

V úvodu semináře přednesli krátké zahajovací pozdravy prof. Ing. Ivan Vaníček, DrSc., jménem Geotechnické společnosti ČSSI a Ing. Vítězslav Herle, odborný garant semináře, jménem hlavního pořadatele a sponzora Geotechnických dnů 2001 SG-Geotechnika, a. s.

Poté již následovalo šest odborných přednášek zaměřených na nosné téma semináře. V první přednášce Doc. Ing. Jaroslav Feda, DrSc. z Ústavu teoretické a aplikované mechaniky AV ČR upozornil na problémy s interpretací laboratorních zkoušek v geotechnice. Se zkouškami polonasycených zemin a měřením pórového tlaku, které byly prováděny na Stavební fakultě ČVUT seznámil posluchače Ing. Jan Záleský, CSc. Na téma zjišťování deformačních vlastností zemin při velmi malých přetvořeních pohovořil Ing. Jan Boháč, CSc. z Přírodovědecké fakulty UK. Další přednášející Ing. Jiří Hudek, CSc. z PÚDIS Praha se ve svém referátu zaměřil na úskalí zkoušek hornin prováděných pro podzemní stavby. Ing. Jaroslav Holejšovský z SG-Geotechnika, a. s., ve své přednášce s tématem laboratorních zkoušek spolupůsobení geosyntetik se zeminami podrobně prezentoval zkoušku smykové pevnosti rozhraní zemina - geosyntetikum, která se již několik let úspěšně provádí v laboratořích SG-Geotechnika, a. s. Poslední dva přednášející odborného semináře Ing. Jiří Záruba a Ing. Vítězslav Herle z pořádající organizace hovořili na téma zkoušky mechanických vlastností zlepšených zemin a druhotných materiálů. Na několika praktických příkladech ukázali použití stabilizovaných popílků z různých energetických zdrojů.

Ve vyžádaném koreferátu na téma laboratorních zkoušek produktů odsíření vystoupil Ing. Jaromír Šťastný, CSc.

14. 5. 2001 odpoledne - 9. pražská geotechnická přednáška

Hlavním hostem letošních Geotechnických dnů byla Dr. Suzanne Lacasse, výkonná ředitelka Norského geotechnického institutu. Ve své přednášce na téma "Geotechnical Engineering at the Dawn of the Third Millenium" se zaměřila na rekapitulaci momentální pozice geotechniky v rodině ostatních inženýrských disciplín a na vytyčení jejích úkolů v příštím období. Přednáška byla velmi dobře zpracovaná, neobyčejně poutavá a sklidila velký úspěch.

Dopoledního semináře a 9. pražské geotechnické přednášky se zúčastnilo téměř 100 posluchačů, z nichž většina rovněž navštívila doprovodnou propagační výstavku 11 odborných firem.

15. 5. 2001 dopoledne

Program Geotechnických dnů pokračoval výroční členskou schůzí Českého a Slovenského výboru MZZS a druhou přednáškou Dr. Suzanne Lacasse, tentokrát na téma "Risk Analysis in Geotechnical Engineering".

V této opět dokonale připravené a velmi zajímavé přednášce Dr. Lacasse na mnoha praktických příkladech zdokumentovala geotechnická rizika různých typů inženýrských staveb a ukázala cesty, jak geotechnická rizika oceňovat a metodu řízení geotechnických rizik uplatňovat v praxi.

Posledním bodem programu Geotechnických dnů 2001 byl workshop na téma "Vliv vlastností zemin na řešení geotechnických úloh". Moderátor Doc. Ing. J. Feda, DrSc. vybral jako hlavní diskutující Ing. Jiřího Herštuse, CSc. z AGE s. r. o., Ing. M. Masarovičovou, CSc. z katedry geotechniky Stavební fakulty STU a Dr. Ing. I. Herleho z ÚTAM AVČR.

Druhého dne Pražských geotechnických dnů se zúčastnilo na 40 odborníků. Počet účastníků prvního dne i počet vystavovatelů byly zatím nejvyšší v celé historii Geotechnických dnů, poprvé byl vydán sborník se stručnými obsahy přednášek odborného semináře. Díky sponzorským příspěvkům pořadatelů se podařilo i letos uspořádat kvalitní dvoudenní geotechnickou akci bez nutnosti vybírat od účastníků vložné.

Doc. Ing. Alexandr Rozsypal, CSc.
Ing. Vladimír Pachta

In already traditional time, during May 14-15 2001, annual Geotechnical days took place in the distinguished setting of the Academy of sciences in Prague. This regular meeting of professionals was organized as well as sponsored by the Stavební geologie - Geotechnika, a.s. in cooperation with the Czech Geotechnical Society ČSSI and Czech and Slovakian MZZS committees. Prague Geotechnical days are with its character rather rarity among similar professional activities, organized within the Czech republic. It is typical that speeches are ultimately only requested and always concern the topic, chosen by the main organizer together with the Czech Geotechnical Society, so that with its actuality it would be a contribution for the professional geotechnical community. "Prague geotechnical lecture", to which is annually one significant European geo-technician invited (from previous lecturers we can recall for instance prof. Jamiolkovski, Biarez, Brandl, Schlosser and other), is also a regular part of the Prague Geotechnical days.

This year's Geotechnical days proceeded in the following blocks:

14.5.2001 morning - professional seminar :

Elaboration and evaluation of special laboratory testing of soils and rocks

Within the seminar introduction, short opening speeches were delivered by prof. Ing. Ivan Vaníček, Dr.Sc., on behalf of the Geotechnical society ČSSI and Ing. Vítězslav Herle, professional patron of the seminar, on behalf of the main organizer and sponsor of the Geotechnical days SG-Geotechnika, a.s.

Then six specialized lectures, focused on main theme of the seminar, followed. In the first lecture, Doc. Ing. Jaroslav Feda DrSc. from Institute of theoretical and applied mathematics by AS CR warned about problems with interpretation of laboratory experiments in geotechnique. Attendants learned about experiments with semi-saturated soils and measurement of the pore pressure, which had been elaborated at the Engineering faculty of CTU in the lecture by Ing. Jan Záleský, CSc. Ing. Jan Boháč, CSc. from the Faculty of natural sciences under CU spoke about determination of deformation properties of soils at very small deformations. The next lecturer, Ing. Jiří Hudek, CSc. from PÚDIS Prague in his speech concentrated on problems with rock testing, carried out for underground structures. Ing. Jaroslav Dolejšovský from SG - Geotechnika, a.s. in his lecture on topic of laboratory testing of interaction between geosynthetics and soils in detail presented the testing of shearing strength of the soil-geosynthetics interface, which has been already successfully realized in SG - Geotechnika, a.s. laboratories for several years. The last two lecturers of the professional seminar were Ing. Jiří Záruba and Ing. Vítězslav Herle from the organizing company. They spoke on the topic of testing of mechanical properties of improved soils and secondary materials. On several practical examples they showed the use of stabilized fly ash from various energy sources.

Ing. Jaromír Šťastný, CSc. delivered a requested associated speech on the topic of laboratory testing of the desulphurization products.

14.5.2001 afternoon - 9th Prague geotechnical lecture

Dr. Suzanne Lacasse, executive director of the Norwegian Geotechnical institute, was the main guest of this year's Geotechnical days. In her lecture on the topic of "Geotechnical engineering at the dawn of the third millennium" focused on review of the current position of geotechnics within the family of other engineering disciplines as well as on determination of its goals for the upcoming era. The lecture was very well elaborated, exceptionally attractive and received remarkable ovation.

Almost 100 attendants visited the morning seminars and the 9th geotechnical lecture, out of which majority also visited the accompanying advertisement exhibition of 11 professional companies.

15.5.2001 morning

Program of the Geotechnical days went on with the Annual member meeting of the Czech and Slovakian MZZS committees and second lecture by Dr. Suzanne Lacasse, this time on the topic of "Risk analysis in geotechnical engineering".

Within this again precisely prepared and very interesting lecture, Dr. Lacasse on many practical examples documented the geotechnical risks of various types of engineering structures and demonstrated ways how to evaluate geotechnical risks and how to apply the method of geotechnical risk assessment in reality.

Workshop on the topic of "Impact of soils' attributes on solutions of geotechnical tasks" was the last program point of the Geotechnical days 2001. Moderator Doc. Ing. J. Feda, DrSc. chose the following major debaters : Ing. Jiří Herštus, CSc. from AGE s.r.o., Ing. M. Masarovičová, CSc. from the department of geonics by the Engineering faculty under STU, and Dr. Ing. I. Herle from ITAM by AS CR.

Approximately 40 professionals took part at the second of the Prague Geotechnical days.

Number of participants from the first day as well as number of exhibitors have so far been the highest in the entire history of the Geotechnical days. For the first time, a proceedings with digest contents of lectures of the specialized seminar was published. Thanks to sponsorship contributions of the organizers, also this year it was possible to organize a high-quality two-day geotechnical meeting without a need to require any fee from the participants.

Doc. Ing. Alexandr Rozsypal, CSc.
Ing. Vladimír Pachta

Z ČINNOSTI ODBORNÝCH SPOLEČNOSTÍ ZAINTERESOVANÝCH DO POZEMNÍCH STAVEB

ACTIVITIES OF PROFESSIONAL CORPORATIONS INTERESTED IN UNDERGROUND CONSTRUCTION

Česká národní skupina Mezinárodní společnosti pro mechaniku hornin (ISRM) ve spolupráci s Ústavem geoniky AVČR v Ostravě uspořádala regionální sympozium Geonics 2001 Teplota a její vliv na geomateriály.
Sympozium se konalo v Ostravě ve dnech 15. až 17. května 2001 za účasti 35 odborníků z Evropy, Asie a USA. Bylo předneseno 23 referátů, zahrnujících oblast laboratorního výzkum mechanických vlastností hornin při různých teplotách, měření in situ, zejména měření teplot a teplotních vlastností hornin, výsledky experimentálních prací, zabývajících se mj. výzkumem plazmatického a laserového rozpojování a ovlivňování geomateriálů, jakož i problematiku matematického modelování tepelných procesů v horninách.
K nejzajímavějším přednáškám patřilo vystoupení prof. O. Stephanssona (Královská univerzita Stockholm), zabývající se teplotním zatížením horninového masivu v okolí podzemních úložišť vyhořelého jaderného paliva. Dosavadní teoretické i praktické poznatky vedou k závěru, že teplotní procesy v horninách musí být studovány současně s hydrologickými, mechanickými a případně chemickými ději jako součást komplexního působení na horninový masiv. V tomto směru byly získány významné výsledky v rámci mezinárodního projektu DECOVALEX, který se zabývá matematickým modelováním této problematiky. V současnosti se v souvislosti s tímto projektem připravují dva rozsáhlé verifikační experimenty založené na umělém ohřevu podzemních prostor (Švýcarsko, USA).
S problematikou výstavby tunelů byla úzce spjata přednáška Dr. D. Fabreho (Univerzita J. Fouriera Grenoble), zabývající se výzkumem a modelováním teplot hornin při ražbě dlouhých bazálních tunelů v Alpách. Na konkrétním případu 53 km dlouhého tunelu Maurienne-Ambien na budoucí železniční trati Lyon - Turin byly prezentovány výsledky geotermického průzkumu, modelové výpočty teplot a jejich srovnání s naměřenými hodnotami a diskutovány příčiny zjištěných anomálií.
Z dalších velmi zajímavých referátů jmenuji ještě příspěvek ing. Hlaváče et all. (VŠB TU Ostrava, Ústav geoniky AVČR) o působení laserového paprsku na povrch hornin, studii mechanických vlastností hornin při záporných teplotách, vyvolanou potřebami podzemních elektráren ve velkých nadmořských výškách v Himalájích (autor R. K. Goel et all., Central Mining Research Institute, Roorkee, India) nebo výzkum vlivu teploty na korozní procesy stavebního kamene z pórovitého vápence (N. Rozgonyi et all., Technická univerzita Budapešť).
Sympozium se vyznačovalo příjemnou pracovní atmosférou, která přispěla k obsáhlé diskusi k jednotlivým přednášeným tématům. Pořadatelé předpokládají, že sympozium položilo základy k pravidelným odborným akcím z oblasti mechaniky hornin a podzemního stavitelství s přesně vymezenými odbornými tématy.

Czech national group of the International society for rock mechanics (ISRM) in cooperation with the Institute of geonics by AS CR in Ostrava organized a regional symposium Geonics 2001 "Temperature and its impacts on geomaterials".
The symposium took place in Ostrava during May 15-17 2001 with participation of 35 professionals from Europe, Asia and USA. 23 speeches were delivered, including the area of laboratory research of mechanical attributes of rocks in various temperatures, in situ measurements, especially measurements of temperatures and thermal attributes of rocks, results of experimental works, among other dealing with research of plasmatic and laser disjunction and interaction of geomaterials as well as problems of mathematical modeling of thermal processes within rocks.
To the most interesting speeches belonged the address by prof. O. Stephansson (Royal University of Stockholm), dealing with thermal encumbrance of rock massif in the vicinity of underground storages of burnt-out nuclear fuel. Hitherto, theoretical and practical knowledge leads to a conclusion that thermal processes in rocks have to be studied along with hydro-geological, mechanical and eventually chemical processes as part of a complex impact on rock massif. Within this direction, significant results have been achieved within the frame of the international program DECOVALEX, which deals with mathematical modeling of these issues. In coherence with this project, two major verifying experiments, based on simulated heating of underground areas, are contemporarily being prepared. (Switzerland, USA).
Speech of Dr. D. Fabre (J. Fourier University of Grenoble) was closely tight to the problems of tunnel constructions, and thus dealing with research and modeling of rock temperatures by excavations of long basal tunnels in Alps. On the specific example of 53 km long tunnel Maurienne-Ambien on the future railway track Lyon-Turin, results of the geothermal exploration, model calculations of temperatures and their comparison with measured values were presented while causes of revealed anomalies discussed.
From other very interesting speeches I will still mention the contribution of Ing. Hlaváč et all. (VŠB TU Ostrava, Institute of geonics by AS CR) about the impacts of laser beam on the rock surface, further study of mechanical attributes of rocks by negative temperatures, evoked for instance by needs of the underground power plants in Himalayas (author R. K. Goel et all., Central Mining Institute, Roorkee, India) or research of the impacts of temperatures on corrosion processes of the construction stone from porous limestone (N. Rozgonyi et all., Technical University of Budapest).
The symposium distinguished with pleasant working atmosphere, which contributed to broad discussion within individual introduced topics. The organizers expect that the symposium has laid grounds for regular professional activities in the area if rock mechanics and underground engineering with precisely defined specialized topics.

Ing. Richard Šňupárek, CSc.

ČINNOST SEKCE SILNIČNÍ TUNELY

V souladu s plánem činnosti na r. 2001 se dne 21. 6. 2001 uskutečnilo jednání sekce v informačním středisku stavby MO RAST.
Vedle informací z činnosti Rady silniční společnosti po 4. sjezdu ČSS a redakčních rad Silničního obzoru a časopisu Tunel bylo jednání zaměřeno na:
- prezentaci studijních cest na stavby tunelových úseků dálnice A86 v Paříži a rekonstrukci tunelu Mont. Blanc, hlavně se zaměřením na bezpečnost provozu.
- Ing.Šajtarem byla podána informace o průběhu konference Bezpečnost v tunelech pozemních komunikací konané 27.-28. 5. 200 v Hamburku.
- organizační úpravy a změny v řízení Hasičského záchranného sboru ČR v souvislosti se zřizováním regionální samosprávy a zaváděním zákona o integrovaném záchranném systému a krizovém řízení. Dále bylo upozorněno na vyhlášku zákona o požární ochraně, kde určité body se týkají tunelů.
- spolupráce sekce Silniční tunely s komisí C5 AIPCR a komisemi ITA/AITES
- v dalším jednání bylo dohodnuto publikování přednesených informací v časopisech Silniční obzor a Tunel, ještě do konce roku. V čísle 4/2001 Tunel vyjde také informace ze zasedání C5 AIPCR z 11.-12. 7. 2001.

ACTIVITY OF THE ROAD TUNNELS SECTION

In correspondence with the plan of activity for the year 2001, session of the section took place in the information center MO RAST on June 21.
Beside information about activity of the Council of the Road association after fourth congress of CRS and editorial councils of Road review and Tunel, the session was aimed at :
- presentation of study journeys to construction sites of sections of A86 highway in Paris and reconstruction of the Mont Blanc tunnel, especially with focus on safety of operation;
- Ing. Šajtar referred about course of the conference Safety in road tunnels, organized during May 27-8 2001 in Hamburg;
- Administrative adjustments and changes in management of the Fire brigade ČR in coherence with foundation of regional administrations and implementation of a law about integrated rescue system and crisis management. Further, an information was provided on some paragraphs of the Fire protection law concerning tunnels;
- Cooperation of the Road tunnels section with C5 AIPCR committee and ITA/AITES committees;
- In the following session it was agreed to publish the delivered information in the Road review and Tunel magazines, and thus till the end of this year. Moreover, information from session of the C5 AIPCR committee during July 11-12 2001 will be published in Tunel 4/2001.

Zapsal - Noted by : Ing. Petr Vozárik

ZPRAVODAJSTVÍ ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU

CZECH TUNNELING COMMITTEE REPORTS

ZÁPIS ZE ZASEDÁNÍ VALNÉHO SHROMÁŽDĚNÍ ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU ITA/AITES

které se konalo dne 22. května 2001
na pozvání fy. ZAKLÁDÁNÍ GROUP
v hotelu IBIS v Praze

Přítomni: 30 delegátů zastupujících členské organizace, 4 individuální členové, členové předsednictva, předseda RR TUNEL a hosté podle prezenční listiny
Omluveni: Prof. Aldorf, Ing. Doubek, Ing. Doležalová
Program: podle pozvánky
Předané podklady: Přehled WG ITA/AITES (k bodu 3)
- Čerpání rozpočtu v roce 2000 (k bodu 4)
- Návrh rozpočtu na rok 2001 (k bodu 4)
- Složení redakční rady časopisu TUNEL (k bodu 5)
- Ceník inzerce (k bodu 5)
- Členská základna - současný stav (k bodu 8)
- Adresář členských subjektů (k bodu 8)
- Volební řád a volební lístek s kandidátkou (k bodu 9)

0. Zahájení
Sekretář ČTuK přivítal přítomné a uvedl předané podklady k jednání. Valné shromáždění (dále VS) pak aklamací schválilo:
- program jednání
- navrženou volební komisi ve složení
  Ing. Novotný - Ing. Vozarik - Ing. Matzner

Účastníky VS dále pozdravil generální ředitel hostitelské organizace Ing. Zdeněk Rataj.

1. Zpráva o činnosti předsednictva za uplynulé funkční období (Ing. Hess)
Předseda ČTuK ve své zprávě zdůraznil zásady činnosti předsednictva a rozhodnutí učiněná v uplynulém funkčním období, významná pro další rozvoj organizace a zakotvená do změny stanov ČTuK: zřízení vlastního sekretariátu, získání živnostenského oprávnění k poradenským a zprostředkovatelským službám, zajištění financování činnosti, zvýšení členů předsednictva z 5 na 7. Každý člen předsednictva měl svěřenu určenou oblast činnosti komitétu. Obě konference PS v roce 1997 i v roce 2000 byly zdařilé. Časopis TUNEL po zavedení jazykové mutace a rozšíření obsahu se dostal svou úrovní mezi několik nejkvalitnějších světových tunelářských periodik. Zvýšené finanční náklady se daří pokrýt jen díky aktivnímu výsledku konference, získání inzerentů je pro další udržení současné úrovně zcela nezbytné. Na ekonomiku ČTuK má velmi nepříznivý dopad úbytek největších členských subjektů po jejich zániku nebo změně sortimentu výroby. K publicitě ČTuK přispěla významně naše internetová stránka a zveřejnění TUNELU na internetu. O články v TUNELU je zájem z redakcí různých zahraničních odborných časopisů. Zatím jsme se neprosadili se zřízením technické kanceláře. Styk s příbuznými organizacemi rovněž nemá adekvátní odezvu. Podzimní pracovní shromáždění ve formě seminářů se osvědčila.

2. Zpráva o jednáních EC ITA/AITES, o perspektivách asociace, GA ITA/AITES a světovém kongresu v Miláně (Ing. Hess)
Předseda seznámil VS s kandidátkou na prezidenta a členy EC. Chceme-li udržet a zvýšit mezinárodní úroveň našich konferencí, je nezbytné prezentovat se v zahraničí vlastními příspěvky a být agilnější v rámci WG ITA/AITES. Naše konference je třeba zpřístupnit zahraničním účastníkům jazykově včetně sborníku příspěvků.
Na GA v Miláně se budou schvalovat již konkrétní návrhy na zřízení profesionálního sekretariátu ITA/AITES, z toho vyplývající změny statutu a By-Laws ITA/AITES, způsob financování atd. Rovněž bude ustavena nová WG pod názvem Conventional Tunnelling.
Usnesení: Na GA v Miláně bude ČR zastupovat Ing. Kuchár a Ing. Rozsypal. Jednání o edičních otázkách v rámci ITA/AITES se účastní Ing. Matzner.

3. Zpráva o činnosti pracovních skupin - WG ITA/AITES (Ing. Valeš)
V příloze obdrželi účastníci oficiální seznam činných WG včetně jejich vedoucích představitelů. ČTuK je zastoupen v těchto WG:

WG 2 - doc. Přibyl	WG 12 - Ing. P. Polák
WG 3 - Ing. Stehlík	WG 13 - Ing. F. Polák
WG 4 - Ing. Valeš	WG 14 - Ing. Mosler
WG 6 - Ing. Vozarik	WG 15 - Ing. Šňupárek
	WG 16 - Ing. Bělohlav

Ing. Valeš informoval o aktuálních řešených tématech v jednotlivých WG. Protože některá témata se týkají více WG, bylo dohodnuto, aby v konečném výstupu byla hlediska jednotlivých skupin na danou tématiku zapracována.

REPORT FROM SESSION OF THE GENERAL ASSEMBLY OF THE CZECH ITA/AITES TUNNELING COMMITTEE

Which took place on May 2001
on invitation of the ZAKLÁDÁNÍ GROUP company
in the IBIS hotel in Prague

Present: 30 delegates representing member organizations, 4 individual members, members of the board of directors, EC chairman of EC of the TUNEL magazine, guests according to the record of attendance;
Excused : Prof. Aldorf, Ing. Doubek, Ing. Doležalová;
Program : according to the invitation card
Submitted sources : Overview of the ITA/AITES WG (point 3)
- Utilization of the 2000 budget (point 4)
- Draft of the 2001 budget (point 4)
- Composition of Editorial Council of the TUNEL magazine (point 5)
- Price list of advertising (point 5)
- Member platform - current status (point 8)
- Address list of the member subjects (point 8)
- Electoral rules and ballots (point 9)

0. Opening
CTC secretary welcomed attendants and presented the submitted sources for negotiation. The General Assembly (further GA) then by acclamation approved :
- session program
- proposed Electoral committee in composition
Ing. Novotný - Ing. Vozarik - Ing. Matzner
The GA attendants were further greeted by general manager of the hosting organization Ing. Zdeněk Rataj.

1. Report on activity of the board of directors for the past office term (Ing. Hess)
CTC chairman in his report stressed the principles of board's activity and decisions made in the past office term, significant for further development of the organization and linked to the alteration of CTC regulations : establishment of own secretariat, acquirement of trade license for consulting and mediating services, provision of the financial activity, increase of members of the board of directors from 5 to 7. Each member of the board had a designated area of board's activity. Both PS conferences in 1997 and 2000 were successful. The TUNEL magazine, after its lingual mutation and content expansion, with its level entered among several world's highest-quality tunneling magazines. Increased financial expenses can be covered only thanks to active outcome of the conference; attraction of advertisers is essential for keeping of the current level. The loss of largest member subjects after their collapse or alteration of production assortment has a very negative impact of CTC's economy. Our web page as well as internet publication of the TUNEL magazine have significantly contributed towards CTC's publicity. There is an interest for TUNEL articles from editors of various foreign specialized magazines. So far we have not pushed through establishment of the Technical office. Similarly, contacts with relative organizations does not have an adequate response. Fall workshop sessions in form of seminars have proved worth.

2. Report on ITA/AITES EC session, on prospects of association, ITA/AITES GA and the world congress in Milan (Ing. Hess)
Chairman informed the GA of the president and EC members ballot. If we want to keep and improve the international level of our conferences, it will be essential to present ourselves abroad with our own contributions and to be more active within ITA/AITES WG. It is necessary to make our conferences accessible to foreign participants by language, including the proceedings of contributions.
Within the GA in Milan, already particular proposals for establishment of professional ITA/AITES secretariat, and from that deriving revisions of Statute as well as ITA/AITES By-Laws, ways of financing etc. Also, new WG with the name of Conventional Tunneling will be established.
Resolution : At the GA in Milan, Ing. Kuchár and Ing. Rozsypal will represent the CR.. Ing. Matzner will participate at negotiations about the editorial questions within the ITA/AITES framework.

3. Report on activity of the workgroups - ITA/AITES WG (Ing. Valeš)
As a supplement, the participants received an official list of active WGs together with names of their leading representatives. CTC is represented in the following WGs:

WG 2 - doc. Přibyl	*WG 12 - Ing. P. Polák*
WG 3 - Ing. Stehlík	*WG 13 - Ing. F. Polák*
WG 4 - Ing. Valeš	*WG 14 - Ing. Mosler*
WG 6 - Ing. Vozarik	*WG 15 - Ing. Šňupárek*
	WG 16 - Ing. Bělohlav

Ing. Valeš informed about currently solved topics in individual WGs. Because some topics concern more WGs, it was agreed, that within the final output, viewpoints of individual groups on the given topic be taken in.

4. Zpráva o výsledku hospodaření v roce 2000 a návrh rozpočtu na rok 2001 (Ing. Matzner v zast. Ing. Doubka)
Ing. Matzner podal stručný komentář k položkám uvedeným v předložených materiálech. Část režijních položek nákladů na konferenci se promítla do režií na kontě 00200, některé výnosy naopak přešly do roku 2001.
Celkový hospodářský výsledek byl +50,3 tis. Kč. Stav nám neuhrazených faktur k 31. 12. byl 479 100 Kč. Největšími dlužníky jsou: Slovenská tunelárska asociácia, Amberg, Vodní stavby a Vojenské stavby. Současný stav neuhrazených faktur, vč. letos vystavených, činí 815 tis. Kč.
Rozpočet na rok 2001 ve výši 2324 tis. Kč bylo možno sestavit jako vyrovnaný jen díky výnosům z konference a plánovanému zvýšení inzerce v časopisu TUNEL. Financování činnosti komitétu vážně ohrozil pokles počtu členských organizací v kategorii A, z osmi v roce 1997 na současné tři a zatím nedobytné pohledávky u likvidovaných společností. Přitom ediční náklady na TUNEL vlivem podstatně většího rozsahu, dvojjazyčné mutace, zavedení celobarevnosti a inflace vzrostly v období 1997 - 2001 (rozp.) z 815 na 1460 tis. Kč. Za současného stavu smluvních závazků a příspěvků členských subjektů je zvýšení inzerce zásadním předpokladem pro financování činnosti v příštích letech.
Usnesení: VS nemá výhrady k předloženým materiálům, schvaluje čerpání rozpočtu v roce 2000 a návrh rozpočtu na rok 2001 bez připomínek.

5. Ediční záměry redakční rady časopisu TUNEL v roce 2001 a složení RR jmenované předsednictvem na příští čtyřleté období (Ing. Novotný)
Časopis TUNEL doznal v minulém funkčním období radikální proměnu z domácího periodika na časopis ve svém oboru světové úrovně. Obsah vzrostl z 32 na 56 stran, od č. 4/1998 byla zavedena anglická mutace, od čísla 4/2000 celobarevná forma a důsledná jazyková korektura. Zvýšené náklady je třeba pokrýt především inzercí a zahraniční subskripcí. Práce dosavadní redakční rady byla kladně hodnocena a proto předsednictvo schválilo její složení včetně kooptace Ing. Maříka a doc. Ing. Rozsypala, CSc., i pro příští funkční období.
Usnesení: Časopis se bude vydávat nadále v současném rozsahu, kvalitě a barevnosti. Pro pokrytí zvýšených nákladů zajistí každá členská organizace v průběhu roku alespoň dva barevné inzeráty 1A5, buď vlastní, nebo svých subdodavatelů a kooperantů. Očekává se i zvýšená aktivita individuálních členů. VS bere na vědomí složení RR pro příští období.

6. Informace o činnostech příbuzných odborných společností (Prof. Aldorf)
Pro nepřítomnost prof. Aldorfa bude podána při příští příležitosti.

7. Zpráva web-mastera ČTuK o internetové komunikaci v rámci ITA/AITES
Ing. Mařík prakticky demonstroval www stránky ITA/AITES a začlenění stránky ČTuK do nich. Internetová komunikace mezi jednotlivými WG je možná při znalosti ochranného kódu, který lze vyžádat u animatéra WG.

8. Zpráva o stavu členské základny a o stavu přítomných (Ing. Matzner)
Současný stav je 38 členských organizací a 28 jednotlivců (vč. nového člena Ing. Špirka, zástupce fy. Böhler). K 31. 12. 2000 ukončily členství: Vojenské stavby, Vodní stavby, Describo, Carbogrouting. Členství od roku 2001: Vodní stavby, a.s. - v likvidaci (podmíněno splněním smluvních podmínek). ŽS Brno bylo na vlastní žádost přeřazeno z kat. A do B.
Potenciální nový člen: firma BEL, s. r. o. (distributor fy. Casagrande).

9. Volby předsednictva na příští funkční období (Ing. Matzner)
Mandátní zpráva: v sále je přítomno 34 delegátů členských subjektů. Přítomní byli podrobně seznámeni s volebním řádem a kandidátkou. Na funkci předsedy kandidoval Ing. Jindřich Hess, na dalších 6 míst v předsednictvu navrhly členské organizace 15 kandidátů. Volební komise po odevzdání volebních lístků vyhodnotila volby takto:
Pro předsedu Ing. Jindřicha Hesse bylo odevzdáno 33 platných hlasů.
Do předsednictva byli dále zvoleni:
Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc. (31)
Prof. Ing. Josef Aldorf, DrSc. (26)
Ing. Petr Doubek (25)
Ing. Geogij Romancov, CSc. (23)
Ing. Václav Soukup (17)
Ing. Václav Valeš (17)
Nebyli zvoleni: Ing. Horák CSc. (10), Ing. Dvořák (9), Ing. Pohl (9), Ing. Zlámal (7), Prof. RNDr. Karous, DrSc. (7), Ing. Březina (6), Ing. Štarha (5), Ing. Kolečkář (3), Ing. Sikora (2)
Nově zvolený předseda ČTuK poděkoval za projevenou důvěru a nastínil svou představu o další činnosti představenstva.
Usnesení: Volby byly provedeny ve smyslu stanov a podle schváleného volebního řádu. VS bere výsledek voleb na vědomí a gratuluje předsedovi a nově zvoleným členům předsednictva.

10. Různé
- Doc. Ing. Pavel Přibyl informoval o vloni ustavené pracovní skupině ČTuK "Bezpečnost v podzemních stavbách". Navázala již kontakty s Evropskou unií v rámci projektu UPTUN. Má 8 členů a jádrem skupiny je konsorcium společností řešící projekt MDS "Analýza a řízení rizik v tunelech pozemních komunikací". Skupina navštívila tunel Mt. Blanc; závěry budou předneseny na semináři 12. 6. na fakultě dopravní ČVUT. Pozvánky budou členům ČTuK rozeslány.
- Spolu se zápisem obdrží členové ČTuK opravený seznam členů RR

4. Report on the 2000 management results and proposal for the 2001 budget (Ing. Matzner, subst. Ing. Doubek)
Ing. Matzner submitted a brief commentary to entries in the presented materials. Part of overhead entries of expenses at the conference projected into overhead at the 00200 account, some income on the other hand transferred into the year 2001. The final management result was 50 300,- Kč. Level of to us unpaid invoices was 479 000,- Kč as of December 31. The principle debtors are : Slovakian Tunneling Association, Amberg, Vodní Stavby and Vojenské Stavby. Current level of unpaid invoices, including those made out this year, reaches 815 000,- Kč.
The 2001 budget in the height of 2 324 000,- Kč could be compiled as balanced only thanks to incomes from the conference and planned boost of advertising in the TUNEL magazine. Financing of the committee's activity has been severely threatened by reduction of member organizations in the A category, from eight in 1997 to current three, and by irrecoverable claims by companies in liquidation. Moreover, the editorial expenses of the TUNEL have because of content expansion, bilingual mutation, all-color implementation and inflation increased from 815 000 Kč in 1997 to 1 460 000 Kč in 2001 (budget). With the current condition of contractual obligations and contributions of member subjects, an increase of advertising is an essential requirement for financing of activities in the following years.
Resolution : GA does not object to the presented materials, it approves utilization of the 2000 budget as well as proposal of the 2001 budget without comments.

5. Editorial intentions of Editorial council of the TUNEL magazine in 2001 and composition of EC for the next four year's term (Ing. Novotný)
The TUNEL magazine evidenced a rather radical change during the last office term, and thus from a domestic magazine to a one of world's level within its field. Content increased from 32 to 56 pages, in no. 4/1998 English mutation and in no. 4/2000 all-color mode were introduced. Also, consistent language check was implemented. It is necessary to cover the increased expenses with advertising and foreign subscriptions. Work of the current editorial council was positively evaluated and therefore the board of directors approved its composition, including cooptation of Ing. Mařík and doc. Ing. Rozsypal, CSc., for the next office term.
Resolution : Magazine will be further being published in current extent, quality and colors. For covering of increased expenses, every member organization will provide in course of one year at least 2 color A5 advertisements, either its own or of its suppliers or cooperators. Moreover, increased activity of individual members is expected. GA has taken into account EC composition for the next term.

6. Information about activity of relative professional companies (Prof. Aldorf)
Due to Prof. Aldorf's absence, it will be delivered by the upcoming occasion.

7. CTC webmaster's report on internet communication within the ITA/AITES framework
Ing. Mařík practically demonstrated ITA/AITES www pages as well as integration of the CTC ones within those. Internet communication among individual WGs is possible with knowledge of a protective code, which can be requested by WG animator.

8. Report on status of member platform and status of attendants (Ing. Matzner)
The current status means 38 member organizations and 28 individuals (including new member Ing. Špirk, representative of the Böhler company). As of December 31, membership was terminated by : Vojenské stavby, Vodní stavby, Describo, Carbogrouting. Membership as of 2001 : Vodní stavby, a.s. - in liquidation (dependent on fulfillment of contractual terms). ŽS Brno was due to own request transferred from A to the B category. Potential new member : BEL company, s.r.o. (distributor of Casagrande).

9. Election of the board of directors for the next office term (Ing. Matzner)
Mandate report : 34 delegates of member subjects are present in the room. Those present are familiar with the electoral rules and ballot. Ing. Jindřich Hess ran for the position of chairman, member organizations then proposed 15 candidates for other 6 positions in the board of directors. After the ballots were handed over, the electoral committee evaluated the election :
33 valid ballots were for Ing. Jindřich Hess for chairman
Into the board were further elected:
Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc. (31)
Prof. Ing. Josef Aldorf DrSc. (26)
Ing. Petr Doubek (25)
Ing. Geogij Romancov, CSc. (23)
Ing. Václav Soukup (17)
Ing. Václav Valeš (17)
Not elected : Ing. Horák, CSc. (10), Ing, Dvořák (9), Ing. Pohl (9), Ing. Zlámal (7), Prof. RNDr. Karous, DrSc. (7). Ing. Březina (6), Ing. Štarha (5), Ing. Kolečkář (3), Ing. Sikora (2).
Newly elected CTC chairman thanked for expressed trust and outlined his vision of further activity of the board.
Resolution : The election processed in accordance with regulations and according to approved electoral rules. GA takes into account the election results and congratulates the chairman as well as newly elected members of the board of directors.

10. Miscellaneous
- Doc. Ing. Pavel Přibyl informed about last year established CTC workgroup "Safety in underground structures". It has already set a contact with the European Union within frame of the UPTON project. It has 8 members and core of the group is represented by consortium of companies solving the MTC project "Analysis and management of risks in road tunnels". The group visited the Mont Blanc tunnel; conclusions will be delivered at a seminar at the Faculty of transportation under CTU on June 12. Invitations for CTC members will be sent out.
- Along with the report, CTC members will receive a corrected list of EC members

- ČTuK děkuje hostitelské společnosti ZAKLÁDÁNÍ GROUP za zajištění dnešního VS
- Oprava v adresáři členů:

CarboTech-Bohemia s. r. o., Ing. Drahomír Janíček,
Lihovarská 10, 716 03 Ostrava - Radvanice,
tel: 069/6232 801-3, 6258 427, fax: 069/632 994
e-mail: carbotech@carbotech.cz
internet: www.carbotech.cz

11. Prezentace firmy ZAKLÁDÁNÍ GROUP, a. s., a stavby Rekonstrukce Slovanského domu v Praze Na Příkopě.

Generální ředitel Ing. Rataj uvedl základní problematiku této významné a technicky neobyčejně náročné stavby a představil své spolupracovníky - Ing. Mühla a Ing. Kiefera, kteří demonstrovali slovem i obrazem její realizaci.

- CTC thanks the hosting company ZAKLÁDÁNÍ GROUP for provision of today's GA
- Correction of the member address book :

CarboTech-Bohemia, s.r.o., Ing. Drahoslav Janíček,
Lihovarská 10, 716 03 Ostrava - Radvanice,
Tel : 069/6232 801-3, 6258 427, fax : 069/632994
Email : carbotech@carbotech.cz
Internet : www.carbotech.cz

11. Presentation of the company ZAKLÁDÁNÍ GROUP, a.s., and of the construction "Reconstruction of the Slavonic House in Prague Na Příkopech"

General manager Ing. Rataj presented basic problems of this significant and technically extraordinarily complicated construction and introduced his two cooperators - Ing. Mühl and Ing. Kiefer, who both by word and picture demonstrated its realization.

Zapsal - Written by : Ing. Karel Matzner
Ověřil - Confirmed by : Ing. Jindřich Hess

INFORMACE O ČINNOSTI PRACOVNÍ SKUPINY „BEZPEČNOST V PODZEMNÍCH STAVBÁCH“

INFORMATION ABOUT ACTIVITY OF THE „SAFETY IN UNDERGROUND CONSTRUCTIONS“ WORKGROUP

Pracovní skupina národního komitétu ITA/AITES s pracovním názvem "Bezpečnost v podzemních stavbách" se rozrostla o několik členů, takže se na její činnosti podílí již dvanáct různých organizací ITA/AITES. Skupina se schází vždy asi po dvou měsících. Jedná se o profesní skupinu odborníků, kteří se dlouhodobě zabývají touto problematikou. Skupina pracuje nezávisle na státních orgánech.

Jádrem skupiny jsou kolegové řešící projekt MDS "Analýza a řízení rizik v tunelech pozemních komunikací", který byl zahájen v březnu tohoto roku. Hlavním řešitelem je Eltodo, a. s., ve spolupráci s Metrostavem, Metroprojektem, TSK a tunelovou sekcí Silniční společnosti. Velmi obecně řečeno, cílem tohoto projektu je analyzovat situaci u nás i v zahraničí a připravit metodiku jak vyhodnocovat rizika v tunelech a jak na ně přiměřeně reagovat. Právě slovo "přiměřeně" je velmi důležité, neboť je nutné najít technicko-ekonomickou míru přijímaných opatření. Součástí řešení bude návrh metodiky porovnávající náklady na stavební a technologickou část související s bezpečností a s možnými reálnými riziky. Zásadou je, že vyhodnocování rizik je součástí komplexní bezpečnostní politiky, která musí být stanovena pro každý tunel. Pracovní skupina bude pořádat jednou za rok otevřenou diskusi k řešenému projektu.

Další úkoly z plánu práce pracovní skupiny lze shrnout do následujících bodů:

(a) Technické podmínky "Provoz, správa a údržba tunelů pozemních komunikací"

Technické podmínky jsou zpracovány v konceptu. Jedná se o unikátní dokument, který zatím nemá v Evropě obdobu. Proto je nutné věnovat jeho oponování maximální pozornost. Nyní probíhá připomínkové řízení, na kterém se podílejí i členové pracovní skupiny a technické podmínky by měly být vydány na podzim.

(b) Návštěva tunelu Mont Blanc

Návštěva splnila očekávání. Z cesty je pořízena dokumentace, která je k dispozici u doc. Přibyla. V časopisech Tunel a Silniční obzor budou publikovány odborné články. Cestu a její výsledky hodnotil i odborný seminář pořádaný na Fakultě dopravní dne 12. června.

(c) Další aktivity

- Vytvoření společné databáze dokumentů zabývajících se analýzou a řízením rizik v tunelech.
- Členové soustřeďují náměty pro novou verzi TP98 "Technologické vybavení tunelů pozemních komunikací". Předpoklad zahájení prací je konec roku 2001.
- Diskuse o vytvoření instituce pro oponenturu návrhu (koncepce) řešení bezpečnosti v tunelech pozemních komunikací.
- Koordinovaná účast na konferencích. Ing. Šajtar navštívil konferenci v Hamburku, doc. Přibyl se účastní prosincové konference v Basileji.

(d) Diskusní fórum

Jedním z hlavních cílů je vytvoření základny pro diskusi odborníků, která by měla přispět nejenom ke zlepšení vzájemné informovanosti, ale hlavně by měla přispět ke kontrolovanému řešení problematiky bezpečnosti v silničních tunelech.

V další části příspěvku je komentována Ing. Šajtarem, členem komise pro bezpečnost ITA/AITES, "Mezinárodní konference o dopravě a bezpečnosti v silničních tunelech" konaná v Hamburku, která měla za cíl diskutovat o nových názorech na ochranu osob a staveb. Konference se konala ve dnech 28. a 29. května za účasti 150 specialistů z patnácti zemí. Jejím organizátorem byla firma Heusch/Boesefeldt, GmbH., která se více než patnáct let zabývá vývojem a výrobou zařízení pro dopravní systémy, zejména dopravním inženýrstvím a dopravní telematikou. Účastníci konference byli zástupci státní správy, vědečtí pracovníci, správci tunelů a konzultační inženýři. Kromě Francie zde byly zastoupeny všechny evropské země včetně České republiky a také Japonsko a USA.

Současně s konferencí probíhala výstava patnácti firem, které se zaměřují na moderní technologie pro provoz tunelů, zejména s ohledem na bezpečnost.

The workgroup within the ITA/AITES national committee with the provisory name of "Safety in underground constructions" has expanded by several members, so that already twelve different ITA/AITES organizations take part in its activities. The workgroup meets approximately every two months. It is a specialized group of professionals, who on a long-term basis deal with these activities. The workgroup works independently on state organs.

The core of the group consists of colleagues, currently solving the MTC project "Analysis and management of risks in road tunnels", which was commenced in March this year. The main manager is Eltodo a.s. in cooperation with Metrostav, Metroprojekt, TSK and the Road Association/Tunnel section. Generally expressed, the goal of this project is to analyze the both domestic and foreign situation and to prepare methods how to evaluate risks in tunnels and how to adequately react to those. The word "adequately" is very important here, because it is necessary to find a technical/economical level of adopted measures. Part of the solution will also be the proposal of methods comparing the expenses on the engineering and technological section, in coherence with the security and possible real risks. There is a principle that evaluation of the risks is an element of complex safety policy, which has to be determined for every tunnel. The workgroup will once a year hold an open discussion about the current project.

Other tasks from the plan of work of the workgroup can be summarized in the following points:

(a) Technical conditions, "Operation, management and maintenance of road tunnels"

Technical conditions are elaborated in the concept. It is a unique document, which has no match in Europe so far. Therefore, it is necessary to devote maximal attention to its opposition. The process of comments is going on right now, at which also members of the workgroup take part. The technical conditions should be published during the fall.

(b) Visit of the Mont Blanc tunnel

The visit met the expectations. A documentation, which is at hand by Doc. Přibyl, was acquired on the journey. Professional articles will be published in the magazines Tunel and Road Review. A specialized seminar, held at the Faculty of Transportation on June 12. also evaluated the journey and its results.

(c) Other activities

- Creation of mutual database of documents dealing with analysis and management of risks in tunnels;
- Members concentrate the themes for the new TP98 version of "Technological equipment of road tunnels". The estimated commencement of works is the end of 2001;
- Discussion about creation of an institution for opposition of the proposal (concept) of solution of safety in road tunnels;
- Coordinated attendance at conferences. Ing. Šajtar visited a conference in Hamburg, Doc. Přibyl will take part at the December conference in Basel.

(d) Discussion forum

One of the main goals is the formation of a framework for the discussion of professionals, which should not only lead to the improvement of common know-how, but also should contribute to the controlled solution of safety in road tunnels.

An "International Conference on Transportation and Safety in Road Tunnels", which was held in Hamburg and which had a goal to discuss new opinions on protection of persons as well as structures, will be commented on by Ing. Šajtar, member of the ITA/AITES Safety Committee, in the next part of the contribution. The conference was held during May 28-29 with participation of 150 specialists from 15 countries. The main organizer was the Heusch/Boesefeldt GmbH company, which for more than 15 years deals with development and production of devices for traffic systems, especially traffic engineering and traffic telematics. There were deputies of the state administration, scientific employees, tunnel operators and consulting engineers at the conference. With the exception of France, there were all European countries present, including the Czech republic, but also Japan and the USA. Simultaneously with the conference, there was an ongoing exhibition of 15

O tom, že otázce bezpečnosti provozu v silničních tunelech je v současné době v odborné veřejnosti věnována maximální pozornost, svědčí i to, že se konference zúčastnil prezident ITA/ITES prof. Dr. Ing. Alfred Haack.
Šestnáct přednášek přednesených známými světovými experty je možno rozdělit na tyto tři okruhy:
- nová národní a mezinárodní pravidla;
- bezpečnostní standardy a důležité zkušenosti z provozu tunelů v Evropě i mimo ni;
- modernizace starších tunelů.

Po tragických nehodách na jaře 1999 v tunelech Mt. Blanc a Tauern byla vytvořena pod záštitou UN/ECE skupina expertů pro posouzení bezpečnosti v tunelech. Předpokládá se, že skupina připraví soubor mezinárodně schválených doporučení vedoucích ke snížení rizika vzniku nehody v silničních evropských tunelech a zároveň k minimalizaci následků, jestliže tyto nehody vzniknou. V pracovní skupině jsou jak státem doporučení specialisté, tak zaměstnanci soukromých společností, kteří se touto problematikou zabývají.
Doporučení komise bude následně přezkoumáno UN/ECE Inland Transport Commitee (ITC) a rozhodnuto, která opatření budou závazně doporučena k zapracování do různých smluv a dohod vydávaných UN/ECE.
V současné době probíhají práce na úpravě a změně platných norem a předpisů týkajících se zajištění bezpečnosti v silničních tunelech v řadě evropských zemí i v USA. Tato konference přispěla k výměně zkušeností a hlavně k sjednocování názorů na otázky zvýšení bezpečnosti.

companies, which focus mainly on modern technologies for tunnel operation, especially with regards to safety. Also the fact that the ITA/AITES president Prof. Dr. Ing. Alfred Haack himself attended the conference indicates, that currently within a professional community a maximal attention is being devoted to the question of safety of tunnel operation. Sixteen lectures, deli-vered by distinguished world experts, can be divided into three circuits :
- *New national and international rules;*
- *Safety standards and important experience of tunnel operation in Europe and outside;*
- *Modernization of older tunnels.*

After tragic incidents in spring 1999 in the tunnels Mt. Blanc and Tauern, a group of experts under the auspices of UN/ECE was formed to assess the security in tunnels. It is estimated, that the group will prepare a set of internationally approved recommendations, leading to reduction of risks of incidents in European tunnels as well as to minimization of consequences when these incidents occur.
The committee recommendation will be consequently reviewed by the UN/ECE Inland Transport Committee (ITC). It will be determined which measures will be obligatorily recommended for elaboration into agreements and treaties published by UN/ECE.
Currently, works on adjustments and changes of valid standards and directives concerning the provision for security in road tunnels in several European countries as well as in the USA are in progress. This conference contributed to the exchange of experience and most importantly to the unification of opinions on the issues of enhancement of security.

Doc. Ing. Pavel Přibyl, CSc., Ing. Ludvík Šajtar, CSc.

SPRAVODAJ SLOVENSKEJ TUNELÁRSKEJ ASOCIÁCIE ITA/AITES

NEWSLETTER OF THE SLOVAK TUNNELING ASSOCIATION ITA/AITES

Komitét Slovenskej tunelárskej asociácie participuje ako záštita a odborný garant v r. 2001 na dvoch odborných podujatiach. Prvé z nich bolo 5. - 7. júna v Dome techniky Žilina. Podujatie bolo koncipované ako sympózium, prezentácia firiem a výstava, zamerané na perspektívu výstavby tunelov na Sovensku. V sympoziálnej časti odzneli na túto tému štyri hlavné referáty:
1. Tunely na diaľničnej sieti v SR (Ing. Štefan Choma, Slovenská správa ciest Bratislava, vedúci odboru tunelov)
2. Tunely a podzemné stavby v hlavnom meste SR Bratislave (Ing. Ernest Tomášik, Magistrát hlavného mesta SR Bratislavy, vedúci odboru výstavby)
3. Doterajšie skúsenosti s výstavbou tunelov v SR (Ing. Miloslav Frankovský, Terraprojekt, a. s., Bratislava, vedúci oddelenia projekcie a Ing. Juraj Keleši, Doprastav, a. s., Bratislava, vedúci odboru prípravy tunelov)
4. Technologické vybavenie tunelov v súčasných štandardoch (Ing. Martin Bakoš,CSc., Infraprojekt Bratislava, riaditeľ)

Sympózia sa zúčastnilo celkom 130 účastníkov, z toho 41 z ČR, 4 z Poľska, 1 zo Švajčiarska a ostatní zo SR.
Na sympózium nadviazala prezentácia firiem obsiahlymi referátmi nielen propagačného zamerania, ale aj so zaujímavým technickým obsahom a aktuálnymi informáciami z priebehu niektorých tunelových stavieb. Prezentáciu využili: Doprastav, a. s., Bratislava, Metrostav, a.,s., Praha, divízia 5, HBP a. s., Hlavná banská záchranná stanica o. z., Prievidza, Geofos s. r. o., Žilina, Váhostav-SK, a. s., Žilina, Carbotech-Slovakia s.,r.,o., Žilina, Bekaert ŽDB, s. r. o., Košice, RCD Radiokomunikace, s. r. o., Pardubice.
Tak ako pri predchádzajúcich podujatiach v Dome techniky Žilina bola sprievodnou akciou aj výstava, ktorú využilo celkom 26 organizácií, z toho 9 z ČR a 1 z Rakúska, ostatné zo SR.
Cyklus sprievodných akcií ukončila exkurzia na blízke rozostavné tunelové stavby v okolí Žiliny: tunel Horelica, ktorý buduje Váhostav Žilina, a prieskumnú štôlňu tunela Višňové, ktorú z jednej strany razí Doprastav, a. s., Bratislava a z druhej strany, od západného portálu, Metrostav, a. s., Praha. Exkurzie sa zúčastnilo takmer 50 účastníkov.
Súčasný stav a perspektívu výstavby tunelov na Slovensku charakterizuje redukcia počtu a tempa stavieb, ktoré pôvodne určil vládny program v r. 1955. Viaceré stavby, ktoré podľa tohto programu mali byť ukončené do r. 2005, sa časovo posúvajú až za horizont 2015. V súčasnosti sú rozostavané tunely Branisko a Horelica. Na Branisku skončila betonáž sekundárneho ostenia južnej tunelovej rúry, vetracej šachty a objektu dopravno-vetracieho prepojenia. V ťažkých geologických podmienkach na tuneli Horelica práce pokročili do polovičnej dĺžky tunela (375 m). Na prieskumnej štôlni tunela Višňové pokračuje v sťažených podmienkach razenie z obidvoch strán. Tunelovacím strojom od západného portálu bolo k 14. 6. 2001 vyrazených 3 507 m a od východného portálu vrtno-trhavinou technológiou 2 341 m.
Na stavbu mestského tunela Sitiny v Bratislave bude v druhom polroku 2001 vyhlásená verejná súťaž.

Sekretár STA ITA/AITES - *Secretary of STA ITA/AITES*
Ing. Jozef Frankovský

Committee of the Slovak Tunneling Association participates as a patron and professional guarantor at two specialized meetings in 2001. First of them took place in the House of technology in Žilina during June 5-7. The meeting was arranged as a symposium, presentation of companies and an exhibition, focused on prospects of tunnel construction in Slovakia. Within the symposium part, 4 main speeches on this topic were delivered:
1. Tunnels on highway network in Slovakia (Ing. Štefan Choma, Slovak Administration of communications Bratislava, chief of the tunneling department)
2. Tunnels and underground construction in the Slovak capital of Bratislava (Ing. Ernest Tomášik, Bratislava City Hall, chief of the building department)
3. Experience with tunnel construction in Slovakia until the present day (Ing. Miloslav Frankovský, Terraprojekt, a.s. Bratislava, chairman of the designing section, and Ing. Juraj Keleši, Doprastav, a.s. Bratislava, chairman of the tunnel planning department)
4. Technological equipment of tunnels under current standards (Ing. Martin Bakoš CSc., Infraprojekt Bratislava, director)

Altogether 130 participants took part at the symposium, 41 from ČR, 4 from Poland, from Switzerland and the rest from Slovakia.
Company presentations followed after the symposium with extensive papers not only of promotion purpose, but also with interesting technical content and updated information from the course of some tunnels construction sites. The presentation was used by Doprastav, a.s. Bratislava; Metrostav, a.s. Prague, fifth division; HBP, a.s.; The Central mining rescue station o.z. Prievidza; Geofos s.r.o. Žilina, Váhostav-SK, a.s. Žilina; Carbotech-Slovakia s.r.o. Žilina; Bekaert ŽDB, s.r.o. Košice; RCD Radiokomunikace, s.r.o. Pardubice.
Such as by the predecessing meetings in the House of technology in Žilina, also an exhibition was an associate event. This one was used by 26 organizations, 9 from ČR, 1 from Austria and the rest from Slovakia.
A cycle of associate events was finished by excursion to under-construction tunnel sites in the vicinity of Žilina : the Horelica tunnel which is constructed by Váhostav Žilina and the exploration gallery of the Višňové tunnel, which is from one side driven by Doprastav a.s. Bratislava and from the other by Metrostav a.s. Prague. Almost 50 participants took part at the excursion.
The current condition and prospects of tunnel construction in Slovakia is characterized by reduction of amount and speed of projects, which were originally determined by the government program from 1995. Several projects, which according to this plan should have been completed by 2005 are being postponed until 2015. Currently, tunnels Branisko and Horelica are under construction. Within the Branisko, concrete casting of secondary lining of the southern tunnel tube, ventilation shaft and the cavern connecting the ventilation shaft to the tunnel have been finished. Within tough geological conditions of the Horelica tunnel, the works advanced up to the middle of the tunnel length (375 m). Within the exploration gallery of the Višňové tunnel, excavation in complicated conditions from both sides continues. As of June 14 2001, using the tunnel boring machine, 3507 m were driven from the western portal and with the use of drill-and-blast technique 2341 m were driven from the eastern portal.
A public tender will be called on construction of the urban tunnel Sitiny in Bratislava in second half of the year 2001.ary

METROPROJEKT

30

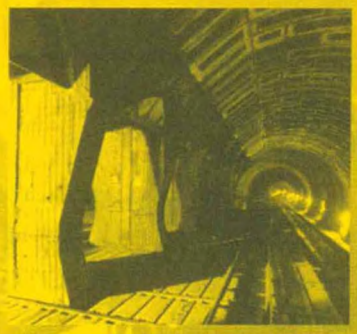
1971 - 2001

METROPROJEKT Praha a.s.

držitel Certifikátu jakosti dle ISO 9001 - Quality Certificate Holder

VÁŠ PARTNER V PROJEKTOVÉ A KONZULTAČNÍ ČINNOSTI

projekty staveb:
metro
tramvajové tratě
železniční koridory
silnice
tunely
průmyslové stavby
městská infrastruktura
bytové objekty
obchodní a administrativní centra

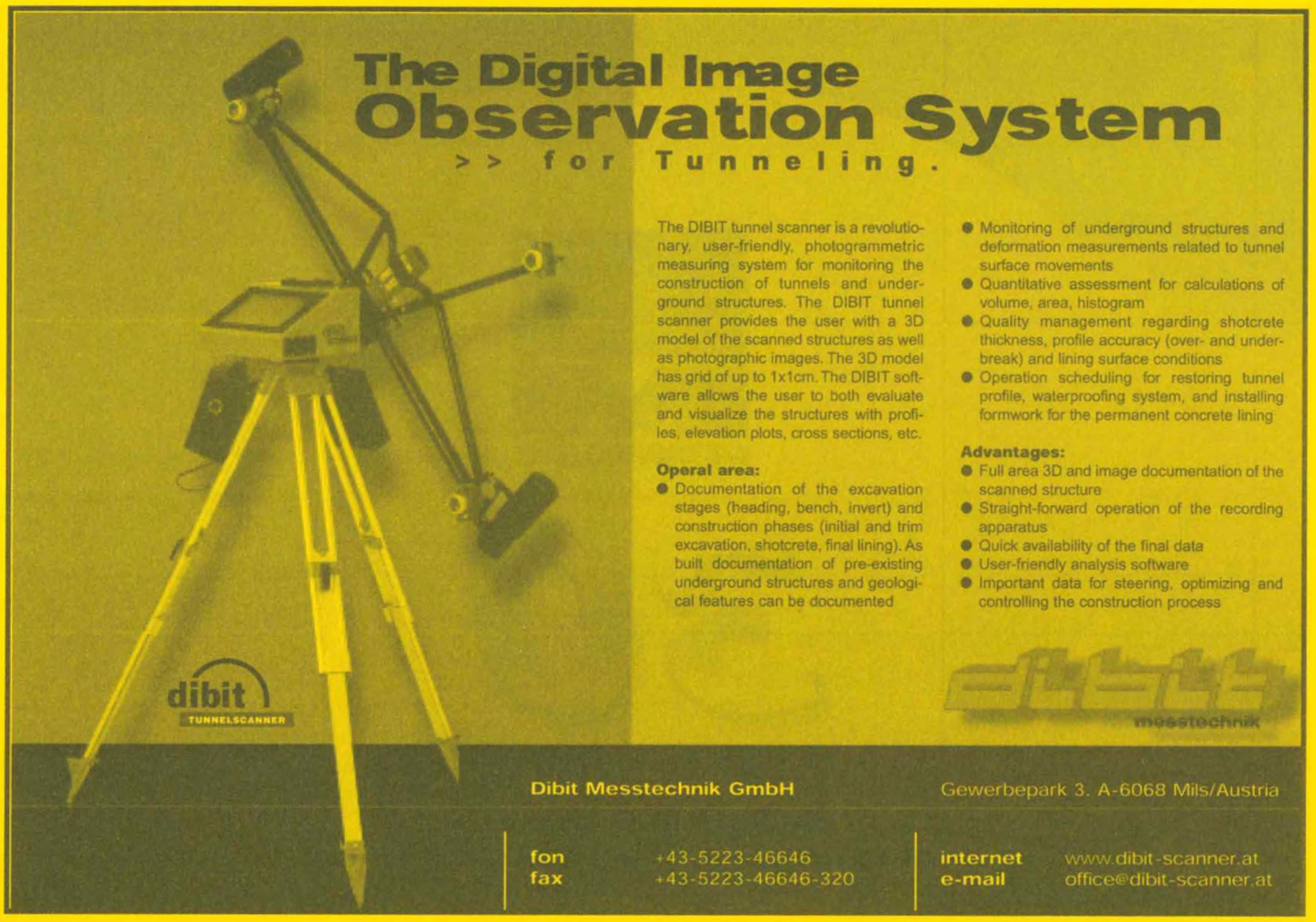


YOUR PARTNER FOR CONSULTING & DESIGN

focus of our activities:
metro
tram tracks
railways
roads, highways
tunnels
industrial halls
urban infrastructure
residental houses
commercial centers
offices

METROPROJEKT Praha a.s.

I.P.Pavlova1786/2, 120 00 Praha 2, CZ
tel +420 2 96 154 111
fax +420 2 96 325 153
e-mail: metroprojekt@metroprojekt.cz
http://www.metroprojekt.cz



The Digital Image Observation System

>> for Tunneling.

The DIBIT tunnel scanner is a revolutionary, user-friendly, photogrammetric measuring system for monitoring the construction of tunnels and underground structures. The DIBIT tunnel scanner provides the user with a 3D model of the scanned structures as well as photographic images. The 3D model has grid of up to 1x1cm. The DIBIT software allows the user to both evaluate and visualize the structures with profiles, elevation plots, cross sections, etc.

Operal area:

- Documentation of the excavation stages (heading, bench, invert) and construction phases (initial and trim excavation, shotcrete, final lining). As built documentation of pre-existing underground structures and geological features can be documented
- Monitoring of underground structures and deformation measurements related to tunnel surface movements
- Quantitative assessment for calculations of volume, area, histogram
- Quality management regarding shotcrete thickness, profile accuracy (over- and under-break) and lining surface conditions
- Operation scheduling for restoring tunnel profile, waterproofing system, and installing formwork for the permanent concrete lining

Advantages:

- Full area 3D and image documentation of the scanned structure
- Straight-forward operation of the recording apparatus
- Quick availability of the final data
- User-friendly analysis software
- Important data for steering, optimizing and controlling the construction process

dibit messtechnik

Dibit Messtechnik GmbH Gewerbepark 3. A-6068 Mils/Austria

fon +43-5223-46646
fax +43-5223-46646-320

internet www.dibit-scanner.at
e-mail office@dibit-scanner.at

Conte s.r.o.

Specializovaný dodavatel urychlujících přísad do stříkaného betonu

Fastex 81
alkalická přísada

- při nástřiku na mokrý a zvodnělý podklad
- při požadavcích na okamžitý a rychlý nárůst tuhnutí

Všeobecné použití:

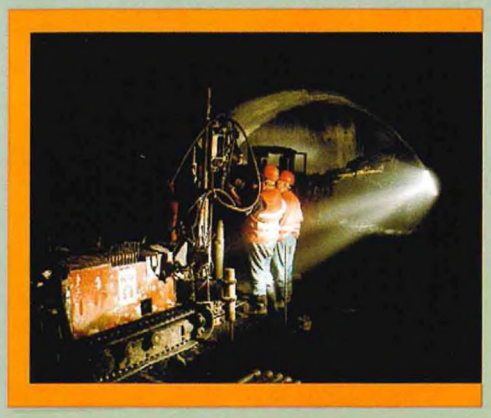
- **pro stabilizaci svahů**
- **při hloubení šachet a jam**
- **při ražení štol a tunelů**
- **při zesilování a sanaci stavebních konstrukcí**

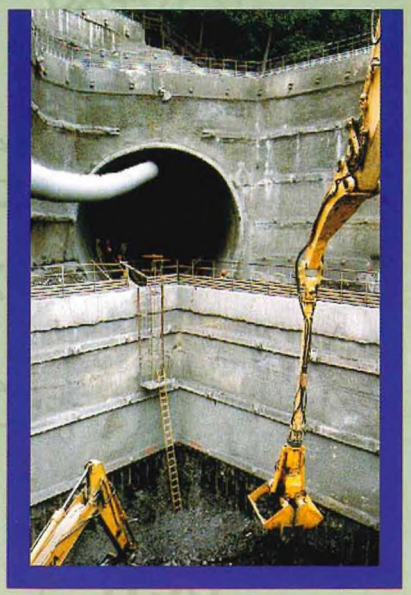
Prestix 71
nealkalická přísada

- nesnižuje konečné pevnosti stříkaného betonu
- ekologicky a hygienicky nezávadný
- neovlivňuje vyluhovatelnost stříkaného betonu

CONTE s.r.o., Náměstí Bořislavka 8, 160 00 Praha 6
tel./zázn.: 02/35359223, tel./fax: 02/35359258, mobil: 0737 960807, 0737 953217

ZAKLÁDÁNÍ®
STAVEB





Zakládání staveb, a.s. nabízí ve svém výrobním programu široké spektrum technologií speciálního zakládání staveb, které zajišťuje vlastním odborným personálem pomocí strojního parku tak, že dokáže uspokojit zákazníka nejen svou vysokou technickou úrovní, ale i kapacitními možnostmi:

- Podzemní stěny
- Piloty / Zápory
- Mikropiloty / Mikrozápory
- Zemní kotvy
- Injektáže
- Trysková injektáž
- Beranění / Vibrování
- Geotechnický průzkum
- Vývoj a laboratoře
- Zatěžovací zkoušky a měření
- Stavby pro ekologii
- Projekce

Zakladani staveb, a.s. offers a wide range of special foundation engineering technologies, employing its own labor force and technical equipment in order to fully satisfy all of the customer's requirements not only on a high technological level, but also in terms of high production capacity:

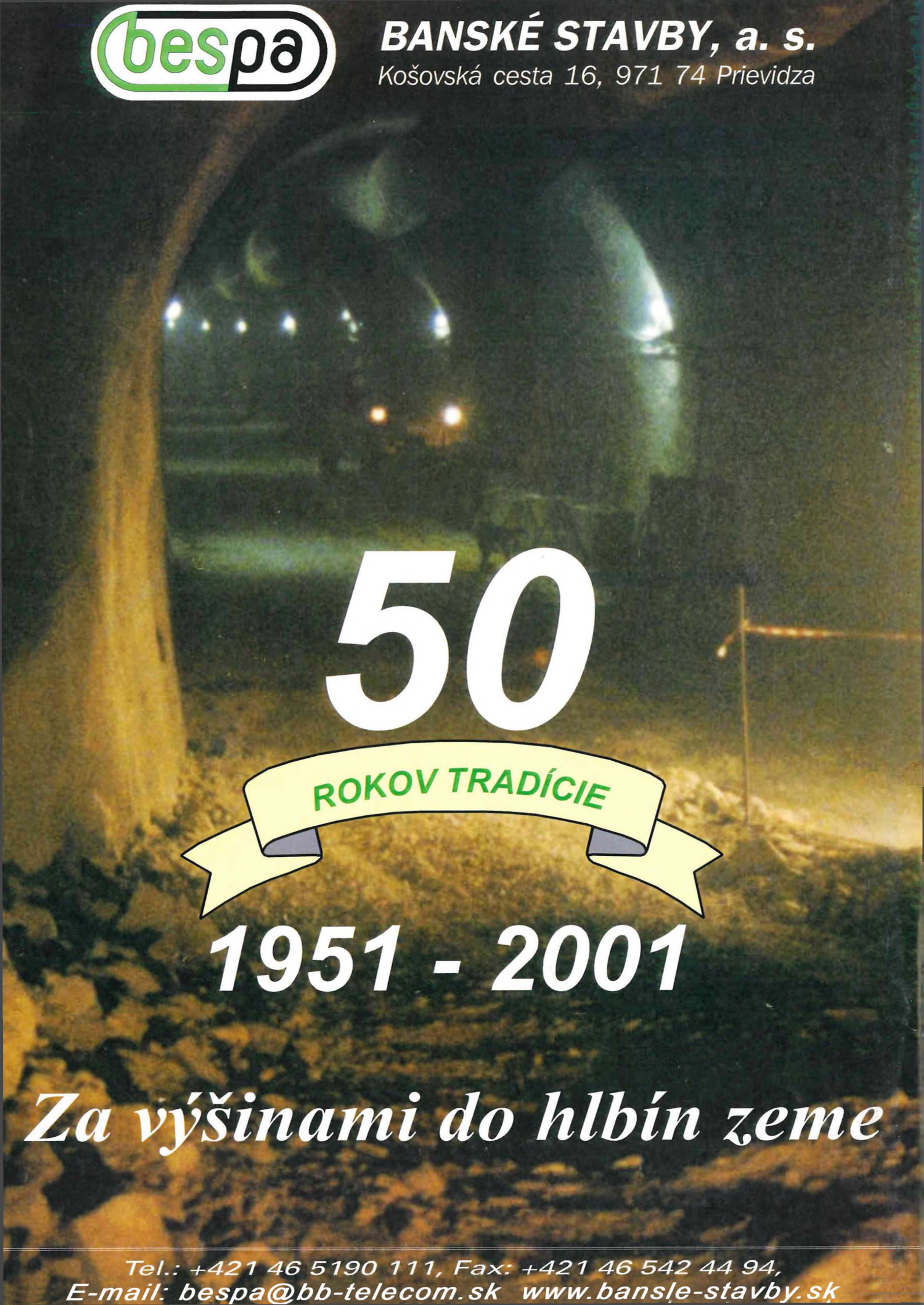
- Diaphragm walls
- Piles / Riders
- Micropiles / Microriders
- Soil anchors
- Grouting
- Jet-grouting
- Driving / Vibration
- Geological survey
- Research and development
- Load tests and measurement
- Ecological projects
- Design and planning



ZAKLADANI STAVEB, a.s.
K JEZU 1, P.O.BOX 104
143 01 PRAHA 4
CZECH REPUBLIC

tel.: +420 - 2 - 4400 4304, -7
fax: +420 - 2 - 402 57 01
mailbox@zakladani.cz
www.zakladani.cz

www.zakladani.cz


bespa
BANSKÉ STAVBY, a. s.
Košovská cesta 16, 971 74 Prievidza
50
ROKOV TRADÍCIE
1951 - 2001
Za výšinami do hlbín zeme
Tel.: +421 46 5190 111, Fax: +421 46 542 44 94,
E-mail: bespa@bb-telecom.sk www.bansle-stavby.sk