

9. ROČNÍK, č. 4/2000

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)*



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

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

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

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

**ANGERMEIER ENGINEERING
PRAHA, s.r.o.**
U Dvou srpů 2
150 00 Praha 5

AQUATIS, a.s.
Botanická 56
656 32 Brno

CARBOGROUTING, a.s.
Lihovarská 10
716 03 Ostrava-Radvanice

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

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

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

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.
Nový Jáchymov 48
267 03 Hrudlice, okr. Beroun

**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

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

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

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

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

ČVUT STAVEBNÍ FAKULTA
Thákurova 7
166 29 Praha 6

VUT STAVEBNÍ FAKULTA
Veveří 95
662 37 Brno

SUBTERRA, a.s.
Bezová 1658
147 14 Praha 4

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

TUBES, s.r.o.
Londýnská 29
123 00 Praha 2

ÚSTAV GEONIKY AV ČR
Studentská ul. 1768
708 33 Ostrava-Poruba

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

VOKD, a.s.
Českokobratrská 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

KŘÍŽÍK, a.s.
Solivárska 1
080 01 Prešov

MAGISTRÁT hl. m. Bratislava
Primaciálne nám. 1
814 99 Bratislava

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

**SLOVENSKÁ BANICKÁ
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

9. ROČNÍK č. 4/2000

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. Petr Pohl, předseda představenstva, POHL cz, a.s.	1
Ekologické aspekty podzemních staveb a průzkum pro podzemní stavby - state of the art	2
Prof. Sebastiano Pelizza, předchozí prezident ITA/AITES	2
Renesance technologie štítovaných štol - Ražba stok v Hradci Králové	10
Ing. Igor Fryč, POHL spol. s r.o., Brno	10
Kabelový tunel Štvanice:	13
Ing. Milan Štochel, POHL cz, a.s., Ing. Lubomír Kučera, KO-KA, s.r.o.	13
Nové typy kotevní výztuže při stavbě tunelů	17
Ing. Richard Šňupárek, CSc., Ústav geoniky AV ČR, Ostrava	17
Projekt prvního železničního tunelu v síti Českých drah raženého novou rakouskou tunelovací metodou	23
Ing. Libor Mařík, ILF Consulting Engineers, s.r.o.	23
Geologická průzkumná štola pro budoucí tunel „Valík“	32
Ing. Jiří Svoboda, Ing. Vladimír Veselý, PRAGOPROJEKT, a.s.	32
Ing. Karel Nechmač, ŘSD ČR	32
Vetracia šachta na diaľničnom tuneli Branisko	35
Ing. Branislav Hronec, Ing. Jozef Frankovský, Banské stavby, a.s. Prievidza	35
Výstavba železničního tunela Stanjevci ve Slovinsku	39
Ing. Milan Čagaň, Rudolf Dengo, Banské stavby, a.s., Prievidza	39
Ze světa podzemních staveb	44
Životní jubilea	46
Zprávy z tunelářských konferencí	47
Zpravodajství Českého tunelářského komitétu ITA/AITES	49
Technické zajímavosti	52
Informace	52

REDAKČNÍ RADA

Předseda: Ing. Petr Vozarík - 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 Kutíl - INŽENÝRING DOPRAVNÍCH STAVEB, a.s.
Ing. Miloslav Novotný - METROSTAV, a.s.
Ing. Pavel Polák - METROSTAV, a.s.
Doc. Ing. Pavel Příbyl, CSc. - ELTODO, a.s.
Ing. Georgij Romancov, CSc. - METROPROJEKT, 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 tunelárska asociácia
ITA/AITES pro vlastní potřebu

REDAKCE

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

Foto na obálce:
Prorážka 7. tunelu pod Vltavou - kabelová štola Štvanice
(archiv POHL cz, a.s.)

VOLUME 9 No. 4/2000

MK ČR 7122

ISSN 1211 - 0728

Tunnel

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

CONTENTS

pg.

Editorial: Ing. Petr Pohl, Chairman of the Board of Directors, POHL cz, a.s.	1
Enviromental aspects of underground construction and exploration for underground structures - state of the art Prof. Sebastiano Pelizza, Past President of ITA/AITES	2
Renaissance of shield-driven galleries - Driving sewers in Hradec Králové Ing. Igor Fryč, POHL, spol. s r.o., Brno	10
Cable tunnel Štvanice: Ing. Milan Štochel, POHL cz, a.s., Ing. Lubomír Kučera, KO-KA, s.r.o.	13
New types of support by anchoring at tunnels construction Ing. Richard Šňupárek, CSc., Ústav geoniky AV ČR, Ostrava	17
The first railway tunnel in the České dráhy net driven by the NATM Ing. Libor Mařík, ILF Consulting Engineers, s.r.o.	23
Geological exploration gallery for the future „Valík“ tunnel Ing. Jiří Svoboda, Ing. Vladimír Veselý, PRAGOPROJEKT, a.s. Ing. Karel Nechmač, ŘSD ČR	32
Ventilation shaft on the Branisko motorway tunnel Ing. Branislav Hronec, Ing. Jozef Frankovský, Banské stavby, a.s. Prievidza	35
Construction of the Stanjevci tunnel in Slovenia Ing. Milan Cagáň, Rudolf Dengo, Banské stavby, a.s., Prievidza	39
World of underground constructions	44
Life jubilees	46
News from tunnelling conferences	47
Czech Tunnelling Committee reports	49
Technical matters of interest	52
Information	52

EDITORIAL 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. Miloslav Novotný - METROSTAV, a.s.
Ing. Pavel Polák - METROSTAV, a.s.
Doc. Ing. Pavel Přibyl, CSc. - ELTODO, a.s.
Ing. Georgij Romancov, CSc. - METROPROJEKT, 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.

PUBLISHED FOR SERVICE USE

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

REDAKCE

Dělnická 12, 170 04 Praha 7
tel./fax: 667 93 479
e-mail: matzner@metrostav.cz
internet: <http://www.ita-aites.cz>
Editor-in-chief: Ing. Karel Matzner
Technical editors: Ing. Miloslav Novotný, Ing. Pavel Polák,
Ing. Jozef Frankovský

Graphic designs: Petr Míšek

Printed: GRAFTOP

Coverphoto:

Break-through of the 7th tunnel crossing the Vltava river - the Štvanice
cable gallery (archives POHL cz, a.s.)



Vážené dámy a pánové,

v době, kdy píši tyto řádky, máme za sebou úspěšnou mezinárodní tunelářskou konferenci „PODZEMNÍ STAVBY PRAHA 2000“. Byla pro nás všechny nejen příjemným odborným a společenským setkáním s optimistickým výhledem do budoucnosti, ale i účtováním tříletého období, které uplynulo od konference minulé.

Pro naši společnost je rok 2000 významný. Je příležitostí k hodnocení prvního desetiletí naší existence. V květnu 1990 jsme získali první živnostenský list a s prázdnou kapsou, nadšením a vizemi začali budovat stavební firmu.

Dnes patří naše společnost velikostí objemu výroby stále mezi ty menší, ale jeho ročním růstem přesahujícím v posledních letech pravidelně 30% k těm dynamicky se rozvíjejícím.

Chtěl bych využít této příležitosti k tomu, abych poděkoval všem našim obchodním partnerům za důvěru, kterou do nás v průběhu těch uplynulých deseti let vkládali.

A co budoucnost? Česká republika se v očích nás všech rychle zmenšuje. Již není tím ostrovem ztraceným v srdci Evropy, ale stává se skutečně její pevnou součástí. Zmizel náš bezbřehý optimismus, kdy jsme věřili, že se svými společnostmi vpadneme na obrovský trh západní Evropy a největší starostí investorů bude, jak se o nás Čechy a Slováky postarat. Postarat se musíme my sami.

Je s podivem, jak v době trvající recese našeho stavebnictví málo stavíme v zahraničí. Ideální příležitost, kdy by nás „nouze měla naučiti housti“, nějak promeškáváme. Vždyť u velkých stavebních společností, které především reprezentují naše stavebnictví, se objemy prací v zahraničí pohybují v řádu jednotek procent.

Domnívám se tedy, že většina práce na cestě do Evropy nás teprve čeká. Bude to jistě cesta bolestivá, ale myslím, že žádná jiná není.

Přeji nám všem na této cestě víru ve vlastní schopnosti, odvalu ke změnám a šťastnou ruku při obtížných rozhodnutích.

Dear Ladies and Gentlemen,

During the time I am writing these lines, we have a successful international tunneling conference "UNDERGROUND WORKS PRAGUE 2000" behind us. For all of us, it was not only a pleasant professional and social meeting with optimistic prospects for future, but also an account of the three years' period, which has passed since the last conference.

For our company, the year 2000 is significant due to evaluation of the first decade of our existence. In May 1990 we acquired the first trade license and with empty pockets, enthusiasm and visions we founded an engineering company.

By today, our company still ranks among the smaller ones by size of the production volume, however, with its annual growth, in recent years regularly exceeding 30%, it belongs to the dynamically developing ones.

I would like to use this opportunity to thank all of our business partners for trust they have during the past ten years put in us.

But what about future? Czech Republic is quickly contracting in eyes of all of us. It is no more that island, lost in the heart of Europe, but it is really becoming its compact part. Our limitless optimism, when we believed that with our companies we would invade the gigantic western market and the only investors' concern would be how to provide for us Czechs and Slovaks, has vanished. We have to take care of ourselves.

It is surprising, how rarely we, in the times of recession of domestic engineering, construct abroad. We are somehow missing a perfect opportunity, when "indigence would teach us some skills". That is why by large engineering companies, which represent our engineering before all, the volume of works abroad ranges in single percents.

Therefore I anticipate that majority of work on the path towards Europe is still ahead of us. No doubt, it will be a painful path, but I think there is no another one.

I wish all of us faith in own abilities, courage for changes and a lucky hand in challenging decisions on such path.

Ing. Petr Pohl

Předseda představenstva – Chairman of the board of directors
POHL cz, a.s.

EKOLOGICKÉ ASPEKTY PODZEMNÍCH STAVEB A PRŮZKUM PRO PODZEMNÍ STAVBY STATE OF THE ART

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF UNDERGROUND CONSTRUCTION AND EXPLORATION FOR UNDERGROUND STRUCTURES – STATE OF THE ART

SEBASTIANO PELIZZA (*)

PROJEV NA MEZINÁRODNÍ KONFERENCI / SPEECH DELIVERED AT THE INTERNATIONAL CONFERENCE
„PODZEMNÍ STAVBY PRAHA 2000“



Autor článku (vpravo) s předsedou ČTuC Ing. Hessem
Author of the article (righthand) with Mr. Hess, Chairman of CTuC

1. UNDERGROUND WORKS AND THE ENVIRONMENT

As far as the single underground work (cavern or tunnel) is considered - instead of the whole structure that can have one or more tunnels - the physical features of the environmental impact are examined, why the social and economical aspects are not taken into account.

Actually, an underground work gives some positive points environmentally friendly, in a way more incisive than other structures built on the territory; this key points are interesting to choose the underground solution:

- the underground structure does not create physical barriers crossing the land;
- it is not exposed to the site, and only the two adits are visible;
- the operation is not influenced by atmospheric agents;
- it is not subjected to surface stability phenomena (apart those at the portals);
- less maintenance costs are required if compared to an analogous surface structure;
- the tunnel reduces the length of the way and consequently the dip, offering the conditions for energetic savings;
- the emission of noise, gas, dust during the operation are concentrated at the adits;
- it is quite protected against the seismic actions.

The underground work presents also negative environmental features, which can decrease the level of acceptance. Apart from the disturbs due to the construction phase when the land is occupied by operative services (roads, houses, trucks) - which are nevertheless reduced when compared to the open site works - one can have the noise, dust, gas, vibration emissions, pollution water, perturbation of normal road traffic and surface uses, especially when located in urban areas; underground construction have also four other main environmental problems:

- perturbation, pollution and drainage of the groundwater;
- settlements of the surface of the land;
- waste rock disposal;
- uncertainties in the preventive definition (for example in the design phase) of the geological, geotechnical, geohydrological conditions of the underground, which determine the risk of collapse and consequently sink holes, on the other site the risk of delays and increasing of the construction costs;

These demanding subjects have been studied by the ITA (International Tunnelling Associations) which created in 1995 the Working Group 15 under the name of "Underground works and environment".

The main objective of this group is to help the economic agents that operate in the underground world (developers, consulting companies, construction companies, etc...) to take advantage of the opportunities and to minimise the risks associated with the new environmental culture.

The investigation of WG15 has been based on two main topics:

A. A State of the Art Analysis on the opportunities and constraints associated with the environment and on the positioning of the underground economic agents on this issue.

B. An analysis of selected Case Studies that can prove the environmental benefits that can derive from the construction of underground works.

The ITA WG15 has concluded its first working session with a Final Report which has been issued in 1998.

In that document, the general conclusions have been classified according to the different aspects studied. The findings are related to the relation

1. PODZEMNÍ STAVBY A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

U samostatného podzemního díla (kaverny nebo tunelu), ne u celé stavby, která se může skládat z jednoho nebo více tunelů, se zkoumají fyzikální charakteristiky vlivu na životní prostředí. Proč se neberou v úvahu také sociální a ekonomické aspekty?

Ve skutečnosti podzemní dílo přináší některé klady, příznivé pro životní prostředí, které jsou markantnější než u jiných staveb, budovaných v dané oblasti. Tyto hlavní klady jsou zajímavé při volbě podzemního řešení:

- podzemní stavba nevytváří fyzické překážky napříč územím;
- kromě dvou vstupů není viditelná na povrchu;
- provoz není ovlivňován atmosférickými vlivy;
- není vystavena vlivům nestability povrchu (kromě portálů);
- jsou potřebné nižší náklady na údržbu ve srovnání s obdobnou povrchovou stavbou;
- tunelové řešení zmenšuje délku trasy a následně i její sklon, čímž se vytvářejí podmínky pro úspory energie;
- šíření hluku, prachu a emise plynů za provozu se soustřeďují u vstupů;
- stavba je celkem dobře chráněna proti seismickým účinkům.

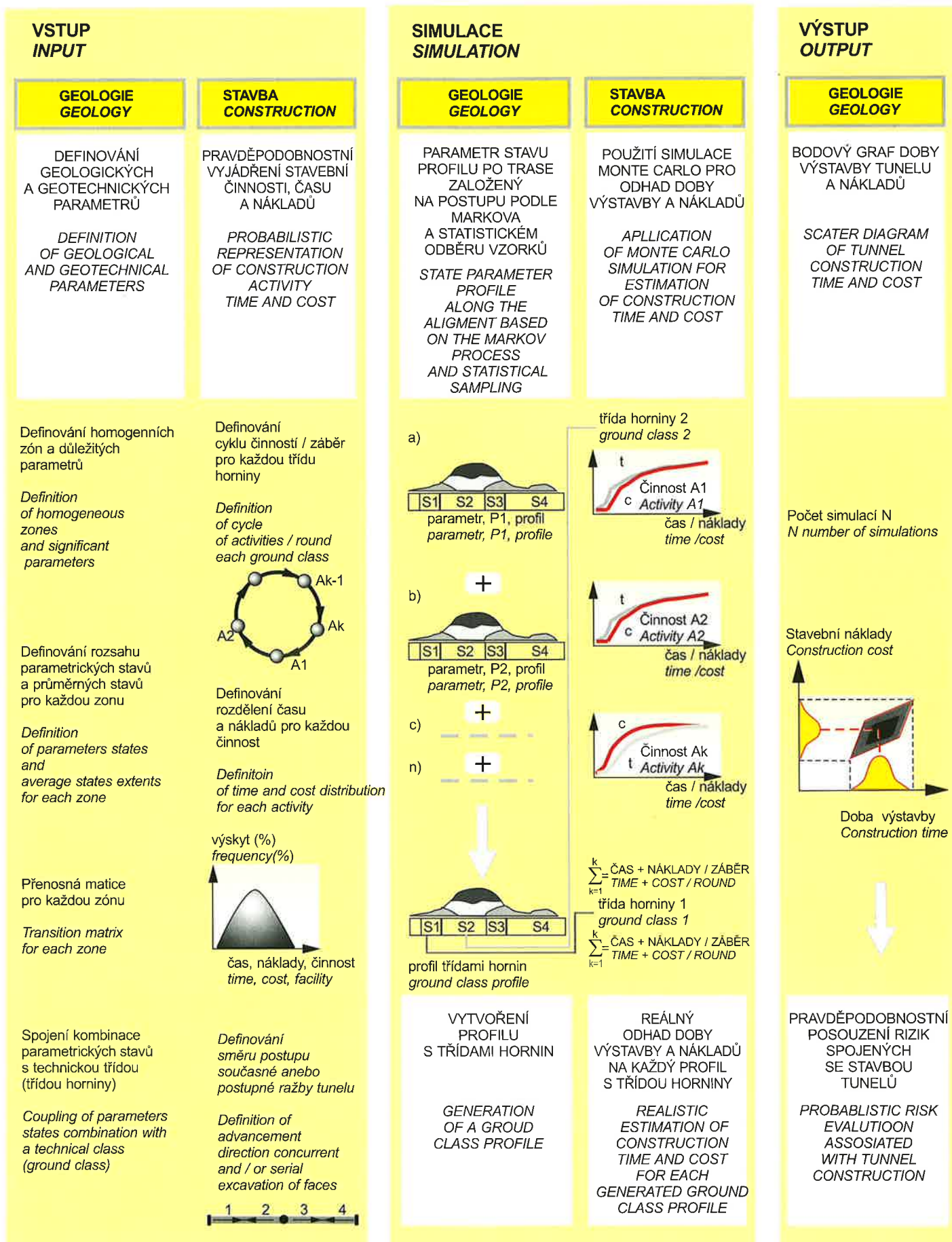
Podzemní dílo má z hlediska životního prostředí i negativní vlastnosti, které mohou snižovat stupeň jeho přijatelnosti. Kromě rušivých účinků ve fázi výstavby, kdy je území používáno pro provozní účely (komunikace, budovy, nákladní vozy), které jsou však menší ve srovnání s dílem budovaným na otevřeném staveništi, může docházet k zatížení emisemi hluku, prachu a plynů, vibracím, znečišťování vod, narušení normální silniční dopravy a využívání povrchu, zvláště nachází-li se stavba v městském

(*) Dr. Eng.; profesor podzemních staveb, Vysoká škola technologická (Politecnico di Torino), Turin, Itálie.

Předchozí prezident Mezinárodní tunelářské asociace ITA/AITES

(*) Dr. Eng.; Professor of Underground Construction, University of Technology (Politecnico di Torino), Turin, Italy.

Past President of ITA - International Tunnelling Association



Obr. 1 Schéma programu "Pomůcky pro rozhodování při tunelování"
Fig. 1 The sheme of the program Decisions Aids in Tunneling (DAT)

prostředí. Podzemní stavby se také setkávají se čtyřmi hlavními ekologickými problémy:

- narušování, znečišťování a odvádění podzemních vod
- sedání povrchu území
- odvázení a ukládání rubaniny

• nejistota při preventivním definování (např. ve fázi projektování) geologických, geotechnických a hydrogeologických poměrů v podzemí, které slouží k zjišťování rizika zavalů a následných propadlin, a rizika zpoždění výstavby a nárůstu stavebních nákladů.

Tyto náročné otázky byly zkoumány ITA (Mezinárodní tunelářskou asociací), která v roce 1995 vytvořila pracovní skupinu 15, nazvanou Podzemní stavby a životní prostředí.

Hlavním cílem této skupiny je pomoci podnikatelským subjektům, které působí ve světě podzemních staveb (stavební podnikatelé, projektční firmy, stavební společnosti aj.), při využívání příležitosti a minimalizaci rizik, spojených s novou kulturou životního prostředí.

Zkoumání pracovní skupiny 15 (dále jen WG15) je zaměřeno na dvě hlavní témata:

A. Moderní analýza možností a překážek, spojených s životním prostředím, a rozdělení úloh v této oblasti mezi podnikatelské subjekty působící v podzemní výstavbě, B. Analýza vybraných případových studií, která je schopná prokázat přínosy pro životní prostředí, které mohou být dosaženy výstavbou podzemních děl.

Pracovní skupina 15 ITA zakončila své první pracovní setkání závěrečnou zprávou, která byla vydána v roce 1998.

V tomto dokumentu byly všeobecné závěry sloučeny do skupin podle různých studovaných hledisek. Zjištění se týkají vztahu mezi podzemními díly a životním prostředím, se zaměřením na výhody podzemních staveb ve srovnání s hloubenými stavbami, a úlohy sociálního, ekonomického a legislativního rámce. Tyto závěry jsou shrnuty v dalším textu.

Rámec legislativy životního prostředí

Legislativa pro životní prostředí má jak pozitivní, tak i negativní dopady na různé subjekty, které působí ve světě podzemní výstavby. Nejvýraznější účinky jsou na jednu stranu nové tržní příležitosti, ale na druhou stranu nárůst výrobních nákladů a velké nároky na odpovědnost podnikatelských subjektů.

Jelikož se ekologická legislativa stává stále přísnější, budou podzemní stavby získávat výhodu, danou jejich přednostním postavením ve srovnání s povrchovými stavbami. Tunelářské asociace zemí, které se účastní na výzkumu, mají různé názory na vzájemné vztahy mezi podzemními stavbami a životním prostředím. Většinou se ale domnívají, že vzrůstající citlivost v otázkách životního prostředí a legislativa budou mít na další vývoj podzemního stavitelství pozitivní vliv.

Hlediska životního prostředí

Na rozdíl od minulosti dnešní výstavba podzemních děl vyžaduje vyčerpávající provedení aspektů životního prostředí a vlivů na něj a vypracování návrhů nápravných opatření. Tato činnost musí být postupně posilována a vylepšována a musí být rozšířena i do méně rozvinutých zemí.

Celý soubor stávajících opatření ke zlepšení estetičnosti, pohodlí a bezpečnosti tunelů a podzemních děl není ani luxusem, ani rozmarem. Budoucnost tunelů a jejich využití se nyní vztahuje z hlediska vysoké priority estetických požadavků, začlenění do prostředí, pohodlnosti jejich užívání a bezpečnosti.

Přínosy podzemních staveb pro životní prostředí

Z hlediska otázek životního prostředí je podzemní dílo lepším řešením než povrchová stavba. Hlavním přínosem tohoto řešení je například neexistence omezení použití území na povrchu, vyhnul se erozi a splachování zemín, nižší prachové a plynné emise a snížení hlukosti ve fázi výstavby. Celkově podzemní řešení minimalizuje narušování vzhledu, poškozování krajiny a změny fauny a flóry.

Z hlediska nových technologií, mnohé úspěšně dokončené podzemní projekty, založené na nových technologiích, ukazují, že podpovrchové stavby jsou ekologicky vhodnou alternativou.

Příležitosti a úskalí podzemních staveb ve vztahu k životnímu prostředí

Není pochyb o tom, že zájem o životní prostředí vzrůstá. Tento fakt, spolu se stále restriktivnější regulací v oblasti životního prostředí, hraje velmi pozitivní roli v budoucí poptávce po podzemních stavbách. Vezmou-li se tedy v úvahu kritéria životního prostředí, mají podzemní stavby přednost před stavbami povrchovými. Ochrana krajiny má nyní při tomto rozhodování stále větší vliv.

Kromě toho rostoucí mechanizace a technické inovace ve výstavbě tunelů a pokrokové technologické postupy umožňují, aby tunely zaujaly dobrou pozici z hlediska ochrany životního prostředí. Tento fakt v budoucnu posílá poptávku po podzemních dílech.

Z ekonomického hlediska získává podzemní řešení dobré postavení tím, že v důsledku výše uvedené rostoucí mechanizace a technických inovací dochází ke zlevňování tunelů.

A protože cena čtverečního metru povrchové zeminy roste a cena krychlového metru podzemní ražby klesá, je budoucnost podzemních děl zajištěna.

V budoucnosti budou mít všechny subjekty působící ve světě podzemní výstavby (projektční společnosti, stavební firmy, společnosti nebo organizace řídící podzemní díla a společnosti vyrábějící stroje a výrobky) nějaký útvár životního prostředí. Na jednu stranu sice jejich výrobní náklady vzrostou, avšak na druhou stranu bude větší poptávka po jejich práci. Hlavní význam budoucích podzemních projektů je ve výstavbě v městských územích. Druhy podzemních projektů, po kterých bude zvýšená poptávka, jsou ty, které jsou spojeny s dopravou: parkoviště aut, silnice, předměstské železnice a tunely metra.

Sociálně-ekonomické souvislosti: srovnávací společenská studie

Sociální otázky mají také velký vliv na volbu podzemního řešení. Jak v městských, tak i v mimoměstských oblastech je veřejné mínění nakloněno podzemním stavbám pro dopravu, inženýrské sítě, skladování a průmysl. Využití podzemí pro veřejná zařízení (nákupní středisko, knihovna apod.) je však veřejným míněním ceněno méně.

Není pochyb o tom, že sociálně-ekonomické vazby v různých zemích určí druh a specifické vlastnosti projektu a názor lidí na výstavbu infrastruktury a přidanou hodnotu, kterou představuje.

Jak jsme již uvedli, pokrokové technické inovace v oblasti podzemních staveb zvyšují jejich technickou a ekonomickou konkurenceschopnost. Navíc rozvoj stavebních technologií, které budou přiznává z hlediska životního prostředí, také v budoucnu posílá poptávku po těchto dílech.

between underground works and the environment, focusing in the advantages of underground construction compared to the above ground solution, and the role of social, economical and legislative framework. These conclusions are synthesised in the continuation.

Environmental Legislative Framework

Environmental legislation has both positive and negative consequences on the different agents that operate in the underground world. The most outstanding effects are on one hand new market opportunities, but on the other hand, an increase in production costs and a major responsibility demand of the economical agents.

As environmental legislation becomes more and more strict, underground works will take advantage of their advanced position compared to the superficial ones. The tunnelling associations of the countries participating in the survey hold varying opinions about the interrelations between underground works and the environment, although the totality consider that the increasing environmental sensitivity and legislation will have a positive influence on the future development of underground works.

Environmental Aspects

In contrast with the past, nowadays, making underground works needs an exhaustive exam of environmental aspects and impacts, and a proposal of corrective measures. This way of action must be progressively enhanced and improved, and must be extended to underdeveloped countries.

The whole set of existing measures to improve the aesthetic, comfort and safety of tunnels and underground works are neither a luxury nor a caprice. The future of the tunnels and its use are considered under the high priority of the aesthetic aspects requirements, the environment integration, the comfort of its use, and the safety.

Environmental Benefits of Underground Works

The underground work is a better solution than the surface option when dealing with environmental issues. The main benefits of this option are for example, non limit in the use of surface land, avoiding soil erosion and runoff, less dust and gaseous emissions, noise reduction in construction phase, and overall, the underground solution minimises the visual intrusion, the damage to the landscape and the alteration of fauna and flora.

From the point of view of the new technologies, many successfully accomplished underground projects based upon new technologies demonstrate that subsurface construction is a good alternative from the environmental perspective.

Opportunities and Threats of Underground Works in Relationship to the Environment

There is no doubt that the concern about the environment is increasing. This, added to the more and more restrictive environmental regulation, plays a very positive role in the future demand of underground works. Therefore, when environmental criteria are taken into account, underground works are preferred to superficial works. The preservation of the landscape is having a greater and greater influence in this decision.

Besides, the increasing mechanisation and technical innovations in the construction of tunnels and the progressive technological advances, make the tunnels gain position from environmental points of view. This will encourage the future demand of underground works.

From the economic point of view, the underground solution is gaining position since the increasing mechanisation and technical innovations yet mentioned, makes the tunnels cheaper.

Besides, since the price of square meter of surface soil is increasing and the price of cubic meter of underground excavation is decreasing, the future of underground works is assured.

Finally, in the future, all the agents that operate in the underground world (consulting companies, construction companies, underground works management companies or organisations, and machinery and products companies) will have an environmental department. On one hand, their production costs will increase, but on the other hand they will have a greater demand of work. The major significance of future underground projects are located in urban areas. The types of underground projects that will have a greater increase in their demand are those related to transport: car parking, as well as road, suburban railway, and Underground tunnels.

Socio-Economical Context: Comparative Cross-Cultural Study

Social issues have also a great influence in the election of the underground solution. Both in urban and non-urban areas, public opinion is in favour of underground works for transport, utilities, storage and industrial projects. However, the use of underground space for public facilities (shop centre, library, etc.) is less admired by public opinion.

There is no doubt that the social-economic context of the different countries will determine the type and specific features of the project and the opinion of people about the construction of the infrastructure and the added value it means.

As we have mentioned yet, the progressive technical innovations in underground works will improve their technical and economical competitiveness. Moreover, the development of constructive methods friendly with the environment will also encourage the future demand of these works.

2. EXPLORATION

Clearly, the geology along a tunnel alignment plays a dominant role in many of the major decisions that must be made in designing and constructing a tunnel. Geology dominates the feasibility, cost, and behaviour of any tunnel. The engineering properties of the geologic medium and the variations of these properties are as important as those of the concrete or steel used to construct the tunnel structure (Parker, 1999).

2. PRŮZKUM

Je jasné, že geologie v trase tunelu hraje dominantní roli u většiny důležitých rozhodnutí, která musí být učiněna při projektování a stavbě tunelu. Geologie je dominující pro proveditelnost, náklady a chování každého tunelu. Inženýrské vlastnosti prostředí a kolísání těchto vlastností jsou stejně důležité jako vlastnosti betonu nebo oceli, použité pro stavbu tunelové konstrukce (Parker, 1999).

U tunelu působí hornina nejen jako zatěžovací složka, ale i jako primární nosný prvek. Chápejte to takto: Po provedení výrubu udržuje pevnost okolní horniny vyrubaný prostor volný, dokud se neinstaluje tunelová výztuž. Navíc, dokonce i po provedení výztuže, hornina stále zajišťuje podstatné procento celkové únosnosti prostřednictvím vytvořené horninové klenby. Proto je pro projektanta a stavitele tunelu hornina nebo zemina kolem tunelu prakticky stavebním materiálem.

Ukazuje se, že u tunelů, kde byl proveden pečlivější průzkum, dochází méně k překročení nákladů a sporům. Jsou to právě neočekávané problémy, co může způsobit nákladná zpoždění a spory v průběhu výstavby. Průzkumy mohou pomoci při posuzování proveditelnosti, bezpečnosti, projektu a hospodárnosti tunelové stavby. Některé z cílů geotechnického průzkumu jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1

Cíle geotechnického průzkumu pro tunely (Parker 1999)

- Umožnit dostatečné porozumění regionální geologii a hydrogeologii pro potřeby projektování a výstavby
- Definovat fyzikální charakteristiky zeminy, horniny a podzemních vod, které budou ovlivňovat chování tunelu
- Pomocí definovat proveditelnost tunelu a upozornit stavební dozor a dodavatele na možné okolnosti, které mohou nastat v průběhu výstavby, aby mohli vypracovat plány pro nepředvídané situace
- Pořádit údaje pro výběr alternativních metod ražby a zajištění výrubu, a je-li proveden dostatečně včas, určit nejvhodnější trasu a hloubku
- Poskytnout specifické projektové parametry týkající se horniny, zeminy a hydrogeologie
- Minimalizovat nejistoty účastníků soutěže týkající se fyzikálních podmínek
- Předpovědět, jak se bude chovat hornina a podzemní voda při různých metodách ražby a zajištění výrubu
- Stanovit s konečnou platností základnu pro nabídky tak, aby v případě setkání s nepředvídanými podmínkami mohly být "změněné podmínky" spravlivě vyřazeny
- Zvýšit bezpečnost prací
- Umožní-li to finance na stavbu, doplnit zkušenosti s pracemi v dané hornině v místě stavby pomocí rozsáhlých zkoušek nebo zkušebních průzkumů, které na oplátku zlepší kvalitu projektu a pracovních rozhodnutí, učiněných v průběhu stavby
- Zajistit specifické údaje, potřebné pro podporu přípravy odhadů nákladů, produktivity a harmonogramu při projekčních rozhodnutích, a pro oceňování nákladů investorem a účastníky soutěže o dílo

Rozsah průzkumu, prováděného pro jakoukoliv konkrétní stavbu, je obvykle určován na základě zkušeností, s ohledem na velikost rozpočtu. Naneštěstí neexistují žádné normy a žádná „příručková řešení“, týkající se rozsahu průzkumu, který by měl být proveden. Jeden z postupů je uveden v následující tabulce 2.

Bylo by tedy oprávněné domnívat se, že kromě nepředvídaných událostí se problémy mechaniky hornin často podceňují anebo zanedbávají. Je třeba poznamenat, že účelem výstavby je dosáhnout cíle projektu, a že práce musí být vhodné pro člověka (tak, jak je definováno projektem), v souladu s určenými faktory bezpečnosti a očekávanou dobou výstavby a náklady.

Tabulka 2

Rozsah průzkumů v % z celkových rozpočtových nákladů na dílo podle doporučení italské železniční společnosti

		GEOLOGICKÉ POMĚRY GEOLOGICAL CONDITIONS					
		NIKOLIV SLOŽITÉ NOT COMPLEX		SLOŽITÉ COMPLEX			
HYDROGEOLOGICKÉ PODMÍNKY HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS	NIKOLIV SLOŽITÉ NOT COMPLEX	1,2	1,5 - 1,8	1,5		<500M	NADLOŽÍ OVERBURDEN
	SLOŽITÉ COMPLEX	1,5 - 1,8	1,8 - 2,5	1,8 - 2,1		>500M	
	1,5	1,8 - 2,0	1,8		<500M		
		<2000M	>2000M	<2000M			
						DĚLKA LENGHT	

In a tunnel, the ground acts not only as the loading mechanism, but also as the primary supporting medium. Think of it this way; when the excavation is made, the strength of the surrounding ground keeps the hole open until the tunnel supports are installed. Moreover, even after supports are in place, the ground continues to provide a substantial percentage of the total load carrying capacity through arching. Thus, for the tunnel designer and builder, the rock or soil surrounding a tunnel is effectively a construction material.

It has been shown that the more carefully investigated tunnels have fewer cost overruns and fewer disputes. It is the unanticipated problems that can create costly delays and disputes during tunnel construction. Explorations help evaluate the feasibility, safety, design, and economics of a tunnel project. Some of the purposes of geotechnical investigations are given in the table 1.

Table 1

Purposes of Geotechnical Investigations for Tunnels (Parker, 1999)

- To develop sufficient understanding of regional geology & hydrogeology for both design and construction
- To define the physical characteristics of the soil, rock, and groundwater which will govern the behaviour of the tunnel
- To help define project feasibility, and to alert the engineer and contractor to possible conditions that may arise during construction for the preparation of contingency plans
- To provide data for selecting alternative excavation and support methods, and, if timely enough, to determine most economical alignment and depth
- To provide specific rock, soil, and hydrogeologic design parameters
- To minimise uncertainties of physical conditions for the bidder
- To predict how the ground and groundwater will behave when excavated and supported by various methods
- To establish a definitive geotechnical baseline for the bid so, if unexpected conditions are encountered, a "changed condition" can be administered fairly
- To improve the safety of the work
- When project funds permit, to provide experience working with the specific ground at the project site through large-scale tests or test explorations, which, in turn, will improve the quality of design and field decisions made during construction
- To provide specific data needed to support the preparation of cost, productivity, and schedule estimates for design decisions, and for cost estimates by the owner and bidders

The amount of exploration done on any given project is usually determined by experience and budgetary concerns. Unfortunately, there are no standards and no "handbook solutions" to the amount of investigation that should be done. One approach is given in the following table 2.

It would therefore be legitimate to think that, besides the unforeseen events, the rock mechanics problems are often under-evaluated or neglected. It should be noted that the purpose of construction is to achieve the objective of the design and that the work must be manlike (as defined in design), according to the specified safety factors and the expected time and cost.

Table 2

Amount of investigations in % of the total estimated cost of the work, as suggested by the Italian Railway Agency

Projekt je již zpracován pomocí deterministického postupu. Realita výstavby však taková nikdy nebude. Je to z důvodu velkého množství nejistot, kterým se ve fázi projektování nelze vyhnout v oblasti geologie, geotechniky, hydrogeologie, různých druhů strojů, které jsou k dispozici (nových nebo použitých), a různých stavebních technologií (Pelizza, 1998).

Ve fázi projektování je nemožné poznat všechny aspekty geologického profilu. Je tedy nutné rozhodnout, zda se má optimalizovat volba stavební metody nebo výběr stroje pro daný tunel, a to na základě porozumění geologii a geotechnickým poměrům v místě stavby anebo úrovni předpovědi těchto poměrů (do jaké míry jsou tyto předpovědi optimistické nebo pesimistické?).

Na druhou stranu, problém globální optimalizace je velmi složitý s ohledem na velké množství neznámých v oblasti geologie, technologie, životního prostředí a ekonomiky a financí. V současné době se stává možným volit strategie rozhodování pro tunelování i za podmínek nejistoty, zahrnujících různé úrovně proměnnosti z hlediska pravděpodobnosti (Eisenstein, 1996; Xu et al., 1996) (obr. 1).

Základní problém je vždy určen fyzikální a geotechnickou heterogenitou horninového masivu, ve kterém se má tunel ražit. Pro plnoprofilovou mechanizovanou ražbu, která je spíše ztrnulým systémem, je heterogenost pevnosti materiálu, který má být těžen, dokonce důležitější, ať se jedná o skalní horninu, nebo zeminu.

Předchozí pochopení geologických a geotechnických podmínek, získané správným způsobem, je základem pro výstavbu podzemního díla. Až dosud bylo vynakládáno všeobecně málo prostředků na předběžné průzkumy. V praxi bylo prokázáno, že peníze, použité na tyto průzkumy, se bohatě vrátily ve formě úspor stavebních nákladů a času. Předstihové průzkumy prováděné ze směrové štol, ražené tunelovacími stroji (TBM) nebo z hlavního tunelu, nejsou alternativou adekvátního předběžného průzkumu (Pelizza, 2000).

Význačným příkladem pozitivních vlivů na výkon tunelovacího stroje (TBM), zkonstruovaného na zakázku s uvážením dobrého porozumění geologii, kterého bylo dosaženo na základě podrobného a preventivního geologického průzkumu, je nedávna (1995 – 1997) stavba tunelového vodovodního přívaděče ve Španělsku (Transvase Guadiaro-Majaceite) s vnitřním průměrem 4,2 m (Castello et al., 1990).

Tunel s maximálním nadložím 500 m prochází heterogenním a složitým masivem, složeným ze sedimentárních a tektonizovaných hornin (od pevného vápence, mramorovaného vápence až po měkký a bobtnavý jílovito-písčité flyš). Předchozí průzkumy se skládaly z 29 zkušebních vrtů o celkové délce kolem 6000 m (0,5 m průzkumného vrtu na metr tunelu).

Výskyt významných konvergencí tlačivého charakteru byl pozorován v délce asi 3 940 metrů v severní části tunelu, kde se budovalo ostění z prefabrikovaných dílců. Ve zbývajících délkách tunelu, v převážně pevných vápencích, kde se očekávaly podmínky stabilní horniny, se prováděly sítkané betony a skalní svorníky, s následným provedením ostění z monolitického betonu.

3. TUNELOVÁNÍ, PODZEMNÍ VODA A SEDÁNÍ V MĚSTSKÝCH ÚZEMÍCH

Vzájemné vlivy mezi tunelováním a podzemními vodami představují několik aspektů, které jsou uvedeny v tabulce 3.

Podzemní voda se pro člověka stává základním zdrojem a z toho důvodu je nutno ji chránit a správně využívat. V Evropě se v současné době stalo praxí, že se při ražbách tunelů brání odvádění podzemních vod, a to nejen u velkých městských zástavb, vybudovaných na aluviálních a vodou nasycených zeminách, ale i tunelů pod horskými hřebeny. Obzvláště v těchto případech místní úřady, spravující danou oblast, požadují dopravu svedené vody chráněnými potrubími tak, aby byla voda k dispozici u ústí tunelů ve stejném stavu, jako je voda pramenitá.

Dobře se ví, že v městských oblastech je odvádění vod všeobecně spojeno se sedáním v důsledku konsolidace zeminy. Zajímavým praktickým případem je budovaná stavba v Hongkongu (Chui, 2000).

Obyvatelstvo a průmyslová základna Hongkongu v minulých letech značně vzrostly. V důsledku toho také vzrostlo množství vznikajících tekutých odpadů. Téměř jedna polovina odpadních vod není v současné době před vypouštěním do moře upravena. Většina zbývajících vod je před vypouštěním do místních odpadních řadů pouze předčištěná na jemných česlích a v je z nich odstraněn písek. Důsledkem je trvalé zhoršování kvality místních vod v okolí Hongkongu.

V roce 1989 se útvar odvádění vod (Drainage Services Department, DSD) zavázal vybudovat podzemní kanalizační síť pro obsluhu městských oblastí Hongkongu. Síť byla následně nazvána Strategický projekt odvádění splaškových vod (Strategic Sewage Disposal Scheme, SSDS).

Jako součást SSDS byla naplánována výstavba přes 70 km hlubinných tunelů. Byly shromážděny informace o horninových poměrech pro prováděcí projekt tunelů, šachet, čerpacích stanic, podzemních úpraven odpadních vod a odpadních řadů. Pro ověření výsledků rozsáhlých geofyzikálních průzkumů byly provedeny pevninové a příbřežní vrty po celém území výstavby. Byly provedeny i Lugeonovy testy.

Vzájemné vlivy mezi podzemní stavbou a podzemními vodami

Předpokládalo se, že většina tunelů bude ražena v příznivých a dobrých žulových a částečně lufových horninových masivech. Od samého začátku ražení tunelů (fáze I – první část plánovaného projektu – tunely jsou před dokončením) se ve velkém rozsahu vyskytovaly značné přítoky vody (přes 100 l/min na metr). Maximální přítok byl pozorován v množství 2000 l/min/m. Velké přítoky byly způsobeny nespojitými

The design has always been carried out by using a deterministic approach. Reality of construction however has never been so. This is due to the large number of uncertainties that cannot be avoided at the design stage: geological, geotechnical, hydrogeological uncertainties, different types of machines available (new or used), and different construction techniques (Pelizza, 1998).

Hence, at the design stage, it is impossible to know every aspect of the geological profile. It is therefore necessary to decide whether to optimise the choice of the construction method or the selection of the machine for a given tunnel, on the basis of the understanding of site geology and geotechnical conditions or of the level of prediction about these conditions (up to which point are these predictions optimistic or pessimistic?).

On the other hand, the problem of global optimisation is very complex, given the large number of geological, technological, environmental, and economic-financial variables involved. At the present time, it is becoming possible to manage, in probabilistic terms, the decision strategies for tunnelling under uncertainty conditions involving various levels of variability (Eisenstein, 1996; Xu et al., 1996) (fig. 1).

The fundamental problem is always determined by the physical and geotechnical heterogeneity of the rock mass in which the tunnel is to be excavated. For a full face mechanised excavation, which is a rather rigid system, the strength heterogeneity of the material to be excavated is even more important, be it a rock or soil.

Prior understanding, obtained in a correct manner, of the geological and geotechnical conditions of the site is fundamental for the development of underground works. Up to now, too little money has in general been spent on preliminary investigations. It has in fact been demonstrated that money spent on such investigations is greatly compensated by the savings made in terms of construction cost and time. Forward probing from a TBM driven pilot tunnel or a main tunnel is not an alternative to an adequate preinvestigation (Pelizza, 2000)

A considerable example of the positive effects on the performance of a TBM purposely constructed by accounting for a good understanding of geology obtained on the basis of a detailed and preventive geological investigation, is offered by the recent (1995-1997) construction in Spain (Trasvase Guadiaro-Majaceite) of a 12,185 kilometre long water conveyance tunnel, 4,2 m inside diameter (Castello et al., 1999).

The tunnel runs under a maximum overburden of 500 m, through heterogeneous and complex ground, composed of sedimentary and tectonized rocks (from hard limestone, marbly limestone and soft and swelling argillo-arenaceous and clayey flysch). The preliminary investigations comprised 29 probe holes for a total length of approximately 6000 m (0,5 m of investigation hole per meter of tunnel).

Significant convergences with a squeezing behaviour were observed to occur in flysch along a 3940 m length in the northern section of the tunnel, where a lining formed by precast segments was installed. In the remaining tunnel length, in a predominantly hard limestone, where stable rock conditions were expected, shotcrete and rock bolts were installed followed by a cast in situ concrete lining.

3. TUNNELLING, GROUND WATER AND SETTLEMENTS IN URBAN AREAS

The interference between tunnelling and ground water presents several aspects which are illustrated in table 3.

Ground water is still becoming a fundamental resource for mankind and for this reason it must be protected and well-used. In Europe an increasing current practice is that of avoiding the drainage of ground water when excavating the tunnels not only in large urban areas built in alluvial and aquiferous soils, but also in the tunnels crossing the mountain ranges; especially in these cases, local administration, which have the control of the territory, ask for the transportation of the drained water in protected pipelines, in order to make the water available at the adits of the tunnel in the same condition of the spring water.

It is well known that in the urban areas the drainage of the water is generally accompanied with settlements due to the soil consolidation. An interesting case history is that of a work under construction in Hong Kong (Chui, 2000). The population and industrial base of Hong Kong have grown significantly in recent years. As a consequence the volume of liquid waste generated has also increased.

Up to half of the flow currently receives no treatment before it is discharged to the sea at the shoreline. Most of the remaining flow undergoes only fine screening and grit removal before discharge through local outfalls. As a result, there has been a continuing deterioration in the quality of local waters around Hong Kong.

In 1989, the Drainage Services Department (DSD) assumed responsibility for construction of an underground sewerage network to serve the urban areas of Hong Kong. The network was subsequently named Strategic Sewage Disposal Scheme (SSDS).

Over 70 km of deep tunnels was planned to be constructed as part of the SSDS. Information on ground conditions was collected for detailed design of tunnels, shafts, pumping stations, underground sewage treatment plants and outfalls. Land and offshore mainly vertical boreholes were drilled to check and calibrate the results of extensive geophysical surveys along the entire layout. Lugeon tests were also performed.

Tabulka 3. Vzájemné vlivy mezi podzemní stavbou a podzemními vodami

Table 3. Interference of the underground construction with groundwater

VLIV NA IMPACT ON	ÚČINKY EFFECT	Opatření k nápravě Remedial works		
		Preventivní Preventive	V průběhu stavby During construction	Za provozu During operation
VODU WATER	ZNEČIŠTĚNÍ (fyzické, chemické, biologické) - přímé proudění mezi podzemními vodami <i>POLLUTION (physical, chemical, biological)</i> - direct flow between groundwater		- zajištění nepropustnosti - řízení znečišťování - čištění - impermeabilization - pollution control - remediation and depuration	
	Přerušení proudění (přehradový efekt) <i>Flow interruption (dam effect)</i>			- speciální síť pro proudění pod a nad konstrukcí - special longitudinal flow network, under and over the structure
	ODVODNĚNÍ - narušení hydraulického proudění - snížení hladiny spodní vody (pokles, vysychání studní, škody na vegetaci) - mizení pramenů, studní - snížení hladiny povrchových toků - narušení hydrotermálních sítí <i>DRAINING</i> - hydraulic flow perturbation - lowering of GWT (subsidence, well dessiccation, damages to vegetation) - loss of spring, wells, derivation - reduction of surface flow - perturbation in hydrothermal nets	Znepropustnění zeminy <i>Soil impermeabilization</i>	Metody ražby, které umožňují řídit nebo odstranit venkovní vodu Dočasná a alternativní dodávka vody <i>Excavation techniques which allow to control or to remove the external water</i> Temporary and alternative water supply	Znepropustnění zeminy <i>Soil impermeabilization</i> Trvalá a alternativní dodávka vody Ochrana a doprava do okolí vodního zdroje <i>Permanent and alternative water supply</i> Preservation and transport at the external of the water resource
RAŽBU EXCAVATION	NARUŠENÍ PRACÍ <i>WORK DISTURB</i>		Odvodnění – lokální ochrana <i>Drainage local protection</i>	
	ZAPLAVENÍ <i>FLOODS</i>	Umístění a ochrana vstupů / <i>Positioning and protection of adits</i>		
	ODNÁŠENÍ PEVNÝCH ČÁSTIC A USAZOVÁNÍ CHEMIKÁLIÍ <i>SOLID TRANSPORT AND CHEMICAL DEPOSIT</i>		Provádění vrtů Odvodnění <i>Borehole drillings</i> <i>Drainage</i>	Adekvátní povrchové proudění a znepropustnění <i>Adequate surface flow and impermeabilization</i>
	NESTABILITA VÝRUBU (čelby a stěny) TLAK ZEMINY - PORUCHY DEGRADACE ZEMIN <i>EXCAVATION INSTABILITY (face and walls) EARTH PRESSURE FAILURES DEGRADATIONS OF SOILS</i>		Odvodnění Aktivní odvodnění Snížování hladiny spodní vody čerpacími studnami <i>Drainage</i> <i>Active drainage</i> Lowering of GWT by means of well eduction	Trvalé a adekvátní zajišťování <i>Permanent and adequate supports</i>
	HYDRAULICKÝ TLAK NA OSTĚNÍ / <i>HYDRAULIC PRESSURE ON LININGS</i>			Odvodnění Adekvátní konstrukce / <i>Drainage</i> <i>Adequate structures</i>
	TEPLOTA V PODZEMÍ <i>TEMPERATURE OF THE UNDERGROUND</i>		Odvodnění / <i>Drainage</i> Izolované stroje / <i>Isolate plants</i>	
	KRASOVÉ JEVY <i>KARST</i>	Průzkumy <i>Surveys</i>	Průběžné předstihové vrty a průzkumy / <i>Continuous drillings and surveys with advancing</i>	Bránění proudění za ostěním Monitorování <i>Avoid flow at the back of the lining</i> <i>Monitoring</i>
	PROUDĚNÍ VODY / <i>WATER FLOW</i>	Odvodnění tunelů a odvedení povrchových toků / <i>Drainage tunnels and surface flow</i>		
	POŠKOZOVÁNÍ BETONU <i>CONCRETE DAMAGE</i>			Znepropustnění – Speciální cement a beton / <i>Impermeabilization – Special cement and concrete</i>

vodivými diskontinuitami, které někdy nebyly spojeny se známými poruchovými zónami (obr. 2).

Neočekávaný výskyt takových množství vody způsobil podstatné zpomalení postupu prací a ve svém důsledku zvýšení nákladů a škody na životním prostředí na povrchu. Velká část městských oblastí Hongkongu byla postavena na rekultivačních násypch. K zabránění sedání povrchu v těchto oblastech, způsobeného přítokem vod do tunelů v průběhu ražby, byly nutné rozsáhlé inžektážní práce. Zkušenosti z výstavby prvního tunelu ukazují, že horninové masivy tam, kde se tunely razí, jsou celkem zdravé a místní poruchy ražby výrazně neovlivňují.

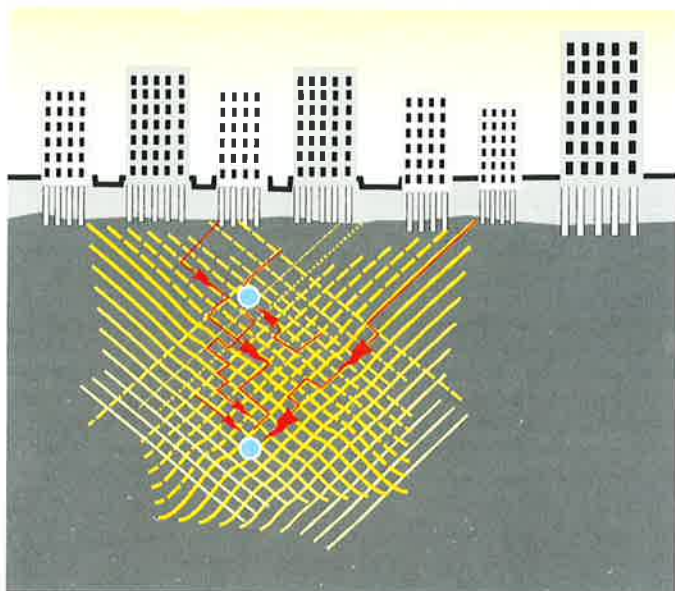
Hlavní problém je způsoben přítomností „citlivých oblastí“, týkajících se jevu sedání, který ve fázi projektování nutně vyžaduje správné předvídání potřebných zásahů k zamezení negativních vlivů odvádění podzemních vod, ke kterému dochází při tunelářských pracích. Snížení rizika při ražení tunelů silně závisí na podrobných geologických průzkumech. V tomto případě správná volba metod ražení (obr. 3) a správné předdefinování citlivých oblastí umožní značné zkrácení doby a snížení nákladů na dodatečné úpravy horniny.

Na základě porovnání metodik průzkumu staveniště, jejich výsledků a skutečného stavu, zjištěného vrtáním, lze dospět k některým všeobecným úvahám:

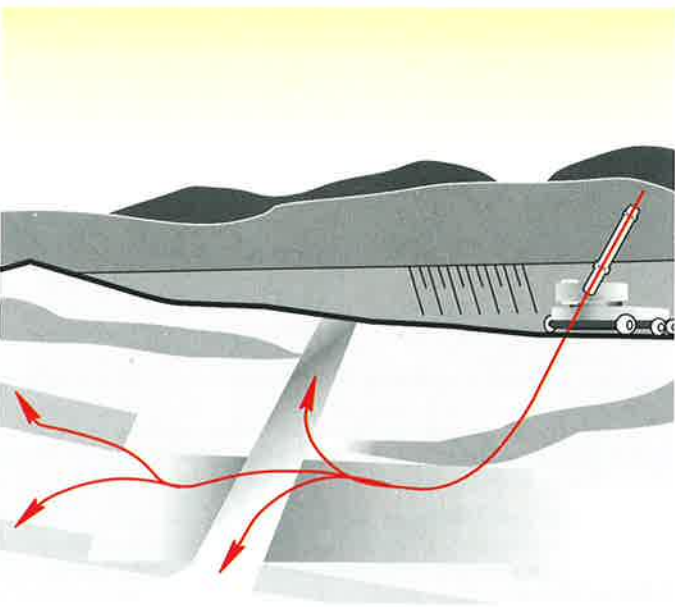
Propustnost horninového masivu (před zahájením ražeb)

Přítok vody je funkcí dvou zřetelných mechanismů:

- příspěvek hydrostatického spádu a proudění nespojitými vodivými diskontinuitami (NVD)
- výskyt NVD má na celkový přítok vody na danou délku tunelu velký vliv



Obr. 3 Rozdílný účinek odvodnění u mělkých a hlubokých tunelů
Fig. 3 Different drainage effect of shallow and deep tunnel



Obr. 4 Průzkum pomocí směrovaných vrtů
Fig. 4 Investigation through directional drilling

Interference of the underground construction with groundwater.

Most of the tunnels was expected to be excavated in fair and good granite and minor tuff rock masses. Starting from the immediate beginning of the tunnels excavation (Stage I - the first part of the planned layout - tunnels are going to be finished), heavy water inflow (more than 100 l/min per m) occurred extensively. A maximum value of around 2000 l/min/m was observed: large inflows were due to discrete conductive discontinuities not always linked to the known fault zones (fig. 2).

Unexpected occurrence of such amount of water caused a significant slow-down in the work progress with consequent cost increase and environmental damages on the surface. A large part of Hong Kong urban areas was built on reclamation filling; to prevent surface settlements in these zones, caused by water inflow into the tunnels under excavations, extensive grouting was necessary. The experience of the construction of the first tunnels has shown that the rock masses where the tunnels are driven are fairly competent and the local failures or faults do not affect strongly the excavation performance. The principal problem is caused by the presence of the so-called "sensitive areas" in respect of settlements phenomena which necessitates a correct forecast, in the design stage, of the necessary interventions to prevent the negative influence of drainage of the underground water resulting from the tunnelling activity. The reduction of risk in tunnelling excavation depends strongly on detailed geological investigations. In this case the correct choice of the excavation technologies (fig. 3) and the correct predefinition of the sensitive areas will allow a significant reduction of time and cost of additional ground treatment.

After comparing the site investigation methodologies, their results and the real scenario observed after drilling, some general considerations can be made:

Rock mass permeability

Water inflow is a function of two distinct mechanisms;

- background rate and flow through discrete conductive discontinuities contribution (DCDs)
- The occurrence of DCDs influences greatly the total water inflow for a given tunnel length

Site investigations

Drilling was mainly orientated vertical or inclined from the vertical while (data can be inferred from bibliography) geological structural trends are associated with nearly vertical jointing. Permeability of rock is often found to be more permeable vertically than horizontally

Lugeon tests were the only site investigations performed to evaluate rock masses permeability and more, they were not even performed systematically on every borehole. The tests were not coupled with other methodologies in order to calibrate results

While the background rate was evaluated for each of the rock masses, peak values and occurrence of DCDs were underestimated.

Prediction of water inflow depends much on detailed geological investigation able to highlight vertical joints and faults.

Further site investigations should be performed through directional drilling (fig. 4) able to investigate DCDs occurrence along the tunnel alignment (Dowdell, 1999; Darmedrail, 1999).

Water absorption test (Lugeon test) can be conducted while progressing as well as testing water physical parameters.

The experience from the previous stage can be used to predict next stages by statistical processing of previous data and simulation of the next, where the number of DCDs along a segment and inflow of each of this will be random variable.

It's however to state that a continuous surveying of the front face during the excavation is, in this case, unavoidable, to allow a detailed definition of the injection patterns to waterproof the rock mass.

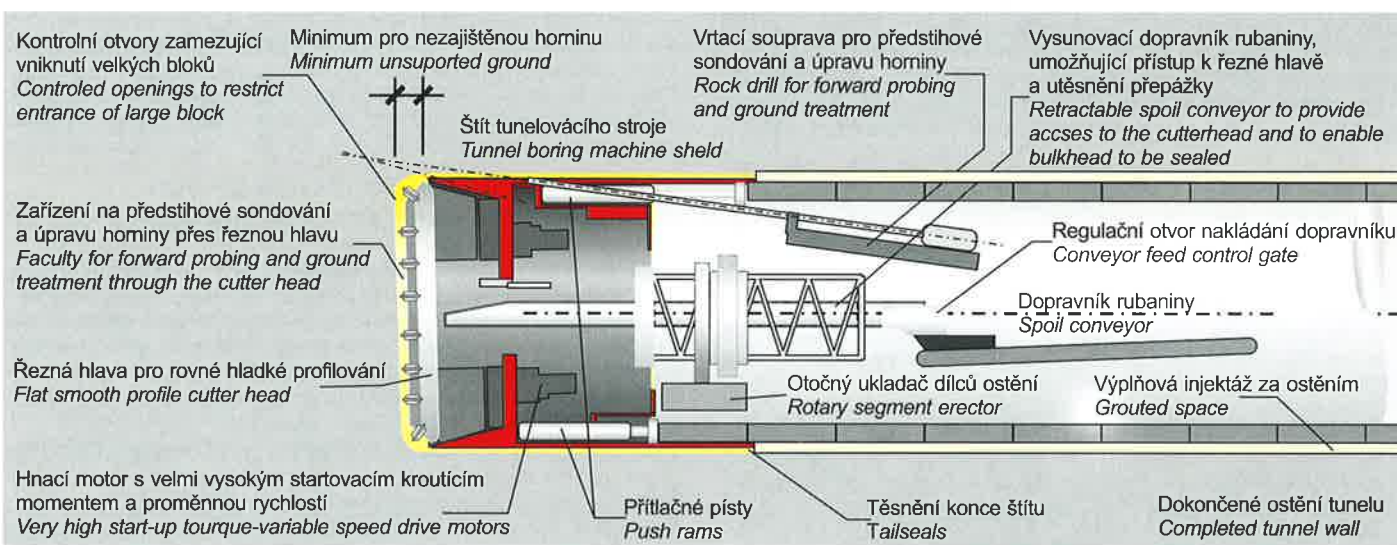
4. REFERENCES

- Barla G. e Pelizza S. (2000): "TBM Tunnelling in Difficult Ground Conditions", GEOENG 2000, Melbourne (Australia), 19-24 November, 20 pages.
- Maidl W. (1999): "Developments in mechanised Tunnelling during the past two decades", Underground Construction in Germany, STUVA conference, Frankfurt (Germany), Nov. 29 - Dec. 2, 11 pages.
- Castello G., Chantron L., Fabre D. and Sem M. (1999): "Analysis of the TBM Performances for the Excavation of the Trasvase Guadiaro-Majaceite, Province of Cadiz, Spain". ITA World Tunnel Congress '99, Oslo (Norway), 9 pages.
- Chui W.W., Lau T.C. (2000): "Strategic Sewage Disposal Scheme in Hong Kong - A Challenge in Sewerage Infrastructure Planning and Construction", Mainland and Hong Kong Conference on Urban Construction and the Environment, Hong Kong, April 2000.
- Dowdell R, Kaplin J., Tokle V. (1999): "Directional Core Drilling Used to Explore Rock Conditions for a Water Supply Tunnel", Challenges for the 21st Century, Balkema, Rotterdam, 8 pages.

Průzkumy staveniště

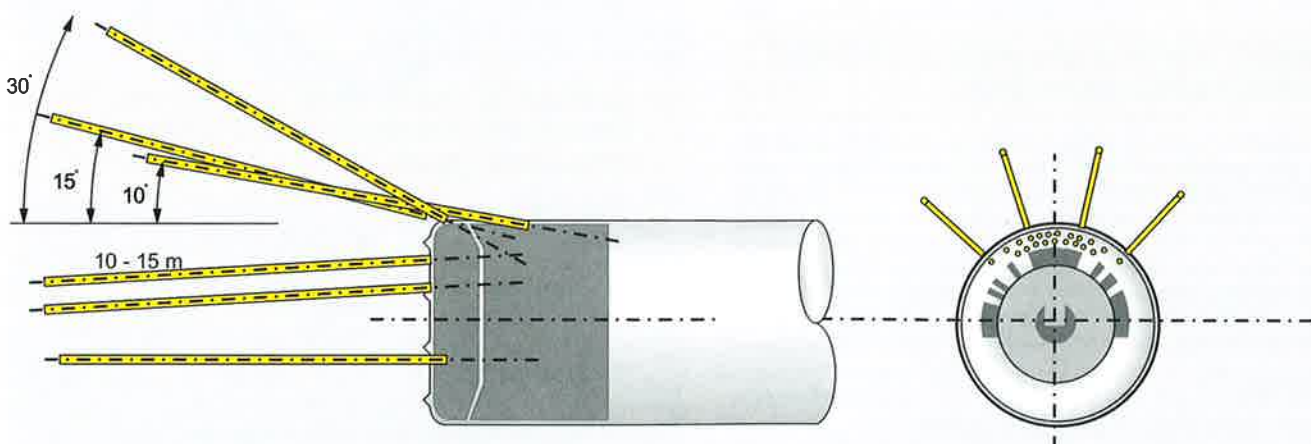
- Vrtly byly většinou orientovány svisle nebo v odklonu od svislice, zatímco (údaje mohou být odvozeny z bibliografie) trendy geologické struktury jsou spojeny s téměř vodorovným rozpuštěním. Propustnost horniny je často vyšší ve svislém směru než vodorovném.
- Lugeonovy testy byly jediným průzkumem staveniště, prováděným za účelem posouzení propustnosti horninového masivu, navíc ani nebyly prováděny systematicky u každého vrtu. Testy nebyly spojeny s jinými metodami, aby se daly výsledky kalibrovat.
- Zatímco hydrostatický spád byl posuzován u každého horninového masivu, špičkové hodnoty a výskyt NVD byly podceněny. Předpovídání přítoků vody velmi závisí na podrobném geologickém průzkumu, kterým lze osvětlit svislé trhliny a poruchy.
- Další průzkumy staveniště by měly být provedeny pomocí směrových vrtů (obr. 4), kterými je možno vyšetřit výskyt NVD po trase tunelu (Dowdell, 1999; Darmendrail, 1999). V průběhu ražeb je možno provádět zkoušku absorpce vody (Lugeonův test) i zkoušky na určení fyzikálních parametrů vody.
- Zkušenosti z předchozí fáze mohou být využity k předpovídání dalších fází pomocí statistického zpracování předchozích údajů a simulace následujících, kde počet NVD podél segmentu a přítok z každé z nich budou náhodně proměnné. Je však nutno říci, že průběžný průzkum na čelbě v průběhu ražby je v tomto případě zcela nutný, aby bylo možno vypracovat podrobný návrh vrtných schémat pro vodotěsní injecktáž horninového masivu.

- Darmendrail X., Lacombe P., Marty C., Mayeur B., Monin N., Vignat P., Menard G. (1999): "Approches Originales des Reconnaissances Geologiques pour un Projet de Tunnel de Grande alpeur dans le Contexte Alpin. Cas du Tunnel de Base de la Future Liaison Ferroviaire Lyon-Turin", *Underground works: ambitions and realities, Journees d'Etudes Internationales de Paris, Association Francaise des travaux en Souterrain, Paris, 25-28 October, 7 pages.*
- Einstein H.H. (1996): "Risk and Risk Analysis in Rock Engineering". *Tunnelling and Underground Space Technology, Vol.11, 14 pages.*
- Foster J.R. (1997): "Gibraltar Strait Crossing. Characterization of TBM". *UN/ITA Workshop on Characterization for tunneling flysches, Tarifa, 20-22 February, 16 pages.*
- Parker H. W. (1999): "Geotechnical Investigations", *International Symposium on Ground Challenges & Expectations in Tunnelling Projects, Cairo (Egypt), February 1-2, 15 pages.*
- Pelizza S. (1998): "Selection of TBMs". *Workshop on Selection of Tunnelling Methods, ITA World Tunnel Congress '98, Sao Paulo (Brazil), 15 pages.*
- Xu S., Mahtab A., Grasso P. (1996): "The use of some decision-making tools in Tunneling". *Gallerie e Grandi Opere Sotterranee, No.49, Luglio 96, 38-49.*



Obr. 2a Schéma štítového tunelovacího stroje určeného k předstihovému sondování (Foster, 1997)

Fig. 2a General outline of shielded TBM predisposed for ahead probing (Foster, 1997)



Obr. 2b Úprava vrtů a injecktážních trubek při průchodu pláštěm a hlavou štítu. Vrtné tyče (trubky) musí být rozpojitelné hlavou štítu v případě, že zůstávají v průzkumných vrtech. (Maidl, 1999)

Fig. 2b Arrangement of the boring and grouting channels through the shield jacket and cutterhead. Drilling rods must be crushable by the cutter head in case they get lost during the probing operations (Maidl, 1999)

RENESSANCE TECHNOLOGIE ŠTÍTOVANÝCH ŠTOL RAŽBA STOK V HRADCI KRÁLOVÉ

RENAISSANCE OF SHIELD-DRIVEN GALLERIES DRIVING SEWERS IN HRADEC KRALOVE

ING. IGOR FRYČ, POHL spol. s r.o., BRNO

1. ÚVOD

Úvodem článku by chtěl autor předeslat, že je zastáncem moderních razicích technologií výstavby inženýrských sítí za použití plně mechanizovaných razicích strojů. Bohužel současná situace na trhu stavebních prací nás nutí hledat nejlevnější technická řešení a mezi ty rozhodně patří využití nemechanizovaných razicích štítů pro výstavbu kmenových kanalizačních stok.

Úkolem nás stává tu je pak návrh takového technického řešení, které by zaručilo dodržení i těch nejpřísnějších kvalitativních parametrů díla při použití relativně zastaralé technologie.

2. DŮVODY PRO NASAZENÍ NEMECHANIZOVANÝCH A ČÁSTEČNĚ MECHANIZOVANÝCH RAZICÍCH ŠTÍTŮ

Jak již bylo uvedeno v úvodu, primárním argumentem pro nasazení těchto štítů je převažující ekonomické hledisko. Dalším důvodem je snadná dostupnost této technologie, protože historicky v naší republice existuje cca 35 ks razicích štítů v profilech DN 2000 – 3600 mm. Z toho firma POHL disponuje řadou štítů v profilech DN 2000, 2560, 3050 a 3160 mm.

I přes svou zastaralost však má nasazení nemechanizovaných štítů řadu ne zcela zanedbatelných výhod:

- Při nepředvídatelném střetu se stávajícími inženýrskými sítěmi nedojde k jejich úplné destrukci a je možné provést jejich provizorní přeložení nebo převedení segmentovým ostěním. Tato výhoda se projevuje obzvláště při ražbách v husté městské zástavbě, kde není nouze o výskyt neznámých podzemních chodeb, štětových stěn, starého základového zdiva atd.
- Možnost okamžitě reagovat na nenadálé změny geologických podmínek na čelbě (např. nasazení jiných druhů těžních mechanismů, ruční odstranění překážky, použití trhacích prací, injektáž z čelby apod.)
- Kontinuální sledování profilu ražby a možnost operativní změny trasy štoly. Z výše popsaných výhod vyplývá, že ražba nemechanizovanými štíty tvoří vlastně kompromis mezi ražbou plně mechanizovanými razicími stroji a klasickou ražbou prováděnou hornickým způsobem.

3. ELIMINACE NEVÝHOD KONSTRUKČNÍCH ŘEŠENÍ OBEZDÍVKY ŠTÍTOVANÝCH ŠTOL

Letošní rok proběhla v Brně živá diskuse na téma kvality a životnosti kmenových stok prováděných štítováním. Dlužno podotknout, že se objevily výhrady ke kvalitě takto prováděných stok, a to zejména co se týká požadované vodotěsnosti. Zde je potřeba přiznat jednu z nevýhod segmentového ostění, a to je velké množství příčných a podélných spar na běžný metr štoly. Nynější praxe způsobu utěsňování pomocí těsnící bentonitocementové injektáže se jeví jako neprůkazná, nevyhovující a zbytečně nákladná. Stejně tak realizace sekundární obezdívky pomocí keramických segmentů není optimální, protože dále zvyšuje rozsah spar v konstrukci stoky.

Možné cesty nápravy:

A) ZLEPŠENÍ KVALITATIVNÍ ÚROVNĚ STÁVAJÍCÍHO SEGMENTOVÉHO OSTĚNÍ

Prefa Brno, a.s., se ve spolupráci s firmou POHL snaží vylepšit současné druhy prefabrikátů typu BZM. Změny spočívají v zajištění větší tvarové přesnosti tybinků, zajištění konstantní šířky spáry, osazení integrovaného těsnění v příčné spáře tybinku a nahrazení klasické betonářské výztuže drátkobetonem.

1. INTRODUCTION

At the beginning of this article, the author would like to premise that he supports modern driving techniques for construction of utility networks, using fully mechanised boring machines. Regretfully, the current situation on the construction works market is forcing us to seek for the cheapest technical solutions. Utilisation of non-mechanised shields for construction of trunk sewers surely belongs among them.

Then, the task for us, builders, is to propose such a technical solution which would guarantee that even the most stringent qualitative parameters are met when a relatively outdated technique is utilised.

2. THE REASONS OF UTILISATION OF NON-MECHANISED AND PARTLY MECHANISED SHIELDS

As stated in the introduction, a primary argument for utilisation of these shields is the prevailing economic aspect. Another reason is the availability of equipment for this technique as about 35 shields DN 2000 - 3600mm have existed historically in our republic. Out of that, POHL company owns a number of shields DN 2000, 2560, 3050 and 3160mm in diameter.

Despite its obsolescence, the utilisation of non-mechanised shields features a number of advantages not completely negligible:

- Existing utilities are not totally damaged in a case of an unpredictable collision, thus it is possible to build a diversion or to lead them through the tunnel lining. This advantage is evident namely in driving under densely developed areas, where unknown underground galleries, sheet piling walls, old foundations etc. occur frequently.
- The possibility to respond to unexpected changes in geological conditions at the face (e.g. deployment of other types of excavation equipment, manual removal of an obstacle, utilisation of drill+blast work, grouting from the face etc.)
- Continual monitoring of the excavation profile and a possibility to change the gallery alignment.

It follows from the above mentioned advantages that, in fact, driving with non-mechanised shields represents a compromise between driving with mechanised boring machines and conventional driving by a mining way.

3. ELIMINATION OF DISADVANTAGES OF THE STRUCTURAL DESIGN OF SHIELD-DRIVEN GALLERIES LINING

This year, a lively discussion took part in Brno regarding quality and longevity of trunk sewers carried out by shielding. It is necessary to note that reservations occurred over the quality of the sewers built in such the manner, namely regarding the waterproofing properties required. One of disadvantages of segmental lining must be admitted here, i.e. a large number of radial and transversal joints per a linear meter of an adit. Existing praxis of the way of sealing by means of a sealing bentonite-cementitious grouting appears inconclusive, unsatisfactory and unnecessarily costly. In the same way, execution of secondary lining using ceramic segments is not optimal as it further increases the extent of joints in the structure of a sewer.

Possible ways of remedy :

A) IMPROVEMENT OF THE QUALITY LEVEL OF EXISTING SEGMENTAL LINING

Prefa Brno a.s. company, in collaboration with POHL, has been trying to improve existing types of BZM type precast concrete segments. The

B) NAHRAZENÍ NEVYHOVUJÍCÍ TĚSNÍCÍ INJEKTÁŽE

Jak již bylo uvedeno, efektivita těsnící injecktáže za rubem štítované obehdivky je velice diskutabilní a v praxi nedosahuje požadovaných výsledků. Význam má výplňová injecktáž, ale to pouze z důvodu vyplnění nadvýlomů, nikoliv k zajištění vodotěsnosti. V budoucnu bude vhodnější se zaměřit na vlastní utěsnění spar mezi jednotlivými segmenty pomocí speciálních hmot na bázi slinků nebo polymerů a jejich krystalizace (XYPEX, WATERPLUG, SIKA atd.).

C) SEKUNDÁRNÍ OSTĚNÍ JAKO HLAVNÍ NOSITEL VODOTĚSNOSTI

Jako neefektivnější se v dnešní době jeví zatažení sklolaminátových trub typu HOBAS do vybudované štoly a zaplnění vzniklého mezikruží betonovou směsí. Takto vybudovaná stoka garantuje potřebnou vodotěsnost a vysokou životnost. V profilech větších jako 2 m je jednou z možností provedení monolitického sekundárního ostění za použití mezilehlé izolace.

4. RAŽBA STOKY JEDNOTNÉ KANALIZACE V HRADCI KRÁLOVÉ

V rámci výstavby obchodního centra TESCO Hradec Králové realizovala firma POHL ražbu kmenové stoky DN 1400 mm pomocí razičích štítů DN 2000 a 2560 mm v celkové délce 240 bm. Ražba probíhala ve složitých hydrogeologických podmínkách v silně zvodněných štěrpkopískových polabských terasách, kdy celkové přítoky v šachtách a na čelbách činily cca 30–35 l/s.

TECHNICKÉ PARAMETRY DÍLA:

Celková délka ražených úseků: 240 bm

Průměrná hloubka počvy: 4,5 m

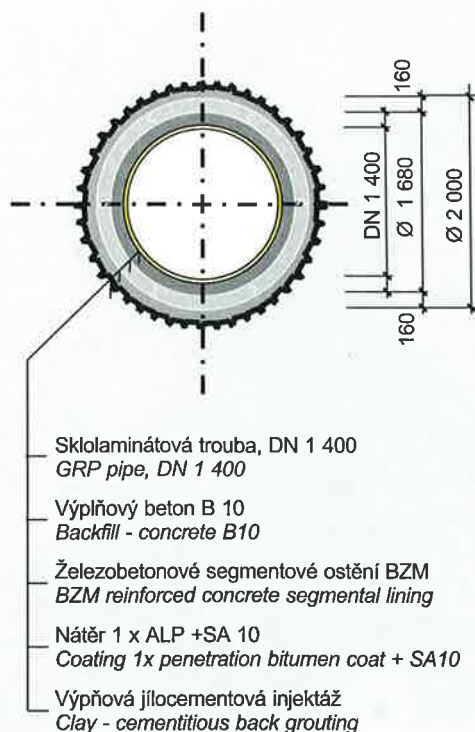
Maximální nadloží: 2,8 m

Minimální nadloží: 2,0 m

Výskyt hladiny podzemních vod: 1,5 m pod úrovní terénu

Jak již bývá tradicí u staveb prováděných pro zahraniční investory „obchodních řetězců“, snoubila se nízká cena s velmi krátkou až šibeničnou lhůtou výstavby. V tomto případě se jednalo o 3 měsíce včetně výstavby 1,5 km kanalizace a 2 km vodovodu prováděné v otevřené rýze.

V předstihu před výkopem startovacích šachet pro štíty byly provedeny 4 ks odvodňovacích vrtů profilu DN 400 mm a hloubky cca 8 bm podél trasy sběrače, které měly za úkol stáhnout okolní hladinu podzemních vod tak, aby vlastní ražba probíhala v relativním suchu. Účinnost tohoto opatření se však v praxi ukázala jako téměř nulová, protože přítoky podzemních vod se stejně nakonec soustředily ve startovacích a těžních šachtách.



Obr. 1 Vzorový příčný řez stolou
Fig. 1 Typical cross section of the gallery

changes consist in ensuring higher accuracy in the shape of the segments, assurance of a constant joint width, installation of an integrated sealing in the transversal joint of the segment, and replacement of conventional concrete reinforcement by steel fibres.

B) REPLACEMENT OF UNSATISFACTORY SEALING GROUTING

As mentioned above, efficiency of the sealing grouting behind the lining erected by shielding is very disputable and, in praxis, it does not achieve the results required. Only back grouting has its significance, but for the reason of backfilling overbreaks, not for watertightness. In the future, it will be more reasonable to focus on sealing of joints between individual segments by means of dedicated grouts based on clinkers or polymers, and their crystallisation (XYPEX, WATERPLUG, SIKA, etc.)

C) SECONDARY LINING AS THE MAIN FACTOR OF WATERPROOFING

Pulling of HOBAS type glassfibre reinforced plastic pipes into a completed gallery and filling of the annular space by concrete mix appears as the most effective method nowadays. A sewer built in such the manner guarantees required watertightness and high longevity. It represents one of the possibilities how to execute a secondary in-situ concrete lining with intermediary insulation in profiles exceeding 2m.

4. DRIVING OF A SEWER OF THE COMBINED SEWERAGE SYSTEM IN HRADEC KRALOVE

In the framework of the construction of the TESCO retail center in Hradec Kralove, POHL company performed the drive of a DN 1400mm trunk sewer, by means of shields DN 2000 and 2560mm, in heavily water-bearing gravel sand terraces of the Elbe river, where overall water inflows in shafts and at the headings amounted to about 30-50 l/s.

TECHNICAL PARAMETERS OF THE WORKING :

Total length of driven sections: 240 lm

Average depth of the invert: 4.5 m

Maximum cover: 2.8 m

Minimum cover: 2.0 m

Occurrence of water table: 1,5 m under the ground level

As it has become a tradition at constructions supplied to foreign investors of store chains, low price was combined with a very short, „murderous“ deadline. In this specific case, 3 months were available, including construction of a 1.5 km-long sewer and a water main performed in open cut.

In advance, before excavation of launch chambers for the shields, 4 pieces of DN 400mm drainage holes were bored, about 8 lm deep, along the collector alignment. The purpose was to lower the water table in the vicinity, thus to enable driving in relatively dry conditions. Although, efficiency of this measure turned out to be nearly zero as inflows of ground water eventually concentrated in the launch chambers and hoisting shafts.

The average daily advance of the shield drive amounted to 2.0m per shift. This advance corresponds to the monthly advance of 90-100 lm, which, with respect to the given hydrogeological conditions, can be characterised as a top performance. The fact can not be left out of consideration that a maximum stress had to be placed on the driving accuracy (maximum allowable deviation from line and level of ± 5 cm).

Secondary lining of the collector consisted of DN 1400mm (DA 1480mm incl. the socket) HOBAS glassfibre reinforced plastic (GRP) pipes. Installation of the pipes in the gallery driven by a DN 2000mm shield was particularly difficult with respect to the fact that its theoretical net profile is 1680mm and, practically, 1620-1640mm only when the yielding process in the segmental lining is over. Only 10 to 12cm-wide gap remained for handling the pipes in the gallery. After our practical experience of the pipes installation, we recommend for similar cases that more rigid glassfibre reinforced plastic pipes, ie. SN 5000 as a minimum, be used.

Measurement of the settlement trough was performed in the course of the drive. Maximum settlement along the drive alignment amounted to 3-4cm (for the DN 2560mm shield), and 1-2cm (DN 2000 shield). This settlement occurs, even if technological rules are adhered to at a maximum level, due to the yield in segmental lining of a gallery, and as a result of the water table lowering. By no means can it be avoided at the given technique.

Despite countless partial difficulties during the construction, the works were handed over without defects and outstanding work, to the schedule, and in the quality required. In this place, I would like to appreciate the attitude of general contractor's representatives (IPS a.s., Trinec branch, namely Eng. Sigmund and Mr Burian), who, despite uncompromising requirements on quality of the works and necessity to meet construction deadlines, managed

Průměrný denní postup ražby štítem činil 2,0 bm za směnu, čemuž odpovídá měsíční výkon 90–100 bm, který lze v daných hydrogeologických podmínkách charakterizovat jako špičkový. Nelze opomenout, že musel být kladen maximální důraz na přesnost ražby (maximální směrová a výšková odchylka mohla být pouze + 5 cm).

Sekundární vystrojení sběrače tvořily sklolaminátové trouby HOBAS DN 1400 mm (DA 1480 mm včetně objímky). Zvláště obtížné bylo osazování těchto trub ve štole ražené štítem profilu DN 2000 mm, jejíž teoretický světlý profil činí 1680 mm (prakticky po dotvarování segmentového ostění pouze 1620–1640 mm). Pro manipulaci s potrubím ve štole pak zbývala vůle pouze 10–12 cm. Po praktické zkušenosti s osazováním potrubí doporučujeme v těchto případech používat sklolaminátové potrubí o větší tuhosti, tj. min. SN 5000.

Během ražby bylo prováděno měření poklesové kotliny. V ose ražby činily maximální poklesy 3–4 cm (štít DN 2560 mm) a 1–2 cm (štít DN 2000 mm). K těmto poklesům dochází, i při maximálním dodržení technologické kázně, vlivem dotvarování segmentového ostění štoly a stažení hladiny spodních vod a nelze jim při dané technologii nijak zabránit.

I přes nesčetné dílčí potíže během výstavby se podařilo dílo předat bez vad a nedodělků v požadovaném termínu a kvalitě. Zde bych chtěl ocenit i přístup zástupců generálního dodavatele stavby (IPS, a.s., odštěpný závod Třinec, jmenovitě ing. Sigmunda a pana Buriana), kteří i přes nekompromisní požadavky na kvalitu díla a dodržení termínů výstavby dokázali věcně a konstruktivně řešit aktuální problémy stavby a výrazně napomoci úspěšnému konečnému výsledku.

5. ZÁVĚR

Závěrem bych se chtěl podělit o jednu zásadní zkušenost s výstavbou staveb obdobného charakteru. Jedná se o dokončovací a kompletační práce na stavbě, které nakonec vytvářejí celkový dojem z provedeného díla. Investora stavby v konečné fázi nezajímá, jak bylo vlastní dílo vyraženo a za jakých podmínek se tak stalo. Pro předání stavby jsou důležité, pro nás tuneláře někdy podružné, záležitosti jako například povrchové úpravy revizních šachet, vytvarování kynety v šachtě, osazení stupaček či úpravy terénu do původního stavu.

Ponaučením je to, že odborné provedení důlního díla je třeba brát jako samozřejmost a do budoucna si dát hlavně záležet na finálních detailech, které vlastní dílo prodávají.

to solve topical problems of the construction in a matter-of-fact and constructive manner, and to be helpful in achieving the successful final result.

5. CONCLUSION

To conclude, I would like to share one experience of crucial importance regarding constructions of similar significance. This is the question of completion and finishing work at the site, which eventually creates the overall impression of the completed works. In the final phase, the owner of the works is not interested how the working proper was driven and under which conditions it happened. For the hand-over of the works, such concerns are important which are sometimes considered as minor by us, tunnellers, e.g. surface finishes of manholes, shape of the flume in a shaft, installation of climbing irons, or final terrain finishes.

The lesson is that professional execution of a mine working must be considered as a commonplace, and, for the future, it is necessary to pay a special attention to final details, which sell the works proper.



Obr. 1 Razicí nemechanizovaný štít DN 2000 mm
Fig. 1 Non-mechanised shield DN 2000 mm



Obr. 2 Železobetonové ostění štítované štoly profilu DN 1680 mm
Fig. 2 RC lining of the shield-driven gallery, DN 1680 mm

KABELOVÝ TUNEL ŠTVANICE

CABLE TUNNEL ŠTVANICE

ING. MILAN ŠTOCHEL, POHL cz, a.s.
ING. LUBOMÍR KUČERA, KO-KA, s.r.o.

ÚVOD

Pražská energetika, a.s., v rámci svého dlouhodobého investičního plánu zajistit hlavnímu městu České republiky dostatečné a spolehlivé dodávky elektřiny, investuje velké finanční prostředky do úpravy stávající rozvodné sítě.

Potřeba podchodu řeky Vltavy kabelovým tunelem z Holešovic do Karlína vyvstala z požadavku propojení transformoven 110/22 kV Holešovice a Střed kabelem 110 kV. Toto propojení umožní v budoucnu v případě nutnosti vzájemnou výpomoc trafostanic při zásobování konečných odběratelů elektřiny. V samém počátku této investice se uvažovalo o několika variantách možného přechodu vodního toku (např. od shybky z ocelových trubek, řízeného vrtání – mikrotunelování, ražené štoly až po využití zamýšlených lávek pro pěší, které spojí v budoucnu oba břehy s ostrovem Štvanice). Po odpovědném zvážení všech podmínek bylo nakonec rozhodnuto o výstavbě raženého tunelu. Toto řešení, zdánlivě finančně nákladnější, umožňuje předem dobře stanovit a sledovat finanční náklady. U zbývajících variant jsou nade vší pochybnost vysoká rizika vyplývající z majetkových vztahů, zásahů do vodních a pozemních cest, které mohou generovat nepředvídatelné vícenáklady. Volba shybky, řízeného mikrotunelování či využití mostovky znamená i horší technické podmínky pro uložení a provoz kabelového vedení. Jedním z rozhodujících faktorů při konečném rozhodování byla i možnost komerčního využití tunelu k uložení dalších kabelů. V neposlední řadě je vedení kabelů tunelem daleko šetrnější k životnímu prostředí v dané lokalitě.

Projekční přípravou stavby včetně zajištění stavebního povolení a následné realizační dokumentace byla pověřena projektová a inženýrská kancelář KO-KA s.r.o.

Realizaci díla zadala Pražská energetika, a.s., na základě výběrového řízení firmě POHL cz, a.s.

PARAMETRY STAVBY

Projektanti v krátkém čase předložili optimální návrh přechodu kabelů z místa křižovatky ulic Argentinská – Bubenské nábřeží (holešovický břeh Vltavy) do prostoru křižovatky Pobřežní – U nádražní lávky – Rohanské nábřeží (karlínský břeh Vltavy). Kabelový tunel podchází obě ramena řeky Vltavy a ostrov Štvanice. Je ukončen dvěma koncovými (vstupními) šachtami, které umožňují rozplet kabelů do požadovaných směrů. Tento celek, nazývaný pracovním Kabelový tunel Štvanice, tvoří tzv. 2. stavbu akce Kabel 110 kV TR Holešovice – TR Střed a má návaznost na 1. a 3. stavbu, což jsou kopané trasy pro tytéž kabely v oblasti Holešovic a Karlína, propojující obě trafostanice.

Základní parametry kabelového tunelu:

- délka tunelu osová cca 585 m
- spád v celé délce trasy 0,55 ‰
- hloubka dna tunelu pod terénem cca 26,5 – 23 m
- hloubka dna tunelu pod hladinou Vltavy cca 18,5 m
- světlá výška v nejvyšším bodě 2,15 m
- světlá šířka 1,8 m

Parametry šachet jsou:

Šachta J31 (holešovický břeh):

- světlý průměr 3,9 m
- hloubka 26,5 m s přehloubením 4,5 m (jako retenční nádrž)

INTRODUCTION

Pražská energetika a.s., within a framework of its long-term investment plan to ensure sufficient and reliable supplies of electricity to the Czech Republic's capital, invests large financial means into the reconstruction of the current distribution network.

The need for an underpass of the Vltava river by a cable tunnel from Holešovice to Karlín has arisen from the request for connection of the transformers 110/22 kV Holešovice and Střed by a 110 kV cable. This connection would in the future allow, in case of necessity, a combined assistance of the transformation stations in power supply to final electricity consumers.

In the early beginning of this investment, several options of possible crossing the water stream (for instance an inverted siphon from steel pipes, controlled boring-microtunneling, driven shafts and use of the planned foot-bridge, which will in the future connect both river banks with the island of Štvanice) were discussed.

After a conscientious evaluation of all conditions, it was finally ruled in favor for construction of a driven tunnel. This solution, seeming more finance intensive, enables to correctly determine and monitor the financial costs beforehand. All of the other options no doubt bring great risks, accruing from a property relations and impacts on waterways and roads, which can generate unpredictable additional costs. The options of the inverted siphon, controlled microtunneling or use of the footbridge also involve worse technical conditions for installation and operation of cables. One of the decisive factors for the final decision taking was also a possibility of commercial use of the tunnel by storing other cables. Last but not least, the cable conveyance by a tunnel is by far friendlier to the local environment.

Designing and engineering office of KO-KA s.r.o. has been assigned to elaborate the design preparation and to provide the building permit as well as the consequent detailed design.

Based on a competitive tender, Pražská energetika a.s. has delegated the company POHL cz a.s. to realize the construction.

CONSTRUCTION PARAMETERS

The designers have in a short time submitted an optimal proposal for the cable passage from the area of crossroads of Argentinská - Bubenské nábřeží (the riverside of Holešovice) to the area of crossroads Pobřežní - U Nádražní lávky - Rohanské nábřeží (the riverside of Karlín). The cable underpasses both river shoulders as well as the island of Štvanice and is finished by two terminal (entry) shafts, which enable cable splitting into the desired directions. This complex, preliminarily called the cable tunnel Štvanice, creates the so-called second section of the Kabel 110/22 kV Holešovice - TR Střed project and links with the first and third section, which are open-trench routes for the very same cables in the area of Holešovice and Karlín, connecting both transformer stations.

Basic cable tunnel parameters:

- Axial tunnel length of app. 585 m
- Gradient along the entire route of 0.55 ‰
- Depth of the tunnel bottom beneath the terrain of app. 23 - 26,5 m
- Depth of the tunnel bottom beneath the Vltava river surface of app. 18 m
- Net height in the highest point of 2,15 m
- Net width of 1,8 m

Shaft parameters:

J31 Shaft (the riverside of Holešovice)

- Net diameter of 3,9 m
- Depth of 26,5 m, with an over-excavation of 4,5 m (for a retention tank)



Obr. 1 Hloubení šachty Š31
Fig. 1 Excavation of Š31 Shaft



Obr. 2 Těžní šachta Š31
Fig. 2 Hauling shaft Š31

Součástí šachty je podzemní strojovna VZT s místností pro rozvaděče elektro a M+R, podpovrchový objekt pro vyústění kabelů do kopané trasy, ve dně čerpací jámka, na povrchu je umístěn výdechový objekt VZT, poblíž šachty vyústění odvodnění do toku Vltavy (v nábrežní zdi).

Šachta J32 (karlínský břeh):

- světlý průměr 3,1 m
- hloubka cca 23 m

Součástí šachty je podpovrchový objekt k převedení kabelů do návazných kopaných tras a povrchový objekt nasávání pro VZT.

Tunel a obě šachty jsou vystrojeny ocelovou konstrukcí (v tunelu jednostranně osazené lávky, v šachtách povaly – podesty cca po 4 m výšky a výložníky pro kabely).

Kabelový tunel umožňuje převedení následujících kabelů:

- 2 kabely 110 kV na 1 lávce š. 55 cm
- 9 kabelů 22 kV na celkem 3 lávkách š. 55 cm

An underground ventilation fan room and a room for switchboards and measurements+control, a sub-surface structure for cables outlet into the open-trench route, a sump pit at the bottom, ventilation exhaust structure on the surface, and into the river discharging drainage in the vicinity (the bank wall) are all parts of the shaft.

J32 Shaft (the riverside of Karlín)

- Net diameter of 3,1 m
- Depth of app. 23 m

Sub-surface structure for the cable conveyance to the linking open-trench routes, and a surface air suction structure for the ventilation system are parts of the shaft.

The tunnel and both shafts are equipped with a steel structure (in the tunnel, cable trays installed on one wall; in shafts, platforms up to the height of 4m and cable brackets).

The cable tunnel enables conveyance of the following cables:

- 2 cables 110 kV on 1 tray 55 cm wide*
- 9 cables 22 kV on 3 trays 55 cm wide*



Obr. 3 Strojní ražba kabelového tunelu
Fig. 3 Mechanical excavation of the cable tunnel

1 lávka š. 55 cm pro optokabely, 1 rošt š. 55 cm pro optokabely
 1 lávka š. 40 cm pro kabely komerčního využití
 1 rošt š. 40 cm pro vlastní vybavení, 1 rošt š. 40 cm pro měření a regulaci

V tunelu jsou zajištěny funkce potřebné k jeho provozování, a to konkrétně větrání, odvodnění, měření a regulace a je zajištěna vlastní elektroinstalace.

POSTUP PRACÍ A TECHNOLOGIE HLOUBENÍ A RAŽEB

Vlastní stavební činnost byla zahájena v září roku 1999 hloubením šachty J31 na holešovickém břehu. Přes počáteční potíže s umístěním šachty v terénu hustě obsazeném dalšími inženýrskými sítěmi (plyn, voda a množství kabelů) probíhalo vlastní hloubení v požadovaných lhůtách. Při průchodu zvodnělou vrstvou říčních naplavenin bylo nutno řešit nečekaně nepříznivé hydrogeologické podmínky, kdy přítoky vody do díla dosahovaly hodnot až 15 l/s. Nastalá situace byla řešena za pomoci injektáží z polyuretanových pryskyřic s cílem zamezit vyplavování říčních naplavenin. Současně byl aplikován stříkaný beton BAUMIT TORKRET S. Následně, pro zastavení přítoků podzemní vody do díla, byla na betonovou obezdívku šachty nanášena 3 cm vodoizolační vrstva MONOCRETE MONOMIX s přísadou XYPEX ADMIX. Výsledkem bylo snížení přítoků podzemní vody do budovaného díla až na dnešní hodnotu cca 2 – 3 l/s. Obdobná, ne-li více nepříznivá situace nastala i při hloubení šachty J32 na karlínské straně (max. přítoky při hloubení dosahovaly hodnot až 30 l/s!). Dnešní hodnoty jsou po realizaci všech opatření obdobně jako u J31 do 1 l/s!

Vlastní ražba pod korytem řeky probíhala v horninovém prostředí vinických a zahoňanských břidlic. Z důvodu nutnosti dokončit ražbu v daném termínu, byla využita strojní ražba z obou vyhloubených šachet současně. Prorážka tunelu se uskutečnila 21. září 2000 pod karlínským ramenem Vltavy.

V současné době se realizují přípravy pro opatření tunelu mezilehlou foliovou izolací. Po dokončení definitivní betonové obezdívky bude tunel vystrojen ocelovou konstrukcí a vybaven požadovanou technologií.

Stavba kabelového tunelu Štvanice bude ukončena začátkem roku 2001.

ZÁVĚR

Po zatažení kabelů a jejich uvedení do provozu se tak kabelový tunel Štvanice stane dalším členem dnes již tak rozvětvené rodiny provozovaných kabelových tunelů na území hlavního města Prahy.

1 tray 55 cm wide for opto-cables, 1 grate 55 cm wide for opto-cables
 1 tray 40 cm wide for commercially used cables
 1 grate 40 cm wide for own equipment, 1 grate 40 cm wide for measurements and control

The tunnel has ensured functions which are essential for its operation, and thus air ventilation, water drainage, measurements and control as well as its own electrical installations.

THE WORK PROGRESS AND DRIVING AND EXCAVATION TECHNIQUES

The construction activity itself was commenced in September 1999 by excavation of the J31 Shaft at the riverside of Holešovice. Despite the initial difficulties with the shaft placement in the area, densely occupied by other engineering networks (water, gas, number of other cables), the excavation itself proceeded within requested terms. During the passage through the water saturated layer of river alluviums, it was necessary to solve unexpectedly adverse hydro-geological conditions, when water inflows to the construction reached even 15 l/s. The arisen situation was solved using injections of polyurethane resins in order to prevent the river alluviums from washing out. Meanwhile, BAUMIT TORKRET S concrete mix was sprayed. Consequently, in order to stop the inflows of groundwater to the construction site, a 3cm-thick hydro-insulation layer of MONOCRETE MONOMIX with XYPEX ADMIX additive was applied on the shaft concrete lining. As a result, the inflows of groundwater to the construction site decreased to today's value of 2-3 l/s. A very similar, perhaps even more adverse, situation arose by excavation of the J32 shaft at the riverside of Karlín (the maximum inflows during the excavation reached nearly 30 l/s). After realization of all remedies, the today's values are as in the case of J31, i.e. within 1 l/s!

The excavation itself beneath the riverbed proceeded in a rocky environment of Vinice and Zahorany slates. In order to finish the excavation within given deadline, a mechanical driving from both excavated shafts at once was used. The tunnel breakthrough was accomplished beneath the Karlín shoulder of the Vltava on 21st September 2000.

Currently, preparations to equip the tunnel with intermediary membrane insulation are being realized. After completion of the final concrete lining, the tunnel will be equipped with a steel structure and equipped with the technology required.

The cable tunnel Štvanice construction will be completed by the beginning of 2001.

CONCLUSION

After installation of the cables and their putting into operation, the cable tunnel Štvanice will become another member of already arborescent family of operating cable tunnels within the territory of the capital city of Prague.



Obr. 4 Prorážka kabelového tunelu
 Fig. 4 Cable tunnel breakthrough

NOVÉ TYPY KOTEVNÍ VÝZTUŽE PŘI STAVBĚ TUNELŮ

NEW TYPES OF SUPPORT BY ANCHORING AT THE CONSTRUCTION OF TUNNELS

ING. RICHARD ŠŇUPÁREK, CSc., ÚSTAV GEONIKY AV ČR, OSTRAVA

1. ÚVOD

Moderní technologie výstavby podzemních děl, využívající pevnostních a přetvárných vlastností horninového masivu, značně rozšířily oblast použití kotevních a svorníkových výztuží. Prakticky všechny moderní tunelářské technologie, především NRTM, používají kotevní výztuže jako integrální součásti výztuže vnějšího ostění ve velmi široké škále geologických a geotechnických podmínek. S narůstajícími požadavky na kotevní výztuž se rozšiřuje i škála typů a konstrukcí svorníkových prvků v podzemním stavitelství. V tomto příspěvku je podán přehled kotevních prvků používaných v podzemním stavitelství se zaměřením na nová konstrukční a technologická řešení.

2. KONSTRUKCE SVORNÍKOVÉ VÝZTUŽE A KONTROLNÍ ZKOUŠKY

Svorníková výztuž je založena na odlišném principu než výztuže podpěrné. Výztužná funkce svorníků spočívá v zesílení horninového masivu, v eliminaci a snížení nepříznivého vlivu diskontinuit v horninách a přenášení tahových, resp. smykových sil v masivu.

Necháme-li stranou kabelové a pramencové kotvy, které se používají především pro stabilizaci tunelových portálů, svahů a zářezů, tedy na povrchu, a zaměříme se na svorníkovou výztuž podzemních prostor, pak podle charakteru ukotvení lze rozdělit svorníky na bodové a podélně kotvené. V současné praxi zcela převládají svorníky kotvené po celé, nebo převážně délce vývrtu, jejichž účinnost je mnohem vyšší.

Podle konstrukce kořene a způsobu ukotvení lze svorníky dělit dále na mechanické (klínové, s mechanicky rozpínaným kořenem), lepené (tmelené) a frikční (zpravidla deformační – pružná nebo plastická deformace tělesa svorníku).

Současné technologie již jen velmi málo využívají mechanicky kotvených svorníků pro jejich malou spolehlivost v souvislosti s bodovým charakterem kotvení. V současné podzemní výstavbě se především používá jednak lepených, jednak třecích svorníků, kotvených po délce vývrtu.

Podle druhu materiálu rozeznáváme svorníky dřevěné, ocelové (tyčové, trubkové, lanové) a plastové (laminátové). Ačkoli zcela převládají ocelové kotevní prvky, stále více se uplatňují plastové a laminátové kotvy především na bázi skleněných a umělých vláken.

Speciální typy představují tzv. injektážní svorníky, které spojují stabilizační funkci svorníkových tyčí se zpevňující injektáží okolí vývrtu. V podmínkách málo pevných a nestabilních hornin, v nichž lze obtížně udržet i po krátkou dobu průchodný vývrt, se používají závrtné svorníky, které slouží jako vrtné tyče a zůstávají jako stabilizační prvky ve vývrtu.

V souvislosti s dimenzováním a kontrolou svorníkové výztuže je nutno vyjasnit některé pojmy, které se často nepoužívají zcela přesně. V prvé řadě je to únosnost svorníku, která představuje tahovou pevnost vlastního tělesa svorníku (tyče, vrtné tyče, trubky, lana) zpravidla na mezi kluzu. Tento údaj uvádí výrobce často jako zaručenou únosnost. Pro plné využití únosnosti

1. INTRODUCTION

Modern techniques of underground works construction, utilising the strength-related and deformational properties of a rock mass, have extended the field of the use of support with anchors and rock bolts. Effectively all modern tunnelling techniques, the NRTM above all, use anchoring as an integral component of an external lining support, at a very wide scale of geological and geotechnical conditions. The scale of types and designs of rock-bolt elements in underground engineering extends with the increase in requirements regarding the support by anchoring. This paper is presenting a survey of anchoring elements used in underground engineering, focused on new solutions of their design and new techniques.

2. DESIGN OF ROCKBOLT REINFORCEMENT, AND CHECK TESTING

Supporting with rock bolts is based on a different principle than supporting by propping. The supporting function of rock bolts consists in reinforcement of a rock mass, elimination and reduction of an unfavourable effect of discontinuities in the rock, and transfer of tensile or shearing forces in the rock mass.

If we do not deal with cable and strand anchors, which are used for stabilisation of tunnel portals, slopes and open cuts above all, i.e. at the ground surface, and we focus on rock bolts for the support of underground spaces, then it is possible to distinguish rock bolts anchored at spots or along their length. In the current praxis, the rockbolts anchored along the whole or a prevalent length of a borehole prevail. Their efficiency is much higher.

Regarding the root design, and the way of anchoring, the rockbolts can be further distinguished as mechanical ones (wedge-types with mechanically expanded roots), encapsulated bolts, and friction-type bolts (generally, deformational-elastic or plastic deformation of a rockbolt stem).

Contemporary techniques utilise the mechanically anchored rock bolts in a very small extent because of their low reliability, associated with the spot-wise character of anchoring. In the Current underground engineering, either grouted bolts or friction bolts anchored along the whole length of the bore hole, are used primarily.

Regarding the sort of material, we can distinguish timber, steel (rod, pipe, cable-type) and plastic (fibre reinforced plastic) rock bolts. Although the steel anchoring elements totally prevail, the plastic and fibre reinforced plastic rockbolts (mostly based on glass and artificial fibres) assert themselves more and more.

Special types are represented by grouting rock bolts, which combine the stabilisation-related function of rockbolt stems with reinforcing grouting in the vicinity of a bore hole. In the environment of weak and unstable rocks, where it is difficult to keep a bore hole clear even for a short time, self-drilling bolts, which serve as drilling rods and remain as stabilisation elements inside a bore hole, are used.

In connection with a structural design of rockbolt reinforcement, it is necessary to clarify some terms, which are often used in a not fully exact manner. Firstly, it is a rock bolt's loading capacity, which represents the tensile

svorníku je nutno zajistit dostatečnou pevnost ukotvení svorníku ve vývrtu. Většinou platí zásada, že pevnost ukotvení při použité délce svorníku by měla být vyšší než únosnost vlastního tělesa svorníku. To znamená, že při tahové zkoušce svorníku by mělo dojít k destrukci tělesa svorníku a nikoli k jeho vytažení z vývrtu. Některé frikční svorníky jsou ovšem konstruovány jako poddajné tak, že při tahovém zatížení, blízkém únosnosti svorníků, dochází k postupnému vysouvání tyče z vývrtu při konstantním odporu (Swellex EXL).

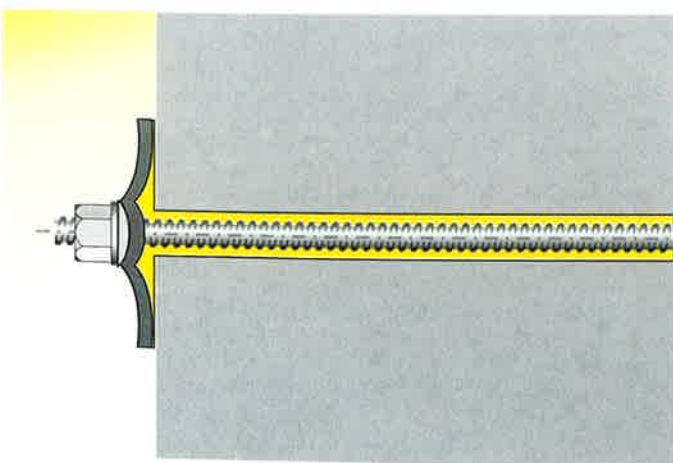
Specifickou problematiku představují kontrolní zkoušky svorníků, které jsou nedílnou součástí svorníkové technologie a zajišťují její bezpečnou funkci. Kontrolní tahové zkoušky svorníků by měly na každé lokalitě zahrnovat dvě fáze. Nejprve počáteční destrukční zkoušky na několika svornících v typických geologických podmínkách, které by měly ověřit skutečnou pevnost ukotvení, resp. únosnost tělesa svorníku. Tyto zkoušky, které zahrnují destrukci nebo vytažení tělesa svorníku, je nutno provádět vždy při zásadní změně geologických a geotechnických podmínek. V průběhu ražby podzemního díla se pak provádějí standardní tahové zkoušky pevnosti ukotvení na stanoveném počtu svorníků (většinou 1 – 2 %), zpravidla na hodnotu 70 – 80 % únosnosti tělesa svorníku. Zkoušky slouží pro průběžnou kontrolu kvality technologie svorníkování, funkce použitých tmelů atd.

Dimenzování svorníkové výztuže je poměrně obtížnou záležitostí a zpravidla vychází buď z empirických (Lauffer, Bieniawski, Barton) a empiricko-analytických (Indraratna, Bertrand, Šňupárek – program Anker) metod, nebo je prováděno na základě matematického modelování. Matematické modelování většinou využívá dvou hlavních principů: Buď jsou svorníky vkládány přímo do modelu masivu ve formě substitučních modelů, které vyjadřují vlastnosti svorníkových prvků, nebo jsou modelovány oblasti masivu zpevněné svorníky se specifickými hodnotami fyzikálně mechanických vlastností a napěťových stavů zpevněných hornin. Základními parametry svorníkové výztuže, které se berou v úvahu při jejím dimenzování, jsou zpravidla: únosnost tělesa svorníku, pevnost ukotvení, rozměry svorníku – především délka svorníku a jeho průměr, rozteč (hustota) svorníků a jejich prostorové uspořádání. V současné době se ve většině případů významnějších podzemních staveb používá matematického modelování, zahrnujícího dimenzování svorníkové výztuže podzemních děl.

3. NOVÉ TYPY KOTEVNÍ VÝZTUŽE

Většina nově navržených typů kotevní výztuže vychází ze známých principů a podle způsobu ukotvení je lze zařadit do některé z výše uvedených skupin. Přínos spočívá zpravidla v novém, efektivnějším a levnějším řešení některých konstrukčních prvků nebo v kombinaci několika prvků, resp. funkcí kotev. Rozšíření jednotlivých typů je velmi nepravidelné, často je vázáno na zemi nebo oblast blízkou místu produkce.

U nových typů ocelových lepených svorníků je zřetelná snaha vyhnout se dalšímu opracování válcované tyče, tvořící těleso svorníku. Toho se docíluje nejčastěji použitím tyčí s válcovaným hrubým závitem, resp. žebírky, tvořícími závit, který umožňuje našroubování matice pro upevnění podložky, stejně jako konstrukci dělených svorníků – spojování tyčí pomocí objímek. Typickým



Obr. 1 Lepený svorník DYWIDAG – GEWI
Fig. 1 DYWIDAG – GEWI grouted rock bolt



Obr. 2 Závrtný svorník
Fig. 2 Self - drillig bolt



Obr. 3 Závrtný svorník s kotevní hlavíci
Fig. 3 Self - drillig bolt with anchorable head

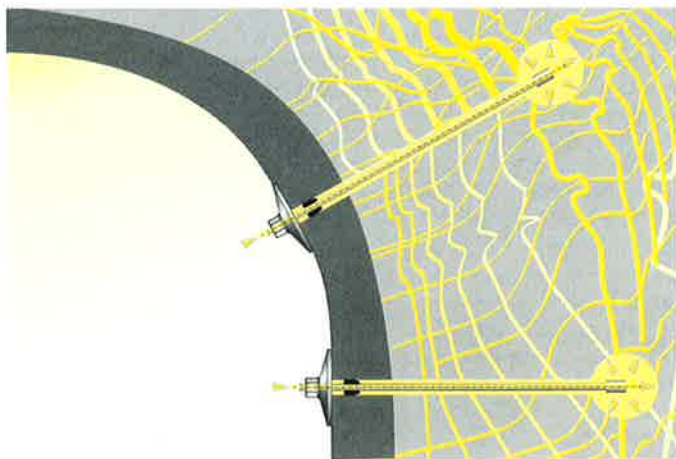
strength of a rock bolt shaft proper (a rod, a drilled rod, a pipe, a cable), generally at the yield point. This datum is often stated as a guaranteed loading capacity. It is necessary for full exploitation to ensure a sufficient strength of anchoring of a rock bolt in a bore hole. Mostly a rule is applicable that the strength of anchoring, for the bolt length used, should be higher than the loading capacity of the rock bolt proper. This implies that the rock bolt shaft should be destroyed during pull-out testing instead of pulling it out of the bore hole. Although, some friction rock bolts are designed as yielding ones, thus, under a tensile load close to the rock bolts' loading capacity, the rod is progressively protruding from the hole at a constant resistance (Swellex EXL).

A specific issue is represented by check testing of rock bolts, which is an integral part of the rockbolting technique, and ensures its safe function. Check pull-out testing of rock bolts should comprise two phases at any locality: firstly, initial destructive testing performed on several rock bolts installed in typical geological conditions, which should verify the actual strength of anchoring, i.e. the rock bolt's loading capacity. It is necessary to perform these tests, which comprise destruction or pulling the shaft of the rock bolt out of the hole, whenever a substantial change in geological and geotechnical conditions occurs. Then, in the course of an underground excavation, standard pull-out testing of the anchoring strength is performed on a number of rockbolts prescribed (mostly 1 – 2%), usually at the value of 70 – 80% of the rockbolt shaft loading capacity. The tests serve for a continuous inspection over the rock-bolting technology quality, the function of bonding materials used, etc.

Structural designing of rock bolt support is a fairly difficult matter, and it usually starts from empirical (Lauffer, Bienawski, Barton) and empirical-analytical (Indraratna, Bertrand, Snparek – Anker software) methods, or it is developed on the basis of mathematical modelling. The mathematical modelling largely uses two main principles, i.e. either rock bolts are inserted directly into a model rock mass in the form of substitution models, which express the properties of rockbolt elements, or areas of a rock mass reinforced by rock bolts are modelled, featuring specific values of physical and mechanical properties and of the states of stress in stabilised rocks. Basic parameters of the rockbolt support, which are taken into consideration for its structural design, are usually: loading capacity of a rock bolt shaft, strength of anchoring, the rock bolt sizes, i.e. its length and diameter, spacing of the bolts, and their pattern in the excavated opening. Currently, mathematical modelling, comprising the structural design of rockbolt support of underground works, is used for most of the cases of more significant underground structures.

3. NEW TYPES OF ANCHORING-BASED REINFORCEMENT

Newly designed types of anchors are based on well-known principles. They can be placed into one of the above mentioned classes, according to the manner of their anchoring. The gain generally consists in a new, more efficient and cheaper solution of particular structural elements, or in a combination of several elements, i.e. functions of anchors. The spread of individual

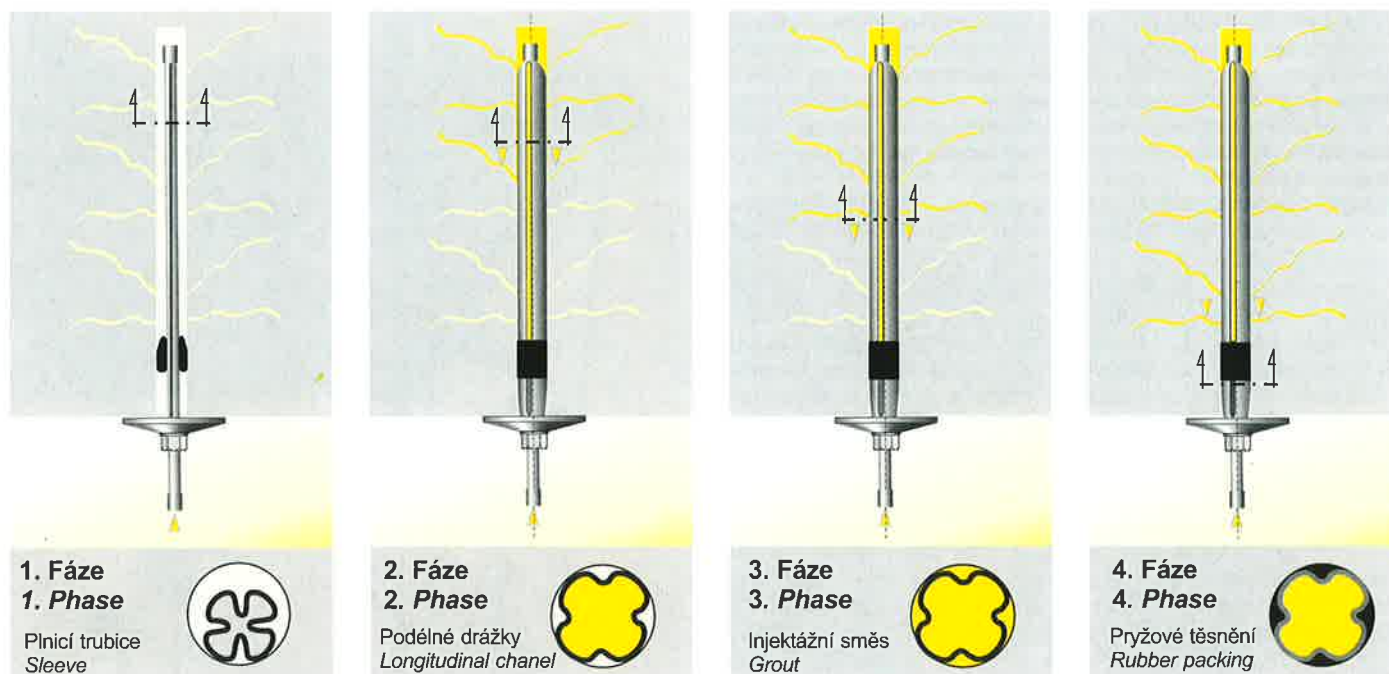


Obr. 4 Schéma injetážního svorníku
Fig. 4 Sketch of the grouting rock bolt

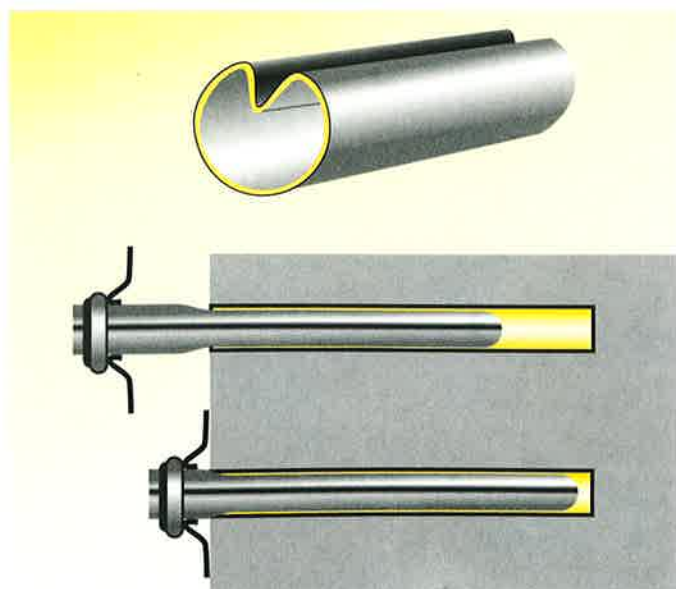
types is very irregular, often limited to the country or area close to the location of manufacturing.

For new types of steel grouted rock bolts, there is a distinct effort obvious to avoid further finishing of the rolled bar forming the shaft of a rock bolt. Most often, this is achieved by the use of bars with a coarse rolled thread, or ribs, forming the thread, which enables turning a nut on the bar, fixing the face-plate. The thread also makes an assembly of strings of rods, i.e. coupling the bars by means of sleeves, possible. DYWIDAG-GEWI rock-bolts (see Fig. 1), are a typical representative. The rockbolts are most often anchored by filling the space between the bolt and the borehole wall with mortar by means of a pump, or they are anchored by customary capsules containing a rapid-set mortar. These rock bolts are designed for medium hard to hard rock. Usually, the diameter of rockbolt shafts is 15 - 36 mm. Owing to the use of high-strength steel, 36 mm-diameter rockbolts as an example, achieve as high loading capacity at the yield point as 1099kN. It must be pointed out that a sufficient length of the rockbolts anchoring is necessary to enable exploitation of so high loading capacities. The minimum length of 6m may be anticipated for the bolts in the above mentioned case.

In the conditions of weak and fractured rock, there are self-drilling rockbolts used, which serve as drifter rods for drilling holes, and remain in the holes



Obr. 5 Schéma funkce deformačního injetážního svorníku PAKRAN
Fig. 5 Sketch PAKRAN deformational grouting rock bolt's function



Obr. 6 Deformační stabilizátor HARDI
Fig. 6 HARDI deformational stabiliser

as anchoring elements. Usually, these rockbolts have a central flushing hole (in fact, this is the question of a thick walled pipe), and they are fitted with a simple single-use drill bit. Regarding the external shape, this is usually again the question of a rolled thread, which makes fitting of a nut and a face plate possible in the same manner as for the drill bit. TITAN or MAI (see Fig. 2) are typical representatives. Fixing of these rockbolts inside a bore hole is primarily ensured by means of mortar pumped into the bore hole through a central hole. Some rock bolts are equipped with an expansion head, which expands during the rockbolt rotation, and stabilises the bolt in the bore hole until the filling mortar sets (see Fig. 3). The 25 - 52 mm-diameter rockbolts of this type are usually manufactured, TITAN even offers diameters 73 and 103 mm. The drill bits used exceed the drill stems' diameter by 60 - 100%. Tensile loading capacity of these anchors at the yield point is 150 - 700kN, for largest cross sections up to 1500kN. Above all, these rockbolts are used there where at least one section of the borehole passes through a heavily disturbed and incoherent rock mass. Again, with respect to exploitation of high loading capacity of the anchors, bigger lengths are generally used (6 - 12 m). The above mentioned rockbolt stems made from thick walled pipes are used, as needed, even as grouting elements at pressure grouting. The use of anchoring elements for both consolidation and sealing grouting is advantageous from geomechanical and economic aspects. If the bore hole is sealed sufficiently, and a pressure pump is connected to a rockbolt with a flushing hole, it is possible to perform pressure grouting using either chemical or cementitious media (see Fig. 4). A fundamental technical problem of this type of rock bolts used for grouting purposes is just quality of the bore hole sealing. Mechanical packing does not make application of higher pressures possible, while specialist packers, sealing the annulus around the rockbolt stem, are expensive and provide low reliability. In praxis, this type of grouting rockbolts is used for low-pressure grouting and back grouting.

představitelem jsou svorníky DYWIDAG-GEWI (obr. 1). Svorníky jsou kotveny nejčastěji tak, že prostor mezi svorníkem a stěnou vývrtu je vyplněn tmelem (maltou) pomocí čerpadla nebo se kotví běžnými ampulemi s rychletuhnoucím tmelem. Svorníky jsou určeny do středně pevných až pevných hornin. Běžný průměr svorníkových tyčí činí 15 – 36 mm. Vzhledem k použití vysoce pevnostních ocelí dosahují např. svorníky DYWIDAG-GEWI při průměru 36 mm únosnosti na mezi kluzu až 1099 kN. Je nutno podotknout, že pro využití tak vysokých únosností je potřebná dostatečná délka ukotvení svorníků, v uvedeném případě lze odhadovat minimální délku svorníků na 6 m.

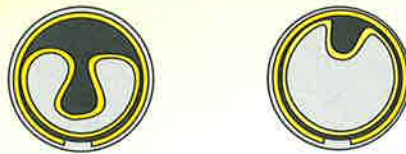
V podmínkách málo pevných a porušených hornin a zemin se používá závrtných svorníků, které slouží při vrtání vývrtů jako vrtné tyče a zůstávají ve vývrtu jako kotevní prvky. Tyto svorníky mají zpravidla centrální otvor (jedná se vlastně o silnostěnné trubky) pro vedení výplachu a jsou osazeny jednoduchou vrtnou korunkou na jedno použití. Z hlediska vnějšího tvaru se jedná opět zpravidla o válcovaný závit, umožňující upevnění matice s podložkou stejně jako vrtné korunky. Typickými představiteli jsou závrtné svorníky TITAN, resp. MAI (obr. 2). Upevnění těchto svorníků ve vývrtu je zajišťováno především pomocí tmele (malty), čerpané do vývrtu centrálním otvorem. Některé svorníky jsou vybaveny rozpínací hlavou, která se rozeprve při otáčení tělesa svorníku a stabilizuje kotvu ve vývrtu do doby ztuhnutí výplňového tmele (obr. 3). Svorníky tohoto typu se vyrábějí zpravidla v průměrech 25 – 52 mm, TITAN nabízí i průměry 73 a 103 mm. Používané vrtné korunky přesahují průměr tyče o 60 – 100 %. Tahová únosnost těchto kotev na mezi kluzu činí 150 – 700 kN, u největších průřezů až 1500 kN. Těchto svorníků se používá především tam, kde alespoň část vývrtu prochází silně porušeným a nesoudržným horninovým prostředím. Opět vzhledem k využití vysoké únosnosti kotev se používá zpravidla větších délek (6 – 12 m).

Popsaných svorníkových tyčí v podobě silnostěnných trubek se podle potřeby používá rovněž jako injektážních prvků při tlakové injektáži. Použití kotevních prvků zároveň pro zpevňující nebo těsnící injektáž je výhodné z geomechanického i ekonomického hlediska. Při dostatečném utěsnění vývrtu a napojení tlakového čerpadla na svorník s otvorem lze provést tlakovou injektáž ať již chemickými, nebo cementovými médii (obr. 4). Základním technickým problémem tohoto typu injektážních svorníků je právě kvalita utěsnění vývrtu. Mechanické ucpávky neumožňují použití větších injektážních tlaků, speciální pakry pro utěsnění mezikruží kolem svorníkové tyče jsou drahé a málo spolehlivé. V praxi se tohoto typu injektážních svorníků používá především při nízkotlakých a výplňových injektážích.

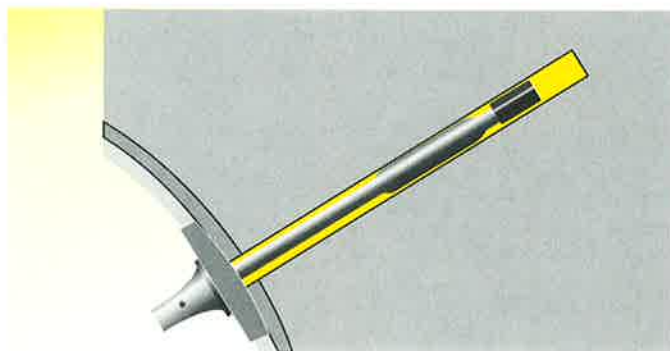
Na jiném principu je založen injektážní svorník BOLTEX – PAKRAN. Jedná se o frikční svorník z tenkostěnného profilu se speciálně podélně prolisovaným průřezem, který se tlakem hydraulického média (v daném případě injektážní kapaliny), přiváděného pod tlakem dovnitř profilu, rozeprve a dolehne na stěnu vrtu. Tím dojde k jeho ukotvení po celé délce vývrtu (obr. 5). Zapusťený konec svorníku ve vývrtu je opatřen membránou, která se při dalším zvýšení tlaku po rozepnutí svorníku poruší a propustí injektážní médium. Čtyři podélné drážky nedomáčknutých částí po obvodu svorníku umožňují rozvedení injektážní kapaliny po délce vývrtu až ke speciálnímu pryžovému těsnění, které je nalisováno ve zvolené vzdálenosti od konce na svorníkovou tyč a které po rozepnutí dokonale utěsní prostor mezi svorníkem a horninou. Tento svorník umožňuje provádění tlakových injektáží s tlakem nad 10 MPa. Vlastní únosnost svorníku je 55 kN a používá se do vývrtů průměru 42 mm. Tyto svorníky se zpravidla používají v kratších délkách do 3 m a jsou určeny především pro méně pevné a porušené horniny a zeminy.

V oblasti frikčních svorníků se nová konstrukční řešení zaměřují především na zvýšení únosnosti a pevnosti ukotvení výztužných prvků. U standardních řešení je totiž hodnota únosnosti limitována způsobem ukotvení – plastická i pružná deformace vyžadují poměrně tenkostěnný prvek. Tak např. HARDI stabilizátory představují upravené a zesílené kotevní prvky typu Split-Set, založené na pružné deformaci profilované ocelové trubky (obr. 6). Při použití trubky průměru 46 mm dosahují při délce 3 m pevnosti ukotvení až 140 kN. Další zesílení představuje kombinace těchto prvků s lanovým svorníkem. Se sedmipramenným ocelovým lanem, umístěným uvnitř trubky, se dosahuje únosnosti až 200 kN. Při použití tohoto kombinovaného prvku se vývrt po osazení kotvy zaplňuje cementovou maltou. Využití těchto prvků je především v málo a středně pevných horninách a při menších potřebných délkách. Zvýšení tahové pevnosti tělesa kotvy je také hlavním přínosem kombinovaného svorníku (Windsor 1991). Jedná se vlastně o kombinaci třecích svorníků na bázi pružné a plastické deformace. Kotva z uzavřeného profilu se speciálně prolisovaným profilem (např. Swellex) je oplášťena trubkou s podélnou šterbinou (Split Set). Při upínání kotvy pomocí tlakového média dojde nejprve k plastické deformaci vnitřního pláště svorníku a pak k roztažení vnějšího pláště a jeho přitlačení na stěny vývrtu (obr. 7). Tento druh svorníků se používá ve středně pevných horninách v kratších délkách

BOLTEX - PAKRAN rockbolt is based on another principle. It is a friction rockbolt made from a thin walled profile, with the cross section deformed in a special way along its length. The rockbolt's shell expands under the pressure of a hydraulic medium (injection fluid in this particular case), which is pumped under a pressure into the profile, and is pressed against the borehole wall. By this way, anchoring along the whole length is achieved (see Fig. 5). The rockbolt end embedded in the hole is provided with a membrane, which collapses when the pressure further increases after the bolt expansion, and releases the injection medium. There are four longitudinal grooves along the bolt shell circumference (not fully touching the hole wall),



Obr. 7 Schéma funkce kombinovaného stabilizačního svorníku
Fig. 7 Sketch of the combined rock bolt



Obr. 8 Poddajný kombinovaný svorník
Fig. 8 Yielding combined rock bolt



Obr. 9 Laminátové svorníky s příslušenstvím
Fig. 9 Fibre reinforced plastic rockbolts with accessories

do 4 m. Tahová únosnost takových kotev je součtem únosností obou prvků a dosahuje cca 200 kN. Podmínkou je zamezení vzájemného prokluzu obou částí kotvy proti sobě, tedy zvýšení tření mezi oběma prvky např. pomocí křemitého písku. Naopak pravidelného prokluzu obou kovových prvků lze využít pro konstrukci poddajných svorníků (obr. 8), určených pro podmínky s nebezpečím důlních otřesů.

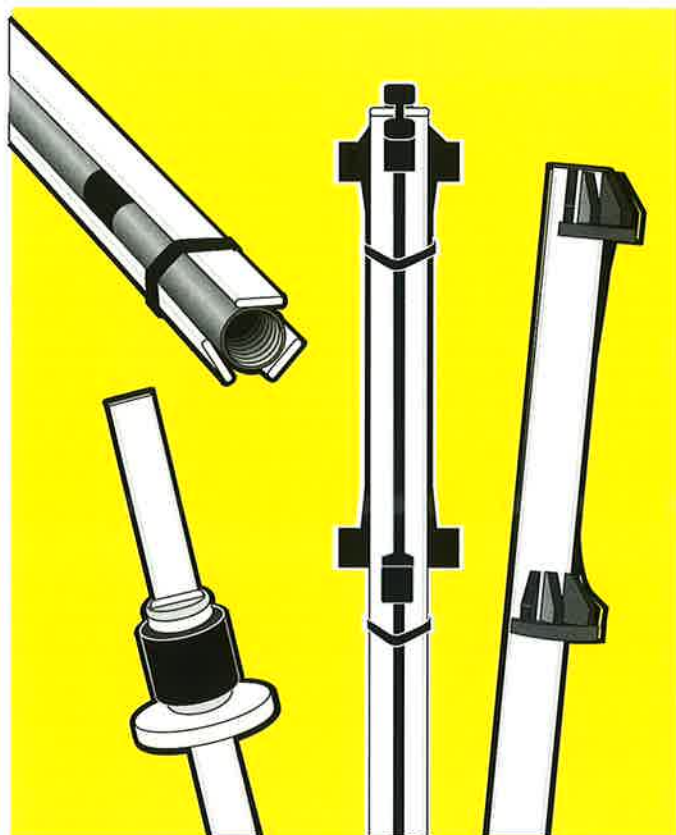
Novou technologii přináší systém vrtání vývrtů pro kotvy, resp. mikropiloty, známý jako AT systém. Tento systém využívá pro vrtání místo tyčí ocelové pažnice až do průměru cca 200 mm a jedním z jeho základních prvků je dělená vrtná korunka, zahrnující pilotní a obrysovou korunku. Obrysová korunka, zajišťující větší průměr vrtání než je průměr pažnice, je demontovatelná a po ukončení vrtání je ponechávána ve vývrtu, pažnice s pilotní korunkou je možno vytáhnout. Do vývrtu lze osadit kotvy různé konstrukce, zpravidla se však vývrtu zaplňují cementovou maltou a vznikají tak vlastně mikropiloty. Nejčastější použití AT systému v podzemním stavitelství před-

which make the distribution of injection fluid along the length of the bore hole possible as far as to a specialist rubber packing, which is pressed on the bolt at a chosen distance from the end, and which perfectly seals the space between the rock and the bolt after its shell expansion. This rockbolt enables execution of pressure grouting using pressures over 10 Mpa. The loading capacity of the rock bolt proper is of 55kN, and it is used for 42mm-diameter bore holes. These rockbolts are generally used at shorter lengths up to 3 m, and they are destined for weaker and fractured rocks and grounds.

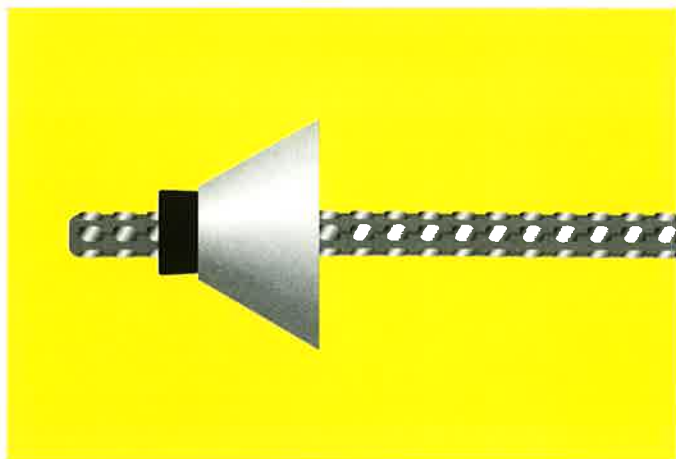
Regarding friction rock bolts, new solutions are mostly focused on an increase in loading capacity and the strength of anchoring of reinforcing elements. This is due to the fact that, for standard solutions, the value of loading capacity is limited by the manner of anchoring - both plastic and elastic deformation require a relatively thin walled element. For example, HARDI stabilisers represent modified and strengthened anchoring elements of the Split-Set type, based on elastic deformation of a profiled steel pipe (see Fig. 6). If a 46 mm-diameter pipe 3m long is used, strength of anchoring up to 140kN is reached. Further strengthening is achieved by a combination of these elements with a cable rock bolt. With a seven-strand cable placed inside a pipe, up to 200kN loading capacity is achieved. When this combined element is used, the bore hole for installation of the anchor is filled with cementitious mortar. Above all, these elements are utilised in weak and medium hard rock, and when the lengths necessary are shorter.

The increase in the tensile strength of the stem of an anchor is also the main contribution of the combined rock bolt (Windsor 1991). As a matter of fact, it is the question of a combination of friction rock bolts, based on elastic and plastic deformation. An anchor made from a closed profile with a cross section deformed in a special manner (e.g. Swellex) is encased in a pipe with a slot along its length (Split Set). First, a plastic deformation of the internal shell of the rock bolt occurs when the anchor is being fixed by means of the pressurising medium, then the external shell is expanded and pressed against the bore hole wall (see Fig. 7). This kind of rock bolts is used in medium hard rock at the lengths up to 4m. Tensile loading capacity of such the anchors corresponds to the sum of loading capacities of the both elements. It amounts to about 200kN. This is under a condition that the slippage of both elements of the anchor against each other is prevented, i.e. friction between the two elements is enhanced e.g. by means of quartz sand. On the contrary, an even course of the slippage of the two steel elements can be taken advantage of for a design of yielding rock bolts (see Fig. 8), destined for the conditions of threatening underground shock waves.

A new technique is introduced by a system of drilling holes for anchors or micropiles, known as the AT system. This system uses up to about 200mm-diameter steel casing pipes for drilling, instead of rods. One of its basic elements is a split drill bit consisting of a pilot bit and a reaming bit. The reaming bit, ensuring the diameter of the drilling to be larger than the casing pipe diameter, is demountable, and is left in the bore hole after completion of the drilling, while casing pipes and the pilot bit can be pulled out. Anchors of various types can be installed into the bore hole although, usually the bore holes are backfilled with cement mortar, in fact creating micropiles. The most common utilisation of the AT system in underground construction is



Obr. 10 Kombinované laminátové kotevní prvky
Fig. 10 Combined fibre reinforced plastic anchoring elements



Obr. 11 Laminátový svorník WIBOLT STAR
Fig. 11 WIBOLT STAR fibre reinforced plastic rock bolt



Obr. 12 Tyče laminátového svorníku WIBOLT STAR
Fig. 12 Bars of WIBOLT STAR fibre reinforced plastic rock bolt

stavuje provádění ochranných deštníků čelby raženého tunelu v málo pevných a porušených horninách. Nejčastěji používané délky vrtů činí 8 – 12 m při průměrech vrtání 70 – 150 mm.

V současnosti v podzemním stavitelství výrazně narůstá podíl kotevních prvků ze syntetických materiálů. Jejich použití přináší dvě hlavní výhody. Jednak je to velmi dlouhá doba životnosti vlivem odolnosti proti korozi i v nepříznivých podmínkách mineralizovaných podzemních vod. Zejména u ocelových svorníků na bázi trubek a tenčích a méně kvalitních kulatin koroze limituje jejich životnost a nedovoluje zahrnout jejich působení při dimenzování dlouhodobé stability podzemního díla. Naopak u krátkodobého použití kotev v horninovém prostředí, které musí být následně rozpojeno (zpevnění ražených čelb, průzkumné štoly v profilu budoucího tunelu, vnitřní stěny při dělené kalotě, polohy užitkového nerostu v hornictví) je výhodou snadná destrukce těchto syntetických kotev rozpojovacími orgány razících strojů.

Nejčastějším materiálem těchto svorníků jsou laminátové prvky, sestávající ze skelných nebo syntetických vláken spojených syntetickou pryskyřicí. Tyto kotvy se vyrábějí buď jako plné, nebo se středním otvorem, umožňujícím následnou injektáž nebo vyplnění vývrtu tmelem. Tahová pevnost vlastních tyčí je srovnatelná s velmi kvalitní ocelí, např. svorníky DURGLASS (obr. 9) vykazují u plné kulatiny při průměru 25 mm únosnost 480 kN, u trubky při průměru 24 mm s otvorem 10 mm činí únosnost 300 kN. Laminátové prvky se používají i v podobě plochých pásek zpravidla v kombinaci s injektážní trubicí (obr. 10). Laminátové kotvy jsou upevněny ve vývrtu převážně pomocí tuhého tmelu na bázi cementu nebo syntetických pryskyřic. Určitým problémem u hladkých laminátových tyčí je nižší adheze tmelu k jejich povrchu, takže plné využití tahové pevnosti kotev vyžaduje velkou délku kotvení. Rovněž hodnoty únosnosti hlavice svorníku, která zajišťuje podložku na povrchu horniny a případně přenáší do kotvy vnější síly (předpětí, zavěšení břemen a strojního zařízení) nedosahují únosnosti vlastních tyčí a nepřesahují 120 kN. To se projevuje i při kontrolních zkouškách ukotvení svorníků, kdy aplikované tahové zatížení je limitováno právě únosností hlavice. Tyto nevýhody jsou do značné míry odstraněny u nejnovějších řešení laminátových kotev z profilových tyčí, které připomínají tvar válcovaných žebírkových tyčí se závitěm (WIBOLT STAR, obr. 11, 12). Konstrukce klínové hlavice umožňuje přenášení tahové síly na svorník až ve velikosti cca 300 kN.

Laminátové kotevní prvky se používají pro stabilizaci a zpevnění horninového masivu v široké škále podmínek od málo pevných až po velmi pevné horniny. Jejich další rozšíření lze očekávat s cenovým vývojem, vedoucím ke snížení rozdílu cen oceli a laminátových prvků.

4. ZÁVĚR

Svorníky a kotvy dnes už nejsou pouze doplňkovými stabilizačními prostředky, ale v tunelovém a podzemním stavitelství představují významnou část výtuzného systému, která ovlivňuje dosažené technické a ekonomické výsledky realizovaných staveb.

Stále se rozšiřující nabídka nových typů kotevních prvků pro podzemní stavby umožňuje volbu vhodného kotevního prvku nejlépe vyhovujícího geologickým a geotechnickým podmínkám a navržené technologii. Na druhé straně klade tato situace zvýšené nároky na znalosti a erudici projektantů a provozních techniků při výstavbě podzemních děl. Pouze dobré znalosti funkce a vlastností jednotlivých konstrukcí umožňují volbu optimálního typu kotevní výtuzy pro dlouhodobé zajištění stability budovaného podzemního objektu.

LITERATURA

1. Firemní podklady Alwag – Techno, Ankra, Dywidag, Hardi Rock, Ischebeck, Mai, Sireg, Swellex, Willich
2. Windsor, C. R., 1991: A new friction stabiliser assembly for rock and soil reinforcement applications. Proc. Rock Support (P.K. Kaiser and D.R. Mc Creath - ed.), Sudbury, Canada, pp. 523 – 529.
3. Mocivnik J., 1999: Zajištění horninového masivu použitím technologie AT – systém. Sborník 4. Mezinár. semináře Zpevnění a těsnění hornin, VŠB – TU Ostrava, str. 58 – 66
4. Šňupárek R., 1998: Practice and Theory of the Integrated Technology of Rock Reinforcement. In: Advances in Rock Mechanics, World Scientific, Singapore, New Jersey, London, Hong Kong, pp. 280 – 289

represented by execution of umbrellas protecting a face of a tunnel driven in weak and disturbed rock. Most frequently used lengths of bore holes are 8 – 12m, with 70 – 150mm drilling diameter.

Currently, the share of anchoring elements made of synthetic materials is significantly increasing in the underground engineering. Their use provides two principal advantages. On the one hand, it is a very long lifetime as a result of corrosion resistance even under unfavourable conditions of mineralised ground water. Especially for steel rock bolts based on pipes and thinner and poorer quality round steel, corrosion limits their lifetime, and does not allow consideration of their effect when the long-term stability of an underground structure is being designed. On the contrary, for a short-term utilisation of anchors in a rock environment which has to be further disintegrated (reinforcement of driven faces, exploratory galleries within the cross section of a future tunnel, internal walls at a divided top heading, economic minerals interbeds in mining industry), there is an advantage of easy way of removing these synthetic anchors by cutting tools of boring machines.

The most common material used for these rock bolts is fibre reinforced plastic elements consisting of glass or synthetic fibres bound by a synthetic resin. These anchors are manufactured either as full-profile ones or with a central hole, enabling consequent grouting or backfilling of the bore hole with mortar. Tensile strength of the bars proper is comparable with very high quality steel, e.g. DURGLASS rock bolts (see Fig. 9) made from 25mm-diameter full-profile round bars feature the loading capacity of 480 kN, while for a 24 mm-diameter pipe with a 10 mm-diameter hole the loading capacity amounts to 300 kN. The fibre reinforced plastic elements are also used in a form of flat bars, usually combined with a grouting pipe (see Fig. 10). Fibre reinforced plastic anchors are fixed in a bore hole mostly by means of a rapid-set mortar based on cement or synthetic resins. A certain problem at smooth fibre reinforced rods is lower adhesion of the mortar to their surface, thus, for full exploitation of the tensile strength of anchors, a big length of anchoring is required. Also the values of the rock bolt's head, which secures a face plate on the rock surface and may transfer external forces into the bolt (pre-tension, hanging loads and equipment), do not reach the loading capacity of the bolts proper, and do not exceed 120 kN. This is manifested even in check testing of the rock bolts' anchoring, where the tensile loading applied is limited just by the loading capacity of the head. The above mentioned disadvantages are significantly removed in the latest designs of fibre reinforced anchors made from profiled bars, the shape of which resembles rolled deformed bars provided with a thread (WIBOLT STAR, see Fig. 11, 12). The design of the wedge-shape head enables transfer of the tensile force on a rock bolt up to about 300 kN.

Fibre reinforced anchoring elements are used for stabilisation and reinforcement of a rock mass within a wide range of conditions, from weak rock to very hard one. Their further spreading can be expected with development of prices, leading to reduction of the difference between the prices of steel and fibre reinforced elements.

3. CONCLUSION

Currently, rock bolts and anchors are no supplementary means of stabilisation any more. They represent an important part of a supporting system in tunnel and underground engineering, which affects the technical and economic results of implemented projects achieved.

Permanently expanding offer of new types of anchoring elements for underground structures enables selection of a suitable anchoring element, best complying with geological and geotechnical conditions and the designed technique. On the other hand, this situation brings increased demands for knowledge and erudition of consulting engineers and on-site technicians at construction of underground works. Only good knowledge of the function and properties of particular structures make the choice of an optimal type of anchoring possible, thus providing a long-term stability of an underground structure being built.

REFERENCES

1. Alwag – Techno, Ankra, Dywidag, Hardi Rock, Ischebeck, Mai, Sireg, Swellex, Willich company brochures
2. Windsor, C.R., 1991: A new friction stabiliser assembly for rock and soil reinforcement applications. Proc. Rock Support (P.K. Kaiser and D.R. Mc Creath - ed.), Sudbury, Canada, pp. 523 – 529
3. Mocivnik J., 1999: Rock mass reinforcement using the AT-System technology. Volume of papers of the 4th International Seminar on Ground Reinforcement and Sealing, VŠB – TU Ostrava, pp. 58 – 66
4. Šňupárek R., 1998: Practice and Theory of the Integrated Technology of Rock Reinforcement. In: Advances in Rock Mechanics, World Scientific, Singapore, New Jersey, London, Hong Kong, pp. 280 – 289

PROJEKT PRVNÍHO ŽELEZNIČNÍHO TUNELU V SÍTI ČESKÝCH DRAH RAŽENÉHO NOVOU RAKOUSKOU TUNELOVACÍ METODOU

PROJECT OF THE FIRST RAILWAY TUNNEL IN THE NETWORK OF CZECH RAILWAYS DRIVEN BY THE NEW AUSTRIAN TUNNELING METHOD

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

1. ÚVOD

Modernizace traťového úseku Kralupy nad Vltavou – Vraňany je součástí programu výstavby železničních koridorů v České republice. Cílem modernizace koridorů je dosažení vyšší úrovně přepravy a integrace sítě Českých drah do evropské železniční sítě. Článek popisuje technické řešení a činnosti spojené s vypracováním projektu dvoukolejného železničního tunelu v km 446.030 – 446.420, který je součástí výše uvedeného traťového úseku.

Stávající trať vede podél koryta řeky Vltavy a tvoří dva protisměrné oblouky. V nově navrhovaném směrovém řešení je trať napřímena vložением pouze jednoho směrového oblouku o poloměru 2 500 m. Dochází k posunu trasy směrem dále od řeky do prostoru, kde terén prudce stoupá až do úrovně 30 m nad úroveň tratě. Z této úpravy plyne nutnost vedení trati v tunelu. Konstrukce tunelu je tvořena dvěma portálovými úseky budovanými v otevřené stavební jámě a úsekem raženým novou rakouskou tunelovací metodou (NRTM). Celková délka tunelu je 390 m. Trasa v tunelu stoupá ve směru staničení ve sklonu 3 ‰. To je minimální hodnota sklonu, při které je možno provést podélné odvodnění tunelu.

Projekt stavby tunelu vypracovala firma ILF Consulting Engineers, s.r.o., jako subdodávku pro firmu SUDOP PRAHA, a.s., která je zpracovatelem projektu stavby celého traťového úseku.

2. ETAPY PROJEKTU

V předchozím stupni projektové dokumentace (který byl součástí zadávací dokumentace pro výběr zpracovatele projektu stavby) byly sledovány 4 varianty tunelu budovaného v otevřené stavební jámě. Ražená varianta byla bez podrobnějšího posouzení vyloučena jako neekonomická.

Po podrobnějším prostudování inženýrskogeologických poměrů, s ohledem na výšku nadloží, která dosahuje až 20 m, a vysokému objemu zemních prací (až 340 000 m³) u varianty hloubeného tunelu, navrhla firma ILF Consulting Engineers v nabídkové dokumentaci jako alternativu k variantám hloubeným i variantu tunelu raženého pomocí NRTM. Po výběru zpracovatele projektové dokumentace požadoval zadavatel vypracování podrobného technicko-ekonomického posouzení hloubené a ražené varianty tunelu. Na základě tohoto posouzení byla zadavatelem vybrána pro zpracování projektu stavby ražená varianta. Po výběru ražené varianty došlo na návrh zpracovatele k úpravě směrových poměrů. Původně navrhovaný směrový oblouk o poloměru 5 000 m byl nahrazen obloukem o poloměru 2 500 m. Cílem úpravy bylo další zkrácení hloubených portálových úseků, zlepšení poměrů pro vlastní ražbu tunelu (větší výška nadloží, lepší geotechnické parametry prostředí) a oddálení nově navrhované trasy od nynější tratě (snížení vlivu výstavby na provozovanou trať).

3. INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉ POMĚRY

V rámci projektu byl proveden podrobný geotechnický průzkum. Rozsah průzkumu byl zvolen tak, aby jeho výsledky vyhovovaly požadavkům na

1. INTRODUCTION

A modernization of the railway line section Kralupy nad Vltavou – Vraňany is a part of the construction programme of railway corridors in the Czech Republic. The aim of the corridor modernization resides in achieving a higher level of transport and integration of the network of Czech railways in the European railway network. This article describes the technical solution and activities connected to elaborating a project of a double-rail tunnel in km 446.030 to 446.420 which is a part of the above mentioned line section.

Existing line is situated along the bed of the Vltava river and it forms two opposite directional curves. In the newly designed directional solution, the line is straightened by inserting only one directional curve having the diameter of 2500 m. The line is shifted to a longer distance from the river to the space where the ground rises abruptly up to the level of 30 m over the level of the existing line. Said arrangement results in the necessity to situate the line into a tunnel. The tunnel structure is formed both by two portal sections constructed in an open building pit and by one section driven by means of the New Austrian Tunneling Method (NATM). The total length of the tunnel is 390 m. The tunnel line rises in the direction of chainage at gradient of 3 ‰. It is a minimum gradient value at which it is possible for the longitudinal drainage to be carried out.

The design of the tunnel structure was worked out by the firm ILF Consulting Engineers spol. s r.o. as a subcontract for the firm SUDOP Praha a.s., which is to work out the construction design of the whole line section.

2. DESIGN STAGES

In the previous stage of the contract documents (which was a part of the ordering documentation for selection of the engineering consultant) there were followed four variants of the tunnel constructed in an open building pit. The driven variant was eliminated as an uneconomical one without a more detailed assessment.

After a more detailed studying engineering-geological conditions with respect both to the height of overburden which reaches up to 20 m, and to the high volume of ground work (up to 340 000 cu m), as to the variant concerning the cut-and-cover tunnel, there was designed by the firm ILF Consulting Engineers in the offer documentation, as an alternative to the cut-and-cover variants, also the variant of a tunnel driven by means of the NATM. After the engineering consultants firm had been selected, the client required a working out of a detailed technical economic assessment of a cut-and-cover variant and driven one of the tunnel. On the basis of the said assessment, the client selected the driven variant, and the design for its construction was to be worked out. After having selected the driven variant, a modification of directional conditions took place to the proposal of the engineering consultant. The originally designed directional curve having the diameter of 5000 m, was replaced with a curve having the diameter of 2500 m. The reason of said arrangement resided in a further shortening of cut-and-cover portal sections, in improving conditions for the tunnel driving proper (larger height of the overburden, better geotechnical parameters of the environment) and in situating the newly designed line to a larger distance from the hitherto existing line (decrease of the construction influence upon the operated line).

nerozlišitelné a projevuje se především nižšími pevnostními a deformačními charakteristikami. Od nejlepšího typu ho odlišuje především velká hustota diskontinuit (cca 5 až 15 cm). Tento kvalitativní typ tvoří v úvodních částech celý prostor výrubu a v celé střední části trasy lze předpokládat jeho přítomnost ve stropní části výrubu nebo v jeho klenbě. Je tedy procentuálně velmi významně zastoupeným typem.

6. Slinovec navětralý, místy až zdravý je z hlediska tunelování kvalitativně nejlepším materiálem, který se na lokalitě vyskytuje. Výsledky geofyzikálních měření, podpořené deformačními zkouškami ve vrtu (presimetrii) a výsledky laboratorních zkoušek vykazují významný kvalitativní skok v hloubce 22 až 26 m. Od této hloubky je předpokládána středně pevná, masivní, lavcovitá, středně až málo rozpučená hornina.

Podzemní voda v dané lokalitě vytváří málo vydatný obzor, vázaný na systém puklin a diskontinuit s volnou hladinou. Infiltrace srážkových vod do horninového prostředí je značně omezena nadložním hlinitým pokryvem a eluvíem slinovců. Geologická skladba území tvoří z hlediska podzemních vod špatně propustné až relativně nepropustné prostředí. Z vyhodnocení zastížených ustálených hladin puklinové vody v průzkumných vrtech vyplývá, že ve většině trasy se nachází nespojitá hladina podzemní vody pode dnem projektovaného tunelu.

4. POPIS KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ

Na základě geodetického zaměření zájmového území byl vytvořen digitální model terénu a projekt byl kompletně zpracován pomocí počítače. To usnadnilo v poměrně složitém tvaru terénu návrh hloubených úseků tunelu i stanovení polohy ražených portálů. Pomocí 3D modelu bylo řešeno i začlenění portálů do okolní krajiny (viz obr. 2 a 4).

Profil tunelu je navržen pro průřezný průřez Z-GC s výškou 6,0 m nad TK. Rozměry vnitřního teoretického líce definitivního ostění jsou odvozeny pro převýšení koleje 40 mm a pojistný prostor po obvodu tunelu 150 mm (viz obr. 1).

Pojistný prostor je možno využít jednak pro nepřesnosti stavební výroby a přetvoření konstrukce, jednak pro dodatečné vestavění dalších konstrukcí při opravách tunelu. Geometrické parametry průřezu tunelu jsou voleny tak, aby vnitřní líc tvořila jediná kružnice o poloměru $R=5500$ mm. Tvar vnitřního líce definitivního ostění se v celé délce tunelu nemění. Snahou je maximálně zjednodušit budování definitivního ostění a použití bednicího vozu. Atypické řešení vyžadují pouze záchranné výklenky, které jsou bedněny předávným bedněním k bednicímu vozu.

Po obou stranách tunelu je vybudována pochozí stezka, kterou je v době pochůzky možno osvětlit svítidly rozmístěnými v úrovni 2,20 m nad TK.

4. DESCRIPTION OF CONSTRUCTION SOLUTION

On the basis of a geodetic survey of the locality of interest, there was formed a digital model of the terrain, and the project was worked out completely by means of a computer. That enabled, in a relatively complicated topography, a design of cut-and-cover tunnel sections and even a position determination of driven portals. By means of the 3D model, there was also solved the problem how to situate portals in the surrounding landscape (see Figs. 2 and 4). The tunnel profile is designed for the Z-GC gauge limit, being 6.0 m high measured from the rail top. Dimensions of the internal theoretical face of final lining are derived for the rail superelevation of 40 mm and the safety space (margin) on the circumference of the tunnel of 150 mm (see Fig. 1). The safety space may be utilised both for inaccuracies of the building production and for design changes, as well as for an additional building in of other structures during repairs to the tunnel. Geometric parameters of the tunnel cross sections are selected in such a way that the internal face may be formed by a single circle having the diameter $R = 5500$ mm. The shape of the internal face of the final lining is the same in the whole length of the tunnel. The effort aims to a max. simplification of the final lining and application of a traveller formwork. Non-standard solutions require only rescue recesses which are formed by means of additional forms to the traveller formwork.

On both sides of the tunnel, there is built up an emergency walkway which can be illuminated during walking by means of lamps situated in the level of 2.20 m over the rail top. The illumination can be switched on at both portals. The tunnel is also equipped with fire water supply system (or with a dry piping) and with a power distribution system of voltage 220 V.

In front of the Prague portal (see Fig. 2), there is made a hard surfaced area, which is designed, in case of an accident in the tunnel, for vehicles of the first aid service, firemen and other technical services needed for solving consequences of the accident or incident. An access to said area is ensured from the community Vepřek. In said area, there is also situated a shaft for connecting fire cisterns to the tunnel water-supply. Two cisterns at the same time can be connected to the water-supply by means of a double-way valve which ensures a continuous supply of water during actions of firemen inside the tunnel. The outlet of the fire water-supply is represented by a fire hydrant in the place of shafts for cleaning the longitudinal drainage of the tunnel. The shafts are situated in rescue recesses which are situated on both sides of the tunnel, one opposite the other. The max. distance of the recesses is 20 m, and their main function resides in protection of persons, who perform inspection or necessary maintenance of the tunnel, against passing trains. Recess spaces are also utilized for placing electric current sockets, shafts for cleaning tunnel drainage and cable shafts.

A hand rail, situated on both sides of the tunnel between the rescue recesses, represents another safety element in the tunnel. The hand rail was included in the design after the requirement of the ordering firm, and it should serve for a safe protection of persons in the moment of a train passage. If somebody, with respect to a high speed of the passing train, cannot reach in time a rescue recess, he is endangered by a piston effect of the train, and the hand rail offers the possibility of a firm support.



Obr. 2 Vizualizace řešení pražského portálu s gabionovou zdí
Fig. 2 Computer model of the Prague portal, with a gabion wall

Osvětlení je možné zapínat na obou portálech. Dále je tunel vybaven požárním vodovodem (resp. suchovodem) a rozvodem elektrické energie o napětí 220 V.

Před pražským portálem (viz obr. 2) je vytvořena zpevněná plocha, která slouží v případě havárie v tunelu k přistavení vozidel záchranné služby, požární techniky a případné další techniky, která je nezbytná k řešení následků havárie. Příklad k ploše je zajištěn z obce Vepřek. Na této ploše je rovněž umístěna šachta pro napojení požárních cisteren na tunelový vodovod. K vodovodu je možné pomocí dvojcestného ventilu napojit současně dvě cisterny, což zajišťuje nepřetržitě zásobování vodou po dobu zásahu požárníků uvnitř tunelu. Vyústění požárního vodovodu je provedeno hydrantem v místě šachet pro čištění podélného odvodnění tunelu. Šachty jsou umístěny do záchranných výklenků, které jsou situovány vstřícně po obou stranách tunelu. Vzdálenost výklenků je max. 20 m a jejich hlavní funkcí je ochrana osob, které provádějí kontrolu či nezbytnou údržbu tunelu, před projíždějícím vlakem. Prostory výklenků jsou dále využity k umístění zásuvek pro odběr elektrické energie, šachet na čištění tunelové drenáže a kabelových šachet.

Dalším bezpečnostním prvkem v tunelu je madlo, které je umístěno po obou stranách tunelu mezi záchrannými výklenky. Madlo bylo do projektu zapracováno na žádost zadavatele a má sloužit k bezpečnému zajištění osob v okamžiku průjezdu vlaku. Pokud dotyčná osoba vzhledem k vysoké rychlosti projíždějící vlakové soupravy nedostihne včas záchranný výklenek, je ohrožena vlivem pístového efektu vlaku a madlo poskytuje možnost pevné opory.

All cables are laid in PE multi-channels which are situated on both sides of the tunnel under the emergency walkway. In the place of cable shafts, there is made a branching of needed cables (illumination circuit and socket one) into protection boxes situated in the final lining of the tunnel. A laying down of cables in cable channels and protection boxes represents the effort to diminish possible activities of vandals which can be expected in case of a free access.

The drainage is ensured by means of a longitudinal tunnel drain situated on both sides of the tunnel. Water which flows down over the intermediate insulation is led to longitudinal drains in the level of the tunnel floor and then to the Prague portal, when the drain leads into shafts and then water is drained away centrally. In the tunnel axis, under the railway bed, there is situated the central tunnel sewer which drains away water from the internal tunnel space. As the tunnel is protected against penetration of ground water by means of intermediate insulation, it concerns shafts for technological maintenance of the tunnel or water after an action of firemen. The longitudinal tunnel gradient of 3 % is at the limit when it is possible to design a longitudinal drainage. It may be supposed a deposition of fine particles of marlstone in the drainage system. That is why shafts for cleaning drains are designed at 40 m spacing (in every second safety recess).

4.1 CUT-AND-COVER TUNNEL SECTIONS

The ground configuration, the directional and level-related routing of the line does not make it possible to start the tunnel driving sooner than open cuts are excavated and cut-and-cover tunnel sections in the portal area made. The length of sections made in an open building pit is 58 m in the area of the Prague portal, and 60 m in the place of the Děčín portal. The stability of the building pit during construction works is secured, by means of a suitable

Primární napjatost
Primary state of stress



Výsledná veličina
Resulting value

Normálové napětí Syy
Normal stress Syy
[kN/m²]

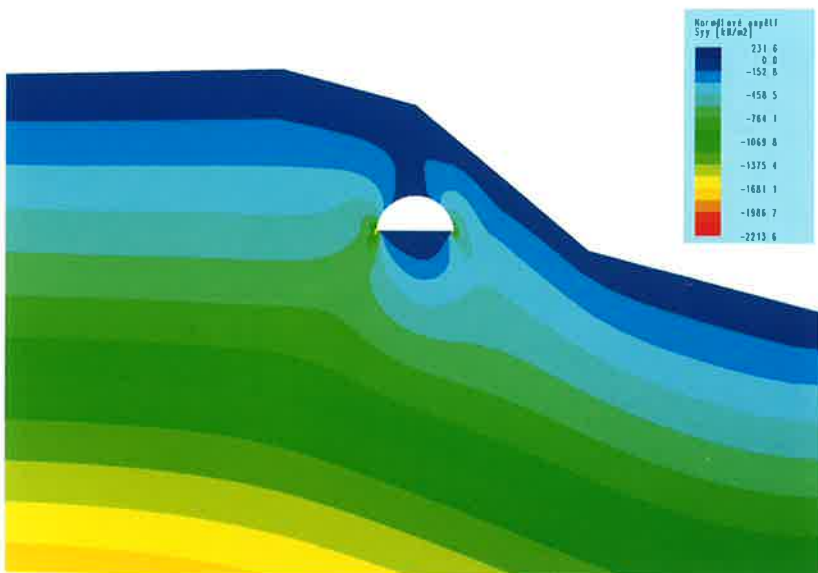
max = 0,2
min = -1,7973

Vyhlazování aktivní
Active smoothing

Měřítko - Scale 1:600
ZS 1 - ZS 1
Vertikální napětí
Vertical stress

Obr. 3/1 Průběh vertikálního napětí v jednotlivých fázích ražby tunelu
Fig. 3/1 Course of the vertical stress in individual stages of the tunnel drive

Výrub kaloty
Top heading excavation



Výsledná veličina
Resulting value

Normálové napětí Syy
Normal stress Syy
[kN/m²]

max = 231,6
min = -2,231.6

Vyhlazování aktivní
Active smoothing

Měřítko - Scale 1:600
ZS 1 - ZS 1
Vertikální napětí
Vertical stress

Obr. 3/2 Průběh vertikálního napětí v jednotlivých fázích ražby tunelu
Fig. 3/2 Course of the vertical stress in individual stages of the tunnel drive

Veškeré kabely jsou vedeny v PE multikanálech, které jsou umístěny po obou stranách tunelu pod pochozí stezkou. V místě kabelových šachet je provedeno odbočení potřebných kabelů (světelný a zásuvkový okruh) do chrániček umístěných v definitivním ostění tunelu. Vedení kabelů v kabelových kanálech a chráničkách je snahou o zmenšení možných projevů vandalství, které lze v případě volně přístupného objektu očekávat.

Odvodnění je zajištěno podélnou tunelovou drenáží, umístěnou po obou stranách tunelu. Voda, která stéká po mezilehlé izolaci, je sváděna k podélným drenům v úrovni počvy tunelu a dále pak k pražskému portálu, kde je drenáž zaústěna do šachet a centrálně odvedena. V ose tunelu je pod kolejovým ložem umístěna centrální tunelová stoka, která odvádí vodu z vnitřních prostor tunelu. Protože je tunel chráněn před pronikáním podzemní vody mezilehlou izolací, jedná se o vodu z technologické údržby tunelu nebo případného zásahu požárníků. Podélný sklon tunelu 3 ‰ je na hranici, kdy je ještě možno podélné odvodnění navrhnout. Lze předpokládat usazování jemných částic slínovců v drenážním systému. Proto jsou ve vzdálenosti 40 m (v každém druhém bezpečnostním výklenku) navrženy šachty na čištní drenáže.

4.1 HLOUBENÉ ÚSEKY TUNELU

Konfigurace terénu, směrové a výškové vedení trasy neumožňuje zahájení ražby tunelu před vytvořením zářezů a hloubených úseků tunelu v oblasti portálů. Délka úseků prováděných v otevřené stavební jámě je 58 m v oblasti

slope design according to a stability calculation, when applying shotcrete with mesh and anchors (nails from concrete reinforcement bars - dia 25 mm) being 4 to 6 m long, placed in bores filled in with a cement grout.

The lining of cut-and-cover tunnels is designed as a monolithic one with an invert. Concrete is poured into two-sided formwork. After completing the final lining and damp-proofing, the building pit will be refilled with a compacted backfill, and on the ground a vegetation shall be renewed.

The situation in front of the Prague portal does not allow, with respect to the neighbouring house-building and occupation of lands, a solution of an open cut with natural slopes. That is why the excavation stability is secured by means of a gabion wall (see Fig. 2).

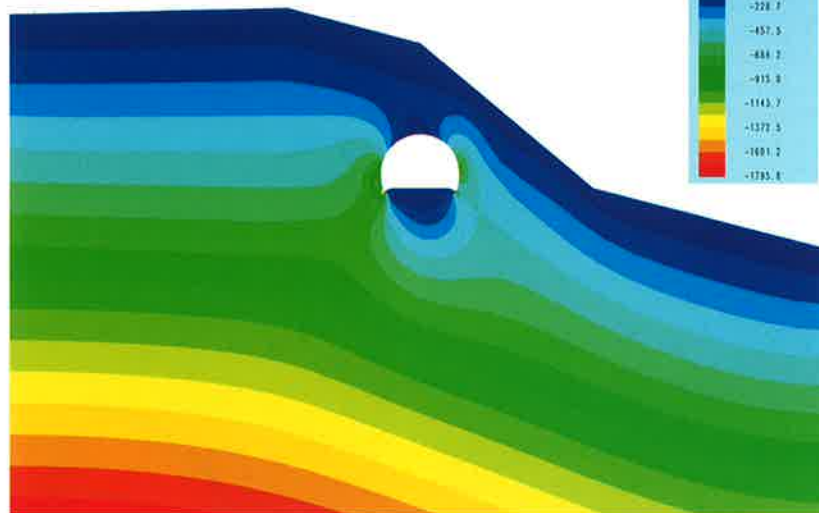
The natural material of the gabion wall corresponds well with the character of the landscape along the river Vltava and fits to the surroundings. The height of the wall rises from 1 m at the beginning of the open cut up to 8 m in the spot of the tunnel portal. The total length of the wall is 25 m.

4.2 THE TUNNEL DRIVEN BY MEANS OF NATM

A boundary line between a driven section (driven portal of the tunnel) is situated on the place where the overburden thickness is not less than 6 m. The limiting point in this case is not the top, but the side of the tunnel. The lining of the driven tunnel consists of two shells with an intermediate insulation in the area of the upper vault and sides. The invert is not insulated. The driven tunnel part is 272 m long.

The primary lining is made of shotcrete with nets, anchors and lattice arches. In areas endangered by a bad stability of areas at the roof, the slope stability is secured by steel needles forced in in advance (forepoling). The application of individual elements of the primary lining and technological processes are defined by the technological excavation class. Before starting

Výrub jádra
Bench excavation



Výsledná veličina
Resulting value

Normálové napětí S_{yy}
Normal stress S_{yy}
[kN/m²]

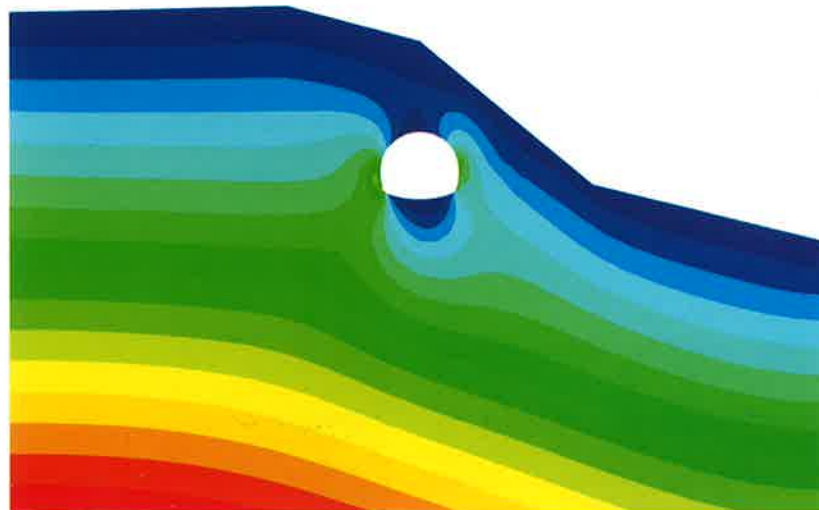
max = 34,2
min = -1,795,8

Vyhlazování aktivní
Active smoothing

Měřítko - Scale 1:600
ZS 5 - ZS 5
Vertikální napětí
Vertical stress

Obr. 3/3 Průběh vertikálního napětí v jednotlivých fázích ražby tunelu
Fig. 3/3 Course of the vertical stress in individual stages of the tunnel drive

Výrub počvy
Invert excavation



Výsledná veličina
Resulting value

Normálové napětí S_{yy}
Normal stress S_{yy}
[kN/m²]

max = 0,4
min = -1,795,4

Vyhlazování aktivní
Active smoothing

Měřítko - Scale 1:600
ZS 7 - ZS 7
Vertikální napětí
Vertical stress

Obr. 3/4 Průběh vertikálního napětí v jednotlivých fázích ražby tunelu
Fig. 3/4 Course of the vertical stress in individual stages of the tunnel drive

pražského portálu a 60 m v místě děčínského portálu. Stabilita stavební jámy je po dobu výstavby zajištěna vhodným návrhem sklonu svahů podle stabilitního výpočtu, stříkaným betonem se sítěmi a kotvami (hřeby z betonářské výztuže Ø 25 mm) délky 4 až 6 m osazovanými do vrtů vyplněných cementovou záplivkou.

Ostění hloubených tunelů je navrženo jako monolitické se spodní klenbou. Betonáž je prováděna do oboustranného bednění. Po provedení definitivního ostění a hydroizolace bude stavební jáma zpětně zasypána hutněným zásepem a na povrchu obnovena vegetace.

Situace před pražským portálem nedovoluje vzhledem k okolní zástavbě i k záboru pozemků řešení trvalého zázevu v přirozeném sklonu svahů. Proto je stabilita zázevu zajištěna gabionovou stěnou (viz obr. 2).

Přírodní materiál gabionu dobře vystihuje ráz krajiny podél řeky Vltavy a nenásilně zapadá do okolního prostředí. Výška zdi narůstá od 1 m na začátku zázevu až do 8 m v místě portálu tunelu. Celková délka zdi je 25 m.

4.2 TUNEL RAŽENÝ NRTM

Rozhraní mezi hloubeným a raženým úsekem (ražený portál tunelu) je situováno do míst, kde mocnost nadloží neklesá pod 6 m. Limitním místem v tomto případě není vrchol, ale spíše bok tunelu. Ostění raženého tunelu je dvouplášťové s mezilehlou izolací v oblasti horní klenby a boků. Spodní klenba tunelu není izolována. Ražená část tunelu je délky 272 m.

Primární ostění je tvořeno stříkaným betonem se sítě, kotvami a příhradovými ramenáty. V oblasti ohrožené nestabilitou přístropí je stabilita výrubu zajištěna předražnými ocelovými jehlami. Použití jednotlivých prvků primárního ostění i technologické postupy jsou definovány technologickou třídou výrubu. Před zahájením ražby je z příhradových oblouků, sítí a stříkaného betonu vytvořen zárodek kaloty a po obvodu kaloty je provedeno zesílení horninového masivu kotvami IBO délky 8 m.

Definitivní ostění je železobetonové, monolitické, betonované v 10 m blocích do posuvného bednění (bedněního vozu).

Dimenze ostění byly posouzeny statickým výpočtem. Výpočet primárního ostění byl proveden metodou konečných prvků jako 2D model se zohledněním jednotlivých fází výstavby (členění výrubu na kalotu, jádro a počvu). Výsledný průběh vertikálních napětí v okolí výrubu je patrný z obrázku č. 3. Systémové kotvení je ve výpočtu zohledněno zvýšením geotechnických parametrů prokotvené oblasti. Třetí rozměr, který představuje modelování ražby tunelu v podélném směru, byl do 2D modelu zaveden pomocí metody „opěrných napětí“.

5. TECHNOLOGIE VÝSTAVBY

Tunel je ražen novou rakouskou tunelovací metodou. Vzhledem k zastiženým IG poměrům je uvažováno strojní rozpojování hornin bez použití trhacích prací. Zvětralé polohy slínovců je možno odtěžovat tunelovým bagrem, pevnější vrstvy je možno rozrušovat např. frézou. Rubanina je nakládána nakladačem a odvážena nákladními automobily k děčínskému portálu a dále na deponii vzdálenou asi 3 km. Návrh technologického postupu prací zohledňuje i požadavek obecního úřadu na omezení staveništního provozu v prostoru obce Vepřek na nezbytně nutné minimum. Proto je přes obec, která těsně sousedí s pražským portálem, proveden pouze nutný odvoz materiálu výkopu z oblastí portálu a dovoz materiálu pro zpětný zásep hloubeného úseku tunelu. Z těchto důvodů probíhá ražba tunelu úpadně směrem od děčínského k pražskému portálu. Pro odtěžování rubaniny z raženého tunelu i odvoz materiálu výkopu z hloubeného úseku děčínského portálu je využito nově zřízené staveništní komunikace. V poměrně složitém reliéfu terénu (viz obr. 4) je komunikace situována do prostoru rokle, kterou tvoří erozní rýha v oblasti děčínského portálu.

Z hlediska provádění není úpadní ražba tunelu příliš výhodná s ohledem na nutnost čerpání především technologické vody z prostoru čelby tunelu. Vzhledem k minimálnímu podélnému sklonu tunelu 3 ‰ a předpokládanému mizivému výskytu podzemní vody v masivu však nepředstavuje v porovnání s dovrchní ražbou výraznou komplikaci (sklon 3 ‰ nestačí k odvedení vody z čelby přirozeným spádem ani v případě dovrchní ražby).

Betonáž definitivního ostění probíhá až po vyrazení celého tunelu. Práce postupují opět směrem od děčínského k pražskému portálu. Souběh razičských prací a betonáže definitivního ostění není vhodný vzhledem k malé délce tunelu a prostorovému uspořádání. Navržený postup prací minimalizuje negativní dopady výstavby na obec Vepřek. Technologický postup a způsob zajištění výrubu při ražbě tunelu je definován technologickou třídou výrubu.

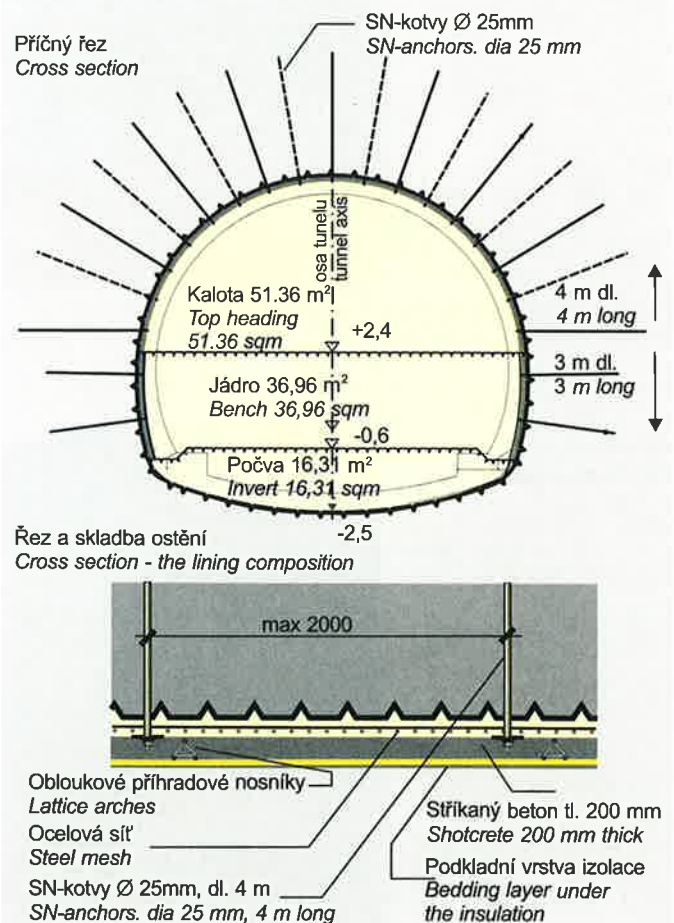
driving operations, there is made a initial element of the calotte when using lattice arches, mesh and shotcrete, and on the circumference of the calotte, the rock mass is reinforced by means of anchors IBO, being 6 m long.

The final lining is made of reinforced concrete, it is monolithic, concreted in 10 m blocks behind the traveller formwork.

Dimensions of the lining were assessed by means of a static calculation. The calculation of the primary lining was worked out by means of the method of final elements as the model 2D, taking into consideration individual construction stages (dividing of the stope in a calotte, core and invert). The resulting course of vertical stresses around the stope is shown in Fig. No. 3. A system anchoring is taken into consideration in the calculation by increasing geotechnical parameters of the area strengthened with anchors. The third dimension, which represents a tunnel driving modelling in a longitudinal direction, was included in the 2D model by means of the method of „supporting stresses“.

5. CONSTRUCTION TECHNIQUE

The tunnel is driven by means of the New Austrian Tunneling Method. With respect to the respective geological conditions there is considered a machine disintegration of rocks without drill-and-blast works. Weathered positions of marlstone may be removed by means of a tunnel excavator, more strong layers may be disintegrated e.g. by means of a roadheader. Muck is loaded by means of a loader and transported with lorries to the Děčín portal and then to a dump being in the distance of 3 km. The design of the technological process of works takes into consideration even the requirement of the local office to limit the building site traffic in the area of the community Vepřek to the necessary minimum. That is why the transport through the community just neighbouring with the Prague portal concerns only the necessary transport of the excavated material from the portal area and the transport of material for a backfill of the cut-and-cover section of the tunnel. For the same reason, the tunnel is driven on a down gradient the direction from the Děčín to the Prague portal. For transporting muck from the driven tunnel and material from the excavation of the cut-and-cover section of the Děčín portal, there are utilised the newly built site roads. In the relatively complicated relief of the ground (see Fig. 4), the road is situated in the area of a gorge formed by an erosion ridge in the area of the Děčín portal. With respect to execution, the downhill driving is not too advantageous



Obr. 5/1 Třída výrubu IV
Fig. 5/1 Excavation class IV

6. TECHNOLOGICKÉ TŘÍDY VÝRUBU

Návrh technologických tříd výrubu vychází z předpokladů o chování horninového masivu, získaných na základě průzkumu, a předepisuje standardní postup ražby a zajištění výrubu v takto definovaném prostředí. Třídy výrubu slouží jako základní definice způsobu zajištění výrubu a technologického postupu prací. Na základě interpretace výsledků IG průzkumu a s ohledem na plochu a tvar výrubu je úsek raženého tunelu zařazen do tří technologických tříd:

- Oblast ražených portálů a případných poruchových zón je zařazena do technologické třídy výrubu VI.
- Oblastí s větším podílem slabě zvětralých slínovců na čelbě jsou zařazeny do technologické třídy výrubu V.
- Procentuálně nejdelší část tunelu je zařazena do technologické třídy výrubu IV.

V každé třídě výrubu je přesně definován způsob členění čelby, tloušťka primárního ostění, počet a poloha sítí v primárním ostění, délka a typ kotev a schéma kotvení, typ výztužných oblouků, délka záběru v jednotlivých dílčích výrubech a limitní vzdálenosti čelby dílčích výrubů v podélném směru (případně okamžik uzavření ostění spodní klenbou). Hodnoty jsou přehledně uspořádány v tab. 1.

Nedílnou součástí navržené metody jsou geotechnická měření během ražby. Výsledky měření musí být okamžitě vyhodnocovány a správně interpretovány, aby mohly být zohledněny při dalším postupu ražby. Postupy definované technologickou třídou výrubu je možno v případě nutnosti dále korigovat (lokální zvýšení počtu kotev, úprava délky záběru apod.). Děje se tak na základě skutečně zastížených geologických podmínek a na základě geotechnických měření prováděných během ražby. Operativní návrh jednotlivých prvků zajištění výrubu je významným rysem NRTM a je jedním z předpokladů ekonomického provádění ražby. Proto je nutné výsledkům geotechnických měření a hlavně jejich správné interpretaci věnovat potřebnou pozornost.

because of the necessity of pumping, in the first place of technological water from spaces of the tunnel heading. With respect both to the minimum longitudinal gradient of the tunnel, i.e. 3 % , and to the expected occurrence of ground water in the massif, it does not represent, in comparison with the uphill driving, a significant complication (the gradient of 3 % is not sufficient to drain water from the heading in a natural slope not even at the uphill driving).

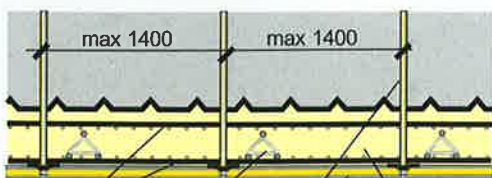
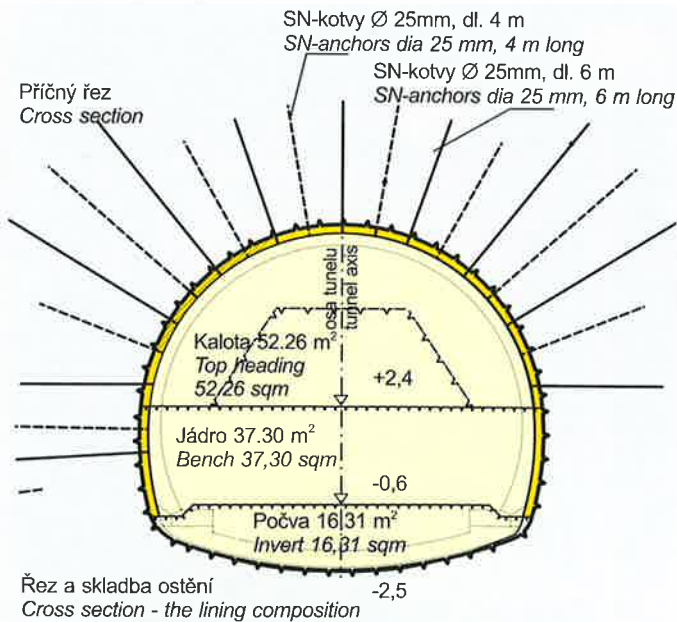
Concreting of the final lining is carried out after the whole tunnel has been excavated. Works go on again in the direction from the Děčín portal to the Prague one. A simultaneous performance of driving works and concreting of the final lining is not suitable with respect both to a small length of the tunnel and to the space arrangement. The designed sequence of works minimizes negative influences of the construction upon the community Vepřek. The technological process and kind of the stope support during the tunnel driving is defined by the technological excavation class.

6. TECHNOLOGICAL EXCAVATION CLASSES

The design of technological excavation classes is based on assumptions concerning the behaviour of a rock massif obtained through investigations, and it lays down a standard process of driving and securing of a stope in environment defined in such a way. Excavation classes serve as a basic definition of a kind how to secure a stope and technological process of works. On the interpretation basis of results of a geological investigation, and with respect to the area and shape of the stope, the section of the driven tunnel is classified in three technological classes:

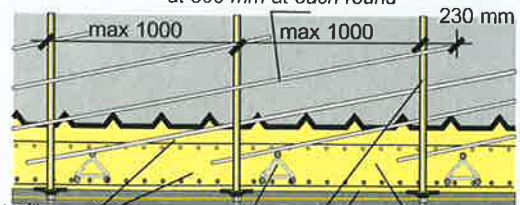
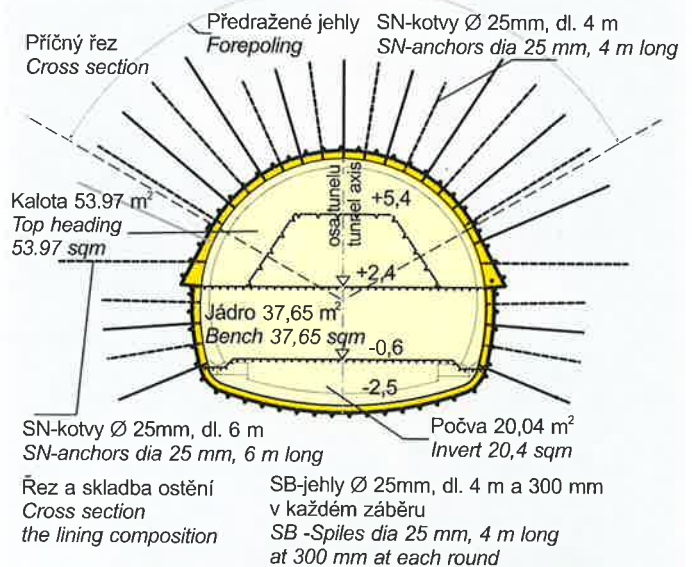
- The area of driven portals and fractured zones, if any, is classified in the technological excavation class VI.
- Areas with a larger share of a slightly weathered marlstone are classified in the technological excavation class V.
- In terms of percentage, the longest part of the tunnel is classified in the technological excavation class IV.

In every excavation class, there is precisely defined the method of the face sequencing, thickness of the primary lining, number and position of mesh layers in the primary lining, length and type of anchors and an anchoring pattern, type of reinforcing arches, length of one advance in individual partial headings, and the limit mutual distances of the partial headings in the longitudinal direction (or the moment of closing of the lining with an invert).



Ocelová síť
Steel mesh
Obloukové příhradové nosníky
Lattice arches
SN-kotvy Ø 25mm, dl. 4 m
SN-anchors dia 25 mm, 4 m long
Stříkaný beton tl. 200 mm
Shotcrete 200 mm thick
Podkladní vrstva izolace
Bedding layer under the insulation

Obr. 5/2 Třída výrubu V
Fig. 5/2 Excavation class V



Ocelová síť
Steel mesh
Obloukové příhradové nosníky
Lattice arches
SN-kotvy Ø 25mm, dl. 4 m
SN-anchors dia 25 mm, 4 m long
Stříkaný beton tl. 300 mm
Shotcrete 300 mm thick
Podkladní vrstva izolace
Bedding layer under the insulation

Obr. 5/3 Třída výrubu VI
Fig. 5/3 Excavation class VI

7. ZÁVĚR

Ražba tunelů technologií NRTM byla až dosud v České republice výhradní záležitostí silničních tunelů. Jako příklad je možno uvést třípruhový silniční tunel Hřebeč, pražskou radiálu v Brně nebo právě realizovaný tunel Mrázovka v Praze. Dvoukolejný železniční tunel na trati Kralupy – Vraňany je prvním tunelem v síti Českých drah raženým pomocí NRTM. V průběhu srpna roku 2000 proběhlo výběrové řízení na dodavatele stavby a o měsíc později již bylo provedeno předání staveniště jeho vítězi.

Technicko-ekonomická studie porovnání hloubené a ražené varianty tunelu ukázala, že všeobecně vžitý a často používaný argument, že budování raženého tunelu je vždy nejdražší možnou variantou, nemusí být vždy pravdivý. Potvrzení výsledků studie realizací dĚla by mohlo být signálem k většímu využití tunelových staveb prováděných technologií NRTM v podmínkách Českých drah. Rozsáhlý projekt výstavby železničních koridorů v České republice je pro to nejlepším předpokladem.

LITERATURA

- Podrobný geotechnický průzkum SO 30-20-01 Ražený tunel, ILF Consulting Engineers – Ing. Jiří Činka, červenec 1999.
- ČD-DDC Modernizace trati Kralupy nad Vltavou – Vraňany, Tunel v km 446,030 – 446,420, Statický výpočet primárního ostění – Ing. Jiří Hořejší, březen 2000.

All values are arranged in Tab. I. Geotechnical measurements during driving operations form an inseparable part of the designed method. The measurements results must be evaluated immediately and interpreted correctly that they may be taken into consideration during the further process of geological conditions and on the basis of geotechnical measurements during the driving work. The system of operational designing of individual elements supporting the slope is an important feature of the NATM and it is one of the assumptions of an economical driving performance. That is why it is necessary to pay the needed attention to results of geotechnical measurements and in the first place to their correct interpretation.

7. CONCLUSION

Driving tunnels by means of the NATM technique has been so far in the Czech Republic the exclusive matter of road tunnels. As an example there may be mentioned the three-lane road tunnel Hřebeč, the Prague radial motorway at Brno, or the Mrázovka tunnel in Prague, being under construction. The double-track railway tunnel on the railway line Kralupy – Vraňany is the first tunnel in the network of the Czech Railways driven by means of the NATM. In the course of August 2000 there took place a tender proceedings for a contractor of the construction, and, one month later, the building site was handed over to its winner.

The technical economical study, comparing the cut-and-cover variant and the driven one, proved that the generally and often used argument that a construction of a driven tunnel is always the most expensive option, need not be always right. The realisation of the work proved the results of the study which could be a signal for utilising tunnel constructions made by means of the NATM in conditions of the Czech Railways in a larger extent. An extensive project for constructing railway corridors in the Czech Republic is the best presumption.

BIBLIOGRAPHY

- The detailed geotechnical investigation SO 30-20-01 Driven Tunnel, ILF Consulting Engineers – Ing. Jiří Činka, July 1999.
- ČD-DDC Modernization of the railway line Kralupy nad Vltavou – Vraňany, Tunnel in km 446.030 to 446.420, Static calculation of the primary lining – Ing. Jiří Hořejší, March 2000.



Obr. 4 Vizualizace děčínského portálu
Fig. 4 Computer model of the Děčín portal

TAB. 1 TECHNOLOGICKÉ TŘÍDY VÝRUBU
TAB. 1 TECHNOLOGICAL EXCAVATION CLASSES

Popis Description	Třída výrubu IV. Excav. class IV	Třída výrubu V. Excav. class V	Třída výrubu VI. Excav. class VI
Členění čelby Face sequencing	horizontální: kalota - jádro - počva horizontal: top heading - bench - invert		
Úroveň dna kaloty Top heading floor level	+2,40 m nad úrovní temene kolejnice (dále jen TK) +2.40 m above the rail top (RT)		
Světlná výška kaloty / Top heading clearance	5,20 m	5,25 m	5,30 m
Plocha teoretického výrubu kaloty Theoretical top heading excavated area	51,4 m ²	52,3 m ²	54,0 m ²
Úroveň dna jádra / Bench floor level	0,60 m pod TK / 0.60 m below RT		
Výška jádra / Bench thickness	3,0 m		
Plocha teoretického výrubu jádra Theoretical bench excavated area	37,0 m ²	37,3 m ²	37,6 m ²
Úroveň dna počvy (vrchol spodní klenby) Invert floor level (lowest point)	-2,50 m pod TK -2.50 m below RT	-2,50 m pod TK -2.50 m below RT	-2,80 m pod TK -2.80 m below RT
Výška počvy / Invert thickness	1,9 m	1,9 m	2,2 m
Plocha teoretického výrubu počvy Theoretical invert excavated area	16,3 m ²	16,3 m ²	20,0 m ²
Tloušťka primárního ostění Primary lining thickness	200 mm	250 mm	300 mm
Sítě v primárním ostění Mesh in the primary lining	1 vrstva / 1 layer	2 vrstvy / 2 layers	2 vrstvy / 2 layers
Výška ramenátů primárního ostění Height of girders for the primary lining	100 mm	150 mm	150 mm
Kotvy SN délky / SN anchors length	4 m v kalotě 3 m v jádře 4 m for top heading 3 m for bench	4 m a 6 m v kalotě 4 m v jádře 4 m and 6 m top h. 4 m for bench	6 m v kalotě 6 m v jádře 6 m for top head. 6 m for bench
Délka záběru / Advance per round	2 m	1,4 m	0,7 m
Vzdálenost čelb dílčích výrubů Distance between the faces of partial headings	kalota - jádro top heading - bench	>100 m	max 60 m
	jádro - počva bench - invert	ražba před betonáží klenby def. ostění excavation before concrete operations for the vault of the final lining	ražba před betonáží klenby def. ostění excavation before concrete operations for the vault of the final lining
Prognóza výskytu dle IGP Prognosis on occurrence according to EGS	172 m	40 m	60 m
Poznámka / Note	V počvě není primární ostění No primary lining is in the invert	V počvě není primární ostění No primary lining is in the invert	Rozšíření patky kaloty. Jehlování v kalotě. Svahovaná čelba (čelbový klín) Widening of top heading footings. Forepoling in top heading. Sloped face (face wedge)

GEOLOGICKÁ PRŮZKUMNÁ ŠTOLA PRO BUDOUCÍ TUNEL „VALÍK“

GEOLOGICAL EXPLORATION GALLERY FOR THE FUTURE VALÍK TUNEL

ING. JIŘÍ SVOBODA, ING. JIŘÍ VESELÝ, PRAGOPROJEKT, a.s.
ING. KAREL NECHMAČ, ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC ČR

Tunel Valík je součástí projektované dálnice D5, stavby 0510 část 1 Ejpovice – Útušice, která řeší jižní obchvat města Plzně. Tato stavba je v centru pozornosti odborné i neobdobné veřejnosti především z hlediska přírodního a životního prostředí. Tunel Valík (délka 375 m) je významnou ekologickou stavbou. Je navrhován jako vrcholový se 2 tunelovými troubami šířky cca 14 m, celkové výšky cca 11,5 m, situovanými vedle sebe, bez horninového mezíplle. Toto uspořádání přináší významnou úsporu v celkovém rozsahu trvalých záborů pozemků, zejména v oblasti portálových předzářezů. Na druhé straně toto komplikované konstrukční řešení primárního i sekundárního ostění vyžaduje složitější a na geotechnické informace náročnější statické řešení.

Z geotechnického hlediska jde nepochybně o případ 3. geotechnické kategorie (požadavky ČSN 73 10 01 i Eurokodu 07), jehož řešení vyžaduje spolehlivou znalost místních geotechnických charakteristik i poměrů.

PRŮZKUMOVÁ ŠTOLA

Současně zpracovávaný projekt tunelu ke stavebnímu povolení vycházel ze Závěrečné zprávy o výsledku podrobného inženýrsko-geologického průzkumu dálnice D5 – stavba 0510 – tunel VALÍK, vypracované firmou IKE Praha v termínu březen 1996. Tato zpráva doporučuje vzhledem k inženýrsko-geologickým poměrům, velikosti tunelů a uvažované technologii NRTM realizovat v předstihu střední štolu, která bude mimo jiné sloužit k podrobné inženýrsko-geologické a technologické dokumentaci ražby s následnou interpolací na technologii ražení obou velkých profilů.

V prosinci r. 1999 Pragoprojekt zadal zpracování odborného posudku a vyjádření k navrhované průzkumné štolě tunelu Valík z hlediska jejího účelu, potřeby a využití pro vlastní realizaci tunelu prof. Ing. Josefu Aldortovi, DrSc., vedoucímu katedry geotechniky a podzemního stavitelství Fakulty stavební VŠB – TU Ostrava. Tento odborný posudek jednoznačně doporučuje realizovat průzkumnou štolu v předstihu, neboť další dodatečné informace o horninovém prostředí budou přímo využity pro optimální návrh tunelu. Průzkumná štola bude i významným příspěvkem ke zvýšení bezpečnosti prací prováděných hornickým způsobem.

EKOLOGICKÉ ASPEKTY STAVBY

Vrch Valík je z hlediska přírodního a životního prostředí význačný krajinnotvorný prvek. Zásahy do tohoto ekosystému jsou podrobně sledovány jak odbornou, tak i laickou veřejností včetně příslušných státních orgánů. Proto splnění ekologických požadavků bylo pro technický návrh a technologii výstavby štol rozhodující.

Při vlastní výstavbě přístupové komunikace, svážné a portálu štoly nebude pokácen žádný vzrostlý strom. Pro vlastní návrh svážné bylo vybráno území, kde je nyní průsek, který slouží pro ozdravný zásah do lesního porostu. Vlastní portál štoly je rozměrově minimalizován, zajištění boků předportálového zářezu je navrženo z kamenné rovnaniny v ocelových koších (gabiony).

PODMÍNKY PRO REALIZACI TECHNICKÝCH PRACÍ

Geologická štola bude realizována ve smyslu zákona č. 62/1988 Sb., o geologických pracích. Průzkumná činnost bude prováděna v oblasti vodáren-

The Valík tunnel forms part of the designed D5 motorway, Section 0510, Part I - Ejpovice - Útušice on the southern Plzeň bypass. This project is in the centre of attention of both professional and lay public primarily with reference to natural and living environment. The Valík tunnel (375 m long) is an important ecological project. It has been designed as a pass tunnel with two tunnel tubes approx. 14 m wide and approx. 11.5 m high, situated next to one another without any intermediate pillar. This design brings about significant economy of the overall scope of permanent land requisition, particularly in the area of approach cuttings. On the other hand its complicated design of primary and secondary lining necessitates a more complex structural design requiring more exacting geotechnical information. From the geotechnical point of view it is undoubtedly the case of the 3rd geotechnical category (requirements of CSN 73 1001 and Eurocode 07) the solution of which requires a reliable knowledge of local geotechnical characteristics and conditions.

EXPLORATION GALLERY

The Building Permit design in progress is based on the „Final Report on the Results of a Detailed Engineering-Geological Survey of D5 motorway - Section 0510 - VALIK Tunnel“ elaborated by IKE Praha in March 1996. With regard to engineering geological conditions, the size of the tunnel and the envisaged NRTM technology this report recommends the construction of an exploration gallery to serve, inter alia, also detailed engineering geological and technological driving documentation with subsequent interpolation to the driving technology of both major tunnels.

In 1999 Pragoprojekt commissioned the elaboration of an expert assessment and observations on the proposed exploration gallery for the Valík tunnel with particular reference to its purpose, necessity and use for the actual tunnel driving to Prof. Ing. Josef Aldort, DrSc., Head of the Department of Geotechnics and Underground Engineering of the Faculty of Civil Engineering, Technical University Ostrava. This expert assessment has recommended explicitly the construction of the exploratory gallery in advance, as the additional information on rock environment so obtained can be used directly for the optimum tunnel design. The exploratory gallery will be also an important contribution to the improvement of occupational safety of the works.

ECOLOGICAL ASPECT OF THE PROJECT

With reference to landscape and environment the Valík hill is a significant landscape-forming element. Any interference with this ecosystem is under detailed scrutiny of both professional and lay public as well as the respective state authorities. Therefore, the compliance with ecological requirements was decisive for the technical design and the technology of gallery construction.

The construction of access road haulage incline and portal will not require the felling of a single tree. The haulage incline will be located in an existing clearing serving the purposes of forest improvement. The portal will be of minimum dimensions, the sides of the approach cutting will be secured with walls of stones in steel baskets (gabions).

DRIVING CONDITIONS

The geological exploration gallery will be driven under the provisions of the Geological Act (Act No. 62/1988 CoL on Geological Works). The explorations

ského pásma II. stupně řeky Úhlavy, ze které město Plzeň bere pitnou vodu, a proto budou veškeré důlní vody v průběhu výstavby jímány a odváženy cisternami k čištění do čistírny v Plzni.

Veškeré plochy dotčené průzkumnou činností budou po skončení realizace a průzkumných prací rekultivovány, lesní plochy překryty zpětně lesní hrabankou, případně osázeny mladinou.

GEOLOGICKÉ A HYDROLOGICKÉ POMĚRY

Vrch Valík, který je situován asi 2 km SV od obce Štenovice a 2 km JZ od Černic, je z geologického hlediska tvořen algonickými fylitizovanými, slabě metamorfovanými, převážně prokřemenělými břidlicemi a ojediněle lydity (buližníky).

Tyto břidlice spadají do tzv. blovice-teplické série. Břidlice jsou velmi intenzivně rozpučány a místy jsou pukliny vyplněny černým slabě písčitém jílem. V některých vrtech byly zastiženy poruchy charakteru písčitých hlín s úlomky mateřské horniny. Tektonické porušení (resp. rozpučání) hornin v navrhované trase je místně značně proměnlivé. Podzemní voda má charakter puklinových vod. Při dlouhodobějších a vydatnějších srážkách může do štoly (tunelu) přitékat srážková voda.

PROJEKT TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ ZAJIŠŤOVACÍCH PRACÍ

• Průzkumná štola

Profil štoly je navržen s kruhovou klenbou a svislými stěnami ve třech velikostech a ve dvou vstrojovacích třídách. Největší profil (šířka 3,4 m, výška 3,6 m) je navržen v úseku budoucího raženého tunelu na dálnici; střední velikost štoly (šířka 2,7 m, výška 3,1 m) platí pro úvodní část štoly za portálem; nejmenší velikost štoly (šířka 2,2 m, výška 2,75 m) platí pro koncovou část štoly, která bude mezi koncem budoucí ražené části tunelu a větracím vrtem. Výstroj štoly tvoří stříkaný beton, ocelové sítě a kotvy BOLTEX-8. S ohledem na předpokládanou proměnlivost horninového prostředí bude rozpojování horniny prováděno mechanicky i trhacími pracemi.

Štola bude ražená, technologie je navržena na principu nové rakouské tunelovací metody postupným prováděním dílčích operací v jednotlivých záběrech v závislosti na geologických podmínkách. Výsledný profil byl optimalizován podle výsledků statického výpočtu a upraven s ohledem na tvar a velikost tunelového dálničního díla. V případě, že tunel nebude realizován, štola bude po skončení průzkumu zrušena a zcela vyplněna popílkobe-

will take place in a Grade II water supply zone of the river Úhlava serving as a potable water source for the city of Plzeň. For this reason all mine water will be intercepted in the course of construction and transported in truck cisterns to the waste water treatment plant in Plzeň.

All surfaces affected by exploratory works will be recultivated after the termination of the works; the forest areas will be covered with forest soil and/or planted with new vegetation.

GEOLOGICAL CONDITIONS

The Valík hill, situated about 2 km northeast of Štenovice about 2 km southwest of Černice, consists geologically of Algonkian phylliticized, slightly metamorphosed, and mostly quartzified shales with solitary lydites.

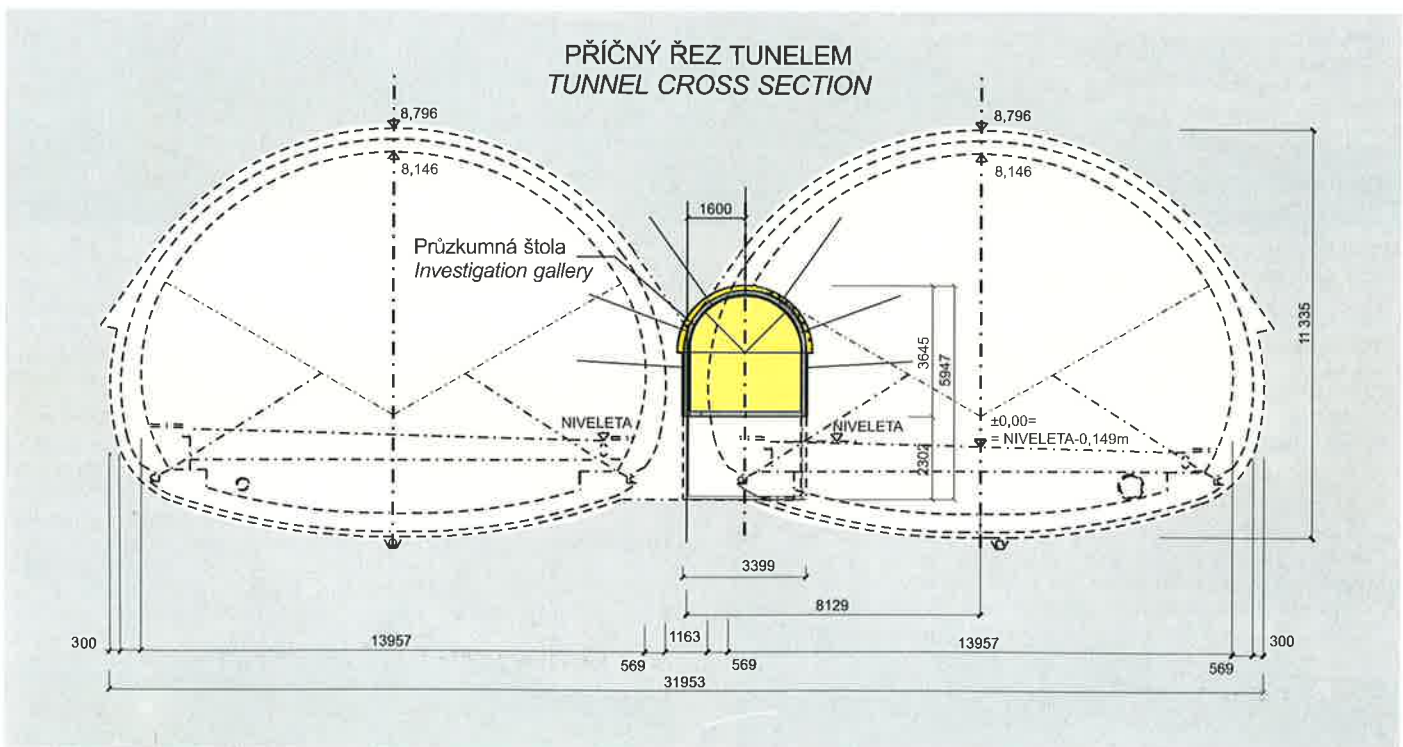
These shales form part of the so-called Blovice-Teplice series. They are intensively cracked, the cracks being filled with black, mildly sandy clay here and there. Some boreholes showed faults of sandy loams character with fragments of base rock. Tectonic faults (or cracks) of rocks in the proposed gallery alignment are considerably variable locally. Groundwater is of fissure water character. During long-term and intensive rainfall rain water may penetrate into the gallery.

TECHNICAL DESIGN OF SECURING WORKS

• Exploration Gallery

The exploration gallery has been designed with a circular vault and vertical walls in three sizes and two lining classes. The largest cross section (width 3.4 m, height 3.6 m) is designed in the section of the future motorway tunnel. The medium dimensions (width 2.7 m, height 3.1 m) will be applied to the initial gallery part beyond the portal, the smallest dimensions (width 2.2 m, height 2.75 m) to the terminal part of the gallery between the end of the future tunnel and the ventilation borehole. The gallery will be lined with concrete sprayed (gunnited) on wire mesh and BOLTEX-8 anchors. With reference to the assumed rock environment variability the rock will be disintegrated both mechanically and by blasting.

The gallery will be driven by the technology designed on the principle of the New Austrian Method in successive steps depending on geological conditions. The final cross section was optimized according to the results of structural analysis and modified with reference to the form and size of the definite motorway tunnel. Should the tunnel not be driven, the gallery will be abolished and completely filled with fly-ash concrete. The gallery will be provided with two ventilation boreholes (in the middle and at the end of the gallery) which will be used also in case of gallery abolition. The project com-



Obr. 1 Příčný řez tunelem
Fig. 1 Tunnel cross section

tonem. Součástí štoly jsou 2 větrací vrtvy (uprostřed a na konci díla), které budou eventuálně sloužit při případném rušení díla. Součástí je také dočasná panelová příjezdová vozovka včetně zpevněných ploch pro technická zařízení, svážná k portálu štoly a vlastní portál na úbočí vrcholu Valík.

• Výškové a směrové vedení štoly

V místech, kde bude průzkumná štola tvořit součást ražené části vlastního tunelu, je vedena souběžně (výškově i směrově) s osou dálnice. Trasování začátku a konce štoly je plně podřízeno ekologickému umístění portálu a koncového větracího vrtvu.

• Svážná

S ohledem na minimalizaci zásahu do lesního prostoru byla k portálu navržena svážná. Jedná se o uložení a ukotvení důlní drážky o rozchodu 450 mm po svahu stávajícího lesního terénu s minimálními úpravami povrchu. Svážná je přímá, délky cca 50 m, ve sklonu 20 % až 30 %. Součástí svážné je dopravní a pěší koridor zpevněný dřevěnými plošinami s protiskluznými latěmi, případně dřevěné schodiště.

Prostor portálu, svážné a zpevněná plocha pro stroje a zařízení u paty svážné jsou oploceny a v době nepřítomnosti pracovníků zhotovitele nepřetržitě hlídány bezpečnostní agénturou.

• Závěrem

Navrhovaná průzkumná štola je významným technickým opatřením, plnícím řadu funkcí s okamžitým i odloženým účinkem. Její potřebnost je ale bezprostředně vázána na současnou úroveň a spolehlivost poznání vlastností a charakteristik horninového prostředí v okolí tunelu.

Návrh přístupových komunikací, svážné i vlastního portálu štoly je proveden s maximálním ohledem na životní prostředí a respektuje všechny požadavky státních orgánů včetně majitele pozemků.

prises also a temporary approach road of precast concrete panels incl. the paved areas for technical facilities, the haulage incline leading to the gallery portal and the portal proper in the slope of the Valík hill.

• Horizontal and Vertical Alignment

Where the exploration gallery will form part of the actual tunnel, it proceeds parallelly (horizontally and vertically) with the motorway axis. The location of the beginning and the end of the gallery is fully subordinated to the ecological location of the portal and the ventilation borehole at the end of the gallery.

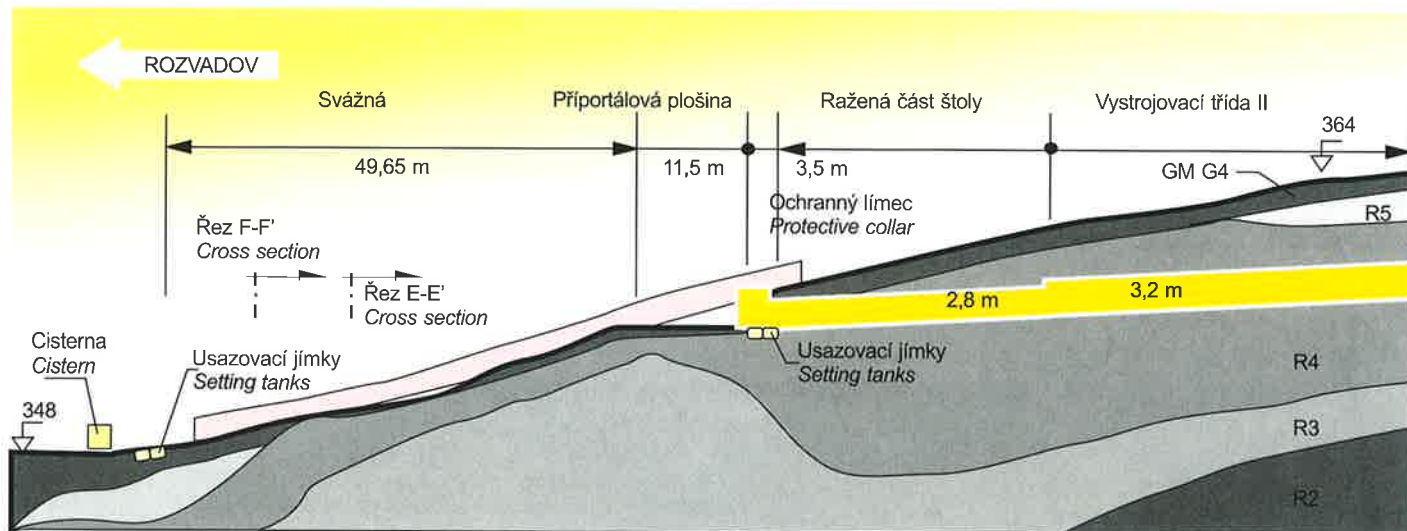
• Haulage Incline

To minimize interference with forest vegetation a haulage incline leading to the portal has been designed. It comprises the installation and anchorage of a 450 mm gauge field railway track on the surface of existing forest ground with minimum surface levelling. The railway is straight, about 50 m long, with a gradient of 20 % - 30 %. The haulage incline comprises also a vehicle and pedestrian corridor provided with wooden platforms with slip-resistant strips, possibly wooden stairs where required.

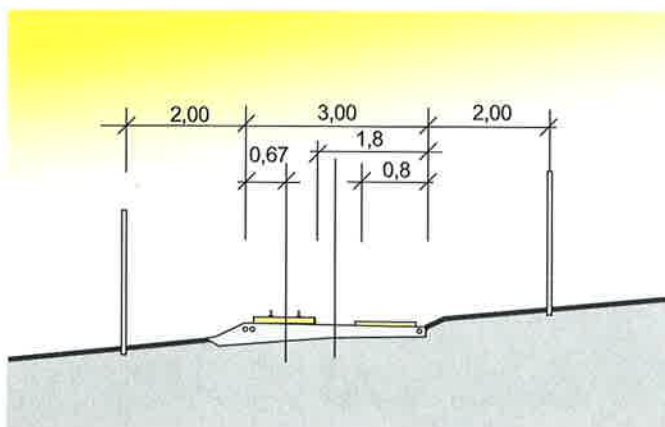
The area of the portal, haulage incline and paved surfaces for machines and plant at the foot of the incline are fenced off and will be guarded by a security agency during the absence of the contractor's staff.

• Conclusion

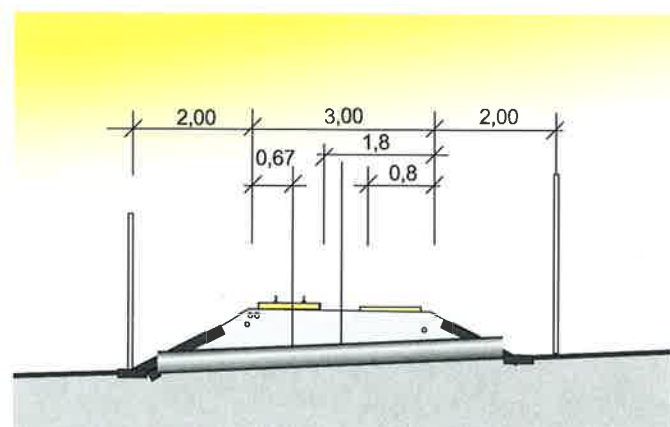
The proposed exploration gallery is an important technical measure, fulfilling a number of functions of immediate as well as delayed effect. However, its need is connected directly with the present standard and reliability of knowledge of the characteristics of the rock environment in the proximity of the tunnel. The design of approach roads, haulage incline and gallery portal takes maximally into account the environment and respects all requirements of state authorities and the land owner.



Obr. 2 Podélný profil
Fig. 2 Longitudinal section



Obr. 3 Příčný řez
Fig. 3 Cross section



Obr. 4 Příčný řez
Fig. 4 Cross section

VETRACIA ŠACHTA NA DIALNIČNOM TUNELI BRANISKO

VENTILATION SHAFT ON THE BRANISKO MOTORWAY TUNEL

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

ÚVOD

Reliéf terénu nad trasou diaľničného tunela Branisko umožňuje napojenie tunelových rúr s povrchom nehlbokou šachtou, situovanou približne v jeho strede. Prednosťou polopriečneho vetrania so šachtou, ktorou bude odsávaný znečistený vzduch z tunelových rúr je to, že vetrací systém pružnejšie reaguje v prípade požiaru. Vetracia šachta svojím spodným koncom vyúsťuje do priestoru medzi obidvoma tunelovými rúrami vo vzdialenosti 2 087 m od západného, resp. 2 735 m od východného portálu. Ohľbeň šachty je situovaná 1,6 km od vrcholu štátnej cesty na sedle Chvalabohu smerom ku východnému portálu v priestore s katastrálnym názvom Blatné vo vzdialenosti 60 m od štátnej cesty I / 18.

VSTUPNÉ ÚDAJE

Geologické pomery v blízkosti projektovanej osi šachty boli zistené prieskumným vrtnom. V mieste zarážkového bodu vetracej šachty povrch terénu tvorí hĺbka 6 m pod terénom nasadzuje zvetralá rula, ktorú od hĺbky 25 m nahrádza páskovaný migmatit, prechádzajúci od hĺbky 90 m do amfibolitov, siahajúcich až pod úroveň tunela. Výskyt puklín so sklonom prevažne do 30 stupňov bol zistený v úseku od 40 do 102 m. Vetracia šachta bude kruhového prierezu so svetlým priemerom 7,0 m, s plochou výlomu 56 m², hĺboká 123 m. V spodnej časti sa priemer šachty rozširuje zo 7,0 na 9,0 m. Prechodník má tvar šikmého homolého kužela a je ukončený prienikom do klenby spojovacej chodby, medzi južnou tunelovou rúrou a prieskumnou štôľňou, situovanou v trase severnej tunelovej rúry. Dno šachty je totožné s úrovňou pôdy spojovacej chodby.

Ostenie šachty má byť dvojplášťové s medzifahlou membránovou hydroizoláciou. Primárne ostenie bude budované z dna hĺbenia v pásoch zodpovedajúcich dĺžke záberu výlomových prác. Medzifahlá hydroizolácia a sekundárne ostenie budú zabudované vzostupným spôsobom až po dohlbení šachty na konečnú hĺbku. Po ukončení výstavby sa bude šachtou odvádzať znečistený vzduch z priestoru tunela cez spojovaciu chodbu na povrch zalesneného terénu.

MOŽNÉ TECHNOLOGICKÉ ÚDAJE

Tým, že šachta je sprístupnená tak zospodu z priestoru spojovacej chodby ako aj z ohľbne, možno ju raziť tak dovrchne, ako aj hĺbiť klasickým zostupným spôsobom zhora dolu. Pokiaľ je možno na ohľbeň šachty dopraviť, namontovať a energeticky napojiť veľkopriemerovú vrtiacu súpravu systémom RAISE BORING, ako aj zabezpečiť zdroj technologickej vody, ponúka sa ako najvýhodnejší variant zostupné hĺbenie s využitím veľkopriemerového vrtu na gravitačnú dopravu rúbaniny z hĺbenia (obr. 1).

TECHNOLÓGIA HĽBENIA VETRACEJ ŠACHTY

Hĺbenie vetracej šachty s využitím veľkopriemerového predvrtu je navrhnuté vrtno-trhacími prácami. Časť rúbaniny po odstrele sa zosype, časť sa do predvrtu odťaží pomocou drapákových nakladačov. Predvrtom sa okrem gravitačnej dopravy získajú nasledovné výhody:

- dôkladnejšie poznanie technologických vlastností horninového masívu po celej hĺbke šachty
 - jednoduchší spôsob meračského vytýčenia objektu
 - gravitačné odvodnenie pracoviska v šachte (odpadá čerpací systém pri hĺbení)
 - priebežné vetranie cez vrt (odpadá vetračkový fah separátneho vetrania pri hĺbení)
 - úspornejší a efektívnejší výlom horniny (predvrt nahrádza zálom)
 - gravitačná odťažba rúbaniny z dna šachty (odpadá ťažba rúbaniny smerom hore a vyklápacie zariadenie okovov na ohľbni)
- Časový efekt týchto výhod čiastočne znižuje doba potrebná na zriadenie predvrtu. Ak nastanú komplikácie počas realizácie predvrtu, celková doba

INTRODUCTION

Configuration of the terrain above the Branisko motorway tunnel's alignment enables the tunnel tubes to be connected with the surface by means of a not too deep shaft, situated approximately in the middle of the tunnel. The advantage of the semi-transverse ventilation with a shaft, which the polluted air from the tunnel tubes will be carried through, is a more flexible response of the ventilation system in the event of a tunnel fire. The ventilation shaft, through its bottom part, exits to the space between the two tunnel tubes, at the distance of 2,087 m from the west portal and 2,735 m from the east portal. The shaft mouth is situated 1.6 km from the summit of the state road at Chvalabohu col, in the direction towards the east portal, in Blatna cadastral area, 60 km from the I/18 state road.

INPUT INFORMATION

Geological conditions in the vicinity of the designed centre line of the shaft were determined by exploratory drilling. The surface layer at the shaft location consists of loam and loamy rock debris. Weathered gneiss begins to occur at the depth of 6 m under the surface. It is replaced by banded migmatite, turning to amphibolites from the depth of 90 m, reaching under the tunnel floor. Presence of cracks, dipping mostly at the angle of 30°, was determined within the section from 40 to 102 m.

The 123 m-deep ventilation shaft will have a circular cross section with the net diameter of 7.0 m, with the excavated area of 56 sqm. The diameter of the shaft is expanded from 7.0 to 9.0 m at its bottom part. The transition zone has a shape of an oblique, truncated cone. It terminates by an intersection with the arch of the interconnection adit, between the south tunnel tube and the exploratory gallery situated within the alignment of the north tunnel tube. The shaft bottom is identical with the floor of the interconnection adit. The lining of the shaft is to be of a double-pass type, with an intermediate waterproofing membrane. Primary lining will be erected from the bottom of the excavation, in rings corresponding to the advance per the excavation cycle. The intermediate waterproofing membrane and secondary lining will be installed upwards, after the shaft is excavated to the final depth. When the construction has been completed, the shaft will carry polluted air from the tunnel through the interconnecting adit to the surface of the forested terrain.

TECHNICAL OPTIONS AVAILABLE

As the shaft is accessible both from the bottom, i.e. from the interconnecting adit, and from the shaft mouth, it is possible to excavate it upwards or to sink it by a conventional way, i.e. downwards. If it is possible to transport, assemble and connect to a power source a large-profile raise boring rig, and to provide a source of service water, downward sinking suggests itself as the most advantageous, using a large-profile bore hole for gravity-based mucking (see Fig. 1).

THE VENTILATION SHAFT SINKING TECHNIQUE

For sinking of the ventilation shaft, the use of a large-diameter pre-formed borehole drill and blast technique will be applied. A part of the debris will fall down by itself after blasting, a part will be shifted to the hole by a grab loader. In addition to the gravity-based transportation mode, the use of the pre-formed borehole will furnish following advantages:

- better knowledge of technological properties of the rock mass along the whole depth of the shaft
- simpler manner of surveying for the structure
- gravity drainage of the working place in the shaft (no pumping system is necessary during excavation)
- continuous ventilation through the borehole (no ventilation ducting for separate ventilation is necessary during excavation)

hĺbenia šachty s predvrtom môže prevýšiť celkovú dobu hĺbenia šachty do plného profilu. Z tohoto dôvodu je potrebné zvlášť pozorne vyhodnotiť poznatky o horninovom prostredí, získané prieskumným vrtom.

Navrhnutý spôsob hĺbenia vetracej šachty možno stručne označiť ako postupné rozširovanie odťažbového predvrtu s paralelným budovaním primárneho ostenia a následným dovrchným paralelným budovaním membránovej hydroizolácie a sekundárneho ostenia (obr. 2).

ORGANIZÁCIA A POSTUP PRÁČ

Navrhnutý spôsob hĺbenia vyžaduje zriadiť dve samostatné základne. Hlavná základňa je situovaná na povrchu v oblasti ohľbne šachty. Tu je umiestnená podstatná časť hĺbiaceho zariadenia, najmä ťažné zariadenie pre vertikálnu dopravu na lane a prípojky jednotlivých medií. Pomocná základňa je situovaná v podzemí v priestore spojovacej chodby. Tu sú umiestnené len zariadenia pre nakladanie a odvoz rúbaniny z rozširovania predvrtu. Postupnosť prác, vykonávaných na týchto základniach v súvislosti s ich zriadením, prevádzkou a likvidáciou, je nasledovná:

Základňa na povrchu: hrubé terénne úpravy, prípojka elektrickej energie, vnútroštaveniskové panelové cesty, skladové hospodárstvo, kompresorňa, dočasná ohľbňa šachty, odťažbový predvrt, monitoring stien predvrtu (a prípadné spevnenie výlomu striekaným betónom), hrubá montáž hĺbiaceho zariadenia a pomocných vrátkov, zaústenie šachty, skompletovanie hĺbiaceho zariadenia, povolenie prevádzky dopravného zariadenia a jazdy ľudí na ňom, hĺbenie jamy v primárnom ostení, úpravy hĺbiaceho zariadenia, budovanie membránovej hydroizolácie a sekundárneho ostenia, zriadenie pevnej uzatváracie povaly pod ohľbňou, demontáž hĺbiaceho zariadenia a pomocných vrátkov, odstránenie dočasnej ohľbne šachty a ostatných betónových základov, demontáž a odvoz ostatných prvkov zariadenia staveniska.

Základňa v podzemí: presypná stanica rúbaniny (rozšírenie odbočky do prieskumnej štôľne), odberná komora rúbaniny (pribierka stropu spojovacej chodby v prieniku s predvrtom), odoberanie rúbaniny prepravňovým nakladačom zo skládky v odbernej komore a jej sypanie do kofajových vozov v presypnej stanici, úpravy pracovnej povaly pre budovanie hydroizolácie a sekundárneho ostenia, demontáž a odvoz pracovnej povaly po uzatvorení šachty pod ohľbňou.

Uzlovým bodom pre plynulý postup prác je zriadenie podzemnej základne najneskoršie pred začatím úpadného vrtania pilotného vrtu z ohľbne šachty.

POPIS NIEKTORÝCH ČINNOSTÍ

Odťažbový predvrt – komínovacia vrtná súprava počas vrtania je ukotvená do betónovej deliacej priečky základov dočasnej ohľbne jamy.

Takéto atypické usporiadanie so zriadením dočasnej ohľbne v predstihu je výhodné najmä z nasledovných dôvodov:

- výkopovými prácami pre zriadenie dočasnej ohľbne sa odstráni podvrchová hlina a sute, nevhodné na vrtanie
- priestor dočasnej ohľbne možno využiť na umiestnenie výplachového hospodárstva komínovacej súpravy

Pri úpadnom vrtaní pilotného vrtu je potrebné straty výplachu filtráciou do masívu priebežne sledovať porovnávaním prietochných množstiev výplachu na vstupe a výstupe z vrtu.

Rýchlejší rast straty výplachu je treba odborne posúdiť ešte v priebehu vrtania vodiaceho vrtu, najmä z hľadiska stability nevystužených stien hotového vrtu počas odťažby rúbaniny z hĺbenia jamy.

Dovrchné rozširovanie predvrtu je potrebné ukončiť v primeranej vzdialenosti pod dnom dočasnej ohľbne jamy a tým vytvorí ochranný celik pre bezpečný výkon ďalších prác na dne dočasnej ohľbne jamy.

Demontáž rozširovacej hlavy z vrtného sútyčia sa vykoná na počve odbernej komory základne v podzemí.

Po demontáži komínovacej súpravy sa vykoná monitoring stien technologického predvrtu prostredníctvom videokamery. Výsledky prvotného záznamu budú použité najmä ako porovnávací etalón ďalších kontrol, z ktorých prvá sa vykoná rovnakým spôsobom po ukončení zahľbovania jamy.

Ochranný celik pod dnom dočasnej ohľbne jamy bude zlikvidovaný trhacími prácami pri výlome prvého záberu pri zahľbovaní jamy.

Fáranie osádky – počas zaúšťovania je pracovisko prístupné po zvislých rebríkoch. Po skompletovaní hĺbiaceho zariadenia a povolení prevádzky na dopravné zariadení, toto bude slúžiť aj pre jazdu ľudí v okove.

Doprava bremien – počas zaúšťovania šachty sú bremená dopravované do šachty prostredníctvom autožeriavu, vhodne pristavenému ku ohľbni šachty. Po skompletovaní hĺbiaceho zariadenia a povolení prevádzky na dopravné zariadení sa žeriav ďalej nebude používať.

Vrty pre trhacie práce – počas zaúšťovania šachty budú vrtané ručnými vrtačmi kladivami, po skompletovaní hĺbiaceho zariadenia sa nasadí štvorlafaťová vrtač súprava.

Vrty pre svorníky a kotvy – použije sa iný typ vrtačieho zariadenia, ktoré bude použité aj v oblasti prechodníka, aj na vrtanie dier pre výkon trhacích prác.

Manipulácia s rúbaninou – časť rúbaniny, ktorá zostane po trhacích prácach na dne jamy, bude drapákovými nakladačmi presypávaná cez ráztrubu uzáveru predvrtu do predvrtu.

Striekaný betón – zariadenie pozostáva zo zostavy 2 ks súprav na striekajúci betón suchou cestou, zásobníka suchej zmesi a dávkovača urýchľovača tvrdnutia striekaného betónu umiestneného na ohľbni šachty.

- more economical and more efficient rock breaking (a cut is replaced by the borehole)

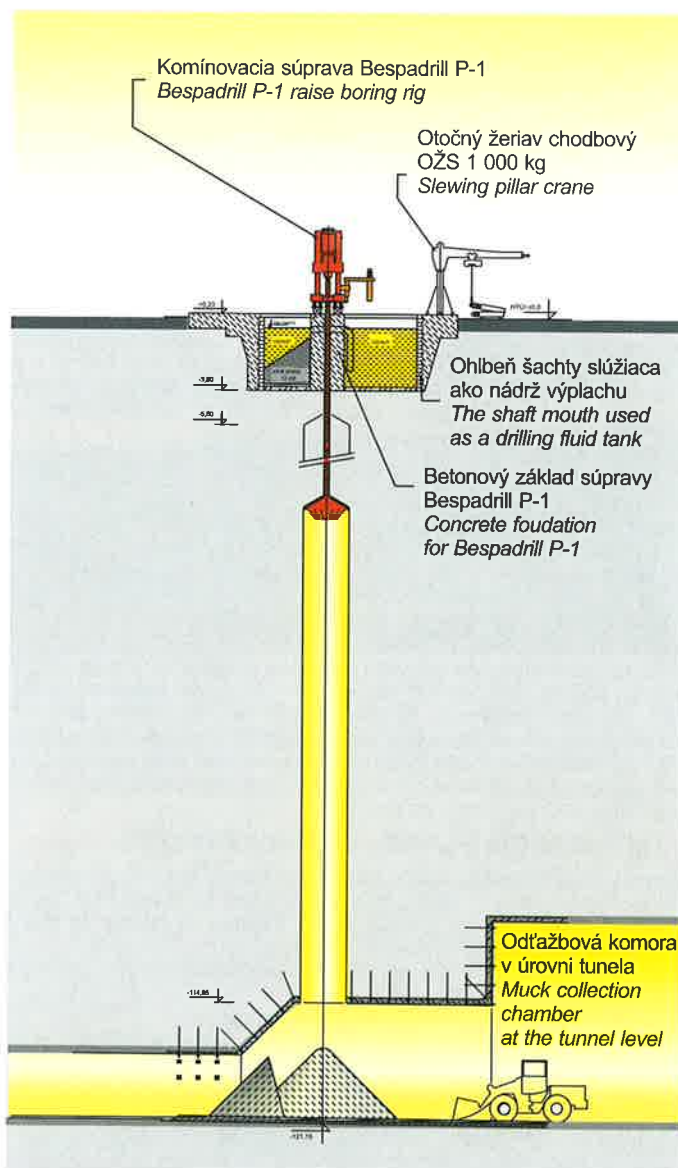
- gravity spoil removal from the shaft bottom (lifting of the debris upwards through the shaft is not necessary, nor a facility for tipping a sinking bucket at the shaft mouth)

The time effect of these advantages is partially reduced due to the time necessary for execution of the pre-formed borehole. If complications occur in the course of the work on the pre-formed borehole, the total time of sinking the shaft with the borehole can exceed the total time of sinking the shaft without it. For that reason, the information on the rock environment gained by the exploratory borehole must be assessed particularly carefully.

The proposed technique of sinking the ventilation shaft can be briefly classified as downward widening of a pre-formed borehole, followed by upward parallel installation of waterproofing membrane and secondary lining (see Fig. 2).

ORGANISATION OF THE WORK AND THE WORKING PROCESS

The proposed sinking technique requires establishment of two independent bases. The main base is situated at the surface level, in the area of the shaft mouth. This is the place where the essential part of the sinking facilities is located, i.e. the hoisting plant for vertical rope haulage and connections of individual media above all. An auxiliary base is situated underground, in the area of the interconnecting adit. This place houses equipment for loading and removal of the spoil originating from the widening of the pre-formed borehole. The sequence of the works performed at the above mentioned bases regarding their establishment, operation and removal is as follows:



Obr. 1 Predvrt vetracej šachty

Fig. 1 Pre-formed borehole for the ventilation shaft

POPIS ČASTÍ HLBIACEHO ZARIADENIA

Hĺbiaca veža – kozlíkoveho typu s dvoma zvislými bočnými stenami sa postaví na štyri samostatné základové pätky. Výška veže je navrhnutá tak, aby umožnila zriadiť nad ohľbnou šachty odstavňový priestor pre štvorlafetovú vrtaciu súpravu. Taktiež musí umožniť dodatočné vloženie atypického vyklápacieho zariadenia so samovyklápaním okovov pre odvoz rúbanky v kontajneroch (náhradné riešenie pre prípad nepredvídaného znefunkčenia odlašbového predvrtu). Laná všetkých vrátkov budú vedené cez lanovnice, uložené nad korunou veže. Tu bude podvesená aj pojazďová dráha elektrického kladkostroja pre zavesenie vrtacej súpravy v odstavňovej polohe.

Ochranná povala na ohľbni – osadí sa až po zaistení šachty. Otvory pre prejazd okovu a vrtacej súpravy budú vybavené dvojkrídlovými poklopmi s motorickým ovládaním. Na túto povalu sa uloží aj konštrukcia s plošinami pre prehliadky a údržbu vrtacej súpravy.

Dopravné zariadenie – základným prvkom je jednočinný ťažný stroj, umiestnený v mobilnej strojojní. Elektročasť ovládania asynchrónneho motora je umiestnená v mobilnom energobloku. Ako dopravná nádoba sa použije okov s obsahom 1,0 m³, vedený saňami na dvoch vodičiacich lanách. Návestné zariadenie môže byť lankové, v obvyklom vyhotovení.

Povalové a pomocné vraty – sa umiestnia pred čelnou a za zadnou stenou hĺbiacej veže. Ich rozmiesnenie umožňuje voľný prístup k prejazdnému otvoru okovu cez povalu na ohľbni.

Dočasný výstroj šachty – základným prvkom výstroja sú jednotlivé oceľové nosníky, kotvené cez primárne ostenie do horniny krátkymi svorníkmi. K nim sú uchytené zvislé rebríky únikovej cesty, potrubné rozvody a káble.

Pojazdná pracovná povala – je zavesená na lanách na dvoch povalových vratoch. Obidve závesné laná sú nad povalou rozvetvené. Súčasťou pracovnej povaly sú samostatné ráztruby pre prejazd okovu, vrtacej súpravy a pohyblivých koncoviek potrubných rozvodov. Ďalej k vybaveniu povaly patria

The surface base: general surface cutting, connection of a power line, panel-paved site roads, a storage facility, a compressor station, a temporary shaft pit, the pre-formed borehole for mucking, monitoring of the walls of the pre-formed borehole (and support of the opening by shotcrete if necessary), rough assembly of the shaft sinking plant (hoisting plant, platforms, raise borer etc.) and auxiliary winches, full-profile pre-excitation of the shaft top, completion of the shaft sinking plant assembly, obtaining the permit for operation of the hoisting plant including its utilisation for transport of people, sinking of the shaft together with primary lining, modifications to the sinking plant, installation of waterproofing membrane and secondary lining, construction of a fixable closing platform (a plug) under the shaft mouth level, dismantling of the sinking plant and auxiliary winches, removal of the temporary shaft mouth facility and other concrete foundations, dismantling and removal of the other elements of the site facility.

The underground base - the station for transloading muck (widening of the branch adit leading to the exploratory adit), the muck collection chamber (breaking of the top of the interconnecting adit at its intersection with the pre-formed mucking borehole), loading the muck from the stockpile in the collection chamber by a front loader and discharging it to rail-mounted muck cars at the transloading station, modifications to the working platform for installation of watertight insulation and secondary lining, dismantling and removal of the working platform after the closure of the shaft under the shaft mouth level.

The crucial point for a continual progress of the work is establishment of the underground base at the latest before the beginning of the downward blind boring of the pilot borehole from the shaft mouth.

DESCRIPTION OF PARTICULAR ACTIONS

The pre-formed mucking borehole - the raise borer is anchored to a concrete separation foundation wall, forming a part of the temporary shaft mouth.

Such an atypical arrangement consisting in an advance creation of a temporary shaft mouth is advantageous, for the following reasons above all:

- subsurface loams and debris, unsuitable for drilling, are removed by the excavation work for creation of the temporary shaft mouth
- the space inside the temporary shaft mouth can be used for installation of the slurry treatment plant needed for the raise borer

At downward blind boring of the pilot borehole, it is necessary to monitor continually the loss of drilling fluid caused by infiltration into the rock mass by comparing flow volumes entering and exiting the bore hole.

A more rapid increase in the loss of fluid must be assessed professionally when the pilot bore hole drilling progresses, with respect, above all, to stability of unsupported walls of the completed borehole in the time period during which the debris originating from the shaft excavation are loaded.

Back reaming of the pilot bore hole must be stopped at a reasonable distance under the bottom of the temporary platform, thus forming a protective untouched zone for safe execution of other work at the bottom of the temporary platform.

Disconnection of the reaming bit from the string of rods is performed at the bottom of the muck collection chamber of the underground base.

When the raise boring rig is dismantled, monitoring of the walls of the technological predrilled hole is performed by a video camera. Results of the first record will be used as a standard measure for further checks, the fist of which will be carried out in the same manner after completion of the full-profile pre-excitation of the shaft top.

The protective untouched zone under the bottom of the temporary platform will be removed by drill and blast work during execution of the first round of the shaft top pre-excitation.

Mining crew climbing/riding down the shaft - for the time of the shaft top pre-excitation, the working place is accessible via vertical ladders. When the shaft sinking plant is complete and operation of the hoisting plant permitted, the hoisting plant will be used for transport of people in the bucket too.

Transport of loads - for the time of the shaft top pre-excitation, loads are lowered to the shaft by a truck crane, appropriately positioned at the edge of the shaft mouth. When the sinking plant is complete and operation of the hoisting plant permitted, the crane will not be used any more.

Drilling for blasting - for the time of the shaft top pre-excitation, drilling will be done by hand-held drills. When the shaft sinking plant is complete, a four-boom drill rig will be deployed.

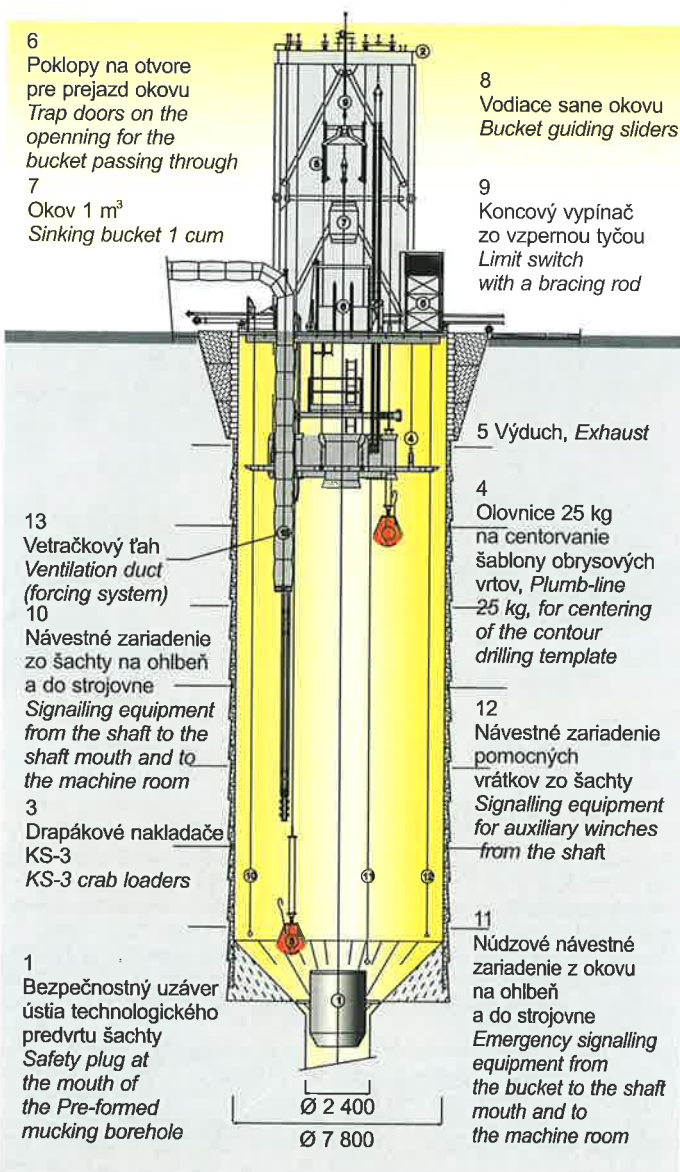
Drilling for rock bolts and anchors - another type of the drilling equipment will be used, which will be utilised both at the transition zone and at drilling for blasting.

Muck handling - the part of the muck which remains at the shaft bottom after blasting will be dropped by a grab to the pre-formed borehole (through a tubular gate installed at the top of the borehole).

Shotcrete - the equipment consists of a set of two dry-mix shotcrete pumps, a dry-mix storage bin and an accelerator additive dosing unit, placed at the shaft mouth.

DESCRIPTION OF THE SHAFT SINKING PLANT COMPONENTS

Hoisting tower - of a gantry type, with two vertical side walls. It will be erected on four independent foundation pads. The height of the tower is



Obr. 2 Hĺbenie šachty v primárnej výstuži
Fig. 2 The shaft sinking under primary lining

vodiace lišty s centračnými skrutkami, lanový rebrík pre núdzové fáranie pod úrovňou povaly a tiež prechodky pre samonosný kábel svietidla a závesné laná drapákových nakladačov.

Uzáver predvrtu – je to oceľová konštrukcia, zamedzujúca nekontrolovaný pád predmetov a ľudí z dna šachty do odťažbového predvrtu. Uzáver je trvale zasunutý do ústia predvrtu, s výnimkou odpalu náloží a ovetrania šachty po trhacích prácach, kedy je vyťahnutý lanom pomocného vratu do bezpečnej výšky nad dno hĺbenia. Do ústia vrtu je zasunutý ešte pred vyštúpením osádky z okovu.

OSTATNÉ PODMIENKY

V súlade so Zákonom SNR č. 51 / 1988 Zb. v znení Zákona SNR č. 499 / 1991 Zb. je potrebné označiť zriadenie vetracej šachty pre diaľničný tunel Branisko ako činnosť vykonávanú banským spôsobom.

Koncepcia návrhu hĺbiaceho zariadenia pre vetraciu šachtu diaľničného tunela Branisko spĺňa dotknuté požiadavky a ustanovenia Úpravy SBÚ č. 5 / 1983 a Úpravy SBÚ č. 55 / 1986.

Hĺbenie šácht je najťažšia partia v sortimente objektov podzemného stavebníctva. V povojnovom období sa na území SR vyhlbilo viac ako 60 šácht takmer výlučne pre potreby ťažobného priemyslu. V tomto sortimente mali Banské stavby Prievidza výlučný monopol. V terajšom období útlmového procesu ťažobného priemyslu sa už niekoľko rokov nehĺbia žiadne šachty. Vetracia šachta Branisko je dobrou príležitosťou pre hľbičov Banských stavieb preukázať svoju jedinečnú kvalifikáciu.

designed in such a manner, which allows creation of a lay-by space above the shaft mouth for the four-boom drill rig. Also it must allow an additional installation of an atypical tipping equipment with a sinking bucket self-tipping capacity for removal of the muck in containers (an alternate solution in the case of an unpredictable loss of the function of the pre-formed borehole). All ropes of the winches will be routed via rope sheaves, fixed above the crown of the tower. A crab track for an electrical hoisting tackle, serving for hanging of the drill rig at the lay-by position, will be installed at the same place.

Protective platform at the shaft mouth – it will be installed only after the full-profile pre-excitation of the shaft top. Openings for passing of the bucket and the drill rig will be equipped by motor-operated double-wing trap doors. Also the structure with platforms for inspection and maintenance of the drill rig will be placed on this platform.

Hoisting machine – its basic element is a direct-acting hoist installed in a mobile machine room. The electric part of the asynchronous motor control is located in a mobile power block. A 1.0 cu m bucket guided by sliders along two guiding ropes. The signalling facility can be of a stranded wire type, of a customary design.

Shaft mouth and subsidiary winches – they are located in front of the front wall and behind the rear wall of the hoisting tower. Their position enables a free access to the opening in the platform at the shaft mouth where the bucket passes through.

Temporary support of the shaft – the basic element of the support consists in



Obr. 3 Situácia povrchovej základne šachty v štádiu predvrtávania súpravou BESPADRILL

Fig. 3 Ground plan of the shaft surface base in the stage of pre-boring by the BESPADRILL drill rig

individual steel frames anchored through primary lining to the rock by means of short rock bolts. Vertical ladders used as an escape route, piping and cables are fixed to the bolts.

Hoisting platform – it is suspended on ropes, on two winches. Both suspension ropes are branched off above the platform. As a part of the working platform, there are independent openings for passing of the bucket, the drill rig and of moving distribution pipes terminals. Further, the equipment of the shaft mouth consists of guide bars with register screws, a rope ladder for emergency climbing down the shaft under the shaft mouth level, and also bushings for the self-supporting lamp cable and suspension cables of grabs.

Pre-formed mucking borehole plug (platform) – this is a matter of a steel structure preventing objects and people from uncontrolled falling from the bottom of the shaft to the pre-formed borehole. The plug is permanently stuck into the mouth of the borehole, excepting the time of blasting and evacuation of blasting fumes from the shaft, when it is pulled out by the subsidiary winch up to a safe height above the bottom of the excavation. It is inserted into the borehole before the mining crew gets out of the bucket.

OTHER CONDITIONS

According to the Law of the SNR (the Slovak National Council) No. 51 / 1988 Coll., in the tenor of the Law of the SNR No. 499 / 1991 Coll., it is necessary to categorise the construction of the ventilation shaft for the Branisko motorway tunnel as a work carried out by mining way.

The conception of the sinking plant designed for the ventilation shaft of the Branisko motorway tunnel meets the requirements and provisions of the Decree of the SBÚ (the Slovak Mining Authority) No. 5/1983 and the Decree of the SBÚ No. 55/1986.

Shafts sinking represents the most difficult part within the range of underground construction objects in terms of technological equipment and techniques. In the post-war era over 60 shafts were sunk in the Slovak Republic, nearly exclusively for the needs of the mining industry. Banské Stavby Prievidza had an exclusive monopoly within this sort of construction. Nowadays, in the time of the process of a check being put on the mining industry, no shafts have been sunk for several years. The Branisko ventilation shaft provides a good opportunity for the miners of Banské Stavby to prove their unrivalled qualification.

VÝSTAVBA ŽELEZNIČNÉHO TUNELA STANJEVCI VE SLOVINSKU

CONSTRUCTION OF THE STANJEVCI TUNNEL IN SLOVENIA

ING. MILAN CAGÁŇ, RUDOLF DENGO, BANSKÉ STAVBY, a. s., PRIEVIDZA

1. ÚVOD

BANSKÉ STAVBY, a. s., získala zákazku na pre podnik dovtedy neznámom teritóriu v Slovinskej republike, o ktorej je všeobecne známe, že patrí medzi hospodársky najrozvinutejšie štáty bývalej Juhoslovanskej zväzovej republiky. Prostredníctvom svojej dcérskej spoločnosti BANSKÉ STAVBY, s. r. o., Spišská Nová Ves, realizoval materský podnik výstavbu železničného tunela Stanjevci, neďaleko okresného mesta Murska Sobota a známych termálnych kúpeľov Moravske Toplice. Tunel Stanjevci je súčasťou projektu novobudovanej železničnej trate, spájajúcej Slovinsko s Maďarskom cez hraničný prechod Hodoš.

Projekt razenia galérie a tunela vypracovala firma IRGO CONSULTING, d. o. o. Pôvodný projekt však bolo potrebné upraviť vzhľadom na zmeny očakávaných geologických podmienok (hlavne nepredvídané prútoky podzemných vôd).

BANSKÉ STAVBY pracovali ako subdodávateľ pre najväčšiu slovinskú stavebnú firmu SCT, d. d., cestní program, Ljubljana, divízia Tunely. Dodávateľom kompletných geologických prác bola slovinská firma Geoinžiniring d. o. o. Portál zo severnej strany a časť severnej galérie zhotovila iná veľká slovinská stavebná firma – Primorje, d. d.

2. IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE O STAVBE

Projektovaná dĺžka:	Južná galéria 180 m Severná galéria 120 m Tunel 325 m
Geológia:	piesky, íly, tekuté piesky
Výškové a smerové vedenie diela:	Tunel s miernym pravotočivým zakrivením so stúpaním 0,96 % z južnej strany
Začatie prác:	12. 11. 1999
Ukončenie prác:	15. 08. 2000

3. RAZENIE GALÉRIE

Tunel prechádza popod nezvyčajne nízky pahorok. Dôvodom pre rozhodnutie použiť na prechod týmto pahorkom razený tunel boli geologické podmienky. Sami sme sa o tom presvedčili pri prvých daždoch, keď sa odokryté nespúšané svahy s miernym úklonom dali po zmáčaní do pohybu a začali ohrozovať stabilitu blízkej vozovky, ktorá je paralelná s trasou tunela. Svahy bolo potrebné očistiť od porastov z dôvodu prípravy južnej galérie na razenie. Ihneď po ukončení tejto operácie boli zavezené vyťaženou horninou, aby stabilizovali svah.

Razenie tunela podľa technologického projektu bolo rozdelené do viacerých častí:

- vyrazenie južnej galérie v dĺžke 180 m s následnými betonárskymi prácami na definitívnom ostení
- vyrazenie kaloty tunela v celej dĺžke 325 m
- razenie stupňa s malým odstupom, razenie protiklenby s následnou betonážou protiklenby a základových pásov pre debnenie
- razenie severnej galérie, ktoré vykonávala domáca firma PRIMORJE, d. d., Ajdovčina

Samotná galéria pozostávala z betónového armovaného stropu hrúbky 1 m a boky steny z armovaných betónových pilotov hrúbky 1,25 m a dĺžky 14 m. Vzdialenosť pilotov medzi sebou sa pohybovala od 0,8 po 1,2 m.

1. INTRODUCTION

BANSKE STAVBY, a. s., Prievdza won the contract to be realised in Slovenia, a territory unknown to this company till then, although generally recognised as one of the most developed states of the former Yugoslavian Federal Republic. The mother company built the Stanjevci railway tunnel nearby Murska Sobota regional town, and Moravske Toplice, a well-known thermal baths, using its daughter, BANSKE STAVBY, s. r. o., Spisska Nova Ves. The Stanjevci tunnel is a part of a project of a newly built railway line linking Slovenia with Hungary via the Hodos border crossing.

The design of the gallery and the tunnel drive was developed by IRGO CONSULTING, d. o. o. Although the original design had to be modified with respect to changes in anticipated geological conditions (unpredicted inflows of ground water above all).

BANSKE STAVBY acted as a sub-contractor for the largest Slovenian building contractor SCT, d. d., Cestni Program, Ljubljana, Tunnelling Division. Slovenian company Geoinzeniring, d. o. o. provided the complete geological work. The north portal and a part of the north gallery was built by another Slovenian building contractor, Primorje, d. d.

2. IDENTIFICATION DATA OF THE CONSTRUCTION

Designed length	South gallery 180m North gallery 120m Tunnel 325m
Geology	sands, clays, quicksand
Line and level conditions	a tunnel in a moderate right-handed curve, ascending at a gradient of 0.96% from south
The works beginning:	12/11/1999
The works completion:	15/08/2000

3. THE GALLERY DRIVING

The tunnel passes under an unusually low hill. Geological conditions were the reason why it was decided that the hill would be passed by a driven tunnel. We also had the opportunity to convince ourselves at first rainfalls, when the exposed, unconsolidated moderate slopes started moving when getting wet, and became a threat to the stability of a nearby road, which runs parallel with the tunnel alignment. It was necessary to clear brushwood from the slopes for preparation of the south gallery driving. Just after completion of this operation, the slopes were covered by excavated rock debris to be made stable.

The tunnel drive was divided into the following several parts by the technical design:

- excavation of the south gallery in the length of 180 m, followed by concrete work on the final lining
- top heading excavation along the whole length of 325 m
- bench excavation at a short distance, invert excavation followed by concreting of the invert and footings for the formwork
- excavation of the north gallery, performed by a locally-based company PRIMORJE, d. d., Ajdovscina

The gallery proper consisted of an 1m-thick reinforced concrete roof deck and walls created by 1.25 m-thick and 14 m-long reinforced concrete piles. The distance between the piles varied from 0.8 to 1.2 m. The excavation was 10.5 m high and 12 m wide. The work package consisted of disintegration and removal of the rock, followed by installation of drainage, steel mesh and application of a 25 cm-thick shotcrete layer. The gallery invert was formed by a main drainage duct, which was located at the

Výška výkopu 10,5 m, šířka 12 m. Súbór prác pozostával z rozpojovania a odvozu horniny, s následným zabudovaním drenáže, založením ocefovej mrežoviny a zastrekaním 25 cm vrstvou betónu. Dno galérie tvoril hlavný odvodňovací kanál, ktorý šiel stredom, kde boli zabudované betónové rúry vnútorného priemeru 40 cm, po stranách boli zabudované plastové, čiastočne perforované rúry Ø 250 mm. Potom bolo dno potiahnuté 10 cm vrstvou podkladového betónu, na ktorý bola položená ocefová výstuž (armatúra), a tá bola zaliata ešte 50 cm vrstvou betónu B - 30. Celá galéria bola rozdelená do 12 blokov a do jedného bloku išlo zhruba 8 ton armatúry.

S raziacími prácami sa začalo 12. 11. 1999.

Nakolko výška výkopu bola 10,5 m a celý úsek sa nachádzal v nekompaktných a zvodných horninách, pristúpilo sa k razeniu v dvoch etážach. Prvá etáž mala výšku 6 m a druhá 4,5 m. Po vyrazení 40 m v plnej výške sa hneď pristúpilo k betonáži dna, aby sa zaistila stabilita pilotov a vstupnej časti galérie. Potom už pokračovalo razenie len prvej etáže už so spomenutým zabudovaním drenáže a striekaním medzi pilotmi až po pilotnú stenu, ktorá ohraničovala koniec galérie a začiatok tunela. Tu sme narazili aj na tekuté piesky, kde sa postup prác značne spomalil, až do doby, pokiaľ sme nenašli vlastnú technológiu na zdolávanie týchto problémových partii.

Denný postup bol zo začiatku 4 až 6 metrov, ale po zvládnutí technológie a zosúladiení pracovnej osádky sa pohyboval v rozmedzí 10 - 12 metrov. Potom nasledovalo razenie druhej etáže, ktoré bolo prevádzkané smerom z von, od budúceho vstupného portálu tunela ku vstupnému portálu galérie. Odkopal sa vždy iba jeden blok, zabudovali sa drenáže a zabetónovalo dno. Takto sa postupovalo smerom von a všetky práce v galérii boli ukončené 28. 1. 2000.

Použitá mechanizmy:

Tunelbager LIEBHERR 912, Dumpre CATERPILAR D-250 E, súprava MEYCO na striekanie suchej betónovej zmesi, plošina BOHLER, hydraulický impaktor RH-5 a domiešavače MAN.

4. RAZENIE TUNELA

Celý tunel bol rozdelený do troch vystrojovacích tried. Razenie tunela začalo v prvých februárových dňoch. Projekt predpokladal použitie NRTM, a to súčasne razenie kaloty, stupňa a protiklenby. Vzhľadom na zlé geologické podmienky sa použila modifikácia pôvodnej technológie.

Najprv bol odvrátny ochranný dáždnik dĺžky 18 m, bez injektáže, čo sme považovali za chybu, ale ako subdodávateľ prác sme nemali možnosť zasahovať do technológie. Mohli sme iba upozorňovať na nedostatky, ktoré sa objavovali počas razenia a navrhovať riešenie formou zápisu do stavebného denníku. Po rozbití pilotnej steny na mieste styku galérie s budúcim tunelom sme začali so samotným razením kaloty. Prvých 30 m tunela sa horninové nadložie pohybovalo v rozmedzí 2 až 5 m, čo si vyžadovalo použitie inej technológie otvárkou jednotlivých záberov. Dĺžka záberu 0,8 m, výška kaloty 5,5 m a šírka 11,5 m. Každých 0,8 m bol zabudovaný 1 ks ocefový nosník z I profilu, ponechávalo sa ochranné jadro, ktorého výška musela byť minimálne 3,5 m a šírka 6 m. Prvá vrstva primárneho ostenia sa robila mikro-

gallery centre, where concrete pipes 40 cm in internal diameter were installed. DN 250 mm partially perforated plastic pipes were laid along the sides. Then the floor was covered by a 10 cm-thick layer of blinding concrete. Steel reinforcing bars were placed on that layer and additional 50 cm layer of concrete B-30 was poured. The whole gallery was divided into 12 blocks, with one block containing 8 ton of reinforcing bars.

The work on the drive started on 12/11/1999.

Since the height of the excavation was 10.5 m and the whole section was found in very incohesive and water saturated grounds, excavation was divided into two stages. First stage was 6 m high, the other one 4.5 m. Immediately after excavation of a 40 m-long section at full height, invert concreting began, to ensure stability of the piles and the entry section of the gallery. Then only excavation of the first stage continued, together with the above mentioned installation of drainage and spraying between the piles as far as to the piling wall, which represented the end of the gallery and the beginning of the tunnel. In this location, we even encountered quicksands, which caused a substantial decrease in the advance rate until we found our own technique how to cope with those troublesome parts.

The daily advance of 4 to 6 m was achieved at the beginning. When the technique had been mastered and the driving crew better co-ordinated, the advance moved between 10 - 12 m per day. Then excavation of the other phase followed, executed from the inside to the outside direction, i.e. from the future tunnel portal to the gallery entrance portal. Only one block was excavated at one time, drainage was installed and invert concreted. This procedure was repeated, progressing towards the outside, and all the work on the gallery was completed on 28/01/2000.

Equipment used:

LIEBHERR 912 tunnel excavator, CATERPILLAR D-250 E dumpers, MEYCO dry-mix shotcreting set, BOHLER platform lifter, RH-5 hydraulic impactor and MAN agitator cars.

4. THE TUNNEL DRIVING

The whole tunnel was divided into three support classes. The excavation started on the first days of February. The NRTM utilisation was expected by the design, with excavation of top heading, bench and invert simultaneously. With respect to unfavourable geological conditions, a modification of the original technique was used.

First an 18 m-long protective umbrella was drilled, without any grouting. We considered this fact as a mistake however, as a sub-contractor, we had no room for affecting the technique. We were only allowed to bring forward shortcomings, which appeared in the course of the excavation, and to suggest solutions by putting them down in the daily log. After breaking the piling wall at the contact of the gallery with the future tunnel, we started excavation of the top heading proper. Along the initial 30m of the tunnel length the tunnel cover moved between 2 to 5 m, which fact required application of a different technique of opening individual rounds. The round length of 0.8 m, top heading height of 5.5 m and width of 11.5 m. 1 steel frame made from a H-section was erected every 0.8 m, a protective core, the height and width of which had to be 3.5 m and 6 m respectively as a minimum, was left untouched. Micro-reinforced concrete was used for the first layer of the primary lining. It was sprayed in thickness of 5 cm as a minimum on 2 layers of the steel mesh. The minimum total thickness of 20 cm was designed for the primary lining.



Obr. 1 Celkový pohľad na stavenisko od južného portálu
Fig. 1 Overall view of the site from the south portal



Obr. 2 Podzemné steny galérie
Fig. 2 Diaphragm walls of the gallery



Obr. 3 Betonáž počvy galérie z južnej strany

Fig. 2 Concrete casting for the gallery from the southern side



Obr. 4 Razenie katoly tunela

Fig. 4 Tunnel top heading excavation

armovaným betónom minimálnej hrúbky 5 cm na 2 vrstvy oceľovej mrežoviny. Hrúbka primárneho ostenia bola stanovená na minimálne 20 cm.

Už v prvých metroch razenia sa hlavne z ľavej strany objavovali silné prítoky vody a po vyrazení niekoľkých metrov sa na primárnom ostení začali objavovať pukliny a odlupovali sa šúplaty betónu. Naše upozornenia akceptoval vedúci stavby od SCT, projektant na stavbu neprišiel. Potom sa tlakové prejavy zmiernili. Keď sme prišli na koniec ochranného dáždnika, vedenie SCT rozhodlo, že ďalší ochranný dáždnik sa víťaf nebude a na zaistenie stropu a bokov diela budú zarážané vrtným vozom oceľové rúry \varnothing 5 cm, dĺžky 3 metre v počte minimálne 45 ks na záber. Pre prípad celkom nekompaktného materiálu boli pripravené oceľové union plechy. V staničení 22 m došlo k silným tlakovým prejavom v celom vyrazenom diele. Čelba bola otvorená, pripravená na striekanie. Tu prišlo neočakávané k pretrhnutiu nadložných vrstiev a prievalu horniny až do čelby, s následným vytvorením krátera na povrchu. Po ukončení sanačných prác na povrchu sa pristúpilo k nasledovným opatreniam.

Bol odvrtný nový ochranný dáždnik v dĺžke 15 m s následnou injektážou. Po vyrazení 3 m bola robená dočasná protiklenba zo striekaného betónu. Potom sa razila kalota bez väčších problémov. Harmonogram vyžadoval denne 2 m vyrazeného diela, dosiahnutý priemerný denný postup v mesiaci novembri bol 3,2 metra.

V druhej polovici mesiaca apríli 2000 sa kvôli urýchleniu prác pristúpilo k razeniu kaloty aj zo severnej strany. V tej dobe sa na južnej strane sanovalo primárne ostenie, ktoré sa vplyvom tlakov dostalo do podprofilu. V máji 2000 sa začalo z južnej strany tunela s razením stupňa v celej šírke. Kvôli vznikajúcim konvergenciám sa muselo hneď začať s hĺbením a zastrekaním protiklenby a prakticky k uzavretiu celého profilu striekaným betónom. Dňa 30. 5. 2000 bola kalota slávnostne prerazená. Potom boli pracovníci prerozdelení a pokračovalo sa v razení stupňa a hĺbení protiklenby so súčasťou betonážou základových pásov pre debnenie a výplňovými betónmi.

Použitie mechanizmy:

Vrtný voz ATLAS – COPCO 352, Tunelbager LIEBHERR 912, nakladače a dumpre CATERPILLAR 950 D a D-250 E, súpravy MEYCO na striekanie

Even at the initial metres of the excavation, strong water inflows appeared, mainly from the left-hand side. After excavation of several meters, cracks began to appear in the primary lining, and concrete surface flaked off. Our notices were accepted by SCT's project manager, the consultant engineer did not come to the site. Later on the manifestations of stresses relaxed. When we got to the end of the umbrella, SCT's management decided that another protective umbrella would not be bored, and to protect the roof and sides of the working, at least 45 pieces of 5 cm-diameter, 3 m-long steel pipes per round would be installed by the drilling rig. In the case of a totally incohesive ground, UNION steel sheets were prepared. Strong manifestation of stresses occurred at 22 m chainage, within the whole excavated section. The face was open, ready for shotcreting. At that moment the overlaying layers broke down unexpectedly, and the rock caved in up to the face, with a subsequent creation of a crater at the ground level. When the rehabilitation work at the surface had been over, following measures were adopted:

A new 15 m-long protective umbrella was drilled and grouted subsequently. After excavation of a 3 m-long section the temporary invert was shotcreted. Then the top heading was driven without more serious problems. The schedule required 2 m of excavation per day. In November, the actually achieved daily advance reached 3.2 m.

In the second half of April 2000, to speed the work up, excavation started from the northern part too. At that time the primary lining which, as a result of stresses, was dislocated beyond the designed profile, was being rehabilitated at the southern side. In May 2000 excavation of the bench in its full width started from the southern side of the tunnel. Excavation and shotcreting of the invert had to be started immediately due to starting convergences. Effectively all the tunnel circumference was covered with shotcrete. The top heading breakthrough celebration took place on 30/05/2000. Then the crew was re-distributed and excavation continued on the bench and invert, simultaneously with concreting of footings for the framework, and placing non-structural concrete.

Equipment used:

ATLAS – COPCO 352 drill rig, LIEBHERR 912 tunnel excavator, CATERPILLAR 950 D and D-250E loaders and dumpers, MEYCO sets for application



Obr. 5 Aplikácia striekaného betónu na pilleroch portálu
Fig. 5 Application of shotcrete on the portal pillars

suchej a mokrej betónovej zmesi, plošiny BOHLER a CATERPILLAR, hydraulický impaktor RH-5, domiešavače MAN, traktory MF.

5. BETONÁŽ SEKUNDÁRNEHO OSTENIA TUNELA

Dňa 18. 6. 2000 sa začalo aj s betonážou definitívneho ostenia pomocou hydraulického oceľového debnenia. Tieto práce vykonávali špecialisti firmy SCT, ktorí pracujú spolu už 15 rokov a robia iba betonážne práce.

Tu boli kladené vysoké nároky, hlavne na organizáciu práce, pretože na krátkom úseku sa nachádzali 3 pracoviská. Betonáž sekundárneho ostenia bola ukončená 18. 7. 2000. Po demontáži teleskopického debnenia sa prevádzali ešte špeciálne betonážne práce. Betonáž dna tunela do definitívnej výšky, betonáž kienet po oboch stranách tunela na uloženie signalizačných káblov, šalovanie a betonáž inšpekčných šachtiet. Ako jedna z posledných prác bolo obrusovanie dilatácií a rôznych nerovností na sekundárnom ostení. Tieto práce už vykonávali BANSKÉ STAVBY. Všetky priehradové oceľové oblúky primárneho ostenia – arkusy, boli vyrábané priamo na stavenisku našimi pracovníkmi.

Počet pracovníkov na stavbe kolísal od 28 – 56. Pracovalo sa nepretržite 24 hodín denne a 7 dní v týždni.

6. ZÁVER

Podnik BANSKÉ STAVBY, a. s., získal nové skúsenosti na nepreskúmanom trhu, dokázal v nových podmienkach svoje schopnosti spolupracovať s viacerými dodávateľskými organizáciami ako spoľahlivý partner. Pracovníci podniku získali ďalšie skúsenosti pri razení tunelov v ťažkých geologických podmienkach v nesúdržných horninách (piesok, íly, tekuté piesky), kde nadložie nad tunelom sa pohybovalo v rozmedzí od 5 až 27 metrov.

Potvrdila sa univerzálnosť a flexibilita pracovníkov pri betonážnych prácach, výrobe rôznych debnení a debniacich prácach a taktiež pri kladení a viazaní oceľovej výstuže – armatúry.

Razenie tunela malo začať v novembri 1999, ale pre oneskorenie, zapríčinené problémami pri hľadaní finančných zdrojov investorom, sme začali s razením galérie až 12. 11. 1999. Termín odovzdania tunela investorovi Slovinským železniciam, d. d., Ljubljana bol august 2000. V prípade nedodržania termínu hrozilo dodávateľovi prác firme SCT, d. d. platenie vysokých peňále. Razenie a betonáž južnej galérie trvali zhruba 90 dní a s takýmto oneskorením sme začínali. Maximálnym nasadením všetkých robotníkov, technikov a dobrou organizáciou práce sa nám podarilo toto meškanie zlikvidovať. Pomáhala nám aj vyššia moc, pretože domáci pamätníci hovorili, že už najmenej 30 rokov nezažili taký horúci rok s minimálnymi zrážkami. Horninové vrstvy nad tunelom boli väčšinou vodopriepustné a v prípade častých dažďov by sme mali pri razení silnejšie prítoky vody, čím by sa samozrejme tempo razenia veľmi spomalilo.

Hodnotenie podniku BANSKÉ STAVBY z hľadiska kvality a presnosti prác, rýchlosti a kvalifikovanosti, pracovnej disciplíny bolo od nášho odberateľa SCT, d. d. veľmi priaznivé a lichotivé. Takéto vysvedčenie poskytuje priaznivý obraz nielen o výkonnosti našej firmy, ale aj o celom slovenskom stavebníctve a vytvára základ pre spoluprácu na nových projektoch.

of dry and wet shotcrete mixes, BOHLER and CATERPILLAR platforms, RH-5 hydraulic impactor, MAN agitator cars, MF tractors.

5. CONCRETE OPERATIONS FOR SECONDARY LINING

Pouring concrete behind a hydraulic steel formwork of the secondary lining started on 18/06/2000. This work was performed by a specialised crew of SCT company, who have been working together for 15 years, pouring concrete only.

Heavy demands were put on this work, on its organisation above all, as there were 3 job sites within the short drive length. The concrete operations for the secondary lining were completed on 18/07/2000. Special concrete casting work was performed when the telescopic formwork had been dismantled. It was the matter of the tunnel invert casting up to the final level, casting of the ducts for installation of signalling cables along both sides of the tunnel, formwork and casting of manholes. Finishing of joints and treatment to various uneven spots on the surface of the final lining by grinding was one of the last items of the work. This work was carried out by BANSKE STAVBY. All steel lattice arches for the primary lining were prefabricated by our staff, just on the site.

The number of workers on the site fluctuated from 28 to 56. The work was organised round-the-clock, 7 days in a week.

6. CONCLUSION

BANSKE STAVBY, a.s., company has obtained a new experience on an unsurveyed market and it has proved in new conditions its ability to cooperate with various contractors as a reliable partner. The company's staff won other experience in driving tunnels in difficult geological conditions, through incoherent grounds (sand, clays, quick sands), where the tunnel cover varied within 5 to 27 m.

Universality and flexibility of workers for concrete operations, prefabrication and erection of various kinds of formwork, and fixing steel reinforcement too has been confirmed.

The tunnel excavation commencement was planned for November, 1999, but due to a delay, caused by the client's problems in seeking for funding, we started to drive the gallery only on 12/11/1999. The deadline for the hand-over of the works to the client, Slovenske železnice, d.d., Ljubljana (Slovenian Railways), was August, 2000. In the case of a failure to meet this deadline, STC, d.d. company as the contractor would have been threatened by payment of high liquidated damages. Excavation and lining of the southern gallery took about 90 days, and we had started the work with such the delay. By maximum efforts of all workers and technical staff, and owing to good organisation of the work, we managed to eliminate this delay. We also must have been helped by a „Force Majeure“ since local people, those who remember, told us that they had not experienced such a hot year with minimum rainfalls at least for 30 years. The ground layers above the tunnel were mostly permeable, and in a case of frequent rainfalls we would have encountered stronger water inflows in the course of the excavation work. Obviously, that would have slowed down the driving speed substantially.

Assessment of BANSKE STAVBY performed by our client, SCT, d. d., regarding quality and accuracy of its work, speed, qualification and working discipline, was very favourable and complimentary. Such the certification provides a positive view not only of our company's efficiency, but also of the overall Slovak civil engineering industry, and provides a basis for co-operation on new projects.



Obr. 6 Stabilizácia svahov pred vstupným portálom
Fig. 6 Slopes stabilisation on front of the entrance portal



Obr. 7 Definitívne ostenie galérie tunela
Fig. 7 Final lining of the gallery

ZE SVĚTA PODZEMNÍCH STAVEB

WORLD OF UNDERGROUND CONSTRUCTIONS

REKONSTRUKCE TECHNICKÉ PAMÁTKY
– TUNELU NA PLAVEBNÍM KANÁLU –
VE VELKÉ BRITÁNII

Na začátku by se člověku chtělo povzdechnout: „Budeme také někdy mít na obnovu některých technických památek jako např. ve Velké Británii? Obnovíme někdy třeba Schwarzenberský plavební kanál na Šumavě?“

Ale raději zpět k věci. Severně od Manchesteru, v Yorkshiru pod penninskými kopci vedou těsně vedle sebe čtyři tunely. Standedge tunel na plavebním kanále vyražený v r. 1811, dva jednokolejné železniční tunely vyražené v r. 1849, resp. v r. 1871 (dnes jsou již mimo provoz) a provozovaný dvoukolejný železniční tunel z roku 1894 (viz obr. 1).

Tunel Standedge je nejdelší, nejvyšší (z hlediska profilu), vede nejlouběji pod povrchem a současně je jedním z nejstarších tunelů na plavebních kanálech v Británii. Stavěl se 16 let ručním nářadím, pouze částečně s využitím tehdejší novinky – trhání horniny pomocí černého střelného prachu – a za velkých lidských obětí. Padesát lidí zahynulo při jeho razbě, hlavně v pěti hlubokých přístupových šachtách. Tunel je dlouhý 5 200 m, byl ražen v pískovci a jílovcích a jeho tehdejší projektant nejen zvolil nejlepší možnou trasu, kterou potom sledovaly i tři železniční tunely, ale také se naprosto správně z hlediska úspory nákladů rozhodl pro šířku tunelu pouze 2,10 m. Tato šířka vyžadovala speciální úzké čluny, což vedlo k názvu celého 32 km dlouhého kanálu – „Huddersfieldský úzký kanál“ (kanál vedl z Huddersfieldu do Ashtonu poblíž Manchesteru). I tak byly předpokládáné náklady na stavbu tunelu překročeny o 44 %. Vysoké náklady a pozdní termín stavby z hlediska následného rozvoje Železnice vedly k tomu, že doprava uhlí, juty a bavlny touto vodní cestou zůstala ztrátová.

Později, po 133 letech, byla plavba na kanále definitivně znemožněna. Vlastní tunel (z větší části bez ostění) byl léta v dobrém stavu, největší škody nastaly po uzavření jeho portálů v roce 1944. Dno pokrýval několikametrový nános bahna včetně tří tisíc tun skalních úlomků.

V současné době prochází celý plavební kanál včetně 74 zdymadel a 189 let starého tunelu celkovou rekonstrukcí a připravuje se obnovení plavby, tentokrát nikoliv nákladní, ale turistické. V městě Stalybridge musí být znovu mezi budovami a komunikacemi vykopáno 800 m zasypaného kanálu a v Huddersfieldu se provede na území dvou mlýnů, kde byl původní kanál zasypan, 320 m nového kanálu jako hloubený tunel.

Předpokládá se, že obnovení provozu zajistí 400 pracovních míst na vlastním kanálu a v jeho blízkém okolí, umožní rozvoj turistiky a vytvoří oblast pro využití volného času. Právě tyto širší okolnosti vedly k tomu, že majitel kanálu „Britské vodní cesty“ (British Waterways – BW) začal zvažovat opravu tunelu, který leží na vrcholu trasy plavebního kanálu a tvoří klíčový prvek pro jeho zprovoznění. V několika příštích letech se BW chystají obnovit 322 km plavebních kanálů, avšak v tomto případě je zapotřebí na rekonstrukci kanálu, který posledních více než padesát let sloužil a byl udržován jen jako odvodňovací zařízení, 32 milionů liber! Nakonec se podařilo 29 milionů liber zajistit z různých zdrojů, mimo jiné také z komise pro přelom tisíciletí.

Rekonstrukce vlastního tunelu má stát 5 milionů liber a znamená jeho vyčištění a zpevnění kaloty i boků. Dodavatel zahájil práce v květnu 1999 a rekonstruovaný tunel má odevzdat za 18 měsíců. Největší neznámou bylo, co vlastně v tunelu leží a je „pohřbeno“, v jakém stavu je ostění tunelu a jak se bude dařit tunel vyklidit. Uzavření tunelu nezrušilo jeho drenážní funkci a přítok z rašeliníšť na povrchu území pokračoval, ale zastavilo odplavování jemných částic z tunelu a způsobilo jejich usazování na dně. Po otevření portálů a „vycezení“ vody z tunelu zůstala asi 2 m silná vrstva jemného, poměrně ulehlého bahna rosolovitého charakteru. Dodavatel stál před rozhodnutím – kopal tuto vrstvu nebo ji odsát (odčerpat)? Vzhledem k přítoku vody cca 30 l/sec a velmi jemným částicím, které tvořily rosolovitou usazeninu, bylo rozhodnuto použít technologii čerpání, i když nikdo nevěděl, zda se to na tak velkou vzdálenost podaří. Po vyzkoušení různých typů čerpadel byla použita běžná kalová čerpadla a do března roku 2000 bylo odstraněno 16 000 m³ bahna s tím, že se dařilo čistit i přes 200 m tunelu za týden. Přestože se v trase potrubí použilo ve vzdálenosti 1 000 m pomocné čerpad-

REINSTATEMENT OF A TECHNICAL MONUMENT
– A TUNNEL ON A NAVIGABLE CANAL –
IN GREAT BRITAIN

At the beginning, one is feeling tempted to ask a question: „Will we ever have funds for restoration of some technical monuments as, for example, they have in Great Britain? Will we ever reopen the Schwarzenberg timber floating canal in the Sumava mountains?“

Back to the subject. There are four tunnels, leading close to each other, north of Manchester, in Yorkshire, beneath Pennine hills. The Standedge tunnel bored in 1811 as a part of a navigable canal, two now abandoned single-track rail tunnels driven in 1849 and 1871 respectively, and a double-track rail tunnel completed in 1894 (see Fig. 1).

The Standedge canal tunnel is Britain's longest, highest (from its cross section's point of view), deepest under the surface - and one of the country's oldest - on the canal network. It took sixteen years to excavate by hand-held tools, only partially using black powder dynamite, a novelty then, for blasting. Fifty people perished due to accidents in the course of the excavation, mainly in five deep access shafts. The tunnel is 5,200 m long. It was driven in sandstones and mudstones, and its designing engineer not only selected the best route available, which was also followed by three rail tunnels later on, but also correctly decided to save expenses by making the tunnel just 2.10 m wide. This width, which required special narrow boats, gave the 32 km-long canal its name - „the Huddersfield narrow canal“ (the canal led from Huddersfield to Ashton near Manchester). Even with this width, the estimated construction cost was exceeded by 44 %. The high construction cost, plus from the aspect of the following development of railways delayed time of implementation of the project, left the transport of coal, jute and cotton via this route loss-making.

Later on, after 133 years, navigation along the canal was completely clamped down. The tunnel proper (without any lining within the major part of its length) was in a good condition for many years. The most serious damage occurred after closure of its portals in 1944. The bottom was covered by several meters-thick deposit of silt, together with three thousand tons of rock debris.

Currently, the whole navigable canal, including 74 locks and the 189 years-old tunnel, is a subject of an overall refurbishment, and reopening of this waterway is being prepared, this time not for freight transport, but for tourist boating. In Stalybridge town centre, an 800 m infilled section of the canal must be re-excavated between streets and buildings. And in Huddersfield, 320 m of the canal - now lying buried beneath two later mills - will be restored as a cut and cover tunnel.

Restarting of the canal operation is expected to provide 400 new jobs along the canal proper and in its close vicinity, to make development of tourism possible, and to create a new leisure area. Just these wider circumstances caused that British Waterways, the canal owner, started thinking of restoration to the tunnel, which is located at the canal's highest point and creates a key element of its reopening. BW is going to restore 322 km of waterway over the next few years. A sum of £ 32 M is needed for reconstruction of this canal, which has been used and maintained as a drainage only for over fifty years. Eventually, £ 29 M have been collected from various sources, among others from the Millennium Commission.

Refurbishment of the tunnel proper will cost £ 5 M to be paid for its clearing and its crown and sides strengthening. The contractor started the work in May 1999, and the refurbished tunnel is to be handed over in 18 months. The most important unknown was what in fact lied and was „buried“ in the tunnel, what the condition of the tunnel lining is, and how successful the clearing work would be. The closure did not stop the tunnel acting as a drain, and the influx from the peat on the area surface continued. Although, it did stop silt flowing away from the tunnel, and gave rise to its sedimentation at the bottom. After the portals were opened and water drained, a 2m-thick layer of fine, fairly stiff jelly like deposit remained. The contractor had to make a decision - to dig this layer out or to suck it out. With respect to the influx of about 30 litres/s, and the fineness of the particles forming the jelly like deposit, the decision was made to use pumping despite the fact that nobody knew whether pumping over such long distances would be successful. After various types of pumps were tried up, standard sludge pumps were used. By March 16,000 cu m of silt were removed, with as many as 200 m of the

lo, systém čerpání efektivně pracoval jen do celkové délky 3 800 m, a proto bylo instalováno čerpání i z druhého portálu a odtud se vyčistila zbývající délka 1 400 m tunelu. Před portály musela být provedena separace plavenin z hydrosměsi pomocí mobilní čistící stanice, vibračních sítí, hydrocyklonů, odstředivek a usazovacích nádrží. Takto upravená voda byla vypouštěna do recipientu a 10 700 t separovaných částic bylo možno uložit na skládku.

Pod kalovými usazeninami v tunelu leželo cca 3 000 t skalních úlomků, které vznikly hlavně čtyřmi závaly z kaloty tunelu. Dodavatel nejprve uvažoval, že rozprostře tyto skalní úlomky na dně tunelu a využije tak neobvyklý profil, který je oválného tvaru – šířka pouze 2,10 m, ale výška cca 10 m. Výška tunelu umožňovala nadržení zásoby vody, a tím tunel (umístěný v nejvyšším bodě plavebního kanálu) sloužil jako „nádrž na vrcholu“ zásobující kanál vodou na obě strany. Hloubka vody byla 2,50 m, což bylo o 1 m více, než potřebovaly čluny.

Nakonec se ale ukázalo ekonomičtější skalní úlomky z tunelu odstranit. Pomocí dvojitého vrátku a širokého vlečeného korečku se úlomky skály nahrnuly na několik mezideponií v tunelu. Normálně by přístup do tak úzkého a dlouhého tunelu byl velmi obtížný včetně pohybu v něm. Tento problém byl vyřešen pomocí neprovozovaného železničního tunelu, který vede v souběhu mírně nad vodním tunelem. Z něj jsou vyraženy šikmé přístupové štoly sloužící i pro jeho odvodnění. Těchto spojovacích štol je 36 a u několika z nich byly vytvořeny zmíněné mezideponie. Pásovými dopravníky, které se do štol nainstalovaly, byly skalní úlomky přemístěny do nákladních automobilů přistavených v železničním tunelu a pak vyvezeny.

Po vyklizení tunelu pokračují práce opravou a zesílením kaloty a boků. Používá se lešení, ze kterého se provádějí potřebné práce. Původně měl tunel na cca 45 % délky ostění vyzděné z kamene nebo cihel, které se většinou pouze nově vyspáruje. Zbývajících 2 860 m nevystrojeného tunelu vyžaduje různý stupeň zpevnění, event. vybudování ostění. Měkké břidličné proplásky v pískovci a jílovcích vedly k vypadávání horniny a vytváření poruchových pásem. Nejhorší úseky v celkové délce 2 000 m jsou zabezpečovány svorníky z nerezavějící oceli délky 2 m a stříkaným betonem tl. 100 mm s rozptýlenou výztuží z nerezavějící oceli. V dalších úsecích se používají svorníky a ocelová síť nebo pouze svorníky. Protože se předpokládá, že dnes nevyužitý železniční tunel používáný pro přístup do vodního tunelu bude znovu zprovozněn pro nákladní dopravu, stane se vodní tunel v budoucnosti prakticky nepřístupný. Proto investor BW vyžaduje životnost zesíleného ostění 125 let, a to je důvod pro použití z nerezavějící oceli vyrobených svorníků (5 000 ks), rozptýlené výztuže a sítí.

Opětovné zprovoznění vodní cesty s nejdelším plavebním tunelem ve Velké Británii se plánuje na velikonoce roku 2001. Je součástí toho, co British Waterways nazývá „znovuzrození období plavebních kanálů pro 21. století“.

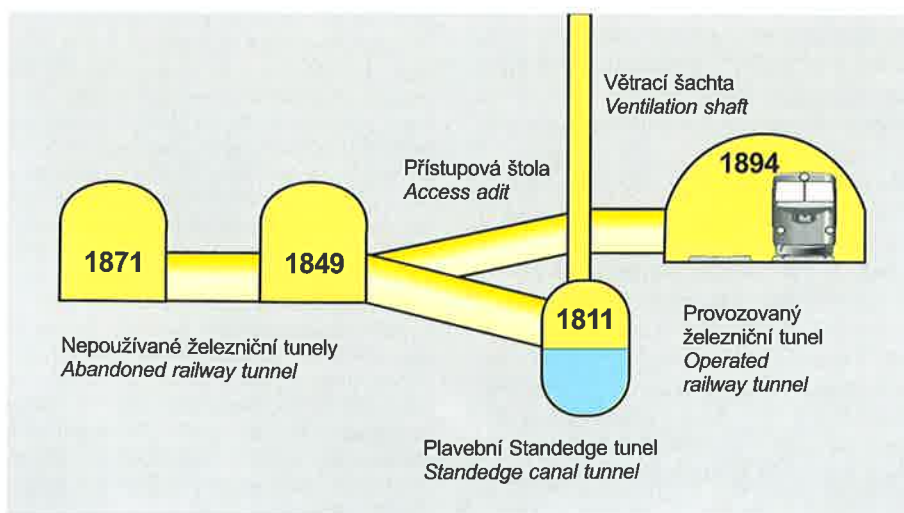
tunnel cleared per week. Despite the fact that a booster pump was added into the line about 1,000 m along the tunnel, the tunnel only worked effectively over a total 3,800 m length. For that reason pumping from the other portal was installed, from which place the remaining 1,400 m of the tunnel was cleared. A plant for separation of silt from effluent had to be installed in front of the portals. It comprised a mobile treatment plant, vibrating screens, hydrocyclones, centrifuges and settling tanks. Effluent treated in the above mentioned manner was returned to a river, and 10,700 tonne of separated particles could be deposited into a landfill.

Beneath the silt deposits, about 3,000 tonne of loose rock lied, which was mainly the result of four rockfalls from the tunnel crown. In the beginning, the contractor planned that the fallen rock could be spread out along the tunnel invert, taking the advantage of the unusual ovoidal shape - 2.1 m wide only, but about 10 m high. The tunnel height allowed increased water storage, thus the tunnel (located at the highest point of the waterway) served as a „summit reservoir“, feeding water down either side of the canal. The water depth was of 2.50 m, 1m more than required for the boats.

Finally it proved more economic to take out all fallen rock. The debris was dragged by means of a double-winch dragline bucket to several collection points along the tunnel. Usually, access to such a narrow and long tunnel would be very difficult, including movement in the tunnel. This problem was solved by utilisation of the abandoned rail tunnel that lies alongside and slightly above the canal tunnel. 36 inclined access adits were driven from this tunnel, used for its draining as well. The rock debris was piled near several of these cross adits. It was removed by means of conveyors installed in the adits, discharging into lorries, which drove into the old rail tunnel.

Once the tunnel has been cleared, the work continues by repairing and strengthening of the tunnel crown and sides. A scaffolded work platform is used for execution of all the work necessary. Originally about 45 % of the tunnel's length was lined with either masonry or brickwork, which mostly requires new pointing only. Remaining 2,860 m of the unlined tunnel needs varying degrees of strengthening or installation of a lining. Soft shale bands in the sandstone and mudstone contributed to rock falls and left weak zones. The worst sections, in the total length of 2,000 m, are strengthened with 2 m-long stainless rock bolts and 100 mm-thick stainless steel fibres reinforced shotcrete. Other areas are supported by rock bolts and steel mesh, or by rock bolts only. Because the currently abandoned rail tunnel, used for the access to the canal tunnel, will be used for freight transport again, it will become practically inaccessible in the future. For that reason, British Waterways requested a 125-year design life of the strengthened lining. This is the reason why stainless steel is used for rock bolts (5,000 pieces), steel fibres and mesh.

Reopening of the waterway, with the longest navigable tunnel in Great Britain, is planned for Easter, 2001. It is a part of what British Waterways calls „a rebirth of the era of waterways for the 21st century“.



Obr. 1 Schematický příčný řez tunely
Fig. 1 Schematic cross section of the tunnels

ŽIVOTNÍ JUBILEA

LIFE-JUBILEES



RNDr. OTAKAR TESAŘ, DrSc. – ŠEDESÁTNIK

Významný odborník českého podzemního stavitelství oslaví 5. prosince 2000 svoje šedesátiny.

Po šestiletém působení jako důlní geolog v Jáchymovských dolech a Rudných dolech Příbram pracoval tři roky v Ústředním ústavu geologickém v Praze. Od roku 1968 byl zaměstnán v PÚDIS jako vedoucí oddělení inženýrské geologie a vedoucí výzkumný pracovník. Byl hlavním geologem ústavu pro pražské metro, konkrétně pro trasy C, A a částečně B.

Na začátku roku 1990 založil soukromou společnost IKE, s. r. o., jejíž hlavní náplní byl inženýrskogeologický průzkum, sledování a bezpečnostní měření na podzemních stavbách, a to především v pražském regionu. Po deseti letech úspěšného soukromého podnikání došlo na začátku roku 2000 k propojení firmy IKE, s. r. o., se společností GeoTec - GS, a. s., v níž v současné době působí jako hlavní specialista a konzultant pro obor podzemních staveb. Kromě plnění konkrétních úkolů vychovává zde i další generaci geotechnických odborníků.

Po celou dobu výstavby metra prosazoval nezbytnost inženýrskogeologického sledování při výstavbě a osobně se této činnosti na všech trasách metra aktivně věnoval. Mimo stavby metra se podílel i na průzkumech a expertizách při realizaci velké většiny železničních a dálničních tunelů, podzemních garáží, kolektorů a jiných prostor v tuzemsku i v zahraničí.

Uvedenou činností získal značné praktické zkušenosti s chováním horninového prostředí a jeho reakcí na výrub v různých geologických prostředích pro různé velikosti profilů a technologie výstavby. Tyto zkušenosti publikoval ve více než osmdesáti článcích v odborném tisku a příspěvcích na domácích a zahraničních konferencích. V roce 1990 obhájil doktorskou disertační práci na téma Klasifikace skalních a poloskalních hornin pro podzemní stavby.

Klasifikace se stala součástí norem a technických směrnic pro ražení tunelů NRTM. Stále aktuální jsou publikované vztahy mezi klasifikací QTS a reakcí horniny ve výrubu, stejně jako geotechnické podmínky pro nasazení různých razicích mechanismů, či řada dalších, ve stavební praxi, využitelných závislostí. Velký, i mezinárodní ohlas měla autorova práce, která statisticky zpracovávala příčiny téměř osmdesáti havárií podzemních staveb v pražské aglomeraci.

K jeho kulatým narozeninám gratulujeme a přejeme pohodu do dalších tvůrčích let.

Spolupracovníci

RNDr. OTAKAR TESAŘ DrSc. – SEXAGENARIAN

An eminent specialist in the field of Czech underground construction celebrates his sixtieth birthday on December 5th.

After six years' activity as a shaft geologist in Jáchymov Mines and Příbram Ore Mines, he worked in the Central institute of geology in Prague for three years. After 1968, he was employed in PÚDIS as director of the engineering geology department and directive research worker. He was the chief geologist of the Institute for Prague subway, and thus for lines A and C, partially also for the B line.

By the beginning of the year 1990 he founded a private company IKE, s. r. o., whose main field of concentration was an engineering-geological exploration, observations and security measurements at the underground constructions, and thus mostly within the region of Prague. After 10 years of successful private business, by the beginning of 2000 an amalgamation of IKE with GeoTec - GS, a. s., occurred. There he presently operates as a major specialist and consultant in the area of underground constructions, where he beside elaboration of particular tasks also raises another generation of geotechnical specialists.

During the entire Prague subway's construction he proposed necessity of the engineering-geological observation and himself took actively part in its realization at all subway lines. Beside construction of the subway itself, he also took part in explorations, expertise and realization of majority of railway and highway tunnels, underground garages, collectors as well as other works both home and abroad.

In the previously mentioned activity, he has gained a significant practical experience with behavior of rock environment and its reactions to underground excavations in various geological conditions for various profile sizes and construction techniques. He has published this experience in more than 70 articles in scientific magazines and by contributions at both domestic and foreign conferences. In 1990, he successfully defended his dissertation work on topic: „The rock and semi-rock classification for underground construction“.

The classification has become a part of standards and technical guidance for tunnel excavation by the NATM. Published relations between QTS classification and rocks' reaction in underground openings as well as geotechnical conditions for employment of various driving mechanisms, and several others, in the area of construction practice, very useful relations are still up to date. Author's work, which statistically processed the causes of app. 80 breakdowns of underground structures in Prague agglomeration, had great, even international, echo.

We congratulate upon his round birthday and wish amenity to his further creative years.

Colleagues

ZPRÁVY Z TUNELÁŘSKÝCH KONFERENCÍ

NEWS FROM TUNNELLING CONFERENCES

DVACÁTÉ ŠESTÉ VÝROČÍ ZASEDÁNÍ ITA/AITES – DURBAN 2000

se konalo od 13. do 17. května ve spojení se Světovým tunelářským kongresem pořádaným Jihoafrickou tunelářskou společností SANCOT a Tunelářskou společností Lesotho. Zasedání se zúčastnili reprezentanti, delegáti, pozorovatelé a členové pracovních skupin z 29 členských zemí asociace z celkového počtu 50.

PŘÍTOMNÉ ČLENSKÉ STÁTY

South Africa, Germany, Austria, Belgium, Brazil, Bulgaria, Korea, Denmark, Egypt, Spain, United States of America, Finland, France, Greece, Italy, Japan, Lesotho, Norway, Netherlands, Poland, United Kingdom, Russia, Singapore, Slovenia, Slovak Republic, Sweden, Switzerland, Czech Republic, Turkey.

NEPŘÍTOMNÉ ČLENSKÉ STÁTY

Algeria, Argentina, Australia, Canada, China (People's Republic of), Columbia, Hungary, Iceland, India, Iran, Israel, Malaysia, Mexico, Morocco, New Zealand, Portugal, Romania, Saudi Arabia, Thailand, Ukraine, Venezuela.

ČLENSTVÍ

Asociace zaregistrovala členství 3 nových členských zemí (Argentina, Izrael a Malajsie), 22 nových přidružených členů (10 kolektivních a 12 individuálních) a dosáhla tak celkového stavu 50 členských zemí a 273 přidružených členů (90 kolektivních a 183 individuálních) s přihlédnutím k vyškrtnutí a rezignacím.

NOVÝ VÝKONNÝ VÝBOR

A. Haack	Germany
A.M. Muir Wood	United Kingdom
S. Pellizza	Italy
J.P. Godard	France
J. Hess	Czech Republic
S. Kuwahara	Japan
W. De Lathauwer	Belgium
K. Sorbraten	Norway
N. Bulychev	Russia
H. Parker	USA
F. Vuilleumier	Switzerland
A. Robertson	Australia
H. Oud	Netherlands
C. Berenguier	

STRATEGIE ASOCIACE

Asociace rozhodla přijmout akční plán k dosažení cílů vytýčené strategie pro nadcházející roky: ITA, nesporný leader podzemního prostoru.

Akční plán obsahuje:

- vytvoření sekretariátu s plnou pracovní dobou
- rozvoj prioritních činností v oblasti komunikace
- využití internetových stránek a aktivit pracovních skupin.

TWENTY SIXTH ANNUAL MEETING ITA/AITES – DURBAN 2000

The International Tunnelling Association held its twenty sixth meeting in Durban from 13 to 17 May, in conjunction with the World Tunnel Congress 2000 organized by the South African Tunnelling Society, SANCOT and the Lesotho Tunnelling Society. The meetings were attended by representatives, delegates, observers and working group members from 29 of the 50 Member nations of the Association.

MEMBER NATIONS REPRESENTED

MEMBER NATIONS NOT REPRESENTED

MEMBERSHIP

The Association has registered the membership of 3 new Member Nations (Argentina, Israel and Malaysia), 22 new Affiliate Members (10 Corporate Members and 12 Individual Members), taking the total to 50 Member Nations and 273 Affiliate Members (90 Corporate Members and 183 Individual Members) taking into account radiations and resignations.

NEW EXECUTIVE COUNCIL

President	Until 2001
Honorary President	
Past President	Until 2001
Vicepresident	Until 2001
Vicepresident	Until 2001
Past Vicepresident	Until 2001
Past Vicepresident	Until 2001
	Until 2001
	Until 2002
	Until 2001
	Until 2001
	Until 2002
	Until 2003
Secretary General	Until 2002

STRATEGY OF THE ASSOCIATION

The Association decided to implement an action plan to reach goals of the strategy adopted for the coming years „ITA, the unquestionable leader of underground space“.

The action plan includes:

- Creation of a full time secretariat
- The development of priority actions in terms of communication
- Use of the web site and activities of the Working Groups.

KOMUNIKACE

• **Tribune:** Čtyři čísla posledního ročníku byla publikována včetně zaměření na Francii, Čínu, Nizozemsko a Jihoafrické země. Průměrný náklad byl 2700 kusů na číslo.

• **Tunnelling and Underground Space Technology:** Ve čtrnáctém ročníku TUST bylo publikováno 49 článků od autorů z 12 zemí. Byla vydána dvě speciální čísla věnovaná projektům podzemních děl v Nizozemsku a Singapuru a část čísla 3/14 egyptskému tunelářství. V příštím roce bude TUST publikovat několik zpráv z pracovních skupin (WG) ITA. Členové redakční rady TUST měli zasedání během kongresu v Durbanu.

• **Web site:** Asociace má svou stránku od roku 1998. Během roku 1999 byla navštívena 285 000krát 10 000 lidmi z 80 zemí. Stránka je aktualizována průměrně desetkrát v roce a jsou připojovány nové rubriky, zejména pokud jde o nadcházející konference a přehled vzdělávacích center pro podzemní práce. Nejnavštěvovanějšími stránkami jsou stránky výkladového slovníku, zaměřené na jednotlivé země a TRIBUNE. Bylo založeno fórum pro pracovní skupiny.

E-mail: aites@imagnet.fr

• **Výkladový slovník:** První verze slovníku byla instalována na internetových stránkách. Je to provizorní verze, která bude dokončena během příštího roku.

• **Promotion book:** Výkonný výbor odpověděl příznivě na nabídku vydavatele Bertelsmanna týkající se vydání knihy na podporu podzemních děl, knihy, která tvoří druhou část publikací věnovaných 25. výročí založení ITA. Bertelsmann vydal tuto knihu jménem ITA. Obsahuje především popis 65 mimořádných podzemních děl v 25 členských zemích asociace.

POŽÁRNÍ BEZPEČNOST V TUNELECH

Asociace a její švýcarská národní skupina, skupina specializovaná na podzemní díla (GTS) společnosti SIA, spolu uspořádaly 23. – 24. března v Lausanne seminář o požární bezpečnosti v dopravních tunelech s účastí sesterských organizací ITA: PIARC, UIC (Mezinárodní železniční unie), UITP (Mezinárodní unie pro veřejnou dopravu) a UN (Ekonomická komise pro Evropu).

Tato mezinárodní výměna zkušeností vedla k návrhu možností společných studií a výzkumů pro různé druhy přepravy. Ty ovlivní zvláště výchovu operátorů, informování uživatelů, realizaci průzkumných štol a kouřové kontroly.

„OPEN SESSION“ ITA

Zasedání „ITA Open session 2000“ bylo věnováno tématu „Důlní a inženýrská díla: Stavba šachet“. Přednesené příspěvky a diskuse ukázaly přínos výměny názorů mezi důlními odborníky a stavebními inženýry pro rozvoj technologií směřující k využití podzemí.

PŘÍŠTÍ VÝROČNÍ ZASEDÁNÍ

• **Milán (Itálie), 10. – 13. 6. 2001,** během světového tunelářského kongresu ITA/AITES „Pokrok v tunelářství po roce 2000“, pořádaného Itálií a Švýcarskem

• **Sydney (Austrálie), jaro 2002,** během světového tunelářského kongresu ITA/AITES 2002 „Down under“, pořádaného Austrálií a Singapurem

• **Amsterdam (Nizozemsko), 14. – 17. 4. 2003,** během kongresu ITA/AITES 2003 „(Re)claiming the Underground Space“.

COMMUNICATION

• **Tribune:** Last year 4 issues of TRIBUNE were published including focus on France, China, Netherlands and Southern African countries. The average circulation has been around 2700 copies per Issue.

• **Tunnelling and Underground Space Technology:** In the fourteenth volume of TUST, 49 papers representing 12 countries were published. Two special issues featured tunnelling projects in the Netherlands and Singapore, respectively, and a feature section of issue 3/14 focused on Egyptian tunnelling. In the next year TUST will publish several reports by ITA working groups. The editorial board members of TUST met during the ITA congress in Durban.

• **Web Site:** The Association has had a web site since 1998. During the year 1999, the site received 285 000 successful requests from 10 000 people coming from 80 countries. The site is updated on an average of 10 times a year and new topics have been added, specifically concerning forthcoming events, a list of educational centres on underground works. The most visited pages are the ones of the glossary, the focuses and Tribune. Forums for the Working Groups have been implemented.

Web site: <http://www.ita-aites.org>

• **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.

• **Promotion Book:** The Executive Council replied favorably to the offer of the publisher BERTELSMANN for the publication of a book on the promotion of underground works, a book that constitutes the second part of the publications at the occasion of the 25th Anniversary of ITA. BERTELSMANN published, on ITA's behalf, this book, which notably includes the description of 65 outstanding underground works in 25 countries members of the Association.

FIRE SAFETY IN TUNNELS

The Association and its national Swiss group, the specialized group for underground works (GTS) of the SIA, co-organized a seminar on fire safety in transport tunnels on the 23rd and 24th of March in Lausanne, with the participation of sister associations to the ITA: the PIARC, the UIC (International Railway Union), the UITP (International Union for Public Transport) and the UN (Economics Commission for Europe). This International exchange led to the drawing up of possibilities for common studies and research between the different means of transport. They involve in particular the training operators, user information, the construction of a trial tunnel and smoke control.

ITA OPEN SESSION

The ITA Open Session 2000 was devoted to the theme „Mining and Civil Works: Shaft Construction“. Paper presentations and discussions demonstrated the benefits of the interaction between mining and civil professionals for the development of technology towards the underground space.

NEXT ANNUAL MEETINGS

• **Milan (Italy) from June 10 to 13, 2001,** during the ITA-AITES 2001 World Tunnel Congress „Progress in Tunneling after 2000“ organized by Italy and Switzerland.

• **Sydney (Australia) spring 2002,** during the ITA-AITES 2002 World Tunnel Congress „Down under“, organized by Australia and Singapore.

• **Amsterdam (Netherlands) from 14 to 17 April 2003,** during the ITA-AITES Congress 2003 „(Re)claiming the Underground Space“.

Podle tiskového komuniké připravil:
Prepared in accordance with the Press Release by:
Ing. Karel Matzner

ZPRAVODAJSTVÍ ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU ITA/AITES

CZECH TUNNELING COMMITTEE ITA / AITES REPORTS

9. MEZINÁRODNÍ KONFERENCE „PODZEMNÍ STAVBY PRAHA 2000“

Český tunelářský komitét ITA/AITES uspořádal ve dnech 9. – 11. 10. 2000 další setkání odborníků z oblasti podzemního stavitelství. Konference pod uvedeným názvem se konají pravidelně jednou za tři roky. Ta letošní, devátá, se konala pod záštitou pražského primátora Ing. arch. Jana Kasla, který rovněž přednesl úvodní projev, a Mezinárodní tunelářské asociace ITA/AITES. Význam konference byl zdůrazněn tím, že u této příležitosti se zároveň konalo zasedání výkonného výboru (Executive Council) ITA/AITES, jehož většina členů se konference aktivně zúčastnila. Předseda Českého tunelářského komitétu a vice-prezident ITA/AITES Ing. J. Hess ve svém úvodním vystoupení informoval o současném stavu a výhledech podzemního stavitelství v ČR, prezident ITA/AITES prof. A. Haack vyzdvihl perspektivy tunelářství zejména v důsledku překotně se rozvíjející dopravy. (Oba projevy uvádíme téměř v plném znění v dalším textu).

První tematický okruh o ekologických aspektech a průzkumu pro podzemní stavby zahájil obšírným state of the art minulý prezident asociace prof. S. Pelizza. Další z bývalých prezidentů, prof. Z. Eisenstein, přednesl zásadní příspěvek na téma vývoj, výzkum, průzkum a projektování podzemních staveb. Následující dva tematické okruhy uvedli odborníci ze Slovenska a tuzemska: Ing. P. Kusý a doc. P. Příbyl okruh týkající se provádění a vybavení podzemních staveb, prof. J. Aldorf pak téma údržba, sanace a rekonstrukce podzemních staveb.

Samostatný tematický podokruh byl věnován největší tunelářské stavbě v České republice – tunelu Mrázovka v Praze. Jednání jednotlivých tematických sekcí řídili: Ing. G. Romancov, prof. J. Barták, Ing. P. Vozarik, Ing. M. Krejcar a Ing. J. Smolík.

Konferenci ukončil závěrečným projevem prof. A. Haack, při němž udělil předsedovi Českého tunelářského komitétu Ing. J. Hessovi pamětní medaili ITA/AITES jako výraz uznání za jeho aktivní činnost v oblasti podzemního stavitelství.

Přípravný výbor konference vedený prof. J. Bartákem připravil pro účastníky dva přednáškové dny v prostorách hotelu Pyramida a společenský diskusní večer v Nové galerii Pražského hradu, který byl mimořádným zážitkem jak pro zahraniční hosty, tak domácí účastníky konference. Členové výkonného výboru ITA/AITES měli navíc možnost prohlédnout si v předvečer konference na osobní pozvání primátora i jeho reprezentační místnosti na Mariánském náměstí.

Celkem se konference zúčastnilo na 270 odborníků ze 16 zemí pěti kontinentů. Sborník konference obsahuje na 492 stranách 70 příspěvků, z nichž 32 prezentovali autoři ve svých projevech spolu s bohatou technickou a obrazovou dokumentací. Třetí konferenční den se konala exkurze na staveniště tunelu Mrázovka a kolektorů v centru Prahy. O její hladký průběh se postaraly firmy Metrostav a Subterra. Organizační zajištění celé konference bylo svěřeno agentuře Bonus.

9th INTERNATIONAL CONFERENCE „UNDERGROUND CONSTRUCTION PRAHA 2000“

The Czech tunneling committee ITA/AITES during the 9th - 11th October 2000 arranged another meeting of professionals within the field of underground engineering. A conference with the initiated title is regularly held every 3 years. This year's, „ninth“ one, took place under the patronage of Prague the Lord Mayor Ing. Arch. Jan Kasl, who also delivered the introduction speech, and of the international tunneling association ITA/AITES. Significance of the conference was also stressed by the fact that a session of the ITA/AITES executive council, most of whose members actively participated at the conference, also took place by this occasion.

The chairman of the Czech Tunneling Committee and ITA/AITES Vice-president Ing. Jindřich Hess in his initial speech informed about the current status and prospects of underground engineering in ČR, ITA/AITES President Prof. A. Haack emphasized the perspectives of tunneling, especially because of the precipitously developing transportation. (We are introducing both speeches in almost unabridged version hereafter).

The first topic circuit dealing with environmental aspects and exploration of the underground works started by a paper on state-of-the-art exploration by former association president Prof. S. Pelizza. Another of former presidents, Prof. Z. Eisenstein, delivered a fundamental contribution on the topic of development, research, exploration and designing of the underground structures. Professionals from Slovakia and Czech Republic introduced the further two topic circuits: Ing. P. Kusý and Doc. P. Příbyl the topic concerning realization and equipment of the underground structures; Prof. J. Aldorf then the topic of maintenance, rehabilitation and reconstruction of the underground works.

An independent topic sub-circuit was dedicated to the largest tunneling construction in the present Czech Republic - the Mrázovka tunnel. Procedures of the individual topic sections were chaired by Ing. G. Romancov, Prof. J. Barták, Ing. J. Vozarik, Ing. M. Krejcar and Ing. J. Smolík. Prof. A. Haack closed the conference with his concluding speech, in which he awarded the Czech tunneling committee chairman Ing. Jindřich Hess with a honorary medal as a sign of appreciation for his active employment in the field of underground engineering.

The preparation committee of the conference, led by Prof. J. Barták, has prepared 2 days of lectures inside of the Pyramida hotel for the participants as well as a social debate evening in Prague Castle's New Gallery, which was an extraordinary experience for both domestic and foreign participants of the conference. Members of the ITA/AITES executive council moreover had the opportunity to visit, on mayor's personal invitation, his representation rooms at Mariánské square, and thus during the evening prior to the conference.

Altogether, 270 professionals from 16 countries of five continents participated at the conference. The conference proceedings contains 70 contributions on 492 pages, out of which 32 papers were presented by their authors along with rich technical and pictorial documentation. Excursions to the Mrázovka tunnel construction site and to collectors in the vicinity of Prague took place on the third day of the conference. The companies Subterra and Metrostav have provided for its smooth process. The Bonus agency was delegated to ensure the conference's organization.



Obr. 1 Konferenční sál v hotelu Pyramida
Fig. 1 The conference hall in the Pyramida hotel

Ve svém projevu předseda Českého tunelářského komitétu Ing. J. Hess uvítal pražského primátora, vedoucí představitel ITA/AITES, všechny účastníky a pokračoval:

Konferenci „Podzemní stavby“ pořádá Český tunelářský komitét pravidelně v tříletých cyklech. K jejímu významu v letošním roce přispívá nejen fakt, že se koná pod sponzorstvím ITA/AITES, ale i to, že ve dnech 7. a 8. října zasedal v Praze její Executive council.

Tunelářský svět oslavil loni 25. výročí trvání ITA/AITES. Za těch 25 let se mnohé změnilo jak v užívaných technologiích, tak zejména v celkovém využití podzemí pro komunální, dopravní, sportovní, skladovací a jiné činnosti. Vytvořili se další asociace zabývající se problematikou podzemí. Tak jako ITA stanovila strategii pro další období své činnosti, tak i náš ČTuK se svými 40 kolektivními a 26 individuálními členy hledá stále nové nápady, aby členství bylo přínosem.

Tak např. vlastní činnost komitétu se rozšířila o iniciativu ke spolupráci s jinými sesterskými vědeckými společnostmi, jejichž zástupci se několikrát sešli na společných pracovních jednáních. Rovněž jsme našli racionální náplň článku stanov ČTuK, týkající se výročních pracovních shromáždění členů. Koná se formou odborného semináře se stanovenou tematikou.

Otevřeli jsme svou stránku na internetu, kde publikujeme aktuality z naší činnosti i kompletní články našeho časopisu TUNEL. Máme e-mailové spojení s našimi členy i centrálou ITA/AITES.

V rámci ČTuK byly letos založeny dvě pracovní skupiny /WG/: první nese název Bezpečnost v tunelech a vede ji pan doc. Ing. Pavel Příbyl, CSc., ELTODO. Druhou je skupina Stříkaný beton, kterou si vzal na starost pan Ing. Pavel Polák z METROSTAVU.

Časopis TUNEL doznal v uplynulém období zásadní proměny. Před dvěma lety jsme zahájili vydávání ve dvojjazyčné, česko-anglické mutaci a rozsah časopisu se zvětšil z 32 na 56 stran. Odezva na tuto změnu byla příznivá jak doma, tak v zahraničí. Některé články byly převzaty do časopisu Tunneling and Underground Space Technology a do časopisu Tunnels and Tunneling International.

Využili jsme příležitosti a propagovali jsme české podzemní stavitelství i v dalších zahraničních publikacích. V pamětní knize ITA/AITES, vydané k 30. výročí založení asociace pod názvem Tunneling Technologies for the 3rd Millennium, jsme představili pražské metro a tunel Mrázovka. V časopise TRIBUNE bylo českému stavitelství věnováno červencové č. 16 ve stati FOCUS ON CZECH REPUBLIC, do něhož jsme dodali odborné články.

Podzemní stavitelství má v České republice velkou perspektivu. Podle schválených rozvojových dokumentů by se v nejbližších deseti až patnácti letech mělo postavit:

12 km silničních tunelů na pražských dopravních okruzích

4,1 km dálničních tunelů na dálnicích D8, D4, D7

2,9 km tunelů na trase IV.C pražské podzemní dráhy

1,7 km silničních tunelů v dalších českých městech

1,7 km dlouhý železniční tunel a rekonstrukce dalších asi 8 km železničních tunelů v trasách modernizovaných koridorů

V dnešní době si stále více uvědomujeme, že technická řešení jsou někdy složitá, ale daleko složitější je najít správné a optimální finanční modely. Řada našich měst se naučila zapojovat do financování cizí zdroje a stát nejen čerpá řadu úvěrů z PHARE, ISPA apod., ale položil k financování pevný základ tím, že letos založil Dopravní fond.

Zapojení soukromých investorů do výstavby infrastruktury je proces, který sleduje celá řada vyspělých států. Zkušenosti z tohoto úsilí zaznamenává pro své členy i ITA/AITES. Jsme rádi, že se bude této problematice věnovat i „Open session“ v Miláně 2001 při příležitosti konání valného shromáždění.

(a dále anglicky):

Drazí přátelé z velké rodiny podzemního světa, děkuji vám, že jste opět přišli sem do Prahy. Jsme velmi šťastni, že se můžeme podílet na aktivitách organizovaných ITA/AITES. Jsme si vědomi, že spolupráce musí mít vzájemný charakter. Úspěch Mezinárodní tunelářské asociace závisí na neustálé a spolehlivé práci každého členského státu ve vlastní zemi, a naopak využívání argumentů poskytovaných ITA/AITES jako uznávanou organizací je podstatné pro naši práci. Slibujeme, že budeme dobrými partnery do budoucna.

The Czech Tunneling Committee chairman Ing. Jindřich Hess welcomed the Lord Mayor of Prague, prominent ITA/AITES representatives, all participants and continued:

The Czech Tunneling Committee organizes the Underground Works conference regularly in three-year cycles. Not only the fact that it is being held under the sponsorship of the ITA/AITES, but also the reality that during 7th - 8th October the ITA/AITES executive council had a session in Prague, contributed to its significance.

The tunneling world last year celebrated 25th anniversary of ITA/AITES' s duration. A lot has changed during these 25 years; both in used technologies and overall utilization of the underground for communal, transportation and sport involving, storing and other activities. Other associations dealing with the problems of underground have been created. So as the ITA defined the strategy for further period of its activity, our CTuK with its 40 collective and 26 individual members continues to search for new ideas, so that a membership brings a benefit.

For instance, the own activity of the committee has broadened to cooperation with other sisterly scientific companies, whose representatives several times met at mutual workshop negotiations. In addition, we have found a rational content of the CTuK statutes' article, concerning the annual operational members' assembly. It is organized as a professional seminar with given topic circuit. We have opened our internet site, where we publish topical information on activities as well as unabridged articles from our magazine TUNEL. We have an email connection with our members as well as with the ITA/AITES headquarters.

Within CTuK, two working groups have been established this year: the first one is called „Security in tunnels“ and is led by Ing. Pavel Příbyl, CSc., ELTODO. The second one is a group „Shotcrete“, which Ing. Pavel Polák from Metrostav said to take care of.

The TUNEL magazine has in the last period gone through a fundamental change. 2 years ago we started edition of a bilingual, Czech-English mutation and the magazine volume increased from 32 to 56 pages. The echo to this alteration was favorable both home and abroad. Some articles have been adopted by the magazines Tunneling and Underground Space Technology and Tunnels and Tunneling International.

We have used the opportunity and advertised the Czech underground engineering in other foreign publications as well. In ITA/AITES proceedings, published to the 30th anniversary of foundation under the name of Tunneling Technologies for the third Millennium, we introduced the Prague subway and the Mrázovka tunnel. Magazine Tribune's July edition no. 16 was dedicated to Czech engineering in the essay FOCUS ON CZECH REPUBLIC, to which we had submitted expert articles.

Underground engineering has a large perspective in the Czech Republic. According to approved development documents, there should be in the closest 10 to 15 years built:

12 km of road tunnels on Prague city ring roads

4.1 km of highway tunnels on the D8, D4, D7 motorways

2.9 km of tunnels on IV, C line of the Prague subway

1.7 km of tunnels in other Czech cities

1.7 km-long railroad tunnel and reconstruction of other app. 8 km of tunnels along the modernized corridor routes

In today's era we still more and more become aware of the complexity of technical solutions, but by far more complex is to find correct and optimal funding models. Number of our cities has learned to integrate outside sources into the funding process, and the government draws from a number of credits from PHARE, ISPA etc., but also has laid a solid base for funding by this year's establishment of „Fund of transportation.“

Integration of private investors to the development of the infrastructure is a process, which is pursued by many developed countries. The ITA/AITES records the experience from such effort for its members as well. We are glad that also the Open Session in Milan by the occasion of general assembly will be discussing these questions.

Dear friends of the large family of the underground world, thank you again for your coming here in Prague. We are very satisfied to cooperate in the activity organized by the ITA/AITES. We are aware the cooperation has to be mutual. The success of the International Tunneling association depends on the permanent and reliable work of each of the member nations in their country and - on the contrary - for us it is very essential to use arguments given by the ITA/AITES as a respected organization.

I promise to be a good partner for future.



Obr. 2 Při rozhovoru v primátorské rezidenci: Ing. Jindřich Hess, předseda ČTuK, Prof. Dr. Ing. Alfred Haack, prezident ITA/AITES, Ing. arch. Jan Kasl, primátor Prahy

Fig. 2 Chairman of the Czech Tunneling Committee, President of ITA/AITES and Lord Mayor of the Capital Prague during their conversation in the Town Hall Residence

Prof. Dr. Ing. Alfred Haack, prezident ITA/AITES, pozdravil přítomné v sále a úvodem vyjádřil poklonu krásám Prahy:

Je pro mne potěšením být opět v České republice, být opět v jejím hlavním městě, v tom překrásném městě Praze. Poprvé jsem zde byl v roce 1985, kdy jsem se zúčastnil 11. Světové tunelářské konference ITA.

Dnes si vážím toho, že vám mohu tlumočit nejlepší přání a pozdravy od Mezinárodní tunelářské asociace ITA, od členů jejího výkonného výboru (EC), kteří jsou zde v auditoriu téměř všichni přítomni, a od jejich 50 členských zemí z celého světa.

Z hlediska ITA mám velmi rád tyto regionální mezinárodní konference o tunelářství a podzemních stavbách. Takové akce vždy plně odrážejí živou angažovanost a entuziasmus tunelářské komunity. Proto bych rád poděkoval iniciátorům a organizátorům této konference a všem jejich spolupracovníkům za to, že vynakládali více než rok velké úsilí při její přípravě.

Česká skupina patří k počátečním skupinám ITA. Stala se jejím členem v roce 1982. V této souvislosti bych rád vzpomenu Ing. Jaroslava Grána, zakladatele a iniciátora Československého tunelářského komitétu. Právě on zorganizoval vaši 1. Národní konferenci o tunelářství v roce 1977. A chci připomenout i Ing. Josefa Nováka, prvního předsedu Československého tunelářského komitétu. Současný předseda Ing. Jindřich Hess je i viceprezidentem ITA.

Dovolte mi několik slov o ITA. Začnu členy výkonného výboru, kteří jsou přítomni zde v sále: Sebastiano Pelizza, Itálie, minulý prezident, můj předchůdce. Nikolaj Buličev, Rusko. Šoši Fuwahara, Japonsko. Willy de Lathauer, Belgie. Harvey Parker, USA. Garry Ash, Austrálie. Zdeněk Eisenstein, Kanada, prezident ITA v letech 1992–1995.

Pokud jde o samotnou ITA – byla založena v roce 1974 v Oslo na základě doporučení konference OECD ve Washingtonu DC, USA, z roku 1970. Strukturu této mezinárodní asociace můžete sledovat na plátně (následoval výklad o činnostech ITA).

Přijďte a připojte se k nám v Miláně, kde naši italská a švýcarská kolegové budou pořádat od 8. do 14. června světový tunelářský kongres 2001 pod názvem Pokrok v tunelářství po roce 2000. Chtěl bych vás vybídnout, abyste hráli aktivní roli v různých pracovních skupinách (WG) ITA.

Název vaší konference je Podzemní stavby. Tato technologická oblast získává více a více na důležitosti. Proč to mohu prohlášovat?

Jedna studie, vypracovaná na Vídeňské akademii rakouského automobilového a cestovního klubu, prokázala, že do roku 2010 vzroste automobilová individuální doprava v Evropě o 20 % ve srovnání s rokem 2007 a do roku 2030 nárůst dosáhne 40 %. Na základě této předpovědi více než sta mezinárodně uznávaných vědců studie uvádí růst objemu silniční nákladní přepravy o 60 % v příštích třiceti letech. To znamená: nejspíše do roku 2010 budou silnice Evropy zcela nepropustné.

Jiné scénáře nejsou tak pesimistické: Světová organizace pro ekonomickou spolupráci a rozvoj – již zmíněná OECD – uvádí, že v roce 2020 bude na evropských silnicích jeden a půlkrát více vozidel než dnes.

Viděno očima ITA, toto vytváří velice slibnou situaci: Potřebujeme mnoho tunelů – více a více. A tak – tato konference se zabývá právě tím správným tématem.

Když jsem pronesl tolik slov v angličtině, hodlám nyní přepnout na jiný jazyk – ale ne, ne na němčinu, jak byste se mohli domnívat, ale na řeč, která je vám daleko bližší.

(a dále pokračoval česky):

Opravdu se těšíme na nadcházející dva dny. Dají nám příležitost k intenzivní výměně znalostí z našeho vzrušujícího oboru – podzemního stavitelství. Velice nás zajímá, jaké tunelové projekty naši českí kolegové a přátelé realizovali od poslední konference zde v Praze v roce 1997, které jsou ve stavbě, ve stadiu projekce, které jsou zamýšleny do budoucna.

Závěrem přejeme českému tunelářství a podzemnímu stavitelství mnoho užitečných a technicky podnětných projektů.

Nepochybují, že výstavba a zdokonalování podzemní infrastruktury našich měst, stejně jako ražení tunelů bez ohledu na geologické překážky nebo dokonce přes hranice našich zemí, jsou významným příspěvkem nás inženýrů k budování světa, kde lidé mohou žít v míru, ve svobodě, v harmonii a v dobrém sousedství. To jsou má přání českému lidu.

Prof. Dr. Ing. Alfred Haack, President of ITA AITES after greeting the participants expressed his admiration for Prague:

It is really my pleasure being again in the Czech Republic, being again in the Czech capital, in this wonderful city of Prague. For the first time I was here 1985 attending the 11th ITA-World-Tunnel Conference. Today I appreciate bringing you the best wishes and regards from ITA - the International Tunnelling Association, from its Executive Council members who are all most present here in the auditorium and from its 50 member Nations from all over the world.

From ITA's point of view I like very much those regional/international Tunnelling and Underground Construction Conferences like this one here organised by the Czech Tunnelling Committee. Such events are always reflecting a lively tunnelling community full of engagement and enthusiasm. So, I would like to thank the initiators and organisers of this conference and all the forces behind them for having taken the big efforts the more than one year long lasting preparatory works asked for.

The Czech ITA group belongs to those of the early times of ITA. It became member of ITA in 1982. In this connection I like to remember Jaroslav Gran, the founder and initiator of the Czechoslovakian Tunnelling Committee. He was the one who organized your 1st national Conference on Tunnelling in 1977 and I would like to mention also Josef Novak, the 1st president of the Czechoslovakian Tunnelling Committee. The acting chairman of the Czech National Tunnelling group Jindřich Hess is the president of this conference and also ITA-Vice President.

Let me give you some more details about ITA. I will start with the members of the Executive Council present here in the conference hall: Sebastiano Pelizza, Italy, past president, my predecessor, Nicolay Bulychychev, Russia, Shoshi Kuwahara, Japan, Willy de Lathauer, Belgium, Harvey Parker, USA, Garry Ash, Australia, Zdenek Eisenstein, Canada, president ITA/AITES within the years 1992 - 1995.

And now to the Association itself:

ITA was founded in 1974 in Oslo following a recommendation of an OECD Conference in Washington DC, USA, 1970. The objectives of this International Association you may follow on the screen.

Come and join us in Milan, Italy from June 8 to 14, 2001. There will be the World Tunnel Congress 2001, organized by our Italian and Swiss colleagues and entitled „Progress in Tunnelling after 2000“. Let me encourage you to play an active role in several of ITA's Working Groups!

The title of this Conference is „Underground Construction“. This technological field is winning more and more importance. How can I say so?

One study, commissioned by the Viennese Academy of the Austrian Automobile and Touring Club revealed, that by 2010, motorized individual transportation throughout Europe would rise by 20% compared with 1997, and by 2030, a staggering 40%. Based on the predictions of over 100 internationally renowned scientists, the study expects road -freight traffic volume to grow by 60% over the next 30 years. That means: by 2010 at the latest, Europe's roads will be completely impassable.

Other scenarios are no less pessimistic: the worldwide Organization for Economic Co-operation and Development - the already mentioned OECD - reckons that by 2020 there will be one and a half times as many vehicles on European roads as today.

Seen with the eyes of ITA this creates a very promising situation: we need many tunnels - more and more. So, this conference is just dealing with the right subject.

After having said so many words in English I am now going to switch to another language - oh no, not to German as you may assume now, but to a language you certainly are more familiar with:

We really look forward to the coming two days giving us the opportunity for an intensive exchange of knowledge and experience in our exciting professional field of underground construction. We are curious to get to know which tunnel projects our Czech colleagues and friends have finalized since the last conference here in Prague in 1997, which ones are under construction, in the design stage or envisaged for the future.

In conclusion we wish the Czech tunnelling and underground construction industry many profitable and technically challenging projects. I do not doubt that building up and improving the underground infrastructure in our cities as well as driving tunnels to undercross geological obstacles or even borders in and between our countries are important contributions by us engineers in building a world where cities can experience a life in peace, in freedom, in harmony and in real neighbourhood. These are my wishes to the Czech people.



Obr. 3 Slavnostní zahájení konference
Fig. 3 Gala opening of the conference

TECHNICKÉ ZAJÍMAVOSTI

TECHNICAL MATTERS OF INTEREST

ZVĚTŠENÍ PROFILU DÁLNIČNÍHO TUNELU NAZZANO V ITÁLII BEZ PŘERUŠENÍ AUTOMOBILOVÉHO PROVOZU

Na dálnici A 1 z Milána do Neapole se zahajuje rozšíření 337 m dlouhého dálničního tunelu Nazzano. Tunel by měl mít po rozšíření tři jízdní pruhy v obou směrech místo dnešních dvou pruhů. Práce budou prováděny za automobilového provozu bez jeho přerušení. V současnosti má tunel šířku 12,20 m a je rozšiřován na 19,70 m (tento rozměr je včetně nového definitivního ostění).

Maximální nadloží je 45 m a geotechnické podmínky jsou tvořeny zpevněnými písčitými a jemnozrnnými (prachovitými) jílly. Novou technologii výstavby navrhl profesor Pietro Lunardi, nositelem patentu je zadavatel stavby, kterým je Správa dálnic.

Provoz automobilů plynule probíhá pod mobilní ocelovou ochrannou konstrukcí, za kterou se provádějí práce spojené se zvětšením tunelu. Speciálně vyrobené zařízení na rozšiřování tunelu je osazeno na polokruhový ocelový portálový nosník, který je „rozkročen“ nad konstrukcí ochraňující provoz v tunelu. Zařízení je schopné provádět všechny operace spojené s rozšiřováním, které probíhá ve čtyřech hlavních krocích.

Nejprve se podle skutečných geotechnických poměrů provede zlepšení podmínek pro ražbu na čelbě a před ní. Následně se do zářezu provedeného po obvodu budoucího výrubu provede předklenba ze stříkaného betonu vyztuženého vlákny.

V druhém kroku se provádí postupné rozpojování horniny v rozsahu budoucího profilu tunelu a demolice původního definitivního ostění. Rubaninu a demolované ostění vyvázejí nákladní automobily, které jezdí mezi ochrannou ocelovou konstrukcí a novým prefabrikovaným segmentovým ostěním rozšířeného tunelu.

Nové definitivní ostění je instalováno bezprostředně za čelbou s maximálním odstupem 5 m. Montuje se jeden nebo více segmentových prstenců, které jsou aktivovány rozepnutím závěrečného dílu.

Posledním – čtvrtým – krokem je provedení spodní klenby.

V závislosti na geotechnických podmínkách se používají různé technologie pro jejich zlepšení. Vedle provádění obvodového zářezu (vrubu) vyplněného betonem je to vodorovná trysková injektáž a injektované sklolaminátové svorníky.

WIDENING OF THE NAZZANO TUNNEL CROSS SECTION IN ITALY WITHOUT INTERRUPTION TO MOTOR TRAFFIC

Work on widening of the 337m-long Nazzano tunnel on the A1 Milan - Naples motorway is being started. The tunnel will have three lanes in each direction after the widening, instead of the current two lanes. The work will be accomplished without any interruption to traffic. At present, the tunnel is 12.20m wide, and will be widened to 19.70m (this dimension contains the width of the new final lining).

Maximum overburden is 45m. Geological conditions are created by consolidated sandy and fine-grain (silty) clays. The new technique has been designed by Prof. Pietro Lunardi, the owner of the patent for the method is the client, Autostrade.

The traffic continues to flow under a mobile steel protection structure, behind which the work on the widening of the tunnel is carried out. The construction equipment, manufactured especially for this purpose of the tunnel widening, is mounted on a semi-circular steel gantry, which straddles the tunnel traffic protection shell. The rig is capable of undertaking all the operations in the widening process, which is performed in four main steps.

Firstly, conditions of the excavation at the tunnel face and in front of the face are improved, depending on actual geotechnical conditions. Then, a fibre reinforced shotcrete pre-vault is created in a pre-cut performed along the perimeter of the future cavity.

Secondly, the ground is excavated in steps within the extent of the future tunnel's profile, and the original lining is demolished. Spoil is removed by trucks, running between the steel protection structure and the new segmental lining of the widened tunnel.

The new final lining is installed immediately close to the face, at a maximum distance of 5 m. One or more rounds of segments are erected. The rounds are activated by means of jacks installed in the key section.

The last step, i.e. the fourth one, is the tunnel invert construction.

Depending on geotechnical conditions, various technologies are used for their improvement. Apart from execution of a peripheral slot backfilled with concrete, they include horizontal jet grouting and injected fibreglass bolts.

Podle zahraničních podkladů zpracoval:
According to foreign source documents prepared by:
Ing. Miloslav Novotný

INFORMACE

INFORMATION

Omluva redakce za nedopatření v čísle 2/2000

Omlouváme se panu prof. Klepsateli a panu prof. Dojčáři za tiskové chyby ve jménech při česko/anglické transkripci v titulcích a na kuléru. Dále upozorňujeme, že na kuléru v obsahu byl chybně uveden autor článku „Ražba tunelu Niederhausen v SRN“, kterým je pan Ing. Jiří Smolík z a. s. SUBTERRA. V článku „Technologicky nutný nadvýlom při razení tunelov trhavinami“ (Prof. Ing. Ondrej Dojčár, Csc.) došlo zejména ve slovenské verzi k tiskovým chybám ve vzorcích. Zájemcům ochotně zašleme separát. Autorovi i čtenářům se omlouváme.

Apology of editors for the inadvertencies in the issue 2/2000

We apologize to Mr. Klepsatel and Mr. Dojčár for misprints in their names in the titles and on the couleur. We advise that author of the article „Excavation of the Niederhausen tunnel in the FRG“ is Mr. Jiří Smolík, from SUBTERRA, a.s. The author printed in the contents was quoted by mistake. There are also several print faults into the formulae in the article „Technically necessary overbreak at the drill-and-blast tunnelling“ (Prof. Ing. Ondrej Dojčár, Csc.), especially in the slovak version. Persons interested will be provided with an offprint. We apologize both to the author and readers.



METROPROJEKT Praha a.s.

Česká projektová a inženýrská
akciová společnost

Czech design and engineering
joint-stock company

Dle Vašich požadavků pro Vás
vypracujeme:

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

According to your requirements
we elaborate for you:

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

Kontaktní spojení:

Contact address:

METROPROJEKT Praha a. s.

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

Phone: +420 2 96 204 121, Fax: +420 2 96 204 122

E-mail: metroprojekt@metroprojekt.cz



České vysoké učení technické v Praze Fakulta stavební Katedra geotechniky

Katedra geotechniky si dovoluje oznámit, že otevírá v roce 2001 již II. běh speciálního kurzu **GEOTECHNICKÉ INŽENÝRSTVÍ**. Studium je dvousemestrové a výuka bude probíhat formou dvoudenních soustředění (čtvrtek, pátek) jedenkrát za měsíc. Kurz bude zahájen 29. 3. 2001.

Přijetí do kurzu bude potvrzeno na základě přihlášky. Kurz bude otevřen při minimálním počtu 15 zájemců. Náklady na studium si hradí každý účastník z vlastních zdrojů. Účastnický poplatek bude stanoven podle počtu zájemců a neměl by přesáhnout 9 200,- Kč.

Cílem kurzu je prohloubení geotechnických znalostí stavebních inženýrů, seznámení s nejnovějšími poznatky a informacemi z oboru.

Kurz bude ukončen vypracováním případové studie. Účastníci obdrží osvědčení o absolvování studia.

Bližší informace ohledně kurzu získáte na katedře geotechniky Stavební fakulty, Thákurova 7, 166 29 Praha 6.

tel. : 02/24354557 sekretariát pí. Picková

fax: 02/3114206

tel. : 02/24354542 Doc. Jettmar

02/24354353 Ing. Reiser

e-mail: jettmar@fsv.cvut.cz

reiser@fsv.cvut.cz

CENÍK INZERCE V ČASOPISU „TUNEL“

PRICE LIST OF ADVERTISING IN THE „TUNEL“ JOURNAL

Pro členy ČTuK, STA a tuzemské organizace:
For CTuK and STA members:

UVNITŘ ČASOPISU

celostránkový inzerát barevný 16 000 Kč

půlstránkový inzerát barevný 9 000 Kč

NA OBÁLCE ČASOPISU

celostránkový inzerát barevný

– 3. strana 22 000 Kč

celostránkový inzerát barevný

– 4. strana 28 000 Kč

Inzerce v celém ročníku – sleva 10 %

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

Ceník schválen redakční radou časopisu 20. 10. 2000

For CTuK and STA non-members from abroad:

One page 1A4 advertisement in colour 2000 DM

Half-page advertisement in colour 1000 DM

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



casagrande

Zastoupení, sklad ND a servis v ČR:
BEL spol. s r. o. (IVK Praha)

Ing. Vladimír KUBEŠ

Malešické nám. č. 1

108 00 Praha 10, Malešice

Tel.: 02/74 77 67 02, Fax: 02/781 20 23

Mobil: 0602/329 055

E-mail: harben@bel.cz

<http://www.bel.cz>

VÝROBCE STROJŮ A ZAŘÍZENÍ PRO SPECIÁLNÍ ZAKLÁDÁNÍ STAVEB, RAŽBU TUNELŮ A DALŠÍ GEOTECHNICKÉ PRÁCE

- Horizontální tunelářské vrtačky pro zajišťování ražby a ražbu tunelů s předvrtávaným pažením
- Premil pily na horniny k vytvoření monolitické skořepiny v měkkých skalních horninách
- Hydraulické vrtné soupravy pro vrtané piloty a CFA
- Zařízení pro stavbu podzemních stěn: teleskopické Kelly tyče s hydraulickými drapáky, lanové drapáky, hydraulické frézy, bentonitové hospodářství
- Maloprofilové vrtačky – kompletní řada od 5 do 30 tun včetně příslušenství
- Vysokotlaká čerpadla betonu pro tryskovou injektáž



BERATENDE
INGENIEURE
CONSULTING
ENGINEERS
INGENIEURS
CONSEILS



ILF Consulting Engineers is an internationally active engineering firm with 450 employees and offices worldwide. ILF offers complete engineering services and its main field of activities include:

- Tunnels and Underground Structures
- Rock and Soil Mechanics
- Geotechnical Engineering
- Transportation and Communications
- Structural Engineering
- Urban and Regional Development Planning
- Cleanup of Contaminated Sites, Landfills
- Water Transport and Pipelines
- Water Resources and Environmental Services
- Hydraulic and Hydroelectric Engineering
- Geodetic surveys and GIS

ILF is a completely independent organization with over 30 years of engineering expertise.

ILF's special interest is to design and implement complex projects, requiring a well organized co-operation between the different fields of activities.

ILF has a well proven Quality Management System and is fully certified with ISO 9001.

ILF Consulting Engineers, s.r.o.
Jirsíkova 5
CZ-186 00 Prague 8
Tel.: ++420/2/810 15 111
Fax: ++420/2/810 15 605
E-mail: info@praha.ilf.com

ILF Beratende Ingenieure ZT GmbH
Framsweg 16
A - 6020 Innsbruck
Tel.: ++43/512/24 12-0
Fax: ++43/512/26 78 28
E-mail: info@ibk.ilf.com

Ingenieurgemeinschaft Lässer-Feizlmayr
Arabellastrasse 21
D-81925 München
Tel.: ++49/89/928 008-0
Fax: ++49/89/928 008-30
E-mail: info@muc.ilf.com

ILF Consulting Engineers je inženýrská organizace s mezinárodní působností s více než 450 zaměstnanci a kanceláři po celém světě. ILF nabízí úplné inženýrské služby a její hlavní pole činností zahrnuje:

- Tunely a podzemní stavby
- Mechanika hornin a mechanika zemin
- Geotechnika a inženýrská geologie
- Dopravní stavby
- Inženýrské stavby
- Územní plánování
- Dekontaminace zamořených území, rekultivace
- Vodovody a ostatní produktovody
- Služby v oblasti vodních zdrojů a přírodního prostředí
- Vodní stavby a hydroelektrárny
- Geodézie a GIS

ILF je zcela nezávislá organizace s více než 30 lety inženýrských zkušeností.

ILF se zaměřuje na projektování a realizaci komplexních projektů, které vyžadují dobře organizovanou spolupráci mezi různými obory činností.

ILF pracuje v rámci prověřeného systému řízení jakosti ISO 9001.

Homepage: www.ilf.com

KANKOL, spol. s r.o.

Výstavba, rekonstrukce
a opravy
kanalizačních stok a kolektorů

Společnost KANKOL, s. r.o. je renomovanou firmou s mnohaletými zkušenostmi, specializovaná na výstavbu, rekonstrukce a opravy kanalizací s využitím činností prováděných hornickým způsobem.

Investorům nabízíme kompletní dodávku kanalizačních děl vestavěných jak v tunelech, tak z povrchu i další podobné báňské a stavební práce pro inženýrské sítě, jejich renovace a sanace.

Společnost má velké zkušenosti s používáním prvků z taveného čediče pro extrémně namáhané úseky stok.

Na trhu v ČR se touto technologií podílí 40%.

KANKOL, spol. s r.o.
U Stanice 4/11, 162 00 Praha 6-Liboc
Tel./Fax: +(420 2) 2056 1575
E-mail: kankol@mbox.vol.cz



STAVEBNÍ SPOLEČNOST POHL

Držitel certifikátu ČSN EN ISO 9001 a ČSN EN ISO 9002



Hlavní sídlo firmy:

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

Tel.: 02/ 33 08 94 +11
02/ 20 91 10 946
Fax: 02/ 20 91 22 99
e-mail:pohl@pohl.cz



POHL cz, a.s.
odštěpný závod
Moravská stavební
Bilovecká 1
746 70 Opava

Tel.: 0653/ 622 659
Fax: 0653/ 622 299
e-mail:pohlo@volny.cz

ODBORNÁ ČINNOST FIRMY POHL

A / PODZEMNÍ STAVBY

- * silniční, železniční tunely a jejich průzkumné štoly
- * energetunely a kolektory
- * kanalizační sběrače

B / INŽENÝRSKÉ STAVBY

- * čistírny odpadních vod
- * kanalizační, plynovodní a vodovodní sítě

C / POZEMNÍ STAVBY

- * bytové
- * občanské
- * průmyslové

D / INŽENÝRSKÁ A PROJEKČNÍ ČINNOST

- * zpracování všech stupňů projektové dokumentace podzemních děl
- * znalecké posudky

E / SPECIÁLNÍ PRÁCE

- * injektáže
- * statické zajišťování skalních masivů a staveb
- * zemní práce

POHL spol. s r.o.
Bayerova 15
602 00 Brno

Tel.: 05/ 41 21 04 59
Fax: 05/ 41 21 04 63
e-mail:brno@pohl.cz



ZUD - stavební a.s.
Lochotinská 70
301 66 Plzeň

Tel.: 019/ 753 97 48
Fax: 019/ 753 97 45