

Tunnel

ČASOPIS ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU
A SLOVENSKÉ TUNELÁŘSKÉ ASOCIÁCIE ITA/AITES
PODZEMNÍ STAVBY (VÝVOJ, VÝZKUM, PROJEKTOVÁNÍ, REALIZACE)

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



ČLENSKÉ ORGANIZACE ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU A SLOVENSKÉ TUNELÁŘSKÉ 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
Divadelní 2
602 00 Brno

AQUATIS, a. s.
Botanická 56
656 32 Brno

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

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

ČERMÁK A HRACHOVEC s. r. o.
Smichovská 31
Praha 5-Reprotyje

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

GEOTEST, a. s.
Šmahova 112
659 01 Brno

IKE, s. r. o.
Plzeňská 166
150 00 Praha 5

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

INGSTAV BRNO, a. s.
Kopečná 20
675 15 Brno

INGUTIS CZ, 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

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

KANKOL, s. r. o.
Nový Jáchymov 48
267 03 Hudlice, 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.
Dělnická 12
170 04 Praha 7

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

POHL CZ, a. s.
Nádražní 25
252 63 Rostoky 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

STAVEBNÍ FAKULTA ČVUT
Thákurova 7
166 29 Praha 6

STAVEBNÍ FAKULTA VUT
Veveří 95
662 37 Brno

SUBTERRA a. s.
Bezová 1658
147 14 Praha 4

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

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

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

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

VODNÍ STAVBY, a. s.
divize 03
Dobronická 635
148 25 Praha 4

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

VOKD, a. s.
Československá 7
701 40 Ostrava

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

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

**ŽELEZNIČNÍ STAVITELSTVÍ
BRNO, a. s., DIS**
Heršpická 1
639 00 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
832 03 Bratislava

GEOCONSULT, a. s.
Werferova 1
040 11 Košice

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

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

GEOSTATIK, spol. s r. o.
Bytčická 32
010 39 Žilina

HYDROSANING
Mojmírova 14, P. O. BOX 6
972 01 Bojnice

HYDROSTAV, a. s.
Miletičova 21
820 06 Bratislava

INCO, a. s.
Pri starej prachámi 14
831 50 Bratislava

INGEO, a. s.
Bytčická 16
010 01 Žilina

INŽINIERSKE STAVBY, a. s.
Priemyselná 7
042 45 Košice

IZOFOL, spol. s r. o.
Odborárska 52
831 02 Bratislava

KERKO, a. s.
Tomášikova 35
043 22 Košice

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

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

SLOVENSKÁ SPRÁVA CIEST
Továrenská 7
813 44 Bratislava

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

SOLHYDRO, spol. s r. o.
Ml. nivy 61, P. O. BOX 31
820 06 Bratislava

STRENA, spol. s r. o.
P. O. BOX 71, Ružova dolina
820 13 Bratislava

STU Bratislava, Stavebná fakulta
Radlinského 11
813 68 Bratislava

**ŠPECIÁLNE ČINNOSTI
Ing. Ján Fabrický**
Kuklovská 60
841 05 Bratislava

**TECHNICKÁ UNIVERZITA
KOŠICE,
Fakulta Berg**
Letná 9
042 00 Košice

TERAPROJEKT, a. s.
Podunajská 24
821 06 Bratislava

TUNEL NRC-SBS
Račianska 190
831 05 Bratislava

**UNIVERZITA KOMENSKÉHO
Katedra inž. geológie**
Mlynská dolina
842 15 Bratislava

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

**ÚSTAV GEOTECHNIKY SAV
KOŠICE**
Watsonova 45
040 01 Košice

VÁHOSTAV, a. s., GR
Hlinská 40
011 18 Žilina

**VŠDS Žilina,
Stavebná fakulta**
Komenského 52
010 26 Žilina

**VUIS – Zakladanie stavieb,
spol. s r. o.**
Lamačská 8
817 14 Bratislava

ŽELEZNICE SR, GR
Klemensova 8
813 61 Bratislava

8. ROČNÍK, č. 3/99
MK ČR 7122
ISSN 1211 - 0728

TUNEL

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

OBSAH

Úvodník: Ing. Jaroslav Kopecký, generální ředitel a. s. VODNÍ STAVBY	str. 1
Vývoj podzemních staveb u a. s. Vodní stavby	str. 2
Ing. Miloslav Novotný, VODNÍ STAVBY, a. s.	
Požáry v silničních tunelech a jejich vliv na krizovou analýzu	str. 10
Doc. Ing. Pavel Příbyl, CSc., ELTODO, a. s.	
Kolektor Příkopy	str. 18
Petr Papež, SUBTERRA, a. s., Josef Jánský, METROSTAV, a. s., divize 5	
Sběrač „P“, nová součást pražské kanalizační sítě	str. 23
Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc., ČVUT FSV, katedra geotechniky Ing. Josef Krátký, VODNÍ STAVBY, a. s., divize 3	
Definitivní ostění kanalizačního sběrače „P“ v úseku JZM–Reporýje v Praze	str. 26
Ing. Miloslav Novotný, VODNÍ STAVBY, a. s. Ing. Jiří Růžička, METROPROJEKT Praha, a. s.	
Oprava a rekonstrukce VD Morávka – stavební objekty prováděné hornickým způsobem	str. 29
Ing. Dobeš, Ing. Torner, AQUATIS, a. s.	
Rekonstrukce provozovaných ražených stanic pražského metra	str. 36
Ing. Miroslav Kochánek, METROPROJEKT Praha, a. s. Ing. Petr Vozarik, METROSTAV, a. s.	
Tunel P3 na TAG MOTORWAY, Turecko – vliv investora na realizaci a kvalitu	str. 41
Ing. Martin Srb, D2 CONSULT PRAGUE, s. r. o.	
Ze světa podzemních staveb	str. 46
Zprávy z tunelářských konferencí	str. 48
Z činnosti odborných společností zainteresovaných do podzemních staveb	str. 49
Kalendárium ITA/AITES	str. 49
Životní jubilea	str. 50
Tunelářské osobnosti	str. 52
Zpravodajství Českého tunelářského komitétu ITA/AITES	str. 54
Spravodajstvo Slovenskej tunelárskej asociácie	str. 55

REDAKČNÍ RADA

Předseda: Ing. Petr Vozarik – METROSTAV, a. s.
Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc. – ČVUT Praha
Ing. Igor Fryč – POHL CZ, a. s.
Ing. Milan Krejcar – IKE, s. r. o.
Ing. Josef Kutil – INŽENÝRING DOPRAVNÍCH STAVEB, a. s.
Ing. Miloslav Novotný – VODNÍ STAVBY a. s., divize 03
Ing. Pavel Polák – METROSTAV, a. s.
Ing. Pavel Příbyl, CSc. – ELTODO, a. s.
Ing. Georgij Romancov, CSc. – METROPROJEKT Praha, a. s.
Ing. Richard Šňupárek, CSc. – Ústav geoniky AV ČR
Ing. Václav Torner – AQUATIS, a. s.
Ing. Miroslav Uhlík – SUBTERRA, a. s.
ČTuK ITA/AITES: Ing. Karel Matzner
STA ITA/AITES: Ing. Jozef Frankovský – BANSKÉ STAVBY, a. s.
Ing. Pavol Kusý, CSc. – TERRAPROJEKT, 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
Vedoucí redaktor: Ing. Karel Matzner
Odborní redaktoři: Ing. Miloslav Novotný, Ing. Pavel Polák,
Ing. Jozef Frankovský
Grafická úprava: Petr Míšek

Sazba, tisk: GRAFTOP

Fotografie na obálce: Sběrač „P“ – montáž trub HOBAS

VOLUME 8, No. 3/99
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

Editorial: Ing. Jaroslav Kopecký, General Manager of VODNÍ STAVBY, a. s.	pg. 1
Development of underground structures at Vodní stavby, a. s.	pg. 2
Ing. Milošlav Novotný, VODNÍ STAVBY, a. s.	
Fires in road tunnels and their influence upon the crisis analysis	pg. 10
Doc. Ing. Pavel Příbyl, CSc., ELTODO, a. s.	
Utility tunnel Příkopy	pg. 18
Petr Papež, SUBTERRA, a. s., Josef Jánský, METROSTAV, a. s., division 5	
Collection sewer "P", a new part of the Prague collection system	pg. 23
Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc., ČVUT FSv, Faculty of Civil Engineering ČVUT Ing. Josef Krátký, VODNÍ STAVBY, a. s., division 3	
Final lining of the collection sewer "P" in the section JZM-Řeporyje, Prague	pg. 26
Ing. Milošlav Novotný, VODNÍ STAVBY, a. s. Ing. Jiří Růžička, METROPROJEKT Praha, a. s.	
Rehabilitation and reconstruction of the Morávka dam - underground structures	pg. 29
Ing. Dobeš, Ing. Torner, AQUATIS, a. s.	
Refurbishment of the operated driven stations of the Prague metro	pg. 36
Ing. Miroslav Kochánek, METROPROJEKT Praha, a. s. Ing. Petr Vozarík, METROSTAV, a. s.	
Tunnel P3 on TAG MOTORWAY, Turkey - importance of client's decisions on the quality of tunnelling projects	pg. 41
Ing. Martin Srb, D2 CONSULT PRAGUE, s. r. o.	
World of underground constructions	pg. 46
News from tunnelling conferences	pg. 48
Activities of professional corporations interested in underground construction	pg. 49
Calendar ITA/AITES	pg. 49
Life jubilees	pg. 50
Tunnelling personalities	pg. 52
Czech Tunnelling Committee reports	pg. 54
Slovak Tunnelling Association reports	pg. 55

EDITORIAL BOARD

Chairman: Ing. Petr Vozarík – METROSTAV, a. s.
Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc. – ČVUT Praha
Ing. Igor Fryč – POHL CZ, a. s.
Ing. Milan Krejcar – IKE, s. r. o.
Ing. Josef Kutíl – INŽENÝRING DOPRAVNÍCH STAVEB, a. s.
Ing. Milošlav Novotný – VODNÍ STAVBY a. s., divize 03
Ing. Pavel Polák – METROSTAV, a. s.
Ing. Pavel Příbyl, CSc. – ELTODO, a. s.
Ing. Georgij Romancov, CSc. – METROPROJEKT Praha, a. s.
Ing. Richard Šňupárek, CSc. – Ústav geoniky AV ČR
Ing. Václav Torner – AQUATIS, a. s.
Ing. Miroslav Uhlík – SUBTERRA, a. s.
ČTuK ITA/AITES: Ing. Karel Matzner
STA ITA/AITES: Ing. Jozef Frankovský – BANSKÉ STAVBY, a. s.
Ing. Pavol Kusý, CSc. – TERRAPROJEKT, a. s.

PUBLISHED FOR SERVICE USE

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

OFFICE

Dělnická 12, 170 04 Praha 7
tel./fax: 667 93 479
Editor-in-chief: Ing. Karel Matzner
Technical editors: Ing. Milošlav Novotný, Ing. Pavel Polák,
Ing. Jozef Frankovský
Graphic designs: Petr Míšek

Printed: GRAFTOP

Cover photo: Collection sewer "P" – assembly of the HOBAS pipes



**Vážení čtenáři,
vážení kolegové!**

Nejprve bych chtěl jménem akciové společnosti Vodní stavby vyjádřit potěšení, že můžeme oslovit všechny čtenáře časopisu Tunel, ať patří k odborné veřejnosti nebo k zástupcům státní či městské správy. Jsme rádi, že prostřednictvím časopisu můžeme informovat a pozdravit nejen české, ale i zahraniční kolegy a příznivce podzemního stavitelství.

O rostoucím významu využití podzemí pro rozvoj společnosti není nutné v tomto časopise přesvědčovat. Podzemní stavby sloužily a mohou sloužit potřebám lidí, i když bychom rádi z tohoto konstatování vynechali ty případy, kdy je podzemí využíváno spíše v rozporu s pozitivním směrem rozvoje civilizace.

Je však vhodné připomenout, a možná i občas opakovat, několik aspektů.

Především je to skutečnost, že v urbanizovaných oblastech (města, městské aglomerace i obce) dosáhlo využití podzemí takového stupně, že je nezbytné další rozvoj podřídit plánování a využít přitom rozvíjející se obor podzemního urbanismu. V podzemí nesmíme připustit chaos, který pak vede k ztrátám ekonomickým, někdy i k ekologickým škodám a může vést k diskreditaci podzemních staveb. Dílčí pokrok v této oblasti je možné zaznamenat. Města zpracovávají generely své podzemní infrastruktury a chceme vyjádřit přesvědčení, že součástí bude sladění a syntéza jejich jednotlivých částí.

Další aspekt je ekologický přínos podzemních staveb, který popírají snad jenom ekologičtí fundamentalisté. Tisíce kilometrů sítí vedených pod městskou zástavbou, podzemní dopravní stavby a další příklady využití podzemí prokazují denně svůj ekologický charakter. Podzemní stavby mají však také svůj krajinnotvorný přínos. Příkladem může být i naší společností nedávno dokončená stavba nové přečerpávací vodní elektrárny Štěchovice, která je vlastně celá vestavěna do šachty hluboké cca 45 m přímo u břehu řeky Vltavy.

Vodní stavby, a. s. diverzifikovaly významně svou činnost. Již léta stavíme průmyslové, občanské a energetické stavby. Jako jsme v posledním období rozvinuli svou aktivitu v dopravním stavitelství (koridor Českých drah Děčín - státní hranice), chceme dál rozvíjet i své tradiční aktivity, mezi které od založení naší firmy v roce 1951 patří také podzemní stavby, většinou štol pro inženýrské sítě, ale i prostory pro další účely.

Děkujeme všem svým obchodním partnerům za spolupráci a přejeme podzemnímu stavitelství nárůst investiční aktivity.

Ing. Jaroslav Kopecký

předseda představenstva a generální ředitel Vodní stavby, a. s.
Chairman of the Board of Directors and General Manager of Vodní stavby, a. s.

**Dear readers,
dear colleagues,**

First of all, I would like, in the name of the joint-stock company Vodní stavby, to express the pleasure that we have the possibility to address all readers of the Journal TUNEL, let them rank among the professional public or representatives of the state or municipal administration. We are glad to be able, through this journal, to inform and to greet not only the Czech colleagues and friends of underground engineering but also the foreign ones.

It is not necessary to stress, in this journal, the increasing importance concerning the utilization of underground areas for the development of life conditions. Underground structures served and may serve to human needs, in spite of the fact, that there exist cases when the underground was used in contradiction with a positive direction of the civilization development.

But it is suitable to remind, and, may be, sometimes even to repeat several aspects.

In the first place, it is the fact that in town-planned areas (towns, conurbations and communities) the utilization of the underground achieved such a degree that it is necessary, for further development to be subject to planning, and for the developing line of underground town-planning to be utilized. We must not allow any chaos in the underground which then might cause economic losses, sometimes even ecological damages, and which might even result in discreditation of underground structures. A partial progress may be noted in this sphere. Towns elaborate general plans of their underground infrastructure, and we want to express our belief, that coordination and synthesis of individual parts will be the integral part of them. Another aspect resides in the ecological contribution of underground structures, which is denied, perhaps, only by ecological fundamentalists. Thousands kilometres of networks laid under the municipal housing, underground transport structures and other examples of the underground utilization prove daily their ecological character. Underground structures, though, have also their landscape forming contribution. As an example, there can be mentioned the structure of the new pumped storage plant Štěchovice, recently completed by our company, which is completely built in a shaft, about 45 m deep, just at the bank of the river Vltava.

Vodní stavby, a. s. diversified considerably their activities. Already for many years this company has been building industrial, civil and power structures. As we have developed, in the last period, our activity in transport structures (corridor of the Czech Railways: Děčín - state frontier), we want to develop even our traditional activities, among which, from the foundation of our firm in the year 1951, also underground structures may be ranked, viz. mostly galleries for engineering networks, but also spaces for other purposes.

We thank all our business partners for cooperation, and wish the underground engineering an increase of investment activities.

VÝVOJ PODZEMNÍCH STAVEB U A. S. VODNÍ STAVBY

DEVELOPMENT OF UNDERGROUND STRUCTURES AT VODNÍ STAVBY A. S.

ING. MILOSLAV NOVOTNÝ, VODNÍ STAVBY, A. S., DIVIZE 03

ÚVOD

Podzemní stavby patří k jedné ze základních aktivit firmy Vodní stavby od jejího vzniku v roce 1951. Tehdy byla firma vytvořena sloučením několika stavebních podnikatelských subjektů, které přinesly tradici v hydrotechnických, vodohospodářských i průmyslových stavbách - především šlo o firmu Lanna a Batovy stavební závody působící v jižních Čechách, konkrétně v Sezimově Ústí.

PODZEMNÍ VODNÍ ELEKTRÁRNA LIPNO

Hned na začátku činnosti Vodní stavby vybudovaly mimořádné dílo, které je nutné připomenout i z hlediska významu a rozsahu prací podzemního charakteru. Jde o výstavbu prvního stupně vltavské přehradní kaskády, kterým bylo Vodní dílo Lipno I a II. Stavba probíhala v letech 1951 až 1960 a na svou dobu šlo o hydroenergetickou stavbu špičkové evropské úrovně. Základem díla byla zemní hráz o kubatuře 272 tis. m³, její součástí u levého břehu byl gravitační betonový blok s funkčními objekty (kubatura betonu 58 tis. m³). Při složitém zakládání hráze a těsnění podloží musely být použity i ocelové kesony. Tato poměrně malá hráz díky morfologii terénu (v geologicko-geodynamické době zde bylo sladkovodní jezero) umožnila vytvořit vodní nádrž s objemem 306 mil. m³.

Jedním z hlavních účelů díla byla výroba elektrické energie. Elektrárna byla vyprojektována jako podzemní a zpracovávala průměrný spád 162 m. Její vybudování patřilo k nejnáročnějším částem stavby (viz obr. 1).

Vlastní elektrárna je umístěna v podzemní kaverně o velikosti 70 x 21,5 m, výška kaverny je 40 m. Byla vyražena pod ochranou předem vybetonované klenby parabolického tvaru. Stěny hlavní kaverny byly zabezpečeny ocelovými kotvami, při betonážích v podzemí se používala pneumatická doprava betonu. Pro přívod vody na dvě Francisovy turbíny byly vyhloubeny dvě svislé tlakové šachty o vnitřním průměru 4,5 m. K odvodu vody od turbin slouží odpadní tunel, jehož délka je 3,6 km, a je zaústěn do vyrovnávací nádrže Lipno II u Vyššího Brodu. Stěny odpadního tunelu byly opět kotveny ocelovými kotvami a ve značné části byla provedena betonová ozeď. Pro přístup do elektrárny slouží šikmý přístupový tunel podkovitého tvaru o délce 200 m. Oba tunely při stavbě podzemní elektrárny, jejíž nadloží je 160 m, sloužily pro dopravu materiálu i rubaniny.

Celkový objem skalních výlomů v podzemí činil asi 350 tis. m³, převážně se jednalo o výlomů v žulovém masivu. Takto získaný materiál byl předrcen, roztržěn a využit pro stavbu. Zkušenosti a kvalifikace pracovníků z této stavby vytvořily potenciál, který firma Vodní stavby využila v dalších letech nejen na hydrotechnických stavbách.

TRADIČNĚ RAŽENÉ KANALIZAČNÍ SBĚRAČE

Souběžně se stavbou Lipna se vytvářela tradice podzemních staveb zdravotně inženýrského charakteru, které posléze vytvořily hlavní část aktivit firmy v podzemním stavitelství. Šlo převážně o ražené kanalizační sběrače, které Vodní stavby realizovaly v Plzni, Karlových Varech, Sokolově, Mostě a v řadě dalších měst. Mimořádný objem těchto staveb byl proveden v hlavním městě Praze, kde se firma podílela i na podzemních objektech v oblasti Pražského hradu.

Nemůžeme nepřipomenout výraznou osobnost tohoto období, kterou byl ing. Karel Saffin. Dříve soukromý podnikatel, dal plně svou technickou profesionalitu i vynikající lidské vlastnosti ve prospěch rozvoje podzemního stavitelství ve Vodních stavbách. Jako vedoucí tunelářského útvaru vchoval řadu odborníků, kteří později přešli i na stavbu pražského metra (např. ing. Pavel Janda nebo stav. Miloš Kočík).

INTRODUCTION

Underground structures represent one of the fundamental activities of the firm Vodní stavby Praha, a.s. from its foundation in the year 1951. At that time, the firm was founded by a merger of several building enterprises which brought tradition and experience in hydrotechnical construction, as well as in building water structures and industrial ones - in the first place it concerned the firm Lanna and Bata Building Works, working in southern Bohemia, particularly in Sezimovo Ústí.

UNDERGROUND HYDRO-ELECTRIC POWER PLANT LIPNO

Just at the beginning of their activities, Vodní stavby constructed an extraordinary work which must be reminded even with respect to the importance and extent of works of underground character. It concerned the 1st stage of the Vltava cascade of dams, which was represented by the Water Work Lipno I and II. The construction was carried out within the years 1951 up to 1969, and with respect to that time, it was a hydro-electric power structure of a top European level. The main part of the structure, that was an earthen dam of 272 000 cub.m, and a gravity concrete block, situated at the left bank, with function rooms and equipment (59 000 cub.m of concrete) was also a part of the dam. When performing complicated works concerning the dam foundation and sealing of the subsurface, even steel caissons had to be applied. This relatively small dam, due to the terrain morphology (before a not long time ago, from the geological point of view, a fresh-water lake was there) enabled to form a water dam, having the capacity of 306 mil. cub.m.

One of the main reasons of the work was to produce electric power. A hydro-electric power plant was designed as an underground one, the mean gradient head of which was equal to 162 m. Its construction was one of the most exacting parts of the project (see Fig. 1).

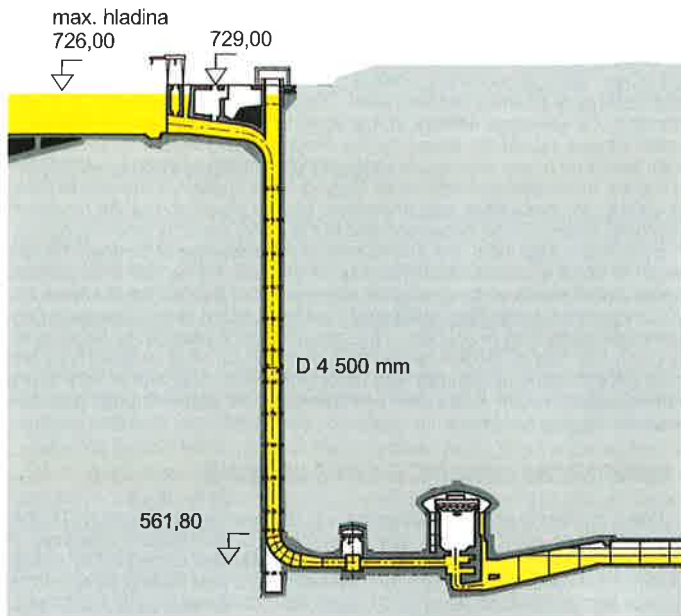
The power plant proper is situated in an underground cavern, of dimensions 70 x 21.5 m, the height of the cavern is 40 m. It was driven under protection of a parabolic concrete vault, concreted in advance. Walls of the main cavern were supported by means of steel anchors. When performing concreting works in the underground, pneumatic transport of concrete was applied. For supplying water to two Francis turbines, there were excavated two vertical shafts, the internal diameter of which was 4.5 m. For draining water from turbines there is applied a tailrace tunnel the length of which is 3.6 km and it enters into the tailwater pond Lipno II near Vyšší Brod. Walls of the tailrace tunnel were also anchored by means of steel anchors, and in a considerable part of this tunnel, a concrete lining was made. A slanting access tunnel of a horseshoe shape, being 200 m long, serves as an access to the power plant. Both tunnels served for transporting material and muck during the construction of the underground power plant, the overburden of which is 160 m thick.

Total volume of the rock excavated in the underground amounted to about 350 000 cub.m. It concerned mostly mining in the granite massif. Material obtained in such the way was crushed, assorted and used for the construction. Experience and qualification of workers gained at this construction formed a potential which was utilized by the firm Vodní stavby in next years in further structures, not only in hydrotechnical ones.

COLLECTION SEWERS DRIVEN IN A TRADITIONAL WAY

Simultaneously with the Lipno structure, there was formed a tradition of underground structures of a sanitary-engineering character which, at last, represented the main activities of the firm in the underground engineering. It concerned mostly driven sewers, realized by Vodní stavby Praha at Plzeň, Karlovy Vary, Sokolov, Most and at many other towns. The most part of the said works was realized in Prague, where the firm took part even in underground works in the area of the Prague Castle.

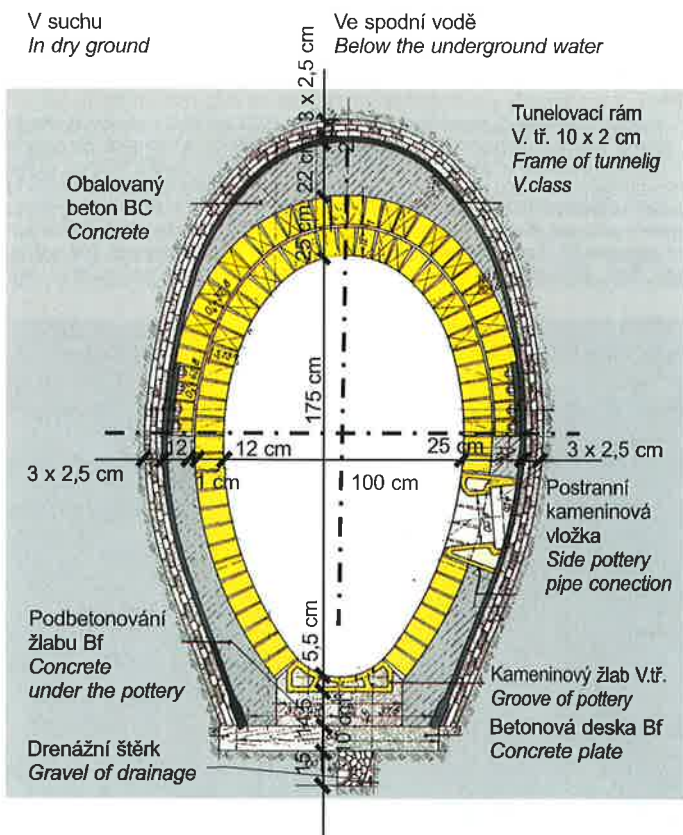
The significant person of the said period, Ing. Karel Saffin, must be reminded. Formerly a private entrepreneur, he provided fully his technical professionalism and excellent human qualities to the benefit of the development of the underground engineering in Vodní stavby. As a head of the tunnelling section, he educated many experts who later became constructors of the Prague Metro (e.g. Ing. Pavel Janda or Miloš Kočík).



Obr. 1
Podélný řez podzemní vodní elektrárnou Lipno
Longitudinal section of the Lipno underground hydro-electric power plant

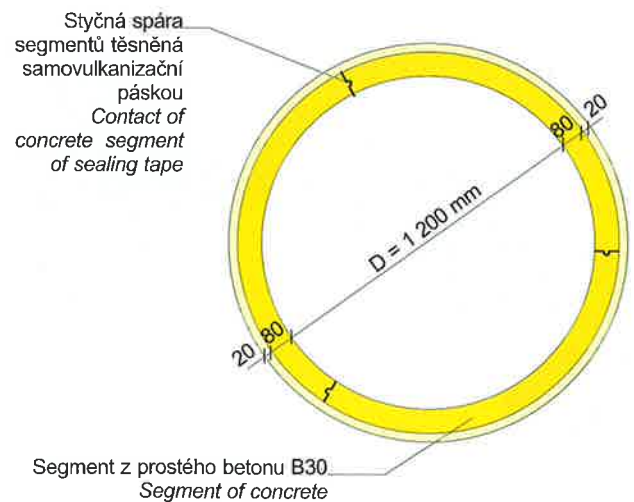


Obr. 3
Kanalizace Modřany II.A - protlačovací souprava PS 1650 v těžní šachtě
Sewerage Modřany II.A) pipe jacking equipment PS II.A) in the hauling shaft



Obr. 2
Zděná stoka V. ř. v tunelu profil 100 x 175 mm (dvoupásová)
Prague standards - cross section of an oviform bricked sewer

Pod vedením ing. Saffina se v Praze realizovaly sběrače v Hostivaři, Strašnicích (pro sídliště Solidarita) a řada dalších, z nichž připomeneme ražený sběrač ve Vysočanech. Zde bylo nutné projít velmi nepříznivými geotechnickými podmínkami, které tvořily zvodnělé náplavy řeky Rokytky. Ražba probíhala při plném pažení čelby, mezery mezi pažinami byly těsněny dřevitou vlnou a jako rámy byly použity do potřebného tvaru ohnuté kolejnice. Profil byl pro takové podmínky značně velký - přes 10 m².



Obr. 4
Příčný řez stolou DN 1 200 mm raženou miništítem REES
Cross section of the gallery DN 1 200 mm driven by means of the minishield REES

Under the management of Ing. Saffin, sewers in Hostivař, Strašnice (for the housing estate Solidarita) and other were realized, of which the driven sewer at Vysočany is to be reminded. It was necessary to pass there through very unfavourable geotechnical conditions which were represented by water bearing deposits formed by the river Rokytky. The driving was performed with a full face bracing, gaps between the lagging boards were sealed by means of a wood wool, and as frames there were applied rails bent to a needed shape. For such conditions, the profile was considerably large - over 10 sq.m.

Bylo to období profesně řemeslného umu razičů i kanalizačních zedníků. Raziči uměli projít i tekutými písky (injektáže ještě neexistovaly) a zedníci vyzdívali vejčité profily sběračů i další objekty - jako byly spojné komory, dešťové oddělovače a šachty, které nepostrádají ani určitou estetickou úroveň. V Praze byly tehdy základním technickým předpisem pro výstavbu stokové sítě tzv. Pražské normálie, vydané Pražskou kanalizací a vodními toky. Byly postaveny na dlouholeté zkušenosti z ražení stok, kde se jako provizorní ostění pro ražbu používaly ploché ocelové rámy v kombinaci s dřevěnými pažinami. V kombinaci s vejčítým tvarem zděné stoky šlo o maximálně ekonomický poměr výrubu a průtočného profilu (viz obr. č. 2).

Takto byla ještě v roce 1976 realizována kmenová stoka na kanalizaci Modřany I. A, jejíž délka byla 900 m při spádu 1,2 promile. Plocha výrubu asi 5 m², plochý rám č. IX pražského normálu, zděná vejčitá stoka z kanalizačních cihel z Horní Břízy. Ražba probíhala v údolní terase Vltavy, procházelo se štěrkopisky různé zrnitosti i navážkami s členěním čelby. Po jednom z přívalových dešťů bylo vplaveno do štoly mezerami mezi pažinami asi 8 m³ jemného písku.

PROTLAČOVÁNÍ ŽELEZOBETONOVÝCH TRUB

Na pokračování této stavby, kterou byla kanalizace Modřany II. A, se již prověřila snaha vnášet do podzemních staveb u Vodních staveb nové prvky. Značná část tohoto sběrače se prováděla protlačováním železobetonových trub DN 1650 pomocí protlačovací soupravy vlastní konstrukce PS 1650 (viz obr. 3) - později PS 1700 pro kvalitnější protlačovací trouby DN 1700 mm. Kruhový profil protlačovaného sběrače byl doplněn zděnou kynetou s kameninovým žlábkem a šatovskou dlažbou. Touto technologií byla provedena řada staveb a podchodů železnic nebo komunikací a později i výstavba kanalizačního sběrače Louny. Obtížností této stavby byly malý spád, souběh a v podstatě ražba pod základy historických zdí městského opevnění, v důsledku nedostatku místa ražba po spádu i v protispádu a velká vzdálenost těžních šachet (až 145 m - protlačování se podařilo zvládnout pomocí bentonitové mazací injektáže). Navíc trasa ležela ve svažitém břehu řeky Ohře.

Vyvinuta a nasazena do provozu byla i protlačovací souprava PS 1200 pro železobetonové trouby DN 1200 mm.

MINIŠTÍT REES

Zajímavým předchůdcem protlačovacích souprav byl Vodními stavbami v Anglii v roce 1973 zakoupený miništít REES. Jeho pomocí bylo možno budovat kanalizační sběrače nebo kolektory pro jiná média či vedení o vnitřním profilu 1200 mm. Vlastní štít měl profil 1400 mm a pod jeho ochranou se montovalo definitivní ostění ze tří segmentů z prostého betonu o délce 600 mm a tloušťce stěny 80 mm. Vzniklý nadvým se zafoukával kačirkem o zrnitosti 8 mm a následně se prováděla otvory v segmentech výplňová injektáž. Rozpojování na čelbě probíhalo ručně, stejně tak i montáž tříkloubového segmentového ostění,

It was the time of professional skill of miners and sewer bricklayers. The miners were able to go through even if it concerned running sand (no grouting at all existed) and bricklayers built in bricks oviform profiles of sewers and other structures - such as connecting chambers, storm overflow chambers and shafts, which also have a certain aesthetic level. The main technical regulation for a construction of a sewerage network at that time in Prague were represented by so called Prague standards, issued by the Prague Waste Water company. They were based on a long term experience gained at driving sewers, where flat steel frames, in combination with timber lagging, were applied as provisional lining for driving. In combination with an oviform bricked sewer, it was the maximum economic relation of the excavation and of the profile capacity (see Fig. No. 2).

Even in the year 1976, the trunk sewer of the sewerage of Modřany I.A, the length of which was about 900 m and its down grade 1.2 ‰ was reconstructed in this way. The area of the excavation face was about 5 sq.m., the flat frame No. IX corresponded to the Prague Standard, bricked oviform sewer was made from sewerage bricks from Horní Bříza. The excavation took place in the valley terrace of the river Vltava, the line passed through gravel-sands of various grains and even through made-up grounds with dividing the face. After one of very strong storms, about 8 cub.m of fine sand penetrated into the gallery through gaps between the lagging boards.

REINFORCED CONCRETE PIPES JACKING

When continuing in said construction, viz. the sewerage of Modřany IIA, there appeared an effort to apply new elements as to underground structures of Vodní stavby Praha. A considerable part of this sewer was carried out by jacking of reinforced concrete pipes DN 1650 by means of a pipe jacking equipment of an own design PS 1650 (see Fig. 3) - later PS 1700 for pipes DN 1700 mm of higher quality. The round profile of a jacked sewer was completed with an invert in brick, provided with a stoneware groove and the Šatov-made pavement. This technology was applied at many constructions and underpasses of railways or roads, and later also at the sewer Louny. Problems of this construction resided in a small slope, and in the excavation carried out under foundations of historical walls of the municipal fortification, in an insufficient space, in excavation both down the slope and up the slope due to the lack of room, and in a large distance of hauling shafts (up to 145 m - the jacking was successfully carried out by means of a bentonite lubrication grouting). Besides that, the line was situated in a sloping bank of the river Ohře.

Even a pipe jacking equipment PS 1200 for reinforced pipes DN 1200 mm was developed and set into operation.

MINISHIELD REES

A minishield REES, purchased in the year 1973 by Vodní stavby Praha in England, was an interesting predecessor of pipe jacking equipment. By means of it, it was possible to construct sewers or ducts for other media or lines, of the internal diameter 1200 mm. The shield proper was of the profile 1400 mm and under its protection there was mounted the final lining made of three segments of plain concrete, being 600 mm long, and its walls were 80 mm thick. The annular gap was filled with pebble gravel of 8 mm grain size, blown into that space, and then, through holes in segments, the back grouting was carried out.



Obr. 5
Zděný úsek ústí sběrače v Mladé Boleslavi
Bricked section of the sewer mouth in Mladá Boleslav

jehož spáry byly těsněny samovulkanizační páskou, která pomáhala i roznést vodorovné síly při posunu štítu (viz obr. 4). Segmenty byly vyráběny v jednoduché formě, avšak při maximální péči nutné pro dodržení povolených tolerancí. Největší rozsah prací štítem Rees byl proveden na stavbě kanalizace v Benešově.

MECHANIZOVANÉ ŠTÍTOVÁNÍ

Složitost a pestrost pražské geologie a z toho vyplávajících geotechnických podmínek pro ražbu se plně projevily při další snaze o progresi v ražbách štol. V roce 1972 bylo přijato rozhodnutí o zavedení mechanizovaného ražení štol, především kanalizačních, v kombinaci s protlačováním kvalitních železobetonových trub z betonu B 40, který již velmi spolehlivě odolává agresivnímu prostředí stokové sítě. Protože v tuzemsku nebyla tato technologie k dispozici a vlastní vývoj takovýchto strojů vůbec neprobíhal, bylo po vyhodnocení nabídek evropských výrobců zahájeno jednání s firmou Westfalia Lünnen. V roce 1973 byly předány podklady, které definovaly požadavky na razicí stroj, přičemž důraz byl položen na garanci výkonu v podmínkách pražské geologie při ražbě ve skalním podloží. Firma Westfalia Lünnen nabídla dodávku celoprofilového razicího štítu osazeného valivými disky z tvrdokovu o vnějším průměru 2070 mm, za kterým měly být zatlačovány železobetonové protlakové trouby DN 1700 mm o tloušťce stěny 150 mm spojované na ocelový prstenec těsněný gumovými profilovanými kroužky. Protlačovací stanice byla také součástí nabídky, rovněž tak systém mazací bentonitové injektáže a doprava rubaniny v zatlačovaných troubach od štítu do těžní šachty. Řízení štítu zajišťoval systém naklánění razicí hlavy, potřebné údaje o poloze štítu strojista získával na dvou terčích, na které dopadal laserový paprsek.

Smlouva byla podepsána včetně garantovaných výkonových parametrů, strojní sestava byla dodána a nasazena v roce 1974 na stavbě kanalizačního sběrače K 8 v Praze 4 - Písnici. Ražba probíhala v pražském algonkiu, tedy v poměrně tvrdých břidlicích, pro které je ovšem charakteristická různá hloubka procesu zvětrání a navíc jsou často tektonicky porušené s četnými plochami diskontuit. Pevnost zdravých algonkických břidlic vedla k velkému opotřebení řezných nástrojů i celé hlavy štítu, výměna řezných nástrojů byla operace riskantní, protože pracovník se nacházel před štítem v nechráněném prostoru. V místech, kde se nacházely zvětralivé produkty, navíc zvodnělé, docházelo k zabořování štítu, štít se obtížně řídil přes snahu najít optimální přítlak a sklon hlavy. Pokud se zastihlo pásmo s vysokým stupněm narušení a s mnoha plochami diskontuit, nebylo možné ani zvětšením přítlaku zabránit odtěžování štěrkovité rubaniny, a tím docházelo ke komínování nadloží.

Přes maximální úsilí německého dodavatele, který postupně vyslal k zajištění garantovaných výkonů své špičkové manuální i technické pracovníky, nebyly smluvní podmínky splněny a po jednáních, která byla samozřejmě složitá, byl stroj vrácen výrobcí. Výsledkem této zkušenosti byla i změna koncepce dalšího

Disconnection on the face was carried out manually, as well as the assembly of the three-joint segmental lining, the gaps of which were sealed with a self vulcanizing strips, which helped to distribute horizontal forces when the shield was shifted (see Fig. 4). Segments were manufactured in a simple mould, but at the maximum care which was necessary for keeping allowed tolerances. The maximum extent of work done by means of the shield Rees was performed when constructing the sewerage at Benešov.

MECHANIZED SHIELD HEADING

The intricacy and variability of the Prague geology, and geotechnical conditions for driving resulting of it, were fully evident when there was an effort, for the gallery driving to be more progressive, especially if it concerned sewers, in combination with jacking of quality reinforced concrete pipes made of concrete B40 which is reliably resistant against aggressive environment assisting in sewer networks. As such a technology was not at disposal in inland, and an own development of such equipment did not exist, then, after having evaluated offers of European manufacturers, a negotiation with the firm Westfalia Lünnen was started. In the year 1973, there were handed over documents which defined requirements as to boring machines, and the stress was placed on a guarantee of the output in conditions of the Prague geology, if the driving operations were to be performed in a rocky bedrock. The firm Westfalia Lünnen offered a delivery of a full-face boring machine, provided with disc cutters made of sintered hard metals, of the external diameter 2070 mm, behind which there were to be jacked reinforced concrete pipes DN 1700 mm, wall thickness = 150 mm, joined by means of a steel ring tightened with profiled rubber gasket rings. The jacking station was also a part of the offer, as well as the system of the lubricating bentonite grouting and muck haulage in pipes being jacked, viz. from the shield to the hauling shaft. The control of the shield was secured by means of a system for tilting the cutterhead, the needed data concerning the shield position were accessible for the operator on two targets onto which a laser ray was directed.

The contract was signed inclusive guaranteed output parameters, the machine was delivered and set into operation in the year 1974 on the building site of the sewer K 8 in Prague 4 - Písnice. The excavation was carried out in Prague Algonkian rocks, i.e. in relatively hard shales, for which, of course, a various depth of a weathering process is characterized, and, more over, they are often tectonically disturbed, with many surfaces of discontinuity. The strength of unfractured Algonkian shales caused a considerable wear of cutting tools and even of the whole cutterhead. A change of cutting tools was a risky work, because the worker was in front of the shield in an unprotected space. In spaces where weathered products occurred, more over water saturated, the shield sunk and it was difficult to control it, in spite of an effort to find the optimum pressure and the cutter head incline. If a very fractured zone takes place, with many surfaces of discontinuities, it was not possible, even at an increased pressure, to prevent the gravel muck from falling out, and in this way chimney cavities in the overburden arose.

In spite of the maximum effort of the German supplier, which sent gradually its top manual and engineering workers for securing the guaranteed output, contractual terms and conditions were not met, and after negotiations which were complicated, of course, the machine was returned to the manufacturer. A change of the conception of the further development of a mechanized tunnelling in the firm Vodní stavby Praha was the result of the said experience. The principle of



Obr. 6

Kyneta a železobetonové prefabrikáty ostění sběrače pod tř. Václava Klimenta v Mladé Boleslavi

Invert and prefabricated reinforced concrete lining elements under the Václav Kliment Road in Mladá Boleslav

rozvoje mechanizovaného tunelování u Vodních staveb. Podstatou změny byl záměr využít razičích mechanismů s frézou na výložníku, což se konkrétně projevilo zakoupením razičícího stroje Dosco 2MK. Zkušenosti z jeho nasazení uvádíme níže.

VLIV ROZŠÍŘENÉHO DOZORU STÁTNÍ BÁŇSKÉ SPRÁVY

Mezitím celé podzemní stavitelství prošlo velkými změnami, které souvisely se zákonem o rozšířeném dozoru státní báňské správy. Český báňský úřad vydal příslušné vyhlášky a stavební organizace, ale i investoři a projektanti, se museli přizpůsobit. Znamenalo to konec používání "pražských" plochých rámu, jejichž únosnost se nedala staticky prokázat v rozsahu a způsobu, jak byly používány, byl to také konec miništitů REES i delších protlaků trub DN 1200 mm.

V tomto rámci bezpečnostních a provozních předpisů již Vodní stavby prováděly stavby dešťových a splaškových sběračů v Dolních a Horních Měcholupech o celkové délce přes 3 km. Na dešťovém sběrači, jehož definitivní ostění tvořily železobetonové trouby DN 1650 mm, byla poprvé u firmy použita pro zaplnění prostoru mezi vnějším lícem trouby a horou s provizorním ostěním samonivelační popílko-cementová směs s přidáním určitého množství bentonitu. Směs se vyráběla přímo na stavbě v rozplavovačích o objemu 3 m³, zaplavované úseky byly necelých 100 m dlouhé.

Zajímavou stavbou byl také podchod pod plavebním kanálem pro potrubí vysokotlakého produktovodu. Stavba produktovodu křížovala řeku Vltavu a následně laterální kanál poblíž obce Lužec nad Vltavou. Ražba měla probíhat ve zvodnělých jemnozrnných píscích, úroveň podzemní vody asi 0,5 m pod terémem. Proto byly šachty vybudovány v podzemních stěnách, kanál byl v plavební přestávce vypuštěn, zasypán a z tohoto násypu se systematicky proinjektovala zóna budoucí ražby. Byla provedena klasicky s důlní ocelovou výztuží včetně předvrtů pro zajištění bezpečnosti práce.

MODERNIZACE VRTNÝCH PRACÍ VČ. MANIPULACE S RUBANINOU A ZAVEDENÍ STRÍKANÉHO BETONU

V roce 1978 až 1980 byla realizována kanalizační stoka v Mladé Boleslavi. Stoka o délce asi 1,1 km byla ražena z portálu, který bylo možno vytvořit v bývalém lomu poblíž řeky Jizery, a probíhala ve zdravém pískovcovém masivu v maximální hloubce až 30 m pod městskou zástavbou. Po dokončení měla odvést vodu z dešťového oddělovače v prostoru u autobusového nádraží a později přivádět odpadní vody na novou čistírnu odpadních vod. Poprvé zde byla nasazena komplexní mechanizace v sestavě - jednolafetový vrtný vůz Secoma, nakladač na pásovém podvozku Haggloader 9 HR a velkokapacitní vůz na odvoz

the change resided in the intention to utilize driving equipment with a roadheader, which resulted particularly in purchasing a driving machine Dosco 2MK. Experience gained after its setting into operation are described beneath.

INFLUENCE OF AN EXTENDED INSPECTION BY THE STATE MINING ADMINISTRATION

In the meantime, the whole underground engineering was subjected to large changes which were connected with the Act on Extended Inspection by the State Mining Administration. The Czech Mining Authority issued respective Decrees, and building companies, but also clients and designers, had to conform to them. It was the end of „Prague“ flat frames, the loadability of which could not be statically proved within the extent and way how they were applied. But it was also the end of the minishield REES and of jacking of longer pipes DN 1200 mm.

Within the said safety and operational regulations, Vodní stavby Praha have already performed constructions of storm sewers and sanitary ones at Dolní Měcholupy and Horní Měcholupy, the total length of which was 3 km. As to the storm sewer, the final lining of which was formed by reinforced concrete pipes DR 1650 mm, there was applied, for the first time at the firm, for filling the annular space between the carrier pipe and the excavation face with a provisional lining, a self levelling ash-cement mixture with adding a certain quantity of bentonite. The mixture was produced directly in saturators of the capacity of 3 cub.m. The sections being filled were nearly 100 m long.

An underpass under the shipping channel for piping of the high-pressure oil-product duct, was also an interesting structure. The oil-product duct structure crossed the river Vltava and then it crossed a lateral channel near the community Lužec nad Vltavou too. The excavation was to be performed in water bearing fine grained sands, the ground water table was about 0.5 m under the surface. That is why shafts were built under protection of diaphragm walls, the channel was drained in a shipping break, back filled, and from this embankment the grouting of the future excavation zone was carried out. It was carried out in a classic way, with a colliery steel arches, inclusive prebores for securing the safety of work.

UP-DATING OF BORING WORKS, INCLUSIVE HANDLING OF MUCK AND INTRODUCTION OF SHOTCRETE

Within the years 1978 and 1980, there was realized sewerage in Mladá Boleslav. The sewer in the length of about 1.1 km was driven from a portal which could be made in a former quarry, near the river Jizera, and it was made in an undisturbed sandstone massif in the maximum depth up to 30 m under the city housing. After its completing, it was to drain water from the storm overflow chamber in the area near the buss station and then to supply sewage into a new sewage treatment plant. For the first time there was set into operation a complex mechanization in the following combination: single boom drilling set Secoma, loader on a caterpillar undercarriage Haggloader 9 HR and a large capacity lorry Haggglunds for transporting muck. Except the mouth of the sewer at the portal (see Fig. 5) where a retention tank was constructed at the end of the construction, the final lining was made of shotcrete. In places with a thinner overburden, and where the massif quality deteriorated, shotcrete was reinforced with a wel-



Obr. 7
Tlakový profil kmenové stoky v prostoru pražské zoo
Mouth-shape profile of the main sewer in the area of the Prague zoological garden

rubaniny Hågglunds. S výjimkou ústí stoky u portálu (viz obr. 5), kde byla v závěru stavby vybudována retenční nádrž, bylo definitivní ostění tvořeno stříkaným betonem, v místech sníženého nadloží a zhoršené kvality masivu byl stříkaný beton vyztužen sítí. Spodní část sběrače tvořila kyneta s bočními pochodzími plochami. Byl tak využit celý ražený profil jako retenční prostor pro přívalové průtoky.

Metoda "drill and blast" a stejná strojní sestava (vrtný vůz Secoma, nakladač a velkokapacitní vůz o ložném prostoru 9 m³) byly použity při realizaci přiváděče průmyslové vody pro teplárnu v Trmčicích u Ústí nad Labem. Pro dvě ocelová potrubí (DN 500 a DN 700), která vycházela z čerpací stanice na břehu Labe, bylo nutné vyrazit podchod pod pobřežní komunikací a železnici v délce asi 70 m a především 800 m dlouhou štolu ve vulkanicky vzniklém vrchu Větruše. Maximální nadloží činilo 80 m a ražba probíhala v čediči a čedičových tufech. Hlavní štola se razila z portálu ve směru od Trmčic, prvních 70 m procházelo šterkopísky, na opačném konci se očekával obtížný průchod čedičovými sutěmi. Po provedení zarážky do čedičového masivu bylo možno razit většinou bez provizorní výstroje a jako definitivní ostění provést pouze stříkaný beton. Vzrostly ovšem obtíže s vrtnými pracemi, vrtný vůz Secoma pro vrtní v čediči o pevnosti 35 až 40 Mpa se ukázal jako slabý, nedostatečně robustní a byl posléze nahrazen vrtným vozem VV 4. Ten byl nejprve osazen vrtnými kladivky ruské provenience, které také plně nevyhovovaly a byly nahrazeny kladivky VK 45 (výrobce Permon Křivoklát v licenci fy. Tamrock). Když se ve staničení asi 650 m přešlo do čedičových tufů, stabilita výrubu se zhoršila, stejně tak i vrstelnost. Obecně se nejlépe osvědčily jednobřitové korunky a monobloky švédského výrobce (Fagersta). V čedičových tufech došlo i k vykomínování, a tím k závalu asi 30 m³ horninou šterkovitého charakteru. Jako provizorní výstroj se v místech se sníženou stabilitou používala důlní ocelová výstroj - rám č. 00 - 0 - 09.

Štola ražená od Labe (délka 70 m) procházela navážkami, šterkopískem údolní terasy Labe a posléze čedičovými sutěmi, ve kterých byla vyhloubena šachta pro překonání výškového rozdílu mezi hlavní štolou a tímto podchodem silnice a železnice. Po dokončení ražeb a definitivního ostění ze stříkaného betonu byla provedena betonová deska, do které byly osazeny kolejnice pro montážní a servisní dopravu, ve fázi dokončování stavby sloužila tato drážka pro dopravu ocelových trub na místo montáže.

PRSTENCOVÁ METODA A RAŽBA FRÉZOU NA VÝLOŽNÍKU

Pokračováním výstavby kanalizace v Mladé Boleslavi byl ražený sběrač pod Třídou Václava Klimenta. Ražba probíhala opět v pískovcovém masivu avšak v podstatně menší hloubce a kvalitě masivu i blízkost dalších inženýrských sítí vylučovaly použití trhacích prací. Proto zde byla nejprve na 50 metrovém úseku a později na dalším úseku délky 630 m nasazena technologie nedestruktivní ražby pomocí frézy na výložníku Dosco 2MK. Současně bylo definitivní ostění budováno prstencovou metodou. Ostění tvořily tři prefabrikované segmenty, dva spodní byly osazovány do prefabrikovaných patek, spojených patek a segmentů tvořily ocelové trny. Klenbový segment byl v rozích fixován ocelovými prvky. Prostor mezi prstencem ostění a horou byl z čela zaplněn stříkaným betonem. Poslední operaci tvořilo vybudování kynety a šachet (viz obr. 6).

Tato metoda ražby i budování definitivního ostění byla použita také na 1. stavbě Levobřežního kunratického sběrače v Praze 4. Sběrač byl dlouhý asi 3,8 km a byl budován od roku 1984. Geotechnické podmínky odpovídaly pražské geologii, byly tedy podstatně nepříznivější než v Mladé Boleslavi. V podstatně větší míře, než se předpokládalo, muselo být použito provizorní ostění z důlní ocelové výstroje č. 00 - 0 - 11 B. Kromě nedestruktivních ražeb frézami Dosco 2MK a Alpine AM 50 byly od Š 6 použity i trhací práce, vrtné práce prováděly vrtný vůz VV 2. Trasa sběrače zahrnovala i úseky se značným nadložím, proto spadiště a vstupní šachty byly zajímavě technicky řešeny (vstupní šachty včetně prefabrikovaných točitých schodišť).

V letech 1988 až 1993 byl postupně budován sběrač CD v Praze 4-Kunraticích. Délka sběrače byla 850 m a byl ražen v algonických břidlicích pomocí frézy na výložníku Dosco 2MK. Převážně šlo o navětralé polohy, v případě výskytu zdravých břidlic byla jejich pevnost na hranici možností rozpojovacího nástroje. Provizorní ostění tvořily rámy důlní ocelové výstroje č. 00 - 0 - 8 a 00 - 0 - 9 s pažinami Union. Jednalo se o oddílnou kanalizaci, do štoly byly nejprve uloženy kameninové trouby DN 600 pro odvedení splaškových vod a po jejich obetonování železobetonové protlakové trouby DN 1200 z kvalitního betonu B 35. Toto uspořádání vyžadovalo mimořádné řešení vstupních šachet, kde mimo dvou vstupů do jednotlivých kanalizací požadoval provozovatel ještě třetí vstup, který slouží pro větrání a údržbu.

ZAVEDENÍ NOVÉ RAKOUSKÉ TUNELOVACÍ METODY

Poslední období rozvoje podzemních prací u a. s. Vodní stavby je zaměřeno na využití nové rakouské tunelovací metody při provádění štol. Poprvé se tak stalo na první stavbě Nové čistírny odpadních vod pro Prahu, která ovšem zatím

ded mesh. The lower part of the sewer was formed by a trough with side walking surfaces. In this way, the whole driven profile was utilized as a retention space for storm flows.

The drill and blast methods and the same machine set (i.e. the drill rig Secoma, loader and a large capacity lorry of the capacity of 9 cub.m) were applied for realizing an industrial water conveyance tunnel for a heating plant in Trmice, near Ústí nad Labem. For two steel pipings (DN 500 and DN 700) which went out of the pumping station on the bank of the river Labe, it was necessary to excavate an underpass under the road and under the railway, in the length of about 70 m, and in the first place a gallery, 800 m long, in the hill Větruše which is of a volcanic origin. The maximum overburden achieved 80 m and the excavation was carried out in basalt and basaltic tuffs. The main gallery was driven from the portal in the direction from Trmice. In the first 70 m, there were gravelsands, and at the opposite end there was expected a difficult passage through basalt debris. After having started the excavation in the basalt massif, it was possible to perform the driving operations without a provisional support, and to use only shotcrete as a final lining. Of course, difficulties with excavation works increased. The drill rig Secoma was not strong enough for boring in basalt of strength equal to 35 to 40 Mpa, it was not sufficiently rugged and it had to be replaced with a drilling rig VV 4. The said drill set was in the first place provided with drilling hammers of Russian origin, which were also not fully convenient and they were replaced with hammers VK 45 (manufacturer: Permon Křivoklát in the licence of the firm Tamrock). If, after about 650 m, the excavation work entered basaltic tuffs, the excavation stability worsened, as well as the drilling ability. Generally, single blade bits and monoblocks of the Sweden manufacturer (Fagersta) proved to be the best. Cave-ins occurred even in basaltic tuffs and that is why a break-of of a gravel character rock amounting to 30 cub.m arose. As a provisional support, in places of a decreased stability, there were applied colliery steel frames No. 00-0-09.

A gallery driven from the river Labe (700 m long) passed through made-up-grounds, gravelsand of a Labe valley terrace and at last through basalt debris in which a shaft was excavated, that the height difference between the main gallery and this underpass under the road and railway may be overcome. After excavations and final lining made of shotcrete had been completed, a concrete slab was made onto which rails for an installation/service transport were fixed. In the stage of completing the construction, the said track served for transporting steel pipes onto the assembly site.

RING METHOD AND DRIVING BY MEANS OF A ROADHEADER

A continuation of the sewerage construction in Mladá Boleslav was characterized by a driven sewer under the Třída Václava Klimenta. The excavation was carried out again in a sandstone massif, but in a considerably lower depth. The quality of the massif and the neighbourhood of further engineering networks excluded the possibility of blasting. That is why first on a 50 m long section and then on a further section, 630 m long, the technique of a non-destructive excavation was applied, viz. by means of a roadheader Dosco 2MK. Simultaneously the final lining was constructed by means of a ring method. The lining was formed by three prefabricated segments. Two lower segments were seated in prefabricated footings, the footings and segments were joined by means of steel pins. The vault segment was fixed in corners by means of steel elements. The space between the lining and the rock was filled with shotcrete sprayed from the tunnel face. The construction of the invert and shafts (see Fig. 6), was the last operation.

This method of excavation and construction of the final lining was also applied for the 1st construction of the left bank Kunratic collection sewer in Prague 4. The sewer was about 3.8 km long and constructed from the year 1984. Geotechnical conditions corresponded to the Prague geology, so they were considerably more inconvenient than in Mladá Boleslav. Provisional lining made of steel arches No. 00-0-11B had to be applied in a considerably larger extent than it was supposed. Besides non-destructive excavation, by means of roadheaders Dosco 2MK and Alpine AM 50, there was applied from the shaft Š 6 even blasting. Drilling was carried out by means of the drill rig VV 2. The sewer route comprised even sections with a considerable overburden and that is why a drop shaft and entrance shafts were solved in an interesting technical way (entrance shafts, inclusive spiral staircases).

Within the years 1988 and 1993 there was constructed gradually the sewer CD in Prague 4-Kunratic. The length of the sewer was 850 m, and it was driven in Algonkic shales by means of a roadheader Dosco 2MK. It concerned mostly weathered positions, in case of existence of unfractured shales their strength was at the output limit of the disintegrating head. Provisional lining was formed by colliery steel frames No. 00-0-8 and 00-0-9 with Union steel piles. It concerned a separate sewerage system into the gallery there were first installed stone-ware pipes DN 600 for draining sewage and, after their encasing by concrete, pipes DN 1200 for jacking, made of concrete of high quality - B 35, were seated. The said arrangement required an extraordinary arrangement of entry shafts, where besides two entrances into the individual sewers, the operator required also the third entry, serving for ventilation and maintenance.

STARTING OF THE NEW AUSTRIAN TUNNELLING METHOD

The last development period of underground works performed by Vodní stavby Praha a.s. has been aimed to utilize the New Austrian Tunnelling Method when excavating galleries. First it was applied when constructing the new sewage treatment plant for Prague. This construction, though, is not going on, because the planned removing of the sewage treatment plant from the Trojský ostrov (today it is surrounded by city housing) was postponed to the future. Even the largest four-arms inverted siphon on a sewerage ever built under a river in the Czech Republic is a part of the said construction (here it concerns the river Vltava), as well as the construction of the inverted siphon chambers on both

nepokračuje, protože plánované vymístění čistírny z Trojského ostrova (dnes je vlastně obklopena městskou zástavbou) bylo odsunuto do budoucnosti. Součástí stavby je i největší kanalizační čtyřramenná šybká pod řekou v České republice (zde se jedná o řeku Vltavu), dále vybudování šybkových komor na obou březích a tlamová stoka procházející pražskou zoologickou zahradou (viz obr. 7). Na jejím konci, v místě kde stával bývalý pavilon šelem, byl vyhlouben portál a vyraženo prvních 40 m budoucího tunelu pro odvedení odpadních vod mimo Prahu s kruhovým průřezným profilem o průměru 4,8 m.

Hlavní podzemní součástí stavby však byla cca 1000 m dlouhá štola pro sběrač F, která se razila pod vinicemi na stráních severně od Trojského zámku (na vrcholu kopce je kostelík sv. Kláry). Nadloží bylo 20 až 50 m a jako těžní šachta musela být vyhloubena 40 m hluboká šachta Na Salabce, která umožnila napojení bohnického sběrače. Ostění šachty bylo při hloubení prováděno betonáží do kruhové formy. V dubnu r. 1991 byla těžní šachta vč. rozrážek dokončena a zahájila se ražba v obou směrech. Trasa štoly procházela algonkickými horninami, které byly tvořeny drobnými, drobovitými břidlicemi, prachovito-jílovitými a jílovitými břidlicemi. V blízkosti se navíc nacházela tektonická hranice algonkium-ordovik. Dosah zvětrání měl dosahovat asi 10 m. Předpokládalo se, že algonkické horniny budou středně až silně rozpukány, většinou se 3 systémy diskontinuit. Přesto mělo převážně jít, s výjimkou pásem silně tektonicky porušených, o pevné až velmi pevné zdravé horniny bez přítomnosti vody, která se měla vyskytovat jen ve formě přítoků z puklin.

Projekt předpokládal, a tak byla také stavba zahájena, provizorní ostění tvořené důlní ocelovou výstrojí K 21, rám č. 00 - 0 - 6 s pažinami Union. V této situaci byla posouzena možnost změny ostění s aplikací prvků NRTM. Bylo navrženo a po schválení i realizováno ostění tvořené stříkaným betonem, svorníky, sítí a pouze v poruchových pásmech se počítalo s původním řešením. Při ražení bylo používáno střelných prací s metodou hladkého výrubu, svorníky klínové délky 1 m (i swelexy dl. 1,5m) v přístroji a 0,5 m na bocích, síť o průměru drátu 6 mm s oky 100 x 100 mm a vrstva stříkaného betonu 50 mm (v úsecích se sníženou stabilitou až 100 mm). Tato úprava vedla ke snížení teoretické plochy výrubu z a k menší spotřebě kvalitního výplňového betonu B 20 (viz obr. 8). Samozřejmě nedílnou součástí bylo geotechnické sledování, provádění konvergenčních měření a průběžné vyhodnocování vč. okamžité úpravy postupu nebo ostění.

I když skutečné geotechnické podmínky byly horší než předpokládané vč. většího přítoku podzemní vody, bylo ostění podle zásad NRTM v rozhodující délce trasy štoly provedeno (viz obr. 9).

Definitivní ostění tvořilo zdivo z keramických bloků z Poštorné a průřezný profil byl kruhový s průměrem 2400 mm. Před jeho realizací však vyvstal závažný problém. Drenážní účinek štoly způsobil výrazný pokles hladiny podzemní vody a stavební úřad uložil (v nových podmínkách ekologického myšlení po roce 1989)

banks and a sewer (of a mouth shape in cross section) passing the Prague zoological garden (see Fig. 7). At its end, in the place where the pavilion of beasts of prey was situated before, the portal was excavated and first 40 m of the future tunnel for discharging sewage outside Prague with a passage section diameter of 4.8 m were driven.

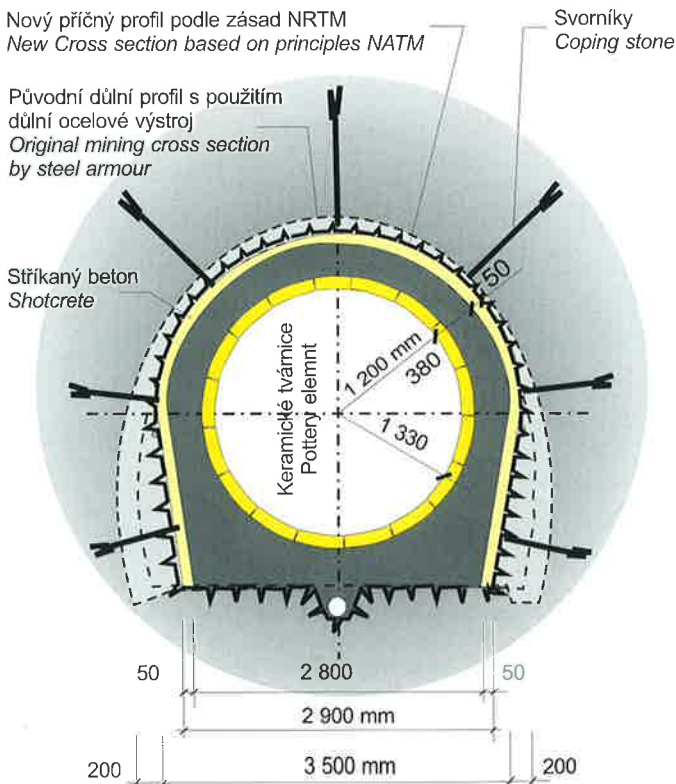
The main underground part of the construction, though, was represented by about 1000 m long gallery for the collection sewer F which was driven under vineyards, north of the Troja Castle (the church of St. Klára is situated on the top of the hill). The overburden was 20 to 50 m thick, and as a hauling shaft there had to be sunk a mining shaft, 40 m deep, named Na Salabce, which enabled a connection of the Bohnice sewer. The shaft lining was carried out, during sinking the shaft, by concreting behind a round form. In April 1991, the hauling shaft, inclusive points of attack, was completed and the excavation in both directions was started. The gallery line passed through algonkian rocks which were formed by greywackes, greywacke shales, dust-clay and clayey shales.

More over, in the neighbourhood there took place an Algonkian - Ordovician tectonic interface. The weathering extent was anticipated to be about 10 m. It was expected that Algonkian rocks would be fractured meanly, up to very much, mostly provided with three systems of discontinuities. In spite of the said facts, they were to be mostly consolidated up to very consolidated rocks without any presence of water, which was to appear only in the form of inflows from cracks.

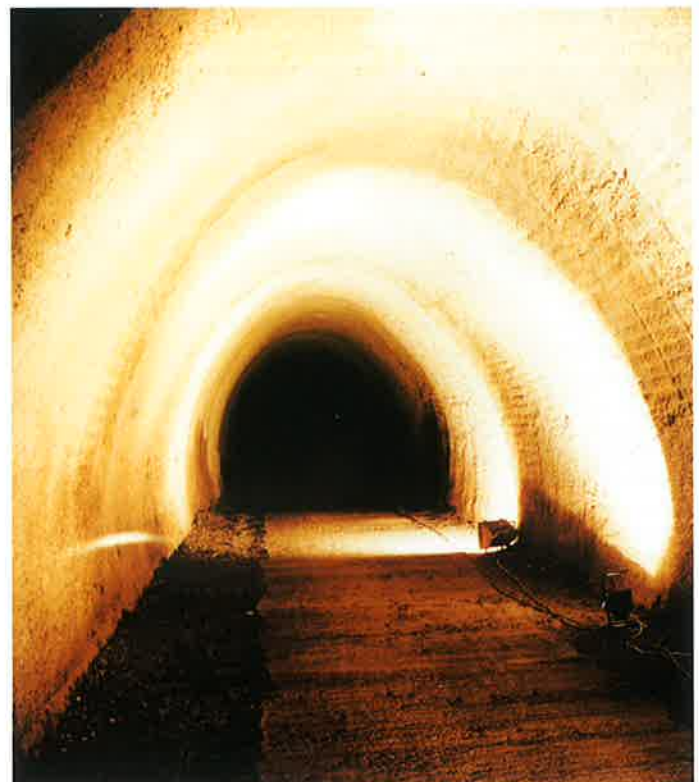
The design expected, and in this way the construction was started, a provisional lining formed by colliery steel supports K 21, frame No. 00-0-6 with Union sheet piles. In this situation there was evaluated the possibility of a lining change with an application of NATM elements. It was designed, and, after having been approved, realized, the lining formed by shotcrete, rock bolts and welded mesh, and - only in fault zones - the original solution was taken into consideration. For excavation there was applied blasting by a method of a smooth excavation, rock bolts of a wedge length of 1 m (also Swelex rock bolts 1.5 m long) in the arch area and 0.5 m on sides, a mesh made from 6 mm wire diameter with meshes 100 x 100 mm, and a 50 mm shotcrete layer (in sections of a decreased stability up to 100 mm thick). The said adaptation decreased both the theoretical cross section area of the excavation, and the consumption of filling concrete of high quality - B20 (see Fig. 8). Of course, the geotechnical monitoring, carrying out of convergency measurements and running evaluation, inclusive an immediate adaptation of the work process or of the lining, formed an integral part of the construction.

In spite of the fact that the real geotechnical conditions were worse than the anticipated ones, inclusive a larger ground water inflow, the lining was carried out in the decisive length of the gallery alignment according to the principles of the NATM (see Fig. 9).

The final lining was formed by masonry consisting of ceramic blocks from Poštorná, and the passage profile was circular, with a diameter of 2400 mm. Before its realization, though, a considerable problem appeared. The drain effect of the gallery caused a significant decrease of the ground water level, and the Building Authority ordered (in new conditions of ecological thinking after the year 1989), for the original regime of the ground water to be restored, i.e. for the level to be raised by 10 to 15 m. When negotiating with public bodies, the attention was drawn to climatic conditions within last years and also to economically una-



Obr. 8
Stoka F - původní a nový příčný řez
Collection sewer F in Prague - Troja, the original cross section and the adapted one



Obr. 9
Stoka F - Praze - Troji - ostění ze stříkaného betonu
Collection sewer F in Prague - Troja, shotcrete lining

zajistit obnovu původního režimu podzemní vody, tedy opětovně zvednutí její hladiny o 10 až 15 m. Při jednáních s veřejnoprávními orgány bylo sice poukázáno na klimatické poměry v posledních letech i na ekonomicky nepřijatelné náklady spojené s velkým rozsahem injektážních vějířů, které by stejně úplně nevyloučily proudění podél vybudovaného díla. Přesto investor musel přijmout závazek drenážní účinek štoly maximálně snížit, což se realizovalo závěrečným systematickým uzavíráním drenáží budovaných při ražbě i proinjektováním vybraných menších úseků štoly.

Pro definitivní ostění to znamenalo, že bude vystaveno daleko většímu hydrostatickému tlaku, než se předpokládalo. Sběrač zděný z keramických bloků, byl "obalený" betonem (ovšem s obrovským množstvím pracovních spar), nebylo možno v těchto souvislostech považovat za vodotěsnou konstrukci. Proto bylo rozhodnuto provést mezilehlou foliovou izolaci, pro kterou byla vybrána folie Sikaplan od firmy Sika. Na rozdíl od silničních nebo železničních tunelů, kde foliové těsnění zabezpečuje odvedení prosáklé vody do patních drénů (což lze nazvat "systém deštník"), bylo zde nutné zabalit konstrukci sběrače po celém obvodu do svařené foliové izolace a vytvořit tzv. "systém ponorka" (dílo je vlastně ponořeno do podzemní vody). Způsob postupného zdění a obetonování definitivního ostění sběrače do předem provedené foliové izolace (nejprve se zhotovila horní část, na níž se navařila izolace v počvě), je neobyčejně náročný na technologickou kázeň při všech operacích realizovaných v té době ve štole. Všechny svary folie byly dvoustopé a byly zkoušeny. Navíc folie je tvořena dvěma vrstvami, rubová má černou barvu a lícová žlutou, aby bylo možné identifikovat případné průrazy nebo trhliny.

Výsledek opatření i hydroizolace se výrazně projevily. Režim podzemní vody se z větší části podařilo obnovit. Provedená izolace celého úseku dlouhého asi 1000 m vč. jejího napojení na konstrukci šachty Salabka přispěla značně k vodotěsnosti díla, ale zcela bez závad se jí provést nepodařilo. Ojedinelé průsaky bylo nutné dotěsnit cemento-bentonitovou injektáží.

Zajímavostí stavby je i vybudování dvou komor (rozbočné a spojné) v úseku mezi šachtou Salabka a začátkem sběrače (u propojení na současný sběrač F). Tyto komory v budoucnosti umožní vybudování a funkci podzemní retenční nádrže na dešťové vody, které zde budou zadrženy a po skončení dešťových průtoků budou odvedeny na čistírnu odpadních vod.

Stavba sběrače F byla zdrojem zkušeností, které byly následně využity na dalších stavbách a v současné době na stavbě sběrače "P" v lokalitě Jihozápadního Města, Řeporyjí a Chab. O této stavbě pojednávají další články tohoto čísla.

Vodní stavby se podílely i na výstavbě kolektoru Centrum v Praze (viz obr. 10) a mezi úspěšné podzemní stavby lze jižte zařadit i podzemní přečerpávací elektrárnu Stěchovice.

acceptable costs due to a large extent of grouting fans which, more over, would not be able to eliminate completely a streaming along the constructed work. In spite of the said facts, the owner had to take over the obligation to decrease the drain effect of the gallery to minimum which was realized both by the final systematic closing of drains constructed during the excavation, and by grouting of selected smaller sections of the gallery.

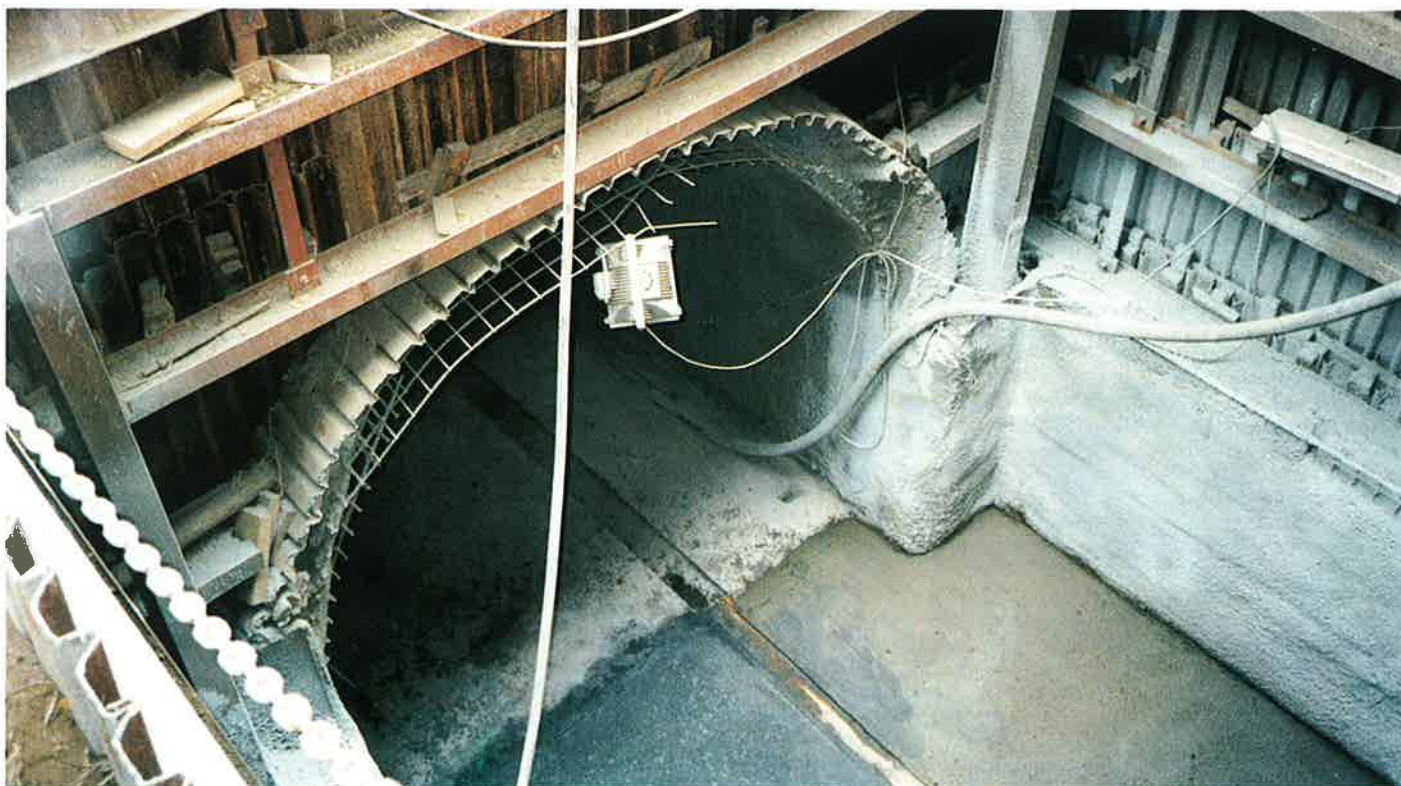
As to the final lining it meant that it would be exposed to much higher hydrostatic pressure than it was expected. The sewer made of ceramic blocks, in spite of having been encased by concrete (of course with a very large number of day joints), could not be considered, under these conditions, as a watertight structure. That is why it was decided to carry out an intermediate membrane insulation, for which a Sikaplan membrane of the firm Sika was chosen. In distinction from road tunnels or railway ones, where membrane insulation secures collection of leaked water to foot drains (which can be named „the umbrella system“), it was necessary to wrap the sewer structure all over its circumference into a welded membrane insulation and to form a so called „submarine system“ (the structure is in fact plunged in ground water). The way of a gradual bricklaying and concreting of the final sewer lining into a membrane insulation performed in advance (in the first place the upper part was made and onto it the floor insulation was welded), is extremely exacting as to the technological discipline at all operations realized in the gallery at that time. All welds of the membrane were doubled and they were tested. More over, the membrane is formed by two layers, the reverse side is black and the face is yellow, so that it would be possible to identify punctures and cracks if any.

The result of the said measures and even of the hydro-insulation had a considerable effect. The larger part of the ground water regime was successfully restored. The performed insulation of the whole section, about 1000 m long, inclusive its connecting to the structure of the shaft Salabka, improved considerably the watertightness of the structure, but to carry out it completely without defects, it was not successful. Some single leaks had to be finish sealed by means of a cement-bentonite grouting.

A matter of interest of the construction also resides in constructing two chambers (splitting chamber and connecting chamber) in the section between the shaft Salabka and the beginning of the sewer (at the connection to the existing sewer F). The said chambers will make it possible to construct, in the future, an underground retention reservoir for rain water, which water will be retained there, and after the end of rain passages, they will be discharged to the sewage treatment plant.

The construction of the collection sewer F was a source of experience which were utilized afterwards on other constructions, and at present they are applied when constructing the sewer „P“ in the locality of South-Western Town, Řeporyje and Chaby. As to this structure, other articles of this issue inform of it.

The firm Vodní stavby Praha a.s. took part even in constructing the utility tunnel Centrum in Prague (see Fig. 10), and to successful structures there may be also ranked the underground pumped storage plant Stěchovice.



Obr. 10
Záběr těžní šachty na kolektoru Centrum v Praze
Snapshot of the hauling shaft in the utility tunnel Centrum in Prague

POŽÁRY V SILNIČNÍCH TUNELECH A JEJICH VLIV NA KRIZOVOU ANALÝZU

FIRES IN ROAD TUNNELS AND THEIR INFLUENCE UPON AN ANALYSIS OF A CRISIS

ING. PAVEL PŘIBYL, CSc., ELTODO A. S.

Tento příspěvek vznikl na základě dohody v redakční radě časopisu Tunel a měl seznámit čtenáře s okolnostmi vzniku požáru v tunelu Mont Blanc. Mezitím ovšem hořelo i v tunelu Tauern. Jsou to dvě katastrofy, které následují těsně za sebou po dlouhém mezidobí, kdy se problémy, v mnohem menším rozsahu, vyskytovaly zřídka. Přestože při těchto nehodách zahynulo méně osob, než na dálnicích Francie za tři dny, je o nich nutné diskutovat. Investoři a dodavatelé tunelů na pozemních komunikacích totiž často řeší morální dilema, jak tunel navrhnout a vybavit, aby jeho uživatelé nebyli vystaveni nepřiměřenému riziku na jedné straně, a aby se nejednalo o přetechnizovanou a tedy drahou stavbu, na straně druhé. Požáry, které se vyskytly v poslední době v tunelech budou rozhodně diskutovány na národní i mezinárodní úrovni a budou patrně podnětem pro změny některých předpisů.

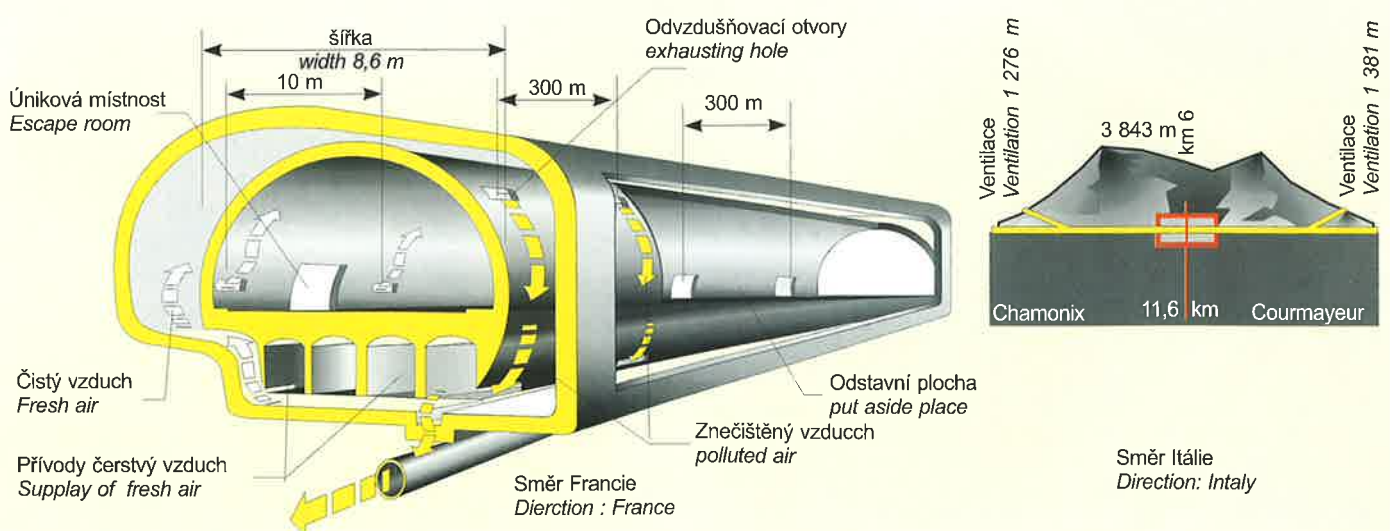
This article was elaborated on the basis of an agreement at the meeting of the Board of Editors of the journal TUNEL, and it may inform readers of circumstances of a fire rise in the Mont Blanc tunnel. In the meantime, of course, there was a fire in the Tauern tunnel. That are two catastrophes which follow just one after the other after a long period, when problems - and of a much smaller extent - took place seldom. In spite of the fact that on the said occasions died less persons than on motorways in France within three days, the said catastrophes must be discussed. Investors and contractors of road tunnels often used to solve a moral dilemma, how the tunnel is to be designed and equipped that its users may be not exposed to an unreasonable risk on the one hand, and that, on the other hand, the construction may not be overtechnized and in this way very expensive. Fires which appeared in tunnels in the last time will be surely discussed at the national and international level, and they may be a stimulation for changes of some regulations.

Z HISTORIE POŽÁRŮ

Patrně nejreprezentativnější organizací zabývající se technologickým vybavením tunelů a jejich následným provozováním, včetně analýz krizového managementu je tunelová sekce mezinárodní silniční společnosti P.I.A.R.C. Ta uveřejnila v lit. [1] přehled popisující požáry do roku 1987:

HISTORY OF FIRES

The Tunnel Section of the International Road Company P.I.A.R.C. is, probably, the most representative organization occupying oneself with a technological equipment of tunnels and with their following operation, inclusive analyses of the management of a crisis. The said company published in the bibliography [1] a survey describing fires till the year 1987:



Obr. 1
Schématické uspořádání vzduchotechniky v tunelu Mont Blanc
Sketchy arrangement of ventilation in the Mont Blanc tunnel

Tunel	Velsen	Nihonzaka	Caldecott	Gotthart	Fréjus	Guadarrama
Uvedení do provozu	1957	1969	1964	1980	1980	1972
Země	Holandsko	Japonsko	USA	Švýcarsko	Francie-Itálie	Španělsko
Místo	Velsen	Shisuoka	Oakland	Göschenen-Airolo	Modane-Bardonecchia	Guadarrama
Délka [m]	770	2045	1028	16321	12868	3300
Počet trub	2	2	3	1	1	2
Vzdálenost požáru od portálu [m]	500	1625	530	6000	4300	220
Náklad			33 000 l benzínu	Role plastu	Plasty	Sudy pryskyřice
Příčina požáru	Předozadní srážka	Předozadní srážka	Předozadní srážka	Požár motoru	Převodovka	
Čas do zahájení hašení	10 min	40 min	90 min	11 min	8 min	70 min
Délka hašení	1 hod 20 min	4 dny	2 hod 40 min	24 min	1 hod 50 min	2 hod 45 min
Důsledky - lidé	5 mrtvých 5 zraněných	7 mrtvých 2 zranění	7 mrtvých 2 zranění			
- vozidla	20 OV a 4 NV	179 OV+NV	3 NV+ 4 OV + 1 bus	1 NV	1 NV	1 NV
- vážné poškození konstrukce	30 m	1100 m	580 m	30 m	200 m	210 m

Kde OV = osobní vozidlo; NV = nákladní vozidlo

Tab. 1

Tunel	Velsen	Nihonzaka	Caldecott	Gotthart	Fréjus	Guadarrama
Setting into operation	1957	1969	1964	1980	1980	1972
Country	Netherlands	Japan	USA	Switzerland	France-Italy	Spain
Place	Velsen	Shisuoka	Oakland	Göschenen-Airolo	Modane-Bardonecchia	Guadarrama
Length [m]	770	2045	1028	16321	12868	3300
No. of tubes	2	2	3	1	1	2
Distance of fire from portal [m]	500	1625	530	6000	4300	220
Load			33 000 l of petrol	Roll of plasts	Plastic	Barr. of resin
Cause of fire	Crash ahead and behind	Crash ahead and behind	Crash ahead and behind	Fire of engine	Gear-box	
Time till the putting out a fire started	10 min.	40 min.	90 min.	11 min.	8 min.	70 min.
Time of putting out a fire	1 h, 20 min.	4 days	2 h. 40 min.	24 min.	1 h. 50 min.	2 h, 45 min.
Consequences - persons	5 dead 5 injured	7 dead 2 injured	7 dead 2 injured			
- vehicles	20PC + 4L	179 PC + L	3 PC + 4 L + 1 bus	1 PC	1 PC	1 PC
- serious damage of the structure	30 m	1100 m	580 m	30 m	200 m	210 m

where PC = passenger car, L = lorry

Tab. 1

Při bližší analýze této tabulky není možné vysledovat detailnější závislosti např. mezi počtem tunelových trub a důsledky požáru nebo mezi časem do zahájení hašení a délkou trvání požáru. Letošní zasedání silniční společnosti v Kuala Lumpur bude ve své pracovní skupině C5 aktualizovat i otázku požárů v silničních tunelech.

Požáry byly registrovány i v posledních letech a to i v tunelech podmořských. V roce 1996 hořelo na francouzské straně Channel tunelu, kdy se vžal nákladní automobil na transportním vlaku. Posádka i cestující opustili bezpečně místo požáru únikovou chodbou, která probíhá paralelně s vlastním tunelem. Přes snahu zásahových jednotek se požár rozšířil na dalších devět vozidel a způsobil značné škody. Hloubka poškození betonové obehřívky byla od cca 270 do 400 mm. Majitelé tunelu byli nuceni přerušit provoz, neboť škody byly značné a nebylo je možné opravit za provozu.

Požár v tunelu Storebaelt vznikl při rážbě, kdy se vžala TBM. Osádka byla bezpečně evakuována, ale byla zničena část obložení a část stroje. To mělo vliv na prodloužení termínů stavby a vyšší cenu díla. Zároveň se začala diskutovat otázka platnosti mezinárodního standardu ISO 834 "Fire Resistance Tests - Elements of Building Construction" a otázka vlastní konstrukce tunelu. Požární odolnost ovlivňují nejenom materiály (beton, železo), ale i vlastní profil. Navíc jsou v různých zemích definovány značně odlišné maximální povrchové teploty, kterým musí beton odolávat - ve Švýcarsku to je 250 °C a v Holandsku podstatně více, 380 °C. Další detaily ke konstrukčním vlastnostem z hlediska požáru jsou ve [2], kde je v této souvislosti diskutována i NRM.

Několik menších požárů vzniklo i v tunelu Mont Blanc. Během 34 let provozu se jednalo o 15 případů, z toho dvanáctkrát hořely nákladní automobily. Většina z nich byla uhašena ručními hasičími přístroji. Nehoda z 11. ledna 1990 si vyžádala větší zásah hasičů, požár byl zlikvidován po 34 min a vznikly větší materiální škody. Také byli dva ranění. Doprava byla zastavena pouze na několik hodin.

POŽÁR V TUNELU MONT-BLANC

Tunel byl vybudován za vzájemné spolupráce Francie a Itálie a byl otevřen v roce 1965. Jeho délka je celkem 11 600 m. Větší část se nachází na francouz-

When analyzing this table, it is not possible to find out more detailed dependences e.g. between the number of tunnel tubes and consequences of fire or between the time from the start of fire till the start of putting out of the fire and the period of the fire lasting. This year's session of the company in Kuala Lumpur will actualize even the question of fires in tunnels in its working group C5.

Fires were registered even in last years, viz. even in undersea tunnels. In the year 1996 blazed on the French side of the Channel tunnel, when a lorry caught fire on a transport train. The crew and passengers left safely the place of fire through an escape corridor which passes parallelly to the tunnel proper. In spite of the effort of the rescue units, the fire was spread to further nine vehicles and caused considerable damages. The damage depth of the concrete lining was from about 270 to 400 mm. Owners of the tunnel were made to stop the operation, because damages were large and it was impossible to carry out repairs, if the operation would continue.

The fire in the tunnel Storebaelt arose during driving operations, when TBM caught fire. The crew was safely evacuated, but a part of lining and a part of the engine were damaged. Those facts affected both the deadline of the construction and the price of the work. At the same time, the discussion concerning both the question of validity of the international standard ISO 834 „Fire Resistance Tests - Elements of Building Construction“ and the question of the tunnel structure proper, started. The fire resistance is affected not only by materials (concrete, iron), but also by the profile proper. More over, in various countries maximum temperatures against which concrete must be resistant, are differently defined: in Switzerland it is 250 °C and in the Netherlands it is considerably higher, viz. 380°. Further details to constructional properties with respect to a fire are mentioned in [2], where, in this connection even NATM is discussed.

Several smaller fires arose even in the Mont Blanc tunnel. During 34 years of operation it concerned 15 cases, twelve times burnt lorries. Most of them were extinguished by means of portable extinguishers. An accident dated January 11, 1990, required a larger action of firemen. The fire was extinguished after 34 minutes and larger material damages arose. Two persons were injured. The traffic was stopped only for several hours.

FIRE IN THE MONT BLANC TUNNEL

The tunnel was constructed in a mutual cooperation of France and Italy and it was opened in the year 1965. Its total length is 11 600 m. A larger part is situa-

ském území: 7 640 m, oproti 3 960 m na území Itálie. Tunel je však provozován stejným dílem oběma stranami a každá strana se tedy stará o 5 800 m tunelu.

Tunel spojuje údolí Chamonix s údolím d'Aoste, portál z francouzské strany je situován ve výšce 1 274 m, a italský portál je ve výšce 1 381 m. V tunelu je vozovka široká 7 m, ohraničená dvěma chodníky o šíři 80 cm. Každých 300 m jsou odstavné plochy umístěné střídavě na každé straně vozovky, očíslované ve směru Francie-Itálie. Konstrukce každého druhého výklenku umožňuje otočení kamionu. Na každé druhé odstavné ploše je místnost chráněná požární přepážkou s požární odolností 2 hodiny. Do místnosti je vháněn čerstvý vzduch. Bezpečnostní SOS niky se nacházejí každých 100 m, jsou vybavené tlačítkem tísňového volání, telefonem a 2 hasicími přístroji. Požární výklenky jsou každých 150 m a jsou vybaveny hydranty, umožňující odběr požární vody pro hasiče.

Polopříčná ventilace je tvořena čtyřmi vzduchovody pro přívod čerstvého vzduchu a jedním vzduchovodem pro odvod znečištěného vzduchu, obr. 1. Vzduchovody jsou umístěny pod vozovkou. Čtyři vzduchovody vedou čerstvý vzduch z každého portálu a každý z nich zásobuje jednu čtvrtinu, tedy cca 1 450 m délky tunelu, prostřednictvím otvorů vzdálených 10 m. Výfukové otvory jsou nad vozovkou. Každý vzduchovod může přivést celkem až $75 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ čerstvého vzduchu, což odpovídá celkovému maximálnímu přívodu vzduchu $600 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Pátý vzduchovod je konstruovaný na odsávání znečištěného vzduchu a na odvod kouře v případě požáru. Je schopen odsát $150 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ z každé poloviny tunelu sacími otvory situovanými ve stropě na úrovni odstavných ploch, ve vzdálenostech 300 m.

V roce 1979 byly provedeny úpravy vzduchotechniky tak, aby se vzduchovody pro odvod vzduchu mohly používat také pro přívod čerstvého vzduchu, což bylo využíváno často díky velkému podílu kamionů, jejichž zplodiny významně snižují viditelnost (opacita ovzduší). Přívod čerstvého vzduchu stoupl na $900 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ pro celý tunel. Znečištěný vzduch je pak vytlačován portály. Na francouzské straně bylo v roce 1981 vybudováno nové odsávání s kapacitou $450 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, které mělo zabránit právě únikům kontaminovaného vzduchu portálem.

V roce 1980, bylo všech 19 odsávacích otvorů na straně Francie osazeno dálkově ovládanými vzduchovými klápkami tak, aby mohlo být sání využíváno individuálně v jakémkoli úseku francouzské poloviny délky tunelu. Co se týče italské strany, v roce 1997 namontovala elektrické ventilátory na každý z odsávacích otvorů. Tyto ventilátory by měly dovolovat koncentrovat odsávání také do libovolného místa. V březnu 1999, se prováděla přejímka této technické úpravy.

DOPRAVNÍ ZATÍŽENÍ A VZNIK POŽÁRU

Tunel byl v posledních letech zatěžován extrémní kamionovou dopravou. Ročně zde projelo 780 000 kamionů. Před třiceti lety platila pro dopravu v tunelu velmi přísná bezpečnostní opatření, kdy byla policií velmi striktně kontrolována nejenom maximální rychlost $80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, ale i minimální odstup mezi vozidly, který byl 100 m. Velmi častou příčinou nehod v tunelech, jak vyplývá i z tab. 1, je předozadní náraz, který je redukován právě dodržováním minimální vzdálenosti mezi vozidly. V současnosti však projíždělo tunelem až 4000 kamionů za den. Jednalo se o jakýsi virtuální vlak, kdy kamiony jely těsně za sebou nebo se dokonce předjížděly. Kontrola rychlosti a kontrola dodržování vzdálenosti mezi vozidly se postupně vytratila.

Ve středu 23. března 1999 projíždělo mezi 9 a 10 hod. tunelem ve směru Francie-Itálie 163 vozidel (85 nákladních) a ve směru opačném 140 vozidel

ted in the French territory, viz. 7 640 m, with respect to 3 960m in the territory of Italy. The tunnel, though, is operated jointly by both parts and each party looks after the same part of the tunnel, i.e. 5 800 m.

The tunnel connects the Chamonix Valley and the Aoste valley. The tunnel portal on the French side is situated in the level of 1 274 m above sea, and the Italian tunnel portal takes place in the elevation of 1 381 m above sea level. The roadway in the tunnel is 7 m wide, limited by two pavements, being 80 cm wide. Each 300 m there are lay-by recesses alternatively on each side of the roadway, numbered in the direction France - Italy.

The design of every other recessed niche makes it possible for a truck may turn round. In every other recess is a room protected with a fireproof partition with a fire resistance of two hours. Fresh air is blown into this room. The SOS safety recesses take place every 100 m and are provided with a push for emergency signalling, with a telephone set and two fire extinguishers. Fire safety recesses are made every 150 m and they are provided with fire hydrants making possible to supply fire water for firemen.

A semi-cross ventilation is formed by four air ducts for blowing fresh air and with one air duct for exhausting polluted air, Figure 1. The air ducts are situated under the roadway. Four air ducts supply fresh air from each tunnel portal and each of them supplies one quarter, i.e. about 1 450 m of the tunnel length by means of holes in the distance of 10 m. Exhaust holes are placed over the roadway. Every air duct can supply up to $75 \text{ cub.m per sec.}$ of fresh air, which corresponds to the total maximum air supply of $600 \text{ cub.m per sec.}$ The fifth air duct is designed for suction of polluted air and for exhausting smoke in case of a fire. It is able to exhaust $150 \text{ cub.m per sec.}$ from each half of the tunnel through suction holes situated in the ceiling near the lay-bys in the distance of 300 m.

In the year 1979 there were carried adaptations of ventilation in such a way that air ducts for exhausting air may be applied for supplying fresh air as well, which was often used because of a high percentage of trucks, the products of combustion of which considerably decrease visibility (opacity of atmosphere). The fresh air supply was increased up to $900 \text{ cub.m per sec.}$ for the whole tunnel.

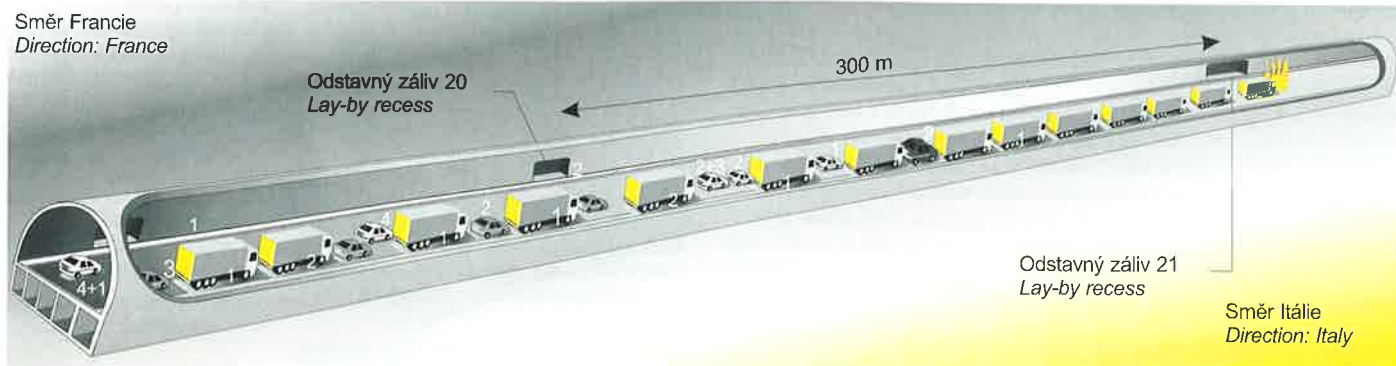
Polluted air is then pushed out of the tunnel portal. A new exhaust system, having the capacity of $450 \text{ cub.m per sec.}$ which was to protect the portal just against escapes of contaminated air, was constructed in the year 1981 on the French side.

In the year 1980, all 19 exhausting holes on the French side were provided with remote controlled flaps in such a way that the exhaust may be applied individually in any section of the French half of the tunnel length. As to the Italian part, electric fans have been mounted on every exhaust hole in the year 1997. The said fans would allow for the exhausting to be concentrated also in any place. In March 1999, the said technical adaptation was officially taken over.

TRAFFIC DENSITY AND A FIRE RISE

The tunnel traffic was exposed in the last years to the extreme truck transport. Within one year 780 000 trucks passed through the tunnel. Very strict safety measures were valid for the transport in the tunnel thirty years ago. The police inspected strictly not only the maximum speed of 80 km per hour , but also the minimum distance between vehicles which was ordered to be 100 m. A very often cause of accidents in tunnels, as it is also shown in Tab. 1, is a combined head-on and rear impact, which may be reduced by keeping the minimum distance between vehicles. At present, up to 4000 trucks passed through the tunnel per day. It concerned a certain virtual train when trucks drove in close proximity one after the other, and sometimes they even overtake the other. An inspection of the speed and distance between vehicles disappeared step by step.

On Wednesday, March 23, 1999, between 9 and 10 a.m. passed through the tunnel in the direction from France to Italy 163 vehicles (85 lorries) and in the



Obr. 2
Předběžné polohy vozidel bezprostředně po vzniku požáru. Číslo udávají osoby nalezené ve vozidlech.
Approximate position of vehicles immediately after the fire rise. Numbers indicate persons having been found of vehicles.

(73 nákladních). Podíl kamionů na celkovém počtu vozidel, který je na dálnicích běžně mezi 10 a 30% zde tedy dosahoval v obou směrech 52%.

Belgický chladičský kamion naložený moukou a tuky projížděl mýtem v 10,46 hod., přičemž nebyl pozorován žádný kouř. Řidič pozoroval kouř z návěsu až v tunelu a zastavil u výklenku č. 21. Momentální konfiguraci vozidel v tomto okamžiku popisuje obr. 2, ze kterého vyplývá, že podíl nákladních vozidel je v daném úseku tunelu dokonce 63%.

Uzavření tunelu proběhlo s odstupem jedné minuty na francouzské a italské straně v 10,55 a 10,56 hod. První informací o extrémní situaci předaly do řídicího centra měřiče opacity situované poblíž odstavných závlivů 14 a 18 v 10,52 hod a téměř současně byl kouř registrován na obrazovkách videodohledu.

Těsně před uzavřením tunelu byl z SOS skříně u odstavného závlivu hlášen požár na italský dispečink a v čase 10,57 byl aktivován tlačítkový hlásič požáru u závlivu 21 a bylo zde zaregistrováno sejmutí hasičího přístroje. Principy a technologie elektropožární signalizace se liší na italské a francouzské straně. Zatímco Francouzi používají liniového hlásiče se senzory po osmi metrech, používají Italové starší typ signalizace založený na trubicích délky 70-80m naplněných plynem, u kterých dojde při zahřátí ke zvýšení tlaku a aktivaci čidla. První systém reaguje i na diferenciální nárůst teploty, zatímco druhý pouze na teplotu absolutní. Přesto žádný ze systémů neidentifikoval požár jako první technické zařízení, neboť při jeho vzniku nebyla teplota rozhodující. Rozhodující byl vývoj kouřových zplodin. Pro úplnost je nutno dodat, že elektropožární signalizace na italské straně patrně stejně nefungovala.

PRŮBĚH POŽÁRU

Přes velmi rychlou identifikaci požáru probíhaly další akce málo koordinovaně, řada technických zařízení nefungovala a shoda dalších okolností způsobila, že v tunelu zahynulo 42 osob. Typickým příkladem je to, že motorizovaný příslušník správy tunelu v prvních minutách po vyhlášení požáru dojel bez problémů z italské strany k hořícímu kamionu. O několik minut později se však již záchranné jednotky z italské strany nemohly zasáhnout, neboť se směr hustého kouře obrátil směrem k nim.

Velmi negativně se na likvidaci požáru podílel ventilační systém. Po poplachu zůstával přívod čerstvého vzduchu na cca 90%. Na francouzské straně bylo odsávání přepnutu na plný výkon, zatímco se nepodařilo na italské straně vůbec začít odsávat po celý průběh požáru. Navíc teprve následná analýza ukáže, jak se přivádění čerstvého vzduchu podílelo na rozšíření požáru na další vozidla. V tunelu bylo v době požáru velmi silné podélné proudění, které rozšiřovalo kouř a bránilo přístupu záchranných jednotek. Účinné příčné větrání by jistě tuto situaci podstatně zlepšilo. Vyhodnocení bude ztíženo nefunkčními anemometry.

Svědectví vypovídají, že se kouř nedržel ve vrstvě pod stropem tunelu, ale byl rozptýlen po celém profilu tunelu. To podstatně ztížilo únik osob a zásah záchranných jednotek. Fatálním fenoménem bylo i to, že ze 42 mrtvých bylo 32 osob nalezeno ve svých vozidlech. Tito lidé se nejdříve necítili bezprostředně ohroženi a zůstali ve vozidlech v očekávání vývoje situace. Jedná se o skutečně nebezpečný fenomén, který bude muset být zohledněn i v úpravách standardů.

V emotivně laděném článku v Paris Match se mluví o tunelu, jako o stroji na peníze, který v roce 1998 měl obrát 802,2 milionů FRF a zisk po zdanění 45 milionů FRF. V této souvislosti je s podivem, že ani na jedné straně nebyl dispečink vybaven integrovaným systémem, který by zaznamenával všechny potřebné provozní informace. Například není možné provést energetickou bilanci jednotlivých ventilátorů, ale nezná se ani pozice ventilačních klapek. Patrně šestnáct ze čtyřiceti kamer videodohledu nebylo zcela v provozu.

U jednotrubných dlouhých tunelů je důležité poskytnout možnost úniku ohroženým osobám únikovou chodbou. Tak je řešena řada tunelů, např. Channel tunel nebo tunel Branisko. Tunel Mont Blanc únikovou chodbu nemá. Ve francouzských směrnících pro stavbu tunelů se říká, že je nutné budovat v pravidelných rozestupech výklenky s požární odolností řádově hodin, zásobované čerstvým vzduchem a/nebo upravit vzduchodov pro přívod čerstvého vzduchu tak, aby jej bylo možné využít pro evakuaci nebo pro ukrytí osob.

V roce 1992 byly v tunelu nainstalovány výklenky pro cca 45 osob, situované u každé druhé odstavné plochy, to znamená každých 600 m. Jedná se o prostory zásobované čerstvým vzduchem přicházejícím ze vzduchodův ventilace, s požární odolností minimálně 2 hod, které jsou propojeny telefonem s řídicím velímem. Tyto výklenky hrály důležitou roli při záchraně životů hasičů, kteří se angažovali v tunelu v rámci záchrany lidských životů. Zvláště potom výklenek 17, kde se schovalo 6 příslušníků zásahových jednotek a ten je chránil před toxickým kouřem a horkem trvajícím cca 7 hodin. Stejně tak zachránil lidské životy výklenek 24. Ovšem ve výklenku 20, bohužel, byly dvě oběti, neboť zde trval požár více než 50 hod a není zde únikové propojení na vzduchové kanály. Výklenek se stal ohnivou pecí, protože teplota v ohnisku požáru byla cca 1200 °C. Výklenky nebyly propojeny evakuačními cestami se vzduchodovy patrně proto, že by se

opposite direction 140 vehicles (73 lorries). The share of trucks, as to the total number of vehicles, which usually varies between 10 and 30 per cent, was equal, at that time in both directions, 52 per cent.

A Belgian cooling truck loaded with flour and fats passed through the tollbooth at 10:46 a.m., and no smoke was seen. The driver saw a smoke going out of the semi-trailer only in the tunnel and stopped in the lay-by recess No. 21. The configuration of vehicles at that moment is described on Fig. 2, from which it is evident that the share of lorries achieved in this section of the tunnel even 63 per cent. The tunnel was closed within one minute - on the French side at 10:55 and on the Italian side at 10:56. The first information of the extreme situation was communicated to the control centre by opacity measuring instruments situated near lay-by recesses No. 14 and 18 at 10:52 a.m., and nearly at the same time smoke was registered on screens of the visual inspection.

Just before closing the tunnel, fire was reported from the SOS box near the lay-by No. 21, and an unloading of an extinguisher was registered there. Principles and equipment of the electric fire signalling differ on the Italian side and French one. While Frenchmen apply line detectors provided with sensors, placed every eight metres, Italians apply an older type of signalling, based on tubes filled with gas, being 70 to 80 m long, in which - after having been heated - pressure is increased and sensors are activated. The first system reacts even if a differential temperature increase takes place, while the other one takes into consideration the absolute temperature only. In spite of that, none of the systems identified fire as the first technical equipment, because temperature at the rise was not decisive. The development of smoke products was decisive. For the information to be complete, it must be mentioned that the electric fire signalling on the Italian side was, perhaps, not in function.

FIRE COURSE

In spite of a very quick identification of the fire, further actions were not sufficiently coordinated. Many technical facilities were not in function and coincidence of further circumstances caused that 42 persons died. As a standard example it may be mentioned, that a motorized worker of the tunnel administration came without problem from the Italian side to the burning truck within the first minutes after the fire alarm. But several minutes later, rescue teams could not start their action from the Italian side, because the direction of dense smoke was turned towards them.

The ventilation system took part in the fire extinguishing in a very negative way. The fresh air supply stayed at the level of about 90 per cent even after the fire alarm. On the French side, the exhausting was set up to the full output, while on the Italian side it was impossible even to start the exhausting during the whole course of fire. More over only the following analysis will prove how the supply of fresh air affected the fire spreading onto other vehicles. At that time, there was a very strong longitudinal air flow in the tunnel, which spread smoke and prevented rescue teams from access. An effective transversal ventilation would have improved considerably the said situation. The evaluation will be more difficult because of the fact that anemometers were out of function.

Testimonies tell that smoke was not staying in a layer under the tunnel ceiling, but it was spread all over the tunnel. This fact made the escape from the tunnel, as well as the action of the rescue teams considerably difficult. It was a fatal phenomenon that 32 persons of 42 dead ones were found in their cars. The said persons did not feel to be directly endangered and stayed in their cars expecting how the situation would develop. It is really a dangerous phenomenon which shall have to be taken in consideration even when making changes in standards.

In an emotive article in Paris Match, there is spoken about the tunnel as a machine for money, the turnover of which achieved 802.2 million FRF in the year 1998, and the profit after taxation amounted to 45 million FRF. In this connection it is surprising that the dispatching centre on no side was equipped with an integrated system which would record all needed information. It is e.g. impossible to perform a power balance of individual fans, but even the position of fan flaps is not known. Perhaps sixteen of forty cameras of the videoinpection were not fully in operation.

As to long single-tube tunnels, it is important to provide an escape possibility to endangered persons by means of an escape corridor. In such a way there have been designed many tunnels, e.g. the Channel Tunnel or the tunnel Branisko. The Mont Blanc Tunnel is not provided with an escape corridor. French regulations for constructing tunnels lay down that it is necessary that recesses resistant against fire for hours may be constructed in regular distances and provided with fresh air, and/or that the air duct for supplying fresh air must be adapted in such a way that it may be possible to use it for evacuating or hiding persons.

In the year 1992, safety recesses for about 45 persons were made, situated near every other lay-by recess, i.e. every 600 m. It concerns spaces provided with fresh air coming from fan air ducts, and having the minimum fire resistance of 2 hours, which are connected in a phone way to the control room. The said recesses had an important role at rescuing lives of firemen who were engaged in the tunnel within rescuing persons' lives. Especially important was the recess No.17, where 6 firemen were hidden, and where they were protected against toxic smoke and heat for about 7 hours. The same protection provided the recess No.24. In the recess No. 20, sorry to state, were found two dead persons, because fire lasted for more than fifty hours in that place where no escape connection was made to air vent channels. The recess became a fire furnace, because the

musely dodatečně provádět náročná razíčková práce, což by s sebou neslo nutnost zastavení provozu v tunelu na delší dobu. Existují svědectví, že v některých výklencích (13) nefungoval dokonce přívod čerstvého vzduchu.

Bilance požáru je skutečně mimořádná. Kromě obětí na životech bylo zničeno 24 nákladních vozidel, 2 vozidla osobní a 2 vozidla záchranných jednotek. Beton stropu je velmi poškozen v délce cca 900 m. Na řadě míst je i silně poškozeno armování. Technická zařízení, v místech výskytu požáru nebo horkého kouře, byly rovněž úplně nebo částečně zničena. Výjimkou je přívod požární vody, který zůstal pod tlakem. Asfalt vozovky se v místě požáru roztavil a shořel. Deska vozovky je rovněž velmi poškozená (na jednom místě byly obnaženy i železné výztuhy armatury). Dle dílčích závěrů ze šetření se zdá, že celkově stavební dílo ohroženo nebylo, což se musí samozřejmě ještě potvrdit řadou dalších expertiz.

ZÁVĚRY Z TUNELU MONT BLANC

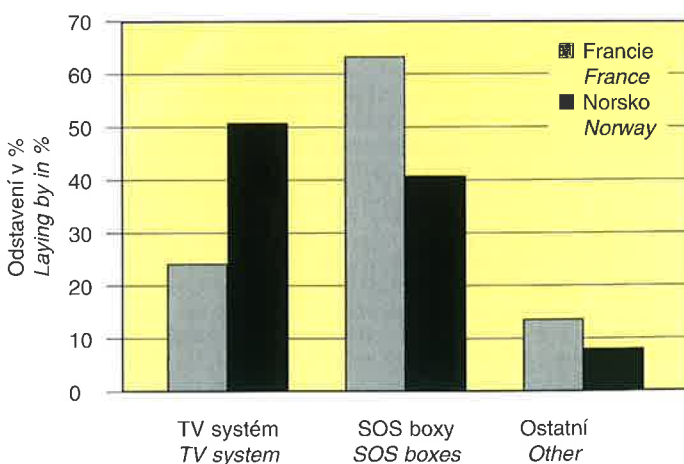
Rozbory toho, proč se požár v tunelu Mont Blanc stal největší nehodou v historii tunelů na pozemních komunikacích jsou prováděny velmi intenzivně a budou zveřejněny. Již dnes je jasné, že se podstatnou měrou podílelo rozdělení odpovědnosti mezi dvě organizace dvou států a nejednotné definování krizových opatření. Protože si to obě strany uvědomovaly, vedla jednání již v letech 1965-66 k definování činností a závazků v Provozní knize tunelu a dále k vytvoření Francouzsko-italské kontrolní komise.

Bilance práce komise od jejího založení ukazuje, že se její činnost hlavně projevila ve změnách sazeb mýtného. V oblasti bezpečnosti se práce soustředila hlavně na předpisy pro převoz nebezpečných materiálů. Jednalo se tedy hlavně o činnosti v oblasti provozování tunelu a méně se sledovala investiční politika v oblasti bezpečnosti. Komise zasedala jednou ročně. Tvořili ji diplomaté obou stran a zástupci provozovatelů. Kromě zástupce prefekta, žádný místní odborník nebo odborník na krizové situace v této komisi není.

Na druhé straně je možné potvrdit, že všechny prostředky materiální a humanitární nezbytné pro záchranu lidských životů byly hned po poplachu soustředěny k francouzskému a italskému portálu, ale podmínky v tunelu neumožnily jejich použití z důvodů:

- Nulová viditelnost;
- Velmi vysoká teplota;
- Nefunkčnost motorů vozidel z důvodů chybějícího kyslíku.

Způsob detekce poruch Kind of defects detection



Obr. 3
Přehled identifikace dopravního excessu ve Francii a Norsku
Survey of identification of a traffic emergency in France and Norway

Přestože záchranné týmy nebyly ani zdaleka vybaveny optimální technikou, by ani současný stav pokroku v záchranné technice nedovolil, za těchto extrémních podmínek, aby se záchranné týmy přiblížily k tak obrovskému záru, při extrémním zakouření a za nedostatku kyslíku.

POŽÁR V TUNELU TAUERN

Zanedlouho po katastrofálním požáru v tunelu Mont Blanc vznikl další požár v tunelu na dálnici A10 Salzburg - Villach. Tunel Tauern je nový tunel vybavený

temperature in the fire centre achieved the value of about 1200 °C. The recesses were not interconnected by means of evacuation ways to air ducts, perhaps because of the fact that exacting driving operations would have to be made additionally which would cause the necessity to stop the operation of the tunnel for a longer time. There exist testimonies that in some recesses (13) even the supply of fresh air did not exist.

The fire account is really extraordinary. Besides dead persons, 24 lorries were damaged, as well as 2 passenger cars and 2 rescue vehicles. The concrete roof was very damaged in the length of about 900 metres. Reinforcement bars are very damaged in many places. Technical equipment, in the places of fire or hot smoke were also destroyed, either completely or partially. The supply of fire fighting water represents an exception, because it stayed under pressure. The bituminous roadway in the place of fire was melted and burnt down. The roadway concrete slab is very damaged too (steel bars of the reinforcement were stripped in one place). With respect to partial conclusions, it seems to be sure that the whole structure has not been endangered, but the said opinion must be certified by many further expert's opinions.

CONCLUSIONS AS TO THE MONT BLANC TUNNEL

Analyses of reasons why the fire in the Mont Blanck Tunnel became the largest accident in the history of road tunnels are performed with a high intensity and they will be published. Already today it is clear that the dividing of responsibility between two organizations of two states and definitions of measures of crisis which were not uniform, affected considerably the result. As both parties realized the said facts, negotiations having taken place in the years 1965 and 1966, resulted in definitions of activities and obligations comprised in the Operational Book of the Tunnel, and in forming a French-Italian Inspection Committee.

The balance of work of the Committee from its foundation shows that its activity resided in changes of toll charges. In the sphere of safety of work the Committee concentrated its activity in the first place to regulations concerning the transport of dangerous materials. So the matter resided mainly in activities in the sphere of the tunnel operation, and less attention was drawn to investments in the sphere of safety. The Committee was in session once a year. The Committee consisted of diplomatists of both parties and of operators' representatives. No local expert, besides the prefect's representative, or an expert for situations of crisis is a member of this Committee.

On the other hand, it is possible to affirm that all material means and humanitarian ones, necessary for rescuing lives of persons, were concentrated, immediately after the alarm, to the French tunnel portal and to the Italian one, but con-



Obr. 4
Okamžitá identifikace zastavení vozidla pomocí videodetekce
Immediate identification of a standing vehicle by means of a videodetection

ditions in the tunnel made it not possible to use them because of the following reasons:

- no visibility
- very high temperature
- engines were not in function, because oxygen was missing

In spite the fact that rescue teams were not equipped with optimum technical outfit, it must be stated that even with any up-to-date equipment and technical measures, the rescue teams could not be successful under said extreme conditions, because, due to the extreme heat and smoke, as well as absence of oxygen, they could not come near to the fire centre.

FIRE IN THE TAUERN TUNNEL

Not a long time after the disastrous fire in the Mont Blanck Tunnel, another fire

nejmodernější technologií, délka je 6000 m. Doprava je zde obousměrná, protože se prý pro velký odpor ekologů nepodařilo prosadit výstavbu druhé trouby.

V tunelu byly v inkriminované době prováděny rekonstrukční práce a doprava zde byla řízena světelnou signalizací. Ráno v 5 hod zastavil nákladní vůz převážející barvy na signál světelné signalizace asi 600 metrů od portálu a další vozidlo do něho ze zadu narazilo. Po řetězové srážce se vozidla vzňala. Bilance je opět katastrofální - zahynulo dvanáct osob, bylo zničeno šedesát automobilů a částečně se zřítla klenba. Likvidace požáru trvala 12 hodin.

K těžkým ztrátám došlo přestože se zdá, že technologie pracovala spolehlivě. Evidentním problémem, který platil i pro tunel Mont Blanc je neexistence únikové chodby nebo dokonce druhé tunelové trouby. Vyhodnocení neštěstí bude trvat několik měsíců a čtenáři časopisu Tunel budou informováni.

MORÁLNÍ ASPEKTY VÝSTAVBY TUNELŮ

Již samotný vjezd do tunelu může u některých řidičů vyvolávat specifické problémy:

- Pocit uvěznění a klaustrofobie;
- Strach z chycení do pasti či lěčky;
- Problémy s viditelností díky šeru v tunelu;
- Monotonnost vjemu okolí;
- Ztráta orientace a představy, kde se nachází.

Díky tomu jedou řidiči v tunelu opatrněji, ale i křečovitěji. Absolutně je sice v tunelech menší počet nehod, než na volné komunikaci, ale nehody však často mají tragičtější následky.

Analýza vlivu podélného sklonu (gradientu) a příčin dopravních excesů v tunelech je např. v lit. [3] v článku "Nový přístup k bezpečnosti dopravy v tunelech", který byl přednesen již v roce 1996 na konferenci "Tunelové stavby ve městech" v Brně. Gradient tunelu je téměř synonymem pro odstavení vozidel z hlediska poruch a je zřejmé, že by měly být stavěny tunely s minimálním gradientem. Známé norské "V tunely" s gradientem 4-10% mají zásadně vyšší počet odstavených vozidel, než tunely s nízkým a středním gradientem (do 2,5%). Přitom stojící vozidla jsou potenciálním zdrojem největších problémů.

Také způsob detekce excesů dopravního provozu v tunelu má zásadní význam pro zajištění bezpečnosti řidičů. Ve Francii a v Norsku probíhala několikaletá vyhodnocování, jakým způsobem byl exces dopravního proudu detekován. Jednalo se celkem o 1479 hlášení z Francie a o 648 hlášení z Norska. V obr. 3 jsou zcela zřetelné rozdíly v identifikaci dopravních excesů v jednotlivých zemích.

Na první pohled je patrný rozdíl ve zjišťování odstavení vozidel pomocí televizního dohledu ve Francii (24%) a v Norsku (51%). Souvisí to s tím, že ve Francii jsou budována rozsáhlá řídicí centra vybavená desítkami monitorů, což neumožňuje detailní sledování všech obrazů. Proto je nutné tato centra vybavovat moderními prostředky pro automatickou identifikaci zastavení vozidla. Systémů je dodávána celá řada a v zásadě umožňují, na základě analýzy obrazu kamery, během několika vteřin rozpoznat stojící vozidlo a automaticky vyhlásit alarm. Na obr. 4 je ukázka zachycení stojícího vozidla v tunelu virtuálním detektorem.

Morálním aspektem při návrhu tunelu rozumíme to, že řidiči jsou posíláni do místa zvýšeného rizika a povinností investorů tunelu je jim poskytnout přiměřenou míru ochrany. Zásadní rozhodování probíhají již ve stádiu přípravy projektu, kde je nutné optimalizovat:

- Stavební část;
- Technologické vybavení.

Optimalizací stavební části z hlediska bezpečnosti se rozumí návrh profilu tunelu, jeho gradientu a bezpečnostních stavebních úprav. Zásadní rozhodnutí spočívá v návrhu únikových cest. Zde lze využít nejlépe druhou paralelní tunelovou troubu nebo speciální únikovou štolu.

Projektant je zde mnohdy pod nepřiměřeným tlakem na snižování ceny díla a často i pod tlakem ekologů, kteří z principu doporučují stavět obousměrné trouby, které jsou potenciálním zdrojem nebezpečí díky možným čelním srážkám. I v případě dvou trub se projevovává u nás snaha neinstalovat požární dveře s přetlakovým větráním mezi tunelovými troubami z důvodů úspory cen.

Technologické vybavení tunelů zajišťuje první identifikaci problému a následné řízení celé operace, přičemž zvláště ventilace je otázkou života a smrti - hořící vozidlo totiž vyvíjí až 100 m³ kouřových zplodin za sekundu. Při návrhu tunelu je nutné odpovědně zvažovat, která zařízení budou zdvojena a to nejenom z hlediska spolehlivosti, ale i pro možnost paralelní práce více operátorů. Kromě použití nehořlavých kabelů v profilu tunelu jsou voleny "cik-cak" trasy, aby nikdy nedošlo k poruše celé větve. Osvětlení, které má zásadní vliv na orientaci, je také děleno do sekcí. Při návrhu je nutné respektovat celou řadu dílčích opatření, které mají podstatný vliv na snížení možného celkového rizika.

arose in the tunnel on the motorway A10 Salzburg-Villach. The Tauern Tunnel is a new tunnel equipped with the up-to-date technology. Its length is 6000 m. The traffic is in both direction, because ecologists' resistance was so intensive that the construction of the second tunnel tube could not be realized.

In the respective time, reconstruction works were carried out and the traffic was controlled by signal lights. At 5 a.m. stopped a lorry transporting paints in front of the signal light, about 600 m from the portal, and another vehicle collided with it from behind. After a chain collision, vehicles caught fire. The result was disastrous: twelve persons were dead, sixty cars were destroyed, and the vault was partially crashed. The fire liquidation lasted twelve hours.

Extensive losses took place in spite of the fact that it seems that the technology worked reliably. The evident problem, which was valid even for the Mont Blanc Tunnel resided in the fact that no escape corridor or another tunnel tube existed. The evaluation of the disaster will take several months and readers of this journal will be informed.

MORAL ASPECTS OF TUNNEL CONSTRUCTION

Already the proper tunnel entering may excite the following problems at some drivers:

- a feeling of confinement and claustrophobia
- fear and feeling to be caught in a trap - visibility problems due to twilight in the tunnel
- monotonous environs
- loss of orientation and idea where he is

That is why drivers in a tunnel drive more carefully but also more spasmodically. In tunnels there take place less accidents than on free roads, it is true, but consequences of accidents are often more disastrous.

The analysis of the influence of a tunnel gradient and causes of traffic emergencies in tunnels is included e.g. in the Bibliography [3], in the Article „new access to the safety of traffic in tunnels“ which was lectured in the year 1996 on the conference „Tunnel Structures in Towns“, at Brno. A tunnel gradient is nearly a synonym of laying the vehicles by the road due to defects, therefore it is evident that tunnels should be constructed with a minimum gradient. Known Norwegian „V tunnels“ with a low and middle gradient of 4 to 10 per cent, have always a higher number of laid by vehicles than tunnels with a low and middle gradient (up to 2.5 %). The standing vehicles, though, are a potential source of largest problems.

The way of emergency detection in the tunnel traffic has the fundamental importance for securing the safety of drivers. In French and in Norway, it was evaluated for several years, how emergencies in the traffic streams had been detected. It covered altogether 1479 reports from France and 648 reports from Norway. On Figure 3, there are shown differences in identification of traffic emergencies in individual countries.

The difference in detection of laid by vehicles by means of a television monitoring in France (24 %) and in Norway (51 %) is evident. It is affected by the fact that in France there are constructed extensive control centres equipped with decades of monitors which does not enable a detailed monitoring of all pictures. That is why it is necessary to equip that centres with up-to-date technical means for automatic identification of a standing vehicle. There are supplied many systems which in fact enable, on the basis of an analysis of the camera picture, to distinguish a standing vehicle within several minutes and to start alarm automatically. Fig. 4 shows a detection of a standing vehicle in the tunnel by means of a virtual detector.

The moral aspect, when designing the tunnel, means that drivers are sent to the place of an increased danger, and owners have a duty to provide them a reasonable extent of protection. Fundamental decisions are made already in the stage of the design preparation, where the following matters must be optimized:

- building part
- technological equipment

By optimizing the building part with respect to the safety, it is meant the design of a tunnel profile, its gradient and safety building adaptations. The fundamental decision resides in the design of escape routes. The best solution resides in utilizing a parallel tunnel tube or a special escape gallery.

The designer, sometimes, is subject to an inadequate pressure as to decreasing the price of the work, and sometimes even under a pressure of ecologists who always recommend for two-way tubes to be constructed, which is a potential source of danger because of a possibility of head-on collisions. Even in case of two tubes, a trend existed in our country, not to install a fire door with an overpressure ventilation between tunnel tubes, due to a price saving.

Technological equipment of tunnels secures the first identification of a problem and the successive management of the whole operation. Especially the ventilation is the question of life and death. A burning vehicle produces up to 100 cub.m of smoke products per second. When designing a tunnel, it is necessary to take into account responsibly which equipment shall be doubled, not only with respect to its reliability, but also because of the possibility of a parallel work of more operators. Besides the application of incombustible cables in the tunnel profile, there are to be chosen zig-zagging lines, so that never a defect of the whole branch may take place. The tunnel illumination which has the fundamental influence upon orientation, is also divided in sections. When designing the tunnel, it is necessary to respect many partial measures which considerably affect the decrease of a possible total risk.

Kromě technických záležitostí je nesmírně důležité i organizační řešení. Při většině nehod se ukázalo, že právě organizace záchranných prací byla příčinou největších ztrát. Vyplývá to z toho, že dispečer vystavený silnému psychickému tlaku jedná často zbrkle a nelogicky, přestože je na tyto situace školen. Proto je nutné připravit detailní scénáře pro řízení jeho práce v krizových situacích ve formě jakýchkoli jednoduchých kuchařek. Zahraniční zkušenosti říkají, že je dobré ponechat méně než 10% rozhodnutí na vůli člověka, ostatní by mělo být předem připraveno.

V případě projektu, i před jeho uvedením do provozu, je nutné pracovat s tzv. analýzou rizik (Risk Analysis) a pro činnost v případě mimořádných situací připravit tzv. krizové řízení (Risk Management). Jedná se o samostatné vědní obory a v kontextu posledních požárů v tunelech je patrné, že této činnosti bude věnována větší pozornost i u nás.

SITUACE V ČESKÉ REPUBLICE

V České republice jsou v současné době v provozu tunely Strahov, Hřebeč, Pisárecký a Husovický, do konce roku bude uveden do provozu rekonstruovaný tunel Těšnov. Všechny tunely, až na tunel Hřebeč, jsou komplexně vybaveny nejmodernější technologií. Obousměrně provozovaný tunel Hřebeč je dlouhý pouze 350 m, a proto je vybaven pouze nejnižší technologií pro zajištění bezpečnosti - není např. vybaven videodohledem.

Jako v jedné z mála zemí ve světě jsou v platnosti technické podmínky pro technologické vybavení tunelů. Byly vydány Ministerstvem dopravy a spoju jako TP98 "Technologické vybavení tunelů pozemních komunikací". Tunely jsou děleny dle délky a intenzity vozidel do kategorií TA, TB a TC. Na základě tohoto zařazení je pak povinné nebo je doporučeno bezpečnostní vybavení. V souvislosti s předemnými požáry se bude jistě o vybavení tunelů dále diskutovat a je plánováno, že v roce 2000 vyjde nové upravené vydání technických podmínek TP98.

Z hlediska bezpečnosti dané technologickým vybavením se začíná diskutovat o následujících tématech:

1. Ventilace

Ventilace by měla být navrhována z hlediska účinného řízení v případě požáru. Objevují se např. nové spolehlivější klapky nebo celé prefabrikované díly, které pro příčnou/polopříčnou ventilaci zvýší podstatně kapacitu odsávání. Zvýšená pozornost bude věnována větrání únikových prostor.

2. Hasicí zařízení

Budou přehodnocovány požadavky nejenom na přívody vody, na vzdálenost hydrantů, ale i na použitelnou hasicí techniku.

3. Identifikace požáru a nehod

Přestože nelze předpokládat, že jediným zařízením pro identifikaci požáru je



Obr. 5
Portál tunelu Husovice asi 7 minut po vzniku simulovaného požáru
The Husovice tunnel portal 7 minutes after the simulated fire had started

Besides technical matters, even solutions of organization are very important. A majority of accidents proved that just the organization of rescue works was the cause of maximum losses. It results from the fact that a dispatcher, exposed to a strong psychological stress, acts often rashly and illogically, in spite of the fact that he is trained for such situations. That is why it is necessary to prepare a detailed script for directing his work in situations of crisis in the form of some so called simple cooking books. Foreign experience show that it is good to leave less than 10 % of decisions to a man's will, the remaining part should be prepared in advance.

In case of a structure, even before its setting into operation, it is necessary to work with a so called Risk Analysis, and to prepare, for activities in case of extraordinary situations, a so called Risk Management. They are independent scientific lines, and, in the context of last fires, it is evident that a larger attention shall be drawn to the said activities even in our country.

SITUATION IN THE CZECH REPUBLIC

At present, the following tunnels are in operation in the Czech Republic: Strahov, Hřebeč, Pisárky and Husovice. At the end of this year, the reconstructed Těšnov tunnel will be set into operation. All tunnels except Hřebeč, are provided completely with up-to-date technology. The Hřebeč tunnel, operated in both directions, is only 350 m long, and that is why it is provided only with the needest technology for securing its safety. E.g. it is not provided with any video-inspection.

As in one of few countries in the world, in the Czech Republic there are valid technical conditions for a technological equipment of tunnels. They have been issued by the Ministry of Transport and Communications as TC 98 - „Technological Equipment of Road Tunnels“. Tunnels are divided according to their length and traffic density in categories TA, TB and TC. With respect to the said categories, the respective safety equipment is either obligatory or recommended. In connection with the above mentioned fires, the equipment of tunnels will be surely more discussed, and it is planned that in the year 2000 a new revised issue of technical conditions TC98 will be at disposal.

From the point of view of safety, resulted from the technological equipment, the following matters start to be discussed:

1. Ventilation

Ventilation should be designed with respect to an effective control in case of a fire. There appear e.g. new, more reliable flaps or complete prefabricated elements which considerably increase the exhaust capacity of the transversal or semi-transversal ventilation. An increased attention shall be drawn to ventilation of escape spaces.

2. Extinguishing equipment

Requirements not only for water supply and distance between hydrants, but also requirements concerning the applicable extinguishing technology shall be reevaluated.

3. Identification of fires and accidents

In spite of the fact that it cannot be supposed that the only equipment for identi-



Obr. 6
Hasičský zásah byl veden druhou tunelovou troubou
The fire-fighting action was through the other tunnel tube

elektropožární signalizace, musí být tato schopna měřit nejenom absolutní teplotu, ale i velmi citlivě i diferencí teploty.

Standardem by se mělo stát vybavení tunelu videosystémem doplněným o zařízení pro automatickou identifikaci stojícího vozidla.

4. Předávání informací řidičům

Tragedie v tunelu Mont Blanc ukázala, že 34 lidí zahynulo, aniž se pokusilo z krizového místa uniknout, protože se domnívali, že je situace pod kontrolou. Pro zamezení těchto situací bude nutné postupovat ve směru osvětlení v médiích, ale zvažuje se i s vybavením tunelu reproduktory, které by právě v případě podobných nehod poskytovaly cenné verbální informace typu "Okamžitě opusťte vůz a ...".

Bude diskutováno vybavování tunelů informačními displeji tak, jak je to již běžné např. v mnoha tunelech v USA. Samozřejmostí by mělo být spojení na krizové centrum pomocí GSM. Projekty tohoto druhu jsou připravovány jako součást aplikací telematiky.

Jak bylo již zdůrazněno, samotná technická stránka věci neřeší veškeré problémy. Proto Ministerstvo dopravy a spojů, již v loňském roce a tedy ještě před zmíněnými tragédiemi, navrhlo zpracovat technické podmínky pro provozování a správu tunelů. Práce byly zahájeny vytvořením osnovy díla, které obsahuje i kapitoly věnované krizovým situacím v tunelu a jejich řešení. Je zde i kapitola věnovaná prevenci vzniku těchto situací. Podmínky budou zpracovávány prostřednictvím Tunelové sekce Silniční společnosti a podílí se na nich tým tvořený projektanty, provozovateli a záchrannými složkami.

Za vzorově připravené podmínky pro krizové řízení tunelu lze považovat scénáře připravené pro brněnský Husovický tunel. Zde byly Eltodem Brno rozpracovány jednotlivé situace a dispečer se jimi musí řídit. Stejně scénáře mají i záchranné složky. Provozovatel tunelu Brněnské komunikace, ve spolupráci se záchrannými složkami, organizuje pravidelné prověřování činnosti technologie a součinnosti složek. Na obr. 5 je portál Husovického tunelu při simulovaném požáru v tunelu. Jednalo se o utajenou zkoušku, kdy do tunelu vjelo nákladní vozidlo, postavilo se napříč a z dýmnic se vyvíjelo příslušné množství kouře (kouř dosahoval až 30 metrů za portál). Řídicí systém a dispečer zareagovali do tří minut a následně se celá záchranná akce odvíjela podle předem daných scénářů.

Na dalším obr. 6 je zachycen příjezd hasičských vozidel. Při následném vyhodnocování byl detailně analyzován průběh celého zároku a bylo konstatováno, že zásah proběhl bez jakýchkoli problémů a v minimálním čase. Velmi nepřijemná a nepochopitelná byla reakce řidičů, kteří po dvou minutách čekání na červený signál začali couvat a hledat náhradní cesty, přestože viděli, že se z tunelu valí kouř. Patrně ani předchozí tragédie v tunelech neovlivnily jejich chování a bude nutné počítat se zvýšenou osvětlovacími.

ZÁVĚR

Přestože české tunely patří k nejmoderněji vybaveným, neboť byly uváděny do provozu v posledních letech, je nutné věnovat další pozornost bezpečnostním stavebním a technologickým aspektům pro nově budované tunely. Zde je nutné se zaměřit na krizovou analýzu a krizové řízení.

Mimořádně velká pozornost musí být věnována organizačním a provozním předpisům, které jsou připravovány péčí Ministerstva dopravy a spojů.

Představenstvo české sekce tunelové asociace ITA/AITES navrhlo svolat na podzim ve smyslu stanov "Pracovní shromáždění" orientované na vliv havárií v silničních tunelech na vývoj podzemního stavitelství a bezpečnostních opatření, jehož garantem by měl být autor tohoto článku.

Autor článku děkuje Ing. P. Koutovi ze Švýcarska za podklady k bezpečnostním aspektům ventilace a Ing. V. Vlčekovi z Hasičského sboru Ostrava za jím upravenou dokumentaci popisující detailně okolnosti vzniku požáru v Mont-Blanc.

LITERATURA

- [1] XVIIIth World Road Congress, Brussels, Road Tunnels, 13-19.9.1987, PIARC
- [2] "Effect of fire on tunnel lining stability", Tunnels and Tunneling International, October 1998, pp. 39-41
- [3] Příbyl P.: "Nový přístup k bezpečnosti dopravy v tunelech", Tunelové stavby ve městech, Silniční společnost při BKOM, Brno, 26-27. června 1996

fynging a fire is an electrical fire alarm, this signalling must be able to measure not only the absolute temperature, but also, very sensibly, temperature differences. A video system completed with an equipment for an automatic identification of a standing vehicle should be a standard equipment of a tunnel.

4. Information for drivers

The tragedy in the Mont Blanc tunnel showed that 34 persons died without trying to escape from the place of crisis, because they were of the opinion that the situation is under control. For obviating such situations it will be needed to perform education in media, but it is also considered, to equip tunnels with loudspeakers, which just in cases of similar accidents may supply valuable verbal information, such as "Leave immediately the car and ..."

It shall be also discussed whether to equip tunnels with information displays in such a way as it is usual in many tunnels in the USA. A connection to the centre of crisis by means of GSM should be obvious. Designs of such a kind are prepared as a part of telematics application.

As it was already stressed, the alone technical part does not solve all problems. That is why the Ministry of Transport and Communications, already in the last year, so even before the mentioned tragedies, proposed for technical conditions concerning the tunnel operation and administration to be elaborated. The works started by elaborating a syllabus of the work which comprises even chapters related to situations of crisis in tunnels and their solution. Also a chapter concerning the prevention of a rise of the said situations. The said conditions shall be elaborated through the Tunnelling Section of the Road Company, and a team consisted of designers, operators and representatives of rescue teams will take part in the work.

Scripts prepared for the Husovice tunnel at Brno may be considered as exemplarily prepared conditions for managing crisis in tunnels. Individual situations have been elaborated in detail for the Husovice tunnel at Brno, and the dispatcher must observe them. Rescue teams are provided with the same scripts. The tunnel operator, viz. the firm Communications at Brno, in cooperation with rescue teams, organizes regular inspections of the technological equipment and cooperating components. The portal of the Husovice tunnel at a simulated fire inside the tunnel is shown on Fig. 5. It concerned a test, kept secret, when a lorry entered the tunnel, stopped across the tunnel and provided a determined quantity of smoke from a smoke-box (smoke reached up to the distance of 30 metres behind the tunnel portal). The control system and dispatchers reacted within three minutes and then the whole rescue action was realized according to scripts determined in advance.

On another Figure 6, there is shown an arrival of extinguishing vehicles. At a following evaluation, the course of the whole action was analyzed and it was stated that the rescue action was performed without problems and within the minimum time period. The reaction of drivers, though, was very unpleasant and incomprehensible. After two minutes of waiting at a red signal, they started to drive back and seek a free lane, in spite of the fact that they saw smoke going out of the tunnel. Perhaps, not even previous tragedies affected their behaviour and it will be necessary to organize a more intensive training.

CONCLUSION

In spite of the fact that Czech tunnels are ranked among the most up-to-date equipped tunnels, because they were set into operation within the past years, it is necessary to pay further attention to the aspects of safe structures and equipment ones for newly constructed tunnels. It is necessary to direct the attention to analysis of the crisis and to management of a crisis.

An extraordinary attention must be paid to regulations of organization and of operation which are prepared by the Ministry of Transport and Communications. The directorate of the Czech section of the Tunnelling Association ITA/AITES proposed, for a "Working Meeting" to be convened in autumn, in the tenor of Articles of Association, directed to the influence of breakdowns in road tunnels upon the development of the underground engineering and safety measures. The author of this article should be the guarantee for said meeting. The author of this article thanks Ing. P. Kohout from Switzerland for documents concerning safety aspects of ventilation, and Ing. V. Vlček from the firemen's team of Ostrava for the documentation adapted by him, describing in detail circumstances of the fire rise in the Mont Blanc tunnel.

BIBLIOGRAPHY

- [1] XVIIIth World Road Congress, Brussels, Road Tunnels, September 13 to 19, 1987, PIARC
- [2] "Effect of fire on tunnel lining stability", Tunnel and Tunneling International, October 1998, pages 39 to 41
- [3] Příbyl P.: "New access to the safety of transport in tunnels", Tunnel structures in towns, Road company at BKOM, Brno, June 26 to 27, 1996

KOLEKTOR PŘÍKOPY

UTILITY TUNNEL PŘÍKOPY

PETR PAPEŽ, SUBTERRA, A. S.
JOSEF JÁNSKÝ, METROSTAV, A. S., DIVIZE 5

ÚVOD

Rychle se rozvíjející potřeby hlavního města Prahy, hlavně jejího centra, a možnost omezení zásahů na povrchu při haváriích inženýrských sítí urychlily nutnost výstavby kolektorů.

Kolektorizace, jako moderní a velmi progresivní forma vedení inženýrských sítí v podzemních štolách umožní stálou kontrolu, opravy i výměnu všech sítí, tj. elektrorozvodů, tepelných vedení, spojovacích sítí, plynovodů, vodovodních a ostatních rozvodů. Stejně tak i dodatečnou pokládku nových sítí v případech požadavků na větší množství přepravovaných médií.

Nutnost zahájení rekonstrukce a posílení stávajících inženýrských sítí vyplynula ze skutečnosti, že značná část těchto sítí je již zastaralá a nevyhovuje ani svou kapacitou, což přináší celou řadu problémů. Jedná se o četné výkopy v případech jakýchkoliv poruch při pokládce nových sítí, nedostatečný tlak ve vodovodním či plynovém potrubí nebo značné ztráty přepravovaných médií v důsledku poškozených potrubních rozvodů. Prostor pod vozovkami a chodníky je zaplněn kabely a potrubím natolik, že jejich další doplňování je z prostorových důvodů obtížné, někdy i vyloučené. Zvyšování potřeb obyvatel, zvyšování úrovně bydlení i služeb a zejména příliv zahraničního kapitálu v centru Prahy vyžadují regeneraci stávajících rozvodů a podstatné zvýšení jejich propustnosti.

Vedení v kolektorech jsou pod stálou kontrolou a jejich nepřetržitě automatické sledování umožňuje neprodlené zjištění netěsností, poruch a havárií. Úniky médií jsou omezeny na minimum a k jednotlivým vedením je možný stálý přístup. Při opravách, doplňování a výměnách jednotlivých inženýrských sítí není narušen povrch chodníků, komunikací a provoz na nich.

Z těchto důvodů rozhodl v roce 1995 Magistrát hlavního města Prahy o výstavbě kolektoru Příkopy jako o logickém pokračování výstavby již budovaných kolektorů v centrální části Prahy s přímým navázáním na kolektor CI.A. Po jeho dokončení bude propojena Staroměstská a Novoměstská část centra Prahy o okolí Václavského a Staroměstského náměstí.

Nelehkého úkolu vybudování všech větví kolektoru Příkopy se ujal sdružení firem SUBTERRA a.s. a METROSTAV a.s., z nichž každá zajišťuje výstavbu samostatného úseku kolektoru. Toto sdružení, ve kterém funkci vyššího dodavatele vůči investorovi zajišťuje a.s. SUBTERRA, zvítězilo ve veřejné obchodní soutěži na dodavatele díla především díky dlouhodobé úspěšné činnosti v této oblasti s velmi detailní znalostí místních geologických a geotechnických poměrů.

Investorem je Hlavní město Praha - odbor městského investora, jeho mandátářem firma ZAVOS s.r.o.

Generálním projektantem se stal INGUTIS s.r.o., v úseku prováděném a.s. METROSTAV zajišťuje realizační dokumentaci SATRA s.r.o.

PARAMETRY STAVBY

Kolektor Příkopy se skládá z několika tras. Hlavními trasami jsou především liniové větve Staroměstská a Novoměstská, vedoucí z jámy Š27 situované před Obecním domem na náměstí Republiky po obou stranách ulice Na Příkopě směrem k Václavskému náměstí. Tyto větve jsou zakončeny jamou Š22 na Můstku. Osová délka obou větví je 1054 metrů.

Další větví je kolektorová trasa v Senovážné ulici, začínající jamou J46+ (tato jáma má přímé napojení na kolektory CI. a CI.A) na Senovážném náměstí před divadlem MINOR a končící v jámě Š27 u Prašné brány. Tato trasa se skládá z podpovrchové části v délce 105 metrů a hlubinné části v délce 100 metrů. Poslední trasou je trasa číslo 7 - Královská, vedoucí opět z jámy Š27 před Obecním domem, který po severní straně obchází, a ústí přes Královskou ulici do Celetné, kde se napojuje na stávající Kolektor Celetná. Tato trasa se opět skládá z podpovrchové části v osově délce 98 metrů a hlubinné o délce 125 metrů.

K těmto liniovým trasám patří i odbočky do ulic Nekázanka a Haviřská. Součástí je i několik spojek mezi Staroměstskou a Novoměstskou větví, cca 50 rozrážek pro domovní přípojky, výdechy a sání vzduchotechniky včetně složitého výdechu v objektu Slovanského domu.

Profil v hlubinných trasách byl zvolen tak, aby definitivní betonové ostění při tloušťce betonu minimálně 20 cm mělo světlost na výšku 3,3 metru a na šířku 2,5 metru.

Hloubka kolektorových tras je cca 14 metrů pod úrovní vozovky a chodníků, podpovrchové trasy cca 6 metrů pod úrovní chodníků.

ZAJIŠTĚNÍ NADLOŽÍ

Po zkušebnostech s ražbou Kolektorů CI. a CI.A., kdy v celém prostoru byly

INTRODUCTION

Quickly developing needs of the Capital Prague, mainly of its centre, and the possibility to limit actions on the surface if breakdowns of engineering networks occur, accelerated the necessity to construct utility tunnels.

Utility tunnels as an up-to-date and very progressive form for leading engineering networks in underground galleries will enable a permanent inspection, repairs and replacement of all networks, i.e. electric distribution systems, heating lines, connecting networks, gas lines, water mains and other distribution systems. They will also enable to install new networks in case that requirements for a larger quantity of transported media will arise.

The necessity to start a reconstruction and to extend existing engineering networks resulted from the fact that a considerable part of the said networks became obsolete and is inconvenient even as to its capacity which causes many problems. It concerns many excavations in case of any defects when installing new networks, insufficient pressure in water piping or gas one, or considerable losses of transported media because of damaged piping. The space under roadways and pavements is full of cables and piping, so that their further completing is difficult due to space reasons, and sometimes it is impossible. Increasing needs of inhabitants, increasing level of dwelling and services and especially foreign capital coming into the centre of Prague, require a regeneration of existing distribution systems and a considerable increase of their capacity.

All lines in utility tunnels are subjected to a permanent inspection and their permanent monitoring makes it possible to find out, without any delay, untightness, defects and breakdowns. Leakages of media are minimized and a permanent access is possible to individual lines. During repairs, completing and exchanging individual engineering networks, the surface of pavements and roads, as well as any their operation is not disturbed.

That is why the Municipal Office of the Capital Prague adopted a decision in the year 1995 concerning a construction of the utility tunnel Příkopy as a logical continuation of already constructed utility tunnels in the central part of Prague, with a direct connection to the utility tunnel CI.A. After its completing, the Old Town part and the New Town part of the Prague centre in the neighbourhood of Wenceslas Square and the Old Town Square will be interconnected.

An association of the firms SUBTERRA a.s. and METROSTAV a.s., accepted the difficult task, viz. to construct all branches of the utility tunnel Příkopy, each of which providing a construction of a separate utility tunnel section. The said association, in which the function of the main contractor with respect to the client provides SUBTERRA a.s., was the winner of a tender for delivering the work, which was achieved due to a long-term successful activity in this sphere of business, with a detailed knowledge of local geological and geotechnical conditions.

The Capital Prague - Department of the Municipal investor is the client, and the firm ZAVOS s.r.o. is its mandatary.

INGUTIS, s.r.o. became the general designer, and the realization documentation in the section performed by METROSTAV a.s. is provided by SATRA, s.r.o.

PARAMETERS OF THE CONSTRUCTION

The utility tunnel Příkopy consists of several lines. The main lines are especially represented by Old Town line branches and New Town ones, leading from the shaft Š27 situated in front of the Community Building in the Square of the Republic, on both sides of the street Na Příkopě in the direction to the Wenceslas Square. The said branches are terminated in the shaft Š 22 Na Můstku. The axial length of both branches is 1054 metres.

The line in Senovážná street, starting in the shaft J46+ (this pit has a direct connection to utility channels CI. and CI.A) in Senovážné Square in front of the theatre MINOR and ending in the shaft Š27 at the „Gunpowder Gate“. This line consists of an under-surface part in the length of 105 m and of a deep part, being 100 m long. The line No. 7 - Královská, is the last line, leading also from the shaft before the Community Building, going around it on its northern side, and entering through the Královská street into the street Celetná, where it is connected to the existing utility tunnel Celetná. This line also consists of an under-surface part of the axial length 98 m and of the deep part being 125 m long.

The said lines also include branches to streets Nekázanka and Haviřská. Further they include several connections between the Old Town branch and the

zastížený vrstvy štěrpkopísků různé zrnitosti a různé doby stability včetně jílových proplátek i kamenných valounů, byla zvolena v této oblasti osvědčená technologie zajištění nadloží v hloubkových trasách pomocí sloupů tryskové injektáže v obrysu výrubu (viz podélný řez typickým záběrem). Pomocí speciální vrtací soupravy CASAGRANDE M5 SD bylo navrženo dle složitosti geologie a požadavků projektantů 13 až 24 obvodových vrtů, vyplňovaných jílocementovou směsí při injekčním tlaku 40 MPa. Tím vznikla ochranná obálka nad budoucí klenbou v délce 8 - 12 metrů, vějířovitě se rozšiřující. Pod ochrannou obálkou vznikají úseky o délce cca 7 metrů, do kterých se nainstaluje TH výztuž nebo rámy BRETEX, takže vznikají jakési "kornouty". Tento způsob zajištění nadloží, který se velmi osvědčil při výstavbě kolektorů C.I.A, se i zde v tomto velice složitém geologickém a geotechnickém prostředí ukázal nejvýhodnější i při zvýšených nákladech jak z technického hlediska, tak i z hlediska bezpečnosti provádění.

POSTUP PRACÍ A TECHNOLOGIE HLOUBENÍ A RAŽEB

Začátkem roku 1997 byly zahájeny předstihové práce. Jednalo se především o přeložky inženýrských sítí, zajišťování některých objektů se statickými poruchami tryskovou injektáží podzákladí či přímo pilotovými stěnami. Současně byly zahájeny práce pro vyhloubení jam. Většina jam byla po obvodu zajištěna pilotovými stěnami a prostor mezi pilotami byl vytěžen. Z těchto jam se následně vyrazily všechny liniové úseky kolektorů metodou NRTM, tj. okamžitou aktivací ostění tunelu TH výztuží či rámy BRETEX a stříkaným betonem. Definitivní obezdívku tvoří armovaný beton - stropy jsou ze stříkaného betonu, spodní část profilu do výše cca 2 metry z důvodů spodní vody je provedena z litého betonu.

Pod ochranou tryskové injektáže (délka cca 9,5 metru) byl ražen typový modul štoly o délce 8 metrů. Ražba probíhala ve dvou lávkách. V 1.lávce se vybouralo čelo ze stříkaného betonu, které těsnilo čelbu při injektážích. Byl proveden 1. záběr ražby. Do vyraženého prostoru byly umístěny rámy z TH výztuže (METROSTAV používal v úsecích bez anomálií rámy BRETEX). Za postavené rámy byla zatažena síť S35 a vyrazil se další záběr. Do vyraženého prostoru byl postaven další rám TH (dle podélného řezu označený XXIV), za něj byla opět zatažena síť. Další postup byl shodný s předcházejícím, pouze se stavěly větší profily rámu TH. Vyražené a sítí zapažené záběry se nastříkaly do vnitřního líce TH betonem B20 tak, aby byl zajištěn kontakt mezi sloupy tryskové injektáže a TH rámy a maximální vzdálenost nezastříkaného úseku od čelby byla 1,5 metru. Tímto způsobem byl vyražen celý "kornout", zatím pouze v 1. lávce. Ražba 2.

- | | |
|---|---|
| 1 Metro Můstek
Metro můstek | 10 Živnostenská banka
Bank: Živnostenská banka |
| 2 Komeční Banka
Bank: Komerční Banka | 11 Česká národní banka
Czech national bank |
| 3 Dětský dům
House of Children | 12 Palác U Hybernů
Palace U Hybernů |
| 4 Myslbek
Passage Myslbek | 13 Metro - Nám. Republiky
Metro - Square of the Republic |
| 5 Prašná brána
"Gunpower Gate" | 14 Rampa
Ramp |
| 6 Obecní Dům
Building "Community House" | 15 Stávající kolektor C.I.A.
Existing utility - C.I.A. |
| 7 Palác Koruna
Palace Koruna | 16 Podzemní komunikace
Underground throughface |
| 8 Čs. obchodní Banka
Bank "Česká obchodní banka" | 17 Kolektorové trasy
Utility tunnel lines |
| 9 Slovanský dům
Building "Slavic House" | |



Obr. 1

Situční schéma podzemní komunikace a kolektorů - Příkopy
Situation of the underground access road and utility tunnels - Příkopy

New Town branch, about 50 house connections, exhausts and suction for ventilation, inclusive a complicated exhaust in the building „Slavic House“.

The profile in the deep lines was chosen in such a way that the final concrete lining may be min. 20 cm thick, 3.3 m high and 2.5 m wide.

The depth of the utility channel lines is about 14 metres under the level of the roadway pavements and the depth of the under-surface line is about 6 metres under the pavement level.

OVERBURDEN SUPPORT

After the experience with excavating utility tunnels C.I. and C.I.A, when in the whole space layers of gravel sand of various grain size and of various time stability were found, inclusive clay partings and stone boulders, there was applied, in this area, a proved technology for support of the overburden in deep lines by means of columns made by jet grouting on the perimeter of the excavation (see a longitudinal section of a typical work). By means of a special boring equipment CASAGRANDE M5 SD, there were bored - with respect to geological problems and designers' requirements - 13 to 24 circumferential bores filled with clay-cement mixture at a grouting pressure of 40 MPa. In this way a protective envelope over the future vault was made, in the length of 8 to 12 m, enlarging in a fan shape. Under the protective envelope there arise sections about 7 m long, into which the TH or BRETEX frames are installed, so that certain „cornets“ arise. The said method how to support an overburden which proved to be good during the construction of the utility tunnel C.I.A., was also the most suitable here, under these very complicated geological and geotechnical conditions, in spite of increased costs, viz. both from the technical point of view and with respect to the safety of work.

PROGRESS OF WORK AND TECHNOLOGY OF EXCAVATIONS AND DRIVING

At the beginning of the year 1997 there were started works in advance. They concerned, first of all, relaying of engineering networks, underpinning of some buildings having static defects, viz. by means of a jet grouting under foundations or directly by means of pile walls. At the same time there were started works for excavation of shafts. Most of the shafts were secured by means of pile walls on the circumference, and the space between the piles was excavated. Then, from those shafts, there were started all line sections of the utility tunnel. The NATM method was applied, i.e. the tunnel lining was immediately activated by means of the TH or BRETEX frames, or shotcrete. The final lining is formed by reinforced concrete - the roof is made of shotcrete, the lower part of the profile, up to the height of 2 m, is made, due to ground water, of cast concrete.

Under the protection of jet grouting (length of about 9.5 m) there was excavated a standard modulus of a gallery, 8 m long. The excavation was carried out in two benches. In the first bench there was pulled down the face made of shotcrete which tightened the face during the jet grouting, then was made the first advance length of excavation. The TH frames (METROSTAV applied BRETEX frames in sections without anomalies) were erected in the excavated space. The welded mesh S35 was pulled behind the frames and another advance length was excavated. A further TH frame (it was marked XXIV according to the longitudinal section) was installed into the excavated space and behind it a mesh was pulled in. Further process was identical with the previous one, only larger TH frame profiles were applied. The internal face of excavated advances provided with a mesh were sprayed with concrete B20, in the thickness corresponding to the TH frames face, in such a way that a contact between the cylinders of the jet grouting and TH frames may be secured, and that the maximum distance of the unsprayed section from the face may be 1.5 m. In this way, the whole „cornet“ was excavated, for the time being only in the 1st bench. The driving of the 2nd bench extends the floor of the 1st bench by about 1.25 m. The installed TH frame was lengthened in the lower part up to the level of the floor of the 2nd bench. Sides of the enlarging were secured by means of a Union sheet-pile forepoling, so that no rock may not fall out of sides of the 1st bench. In this way, the whole cornet was excavated and provisionally supported. Then the face was secured by means of a casing, shotcrete was applied and the driving process was repeated.

After having driven and supported the gallery by means of a provisional lining, the concreting of the final lining is realized. After having placed the reinforcement in the bottom of the utility tunnel, the concreting of the bottom is performed. A horizontal day joint is filled with a strip. The reinforcement has been installed in the whole profile, the sides of the utility tunnel are concreted behind the formwork being 2 m high. The roof is made of shotcrete, and the applied technology is the same as for the provisional lining, but the surface treatment is much better.

SECURING OF THE UTILITY TUNNEL AGAINST GROUND WATER

With respect to hydrologic conditions of the line, which will take place after restoring the regime at completing the construction of utility tunnels, there is evident the position of the utility tunnel floor under the ground water level in average values from 0 up to 1 m, with the level swing ± 0.5 m, directly depending

lávky spočívala v přibírce počvy 1. lávky o cca 1,25 metru. Postavený rám TH byl prodloužen ve spodní části do úrovně počvy 2. lávky. Boky příbrky se většinou zajišťovaly předražným pažením union, aby nemohlo dojít k vyspání horniny zpoza boků 1. lávky. Tímto způsobem byl vyražen a provizorně zajištěn celý korout. Následně byla čelba zajištěna čílkem, nastříkána betonem a postup ražby se opakoval.

Po vyrazení a zajištění štoly provizorním ostěním se realizuje betonáž definitivní obezdívky. Po uložení armatury ve dne kolektoru se provede betonáž dna. Ošetření pracovní vodorovné spáry je řešeno vloženým páskem. Po instalaci armatury v celém profilu se betonují boky kolektoru do bednění o výšce 2 metrů. Strop je ze stříkaného betonu stejné technologie, jako je provizorní ostění, ale s daleko lepší povrchovou úpravou.

ZABEZPEČENÍ KOLEKTORU PROTI PODZEMNÍ VODĚ

Z hydrologických poměrů trasy, které nastanou po obnovení režimu při ukončení výstavby kolektorů, je zřejmá poloha počvy kolektoru pod hladinou podzemní vody v průměrných hodnotách 0 až 1 metr s rozkyvem hladiny + 0,5 metru bezprostředně v závislosti na kolísání stavu vody ve Vltavě s prouděním vody při bázi kvartérních sedimentů. Konstruktivní řešení vyžaduje zvýšení vodotěsnosti ostění při posouzení technologických možností výstavby. Při tomto rozhodování hraje nemalou roli i finanční náročnost navrhovaných úprav.

Konečným návrhem byla technologie, která diferencuje jednotlivé úseky a moduly podle polohy vůči hladině podzemní vody. Použitým materiálem je vodostavební beton HV 4 o pevnostní třídě B20 pro litý i stříkaný beton. Pro těsnění vodorovné pracovní spáry mezi dnem a boky ostění tunelu je vkládán bentonitový těsnící pásek Contec Waterstop RX 101, v místech případných vad podkladního betonu je používána páska Combijekt s vloženou injektážní hadicí pro následnou injektáž. Pro vytvoření řízené pracovní svislé spáry je instalován gumový těsnící pás.

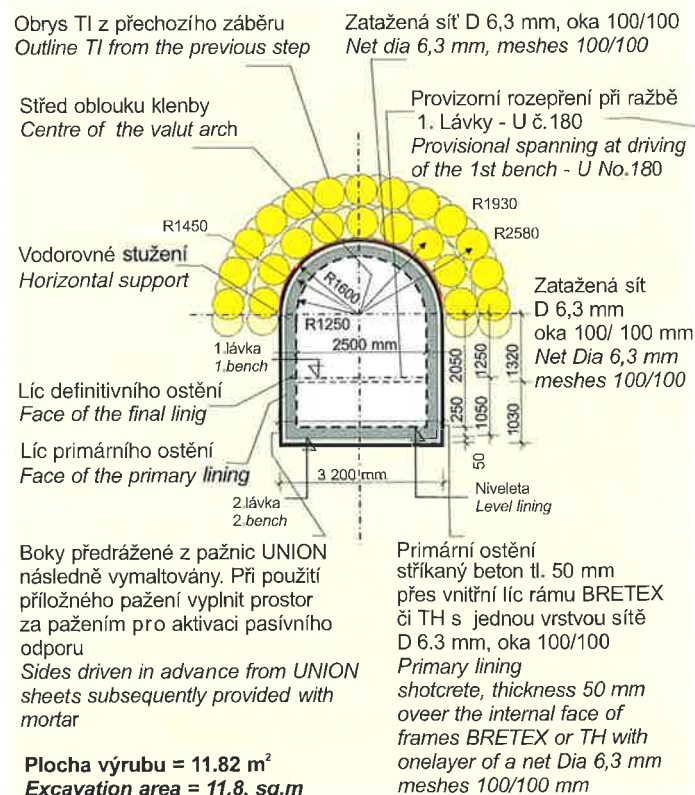
TECHNOLOGICKÉ A PROVOZNÍ VYBAVENÍ

Po dokončení definitivního ostění budou v celé délce kolektoru instalovány ocelové konstrukce nosníků, na kterých budou uloženy inženýrské sítě jako plyn, voda, kabely nízkého a vysokého napětí, telekomunikační kabely a potrubní pošta. Přípojkami a pomocí průvrtů do objektů budou přivedena média, která jednotliví majitelé objektů požadovali.

Následně bude provedeno provozní vybavení kolektoru, které spočívá v jeho osvětlení, vzduchotechnice, v měření a regulaci a v instalaci podtlakového čerpání důlních vod z šachet kolektoru, umístěných v jeho nejnižších místech.

SLEDOVÁNÍ STAVBY

Při ražbách tras kolektorů je nezbytně nutné zjistit vliv ražeb na přetváření



Obr. 3
Typický příčný řez v začátku záběru
Standard cross section at the beginning of the advance

upon the water level in the river Vltava, upon water streaming at the basis of quaternary sediments. The design solution requires for water-tightness of the lining to be increased, with consideration of technological possibilities of the construction. When deciding such problems, financial exactness of proposed adaptations has an important role.

The technique which makes differences among individual sections and modules according to the position with respect to the ground water level, resulted in the final proposal. Water retaining concrete HV 4, strength class B20, for cast concrete and shotcrete, is the applied material. For sealing a horizontal day joint between the bottom and sides of the tunnel lining, a bentonite sealing strip Contec Waterstop RX 101 is inserted, in places of defects of the basic concrete there is applied a tape Combijekt with an inserted grouting hose for a subsequent grouting. For making a controlled vertical day joint, a rubber sealing band is installed.

TECHNICAL AND OPERATIONAL EQUIPMENT

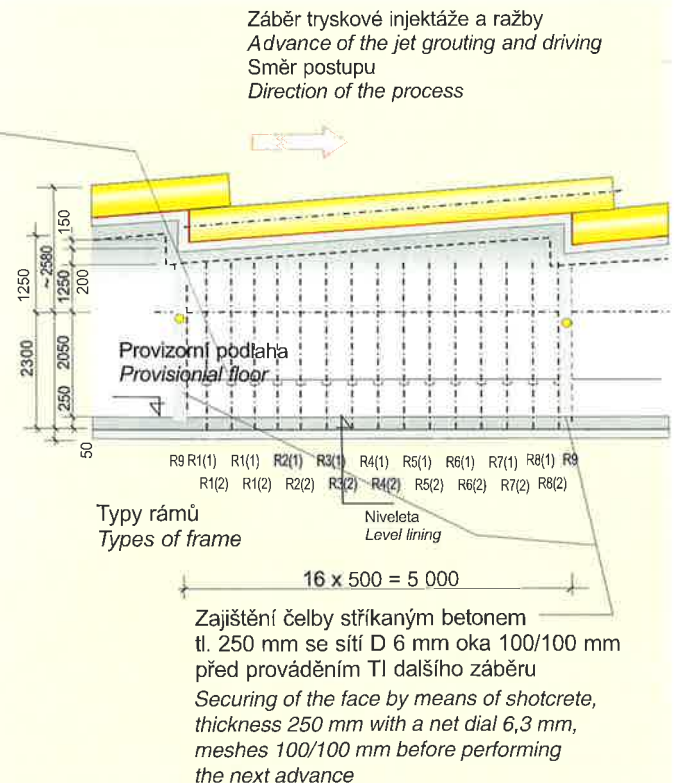
After completing the final lining, steel structures of girders will be installed. Onto them engineering networks, such as gas, water, cables of low and high tension, telecommunication cables and pipe mail, will be installed. Media, required by individual building owners, will be supplied through connections realized by through holes into buildings.

Subsequently, the operational equipment of the utility tunnel will be realized, which includes illumination, ventilation, measuring and control and installation of underpressure pumping of mine water from utility tunnel galleries situated in the lowest places.

MONITORING OF THE CONSTRUCTION

When excavating utility tunnels, it is necessary to find out the influence of excavations upon the neighbouring rock and upon the neighbouring housing, and in this way upon the safety of work as well. That is why a design for monitoring the construction was elaborated. It determines methods of check monitoring and of its assumed extent. It concerns in the first place the geodetic monitoring of the subsidence zone on the surface, monitoring of the primary lining (especially a convergence measurements), monitoring of level changes of ground water, inspection of zones of weakened rock by means of geophysical methods, monitoring of individual houses within the driving process, and geological monitoring of rock conditions during driving operations with a concurrent evaluation and operational solution of unfavourable influences.

Thanks be to the said monitoring that during the course of this construction no serious problems appeared which would cause that the work had to be stopped or that a negative influence upon environment would appear.



Obr. 2
Podélný řez typickým záběrem s rámy
Logitudinal section of a standard excavation with frames

okolní horniny a na přilehlou zástavbu, a tím i na bezpečnost práce. Proto byl zpracován projekt kontrolního sledování stavby. Ten určuje způsoby kontrolního sledování a jeho předpokládaný rozsah. Jedná se především o geodetické sledování poklesové zóny na povrchu, monitoring primárního ostění (zejména konvergenční měření), sledování kolísání hladiny podzemní vody, kontrola zón oslabené horniny geofyzikálními metodami, sledování objektů zástavby v průběhu ražení a geologické sledování horninových podmínek při ražení s průběžným vyhodnocováním a operativním řešením nepříznivých vlivů.

Díky tomuto sledování stavby nedošlo v průběhu výstavby k závažnému problému, který by způsobil zastavení výstavby nebo měl vážný negativní vliv na okolní prostředí.

STÁVAJÍCÍ INŽENÝRSKÉ SÍTĚ A VZNIKLÉ PROBLÉMY

Velkým problémem v této oblasti je nevyhovující stav inženýrských sítí, vodovodních a především kanalizačních řádů. Na závadu je nejen fyzický stav kanalizace, která v mnohých případech byla zprovozněna na začátku tohoto století, ale i dokumentace, která velmi často neodpovídá skutečnosti. To se projevilo především při injektážích, kdy při vrtech byla převrtána nezdokumentovaná přípojka, v horších případech vnikla injektážní směs narušenými přípojkami až do hlavního kanalizačního řádu. Zvažovalo se několik způsobů ochrany porušených přípojek:

1) vizuální sledování stoky - injektáž vyžadovala neustále přítomnost jednoho pracovníka, který na výron injektážní směsi okamžitě upozornil, injektáž byla přerušena a vyteklá směs rozplavena,

2) sanace kanalizačních přípojek - před vlastními injektážemi sanovat porušenou přípojku polyetylenovou výstelkou nebo zhotovit novou přípojku. Tato metoda byla 1x použita, mnohonásobně by se však zvýšil náklad stavby a došlo by k výraznému časovému prodloužení prací.

Běžně byla uplatňována varianta č. 1, která se ukázala nejen finančně ale i časově výhodnější.

Dalším problémem, který se dařilo a v současné době stále daří řešit, je umístění stavby v centru Pražské památkové rezervace v místech s největší turistickou návštěvností. Z toho vyplývají opatření, která stavbu omezují oproti původnímu zadání, spočívající především v neustálém tlaku na zmenšování záborů a jejich dřívější opuštění, než bylo původně povoleno. Přísně je sledována povolená hlučnost staveb a prašnost. S výstavbou v Pražské památkové rezervaci souvisí i archeologický průzkum, který očekával bohatá naleziště v oblasti původního hradního příkopu. Bohužel pro archeology, ale můžeme říci bohudík pro stavbu, byly nálezy minimální a zdržení, i když někdy velmi nepříjemná, neměla zásadní vliv na prodloužení výstavby.

Stavbou v centru Prahy byla narušena i plynulost dopravy v této oblasti. To se negativně odrazilo i při zásobování staveb materiálem a při odvozu rubaniny na skládku po předem povolených trasách.

ZÁVĚR

Kolektor Příkopy je rozsáhlé dílo, které se po svém dokončení stane součástí



Obr. 4
Provádění tryskové injektáže
Execution of jet grouting

EXISTING ENGINEERING NETWORKS AND ARISEN PROBLEMS

The inconvenient condition of engineering networks, water piping and first of all of sewers, represent a considerable problem. The said problem resides not only in the physical condition of sewerage which, in many cases, was put into operation at the beginning of this century, but also in the documentation which often does not comply with the reality. That made troubles especially at grouting operations, when, at performing the bores, a non-documented connection line was drilled through, in worse cases the grouting mixture penetrated by damaged ducts up to the main sewer. There were considered several methods how to protect any connection line or duct against damage:

1) visual monitoring of a sewer - any grouting operation required a permanent presence of a worker who immediately informed of an escape of a grouting mixture, the grouting was stopped and the escaped mixture was thinned down with water,

2) rehabilitation of sewerage branch lines - before the proper grouting operations, to rehabilitate the damaged connection piping by means of a polyethylene lining or to make a new one. This method was applied once, but the construction costs would be increased many times, and the deadline for completing the construction would be considerably delayed.

Usually there was applied the variant No. 1 which proved to be more convenient both from the financial point of view and from the time one.

Another problem which was and at present is successfully solved, is the situation of the construction in the centre of the Prague historical area, where a very high attendance of tourists takes place. The said fact requires many measures which limit the construction with respect to the original design. There exists permanent pressure to decrease occupied areas and to leave them sooner than it was originally allowed. The allowed noise and dust abatement is rigidly watched. Any construction within the Prague historical area has something to do with an archeologic research which expects rich founding-places in the area of the original castle ditch. Sorry for archeologists, but thanks be to God for the construction, there were minimum findings, and the minimum delay, but sometimes very unpleasant, but it had no fundamental influence as to the deadline of the construction.

The construction in the City centre affected even the traffic in this area, which also affected the supply of material to the construction site and the transport of muck to a spoil heap. The transport had to take place only on roads allowed in advance by respective authorities..

CONCLUSION

The utility tunnel Příkopy is an extensive work, which, after its completing, will become a part of the utility tunnel network in the centre of Prague. But it is important that the present-day development of the utility tunnel network may continue in the future, because only by keeping the said principle, the condition can be ful-



Obr. 5
Ražba 1. lávky záběru kolektoru
Excavation of 1st bench

kolektorové sítě v centru Prahy. Důležité však je, aby současný rozvoj kolektorové sítě byl nadále zachován i do budoucna, neboť pouze dodržení této zásady může být splněna podmínka, že rozvíjený systém kolektorů bude působit jako jeden funkční celek. Tato myšlenka se začíná již naplňovat v oblasti Prahy vymezené pravou stranou Václavského náměstí a celou Staroměstskou částí až k pravému břehu Vltavy, kde dokončením výstavby Kolektoru C1. a jím zásobujících ostatních kolektorů III. kategorie by mělo být v provozu do konce tohoto století zhruba 11 kilometrů kolektorů. Prospěšnost kolektorizace této lokality by se měla určitě odrazit i v rozvoji myšlenky výstavby kolektorů na druhé straně Václavského náměstí, probíhající v oblasti ulic Vodičkova a Jungmannova až k Uhelnému trhu, kde by mělo dojít v budoucnosti k jejich napojení na hlubinný Kolektor Centrum I.

filled that the developed system of utility tunnel will serve as one function unit. The said idea starts to be performed in the area of Prague limited by the right side of the Wenceslas Square and by the whole Old Town part up to the right bank of the river Vltava. In this area, when completing the construction of the utility tunnel C1. and respective utility tunnels of the IIIrd category, at the end of this century there should be operating about 11 km of utility tunnels. The benefit of the utility tunnel network should affect even the idea to develop the construction of utility tunnels even on the other side of the Wenceslas Square, in the area of streets Vodičkova and Jungmannova up to the Coal Market, where, in the future, their connection to the deep utility tunnel Centre I. might be realized.



Obr. 6
Primární ostění kolektoru. Připraveno pro uložení armatury.
Primary lining of the utility tunnel. Ready for fixing rebars.



Obr. 7
Ukládání armatury dna kolektoru. Plechové pásy v pracovní spáře.
Fixing rebars in the tunnel bottom. Steel bands in the day-joint.



Obr. 8
Monolitické definitivní ostění boků kolektoru
In-situ final lining of walls.



Obr. 9
Provedeno definitivní ostění dna i boků kolektoru. Připravena armatura pro stříkaný beton stropu.
Final lining of the bottom and walls completed. Rebars for spraying the roof prepared.

SBĚRAČ "P" NOVÁ SOUČÁST PRAŽSKÉ KANALIZAČNÍ SÍTĚ

COLLECTION SEWER "P", A NEW PART OF THE PRAGUE COLLECTION SYSTEM

PROF. ING. JIŘÍ BARTÁK, DrSc. - ČVUT FSV, KATEDRA GEOTECHNIKY
ING. JOSEF KRÁTKÝ - VODNÍ STAVBY, A. S., DIVIZE 03

ÚVOD

Základy rozsáhlého pražského kanalizačního systému byly položeny jednak 44 kilometry stok, zbudovaných v r.1816 zásluhou hraběte Chotka (odváděly však splaškové vody do Vltavy bez čištění), především však 90 kilometrů jednotné kanalizační sítě W.H.Lindleye, svedené do první čistírny odpadních vod v Praze-Bubenci (1907).

Od počátku 20. století se pražský kanalizační systém nepřetržitě rozšiřuje a modernizuje. Dnešní kanalizační síť dosahuje účtyhodných cca 2.500 km délky; systém je průběžně opravován, rekonstruován a rozšiřován o nově postavené úseky. V současné době je dokončován kanalizační sběrač "P", který zvětší celkovou délku stávajícího systému o dalších 2,8 km.

Kanalizační sběrač "P" Chaby-Řeporyje-Jihozápadní město navazuje na již dříve zbudovanou část sběrače (Subterra 1982-84) vedenou z Jihozápadního města údolím Prokopského potoka směrem na Smíchov. Dodavatelem v současné době dokončované části sběrače "P" (realizace od 04/97 do 03/2000) je akciová společnost Vodní stavby, vlastní realizaci provádí stavební divize 03 a Ingstav Brno a.s.

Realizační dokumentace byla zpracována Metroprojektem Praha a.s., investorem stavby je Magistrát hl.m.Prahy - odbor městského investora, zastoupený inženýrskou organizací ZAVOS s. s. r.o.

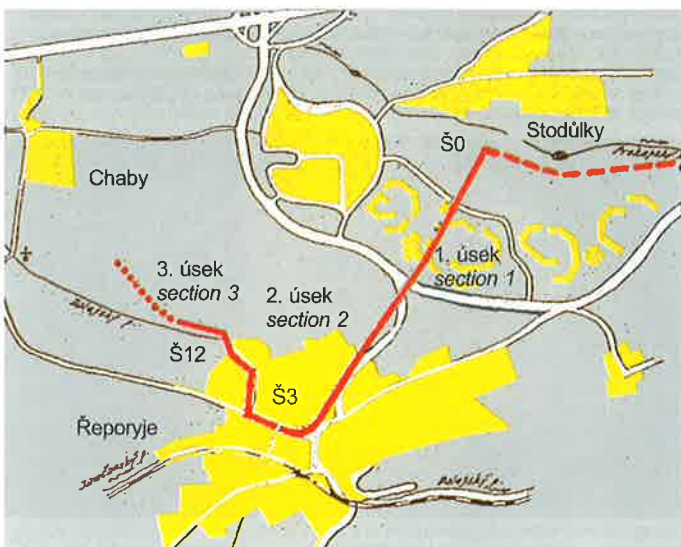
SMĚROVÉ A VÝŠKOVÉ VEDENÍ TRASY SBĚRAČE

Trasa sběrače propojuje oblast Jihozápadního města a Stodůlky (navázání na stávající část sběrače) s Řeporyjemi a oblastí předpokládané výstavby jihovýchodně od Chab, jak je patrné ze schematické situace na obr.1.

Budovaná trasa sběrače "P" má tři konstrukčně i kapacitně odlišné úseky:

1. úsek mezi šachtami Š0 (JZM) a Š3 (Řeporyje) je dlouhý 1730 m, ve spádu 0,4%, s průtočným profilem DN 2000 mm. Nadloží je proměnlivé výšky; maximální hodnota je cca 55 m, na krajích úseku cca 30 m (Š0) resp. cca 10m (Š3);úsek byl ražen pomocí tunelových výložníkových fréz a zajišťován s využitím principů NRTM.
2. úsek mezi šachtami Š3 a Š12 je dlouhý 397 m, ve spádu 0,4%, s průtočným profilem DN 1000 mm. Nadloží je mírně proměnlivé výšky, která činí průměrně 8,0 m. Úsek byl tunelován pomocí nemechanizovaného štítu Č 200 cm.
3. úsek délky 690 m je hloubená kanalizace s průtočným profilem DN 500 mm.

Tento článek se zaměřuje pouze na popis výstavby stoky "P" v 1. úseku, prováděném divizí 03. Informace o geologických a hydrogeologických poměrech má platnost obecnější.



Obr. 1
Situacní schema sběrače "P"
Location sketch of the collection sewer "P"

INTRODUCTION

The Prague collection system was founded thanks to count Chotek in 1816 by laying 44 kilometers of sewers, transmitting the waste water to the Vltava river without any treatment, and, above all, by laying 90 kilometers of W.H.Lindley's combined sewerage system, discharging into the first waste water treatment works in Prague-Bubeneč in 1907.

Since the beginning of the 20th century, the Prague sewerage system has been steadily expanded and kept up-dated. The sewerage network of today is reaching a remarkable length of about 2,500 km. The system is continuously repaired, refurbished and expanded. Currently, the collection sewer "P" is being completed. It will extend the total length of the existing system by additional 2,8 km.

The collection sewer "P" from Chaby, via Řeporyje to South-West City links to the sewer section built by Subterra company during 1982-1984, running from South-West City via the Prokop Valley towards Smíchov district. The part of the sewer "P" which is currently being completed (from Apr. 1997 to Mar. 2000) has been performed by the contractor Vodní Stavby a.s., namely by its construction division No.03 and Ingstav Brno a.s..

Execution documents have been engineered by Metroprojekt Praha a.s.. The Department of the City Investor of the City of Prague, who is the owner of the project, has been represented by ZAVOS s. s. r.o., an engineering organization.

ALIGNMENT OF THE COLLECTION SEWER

The alignment of the sewer connects the region of South-West City (SWC) and Stodulky, where it links to the existing part of the collection sewer, with Řeporyje district and with the region of planned development to the south-east from Chaby municipality (Figure 1).

The route of the collection sewer "P" which is under construction comprises three sections, which differ both in their structure and capacity:

Section 1 between shafts Š0 (in SWC) and Š3 (in Řeporyje municipality) is 1,730 m long, in the gradient of 0.4%, with the passage section DN 2000 mm. The overburden depth is variable, 55 m as a maximum, at the ends of the section about 30 m (Š0) and 10 m (Š3) respectively. Principles of NATM were utilized for support of the excavation, performed by means of roadheaders.

Section 2 between shafts Š3 and Š12 is 397 m long, in the gradient of 0.4%, with the passage section DN 1000 mm. The overburden depth is slightly variable, 8.0 m as an average. This section was driven with a 200 cm diameter non-mechanized shield.

Section 3 is a 690 m long sewer DN 500 mm, built in an open trench. This article is focused on description of the collection sewer "P" section 1 construction, which was performed by the Division 03. The validity of the information about geological and hydro-geological conditions is more general.

ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS ALONG THE ROUTE OF THE COLLECTION SEWER

It was unequivocally obvious from the results of the engineering - geological (EG) survey [1] that the tunneled sections would mostly pass through a bedrock created by a folded complex of sedimentary rocks of the Middle and Upper Ordovician Period and the Lower Silurian Period, with volcanic intrusions of diabase bodies and dikes.

From the stratigraphic point of view, the Ordovician Period is, along the sewer route, represented by Zahorany, Bohdalec, Kosov and Kraluv Dvur stratas, the Silurian Period is represented by Liten stratas.

From the lithological point of view, it is mostly the matter of shales and powdery gneissic rocks (in Zahorany, Bohdalec and Kraluv Dvur stratas - Figure 2). The Kosov strata comprises sandy gneissic rocks to sandstones, partly greywackish gneissic rocks to greywackes.

Products of diabasic volcanism present a special kind of rocks in the sedimentary environment. Theoretically, they can occur in Zahorany, Bohdalec and Kraluv Dvur stratas. They were located by the geological survey performed along the route of the sewer mainly in the Zahorany stratas. Outside the massive intrusion proper, the volcanic rocks had many variants, i.e. amygdaloidal rocks, lumpy tufts, tuff interbeds in clayey sediments (Figure 3). Also hydro-thermal decomposed tufts of a character of light plastic clays of a meek consistency occurred.

The tectonic disturbance of the rocks in the given area is quite considerable. The bedding of the rocks globally corresponds to the Barrandian structure, which fact itself suggests the SW-NE general directions of discontinuities. Although, in detail, the tectonic disturbance of the massif is substantially more intricate, mostly formed by several, 3 and more, systems of planes of weakness in the rock.

Tectonic processes in the pelitic rocks (black shales) was mostly very intensive. The rocks are kneaded and form sliding surfaces and tectonic mirrors. Both the rupture and plastic deformations can be observed. This type of the tectonic process was registered by the geological monitoring as the most frequent one during measurement of structural-tectonic characteristics (Figure 4).

In psamitic rocks (quartzites, sandstones - Figure 5), the bedding structures were usually pronouncedly fractured both transversally and longitudinally by orthogonal systems. Results of a more chaotic tectonic process, without obvious regularity, were often found in basaltine intrusions.

INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉ POMĚRY V TRASE SBĚRAČE

Na základě provedeného IG průzkumu [1] bylo jednoznačně zřejmé, že tunelové úseky budou vesměs procházet skalním podkladem, tvořeným zvrásněným komplexem sedimentárních hornin středního a svrchního ordovíku a spodního siluru s vulkanickými průniky diabázových těles a žil.

Ze stratigrafického hlediska je ordovik v trase sběrače zastoupen vrstvami zahořanskými, bohdaleckými, kosovskými a královskými, silur je prezentován vrstvami liteňskými.

Z litologického hlediska se jedná převážně o jílovité a prachovité břidlice (zahořanské, bohdalecké a královské vrstvy - obr.2), v kosovském souvrství jsou zastoupeny písčité břidlice až pískovce, zčásti drobové břidlice až droby.

Zvláštními horninami v sedimentárním prostředí jsou produkty diabázového vulkanismu. Teoreticky se mohou vyskytovat v zahořanských, bohdaleckých i královských vrstvách, v trase sběrače byly při geologickém sledování ražby lokalizovány hlavně do vrstev zahořanských. Mimo vlastní masivní intruzi měly vulkanické horniny mnoho variant - horniny dutinaté (mandlovcové), kusovité tufy ("žabáky"), tufitické vločky v jílovitých sedimentech (obr.3); vyskytly se i hydrotermálně rozložené tufy charakteru světlých plastických jílu měkké konzistence.

Tektonické porušení hornin v dané oblasti je poměrně značné. Uložení hornin globálně odpovídá barrandienské struktuře, z čehož vyplývají generální směry diskontinuit JZ-SV. V detailu je však tektonické porušení masivu podstatně složitější, tvořené většinou několika puklinovými systémy (3 a více).

V pelitických horninách (černé jílovité břidlice) je většinou tektonizace velmi intenzivní, horniny jsou prohnětené do kluzných ploch a tektonických zrcadel; jsou patrné rupturní i plastické deformace. Tento typ tektonizace byl geologickým sledem registrován při měření stukturálně-tektonických prvků jako nejrozšířenější (obr.4).



Obr. 2
Celba v homogenním horninovém prostředí jílovitoprachovitých břidlic. Převládající geologická stavba v trase sběrače P.
The face in homogenous rock conditions of clayey-powdery gneissic rocks. Prevailing geological composition along the route of the collection sewer "P".



Obr. 3
Detail kontaktu ordovických břidlic v nadloží a vulkanického komplexu v podloží. Bílé jsou jílovité tufogenní horniny - plastické, tlačivé.
Detail of the contact of Ordovician gneiss in the overburden, and the volcanic complex in the bedrock. The white ones are clayey tuffaceous rocks - plastic, squeezing.

From the hydrological point of view, it was possible to expect a continuous water table in the overburden only. However, a water-bearing area of discontinuities, which originated in the massif as a result of strong tectonic processes, discharged intensively into the excavated space after its connection with the excavation. The inflows, anticipated at the rate of 1 l/s, increased often as high as to several liters per second (max. 10 l/s).

HEADING AND SUPPORT OF THE COLLECTION SEWER

The design expected that the adit would be excavated by using the New Austrian Tunneling Method [2]. There was an expectation that the works would be rated, in the system proposed by Tesar, as NATM classes 2 and 3. The consulting engineer developed, with respect to the expected variability of the geological conditions and the past tectonic processes in the massif, six categories of the primary lining, comprising basically 10 cm of shotcrete combined with rock bolts and steel ribs in varying number (Figure 6). This designed procedure was followed successfully in favorable conditions.

Although, the actual conditions of the excavation were often quite different from the expected ones, mostly worse than expected. The shales were strongly tectonically faulted in several systems with dense network of discontinuities, they were kneaded and bearing water, with both concentrated and pressure springs flowing from the discontinuities and dislocation surfaces. Neither the stability of the excavation was good in the water bearing areas. For that reason, the NATM was abandoned for the work in the long faulted sections. The method was switched to the classical support by "TH - steel arches" and "UNION" steel lagging. Locally, it was necessary to divide the face horizontally.

The heading proper was performed with roadheaders, with a partial excavation of the face.

The decision to use this method of excavation was made with respect to the strengths of the rocks, which were expected according to the EG survey, i.e. mostly the compression strengths up to 20 MPa, exceptionally over 60 MPa. In definite terms, ALPINA MINER F6, suitable for the compressive strength up to 20-50 MPa, was used for the excavation on an up gradient from the shaft S0 towards S1. DOSCO 2MK roadheader, suitable for the compressive strength of 50-80 MPa, was deployed for the excavation on a down gradient from the shaft S3, where harder rocks (diabase) had been expected.

Blasting was exercised for sinking the shafts S0 (30 m deep), S2 (40 m deep) and S3 (10 m deep), for excavation at intermediate points of attack from the both shafts S0 and S3 (excavation of a 14m-long connection adit to the existing collection sewer in S23), and, above all, for excavation of two 100m-long sections adjacent to the shaft S2. Partial blasting work was performed ahead of the roadheaders in the sections where harder rock was encountered.

The geological documentation of the mining work [3] was prepared, and monitoring of the tunnel convergence [4] and measurement of deformations of the buildings on the surface of the territory [5] performed in compliance with the stipulations of the Notice of the Czech Mining Authority No. 55/1996 Col. The safety measurements of subsidence generally indicated the values under the limit, with an only exception of the building No.1 in Reporyje, whose foundation was extremely bad. As a result of the mining work, the building settled



Obr. 4
Detail výrazného tektonického porušení horninového masivu. Pravděpodobně podobné jevy - poklesy, posuny, vlek a drcení existují i v pelitických a aleuritických horninách nejsou však při běžné prohlídce dostatečně kontrastní.
Detail of a tectonic fault of the rock massif. Probably similar phenomena - subsidence, shifting, towing and crushing - exist in pelitic and aleuritic rocks, but they are not contrast enough on an ordinary inspection.



Obr. 5
Anomální prostředí v pískovcích (křemencích). Lavcovité, tvrdé horniny se zřetelným křížovým zvrstvením (vpravo ve středu). Frézou obtížně rozpojitelná hornina.
An anomalous environment in sandstones (quartzites). Banks of hard rock with distinct cross bedding (on the right side from the center). The rock is hard to excavate with roadheader.

DEFINITIVNÍ OSTĚNÍ KANALIZAČNÍHO SMĚRAČE „P“ V ÚSEKU JZM-ŘEPORYJE V PRAZE

FINAL LINING OF THE COLLECTION SEWER „P“ IN THE SECTION JZM-ŘEPORYJE IN PRAGUE

ING. MILOSLAV NOVOTNÝ, VODNÍ STAVBY, A. S.
ING. JIŘÍ RŮŽIČKA, METROPROJEKT PRAHA, A. S.

ÚVOD

Tento příspěvek navazuje na článek „Prodloužení sběrače P“, který byl uveřejněn v časopisu Tunel č. 2/97. Autor článku Ing. Miloslav Novotný v něm informoval o celé stavbě prodloužení kanalizačního sběrače „P“ v úseku Jihozápadní město-Řeporyje v Praze. V našem příspěvku se soustředíme pouze na problematiku definitivního ostění v části díla mezi šachtami Š0 až Š3, kde je realizován největší světlý profil DN 2000 mm v celkové délce 1730 m.

KONCEPCE DEFINITIVNÍHO OSTĚNÍ

Definitivní ostění je vlastně dvouvrstvá konstrukce, kterou tvoří prostý beton minimální tloušťky 200 mm a lící vrstva ze sklolaminátových trub HOBAS tloušťky 58 mm. Staticky velmi výhodný kruhový profil umožňuje pro definitivní ostění navrhnout beton nižší pevnosti a tím pádem lze pro jeho výrobu použít tekutou cemento-popilkovou směs.

Zcela odlišné součinitele tepelné roztažnosti betonu a sklolaminátových trub neumožňuje ovšem předpokládat dokonalé spojení těchto dvou materiálů. Zároveň není možno předpokládat dokonalou vodotěsnost definitivního betonového ostění. Paradoxně z toho vyplývá, že díky dokonalé vodotěsnosti trub a jejich spojů je nutné je dimenzovat na zatížení plným hydrostatickým tlakem odpovídajícím původnímu stavu hladiny spodních vod. Zvodnělá poruchová pásma zastížená v průběhu ražby štoly potvrzují předpoklad, že po dokončení stavby s dokonale vodotěsným ostěním dojde k obnově původního režimu spodních vod. Dodavatel ve spolupráci s projektantem připravuje opatření, aby bylo možno následně provádět měření tlaku vody za sklolaminátovými troubami i po dokončení díla. Výsledky těchto měření by byly velmi důležitou pomůckou při přípravě dalších staveb obdobného typu.

VNITŘNÍ PLÁŠŤ OSTĚNÍ

Výběr materiálu, který měl tvořit definitivní průtočný profil prodloužení sběrače „P“ z Jihozápadního města do Řeporyjí a Chab, provedl investor stavby ve spolupráci s následným provozovatelem díla, tedy konkrétně Magistrát hlavního města Prahy, odbor městského investora s Pražskými vodovody a kanalizacemi. Při rozhodování, kterou materiálovou variantu zvolit, se posuzovaly různé materiály ve vztahu k účelu díla a místním podmínkám. Výsledkem byl výběr trub HOBAS a lze předpokládat, že mezi přednostmi, které ovlivnily volbu, patřily jejich následující vlastnosti:

- trvanlivost, t. j. odolnost proti agresivitě prostředí i abrazivitě protékajících odpadních vod

- vodonepropustnost vč. zaručené spolehlivosti spojů - tato vlastnost je velmi důležitá, protože se jedná o sběrač s maximálním nadložením přes 50 m a s pravděpodobným hydrostatickým tlakem vodního sloupce cca 40m. Zabrání se tak zcela přitoku balastních vod do sběrače.

- hydraulické vlastnosti

- v neposlední řadě i možnost volby různé tuhosti trub.

Trouby HOBAS i jejich spoje jsou prověřeny dlouhodobým používáním v různých prostředích i laboratorními testy. Od prvních instalací ve větším měřítku na př. ve Švýcarsku počátkem šedesátých let, kontroly prokázaly trvalou kvalitu i bezchybnou funkčnost. Proti jiným sklolaminátovým troubám má systém HOBAS jednu zásadní přednost: trouby jsou vyráběny pomocí rotující formy a konstrukce stěny trouby je vytvářena postupně od vnějšího líce. Tento způsob umožňuje nejen dokonalé ztuhnutí a odvodu materiálu tvořícího troubu, ale také použití výtlačky ze sekancích textilních skelných vláken, což zajistí dokonalé „obalení“ vláken pryskyřicí. Navíc je možné vytvořit jádrovou vrstvu trubky z křemenného písku a polyesterové pryskyřice.

Způsob výroby umožňuje dodávat trubky s jednoznačně definovanou tuhostí, přičemž není prioritou použít tloušťka stěny, ale variabilita použití jednotlivých komponentů. Kruhová tuhost S je definována podle ISO následujícím vzorcem:

$$S = \frac{E \cdot I}{Dm^3} (N/m^2)$$

INTRODUCTION

This article links up to the article „Extension of the collection sewer P“, published in TUNEL No. 2/97. The author of the said article, Ing. Miloslav Novotný, informed of the whole construction of extension of the sewer „P“ in the section „South-Western City - Řeporyje in Prague. In our article we shall draw the attention only to problems of the final lining in the part of the work between shafts Š0 up to Š3, where the maximum inner diameter - DN 2000 mm in the total length of 1730 m is realized.

CONCEPTION OF THE FINAL LINING

The final lining is in fact a double-layer structure which is formed by plain concrete of a minimum 200 mm thickness, and by the face layer which is made from fibre-glass sewer pipes HOBAS of the thickness of 58 mm. The statically very advantageous circular profile makes it possible, for concrete of the final lining to be designed of a lower strength, and in this case a liquid cement-ash mixture can be applied for its production.

Due to different thermal coefficients of expansion of concrete and of fibre-glass pipes, it is not possible to expect that a perfect connection of the said materials will be realized. It is also impossible to expect a perfect water-tightness of the final concrete lining. It is paradoxical that from the said facts it results that due to a perfect water-tightness of sewer pipes and their joints, it is necessary to dimension them for a load by a full hydrostatic pressure corresponding with the original state of the ground water level. The water saturated fault zones which were entered during the gallery excavation, prove the assumption that after the structure with a perfect lining is completed, the original regime of underground water will be restored. The contractor, together with the designer prepares a measurement that it may be possible to perform measurements of water pressure behind the fibre-glass pipes even after the work is completed. Results of the said measurements would be a very important help at preparing further structures of an analogous type.

INTERNAL LINING JACKET

A selection of material, which was to form the final passage section of the extended collection sewer „P“, from the South-Western Town to Řeporyje and Chaby, was performed by the owner in cooperation with the future operator of the work, i.e. the Municipal Authorities of the Capital Prague, Department of the Municipal Investor with Prague Waste Water company. When deciding which material variant is to be chosen, there were evaluated various materials with respect to the purpose of the work and local conditions. The said considerations resulted in the choice of the sewer pipes HOBAS, and it may be supposed, that properties for which they were chosen, are as follows:

- durability, i.e. resistance against environmental aggressivity and abrasiveness of passing waste water
- water-tightness, inclusive a guaranteed reliability of joints - this property is very important, because it concerns a sewer with maximum overburden over 50 m and with a probable hydrostatic pressure of the water column of about 40 m. In this way, the sewer will be prevented from an inflow of ballast water
- hydraulic properties

Přitom E je modul pružnosti v ohybu ve směru obvodu, I je plošný moment setravnosti stěny trouby vztážený na délku a Dm je střední průměr trouby. Kruhová tuhost vyznačuje třídy trub podle tuhosti, takže třída SN 2500 znamená jmenovitou tuhost 2500 N/m².

PŘÍPRAVA DNA ŠTOLY PŘED MONTÁŽÍ TRUB.

Počva štol byla nejprve odvodněna, prohlubně zasypány inertním štěrkovitým materiálem a pomocí laseru byly do příslušného spádu vyrovnány koleje důlní drážky. Ta pak sloužila k dopravě betonu pro vytvoření betonové desky. Mezi kolejemi se ponechal prostor pro odvedení průsakové vody. Příprava i následná montáž trub probíhala pomocí tří šachet - Š 0, Š 2 a Š 3.

VLASTNÍ DOPRAVA A MONTÁŽ TRUB.

Trouby SN 17000 DN 2000 jsou 6 m dlouhé a jedna váží přes 4 tony. Již z toho vyplývá, že jejich svislá doprava šachtou, vodorovné přemístění ve štolě, následné spojení a přesné fixování směrové i výškové, není jednoduchou operací.

Trouby se spouštějí do šachet pomocí jeřábů RDK. Trouba je zavěšena na dvou textilních popruzích, zajištěna proti sesmeknutí a nakloněna pod úhlem cca 45°. Na dně šachty je trouba pomocí vrátku položena na zavázečím vozíku. Na tomto speciálním podvozku tlačícím důlní lokomotivou je zavezena k poslední uložené troubě, která je již z výroby na svém konci osazena spojovacím prstencem vč. těsnících kroužků (spojky typu WKH). Do volného konce dovezené trouby se osadí rozpěrný kříž, trouba je hevery pomocí přípravku nadzvednuta a nasměrována do hrdla již osazené trouby. Předchozí hrdlo i zasouvaný konec trubky se natírou pro snížení tření a trouba je do spojovacího kroužku (hrdla) zasunuta. Následně se volný konec provizorně podloží dřevem, trouba se znovu nadzvedne hevery, aby bylo možno odjet se zavázečím vozíkem. Po přesném vyrovnání trouby do směru a spádu se definitivní fixování trouby provede pomocí osmiúhelníkového svařence, který se sešroubuje ze dvou připravených částí. Svařenec se ocelovými prvky vzepře a přiváří k výstroji štol a ke kolejnicím drážky (obr. č. 1). Každá takto položená trouba se geodeticky zaměřuje.

OBETONOVÁNÍ TRUB

Pro obetonování navrhla po průkazných zkouškách laboratoř dodavatele samonivelační popílko - cementovou směs, jejíž potřebné vlastnosti jsou docíleny dávková-

- and, not in the last place, a possibility to choose various grades of rigidity of sewer pipes.

Pipes HOBAS and their joints have proved their quality during their long-term use in various environments and passed the laboratory tests as well. From the first installations in a larger extent, e.g. in Switzerland at the beginning of sixties, inspections proved the permanent quality and problemless functionality. With respect to other fibre-glass pipes, the system HOBAS has one fundamental priority: pipes are manufactured by means of a rotating mould and the design of a pipe wall is manufactured gradually from the external face. This method enables not only a perfect compacting and air bleeding of material forming the pipe, but also to apply reinforcement made of cut textile glass fibres, which shall secure a perfect "packing" of fibres with resin. More over, it is possible to form a core layer of the pipe made of quartz sand and polyester resin.

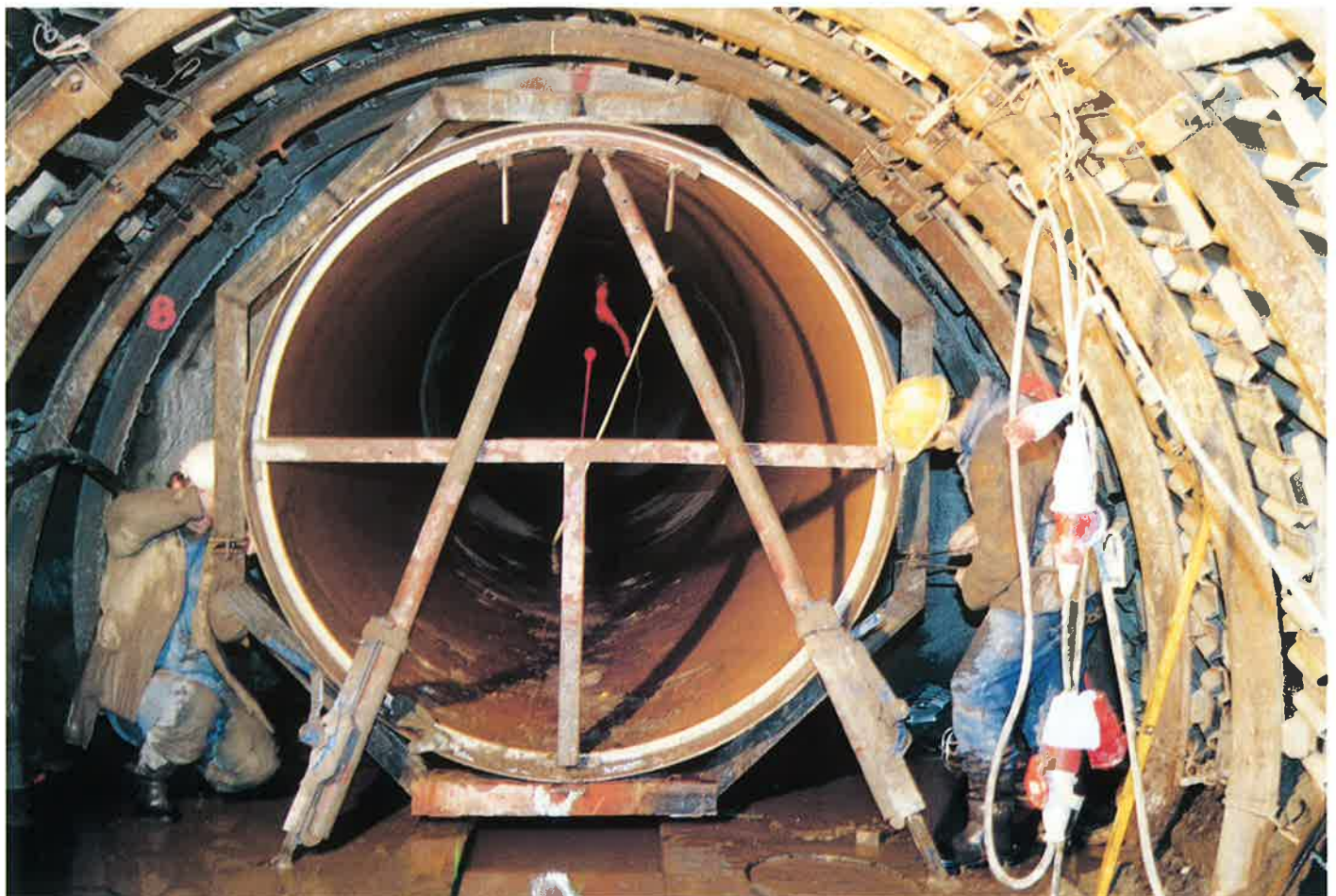
The method of production makes it possible to deliver pipes with a precisely defined rigidity, but the priority resides not only in the wall thickness but in the variability of application of individual components too. The circular rigidity S is defined according to ISO by means of the following formula:

$$S = \frac{E \cdot I}{Dm^3} \text{ (N/m}^2\text{)}$$

where E is modulus of elasticity in bending in the direction of the circumference, I is the planary moment of the pipe wall inertia with respect to the length, and Dm is the mean diameter of the pipe. The circular rigidity distinguishes pipe classes according to the rigidity, so that the class SN 2500 represents the nominal rigidity of 2500 N/m².

PREPARATION OF THE SEWER BOTTOM BEFORE INSTALLATION OF SEWER PIPES

First of all, the gallery floor was drained, hollows and depressions were filled with inert gravel material, and by means of a laser, rails were placed under the respective gradient. The said floor was serving then for transporting concrete for making a concrete slab. Between rails there was left a space for draining pene-



Obr. 1
Fixování volného konce trouby DN 2000
Fixing of the free end of the DN 2000 pipe

ním přísad - superplastifikátorů. Na stavbu je směs dopravována v autodómichavačích a do podzemí se dopravuje samospádem potrubím DN 150, resp. DN 100.

Po provedení kratších zkušebních sekcí se provádí zabetonování sekcí tvořených osmi troubami, tedy délkou 48 m. Na konci sekce je postupně vyzděno čítko tl. 50 cm. Pro omezení vzlaku na troubu, je betonáž prováděna ve čtyřech vrstvách s pracovní přestávkou minimálně 12 hodin. První vrstva se provádí 0,6 m nad spodní hranu trouby, druhá 1,1 m a třetí 2,1 m opět od spodní hrany trouby. Čtvrtá vrstva zaplní zbytek kaloty. Právě pro kontrolu betonáže se čítko zdí postupně a navíc se do něj osazují ze stejného důvodu trubky DN 50, které se postupně zaslepují. V kalotě se provádí také opatření pro odvětrání a ev. doinjektování nezaplňných dutin (obr. č. 2).

Lze konstatovat, že postup dopravy, montáže s obetonování trub se plně osvědčil. Pouze v zimním období s ohledem na teplotu prostředí a směsi byla technologická přestávka prodloužena. I tak prakticky průběžně je provedena kompletní sekce dl. 48 m během jednoho týdne.

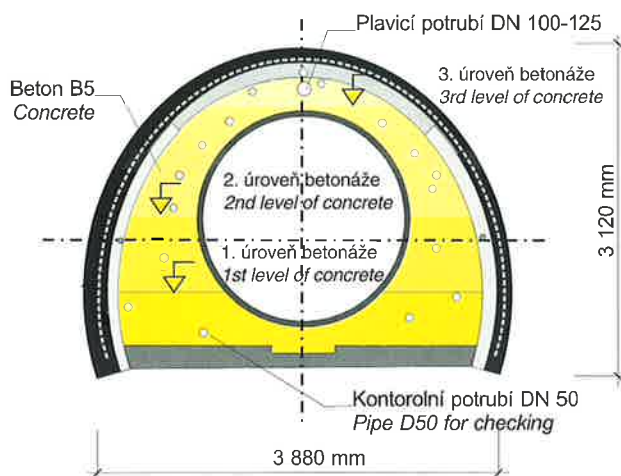
ODPOČINKOVÉ VÝKLENKY

Odpočinkové výklenky mají vnitřní plášť rovněž ze sklolaminátu. Vlastní výklenek tvoří trouba DN 2000, ukončená klenutým čelem (obr. č. 3). Výklenek je napojen na vnitřní plášť definitivního ostění sběrače DN 2000 tvarovkou typu T.

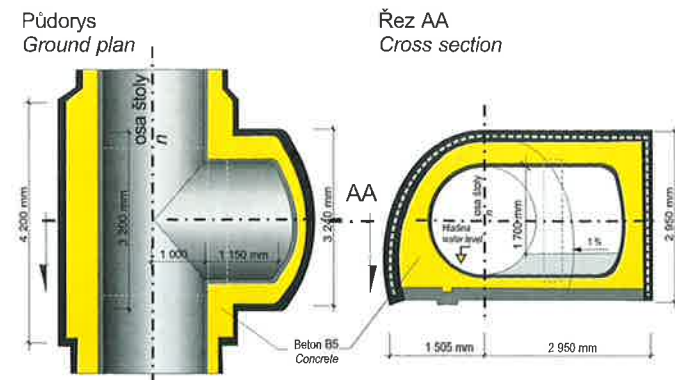
Samostatný problém tvoří doprava a montáž odpočinkových výklenků (viz obr. 3). Při ní je nutné se především vyrovnat s nedostatkem místa, připravené tvarovky musí být z dopravní polohy před montáží otáčeny, nasměrovány a nataženy na montážní spoj. Tomu předchází i prohloubení počvy, aby manipulace vůbec mohla být provedena.

ZÁVĚR

Definitivní ostění, jehož hlavní součástí na tomto úseku jsou trouby HOBAS DN 2000, třídy SN 17000, plně splní požadavky zákazníka na kvalitu, trvanlivost a funkčnost. Podle informace výrobce jde o montáž dosud největšího profilu těchto trub v podzemním díle.



Obr. 2
Schema postupu betonáže
Scheme of the concreting advance



Obr. 3
Odpočinkový výklenek
Resting recess

trated water. The preparation and installation of pipes was performed by means of three shafts - ŠO, Š2 and Š3.

TRANSPORT AND INSTALLATION OF SEWER PIPES

The pipes SN 17 000 with DN 2000 are 6 m long and the weight of each of them is more than 4 tons. From the said facts it is evident that their vertical transport through the shaft, their horizontal transport in the gallery, then their connecting and exact fixing as to the direction and elevation, is not an easy operation.

Pipes are lowered into shafts by means of cranes RDK. The pipe is suspended on two textile straps, secured against sliding and tilted under the angle of about 45°. On the shaft bottom, the tube is laid on a supply car by means of a winch. On this special undercarriage, pulled by means of a mine locomotive, it is transported up to the last installed pipe which, in its manufacturing plant, was provided with a connecting ring, inclusive sealing rings (joints of the type WKH). A bracing cross is fixed into the free end of the pipe having been transported, the pipe is lifted with jacks by means of a fixture and orientated to the socket of the already seated pipe. A lubricant is applied in the previous socket and on the pipe end being slid in, for the friction to be decreased, and the pipe is slid into the joining ring (socket). Then the free end is supported provisionally with a timber skid, the pipe is lifted by means of jacks again, so that the cart may be taken away. After an exact levelling of the pipe as to the direction and gradient, the final fixing of the pipe is carried out by means of an octagonal welded frame which is screwed together of two prepared parts. The frame is fixed by welding to the gallery support and to the track rails. (Figure No. 1.) Every pipe, installed in such a way, is checked by surveying.

CONCRETE SURROUNDING OF SEWER PIPES

For the concrete surround, after the proving tests, the contractor's laboratory proposed a self-levelling cement-ash mixture, the needed properties of which are achieved by adding ingredients - superplasticisers. The mixture is transported onto the construction site in truck mixers and into the underground it is transported through gravity piping DN 150 or DN 100.

After having performed shorter trial sections, the concreting of sections formed by eight pipes, i.e. their total length amounts to 48 m is performed. At the end of the section the annular space is closed by a brick wall, being 50 cm thick. To limit the buoyancy forces affecting the pipe, the concreting is performed gradually in four layers, with a working break lasting min. 12 hours. The first layer is carried out 0.6 m over the lower edge of the pipe, the second 1.1 m, and the third 2.1 m again from the lower edge of the pipe. The fourth layer fills up the remaining part of the top heading. Just for the concreting inspection, the closing wall is bricked gradually and more over, due to the same reason, pipes DN 50 are seated in it, which are gradually blinded. In the top heading there are also performed measures for bleeding air and eventually for finish grouting of unfilled cavities (Fig. No. 2)

It can be stated that the process of transport, assembly and concreting of pipes proved fully to be good. Only in winter, with respect to the temperature of the environment and mixture, the technological break was made longer. But in spite of that, one complete section being 48 m long, is runningly made within one week.

RESTING RECESSES

Resting recesses have their internal jacket made also of fibre-glass. The recess proper is formed by a pipe DN 2000, terminated with a vaulted face (Fig. 3). The recess is connected to the internal jacket of the final lining of the sewer DN 2000 by means of a tee piece.

An independent problem is formed by transport and assembly of the resting recess (see Fig.). In these cases, it is necessary to solve the problem of the insufficient space. Prepared T-pieces must be turned before the assembly from the transport position, as well as directed and pulled onto the assembly joint. The tunnel floor must be deepened for the said reason that the respective handling may be performed.

CONCLUSION

The final lining, the main part of which in this section is formed by pipes HOBAS DN 2000, of the class SN 17000, complies fully with requirements of the customer as to the quality, service life and functionality. According to the manufacturer's information, it concerns the assembly of the largest profile of the said pipes performed in an underground work till the present time.

OPRAVA A REKONSTRUKCE VD MORÁVKA STAVEBNÍ OBJEKTY PROVÁDĚNÉ HORNICKÝM ZPŮSOBEM

REHABILITATION AND RECONSTRUCTION OF THE MORÁVKA DAM DRIVEN STRUCTURES

ING. DOBEŠ, ING. TORNER, AQUATIS, A. S.

ÚČEL, PARAMETRY, VÝSTAVBA A PROVOZ VODNÍHO DÍLA

Vodní dílo (dále VD) je situováno na toku Morávka v řkm 18,7 na severní straně Moravskoslezských Beskyd. Údolní nádrž Morávka byla vybudována v letech 1961 až 1967 jako vodárenský zdroj ke krytí narůstajících požadavků na zajištění pitné vody. Účelem vodního díla je kromě nalepšování průtoků pod přehradou, snížení povodňových průtoků a průběžného energetického využití průtoku vypouštěného pod přehradu, zejména zásobování obyvatelstva pitnou vodou.

- základní technické údaje

Povodí nádrže	60,3 km ²
Délka hráze v koruně	396 m
Max. výška hráze	39 m
Celkový objem nádrže	11,3 mil. m ³
z toho objem zásobní retenční	4,4 mil. m ³
stálý	6,5 mil. m ³
Zatopená plocha	0,4 mil. m ³
Přůmerné roční srážky	79,5 ha
Průtoky:	1320 mm

Q _a průměrný roční	Q ₃₅₅ denní	Q ₁ letý	Q ₅ letý	Q ₁₀₀ letý
1,79 m ³ /s	0,11 m ³ /s	31 m ³ /s	80 m ³ /s	215 m ³ /s

Zaručený odtok	0,59 m ³ /s
z toho	
- odběr pitné vody	až 0,470 m ³ /s
- asanační průtok	min. 0,120 m ³ /s

- konstrukce hráze

Přehradní hráz byla sypána z netříděných šterků s různým stupněm zahlinění. Těleso hráze má jednotný sklon návodního lince 1:1,75. Vzdušní svah má odstupňovaný sklon 1:1,5 - 1,65 - 1,9. Podloží přehrady je těsněno jednořadou injekční cementovou clonou, zavázání clony si vyžádalo uplatnění maltovacích vrtů a podzemních stěn. Těsnění hráze tvoří asfaltobetonový návodní plášť tloušťky 28 - 30 cm, položený na 80 cm mocné drenážní a podkladní vrstvě hrubého šterku, provedeny jako první svého druhu v tehdejší Československu. Původní konstrukce AB pláště zahrnovala tři vrstvy asfaltobetonu. Následně byl AB plášť doplněn o dvě vrstvy asfaltového betonu, spodní, tj. 4. vrstvu, po kótu 515,3 a svrchní, tj. 5. vrstvu, po úroveň 507,5 m n. m.

- provoz nádrže

Během provozu díla byla udržována hladina na úrovni cca 507 m n. m. Do roku 1996 včetně byla při povodňových stavech 10x překročena kóta cca 510 m n. m. a z toho 4x byla překročena úroveň bezpečnostního přelivu (515,3 m n. m.). Při vzestupu hladiny nad kótu cca 508 m n. m. docházelo v posledních letech provozu, před zahájením opravy díla, k výraznějšímu zvýšení průsaků.

GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Přehradní profil je situován ve vnějším flyš, zastoupeném godulskými vrstvami křídového stáří. Na povrch území vystupuje v zájmovém prostoru střední oddíl godulských vrstev, který je tvořen flyšovým souvrstvím hrubě rytmického vývoje s převahou pískovců nad břidličnatými polohami. Pískovce obsahují podružně málo mocné polohy prachovců až jílovců (cm až dm). Břidličnaté polohy jsou mocné nejčastěji několik dm (výjimečně přes 1 m) a jsou charakteristické převahou jílovců nad jemnozrnnými pískovci. Spodní godulské vrstvy tvoří flyšové souvrství drobně rytmického vývoje s převahou jílovců nad pískovci. V zájmovém území nevystupuje na povrch (v profilu injekční clony je v hloubkách přes 30 m).

Pískovcové souvrství na obou svazích je postiženo kryogenními a gravitačními deformacemi (jejich souhrnný projev je označován termínem mezivrstevní creep), které způsobily otírání subvertikálních puklin v lavičích a deskách pískovců v levém svahu až na vzdálenosti několik decimetrů. Dosah tohoto rozvolnění masívu je v levé části až 100 m od paty svahu ve vodorovném směru, v pravé části do 30 m. Důsledkem tohoto porušení masívu byly extrémní spotřeby malty a cementové směsi při zřizování injekční clony.

Úložné poměry souvrství godulských vrstev v přehradním profilu jsou poměrně

PURPOSE, TECHNICAL DATA, CONSTRUCTION AND OPERATION OF THE DAM

The water structure (hereinafter WS) is located on the Morávka river at the reach 18.7 km on the Moravskoslezské Beskydy mountains northern side. The water reservoir was built up between 1961 and 1967 for covering demands on drinking water. Besides that, improvement of discharge, decreasing of peak flow and hydropower utilization are the aims of WS.

Main technical data

Catchment:	60.3 km ²
Length in the crest:	396 m
Max. height of the dam:	39 m
Total volume of reservoir	11.3 mil. m ³
Active storage volume	4.4 mil. m ³
Retention volume	6.5 mil. m ³
Permanent storage	0.4 mil. m ³
Area of reservoir	79.5 ha
Average annual precipitation	1320 mm

Water flows:

Q _a annual average	Q ₃₅₅ day	Q ₁ year	Q ₅ year	Q ₁₀₀ year
1,79 m ³ /s	0,11 m ³ /s	31 m ³ /s	80 m ³ /s	215 m ³ /s

Guaranteed discharge of 0.59 m³.s-1 consists of up to 0.47 m³.s-1 drought of drinking water and of min. 0.12 m³.s-1 of compensation discharge.

Dam structure

The dam was filled by fluvial gravel with various content of soil. The dam body is formed by uniform slope 1:1.75 on upstream side. The downstream side has slant gradually in 1:1.5 - 1.65-1.9. The subgrade is sealed by one-row cement grout curtain, both sides of which needed underground walls and special boreholes for cement mortar. Waterproofing system of the dam consists of 28 - 30 cm thick bituminous concrete (BC) liner laid on 80 cm drainage layer, made as a first structure of such type in former Czechoslovakia. The original structure of liner consisted of 3 BC layers, afterwards it was supported by two additional layers, the first for entire area, the last up to operational level of 507.5 m a. s. l.

Reservoir operation

The level of the reservoir has been operated on the elevation of approx. 507 m. Until 1996 only 10 times was crossed level of 510 m including 4 times exceeding elevation of 515.3 m a. s. l. (level of emergency spillway). With crossing elevation of approx. 508 m a. s. l., considerable leakage increasing occurred in last years before starting rehabilitation.

GEOLOGICAL AND HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS

The dam profile is located in outer flysch represented by so-called Godula measures of Cretaceous age. The middle godula group rock types are sandstone beds alternating with slates, sandstone predominates. Sandstone contains subsidiary thin claystone and silt interlayers (from cm to dm). Claystone layers

jednoduché. Monoklinální subhorizontální uložení vrstev kolísá v rozmezí do 20°, s vergencí v levé části k jihozápadu, v údolí k jihu a v pravé části k jihovýchodu. Tektonické porušení masívu je reprezentováno několika poruchami převážně strmých sklonů, které rozčleňují souvrství na jednotlivé bloky s výškovou diferencí v řádu prvních jednotek metrů. Drobné tektonická měření provedená v průzkumných dílech a štolách jsou v souladu s celkovým tektonickým schématem.

Kvartérní pokryv je tvořen v údolní části terasovými štěrky a v patě svahů hlinitokamenitými sutěmi. Údolní štěrky jsou směsí jemnozrnného až středně zrnitého písku s různým množstvím hlinité příměsi a hrubší štěrkové frakce. Mocnost štěrku je max. 3 m, v prostoru vyšší údolní terasy až 6 m. Skelet sutí ve svazích tvoří ostroranné úlomky pískovců rozměru v rozmezí 10 až 25 cm. Vyplní je hlinitý písek až písčité hlína. Mocnost sutí na pravém svahu dosahuje hodnot nejčastěji mezi 2 - 4 m, na levém svahu však dosahuje hodnot až 12 m, což znemožnilo založení levobřežního zavázání na skalní podklad.

ROZSAH OPRAVY A REKONSTRUKCE

- porucha hráze v roce 1996

V průběhu povodně začátkem září 1996 došlo k zatopení inj. štoly a k prolomení AB pláště. K prolomení AB pláště došlo náhle, voda začala poruchou vtékat do drenážní vrstvy a domníváme se, že rozměry poruchy nedoznávaly podstatných změn. Půdorysný rozměr poruchy byl 3,85 x 6,45, spodní okraj na výškové úrovni cca 500,60 m n. m.

Bezprostředně po snížení hladiny bylo přikročeno k zajištění sanace. Z důvodů časové a technologické náročnosti bylo zamítnuto řešení s použitím vodostavebního asfaltbetonu, protože veškeré práce musely být dokončeny cca do 15.11. 1996. Sanační práce byly vedeny tak, aby se minimalizovala možnost prolomení AB pláště během omezeného provozu a aby se získal časový prostor pro přípravu generální opravy a rekonstrukce.

- projekční práce spojené s přípravou opravy a rekonstrukce VD

V lednu a únoru 1997 byla zpracována studie, jejímž účelem byl návrh koncepce opravy vodního díla Morávka, zajišťující další bezpečný provoz. Jednalo se tedy o návrh řešení technické problematiky v tomto rozsahu:

- Odvedení svahových vod z levého i pravého zavázání hráze
- Oprava a rekonstrukce těsnícího prvku hráze
- Opravy štoly spodních výpustí, zkapacitnění základových výpustí a rekonstrukce vodárenského odběru
- Potřeba, případně upřesnění rozsahu dotěsnění těsnících prvků v podloží a zavázání hráze

Návazně byla zpracována dokumentace pro územní řízení (do 31.5.1997). Povodně v červenci 1997, které vedly k dalšímu poškození hráze, i když rozsahem výrazně menším než v září 1996, rozhodly o urychlení přípravy prací a zahájení opravy a rekonstrukce. Dokumentace pro stavební povolení převážně částí objektů byla zpracována do ledna 1998 a pro zbývající část (návodní těsnění hráze) do 31.8.1998.

S ohledem na specializaci tohoto časopisu bychom rádi seznámili čtenáře

are mostly several dm thick (exceptionally over 1 m) and contain frequent inter-layers of fine sandstone. In lower Godula group claystone layers predominate. This formation does not reach the surface, in the location of the grout curtain it is over 30 m under surface.

The sandstone beds on both valley slopes are altered by cryogenic and gravitational deformations (their collective effect is called interlayer creep) which caused opening of subvertical cracks and joints up to several dm. Range of such rock loosening is up to 100 m horizontally in left bank and about 30 m in right bank. Due to this effect of massif, consumption of cement grout was rarely high.

From structural point of view, consistence of rock beds is relatively simple. Subhorizontal uniform placing of layers varies up to 20°. Tectonic fracturing of the massif is represented by several zones of steep decline, which divided massif to separate large blocks of elevation difference in the order of meters.

Quaternary deposits are represented by alluvial fills in the valley bottom and by rubble on footing of the slopes. Alluvial deposits are mixture of fine to middle sand with variable content of soil and gravel. Thickness of these deposits is from 3 to 6 m. Debris on the slopes consists of stone fragments and sandy soil. Thickness of debris on the right slope is 2 to 4 m, on the left slope reaches accumulation up to 12 m, thus foundation in this place is not connected with bed-rock.

SCOPE OF REPARATION AND REHABILITATION

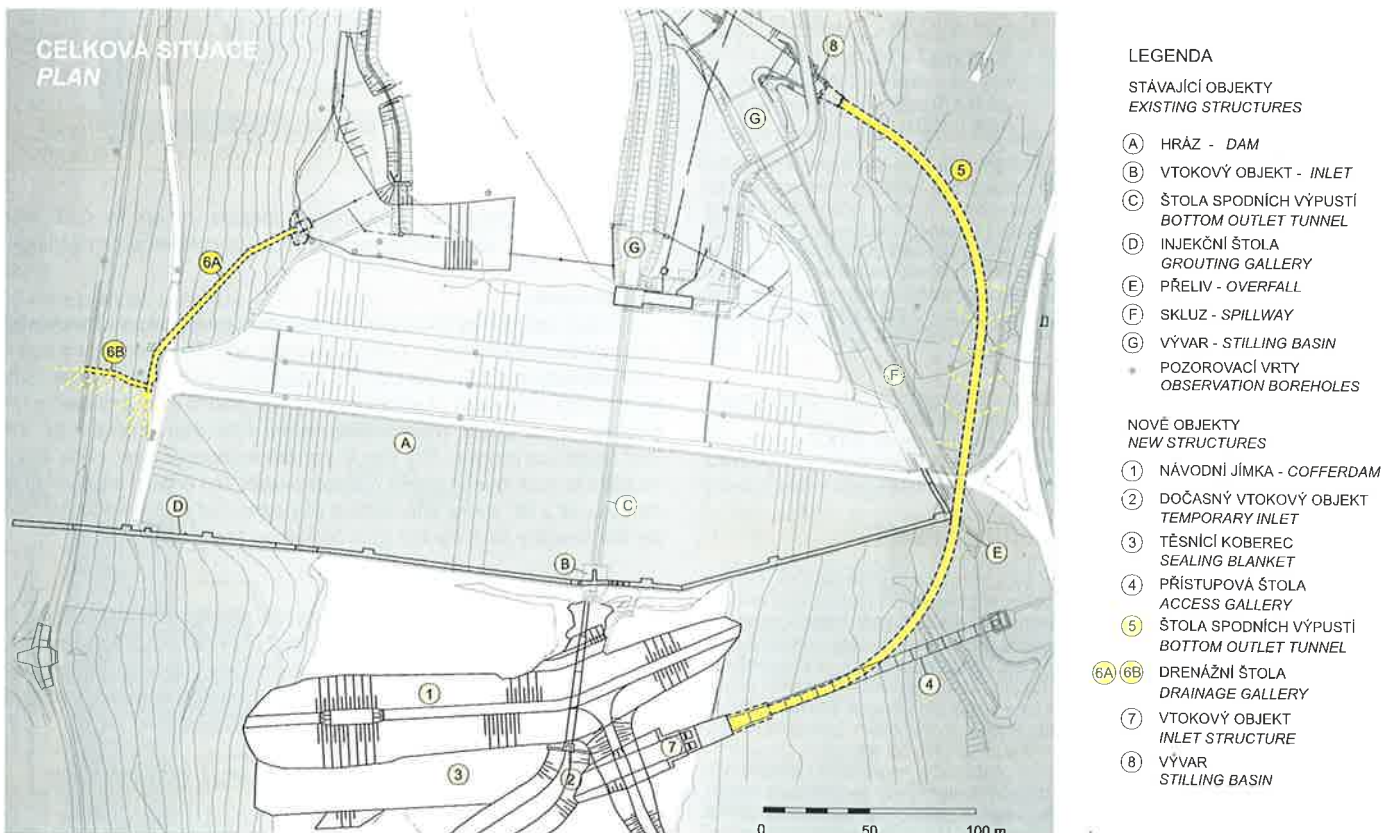
Failure of the dam in 1996

During the flood in September 1996, grouting gallery was flooded and BC liner broken. After sudden break through, water was flowing to drainage layer and we suppose that broken area was stabilized. Plan dimensions of the opening was 3.85 x 6.45 m, lower edge at elevation 500.60 m a. s. l.

Immediately after water level lowering, rescue works started. Because of time shortage (works had to be finished before winter) and technological demands, using of watertight bituminous concrete was refused. Rescue works minimized possibility of BC breaking during limited operation of the reservoir, thus time for preparing the general rehabilitation was gained.

Design works on preparing WS rehabilitation and reconstruction

During January and February 1997, the study was made proposing concept



Obr. 1
Celková situace
Plane

s účelem a parametry objektů prováděných hornickým způsobem a vlivem výstavby těchto objektů na stávající objekty vodního díla.

RAŽBA A VYSTROJENÍ DRENÁŽNÍ ŠTOLY

- situativní a výškové řešení

Na podkladě výsledků měření a pozorování v průběhu provozu díla, které se provádí na každé přehradě, bylo doporučeno v rámci rekonstrukce VD Morávka doplnit stávající systém odvodnění o drenážní štoly, jejichž účelem je snížení hladiny podzemní vody, její podchycení, vyvedení a kontrola množství v masivu levobřežního zavázání hráze. Stabilizace režimu podzemních vod ve svahu má vyloučit možnost budoucí degradace podloží hráze vnitřní erozí a tím přispět k vyšší bezpečnosti díla v dalším provozu.

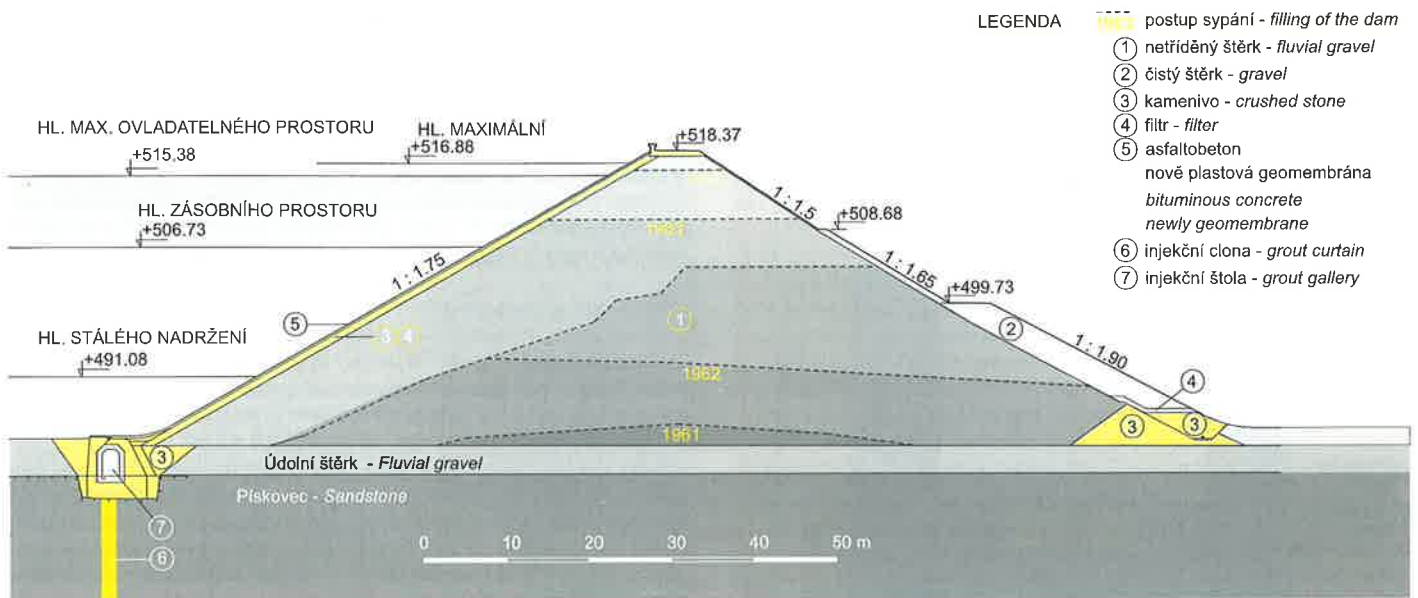
Záměrem investora bylo provést ražbu a provizorní vystrojení drenážní štoly v předstihu před chystanou rozsáhlou opravou, ještě v době provozu díla tak, aby bylo možné ověřit efekt drenážní štoly alespoň v období omezeného provozu, podchytit podzemní vody v době jarního tání a ověřit drenážní efekt štoly i v průběhu vypouštění přehradní nádrže. Tomuto požadavku byl přizpůsoben časový program výstavby, a to tak, že drenážní štola byla jako samostatná stavba realizována v předstihu.

of safety operation of the Morávka Dam. The design consisted of following technical proposals:

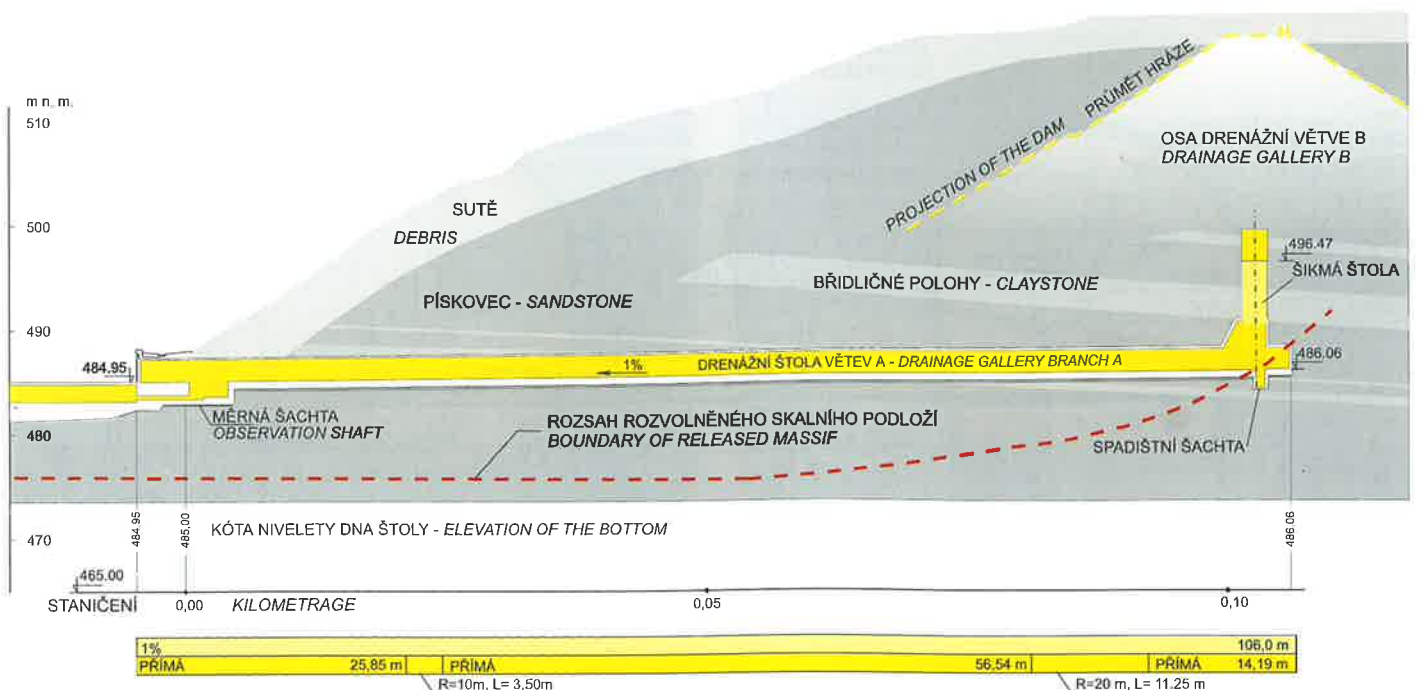
- Diversion of underground waters from left and right banks
- Rehabilitation and reconstruction of the waterproof liner
- Rehabilitation of bottom outlet tunnel, bottom outlet capacity increasing and reconstruction of bottom intake
- Requirement, event. specifying of reparation of underground waterproofing elements, in the seat rock.

Afterwards (till May 31st, 1997) documents for area management process were prepared. Flood in July 1997 caused another deterioration of the dam (but thanks to rescue works slighter than that in 1996) which accelerated works preparing and starting. Documents for building license of most of construction elements were prepared till January 1998, the rest (waterproofing liner) till end of August 1998.

Considering the specialization of the journal, we would like to introduce purpose and technical data of the driven works and their impact on existing structures.



Obr. 2
Příčný řez hráží
Cross section of the dam



Obr. 3
Drenážní štola - podélný řez
Drainage gallery - longitudinal section

Řešení s drenážní štolou umožňuje stálý přístup obsluhy díla k jednotlivým odvodňovacím prvkům, instalaci zařízení pro měření a pozorování, případně provedení dodatečných doplňujících prací v průběhu dalšího provozu díla, pokud si to v budoucnu vyžádají výsledky provozních měření.

Drenážní štola je navržena tak, aby byly ve dvou etážích zachyceny průzkumem zjištěné dvě izolované zvodně. Dolní etáž - štola "A" délky 106,0 m je ražena tak, aby v koncové části dosahovala počva do úrovně 486,00, kterou se zajistí výrazné odvodnění spodní zvodně v koncovém úseku přímo ražbou. Přímým naražením došlo k odlehčení dolní zvodně. Drenážní účinek štoly byl posílen vějířem odvodňovacích vrtů v koncové části obou větví štoly.

Z čelby spodní štoly byla ražena pod úhlem 45°, šikmá dovrchní spojovací štola délky 20,6 m, ze které na úrovni horní zvodně definitivně zjištěné v průběhu ražby

DRIVING AND SUPPORT OF THE DRAINAGE GALLERY

Design

According to the results of measuring and monitoring provided on the dam, the existing system of drainage elements was recommended to be supplemented by drainage gallery. The aim was to decrease the level of underground water, to divert and to control the quantity. Stabilizing the regime of underground water flow shall exclude possibility of next degradation of the seat rock by internal erosion and by this way to assist to higher safety of future operating.

The intention of investor was to carry out driving and provisional support of the gallery in advance and to prove its effect while reservoir is still operating and also during its emptying. The time schedule was adjusted according to such demand and drainage gallery was carried out as individual structure.

Separate drainage gallery enables continual access to individual drainage elements, installation of equipment for monitoring and allows additional measures if necessary from taken data point of view. The drainage gallery is designed to cover two isolated groundwater bodies indicated by recognition. Lower part - gallery A, 106 m long - is driven to the level of 486.0 m, which provides outstanding dewatering by excavation itself. After lowering of groundwater level, the drainage effect of the gallery was increased by fan of subhorizontal boreholes at the end of the gallery.

From the heading of the gallery A connecting gallery was driven upward (45°, 20.6 m) to the level of upper aquifer, where gallery B (12.8 m) was driven from to the massive, non loosened rock.

Cooperating with ALGOMAN ltd. Opava staff (geological survey), driving, support and equipment of the gallery was modified according to actual conditions including placing of bolts, alignment and level of gallery B.

Cross profile of drainage gallery

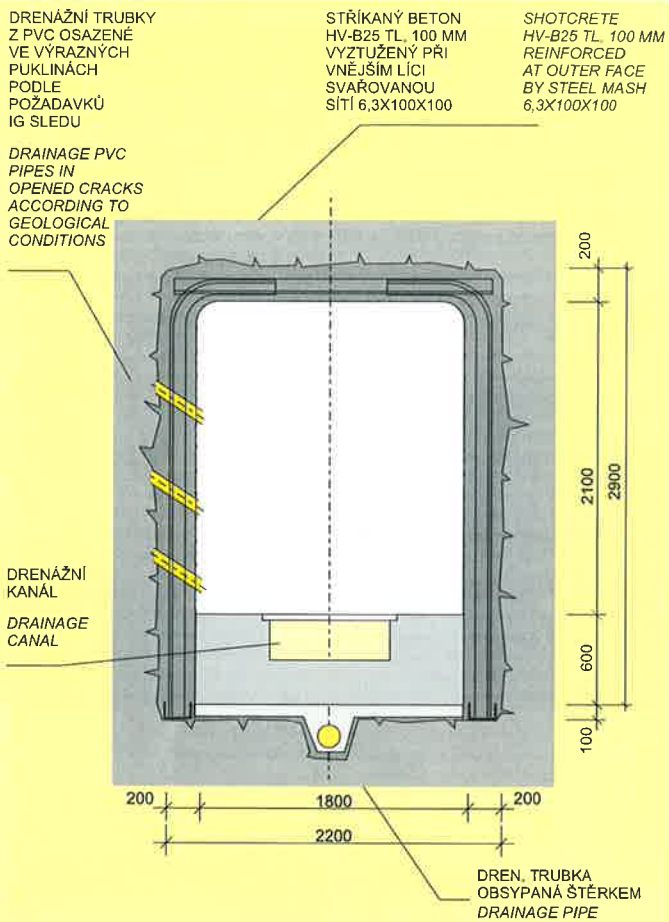
Clearance of drainage gallery is minimized to 3.8 m² with 2.1 m free height. The width is designed to meet in primary lining request of the mining rules and in final lining to enable prospective extent of boreholes number in any place in gallery. Cross section in rectangle shape suits to local geotechnical conditions and enables to utilize steel profiles. Driven profile is 6.6 m².

Support of the drainage gallery was made in variants according to actual geological conditions and purpose. In access part and in sections with pressing rock types rigid colliery arches with shotcrete and strutting in bottom were utilized. In sections with massive cracked sandstone, excavation was provided by resin-grouted bolts and shotcrete. The bolts were utilized also for support of selected sandstone blocks, the roof in such conditions was provided by cement grouted bolts only. Intention of the design was to leave most of the rock surface free for drainage effect. In places of cracks opened up to 10 cm, where possible dropping of rock fragments is expected, plastic mesh is installed. Dewatering of the galleries in final is provided by bottom canal covered by composite grid, capacity of which allows diversion of 450 l.s-1 in 1% slant.

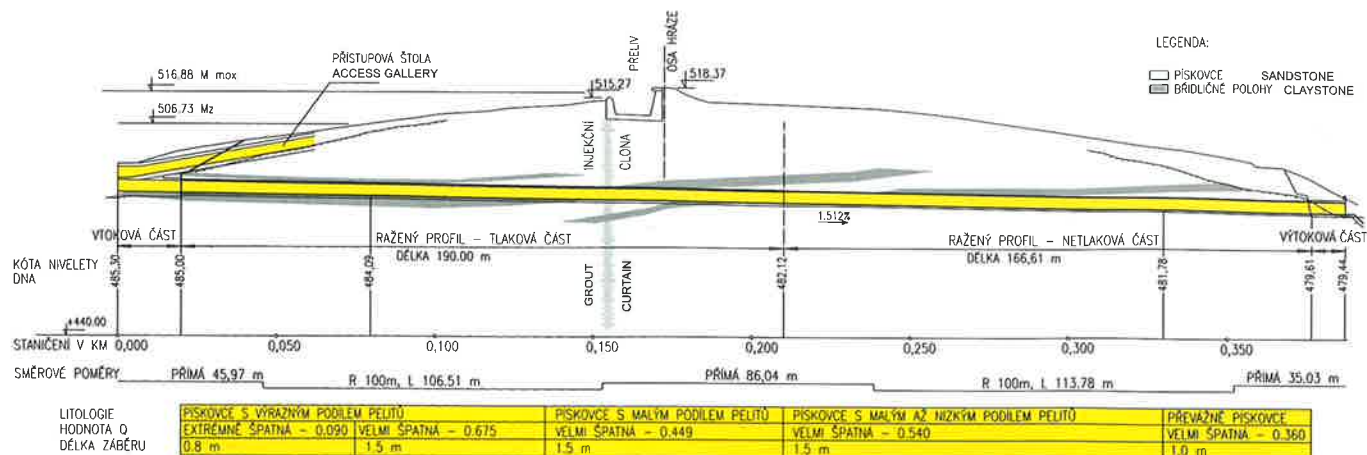
Driving process

As mentioned above, the driving process was adapted to actual conditions on the place. Initially designed staple shaft between galleries A and B was modified after evaluation of actual conditions and discussion with OBÚ Ostrava (mining authority) and an inclined upward driven gallery was performed. Continuous

DEFINITIVNÍ OSTĚNÍ km 0,025 00 - km 0,046 00 - SECONDARY LINING



Obr. 4 Drenážní štola - příčný řez Drainage gallery - cross section



Obr. 5 Štola nových spodních výpustí - podélný řez, Bottom outlet tunnel - longitudinal section

byla ražena horní větev - štola "B" v délce 12,8 m stanovené IG sledem až do dosažení masivní nerozvolněné horniny.

Ve spolupráci s pracovníky inženýrskogeologického sledu fy. ALGOMAN s.r.o. Opava byla ražba a následné vystrojení v průběhu výstavby uzpůsobena skutečně zjištěným geologickým poměrům. Bylo upřesňováno vystrojení, délka a rozsah doplňujících drenážních vrtů, výškové a směrové byla usměrňována ražba horní etáže drenážní štoly.

- příčný profil drenážní štoly

Vnitřní světlý profil drenážní štoly je minimalizován na plochu 3,8 m² s průchozí světlou výškou 2100 mm. Šířka je navržena tak, aby vyhověla v provizorním vyztužení požadavkům baňských předpisů a aby v definitivním vystrojení byly umožněny vrtné práce pro provádění případných dodatečných drenážních vrtů. Tvar obdélníkového profilu vyhovuje místním geologickým podmínkám a systému rozvolnění masivu a umožňuje provedení provizorního vystrojení štoly s použitím TH profilů. Ražený profil štoly činí 6,6 m².

Drenážní štola byla vystrojena variantně podle geologických podmínek a účelu. V přístupové části a v úsecích s tlačivými horninami za použití tuhé výztuže z důlních profilů doplněné stříkaným betonem a rozepřením dna. V úsecích v masivních, ale rozpukaných pískovcích byl zajišťován strop stříkaným betonem a lepenými svorníky. Svorníkové kotvy byly použity rovněž pro zajištění vybraných bloků ve stěnách v masivních pískovcích, strop v těchto geologických podmínkách byl zajišťován pouze lepenými svorníky. Záměrem projektu bylo totiž ponechání maximálního rozsahu volných ploch pro zajištění drenážní funkce. V místech předpokládaného opadu v prostorách trhlín, které místy dosahují šířky 10 a více centimetrů jsou ve stropě a stěnách instalovány plastové sítě. Odvodnění štól v definitivním provozu je řešeno sběrným kanálem umožňujícím převedení asi 450 l/s při sklonu 1,0 %. Sběrný kanál je pochůzný, překrytý rošty z kompozitních materiálů.

- postup důlních prací

Jak již bylo uvedeno dříve, postup důlních prací byl v průběhu ražby upřesňován na základě vyhodnocení skutečných geologických poměrů za průběžné kontroly geologického sledu. Původně projektem navržený šibík mezi oběma štolami byl v průběhu provádění ražby, po vyhodnocení skutečných geologických poměrů a projednání s OBU Ostrava, z důvodů bezpečnosti nahrazen šikmou štolou raženo-dovrchně ve sklonu 45°.

V průběhu prací bylo prováděno průběžné sledování přítoku vody do díla, doplněné aktuálními meteorologickými informacemi - teplota vzduchu, srážky, neboť práce probíhaly v bezprostřední blízkosti ještě provozované nádrže. V průběhu ražby byly zjištěny průsakové vody nejen z horského masivu, ale i z nádrže. Tím byla potvrzena správnost záměru investora, který se rozhodl provést mimo jiné i následnou rekonstrukci injekční clony hráze.

V průběhu provádění důlních prací bylo zajištěno měření seismického zatížení stávajících objektů vyvolaného trhacími pracemi při ražbě.

Stavba byla realizována firmou Ingstav a.s. Opava ve spolupráci s akciovou společností Subterra, divize Tišnov, která zajišťovala vlastní ražbu díla a provizorní obezdívku. Stavba byla provedena v plánovaných termínech v době od 3.11.1997 do 30.9.1998, kdy byla stavba dokončena kompletně včetně definitivního vystrojení.

RAŽBA A VYSTROJENÍ ŠTOLY SPODNÍCH VÝPUSTÍ

- situativní a výškové řešení

Štola spodních výpustí, spolu s dalšími objekty, realizovanými v rámci rekonstrukce vodního díla, zvyšuje kapacitu stávajících výpustných zařízení přehrady.

monitoring of inflowing water was provided during works supplemented by meteorological data - temperatures, precipitation - because of close reservoir still in operation. Leaking of water not only from massif, but also from the reservoir was registered. Thus, the rightness of investor's intention was proven, that besides of others, the grout curtain reconstruction should be performed.

The seismic measurements were taken on the existing structures during driving the gallery.

The structure was carried out by Ingstav a. s. Opava cooperating with Subterra a. s., dpt. Tišnov, which provided driving and primary lining. The structure was completely finished in schedule terms within November 3rd, 1997 and September 30th, 1998.

DRIVING AND SUPPORT OF BOTTOM OUTLET TUNNEL

Line and level design

Bottom outlet tunnel together with other structures of WS reconstruction increases the capacity of existing outlet structure of the dam. At the same time, it allows acceptable protection of the site for reconstruction of the dam site.

The tunnel is situated in the right slope of the valley. It is connected on the upstream with submerged inlet structure and with access gallery excavated from the surface. On the downstream side, it is provided by stilling basin.

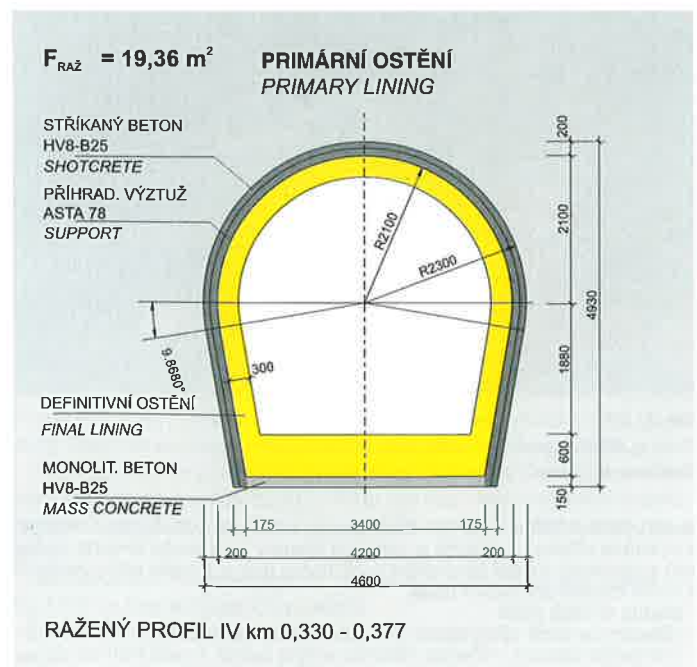
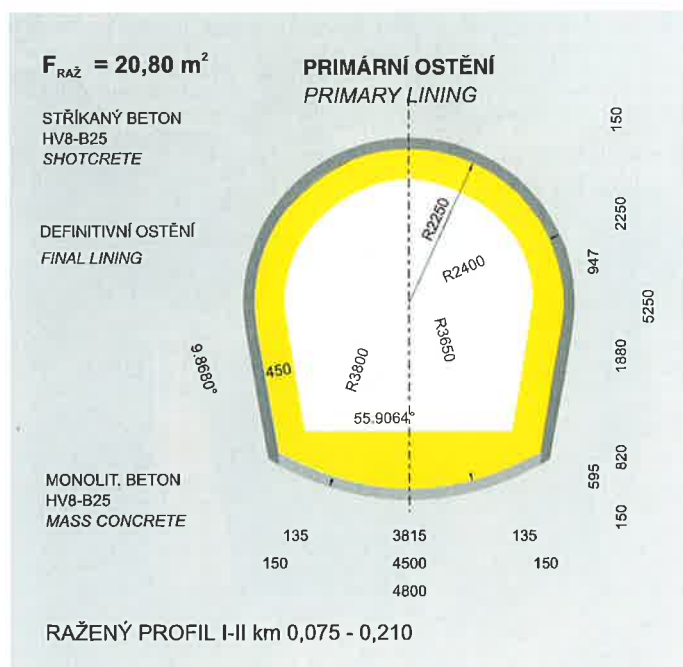
Bottom outlet tunnel is formed by reinforced concrete structures of inlet and outlet parts, that shall be realized by cut-and-cover technique and by tunnel itself in length of 356.6 m. (The driven work is termed tunnel according to Czech Standard no. 73 7501 because the excavated profile exceeds 16 m².)

Cross profile of bottom outlet tunnel

From the quality of the rock conditions point of view and its working with lining, five types of primary and final linings were designed. Part of the alignment is situated in front of the grout curtain and takes full water pressure, the rest will be affected by oscillating underground water level. It is expected, that existing level shall be partly lowered.

Final cross profile of the tunnel is of horseshoe shape with circular vault and plane bottom. Shape of the driven profile was adjusted to internal dimension demands, to final lining and to rock quality. Therefore theoretical excavated profile varies from 18.75 to 22.25 m². Max. driven height is 5.4 m and width 5.0 m.

The excavation was provided by primary lining of shotcrete HV8-B25 150 to 200 mm thick reinforced by steel mesh on both faces. In places with worse quality of rock, ASTA type of lattice girders was utilized, later on replaced by analogical reinforcement of other supplier. The lattice girders are assembled on the site from four segments prepared by workshop. The bottom was driven in gross level line without further modification.



Obr. 6

Štola nových spodních výpustí - příčné řezy
Bottom outlet tunnel - cross section

Současně umožňuje přijatelnou ochranu staveniště těsnícího pláště hráze zabezpečením převádění předpokládaných zvýšených průtoků štolou v průběhu provádění rekonstrukce přehrady.

Štola je situována v pravobřežním svahu nádrže. Na návodní straně na štolu navazuje ponořený vtokový objekt s přístupovou štolou budovanou ve svahu nádrže z povrchu. Na vzdušné straně je štola ukončena vývarem.

Štola spodních výpustí sestává z železobetonových konstrukcí vtokové části a výtokové části, které budou realizovány v otevřeném výkopu a vlastní štolou, realizované raženou technologií v délce 356,60 m.

Štola spodních výpustí je z hlediska terminologie ČSN 73 7501 tunelem, neboť má výrubový průřez větší než 16 m².

- příčný profil štolu spodních výpustí

Z hlediska kvality horninového masivu a jeho působení na obezdívku bylo v trase štolu uvažováno pět návrhových typů a tomu byl přizpůsoben návrh provizorní a definitivní obezdívky. Z hlediska zatížení vodním tlakem je část trasy štolu vedena v prostoru před těsnícím prvkem v nádrži a je vystavena plnému tlaku vody, část níže po vodě bude ovlivněna podzemní vodou stávající, která ve svahu kolísá. Očekává se, že ražbou dojde k částečnému snížení úrovně podzemní vody.

Definitivní profil štolu má podkovovitý tvar s kruhovou klenbou, šikmými opěrami a rovným dnem. Tvar raženého obrysu štolu byl přizpůsoben požadovaným vnitřním rozměrům, definitivní tloušťce ostění a předpokládané kvalitě horninového masivu. Z toho důvodu teoretická plocha výrubu kolísá od 22,25 do 18,75 m². Max. výška štolu při ražbě 5,4m, max. šířka 5,0m.

Výrub byl s postupem ražby zajišťován provizorní obezdívkou provedenou stříkaným betonem HV8-B25 II.150 až 200 mm vyztuženým sítěmi při obou licích. V místech v geologicky horších podmínkách byla použita příhradová výztuž ASTA,



Obr. 1
Letecký snímek – vodní dílo Morávka v provozu (1996)
Aerial view of the Morávka Dam in operation (1996)



Obr. 2
Štola spodních výpustí – povodní portál (duben 1999)
Bottom outlet tunnel - downstream portal (March 1999)

kteřá byla v průběhu výstavby zaměněna za obdobnou výztuž jiného výrobce. Konstrukce příhradové výztuže je vyrobena dílensky a na stavbě spojena ze čtyř dílů spojovaných tupými šroubovými spoji. Počva byla v průběhu ražby vyražena v hrubé niveletě bez dalších úprav.

- postup důlních prací

Pracem ve štolu předcházelo provedení otvírky portálu, který byl prováděn v pokrývných útvarech tvořených hlinitokamenitými sutěmi. S postupem odkopávky byl svah současně zajišťován hřebíkováním, níže ve skalním podloží byly svahy kotveny krátkými injektovanými svorníky. Pro zajištění stability svahu byly realizovány předpjaté tyčové kotvy sprážené s válcovanými nosníky. Veškeré svahy portálu, který má dočasný charakter, byly opatřeny stříkaným betonem. Tyto práce zajišťoval zhotovitel stavby Ingstav a.s. Opava, jako součást přípravných prací pro ražbu.

První záběry ražby cca do 10m byly realizovány pod ochranou "deštníku" z mik-

Driving process

Before tunneling, cutting of the portal in debris and weathered rock was performed. The excavation was stepwise provided by nailing, anchoring in lower part was by short grouted spikes. For stabilization of the excavation slopes pre-tensioned rod anchors connected with steel beams were utilized. Surface of the excavation, which is of temporary character, is provided by shotcrete. These works were carried out by Ingstav a. s. Opava as enabling works.

First breaking approx. up to 10 m were taken under micropile umbrella. Driving was realized by means of explosives in entire profile. Inflow of underground water was registered in ten places. Leakage of capacities up to 0.5 l.s⁻¹ were always situated on the contact of impermeable shales and massive, cracked sandstone. Total volume of 4 l.s⁻¹ was easily handled. Boreholes and primary lining installation works were made by using lift platform.

Chosen way of excavated rock transport by wheeled loaders needed creation of a passing bay in the middle of the route. Progress of mining works was limited by requirements of acceptable affects on existing structures. Pursuance of works - keeping the limited amount of explosives - was checked by continuous seismic measurement. In this way the data were available in any time and the control of the works could be operative.

By upstream portal, also made in advance, approx. 10 m section was driven downward. The profile was divided due to low cover. The upper part of the profi-



Obr. 3
Štola spodních výpustí – návodní portál (duben 1999)
Bottom outlet tunnel - upstream portal (March 1999)



Obr. 4
Štola spodních výpustí – návodní portál – detail (duben 1999)
Bottom outlet tunnel - upstream portal - detail (March 1999)

ropilot. Ražba štoly byla prováděna pomocí trhavin v plném profilu. Podzemní voda byla v průběhu ražby zachycena asi v deseti místech. Průsaky se vyskytly jednotlivě do 0,5 l.s-1 vždy v místech na styku nepropustných břidlic a masivních rozpuštěných pískovců. Podchycení úhrnného průsaku do 4 l.s-1 nepředstavovalo technický problém.

Vrtné práce a následné zajištění provizorní obezdívkou byly prováděny ze zdvižné plošiny.

Zvolený postup dopravy rubaniny s odvozem kolovými nakladači si vyžadoval zhruba v polovině trasy zřízení výhybny. Postup ražby byl omezený podmínkami vyplývajícími ze seismických účinků ražby na okolní objekty. Provádění prací - použití omezeného množství trhavin byl kontrolován trvalým seismickým měřením. Kontinuálním měřením měla stavba k dispozici údaje o seismickém zatížení nadloží a mohla operativně upravit postup trhacích prací.

U návodního portálu, který byl rovněž proveden v předstihu byl prováděn kratší cca 10m úsek úpadní ražbou. Profil byl s ohledem na nízké dolní prorážení v členěném porubu. Horní polovina profilu byla ražena úpadně, dolní polovina profilu již byla ražena dovrchně. Tento netradiční způsob ukončení ražby byl zvolen zhotovitelem stavby z důvodů nemožnosti přejezdu mechanismů pro odvoz rubaniny do prostoru již zastavěné vtokové části. Provedení členěného porubu v místech s minimálním nadložím se také dosáhlo minimálních deformací.

Vlastní ražba štoly byla prováděna od 5.8.1998. Prorážka horní poloviny profilu štoly byla provedena 27.1.1999. K datu 28.2.1999 byla štola dokončena ve stavu připraveném pro možnost převedení jarních vod rozestavěnou štolou, dokončovací práce na úpravách dna však nadále probíhaly.

V průběhu března došlo při jarním tání ke vzduší vody v nádrži a následnému přelití ochranné jímkou na vtok. Plným profilem štoly prošla povodňová vlna jejíž odhadovaná kulminace byla 60m³.s-1. Tato událost pozastavila dokončovací práce, ale současně důkladně vyčistila dosud nedokončené dno. Rozestavěný objekt ražené části štoly neutrpěl nijaké škody a prokázal dobrou kvalitu provedených prací.

Provádění dodatečných úprav dna po prorážce, nevhodně zvolené technologie dočišťování dna při dokončování před betonáží, nedodržení tolerancí raženého díla a nedostatečná kontrola provádění, vedly k dodatečným úpravám v místech nedolomů a ke zvýšení kubatury betonu definitivní obezdívky v místě nadvýlomů.

Nutné dodatečné práce si vyžádaly prodloužení doby provádění ražby a provizorní obezdívky. Ve svém důsledku vyvolaly nutnou změnu projektu a technologie provádění definitivní obezdívky a následnou úpravu postupů výstavby souvisejících objektů při nepřekročitelném cílovém termínu dokončení této části stavby VD Morávka.

Provádění ražby a provizorní obezdívky štoly spodních výpustí zajišťovaly, v subdodávce pro zhotovitele celé stavby Ingstav a.s. Opava, firmy VOKD a.s. Ostrava a Výstavba dolů Ostrava spol. s r.o.

VLIV RAŽENÝCH OBJEKTŮ NA STÁVAJÍCÍ OBJEKTY

Projekt předepisoval občasnou kontrolu a to měřením seismických účinků vyvolaných použitím trhavin při ražbě. Zejména při průchodu ražené štoly spodních výpustí prostorem injekční clony byly zpřísněny požadavky a omezena spotřeba trhavin. Účelem bylo dosažení minimalizace narušení kompaktnosti injekční clony. Mimo měření zajišťovaných dodavatelem ražby investor instaloval trvalé měření v prostoru svých objektů, tak, aby byla zajištěna trvalá kontrola v průběhu výstavby pro případ poruch v konstrukcích stávajících objektů.

S ohledem na postupující výstavbu dalších objektů, které byly prováděny v malém nadloží nad raženou štolou spodních výpustí v časovém souběhu, bylo v průběhu realizace díla přistoupeno i k průběžné kontrole deformací nově budovaných objektů v nadloží této štoly. Měřeny byly deformace masivu v nadloží návodního portálu a deformace jednotlivých bloků přístupové štoly budované v nadloží ražené štoly. Měření posunů bylo doplněno deformetrickým měřením v dilatačních sparách, kterým se sledoval pohyb těchto spar. Měřeny byly také seismické účinky přímo na nejbližší nové betonové konstrukci přístupové štoly.

Pro veškerá měření byla stanovena mezní kritéria v denním intervalu a v součtu celkem, která nesměla být překročena, resp. při jejich překročení bylo nutné zastavit ražbu, sledovat proces konzolidace, případně by bylo rozhodnuto přikročit k technickým opatřením.

Z praktického hlediska se sledování nivelačního měření ukázalo jako neefektivnější. Celková úhrnná deformace betonových konstrukcí přístupové štoly v nadloží byla stanovena na 10 mm, denní limit max. 2 mm. S postupem ražby byla sledována postupná deformace na spodních blocích přístupové štoly, kde byly zaznamenány deformace v maximální součtové hodnotě 4,7 mm. V nadloží u návodního portálu byla zjištěna celková deformace v úhrnu 7,7 mm, v denním extrému 2,6 mm. Měření deformací v dilatacích nezaznamenalo nikde náhlý posun mezi jednotlivými bloky, byly pouze zaznamenány teplotní vlivy (smršťování a rozevírání spar).

Sledováním postupu deformací byla zajištěna průběžná kontrola výstavby, kterou byl prokázán bezpečný postup ražby v hornině s nízkým nadložím. K bezpečnému dokončení ražby přispěla i samotná geologická dispozice masivu, kde v nadloží byla zastížena masivní deska pískovců o mocnosti 1,5 až 2 m.

ZÁVĚR

V současnosti je drenáž štoly již v provozu a je zajištěno průběžné sledování účinnosti realizovaného drenážního systému prostřednictvím zařízení technicko-bezpečnostního dohledu. Účinnost díla byla poprvé prověřena v průběhu zvýšeného srážkového období na podzim roku 1998. Maximální průsaky byly zatím naměřeny v návaznosti na delší srážkové období v červnu 1999 a to cca do 40 l/s.

Ve štole spodních výpustí v současné době probíhají dokončovací práce spojené s ražbou a provizorní obezdívkou a současně v "patách horníků" probíhá betonáž definitivní železobetonové obezdívky po jejímž dokončení bude možné touto hydrotechnickou štolou spolehlivě převádět průtoky s maximální projektovanou kapacitou 42 m³/s.

Zpracovatel projektové dokumentace je Aquatis a.s. Brno. Investorem a provozovatelem VD Morávka je Povodí Odry Ostrava.

Autoři děkují Prof. Dr. Ing. J. Bartákovému Dr.Sc. z ČVUT Praha za věcné připomínky.

le was driven downward, then the lower part upward. This non traditional approach was chosen by the contractor because of impossibility of access to inlet structure. By dividing the face in place with minimum cover, the minimum deformations were achieved.

The mining works were started in August 8th, 1998. The break through of the upper section of profile was ready at January 27th, 1999. At the date of February 28th, 1999, bottom outlet tunnel was completed for possible diversion of spring time waters otherwise the finishing works continued.

In March 1999, due to snow melting, the water level of the reservoir raised and crossed the cofferdam on the inlet structure. Through the profile of tunnel the surge wave passed with estimated peak of 60 m³.s-1. This event interrupted finishing works but simultaneously cleaned still uncompleted bottom. Semi-built structure of the tunnel resisted to all possible damages and proved a good quality of works.

Modifications of the bottom after driving, not suitable technique for cleaning before making final lining, not complying the tolerance of breaking profile and not sufficient inspection during works led to additional arrangements and increasing of concrete volume. Additional works needed caused extension of the time period for driving and primary lining. Because of firm term of completion, change in the design and technique of final lining was implicated as well as a modification of advance in other connected structures.

Driving and primary lining was completed for Ingstav a. s. Opava by firms VOKD a. s. Ostrava and Výstavba dolů Ostrava ltd.

IMPACT OF DRIVEN STRUCTURES ON EXISTING STRUCTURES

Design was concerned on periodic check by measuring seismic effect of explosives used. Especially in place of crossing the grout curtain by bottom outlet tunnel, requirements were strict and allowed amount of explosives was lowered. The aim was to minimize disturbance of compact grout curtain. Besides the measurement provided by contractor also investor installed continuous measurement in structures, so the continuous monitoring was established.

Taking in account advance in construction of other structures over the tunnel, the continuous measurement of deformations in these structures was provided. The deformation of massif over upstream portal and of elements of access gallery were taken, supplemented by measurement on expansion joints for checking the movements. Also seismic effect on the concrete structure of access gallery was observed.

Ultimate limits for all types of measurement were set in daily interval and accumulated value, that was not allowed to be exceeded without interrupting the works or making technical measures. From practical point of view, the leveling measurements were found most effective. Total deformation of concrete structure of access gallery in overburden was set to 10 mm, the daily limit was 2 mm. Together with driving, successive deformation on lower blocks of access gallery was observed with total value of 4.7 mm. In massif over upstream portal, total deformation was 7.7 mm, daily extreme was 2.6 mm. Measurement on expansion joints proved absence of movement between blocks, only effect of temperature changes was recorded.

By observing the development of deformations was continuous inspection of constructing process secured, which proved safe driving in massif with low cover. Geotechnical condition of massif itself contributed to safe process because of subhorizontal orientation of sandstone beds 1,5 to 2 m thick.

CONCLUSION

At this time, the drainage gallery is operating and continuous monitoring of its effect is provided through equipment of technical security supervision. The effect of drainage gallery was first examined during high precipitation period on fall 1998. Maximum discharge value of 40 l.s-1 was recorded in June 1999.

The final works on primary lining "in front of" making reinforced concrete final lining are running at bottom outlet tunnel at this time. After completion of works, the maximum discharges of 42 m³.s-1 can be diverted by this hydrotechnical gallery.

Both structures were designed by Aquatis a. s. Brno, owner and operator of the Morávka dam is Povodí Odry Ostrava.

The authors wish to thank to Prof. Ing. Jiří Barták Dr.Sc. for kind and helpful remarks.

REKONSTRUKCE PROVOZOVANÝCH RAŽENÝCH STANIC PRAŽSKÉHO METRA

REFURBISHMENT OF THE OPERATED DRIVEN STATIONS OF THE PRAGUE METRO

ING. MIROSLAV KOCHÁNEK, METROPROJEKT PRAHA, A. S.
ING. PETR VOZARIK, METROSTAV, A. S.

ÚVOD

V průběhu uplynulých šesti let se na nejstarších trasách pražského metra, tj. na trase I.C a I.A, začaly postupně provádět výměny pohyblivých schodů. Důvodem těchto výměn je ukončená technická životnost původních eskalátorů, neefektivnost jejich oprav a údržby a nemožnost dosažení nových technických parametrů opravami.

Současně s výměnami eskalátorů se začaly realizovat také stavební úpravy v jednotlivých výstupech u hloubených stanic, případně podchodů na trase I.C (Kačerov, Budejovická, Pankrác, I.P.Pavlova, Muzeum, Hlavní nádraží a Florenc), stavební úpravy a rekonstrukce v eskalátorových tunelech na trase I.A (Můstek, Muzeum) a konečně celkové rekonstrukce ražených stanic na trase I.A. Od listopadu 1995 do dubna 1999 byly postupně zrekonstruovány tyto stanice: Hradčanská, Staroměstská a Náměstí Míru. V současné době probíhá rekonstrukce stanice Malostranská. Trasa metra, na které se nacházejí rekonstruované stanice, byla do provozu uvedena v roce 1978.

POPIS STARÉHO STAVU RAŽENÝCH STANIC

Nejčastější stavební závady, které byly zjištěny při průzkumných pracích a následných rekonstrukcích, lze shrnout do následujících okruhů:

- netěsností montovaného ostění ražených tunelů dochází ke značným průsakům podzemních vod do stanice,
- nevhodným konstrukčním řešením tzv. zontů (vnější ochranná část dvouvrstevného architektonického podhledu odvádějící průsakové vody) dochází k zarůstání odvodňovacích prvků výluhy z injektáží a celý odvodňovací systém se postupně stává nefunkční, neboť voda se svádí ze širokých ploch do úzkých, nepřístupných odvodňovacích žlábků a trubek, které se postupně zanášejí,
- nedostatečný rozsah zontů a zarostlý odvodňovací systém způsobuje zatékání průsakových vod na podhledy, kamenné obklady a ostatní konstrukce vnitřního pláště, čímž dochází k jejich poškození,
- nevhodné řešení architektonických podhledů ve staničních prostupech (např. omítkové podhledy) znemožňuje čištění odvodňovacího systému,
- metalizace pilířů ve staničních prostupech není ochráněna vrstvou torkretu, ale byla pouze protikorozně ochráněna nátěrem, jenž je dnes již poškozen,
- metalizace pilířů v místech napojení na příruby litinových tybinků je velmi silně zkorodovaná vlivem zatékání průsakových vod,
- dochází k roztékání prosakujících vod v úrovni nástupiště, ke zkapávání vod do prostoru pod nástupištěm a k následné korozi nedostatečně protikorozně chráněných ocelových prvků konstrukce nástupiště, ocelových výložníků a lávek pro kabely, ocelových krytů odvodňovacích žlábků a dalších ocelových prvků,
- kamenné obklady pilířů a stěn provedené systémem suché montáže jsou často mechanicky poškozené (vytlámané drážky),
- nebyla provedena ochrana kamenných obkladů proti nárazům mycích vozíků pomocí svodidel,
- dříve používané laminátové zonty nesplňují dnešní požadovaný stupeň nehořlavosti pro stavební materiály v metru a negativně se projeví při požáru ve stanici Staroměstská v roce 1994.

VÝMĚNA POHYBLIVÝCH SCHODŮ V ESKALÁTOROVÝCH TUNELECH

Stavební činnosti, spojené s výměnou pohyblivých schodů, lze podle charakteru zařadit do několika skupin. Jedná se o práce přípravné, jež předcházejí

INTRODUCTION

The work on replacement of escalators on the Prague Metro oldest lines, i.e. the lines I.C and I.A, were successively started in the course of the past six years. The reason for the replacements was the ending technical life of the original escalators, ineffectiveness of their repairs and maintenance, and impossibility to achieve new technical parameters by means of the repairs.

The work on refurbishment of individual exits at cut-and-cover stations and underpasses at the stations of the line I.C (Kacerov, Budejovicka, Pankrac, I.P.Pavlova, Muzeum, Hlavni nadrazi and Florenc stations), refurbishment of escalator shafts on the line I.A (Mustek and Muzeum stations), and, finally, a general refurbishment of driven stations on the line I.A was carried out simultaneously with replacement of the escalators. From November 1995 to April 1999 they successively renovated Hradcanska, Staromestska and Namesti Miru stations. At present, the Malostranska station is being refurbished. The Metro line on which the refurbished stations are situated was put into operation in 1978.

DESCRIPTION OF THE FORMER CONDITION OF THE DRIVEN STATIONS

The structural shortcomings, which were found most frequently during the survey and the subsequent refurbishment work, can be characterized as follows:

- ground water seeping into stations due to the leaking segmental lining of driven tunnels,
- drainage systems getting out of function as a result of an improper design of the leak diversion system (formed by the external protective part of the double-shell suspended ceilings, designed to divert the leaking water). The system elements, namely the narrow, inaccessible troughs and pipes collecting water from large areas, get gradually plugged by extracts of the grouting,
- damage to the false ceilings, stone cladding and other structures of the internal lining as a result of insufficient range of application of the leak diversion system, and of the ingrown drainage systems,
- rendering the work on clearing of the drainage systems impossible due to an unsuitable design of ceilings in station cross passages, e.g. plastered ceilings.
- damage to the paint coating of the metal insulation of pillars at the station cross passages due to the missing protection provided by sprayed mortar,
- the metal insulation of the pillars is strongly corroded in the places where it joins the flanges of cast iron segments as a result of leaking ground water,
- the leaking water, spreading at the platform level, drops down to the space under the platforms. Subsequently, corrosion of insufficiently protected steel structural components of the platforms occurs, as well as corrosion of steel consoles and cable brackets, steel covers of drainage ducts, etc.,
- mechanically damaged stone cladding of pillars and walls, which was performed by the dry installation method (broken grooves),
- omission of installation of crash-barriers, protecting the stone cladding against impacts by washing trucks
- the formerly used fiberglass leak diversion systems do not meet the present standard for the fire resistance of building materials used in subways. In addition, they had a negative effect on the fire in the Staromestska station in 1994.

REPLACEMENT OF ESCALATORS IN ESCALATOR SHAFTS

According to their character, the building activities connected with replacement of escalators can be divided into several groups, i.e. the preparatory work preceding the realization proper, the work on dismantling and demolition, auxiliary work for installation of new escalators, and activities connected with the new structural and architectural solution.

The protective structures, protecting floor and wall cladding against mechanical damage and smearing with oil during the dismantling, building and installation works, are provided in the framework of the preparatory work. If necessary,

vlastní realizaci, práce demontážní a bourací, pomocné práce pro zajištění montáže nových eskalátorů a činnosti spojené s novým konstrukčním a architektonickým řešením.

V rámci přípravných prací se provedou ochranné konstrukce chránící dlažby a obklady před mechanickým poškozením a znečištěním olejem při demontážních, stavebních a montážních činnostech. V odůvodněných případech je nutné zřídit provizorní stěny s prachovými filtry, zabráňujícími šíření prachu do veřejně přístupných prostor, eventuálně další ochranná opatření proti šíření spalin a jisker při sváření nebo řezání plamenem atd.

Při demontážních pracích se postupně demontují prvky informačního systému metra, osvětlení, ozvučení a další slaboproudá zařízení a nakonec se odmontují podhledy a zonty. Poměrně náročná je demontáž starých eskalátorů (znečištěním olejem, vývin spalin při řezání plamenem). Postupně demontované jednotlivé díly se ze stanice odvázejí po kolejích metra. Značný je objem bouracích prací, při kterých se odstraňují všechny železobetonové kotvení bloky původních eskalátorů. V místech budoucích podpěr nových eskalátorů se v eskalátorovém tunelu probourá mezistrop, v napínací komoře a ve strojovně se vybourají konstrukce stropů tak, aby byl vytvořen potřebný prostor pro instalaci nových schodů.

Po utěsnění průsaků montovaného ostění (viz. kap. 5) následuje realizace nového stavebního řešení. Především se provedou podpěry pro nové pohyblivé schody, včetně navazujících stropů. V tunelu se osadí nové nerezové zonty s úpravami odvodňovacího systému a provede se montáž nového architektonického podhledu. V technických prostorách se obnoví podlahy, provedou nové kabelové kanály a opraví se omítky a nátěry.

Pro zabezpečení montáže nových eskalátorů se provedou pomocné montážní práce. Jedná se nejprve o zvýšení únosnosti nástupiště a mezistropu v eskalátorovém tunelu, např. podstojkováním. Jednotlivé montážní díly dosahují hmotnosti 4,5 - 9,5 t a při jejich přepravě bez opatření by došlo k vyčerpání únosnosti nástupištěních prefabrikátů. Dále jsou pro montáž navrženy montážní závěsy, pojezdové drážky a montážní plošiny pro přísun dílů na místo uložení, podle požadavků dodavatele montáže.

Po montáži pohyblivých schodů se dokončí architektonický podhled s podélnými reklamními plochami, podélnými liniovými svítidly a ozvučením. Ve veřejných prostorách se obnoví kamenné dlažby a obklady a namontují se prvky informačního systému metra. Ve všech rekonstruovaných prostorách se provede elektroinstalace osvětlení.

Nedílnou součástí rekonstrukce jsou také úpravy technologických souborů. Kromě již uvedených pohyblivých schodů se také jedná o jejich silnoproudé připojení, o jejich připojení na automatický řídicí systém, o instalaci akustických majáčků pro nevidomé, které dávají informace o režimu a chodu pohyblivých schodů a mnoho dalších provozních souborů (ozvučení, automatické odbavování cestujících, telefon, EPS a další).

REKONSTRUKCE RAŽENÝCH STANIC

Rekonstrukce stanic lze provádět pouze při výluce cestujících, avšak při zachování chodu nutných technologických zařízení a zachování provozu osobních vlaků v krajních staničních tunelech. Práce ve vestibulu, v eskalátorovém tunelu, v prostoru nástupiště a pod nástupištěm mohou probíhat nepřetržitě, rekonstrukční práce v krajních staničních tunelech pouze v nočních výlukách metra. Činnosti spojené s výměnou pohyblivých schodů jsou uvedeny v předchozí kapitole. Zde jsou proto uvedeny pouze zásady pro rozšíření prací ve veřejné části stanice (modernizace architektonického pláště).

temporary walls with dust extractors, preventing the dust from spreading into the public spaces, are provided, possibly with other protective measures against spreading of products of combustion and sparks generated during welding or flame cutting etc.

Dismantling of the components of the metro information system, lighting, public address system, and other weak current installations is performed first, while the suspended ceilings and leak diversion systems are dismantled as the last ones. Dismantling of a former escalator is quite a demanding operation (smearing with oil, development of products of combustion). The step by step dismantled parts are transported away along the metro track. There is a considerable volume of work on demolition of all reinforced concrete anchorage blocks of the former escalator. The intermediate floor in the escalator shaft must be broken through in the locations of the future supports of the new escalators. Suspended slabs in the tightening chamber and in the engine room must also be broken through to create a space needed for installation of the new escalator.

After the leaks of the segmental lining are sealed (see clause 5), implementation of the new structural solution follows. In particular, supports for the new escalator are built, inclusive of the linking suspended slabs. A new stainless steel leak diversion system is installed in the shaft and the drainage system is mended. Then a new suspended ceiling is installed. Repair of the floor is done in the technical rooms, as well as construction of new cable ducts and repair of plastering and painting.

Auxiliary work, which must be done for installation of the new escalator, comprises an enhancement of loading capacity of the station platform and the intermediate floor in the escalator shaft, e.g. by propping. Individual assembly sections reach the weight of 4.5 to 9.5 tons. Without special measures, the loading capacity of the precast platform units would be exhausted during their transportation. Hangers for the installation work, tracks and assembly platforms for moving and supply of the parts to the installation position are designed in compliance with requirements of the assembling contractor.

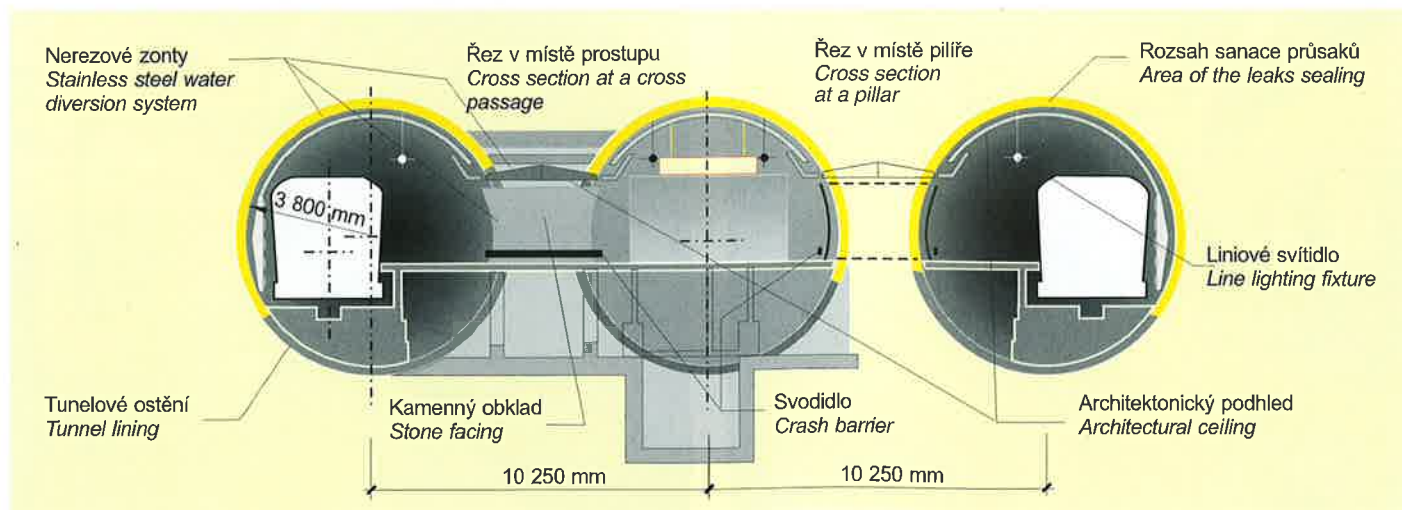
After the escalator is installed, the installation of architectural suspended ceiling with longitudinal advertisement boards, longitudinal line lighting fixtures and loudspeakers is completed. Stone floor and wall cladding is renewed and the elements of the metro information system are installed in the public circulation spaces. Electrical installation for lighting is performed in all the refurbished spaces.

Technological sets also form an integral part of the refurbishment job. Apart from installation of new escalators, it comprises heavy current connections, connections to the automatic control system, installation of acoustic signals for the blind, informing about the condition of the escalator, and other operational sets, e.g. the public address system, automatic passenger handling system, telephone, electrical fire-alarm etc.

REFURBISHMENT OF DRIVEN STATIONS

Refurbishment of stations can be performed with exclusion of passengers only. Although, the necessary technological sets must be kept working, and the operation of passenger trains in the station platform tunnels must be maintained. The work in the ticket hall, in the escalator shaft, in the central concourse tunnel space and under the platform can proceed without interruption, while the work on refurbishment of the side station tunnels can be done during night closures of the metro tracks. The activities connected with replacement of escalators are mentioned in the above clause. This clause describes the principles of extension of the work to be done in the public part of the station (renovation of the architectural cladding).

Protection of the floor cladding must be provided on the platform too. Then all components of the internal cladding are dismantled, as well as those of the lighting and the public address system. The procedure of dismantling is established with respect to the requirement to salvage as many eloxal-coated aluminum lining sheets as possible for re-installation, and to save a maximum number of



Obr. 1
Příčný řez stanicí
Typical cross section of a station

Také na nástupišti je nutné provést ochranu dlažeb. Potom se demontují všechny prvky vnitřního pláště, osvětlení a ozvučení. Postup demontáže se stanoví s požadavkem na maximální možné zachování prvků eloxovaného hliníkového podhledu pro zpětnou montáž a kamenných desek obkladu pro případné další využití. Zcela se odstraní původní laminátové zonty. V desce nástupišť, která je vytvořena z ocelových nosníků a prefabrikátů, se vytvoří systém odvodňovacích otvorů za kamenným obkladem u ostění tak, aby bylo možné souvislé odvádění průsakových vod do prostoru pod nástupišťem. Aby se množství těchto průsaků snížilo na minimum, provedou se po ukončení demontážních prací sanace průsaků. Sanační práce se provádějí v rozsahu všech dostupných spár v prostoru nad nástupišťem.

Náhradou za demontované laminátové zonty jsou navrženy ochranné konstrukce architektonického podhledu nového systému v nehořlavém provedení. Závěsné konstrukce, oblouky zontů i desky zontů jsou vyrobeny z nerezové chromniklové oceli. Zonty jsou doplněny i ve svislých částech za kamennými obklady v nepropustných částech nástupišť a u pilířů. Pouze v místech vlastních prostupů jsou osazeny odvodňovací žlábků, které však musí být po odrytí podhledů přístupné. Všechny další odvodňovací žlábků a trubkové svody jsou odstraněny a nahrazeny systémem celoplošného odvodu průsakových vod pod nástupišťem do odvodňovacích žlábků, které je možné kdykoliv čistit a kontrolovat. Eloxované hliníkové podhledy (systém METRO I.A) se po vyčištění a doplnění namontují zpět, aby původ-

stone facing slabs for their reusing. The original fiberglass leak diversion jacket is completely removed. A system of drainage holes is performed in the platform slab, formed by steel beams and prefabs. The holes are behind the stone wall cladding, close to the tunnel lining. They make a continuous discharge of leaks into the space under the platform possible. To minimize the volume of the percolating water, the work on sealing the leaks is done after completion of the dismantling job (see Clause 5). The sealing work is done on all accessible joints in the space above the platform.

A new system of non-combustible protective jacket above the architectural ceilings has been developed as a replacement for the former fiberglass leak-diversion shell. The suspending elements, arches and sheets of the leak diversion system are made of stainless chromium-nickel steel. The same system is also installed on the walls behind the stone cladding in the parts of the platform tunnels without cross passages, and at the pillars. Drainage ducts are only installed at the cross passages proper. They must be accessible after dismantling of the suspended ceiling. The other drainage ducts and down pipes have been removed and replaced with a planary system diverting the leaks from the whole area into drainage ducts under the platform, which are at any time accessible for an inspection and clearing. The METRO I.A system eloxal-coated aluminum ceilings are re-installed after cleaning and complementing, with a view to preserving the original architectural impression. The newly installed ceilings from the eloxal-coated aluminum plates (of the METRO I.A system) are in the station cross pas-



Obr. 2
Průsaky v prostupu nástupišť
Leaks in the cross passage



Obr. 3
Ostění stanice po přetěsnění
Lining of the station after re-sealing



Obr. 4
Úroveň nástupišť stanice po rekonstrukci
Platform level of the station after reconstruction



Obr. 5
Nástupišť s podélným svítidlem
Platform with the line lighting fixture

ní architektonický ráz stanic byl zachován. Ve staničních prostupech se nově montují hliníkové eloxované podhledy (systém METRO II.A). Tento podhled je demontovatelný a zpřístupňuje odvodňovací žlábků nad prostupy.

Obklady se osazují suchou montáží. Po úpravách (zmenšení desek, nové drážky) je možné použít i původní mramor, který se částečně doplní. Zmenšení mramorových desek umožňuje nový žulový sokl na nástupišti, do kterého jsou ukotvena nově navrhovaná svodidla z nerezových trubek.

V rekonstruovaných stanicích je také navrženo nové osvětlení pomocí závěsných líniových svítidel. Příčný tvar svítidla je oválný a umožňuje vystrojení kabely elektroinstalace osvětlení. Informační systém metra je nového typu a je převážně nesvětelný s reflexními tabulemi.

Součástí rekonstrukce jsou ještě další stavební práce, jako napí:

- protikorozní, případně protipožární ochrana ocelových konstrukcí cementovými omítkami (nosníky nástupiště, metalizolace pilířů atd.),
 - rekonstrukce místností dozorců stanic a přepravního manipulanta,
 - rekonstrukce vodovodu a suchovodu,
 - zesílení podpěr nástupiště,
 - úpravy krytů a poklopů na nástupišti,
 - provedení bezpečnostních pásů se zdrsněným povrchem,
 - výměna zontů v elektrické stanici v technologickém tunelu,
 - rekonstrukce technických prostor metra (šatny, soc. zařízení, kuchyňky atd.),
 - rekonstrukce veřejných prostor vestibulů a podchodů,
 - rekonstrukce kamenného obložení pevných schodišť,
 - provedení nové obchodní vybavenosti v podchodech atd.
- V rámci rekonstrukce stanic se také provádějí úpravy technologických zařízení. Jedná se zejména o:
- silnoproudá zařízení (kabely, rozvaděče, úpravy v elektr. stanici v technologickém tunelu atd.),
 - slaboproudá zařízení (telefony, ozvučení, EPS, antén VKV, zařízení PTV, AOC atd.),
 - automatický systém dálkového řízení technologických zařízení,
 - vzduchotechniku.

SANACE TEČÍ TUNELOVÉHO OSTĚNÍ

Z popisu starého stavu ražených stanic je zřejmé, že velká část zjištěných



Obr. 6
Průsaky v obkladech stanice
Leaks in the station facings

sages. This suspended ceiling is removable, and it allows access to the drainage ducts above the cross passages.

The cladding is installed by a drylining method. It is possible to use the original marble tiles, after their trimming (reduction of the size, new grooves), with a partial addition of new tiles. The size reduction is made possible thanks to the new granite sub-base at the platform area, to which the newly designed crash-barriers made from stainless steel pipes are anchored.

A new lighting by suspended line lighting fixtures has been designed for the refurbished stations. The cross section of the lighting fixture is oval. It makes installation of electrical cables for the lighting possible. The metro information system is of a new type, mostly with retro-reflecting message signs instead of the illuminated ones.

There are other items of work needed for the refurbishment, for example:

- anti-corrosion and fire protection of steel structures by cementitious plastering (platform beams, metal insulation of pillars etc.),
- refurbishment of rooms for platform supervisors and transport operators,
- refurbishment of water mains and dry risers,
- reinforcement of props under platforms
- adjustment of covers and gratings on platforms,
- provision of safety strips with roughened surface,
- replacement of the leak diversion system in the transformer/distribution station and in the technological tunnel,
- refurbishment of technical spaces in the metro (changing rooms, kitchens etc.),
- refurbishment of public circulation spaces in concourses and underpasses,
- refurbishment of stone cladding of firm staircases,
- building of new retail outlets at underpasses etc.

Improvement of the following technological equipment is also provided in the framework of the station refurbishment:

- heavy current facilities (cables, distribution boxes, the work in the transformer/distribution station in the technological tunnel etc.),
- weak current facilities (telephones, public address system, electrical fire-alarm, FM aerials, signaling etc.),
- automatic system of remote control of technological equipment,
- ventilation.

SEALING OF LEAKS IN THE TUNNEL LINING

It is obvious from the description of the previous condition of driven stations that a substantial portion of disclosed defects has been caused by seeping



Obr. 7
Průsaky v tunelovém ostění
Leaking joints of the tunnel lining

závad je způsobena právě prosakující vodou. Proto se při rekonstrukci věnuje velká pozornost právě sanacím tečí.

Od zahájení výstavby metra v 70. letech byla základní technologii převzatou z výstavby moskevského metra pro výstavbu tunelových staveb prstencová metoda využívající pro ostění dovážejících litinových nebo železobetonových tubinků. Toto skládané ostění se dříve stýčných a ložných spar bylo proti průsakům vody uzavíráno těsnícími injektážemi na bázi cementových malt. Finální úprava pak sestávala ze zalemování spar olověným v litinového ostění, či později u obou typů osinko cementovým provazcem s rozpínavým cementem.

V pražských hydrogeologických podmínkách jsou však uvedené konstrukce vystaveny enormním působením hlavně síranové agresivní vody (tlak podzemní vody 1-3,5 baru). Zatěsněné spáry se už při výstavbě ukázaly jako nejslabší články v těsnosti konstrukce. Vedle nedostatečnosti v pružnosti se projevovaly negativně i tolerance vyráběných dílců, ořezy po trhacích pracích a lidský faktor při čištění spar a následné výplně.

Provozní vlivy, hlavně dynamickými účinky od příjezdu vlaků, byly další příčinou, že v průběhu provozu docházelo k novým průsakům, někdy přímo ohrožujícím provoz. Už při zahájení výstavby nové trasy metra v 90. letech, kdy část trasy byla vybavena tradiční konstrukcí, byl v technickém rozvoji všech partnerů výstavby, zadán úkol odstranit nedostatek v těsnění konstrukce a tím zlepšit parametry vodotěsnosti.

Na rozestavěné trase IVB byl vybrán pro pokus úsek v délce 200 m enormě zvodnělý a stále napájený průsakem z koryta řeky Rokytky.

Pro hodnocení materiálu byla vedle schopnosti zamezení průsaků důležitým kritériem míra pružnosti, která by zabezpečila eliminovat vlivy dlouhodobého provozu. Z hodnocení na závěr experimentu vykazovaly nejlepší hodnoty materiály vyrobené na bázi polyuretanu a to jak výsledky zamezení vlastního průsaku, tak i jednoduchosti opravy konstrukce spáry v dobré cenové relaci.

Komisi složené z partnerů výstavby byl pro další činnost vybrán materiál švýcarské firmy Asmedia - Mediatan. Předností materiálů i technologie provádění byla vedle schopnosti vlastního zamezení průsaku vody do prostoru i koncová oprava spáry, které prokazuje dostatečnou pružnost a vysokou přídržnost k povrchu dílců. Materiál se ukázal vhodný, jak pro opravu litinového, tak i betonového ostění. Po získaných zkušenostech v sanacích na tunelech rozestavěné trasy IVB metra bylo rozhodnuto projektantem i investorem použít jej i na sanace provozovaných tras.

Výsledky hodnocení prokázaly, že dobré zkušenosti firmy Asmedia z 30. let vývojové práce se dají zhodnotit v pražských hydrogeologických poměrech, kde působily přímo revolučně. Tento systém využívající dvoustupňové zatěsnění získal hlavně u odběratelů dostatečnou důvěru.

Těsnící a vysoušecí injektáže hmotou Mediatan 701 byly sice srovnatelné s jinými polyuretanovými pryskyřicemi, ovšem funkčnost dvojnásobného nátěru Mediatanem 36-1 představovala originální stabilizaci zatěsnění s trvalou pružností, mechanickou odolností a hlavně vysokou přídržností.

V neposlední řadě nátěry zachovávají i estetická hlediska, hlavně v úsecích, kde nedochází k zakrytí podhledů či zontů.

Charakteristika materiálů:

Injektážní hmota Mediatan 701-I - jednosložková polyuretanová pryskyřice polymerující v přítomnosti vody. Reakci lze urychlit katalyzátorem. Hmota zastavuje proudící výrony vody v blízkosti aplikace ve sparách.

Penetrační nátěr Mediatan 701-I - také jednosložková polyuretanová pryskyřice, její složení je upraveno k natírání na předem očištěné a od proudící vody zbažené plochy. Vysušuje očištěný povrch a vytváří podklad pro finální nátěr.

Stěrka Mediatan 36-I (event. 360) - dvousložková polyuretanová pryskyřice vykazující po ukončení polymerizace vysokou odolnost proti poškození, velkou i trvalou pružnost pro překlenutí dodatečně vzniklých trhlin (do 1,2 mm). Nanáší se ve dvou vrstvách.

Středisko speciálních prací a.s. Metrostav - divize 5 - aplikuje systém podle zásad:

- povrch homogenní, čistý, odmaštěný, injektážemi Mediatan 701-I a vysoušecími soupravami vysušený
- nanesení nátěru Mediatan 701-T jako podkladní první vrstvy štětcem či válečkem
- dvousložkový Mediatan 36-1 nanášený postupně ve dvou barevně odlišených vrstvách vytvoří závěrečnou izolační vrstvu. Přídržnost k podkladu 2,5-3 MPa.
- Systém Mediatan byl uplatněn v předcházejících letech při dotěšňování tunelů pražského metra a to jak v konstrukcích s litinovou či železobetonovou obězdívkou, ale i při těsnění dilatačních dílů betonových konstrukcí vestibulů či podzemních stanic. Práce byly prováděny, jak většího za přerušení provozu, tak i v době několika hodinových nočních výluk, což právě tento systém umožňuje.

Při realizaci zatěsnění průsaků na stanici Náměstí míru byl v eskalátorovém tunelu po předchozím vyzkoušení na částech traťových tunelech použit také český výrobek vyrobený na bázi polyuretanu pod obchodními názvy PU-polyuretanová impregnace, PU-polyuretanová injektáž a PU-polyuretanová stěrka - Chemex.

Certifikované výrobky dovážejících i tuzemských polyuretanových pryskyřic a dnes už mnohaleté zkušenosti pracovníků dávají ty nejlepší předpoklady pro úspěšné sanace všech dnes už více než 20 let provozovaných stanic pražského metra.

water. For that reason a lot of attention has been paid to sealing of the leaks.

Since commencement of the Metro construction in the seventies, the ring method taken over from the construction of the Moscow Metro, using imported cast iron or reinforced concrete segments, became the basic tunneling technique. This segmental lining with its network of head joints and bed joints was sealed by injecting of cementitious grouts. The final treatment comprised caulking of the joints in the cast iron lining with a lead rope or, later on, caulking of the joints in both types of the lining with asbestos rope saturated with expansive cement.

Although, in the Prague hydrogeological conditions, the above mentioned structures are exposed to enormous effects of mostly sulphate, corrosive water (ground water pressure of 1 - 3.5 bar). Sealed joints showed the weakest element of the structure sealing system as early as in the course of the construction works. Apart from an insufficient elasticity, the segments production tolerances, shocks during blasting, and the human factor on clearing of the joints and their filling affected negatively the quality of the sealing.

Operational effects, the dynamical effects of passing trains, were another reason why new leaks appeared during the operation, sometimes even endangering the operation proper. The technical development departments of all parties of the contract were ordered to remedy the shortcomings of the sealing, thus to improve the water-tightness parameters, as early as on the commencement of the works.

A trial section 200 m long was selected on the line IV.B, which was just under construction. This section was driven in water-bearing ground conditions, with permanent water influx from the Rokytky river bed.

Apart from the ability to prevent the leaks, the degree of elasticity which would ensure elimination of the effects of the long-term operation was an important criterion for the choice of the sealant. The results of the experiment showed that polyurethane based materials provided the best sealing of the leaks proper, with a simple way of repair of the joint structure, and at a good price relation.

The commission consisting of the contractual parties selected a material manufactured by Asmedia - Mediatan, a Swiss company, for the further utilization. The virtue of its materials and of the technique of application was, apart from the ability to stop the leakage into the tunnel space, the final repair of the joint, which fact proves a sufficient elasticity and high adhesion to the surface of segments. The material turned out suitable for repair of both cast iron and concrete lining. After the experience gained on rehabilitation work in the tunnels of the metro line IV.B having been under construction, the designer and the owner decided on utilization of this material for rehabilitation of the lines which had already been operated.

Results of the assessment proved that Asmedia's positive experience, gained during thirty years of development work, can be taken advantage of in Prague's hydrogeological conditions. The effects were just revolutionary. The system of sealing in two steps won a sufficient trust, among clients above all.

Sealing and drying injections of the Mediatan 701 were comparable with other polyurethane resins, but the functionality of the Mediatan 36-1 double paint featured an original stabilization of the sealing, with permanent elasticity, mechanical resistance, and, above all, high adhesion.

Particularly, the paints even comply with the aesthetic requirements, which fact is the most important in the sections where the joints are not covered by false ceilings.

The materials characteristics:

The Mediatan 701-I injection material - a single-component polyurethane resin, polymerizing on contact with water. The reaction can be accelerated by a catalyst. The material stops running springs in the vicinity of the application in the joints.

The Mediatan 701-I penetration coating is also a single-component polyurethane resin. Its composition is adjusted for application on in advance cleaned and running- water-free surfaces. It makes the cleaned surface dry, and creates a base for the final coat.

The Mediatan 36-I (or 360) trowel-grade compound is a double-component polyurethane resin presenting, after curing, a high resistance against damage, high and permanent elasticity, which copes with subsequently originating cracks (up to 1.2 mm). It is applied in two layers.

The Specialized Works Center of Metrostav a.s. joint stock company's Division 5 keeps the following rules of application:

- the treated surface must be dry, clean, degreased, dried up by Mediatan 701-I injections and by drying sets
- application of the Mediatan 701-T coat as a primer is done with a brush or a roller
- the double-component Mediatan 36-1, applied in two layers in differing colors, creates a final insulation layer. Adhesion to the base is of 2.5 - 3 MPa.
- The Mediatan system was utilized in the past years for additional sealing of tunnels of the Prague Metro lined both by cast iron and reinforced concrete segments. Although, it was also used for sealing of expansion joints of the cast-in-situ concrete structures of concourses or underground stations. Suspension of the metro operation was needed for a larger scope cases of the work, while the other work was done in a couple of hours-long night closures of track, which way is made possible by this technique.

A Czech polyurethane based product manufactured under trade names PU-polyurethane impregnation, PU-polyurethane injection, PU polyurethane trowel-grade compound - Chemex was also used, after a trial use on parts of track tunnels, for sealing of leaks in the Náměstí Miru station.

The certified products, i.e. the imported and domestic polyurethane resins, combined with the many years' experience of the workers, provide the best qualification for a successful rehabilitation of the Prague's Metro stations, which have been in service for over 20 years now.

TUNEL P3 NA TAG MOTORWAY, TURECKO VLIV INVESTORA NA REALIZACI A KVALITU TUNELÁŘSKÝCH STAVEB

TUNNEL P3 ON TAG MOTORWAY, TURKEY IMPORTANCE OF CLIENT'S DECISIONS FOR THE QUALITY OF TUNNELLING PROJECTS

ING. MARTIN SRB, D2 CONSULT PRAGUE, S. R. O.

Autor článku je vedoucím projektantem Tunelů P3 a P4 na TAG Motorway realizovaných v letech 1990 - 1999. O projektu bylo informováno např. v T&T Middle East Issue, Spring 1994.

ZÁKLADNÍ ÚDAJE O ROZVOJI DÁLNIČNÍ SÍTĚ V TURECKU A O TUNELECH NA TAG MOTORWAY

Koncem osmdesátých let byl v Turecku přijat ambiciózní program výstavby dálnic, počítající s výstavbou 2000 km dálnic do roku 2000. Jeho hlavním cílem byla transitní dálnice spojující hospodářsky nejvýznamější město Istanbul s hlavním městem Ankarou a pokračující dále na jih přes město Adana a od něj na východ podél Syrských hranic k Iráku a Íránu. Tato dálnice je součástí T.E.M.

The author of this article is the chief designer of the P3 and P4 tunnels on TAG Motorway, realized within the years 1990 to 1999. Information about the project may be found e.g. in T&T Middle East Issue, Spring 1994.

The TAG Motorway in south-eastern Turkey has been planned for completion by the end of 1999. The most difficult part was the Mudlah Range crossing, including several twin 3-lane tunnels. In course of the project, the tunnel P3 had to be relocated to the opposite side of the valley, due to geometrical problems in the portal area. The process of the redesign, its final solution and its setbacks (shortcomings), as well as the importance of the Client's decision on the project quality is discussed by the tunnel designer.

BASIC DATA CONCERNING THE MOTORWAY NETWORK IN TURKEY AND TUNNELS ON THE TAG MOTORWAY.

To the end of eighties, there was accepted an ambitious programme for constructing motorways in Turkey, viz. 2000 km to the year 2000. The transition motorway connecting the economically most important town Istanbul to the Capital Ankara, and going on further to the south through the town Adana and from there to the east along Syrian frontiers to Iraq and Iran was its main aim. Said motorway is a part of T.E.M. (Trans European Motorway) which should connect, in the future, Europe to countries of the Middle-East.

In the mostly mountainous Turkey, the motorway construction cannot avoid tunnel constructions, and the described tunnels take place on the TAG motorway (Tarsus - Adana - Gaziantep) between Adana and Gaziantep (Fig. 1). The Turkish Department of Public Works and its Management for Motorways in Ankara is the investor. The structure has been financed by the Turkish government.

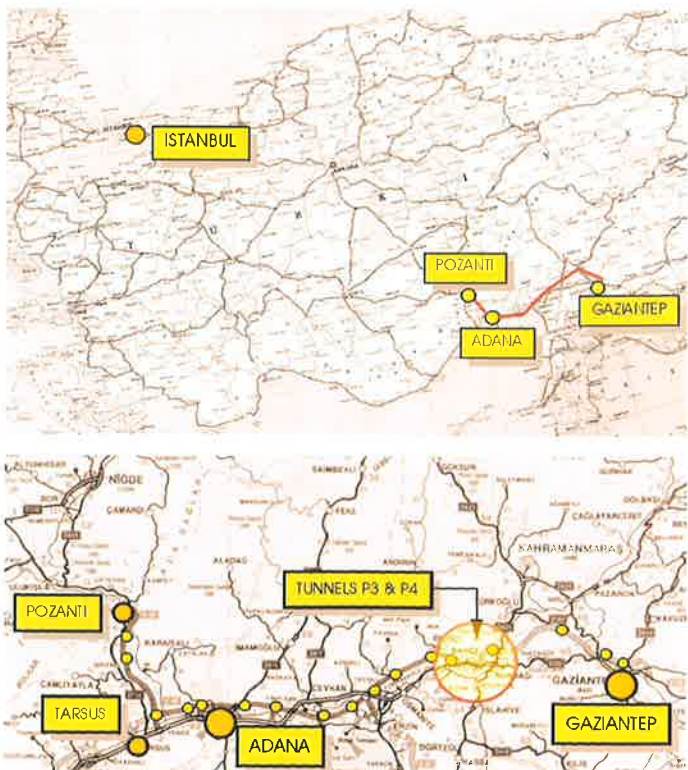
For the construction of motorways and motorway tunnels there were accepted uniform rules and criterions which determine the width arrangement of the motorway as 2 x 3 driving lanes in open sections and in tunnels too (fig. 2, 3, 4), regardless of eventual local differences. The strict observing of said requirements results, especially in tunnel sections, in high costs, in a long construction period and sometimes in a considerable endangering of the proper realization (e.g. tunnels Bolu on the motorway Istanbul - Ankara, see Felsbau 5/97).

The line TAG Motorway and open sections have been designed by the international firm T.Y.Lin, tunnel sections by the Austrian Joint Venture consisted of the firms: Geoconsult and Mayereder Consult (now D2 Consult). The Turkish-Italian partnership of the firms: Tekfen-Impresit J.V. is the General Contractor.

The designer of tunnels had the task to elaborate a realization design of four tunnels being about 400 m, 700 m, 800 m, and 1200 m long, including a detailed geological survey, construction documentation, technological one, and technical specifications. Direction lines and their elevations were predetermined, and the connection to the design of open motorway sections was just in the area of tunnel portals.

CONCEPTION OF THE PASSAGE LINE OF THE MUDLAH MOUNTAIN RIDGE.

The basic conception of the passage through the Mudlah mountain ridge, about 30 km wide, between the plain near Adana and the plain near Gaziantep,



Obr. 1
Mapa Turecka, okolí Adany a situace projektu
Map of Turkey, environs of Adana and the lay out of the design

(Trans European Motorway), která by měla v budoucnu spojit Evropu se zeměmi Středního východu.

V převážně hornatém Turecku se stavba dálnice nevyhne výstavbě tunelů a popisované tunely se nacházejí na části dálnice TAG (Tarsus-Adana-Gaziantep) mezi Adanou a Gaziantepem (obr. 1).

Investorem je turecké ministerstvo veřejných prací a jeho Ředitelství dálnic v Ankaře. Stavba je financována tureckou vládou.

Pro stavbu dálnic a dálničních tunelů byly přijaty jednotné zásady a kritéria, která určují šířkové uspořádání komunikace jako 2 x 3 jízdní pruhy na otevřených úsecích i v tunelech (obr. 2, 3, 4), bez ohledu na možné místní odlišnosti. Striktní dodržování těchto požadavků vede především v tunelových úsecích k vysokým nákladům, dlouhé době výstavby a někdy i k vážnému ohrožení samotné realizace (např. tunely Bolu na dálnici Istanbul - Ankara, viz. Felsbau 5/97).

Trasa TAG Motorway a otevřené úseky byly projektovány mezinárodní firmou T.Y.Lin, tunelové úseky rakouským Joint Venture složeným z firem Geoconsult a Mayereder Consult (dnes D2 Consult). Generálním dodavatelem je tureckolitské společenství firem Tekfen-Impresit J.V.

Projektant tunelů byl postaven před úkol vypracovat prováděcí projekt 4 tunelů o délkách cca 400 m, 700 m, 800 m a 1200 m včetně podrobného geologického průzkumu, stavební a technologické dokumentace a technických specifikací. Směrové a výškové vedení tunelů bylo dané a návaznost na projekt otevřených částí dálnice byla bezprostředně v oblasti portálů.

KONCEPCE TRASY PŘECHODU HORSKÉHO HŘEBENU MUDLAH

Základní koncepce přechodu cca 30 km širokého horského hřbetu Mudlah mezi rovinou v okolí Adany a rovinou v okolí Gaziantepu je pozvolné stoupání trasy (max. 4%) podél stávající silnice E24 a řeky Horu se třemi krátkými tunely (< 1000 m) a 1200 m dlouhým vrcholovým tunelem P4, podcházejícím cca 1000 m.n.m. položený pas stávající silnice E24 o pouhých 100 m níže a následným pozvolným klesáním na východní straně hřbetu.

Koncepce hlubšího vrcholového tunelu (o délce 5 - 10 km), který by mohl kopírovat trasu železničního tunelu, postaveného začátkem století, byla odmítnuta před vstupem tunelářského konzultanta (projektanta) z důvodů rizika provádění a včasného dokončení, dále vysokých provozních nákladů (především na větrání) a nedostatku zkušeností se stavbou a provozem dlouhých silničních tunelů.

VÝVOJ PROJEKTU TUNELŮ, ZMĚNA TRASY TUNELU P3

Dle zadání investora byl vypracován prováděcí projekt stavební části tunelů P1 - P4 na dané trase a zároveň byly vzneseny připomínky, založené na výsled-

cosists of a gentle up-slope of the line (max. 4 %) along the existing road E 24 and the river Horu, with three short tunnels (more than 1000 m), and of the 1200 m long summit tunnel P4, passing under the existing line of the road E 24, lying 1000 m over the sea level, only in a 100 m depth, with a gentle down-slope at the eastern side of the mountain ridge.

A conception of a deeper summit tunnel (of the length of five to ten kilometers) which would copy the line of the railway tunnel built at the beginning of the century, was rejected before the tunnelling consultant (designer) was invited to cooperation, viz. due to the risk of the realization and completion in time, as well as due to high operational costs (particularly for ventilation) and a lack of experience concerning the construction and operation of long road tunnels.

DEVELOPMENT OF TUNNEL DESIGNS, THE CHANGE OF THE TUNNEL LINE P3

According to the investor's order, the realization design of the construction section concerning the tunnels P1 to P4 on said line was elaborated, and simultaneously there were made objections based on results of the detailed geological survey, as to the place of the P3 Kizlac tunnel, the western portal of which and the cut off in front of the portal was situated in an active landslide area being 20 to 30 m thick and 200 m long (within the competence of the motorway designer). More over, the line in front of the western portal passed just through the centre of the Kizlac village, and the tunnel situated in the northern part of the Horu river valley required two bridges over the valley, because the remaining part of the line took place in the southern part of the valley.

With respect to the tunnel designer's objections, the investor decided to perform an additional geological survey in the southern part of the valley and to elaborate studies concerning an alternative line in this part (Fig. 5). The tunnel designer presented several alternatives concerning comparisons of quantity of works, of cost estimates and an analysis of risks. As the fundamental technical problem there was identified the passage under active landslide zones, determination of their depths and the situation of the line in a sufficiently stable rock mass. The motorway designer presented its own variant of two shorter tunnels, and the investor, after long negotiations, decided for a compromising solution to be carried out, which proposed the construction of two tunnels (P3A and P3B), being 1200 m and 1600 m long, under the southern side of the valley, separated one from the other by means of a 100 m long open cut made in a transversal valley (Fig. 6).

Said open cut, called for working purposes as the "Open Box Cut", would enable a natural ventilation of opposite both tunnel portals (savings of power for ventilation), would keep a uniform cross section of all tunnels, would keep a uniform



Obr. 2
Foto dokončené dálnice
Photo of the completed motorway

cích podrobného geologického průzkumu, k umístění tunelu P3 Kizlac, jehož západní portál a předportálový zářez zasahoval do aktivního sesuvného území o mocnosti 20 - 30 m v délce 200 m (v kompetenci projektanta dálnice). Kromě toho trasa před západním portálem probíhala přesně přes střed vesnice Kizlac a tunel položený na severní straně údolí řeky Horu vyžadoval dvě přemostění údolí, neboť zbytek trasy se nacházel na jižní straně údolí.

Na základě připomínek projektanta tunelů se investor rozhodl provést dodatečný geologický průzkum na jižní straně údolí a vypracovat studie alternativního vedení trasy na této straně (obr. 5). Projektant tunelů předložil několik alternativ zahrnujících srovnání objemů prací, odhady nákladů a rizikovou analýzu. Jako zásadní technický problém bylo identifikováno podcházení aktivních sesuvných zón, určení jejich hloubek a vedení trasy v dostatečně stabilním horninovém masivu. Projektant dálnice předložil svoji vlastní variantu dvou kratších tunelů a investor se po zdoluhavých jednáních rozhodl pro kompromisní řešení, které uvažovalo stavbu dvou tunelů (P3A a P3B) o délkách 1200 m a 1600 m, pod jižní stranou údolí, oddělených od sebe zářezem o délce 100 m u měřle vybudovaným v příčném údolí (obr. 6).

Tento zářez, nazývaný pracovní "Open Box Cut" by umožňoval přirozené odvětrání protilehlých portálů obou tunelů (úspora energie za větrání), zachování jednotného příčného řezu všech tunelů, zachování jednotného systému podélného větrání a omezení délky tunelu na míru přijatelnou (psychologicky) pro investora. Technicky tento zářez o velikosti 100 x 300 m, vybudovaný v příčném údolí, znamenal cca 600.000 m³ výrubu převážně skalního materiálu (křemičité pískovce a siltovce), přes 3.000 ks předpjatých trvalých kotev zajišťujících téměř svislé (1H:5V) svahy o max. výšce 70 m v seismicky aktivní oblasti a obtížné převedení malé říčky protékající údolím.

Po vypracování prováděcího projektu, ze kterého byla zřejmá technická obtížnost provádění, stejně jako časová i finanční náročnost, investor uznal nevhodnost tohoto řešení a vyslovil souhlas s realizací dlouhého tunelu (2.800 m), vzniklého spojením tunelů P3A a P3B. V té době už ražby z obou vnějších portálů tunelů P3A a P3B pokročily tak daleko, že nebylo možné měnit ani trasu, ani příčný řez tunelů, pro které bylo nyní nutné zajistit dostatečné větrání při dvojnásobné délce.

TECHNICKÉ ŘEŠENÍ NOVÉHO TUNELU P3

Vynuceným řešením je zachování podélného ventilačního systému, rozděleného v místě původně plánovaného zářezu, kde pomocí větrací šachty (pro jižní tunelovou rouru) a větracího tunelu (pro severní tunelovou rouru) je odsáván znečištěný a nasáván čerstvý vzduch. Větrací tunel byl dále využit jako přístupový tunel pro zahájení protiražeb obou tunelů (P3A a P3B). Profily tunelů jsou v místech napojení na větrací tunel, resp. větrací šachtu zvětšeny na cca 200 m² a z/do prostoru nad vybudovaným mezistropem je vzduch vhaňen/odsáván

system of longitudinal ventilation and limit the tunnel length to a dimension acceptable (psychologically) for the investor. As to the technical point of view, said open cut of dimensions 100 x 300 m, made in the transverse valley, represented about 600 000 cub.m of mined material mostly rocky one (siliceous sandstones and silts), over 3 000 pieces of prestressed permanent anchors securing nearly vertical slopes (1H: 5V) max. 70 m high, in a seismically active area, and a difficult relocation of the small river running through the valley.

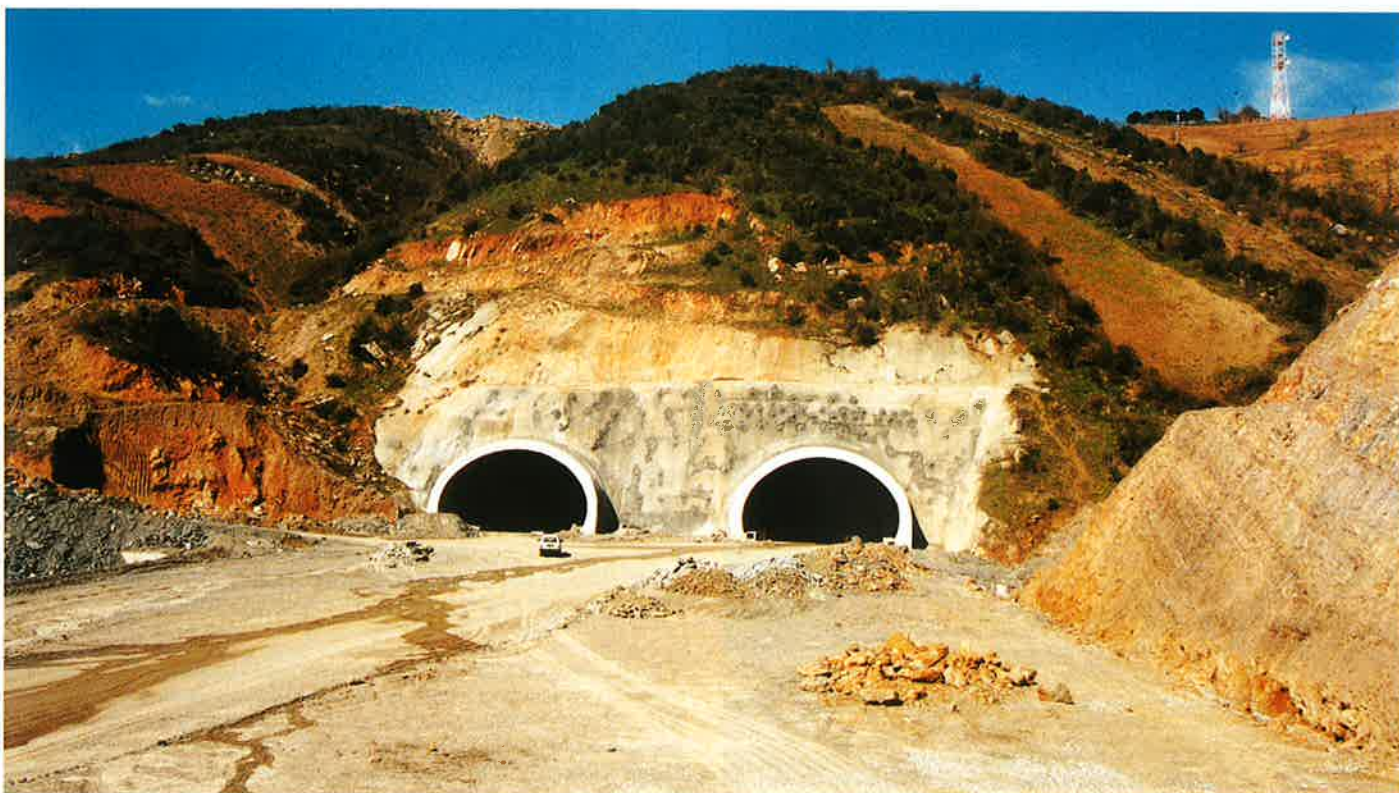
The realization design, from which both technical realization difficulties and its exacting and financial character were evident, having been elaborated, the investor admitted this solution as inconvenient and approved the realization of the long tunnel (2 800 m), arisen by connecting the tunnels P3A and P3B. At that time works in both outside tunnels P3A and P3B went on in such extent that it was impossible to change neither the line nor the cross section of the tunnels for which it was now necessary to ensure a sufficient ventilation in the length being twice so long.

TECHNICAL SOLUTION OF THE NEW TUNNEL P3

The enforced solution resides in keeping the longitudinal ventilation system, divided in the place of the originally planned open cut, where, by means of a ventilation shaft (for the southern tunnel tube) and of a ventilation tunnel (for the northern tunnel tube), polluted air is exhausted and fresh air is sucked. The ventilation tunnel was also applied as an access tunnel for starting counter driving of both tunnels (P3A and P3B). The tunnel profiles are enlarged in places designed for connection to the ventilation tunnels, eventually to the ventilation shaft, to about 200 square meters, and air is exhausted/sucked out of and to the space over the made intermediate ceiling (Fig. 7). On the ground over the shaft and at the portal of the ventilation tunnel there are designed ventilation units provided with longitudinal reverse fans, having their diameters equal to 8 m, ev. 7 m (!), and with respective exhaust rooms and suction ones. Total maximum power consumption of the ventilation system of the Tunnel P3 is 7 MW.

COMPARISON OF THE REALIZED TUNNEL WITH ORIGINAL INTENTIONS OF THE INVESTOR AND DESIGNER.

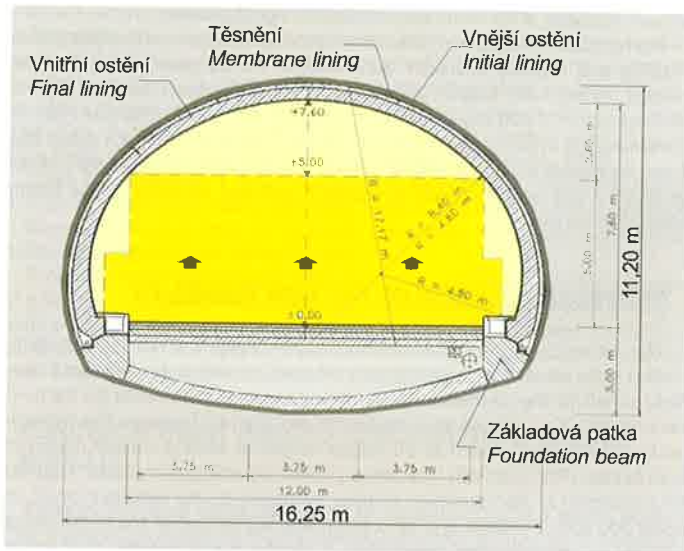
The designed and today nearly completed solution (the last driving-through in July 1998) of the tunnel P3 has some defects arisen before and during the preparation and realization of the design. A considerable portion of the troubles was caused by the investor, particularly by determining requirements which were not



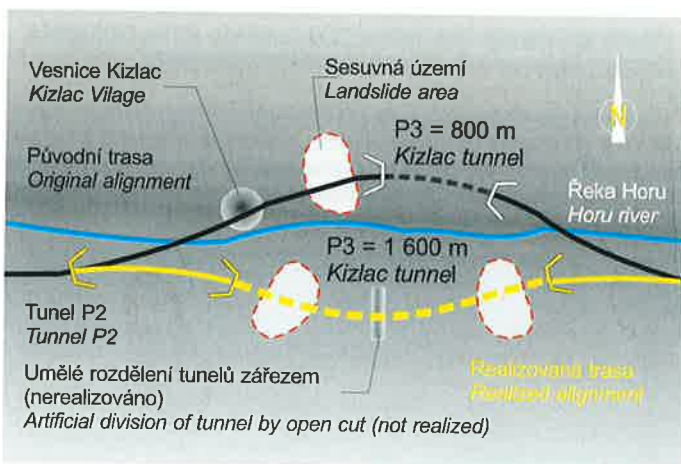
Obr. 3
Pohled na portály tunelu P4, v pozadí vrchol hřebenu
View to portals of the Tunnel P4, the top of the mountain ridge forms the background.

(obr. 7). Na povrchu nad šachtou a u portálu větracího tunelu jsou navrženy ventilátorovny s podélnými reverzními ventilátory o průměru 8 m resp. 7 m (!) a příslušnými výdechovými a nádechovými objekty. Celková max. spotřeba ventiláčného systému Tunelu P3 je 7 MW.

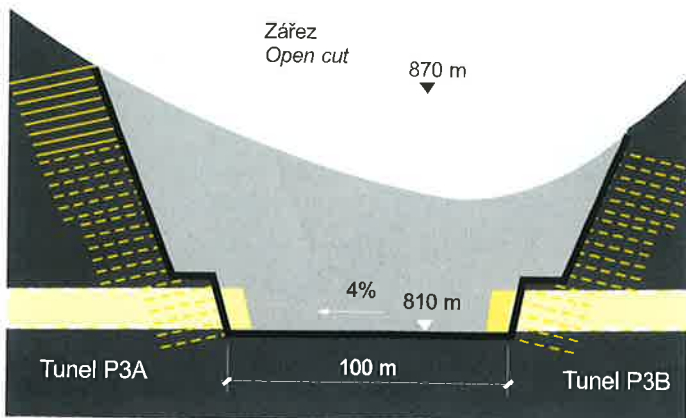
based technically and economically and which were changed in the course of the design realization. I shall try to show the original investor's requirements and their reasoning, ideas and proposals of the designer and at last properties of the realized structure.



Obr. 4
Typický příčný řez tunelu
Standard cross section for the tunnels with 3 lanes



Obr. 5
Schéma nové trasy tunelu P3
Diagram of the new line of the tunnel P3



Obr. 6
Schéma otevřeného zářezu
Diagram of the open cut

REQUIREMENTS OF THE INVESTOR (at the beginning of the project)	PROPOSALS OF THE DESIGNER (at the beginning of the project)	THE REALIZED SOLUTION
1. short tunnels, max. length: 1,500 m (to decrease risks for missing the building period, the safety in the tunnel, a uniform ventilation system, psychological obstacles)	1. a longer tunnel as deep as possible under known and eventual landslide areas, i.e. as far as possible from the valley, and the corresponding length (to decrease tunnelling risks, to diminish problems concerning the passage through landslide areas by means of an open line)	1. the relatively long tunnel (2 800 m) in the line designed for two shorter tunnels divided by means of an artificial open cut (two caved grounds in the tunnel P3A caused by a sudden worsening of geological conditions near landslide areas proved that the proposal of the designer to situate the tunnel deeper into the mountain were correct)
2. dividing of tunnels by an artificial cut off for ventilation	2. to cancel the open cut for ventilation, one longer tunnel instead of two ones in a line more safe from the tunnelling point of view	2. the realization of the open cut was withdrawn, after the realization documentation had been elaborated
3. a uniform cross section profile (advantages during the realization, economical points of view)	3. a cross section more corresponding with ventilation requirements (the ventilation system derived from the optimum relation of building costs and operational ones)	3. the already driven cross profile was kept in the most part of the tunnel length, in the spot of exhausting there are atypical profiles + the ventilation tunnel and shaft (adaptations for ventilation very exacting from the building point of view and from the operational one as well)
4. economical operation (of ventilation)	4. comparison of ventilation costs for various sizes of an open and without an open cut with one joined tunnel (no comparison with an other ventilation system, e.x. cross one)	4. maximum power consumption for ventilation amounts to 7 MW

When analyzing the problem in details, it is evident that the resulting solution, arisen by a gradual development of the design, and changes of the order, combined drawbacks of both conceptions. The long tunnel does not utilize the possibility of a better line, because its realization was decided only in the course of construction. The same reasons caused that the cross section could not be also changed, and the applied ventilation system (divided longitudinal ventilation) represents only an auxiliary solution arisen in time when a considerable part of the tunnel had been constructed.

A compromise line and solution, caused by conception decisions of the investor, were the cause of problems in the course of construction and as well as the cause of the construction delay. The price for the realized auxiliary ventilation system shall be paid by users of the motorway, (eventually by taxpayers) during the whole service life of the motorway.

THE INVESTOR'S INFLUENCE TO THE RESULTING QUALITY OF THE TUNNELLING WORK.

It is an optimistic finding out that the up-to-date tunnelling methods are able to solve not only problems formed by the nature, but also such ones which were done by building engineers, let it be on the part of designers, contractors, or in this case on the part of the investor. The price for such problems is, of course, not low in this branch, where so far prevail state financial means, and they must be paid by taxpayers. It depends above all on investors, that they may try to utilize public financial means more for removing impediments caused by nature, and less for overcoming problems caused by an incorrect work of engineering workers. It is a difficult task, because there are many influences and interests in

SROVNÁNÍ REALIZOVANÉHO TUNELU S PŮVODNÍMI ZÁMĚRY INVESTORA A PROJEKTANTA

Navržené a dnes již téměř provedené řešení (poslední prorážka v červenci 1998) tunelu P3 je zatíženo vadami, které vznikly před a v průběhu přípravy a realizace projektu. Podstatnou měrou k nim přispěl investor, především formulováním technicky i ekonomicky nepodložených požadavků, které se měnily v průběhu projektu. Pokusím se demonstrovat počáteční požadavky investora a jejich odůvodnění, představy a návrhy projektanta a konečné vlastnosti realizovaného díla.

POŽADAVKY INVESTORA (na počátku projektu)	NÁVRHY PROJEKTANTA (na počátku projektu)	REALIZOVANÉ ŘEŠENÍ
krátké tunely, maximální délka do 1.500 m (snížení rizik nedodržení termínů, bezpečnost v tunelu, jednotný systém větrání, psychologické zábrany)	delší tunel co nejhlouběji pod známými i potenciálními sesuvnými oblastmi, t.j. co nejdále od údolí a tomu odpovídající délka (snížení tunelářských rizik, zmenšení problémů přechodu sesuvných oblastí otevřenou trasou)	relativně dlouhý tunel (2.800 m) v trase navržené pro 2 kratší tunely rozdělené umělým zářezem (2 závaly v tunelu P3A způsobené náhlým zhoršením geologických podmínek v blízkosti sesuvných oblastí potvrdily správnost snahy projektanta o posunutí tunelu hlouběji do hory)
rozdělení tunelů umělým zářezem pro větrání	zrušení zářezu pro větrání, jeden delší tunel místo dvou v tunelářsky bezpečnější trase	po vypracování prováděcí dokumentace zářezu od realizace upuštěno
jednotný příčný profil (výhody při provádění, ekonomika)	příčný profil odpovídající požadavkům na větrání (systém větrání odvozen z optimálního poměru stavebních a provozních nákladů)	již ražený příčný profil zachován ve většině délky, v místě odvětrání atypické profily + větrací tunel a šachta (velmi náročné úpravy pro větrání - stavebně i provozně)
levný provoz (větrání)	srovnávány náklady na větrání pro různé velikosti zářezu a bez zářezu se spojeným tunelem (nesrovnáváno s jiným systémem větrání, např. příčným)	max. spotřeba energie na větrání 7MW

Při podrobném pohledu na problém je zřejmé, že výsledné řešení, vzniklé postupným vývojem projektu a změnami zadání, v sobě spojuje nevýhody obou koncepcí. Dlouhý tunel nevyužívá možnosti lepší trasy, protože o jeho realizaci se rozhodlo až v procesu výstavby. Ze stejných důvodů nemohl být změněn ani příčný profil a použitý ventilační systém (rozdělené podélné větrání) je nouzovým řešením vzniklým v době, kdy už velká část tunelu byla postavena.

Kompromisní trasa a řešení, způsobené koncepčními rozhodnutími investora, byly příčinou problémů během výstavby a zdržení stavby. Cenu za nouzové realizovaný větrací systém budou platit uživatelé placené dálnice (případně daňoví poplatníci) po celou dobu její životnosti.

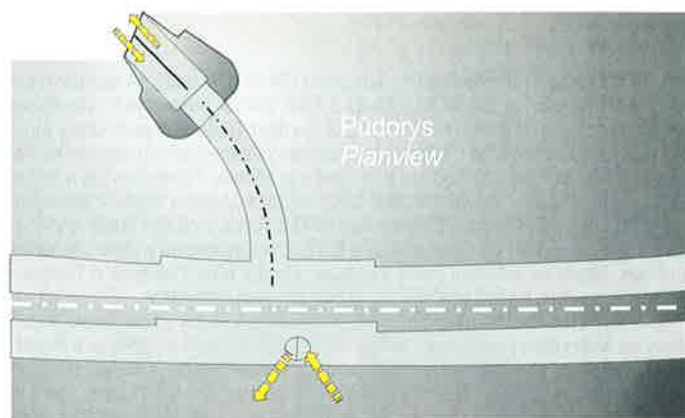
VLIV INVESTORA NA VÝSLEDNOU KVALITU TUNELÁŘSKÉHO DÍLA

Optimistickým zjištěním je fakt, že moderní tunelářství je často schopno řešit nejen problémy stavěné před něj samotnou přírodou, ale i ty, které si jako stavební inženýři, ať už na straně projektantské, dodavatelské, nebo v tomto případě investorské přiděláváme sami. Cena za to není ovšem malá a v odvětví, ve kterém zatím převažují investice státní, je placena daňovými poplatníky. Je především na investorech, aby se snažili svěřené veřejné prostředky využívat více na zdolávání nástrah, které nám připravila příroda, a méně na překonávání problémů, které jsou způsobeny nesprávným inženýrským přístupem. Úkol je to těžký už tím, že množství vlivů a zájmů při realizaci náročných tunelářských staveb je velké a často vlastní technické řešení a jeho ekonomická náročnost nejsou považovány za prvořadý problém.

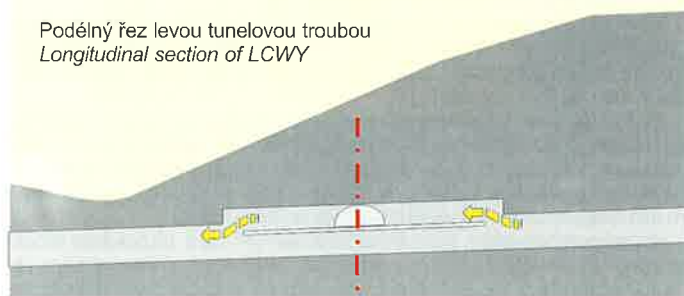
Na závěr si dovoluji vyslovit názor, že celkovou úroveň tunelářského díla, jeho vhodnost, přiměřenost a efektivnost ovlivňuje především investor. Jeho kompetentnost je nutnou podmínkou kvalitního řešení a nemůže být nahrazena ani projektantem, ani dodavatelem. Sebelepší technická řešení detailů provádění, o kterých v případě tunelů TAG Motorway v tomto článku nezmiňuji, nemohou odstranit koncepční nedostatky, mohou pouze pomoci stavební dílo realizovat, bohužel vždy za vynaložení neúměrných prostředků.

the course of realization of exacting tunnelling structures, and often the proper technical solution and its economically exacting character are not considered as the first-rate problem.

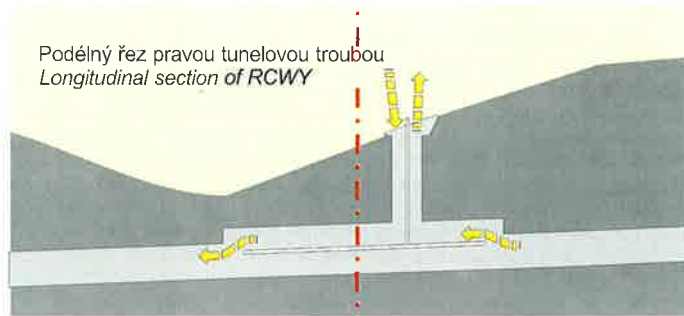
At the end, allow me, please, to express my opinion, that the total level of the tunnelling work, its suitability, reasonability and effectiveness is influenced above all by the investor. Its qualification is a necessary precondition of a quality solution and it cannot be replaced neither by the designer nor by the contractor. The best technical solutions of realization details, which, as to the TAG Motorway tunnels, are not mentioned in this article as to tunnels, cannot remove conceptual drawbacks. They can only help to realize the construction work, but sorry to state, always disproportionate financial means must be spent unnecessarily.



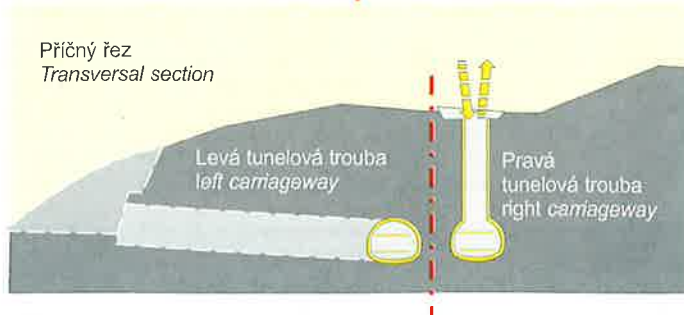
Podélný řez levou tunelovou troubou
Longitudinal section of LCWY



Podélný řez pravou tunelovou troubou
Longitudinal section of RCWY



Příčný řez
Transversal section



Obr. 7
Schéma ventilačního systému v tunelu P3
Diagram of the ventilation system of the tunnel P3

ZE SVĚTA PODZEMNÍCH STAVEB

WORLD OF UNDERGROUND CONSTRUCTIONS

POZNATKY Z EXKURZE NA STAVBU SILNIČNÍHO TUNELU POD OSLOFJORDEM U DRØBAKU.

V rámci světového tunelářského kongresu ITA/AITES, který se konal v hlavním městě Norska ve dnech 29.5.99 až 3.6.99, nabídli organizátoři jednodenní exkurzi na stavbu silničního tunelu pod Oslofjordem. Budovaný podmořský tunel se nachází asi 30 km jižně od Oslo a je součástí výstavby úseku rychlostní komunikace délky 26,5 km. Důvodů pro tuto stavbu je několik. Především jde o snížení dopravní zátěže v hlavním městě Oslo, protože stavbou dojde k propojení evropské silnice E 6, která leží na východ do Oslofjordu a přivádí dopravu z kontinentu přes Švédsko do Oslo, a silnice E 18, která pokračuje z Oslo západním směrem. Navíc se odstraní nízká kapacita přívozu přes Oslofjord u Drøbaku a otevřou se oblasti jižně od Oslo pro rozvoj průmyslu a bydlení.

Zmíněný 26,5 km dlouhý úsek zahrnuje 6 mostů a stejný počet tunelů (jejich délky od nejkratšího tunelu jsou: 380 m, 365 m, 605 m, 1575 m, 2645 m a nejdelší je právě tunel pod Oslofjordem s délkou 7 230 m). Obecně je stavba součástí snahy zlepšit dopravní podmínky na jižním a západním pobřeží Norska, které je velmi členité i hornaté a hluboko do vnitrozemí je narušeno fjordy. Plynulost dopravy nepřispívá množství trajektů a proto Norové budují pod fjordy tunely, které jsou často 100 i více metrů pod vodní hladinou.

Tunel pod Oslofjordem u městečka Drøbak má nejhlubší místo pod hladinou fjordu 130 m, klesání a stoupání je 7 procent. Bude vybaven třemi jízdními průhy po 3 m, celková sířka hotového díla v úrovni vozovky je 11,0 m. Teoretická plocha výrubu je 78 m² (viz obr. č. 1).

Podle průzkumu ražba probíhala v rulovém masivu s polohami amfiboilitu a postupně přešla do masivu žulového. Rozhraní mezi sedimenty ledovcového původu na dně fjordu a skalním podloží se stanovilo geofyzikálními metodami. Na základě poznatků z průzkumu se určila mocnost ochranného skalního masivu nad tunelem na 35 m a vedení trasy tunelu (viz. obr. č. 2).

Ražení probíhalo celým profilem, metodou drill and blast, při typickém záběru se vrtalo 120 vrtů délky 5 m, bylo použito cca 700 kg emulsní trhaviny a vyvezeno 400 m³ rubaniny. Pro zamezení přítoku vody do tunelu se prováděla cementová těsnící injektáž. Bezpečnost ražby se zajišťovala průzkumnými předvrty délky 30 m.

Jednoho dne, prakticky v nejhlubším místě, náhle z těchto předvrtů vytryskla voda pod tlakem 13 atmosfér. To znamenalo, že se narazilo na poruchu, která byla zcela propojena s vodou ve fjordu. Dalšími vrty se zjistilo, že jde o asi 15 m širokou poruchovou zónu vyplněnou propustným nesoudržným materiálem. Odbočením z hlavního tunelu se vyrazil obchvatný tunel (by-pass), aby se dopravně propojily obě čelby (viz. obr. č. 3). Příčný profil hlavního tunelu se zvětšil, provedly se vrty, do kterých se osadily trubky, v podzemí se vybudovala chladírenská stanice a po čtyři měsíce probíhá nyní zmrazování masivu tekutým dusíkem. Pak pod ochranou zmrazeného mezikruží bude provedena prorážka (ražený profil 130 m²) a vybudováno definitivní betonové ostění o síle stěny 1,0 až 1,2 m (viz. obr. č. 4). Do obchvatného tunelu (by-passu), který podchází vlastní silniční tunel, se následně nainstaluje čerpací stanice a nebude se tak razit původně plánovaný boční tunel pro její umístění.

V dalších částech tunelu probíhá budování definitivní obezdívky, kterou tvoří svorník, síť a stříkaný beton. Pak je na stříkaný beton připevněna hydroizolace z desek z napěněného polyetyleny, které současně vytvářejí i tepelnou protipožární izolaci chránící stříkaný beton definitivního ostění. Na desky připevněné pomocí hmoždinek se nainstaluje ocelová síť a provede se závěrečná vrstva stříkaného betonu jako vnitřní líc přístropí tunelu. Na bocích je líc definitivního ostění tvořen železobetonovými prefabrikáty připevněnými opět pomocí hmoždinek, polyetylenové pěnové desky jsou zataženy za tyto prefabrikáty pouze v jejich horní části (viz obr. č. 1).

Účastníci exkurze projeli tunelem autobusy, které se „protáhly“ i by-passem, a při zastávkách měli možnost si prohlédnout místo, kde je mrazící zařízení a provádí se zmrazování čelby. Druhá zastávka byla v místě budování definitivní obezdívky (viz obr. č. 5). Hlavním průvodcem a organizátorkou byla mladá paní inženýrka ze správy norských komunikací, které se sluší nejen poděkovat, ale popřát i mnoho štěstí, neboť účastníky provázela ve vysokém stadiu těhotenství. Exkurze byla jistě ukázkou vyspělosti i výkonnosti norského tunelářství.

KNOWLEDGE FROM THE FIELD TRIP TO THE ROAD TUNNEL UNDER OSLOFJORD NEAR DRØBAK

Within the World Tunnelling Congress ITA/AITES, which took place in the Norwegian capital from May 29, 1999, up to June 3, 1999, the organizers offered one day field trip to the construction site of a road tunnel under Osfjord. The constructed undersea tunnel is about 30 km south of Oslo and it is a part of the construction of the section of a highway, being 26.5 km long. There were several reasons for the said construction. In the first place, it is the aim to decrease the traffic density in the Capital Oslo, because this structure will interconnect the European highway E 6 which lies east of Oslofjord and leads the traffic from the continent through Sweden to Oslo, and the highway E 18 which continues from Oslo westward. More over, the said structure will complete the low capacity of the ferry over Oslofjord near Drøbak, and areas south of Oslo will be more accessible for developing industry and dwelling.

The mentioned length of 26.5 km, comprises 6 bridges and the same number of tunnels, the lengths of which are 380 m, 365 m, 605 m, 1 575 m, 2 645 m, and the longest one is just that one under Oslofjord being 7 230 m long. Generally, the construction is a part of the effort to improve transport conditions on the southern and western coast of Norway which is very broken and mountainous, and many fjords are going deep into inland. The smooth traffic is negatively affected by many ferries, and that is why Norwegians construct tunnels under fjords which are often situated 100 and more metres under the water level.

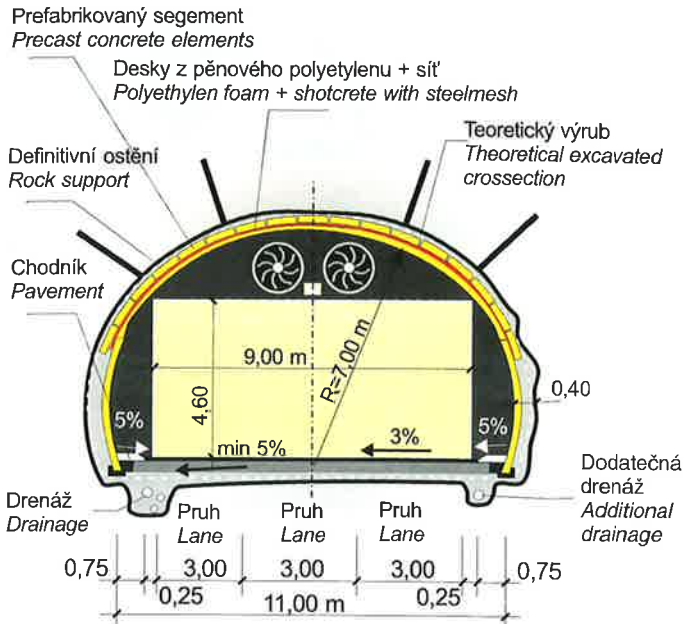
The tunnel under the Oslofjord near the town Drøbak has its deepest place 130 m under the water level of the fjord, its upgrades and downgrades are of 7 per cent. It will be provided with three lanes, each of them being 3 m wide. Total width of the completed work in the level of the roadway is 11 m. The theoretic excavation area is equal to 78 sq.m (see Fig. No. 1).

According to the survey, the excavation was made in a gneiss massif with some positions of amphybolite and gradually the massif became a granitic one. The interface between sediments of glacier origin on the fjord bottom and the bedrock was found out by means of geophysical methods. On the basis of knowledge gained during the survey, it was found out that the protective rock massif over the tunnel is 35 m thick (see Fig. No. 2), and the alignment of the tunnel was designed.

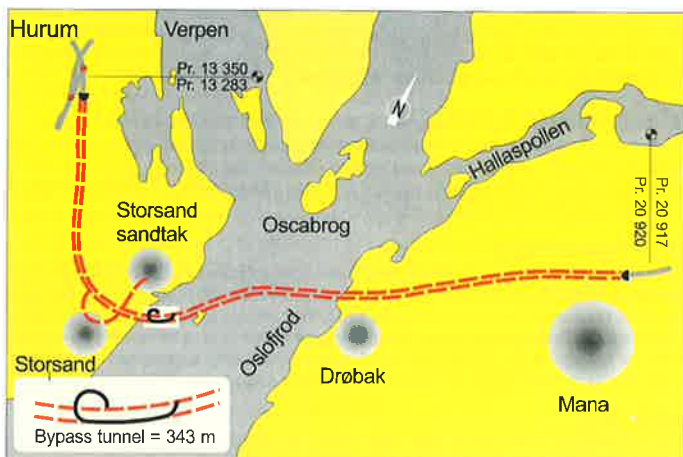
The excavation was carried out in the full profile by the drill and blast method. At a standard advance, 120 bores being 5 m long were bored, about 700 kg of an explosive emulsion was applied and 400 cub.m of muck were removed. To protect the tunnel against flowing water, a cementitious seal grouting was made. The safety of excavation was secured by means of 30 m long exploratory pre-bores.

One day, in fact in the deepest place, suddenly water spouted out from the said prebores under the overpressure of 13 atmospheres. It was evident that the bores reached a rock fault fully connected to water of the fjord. By carrying out further bores, it was found out that it concerns a fault zone, about 15 m wide, filled with a permeable cohesionless material. A by-pass tunnel was driven from the main tunnel, for the transport on both faces to be connected (see Figure No. 3). The cross section of the main tunnel was enlarged, bores, into which pipes were inserted, were made, a freezing station was built in the underground, and now the massif is being frozen for four months by means of liquid nitrogen. The breakthrough (excavated profile of 130 sq.m) was carried out under the protection of a frozen ring, and a final concrete lining of the wall thickness 1.0 to 1.2 m was made (see Fig. No. 4). A pumping station will be installed in the by-pass tunnel which undergoes the road tunnel proper, and that is why it is not necessary to drive an originally planned side tunnel for placing the said pumping station.

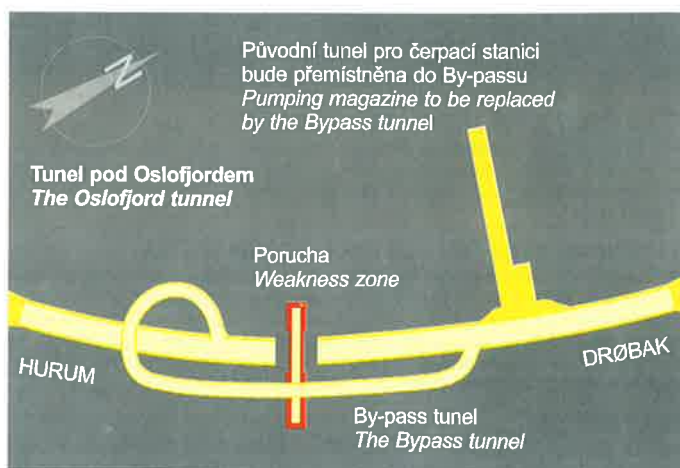
In further parts of the tunnel there continues the construction of the final lining



Obr. 1
Příčný řez - 3 pruhy, teoretická plocha 78 m²
Crosssection 3 lanes, theoretical crosssection 78 m²



Obr. 2
Situace tunelu pod Oslofjordem
Layout of the tunnel under Oslofjord

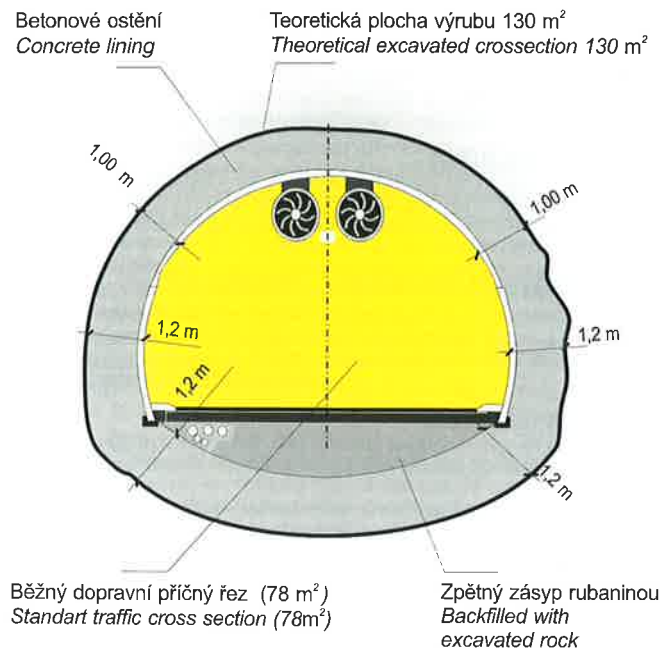


Obr. 3
Obchvatný tunel By-pass
By-pass tunnel near the fault zone

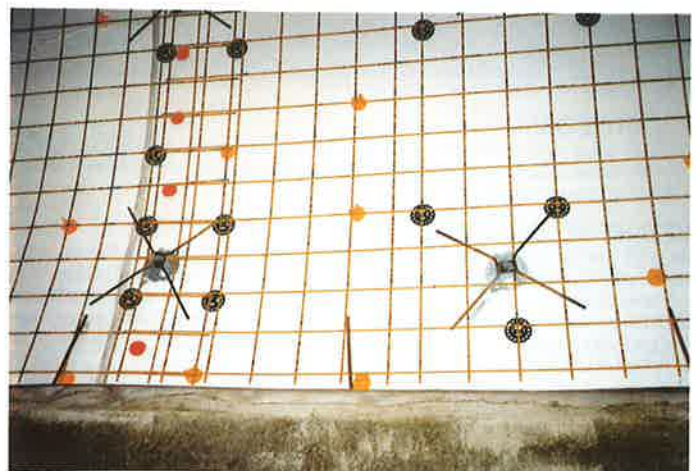
which consists of rock bolts, a welded mesh and shotcrete. On the shotcrete, hydroinsulation made of foamed polyethylene plates is fixed, which also form a thermal and fire insulation protecting shotcrete of the final lining. Onto plates fixed by means of dowels, there is installed a steel net, and the final layer of shotcrete is carried out as the internal face of the arch area. Prefabricated reinforced concrete elements, fixed also by dowels, form the final lining face on sides. The polyethylene foam plates are slid behind the said prefabricated elements only in their upper part (see Fig. No. 1).

Participants of the field trip passed through the tunnel in busses which passed even the by-pass tunnel, and during stops they had the occasion to see the place where the freezing equipment is installed and the freezing of the face is carried out. The second stop was in the place of the final lining (see Fig. No. 5).

A young lady, technician from the Norwegian Road Administration, was the guide and organizer of the excursion. It is necessary not only to thank her, but also to wish her good luck, because she accompanied the participants, being highly pregnant. This excursion was a show piece of the high maturity and efficiency of the Norwegian tunnelling.



Obr. 4
Betonové ostění ve zmracované zóně
Concrete lining in the frozen zone



Obr. 5
Přichycení sítě a desek z pěnového polyetylenu
Fixing of a mesh and plates made of foam polyethylene

ZPRÁVY Z TUNELÁŘSKÝCH KONFERENCÍ

NEWS FROM TUNNELLING CONFERENCES

SLAVNOSTNÍ SHROMÁŽDĚNÍ U PŘÍLEŽITOSTI
25. VÝROČÍ ZALOŽENÍ ITA/AITES - OSLO 1999

Mezinárodní tunelářská asociace si připomněla své 25. jubileum ve spojitosti se Světovým tunelářským kongresem '99, který pořádala Norská tunelářská společnost NFF v Oslo od 29. května do 2. června t.r. Slavnostního shromáždění ITA/AITES se zúčastnili reprezentanti, delegáti, pozorovatelé a členové pracovních skupin ze 40 z 47 členských zemí asociace.

PŘÍTOMNÉ ČLENSKÉ ZEMĚ

Jihoafrická republika, Alžírsko, Německo, Austrálie, Rakousko, Belgie, Brazílie, Bulharsko, Kanada, Čína, Kolumbie, Korea, Dánsko, Egypt, Španělsko, USA, Finsko, Francie, Řecko, Maďarsko, Indie, Island, Itálie, Japonsko, Lesotho, Mexico, Norsko, Nizozemsko, Polsko, Portugalsko, Rumunsko, Velká Británie, Rusko, Singapur, Slovinsko, Slovensko, Švédsko, Švýcarsko, Česká republika, Turecko.

NEZÚČASTNILY SE

Saudská Arábie, Irán, Marokoo, Nový Zéland, Thajsko, Ukrajina, Venezuela.

ČLENSKÁ ZÁKLADNA

Asociace zaregistrovala tři nové členské země (Irán, Singapur, Ukrajinu) a 27 nových přidružených členů (9 kolektivních a 18 individuálních). Tím vzrostly celkové počty i při odpočtu resignací na 47 národních a 271 přidružených členů (85 kolektivních a 186 individuálních).

SLOŽENÍ NOVÉHO VÝKONNÉHO VÝBORU (EC):

A. Haack Germany President until 2001, A.M. Muir Wood United Kingdom Honorary President, S. Pelizza Italy Past President until 2001, J.P. Godard France Vice President until 2001, J. Hess Czech Republic Vice President, until 2001 S. Kuwahara Japan Past Vice President until 2001, W. De Lathauwer Belgium Past Vice President until 2001, A. Assis Brazil until 2001, K. Sorbraten Norway until 2001 N. Bulycsev Russia until 2001 H. Parker USA until 2001, J. Mc Kelvey South Africa until 2001, F. Vuilleumier Switzerland until 2001, C. Berenguier Secretary General until 2001

PERIODIKA ITA/AITES:

TRIBUNE: Minulý rok vyšla 4 zaměřená na Rusko, USA, SRN a Norsko při průměrném nákladu kolem 3000. Dále vyšla dvě speciální čísla, jedno o ponořených tunelech a jedno k 25. výročí ITA/AITES.

TUST je vydáván již čtrnáctý rok. Třináctý ročník obsahuje 43 článků od autorů ze 17 zemí. Během shromáždění ITA/AITES v Oslo se sešla redakční rada, aby projednala vydavatelské plány do budoucna.

ITA/AITES NA INTERNETU

Od loňského roku má ITA/AITES vlastní internetovou stránku a e-mailovou adresu: <http://www.ita-aites.org>, e-mail: aites@imaginat.fr. Během 6 měsíců stránka zaznamenala na 60 000 úspěšných vstupů z 65 zemí. Připravuje se forum pro pracovní skupiny (WG) a brzy bude instalován přehled stránek členských zemí.

„OPEN SESSION“ BĚHEM KONGRESU

byla věnována tématu „Tunelářství - jeho minulost, přítomnost a budoucnost“ za účasti prezidentů ITA/AITES od jejího vzniku: ITA/AITES a její odborný rozměr, Sir Alan Muir Wood, Plánování a podzemní prostor, prof. Hans Christian Fischer, Tunelářství z hlediska investora a uživatele, prof. Günter Gimau, Další pokrok „umění možného“, Jack Lemley, Skalní tunelářství, prof. Einar Broch, Zkušenosti kontraktáři a z oblasti financování, Colin Kirkland, Tunelářské možnosti ve městech a pokrok, Prof. Dan Eisenstein, Dlouhé skalní tunely ražené TBM, prof. Sebastiano Pelizza, Politické a společenské aspekty současného a budoucího tunelářství, prof. Alfred Haack

VZTAHY S OSN

ITA/AITES usluje o aktivní spolupráci s OSN: letos byl uspořádán seminář o stanovení a metodice vymezení nákladů na překročení Gibraltarské úžiny. Byl uspořádán dvěma společnostmi ze Španělska a Maroka za podpory Výkonného výboru (EC) OSN pro Evropu.

VZTAHY SE „SESTERSKÝMI ORGANIZACEMI“

ITA/AITES upevňuje vynikající vztahy se svými „sesterskými organizacemi“, zvláště se Světovou silniční asociací (PIARC), s níž byla utvořena společná pracovní skupina pro studium ochrany při požárech silničních tunelů na téma rizikového managementu pro podzemní díla. Společná pracovní skupina WG ISST-ITA/AITES pro analýzy rizik v tunelářství a mikrotunelářství sdružuje 7 osob ze šesti zemí. Skupina projednala hlavní cíle a cesty postupu během příštích měsíců. K příštímu setkání může dojít v Budapešti tento rok u příležitosti NO-Dig 99.

PŘÍŠTÍ SHROMÁŽDĚNÍ

- DURBAN (JAR) od 13.-18. 5. 2000, během Světového tunelářského kongresu ITA/AITES „Tunely pod tlakem“.
- MILANO od 10.-13. června 2001 během Světového tunelářského kongresu ITA/AITES 2001 „Pokrok v tunelářství po roce 2000“, organizovaný Itálií a Švýcarskem
- SYDNEY (Austrálie), jaro 2002 během Světového tunelářského kongresu ITA/AITES 2002

Podle tiskového komuniké zpracoval: Ing. Karel Matzner

TWENTY FIFTH ANNUAL MEETING - OSLO 1999
25th ANNI

The International Tunnelling Association had its twenty fifth anniversary in Oslo from 29 May to June, in conjunction with the World Tunnel Congress '99 organised by the Norwegian Tunnelling Society, NFF. The meetings were attended by representatives, delegates, observers and working group members from 40 of the 47 Member Nations of the Association.

MEMBER NATIONS REPRESENTED

South Africa, Algeria, Germany, Australia, Austria, Belgium, Brazil, Bulgaria, Canada, China, (People's Republic of), Colombia, Korea, Denmark, Egypt, Spain, United States of America, Finland, France, Greece, Hungary, India, Islande, Italy, Japan, Lesotho, Mexico, Norway, Netherlands, Poland, Portugal, Romania, United Kingdom, Russia, Singapore, Slovenia, Slovak Republic, Sweden, Switzerland, Czech Republic, Turkey.

MEMBER NATIONS NOT REPRESENTED

Saudi Arabia, Iran, Morocco, New Zealand, Thailand, Ukraine, Venezuela.

MEMBERSHIP

The Association has registered the membership of 3 new Member Nations (Iran, Singapore and Ukraine), 27 new Affiliate Members (9 Corporate Members and 18 Individual Members), taking the total to 47 Member Nations and 271 Affiliate Members (85 corporate members and 186 Individual members) taking into account radiations and resignations.

NEW EXECUTIVE COUNCIL

A. Haack Germany President until 2001, A.M. Muir Wood United Kingdom Honorary President, S. Pelizza Italy Past President until 2001, J.P. Godard France Vice President until 2001, J. Hess Czech Republic Vice President, until 2001 S. Kuwahara Japan Past Vice President until 2001, W. De Lathauwer Belgium Past Vice President until 2001, A. Assis Brazil until 2001, K. Sorbraten Norway until 2001 N. Bulycsev Russia until 2001 H. Parker USA until 2001, J. Mc Kelvey South Africa until 2001, F. Vuilleumier Switzerland until 2001, C. Berenguier Secretary General until 2001

ITA PERIODICALS

«Tribune»: Last year 4 issues of Tribune have been published including focus on a Russia, USA, Germany and Norway - the average circulation has been around 3.000 copies per issue. Two special issues have been published one on immersed tunnels and one at the 25th anniversary of ITA. **Tunnelling and Underground Space Technology** journal is now in its fourteenth year of publication. In volume 13, the journal featured 43 papers representing authors from 17 countries. During the ITA meeting in Oslo, the editorial board met to discuss plans for future issues.

WEB SITE

The Association has got a web site since last year: <http://www.ita-aites.org>, e-mail: aites@imaginat.fr. During 6 months the site received 60,000 successful requests from 65 countries. Forums are being prepared for the Working Groups and links with Member Nations will be installed soon.

ITA OPEN SESSION DURING THE CONGRESS

The open session was devoted to „Tunnelling Past, Present and Future“ with the participation of the ITA Presidents since the beginning: ITA the Professional Dimension, Sir Alan Muir Wood, Planning and Underground Space, Prof Hans Christian Fischer, Tunnelling from the view point of clients and operators, Prof Günter Gimau, Further advancing the „Art of possible“, Jack Lemley, Rock tunnelling, Prof Einar Broch, Finance and contracting practices, Colin Kirkland, Urban tunnelling challenges and progress, Prof Dan Eisenstein, TBM Bored long rock tunnels, Prof Sebastiano Pelizza, Political and social aspects of present and future tunnelling, Prof Alfred Haack.

RELATIONS WITH THE UNITED NATIONS

ITA is pursuing active co-operation with the United Nations; this year a seminar has been organised on establishing a methodology to determine the cost of the Gibraltar Strait crossing; it has been organised by the two Societies from Spain and Morocco with the support of the EC for Europe of the UN.

RELATIONS WITH THE «SISTER ORGANISATIONS»

ITA confirms the excellent relations it has with its «sister organisations», especially World Road Association (PIARC) with which a joint working group has been formed for the study of protection in case of fire of road tunnel structures on the theme of risk management of underground works. The joint WG ISST-ITA on risk analysis in tunnelling gathered 7 persons from 6 countries; the group discussed its main objectives and the way to proceed during the next months. Possibly there will be a next meeting in Budapest this year in connection with No-Dig 99.

NEXT MEETINGS

- Durban (South Africa) from May 13 to 18, 2000, during the ITA-AITES 2000 World Tunnel Congress «Tunnels under Pressure»
- Milan (Italy) from June 10 to 13, 2001 during the ITA-AITES 2001, World Tunnel Congress «Progress in Tunnelling after 2000» organised by Italy and Switzerland
- Sydney (Australia) spring 2002 during the ITA-AITES 2002 World Tunnel Congress in accordance with the Press Release prepared by: Ing. Karel Matzner

Z ČINNOSTI ODBORNÝCH SPOLEČNOSTÍ ZAJINTERESOVANÝCH DO PODZEMNÍCH STAVEB

ACTIVITIES OF PROFESSIONAL CORPORATIONS INTERESTED IN UNDERGROUND CONSTRUCTIONS

INFORMACE O GEOTECHNICKÝCH DNECH 1999

Ve dnech 10. a 11. května 1999 proběhl již 4. ročník odborného semináře a 7. ročník *Pražské geotechnické přednášky*, které se pravidelně pořádají pod názvem **Geotechnické dny**. Tato akce je pořádána akciovou společností SG - Geotechnika ve spolupráci s Geotechnickou společností při ČSSI.

Pro *Geotechnické dny* 1999 dohodli organizátoři spolu se Stavební fakultou ČVUT a ČAIG věnovat jí památku 100. výročí narození zakladatele inženýrské geologie profesora Quido Záruby. Bylo zvoleno téma semináře **Sesuvy a inženýrskogeologické poměry Prahy**. O účast na konaném semináři byl požádán Marcel Arnould, profesor pařížské L'École Nationale Supérieure des Mines a čestný profesor L'École Nationale des Ponts et Chaussées, který byl po prof. Zárubovi druhým prezidentem mezinárodní asociace inženýrských geologů IAEG. K dalším odborným přednáškám byli vyzváni žáci a následovníci profesora Quido Záruby. Promluvil doc. Ing. Michal Bukovanský, PH.D. o problematice sesuvů v USA, Ing. Vítězslav Herle o účelnosti sanací sesuvů, doc. RNDr. Jozef Malgot, CSc. o problematice sesuvů při inženýrských stavbách na Slovensku, doc. Ing. Jan Rybář, Cc. O nových poznatcích vlivu klimatu na vývoj sesuvů, Ing. Miloš Štěpánek, Ph.D. o rozvoji inženýrské geologie v Kanadě a RNDr. Otakar Tesař, DrSc. o geotechnických prognózách při podzemních stavbách v Praze.

Sedmá *Pražská geotechnická přednáška* doc. Ing. Jaroslava Fedy, DrSc. se zabývala perspektivami strukturní mechaniky zemin.

Pro čtenáře časopisu TUNEL byla nejbližší přednáška RNDr. O. Tesaře. Jeho příspěvek upozorňuje na možnosti geotechnického průzkumu pro podzemní stavby v hustě zastavěném území, na nejčastější chybné interpretace a na příkladech z různých stavěb dokumentuje metody a možnosti geotechnické prognózy.

Všechny odborné příspěvky jsou v publikaci, kterou ve spolupráci s organizátory vydal ČKAIT pod názvem „*Quido Záruba - zakladatel československé inženýrské geologie*“.

Doc. Ing. Alexandr Rozsypal, CSc.

INFORMATION ON GEOTECHNICAL DAYS 1999

On May 10 and 11 1999 there took place already the 4th Professional Seminary and the 7th meeting named Prague Geotechnical Lectures which are organized regularly under the name **Geotechnical days**. This action is organized by the joint-stock company SG - Geotechnika, in cooperation with the Geotechnical Company at the Czech Association of Civil Engineers.

The organizers, together with the Faculty of Civil Engineering of the Czech Technical University and with the Czech Association of Engineering Geologists agreed on the programme, viz. to devote it to the memory of the 100th birth anniversary of the founder of engineering geology, Prof. Quido Záruba. There was chosen the seminary subject, viz. Landslides and engineering-geological conditions of Prague. Mr. Marcel Arnould, professor of the Parisian L'École Nationale Supérieure des Mines and the honorary professor of L'École Nationale des Ponts et Chaussées, who was the second president of the International Association of Engineering Geologists IAEG after Mr. Záruba, was asked for taking part in the meeting. Students and successors of Prof. Quido Záruba were invited to perform further professional lectures. Doc. Ing. Michal Bukovanský, PhD, lectured on problems concerning earth slides in U.S.A., Ing. Vítězslav Herle on usefulness of landslide-prone slopes rehabilitation, Doc. RNDr. Jozef Malgot, CSc., on problems of landslides at engineering constructions in Slovakia, Doc. Ing. Jan Rybář, CSc., on new knowledge concerning the climate influence upon the development of earth landslides, Ing. Miloš Štěpánek, PhD, on the development of the engineering geology in Canada, and RNDr. Otakar Tesař, DrSc, on geotechnical prognoses concerning underground structures in Prague.

The seventh *Prague Geotechnical Lecture* of Doc. Ing. Jaroslav Feda, DrSc., concerned the perspectives of the field of structural mechanics of soils.

The most interesting lecture for readers of the journal TUNEL, was the lecture of RNDr. O Tesař. This lecture drew the attention to possibilities of geotechnical surveying for underground structures in the area of dense housing, to the most frequent incorrect interpretations, and, by means of examples of various constructions, he described methods and possibilities of a geotechnical prognosis.

All professional lectures are comprised in a publication which was edited by ČKAIT, in cooperation with the organizers, under the name „*Quido Záruba - the Founder of the Czechoslovak Engineering Geology*“.

KALENDARIUM ITA/AITES

CALENDAR ITA/AITES

Doplňky kalendáře uveřejněného v min. čísle
Supplement of the calendar from the last issue.

28. - 29. 9. 1999, Český Krumlov, ČR, Konference o bezvýkopových technologiích /*Conference on trenchless technologies* Fax: +420 (0) 387 726351

10. - 12. 11. 1999, México D.F., III Congreso mexicano de ingeniería de túneles y obras subterráneas e-mail: fermin@etsecpcb.upc.es

11. 11. - 12. 12. 1999, Frankfurt, BRD, Congress Center Messe, STUVA - Tagung '99: Untereidisches Bauen 2000 Fax: 0049 (0) 221 5979550

27 - 30. 3. 2000, Aachen, BRD, 14. Nationales Symposium für Felsmechanik u. Tunnelbau

DGGT/ISRM EUROCK 2000 Fax: 0049 (0) 201 782743

4. 5. - 30. 11. 2000, Hamburg, BRD, Dimension der Tiefe, Underground Space Exhibition

Fax: 0049 40 3569 2240

18. - 19. 5. 2000, Singapore, Asian Conference on Unsaturated Soils UNSAT-AISA 2000 od teorie k praxi /*from theory to practice*

Fax: 0065 235 3530

26. - 29. 10. 2000, Petrosani, Romania, Underground Construction in the third Millennium - PETROSANI 2000

Fax: 0040 54 543491 / 546238

19. - 24. 11. 2000, Melbourne, Australia, Melbourne Convention Centre, International Conference on Geotechnical and Geological Engineering

Fax: 003902 4800 8471

ŽIVOTNÍ JUBILEA

LIFE JUBILEES

ŠEDESÁTINY

PROF. ING. JIŘÍHO BARTÁKA, Dr.Sc.

Prof. Barták patří k našim předním představitelům geotechnického oboru, v němž se jeho téměř čtyřicetileté pedagogické, vědecké a odborné působení soustředilo především na oblast podzemního stavitelství.

Prof. Barták se narodil 13. června 1939 v Praze, v r. 1956 maturoval na gymnáziu v Praze-Braníku. Fakultu inženýrského stavitelství ČVUT, obor konstruktivně-dopravní, absolvoval s vyznamenáním v r. 1961.

Po vzniku katedry geotechniky na Stavební fakultě ČVUT v r. 1964 se stal odborným asistentem u Prof. Ing. Jana Straky, Dr.Sc., pod jehož vedením se řadu let formovaly pedagogické, vědecké i praktické znalosti a zkušenosti mladého inženýra.

V roce 1972 obhájil kandidátskou dizertační práci s názvem „Statické řešení kotveného pažení hlubokých stavebních jam“ a v r. 1976 docentskou habilitační práci na téma „Metoda konečných prvků v geotechnice“. V roce 1977 byl jmenován docentem pro obor zakládání staveb a podzemní stavby na katedře geotechniky FSv.

Vědeckou hodnost doktora technických věd získal v r. 1987 po obhájení dizertační práce „Progressivní postupy navrhování hloubených podzemních staveb“ a v r. 1988 byl jmenován profesorem pro obor podzemní stavby na stavební fakultě ČVUT v Praze. V tomto oboru úspěšně pedagogicky působil a působí na stavebních fakultách v Praze, Brně i Bratislavě, stejně tak široký okruh zabírá i jeho podíl na výchově nových vědeckých pracovníků. K jeho pedagogickému působení se váže spoluautorství 12 vysokoškolských skript s tematikou podzemních staveb a zakládání staveb.

Prof. Barták projevoval vždy mimořádné zaujetí pro řešení obtížných úkolů vyskytujících se ve stavební praxi a vzhledem ke svým bohatým zkušenostem je vyhledávaným expertem pro oblast podzemních staveb. Zpracoval stovky studií, odborných posudků a statických výpočtů pro investorské, projekční i dodavatelské organizace v ČR, v posledních letech působil jako expert na velkých podzemních stavbách (stoka „F“ v Praze-Troji, rekonstrukce PVE Štěchovice, tunel Hřebeč, podzemní zásobník plynu Příbram-Háje, tunel Mrázovka).

K významnějším stavebním akcím posledních deseti let, na nichž se prof. Barták podílel, patří například:

Řešení problematiky výstavby kolektorové sítě v Praze (1989), Řešení problematiky kolektorové sítě v Brně (1990-1997), Využití drátkobetonu v podzemním stavitelství (1993), Alternativní řešení výstavby štoly pro stoku „F“-aplikace NATM (1994), Posouzení stability stavební jámy PVE Štěchovice (1995), Sanace suterénních prostor přesunutého děkanského kostela v Mostě (1996), Posouzení havárie východního portálu tunelu Hřebeč (1996), Statické řešení severního portálu tunelu Mrázovka (1997), Průzkum a sanace těžce havarované kanalizační stoky v Praze-Troji (1997), Provedení a analýza observačních měření na přesypávaném dopravním tunelu v lomu Hvíždalka (1998), Statické řešení obtokové štoly vodního díla Morávka (1998).

K těmto a dalším akcím se váže přes 150 publikovaných časopiseckých článků a příspěvků ve sbornících vědeckých konferencí.

Prof. Barták je autorizovaným inženýrem pro obor geotechnika a soudním znalcem pro obor stavebnictví, specializace zakládání staveb a podzemní stavby. Je členem představenstva Českého komitétu Mezinárodní tunelářské asociace a členem výboru Geotechnické společnosti Českého svazu stavebních inženýrů. V obou těchto organizacích se mj. trvale podílí na přípravě renomovaných vědeckých konferencí PODZEMNÍ STAVBY PRAHA a ZAKLÁDÁNÍ STAVEB BRNO, jejichž dlouholetý přínos pro úroveň geotechnického oboru v domácím i mezinárodním kontextu je zcela zásadní.

Nelze opominout ani jubilatovu úspěšnou činnost v redakční radě našeho časopisu. Redakční rada si velmi váží jeho obětavé práce a podílu na vysoké odborné i formální úrovni TUNELU a dovoluje si popřát prof. Bartákovi do dalších let pevné zdraví, životní pohodu a neutuchající zájem o rozvoj geotechnického oboru, zejména podzemních staveb.



PROF. ING. JIŘÍ BARTÁK, DRSC. - SEXAGENARIAN

Prof. Barták ranks among our prominent representatives of the geotechnical line, where his nearly forty years of pedagogic, scientific and professional activities have been concentrated in the first place to the sphere of underground engineering.

Prof. Barták was born on June 13, 1939 in Prague, in the year 1956 he passed the school-leaving examination at the Gymnasium in Prague - Braník. The Faculty of civil engineering (the FSE) of the Czech Technical University, the Department of structural engineering and transport structures, he passed with honours, in the year 1961.

After the Department of Geotechnics at the Faculty of Civil Engineering had been founded in the year 1964, he became senior assistant at Prof. Ing. Jan Straka, Dr.Sc, under whose management pedagogic, scientific and practical knowledge and experience of the young engineer were formed and developed.

In the year 1972 he passed the oral of the thesis for achieving the academic degree "CSc" (corresponding with the English degree PhD), named "Static Solution of an Anchoring Support in Deep Foundation Pits", and in the year 1976 he passed the oral of the thesis for the second doctorate, named "Method of Final Elements in Geotechnics". In the year 1977 he was appointed a senior lecturer for the line of foundation of constructions and underground structures, at the Department of Geotechnics of the FSE.

The scientific degree "Doctor of Technical Sciences" was granted to him in the year 1987 after having passed the oral of the thesis "Progressive Processes for Cut-and-Cover Underground Structures, and in the year 1988 he was appointed a professor for the line of underground structures at the Faculty of Civil Engineering of the Czech Technical University in Prague. In this line he has provided, and is providing by now, successfully pedagogic activities at faculties of civil engineering in Prague, at Brno and Bratislava, and he takes an important part in educating new scientific workers. Among his pedagogic activities there may be ranked his co-authorship of 12 university lecture notes concerning problems of underground structures and foundation of structures.

Prof. Barták was always extraordinarily interested in solving difficult problems appearing in building practice, and with respect to his rich experience, he is much sought expert for the sphere of underground structures. He elaborated hundreds of studies, expert's opinions and static calculations for investor's, designer's and contractor's organizations in the Czech Republic. Within the last years he was working as an expert on large underground structures (sewage „F“ in Prague-Troja, reconstruction of the pumped storage plant at Štěchovice, Hřebeč tunnel, cavern gas storage in Háje near Příbram, Mrázovka tunnel).

Among construction actions within the last ten years, in which Prof. Barták participated, there can be ranked e.g.:

Solution of construction problems of the utility tunnel network in Prague (1989), Solution of construction problems of the utility tunnel network at Brno (1990-1997), the solution of steel fibre reinforced concrete in underground engineering (1993), alternative solution of the shaft construction for the sewer „F“ - application of the NATM (1994), stability evaluation of the foundation pit of the pumped storage plant at Štěchovice (1995), rescue of basement spaces of the shifted dean church at Most (1996), breakdown evaluation of the eastern portal of the Hřebeč tunnel (1996), static solution of the northern portal of the Mrázovka tunnel (1997), survey and rehabilitation of a heavy broken sewer in Prague-Troja (1997), performance and analysis of observing measurements on a transport tunnel in the quarry Hvíždalka (1998), static solution of a water diversion tunnel of the Morávka waterworks (1998).

To the said further actions there refer more than 150 published journal articles and lectures in symposia of scientific conferences.

Prof. Barták became an authorized engineer for the line of geotechnics, specialization: foundation of constructions and underground structures. He is a member of the Board of the Czech Committee of the International Tunnelling Association, and the member of the Committee of the Geotechnical Company of the Czech Federation of Civil Engineers. In the both said organizations, he takes part permanently in preparations of prestigious scientific conferences UNDERGROUND STRUCTURES PRAHA, and FOUNDATION OF STRUCTURES BRNO, the long-term influence on the level of the geotechnical line in inland context and international one has a fundamental importance.

Of course, not even the successful activity of the celebrated person in the Editors' Board of our journal may be omitted. The Board of Editors appreciate his devoted work and his share on the high professional and formal level of TUNEL, and allows to wish Prof. Barták stable health, good humour and a permanent interest in the development of the geotechnical line, particularly underground structures.

DOC. ING. IVAN KAMENÍČEK, CSc. - SEDMDESÁTNIK

Čerstvý, tělesně i duševně, sedmdesátník se narodil 14. května 1929 jako druhé dítě v rodině hospodářského správce velkostatku v Čechyni u Rousínova. Po základní škole v Nových Hvězdících a gymnáziu ve Vyškově absolvoval na VUT Brno v roce 1953. Nastoupil zde jako asistent na katedře dopravy, odkud přešel na katedru geotechniky, kde pracoval jako odborný asistent do roku 1979. Souběžně byl zaměstnán ve vedlejším pracovním poměru v Projektovém ústavu dopravních a inženýrských staveb Praha jako samostatný pracovník pro výzkum od roku 1968. V roce 1967 obhájil kandidátskou disertační práci na téma „Teorie a konstrukce inženýrských staveb“.

Rok 1968 a další léta mu zkomplikovaly jeho další odborný růst na VUT Brno, takže habilitační docentskou práci v oboru „Tunelu a podzemní stavby“ mohl podat a obhájit až v roce 1991.

V roce 1979 opouští VUT Brno a nastupuje v PŮDIS Praha ve funkci vedoucí oddělení výzkumu a výpočtů se zaměřením na podzemní stavby. Jako žák a později odborný asistent Prof. Vojtěcha Mencla aplikuje jeho teoretické i praktické závěry a publikuje řadu prací v oboru podzemního stavitelství a geotechniky u nás i v zahraničí. Je autorem řady směrnic a norem pro podzemní stavby a propagátorem „Nové rakouské tunelovací metody“.

Roku 1991 spoluzakládá společnost IKE s.r.o., kde jako 1. zástupce ředitele a jednatel společnosti pracuje dodnes. Je autorizovaným inženýrem v oboru geotechniky a dále rozvíjí tuto činnost v rámci velkých tunelových staveb na území Prahy, ČR i Slovenska. Výčet jeho prací přesahuje možnosti této vzpomínky. Přesto alespoň namátkou nutno ohodnotit jeho činnost při stavbě pražského metra, Strahovského tunelu i současně staveného tunelu Mrázovka. Podílí se na výchově nových geotechniků jako pravidelný člen komise pro státní závěrečné zkoušky na VUT Brno. Jeho životní a pracovní aktivitu mu může závidět i jarý padesátník. Přejeme ještě mnoho let a dalších pracovních úspěchů.



DOC. ING. IVAN KAMENÍČEK, CSc. - A SEPTUAGENARIAN

The newly septuagenarian, fit physically and psychologically, was born on May 14, 1929, as the second child in the family of an economic administrator of the estate in Čechyně near Rousínov. After the elementary school and Gymnasium at Vyškov, he completed his study at the Military Technical University at Brno in the year 1953. He started his professional career at the mentioned university as a lecturer in the Department of Transport from where he passed to the Department of Geotechnical Engineering where he worked in the function of a senior assistant till the year 1976. Simultaneously he was in a side employment with the Design Institute for Transport and Engineering Constructions Prague as an independent research worker, viz. till 1968. In the year 1967, he passed the oral concerning Thesis named „Theory and Design of Engineering Structures“, and the title CSc. (equivalent to PhD) was granted to him.

The year 1968 and further years complicated his further professional career at the Military Technical University at Brno, so that the second doctorate thesis in the line „Tunnels and underground structures“ could be filed and finished by the oral even in the year 1991.

In the year 1979 he leaves the Military Technical University and enters in employment with PŮDIS Praha in the function of a head of the Department for Research and Calculations, with the specialization for underground structures. As the student and later the senior assistant of Prof. Vojtěch Mencl, he performs applications of his theoretical and practical conclusions and publishes many works in the line of underground engineering and geotechnical engineering in inland and abroad. He is the author of many directives and standards for underground engineering, as well as the propagator of the „New Austrian Tunnelling Method“.

In the year 1991 he became a co-founder of the company IKE s.r.o., where he has been working as the 1st Vice-President and Executive of the company till the present day. He became an authorized engineer in the line of geotechnical engineering and he goes on in developing this activity within large tunnel constructions in the territory of Prague, Czech Republic and Slovakia. To list all his works, it exceeds possibilities of this reminiscence. In spite of that, at random only, there must be credited with his activities at the construction of the Prague Metro, Strahov tunnel and Mrázovka tunnel which is at present under construction. He takes part in education of new geoengineers as a regular member of the commission for state final examinations at the Military Technical University in Brno. Even a fresh quinquagenarian may envy him his vitality and working activity.

We wish him many further years and success in work.

Ing. Oto Beneš

K SEMDESÁTNIKŮM SE OD LETOŠNÍHO ROKU HLASÍ I ING. KAREL MATZNER, SEKRETÁŘ ČTUK ITA/AITES A VEDOUcí REDAKTOR ČASOPISU TUNEL.

Narodil se 16. 3. 1929 v Českých Budějovicích. Jako absolvent ČVUT, fakulty inženýrského stavitelství, oboru hydrotechniky, nastoupil v roce 1953 k Vodním stavbám na stavbu Vodního díla Lipno. Zde dostal svůj tunelářský křest a to poznamenal celou jeho odbornou stavařskou dráhu. Byl stavbyvedoucím na stavbě vtokových tunelů do tlačných šachet, později jako hlavní stavbyvedoucí dostavěl po osmi letech podzemní hydrocentrálu včetně odpadního tunelu až do uvedení do provozu a dokončení celého vodního díla. Několik dalších let zůstal věrný jihočeskému kraji. Jako technický vedoucí stavební správy Tábor se podílel na řadě vodohospodářských i průmyslových staveb, z nichž nejvýznamnější byly rekonstrukce Jihočeských papíren ve Větřní, výstavba závodu Škoda (dříve ZVIL) a kanalizační čistírny v Českých Budějovicích, vodovodní řady v oblasti Veselí - Soběslav aj.

Když skončila éra budování přehrad, kdy ve funkci hlavního inženýra dokončil Vodní dílo Nechanice, klenbovou hráz na Vrchlici a zemní hráz Vodního díla Želivka, vrátil se roku 1969 opět do podzemí - na stavbu pražského metra od jejího samého počátku. Deset let zde pracoval jako vedoucí odboru realizace a dalších deset let jako technický asistent generálního ředitele Metrostavu. Působil jako odborný poradce při natáčení několika technických i populárních filmů o metru a publikoval o metru v různých časopisech a denním tisku. Jako odborný redaktor a spoluautor se podílel na pěti publikacích o stavbě metra a podniku Metrostav.

Při své odborné práci nezapomíná na svého životního koníčka - na sport a to jak v aktivní tak organizátorské formě. V rámci Vodních staveb a Metrostavu byl organizátorem podnikových zimních i letních sportovních her a dlouholetým předsedou tělovýchovné jednoty Vodní stavby Praha, která měla přes 2000 členů a provozovala Sportovní areál Hostivař s krytou halou a bazénem. Dnes je předsedou Sdružení veteránů Českého atletického svazu a členem předsednictva Evropské veteránské atletické asociace EVAA. Na mistrovstvích Evropy a světa atletů-veteránů získal pro ČR v běžeckých disciplínách řadu medailí.

Při tom stihne ještě zastávat funkci prezidenta Senior klubu Metrostav, pro jehož více než 200 členů připravuje již téměř deset let rozmanitý a hodnotný program činnosti.

Redakční rada oceňuje úsilí Ing. Matznera o dobrou úroveň našeho časopisu a jeho zásluhu o zavedení dvojjazyčné mutace a rozšíření obsahu. Nezbyvá než popřát jubilantovi, aby mu jeho životní elán a dobrá zdravotní kondice vydržely ještě dlouho do příštího tisíciletí.

Ing. Petr Vozarík



FROM THIS YEAR EVEN ING. KAREL MATZNER, SECRETARY OF THE CTUC - ITA/AITES, AND THE EDITOR-IN-CHIEF OF THE JOURNAL TUNEL IS RANKED AMONG SEPTUAGENARIANS.

He was born on March 16, 1929 in České Budějovice. He completed his study at the Czech Technical University, the Faculty of Civil Engineering, the Department of hydrotechnics, and started his career in the year 1953 at Vodní stavby, on the construction site of the Water Work Lipno. There he performed his debut in the tunnelling branch which affected his whole further professional work. He was the superintendent on the construction of intake tunnels into power shafts, later, as the project manager he completed, after eight years, the underground hydro-electric power station, inclusive the tailrace tunnel up to the setting into operation and completing of the whole water work. Several further years he was loyal to the South-Bohemian region. As the head of the technological section of the Construction Division in Tábor, he took part in many water structures and industrial ones, the most important of which were: reconstruction of the South-Bohemian Paper-Mills at Větřní, construction of Škoda Works (previously ZVIL) and the sewage treatment plant at České Budějovice, the water mains in the area of Veselí - Soběslav, etc.

After the era of water dam constructions had been at the end, when he completed, in the function of the Chief Engineer, the Water Work Nechanice, the vaulted dam on the Vrchlice river, and the earthen dam of the Water Work Želivka, he returned, in the year 1969 again under the ground - for taking part in the construction of the Prague Metro, viz. from its very beginning. Ten years he worked there as the head of the Realization Department and further ten years as the technical assistant of the General Manager of Metrostav a.s. He was acting as a technical advisor at shooting several technical and popular films concerning Metro, and he also published several articles concerning Metro in various journals and newspapers. As a technical editor and co-author, he took part in five technical publications concerning Metro and Metrostav.

At his technical activities he does not forget his permanent hobby, viz. the sport, both in the active form and in the form of organization. Within Vodní stavby and Metrostav, he was the organizer of winter and summer sports games and for many years he was also the president of the sports club Vodní stavby Praha, which had more than 2000 members and operated the sporting area at Hostivař with a covered hall and swimming-pool. At present, he is the president of the Association of Seniors of the Czech Athletic Federation, and the member of the Board of the European Veteran Athletic Association EVAA. At European and World Championships of athletes-veterans, many medals were granted to him in running.

More over he also performs the function of the President of the Senior Club of Metrostav. For its more than 200 members he prepares, nearly ten years, various and interesting programme of activities.

The Board of Editors appreciates both the effort of Ing. Matzner, for the professional level of our journal to be good, and his merits as to the double-language version and its larger extent. We wish to this fresh septuagenarian that his vital ardour and good physical condition may continue for many years of the next millennium.

TUNELÁŘSKÉ OSOBNOSTI

TUNNELLING PERSONALITIES

JOACHIM BARRANDE - 200 LET OD JEHO NAROZENÍ

Joachim Barrande je osobností, která nemá v oblasti geologie a paleontologie ve světě obdoby. U nás používáme názvy dané na jeho počest, jako Barrandov nebo Barrandovské filmové ateliéry, zcela běžně, ale mnozí vědí o tomto výjimečném člověku jen málo. Barrande by mohl být inspirací nejen jako precizní vědec, ale i jako charakterní muž. Je proto více než zajímavé zamyslet se nad jeho životem a dílem.

Jeho rodištěm bylo městečko Saugues v jižní Francii v départementu Haute-Loire. Velká nadmořská výška Massif Central (např. Plomb au Cantal, s výškou 1855 m je od Saugues vzdálen asi 50 km), bohaté srážky a nepropustné horniny dávají této oblasti název „vodárna Francie“. Odtud berou své zdroje řeky Loire, Dordogne a přes přítoky Garonne. Barrande se narodil v zámožné statkářské rodině 11. srpna 1799, nyní si připomínáme dvousté výročí. Jeho předkové byli dosti vzdělání a proto i mladý Joachim byl poslán do Paříže na vysokou školu. V letech 1819-24 absolvoval École polytechnique-polytechnickou školu a speciální École des ponts et chaussées tj. školu pro stavby silnic a mostů. V závěrečném ročníku byl nejlepším studentem a po absolvování obdržel titul civilního inženýra. Kromě základního stavebního studia navštěvoval také přednášky o přírodních vědách u vynikajících profesorů té doby, zejména u Curviera, se kterým nepřerušil styky ani po skončení školy, dále u Lamarcka, d'Orbignyho, Prévosta a dalších.

Po skončení studií se několik let věnoval svému oboru a účastnil se staveb mostů na řekách Garonne a Dordogne. Zejména řeka Garonne, dlouhá asi 380 km, která pramení v Pyreneích a při jejím ústí do biskajského zálivu leží přístavní a průmyslové město Bordeaux, byla pro hospodářství kraje důležitá. V Bordeaux také působil, dále v Saumuru na řece Loire a v Décize, kde postavil most, který byl v r. 1904 zbourán. Jeho technická invence a mimořádné znalosti nezůstaly ve společnosti nepovšimnuty a na doporučení vévody de Angouleme byl koncem 20. let povolán do Paříže ke dvoru krále Karla X., aby vyučoval jeho vnuka, Jindřicha hraběte de Chambord. Byla to první velká změna v jeho životě.

Vztah vychovatele a žáka se vyvíjel velmi dobře a malému princovi se zřejmě matematika a přírodní vědy v podání Barranda docela zamlouvaly. Otce již neměl, neboť vévoda de Berry podleh v únoru 1820 útoku fanatika, který chtěl tímto činem zabránit dalšímu růstu rodu Bourbonů. V září se ale narodil vévodově manželce malý Jindřich a Karel X. se ujal péče o vnuka. Na trůn nastoupil r. 1824. Jeho vláda však neměla dobré výsledky a proto po červencové revoluci r. 1830 musel opustit Paříž a odejít i s rodinou a svým dvorem do exilu. Měl lepší osud než jeho starší bratr Ludvík XVI., který skončil na popravišti. Nejdříve se odebral do Anglie a potom do Edinburghu ve Skotsku, kde pobyl dva roky.

Zde měl Barrande též příležitost poznat dílo Sira Rodericka I. Murchisona (1792-1871), který se věnoval zejména studiu siluru a za tím účelem navštívil při cestě po Evropě také Čechy. Ve svém díle stanovil některé názvy geologických útvarů, které se běžně užívají, jako např. perm. Od doby Murchisona a Barranda však již geologové několikrát na základě vědeckých náročných analýz posunuli a upřesnili časové rozmezí pravěkých útvarů a stupňů.

R. 1832 opustil Karel X. se svým dvorem britské království a v říjnu přijel do Čech, kde mu císař František I. nabídl k pobytu zámek v Buštěhradu a potom dokonce Pražský hrad. Barrande byl dále vychovatelem a profesorem u králova vnuka a seznámil se přitom na Hradě s Františkem Palackým, který vyučoval Jindřicha němčině, dále poznal Dobrovského, Hanku a Zippa. Velký význam pro něj mělo seznámení s hrabětem Kašparem Sternbergem, který se r. 1818 zasloužil o založení Národního muzea, tehdy Vlasteneckého muzea v Čechách. Během doby své činnosti měnilo muzeum několikrát svůj název, jmenovalo se také České muzeum.

R. 1833 skončilo Barrandeho zaměstnání u dvora, přesto ho s Jindřichem de Chambord pojilo přátelství po celý život a hrabě ho jmenoval správcem svého jmění. Koupil pak zámek Frohsdorf u Vídně a zval někdy Barranda k sobě, ten se ale nechtěl vzdát svého výzkumu.

V té době nabídl hrabě Kašpar Sternberg Barrandemu místo hlavního inženýra při stavbě prodlužované koňské dráhy, která již od r. 1830 spojovala Prahu s Lány. Nyní měla směřovat dál na Křivoklátsko a k uhelným pánvím u Plzně. Pro Barranda to byla opět odpovědná technická práce a ujal se jí s důkladností jemu vlastní. Koňská dráha měla v té době své nezanedbatelné postavení a byla důležitou dopravní cestou, např. po trase České Budějovice-Linec se měla dopravovat hlavně sůl a dříví. Barrande se také zabýval hospodárností dopravy po koňské železnici a v jeho pozůstatosti se nachází výpočty jejich nákladů a návratnosti. Tato doba mu přinesla další zlom v životě, neboť při zeměměřičských pracích nalezl u Skryjí a Týřovic na Berounsku zkamenný pravěkých živočichů. Jeho zájem byl podněcen i nálezem trilobitů u skal Divčích hrady za Zličovem a rozhodl se tomuto oboru plně věnovat, zejména proto, že ze stavby koňky sešlo. Ze svého platu jako správce Chambordova majetku mohl platit skalníky, tj. dělníky z lomů, kteří mu přinášeli další fosilie.

200 YEARS FROM THE BIRTH OF JOACHIM BARRANDE

It is impossible to find an analogy to Joachim Barrande's personality in the world field of geology and paleontology. It is quite a common thing for us to use names given in his honour, as Barrandov (the Barrande's Hill) or the Barrandov Film Studios, although many of us have only a little knowledge about this singular man. Barrande could be an inspiration not only as a precise scientist, but as a man of principle too. For that reason it is more than interesting to spare a thought for his life and work.

He was born in Saugues, a small town in the south of France, in the Haute-Loire département. The high altitude of the Massif Central, for example the 1855 m high Plomb au Cantal is in the distance of about 50 km from Saugues, lot of precipitation, and impermeable rocks caused that this region is called "France's water plant". Here are the sources of the Loire and the Dordogne rivers, as well as, through its tributaries, of the Garonne. Barrande was born in a wealthy landowner's family on 11th August 1799. We are commemorating the 200th anniversary of this day. His ancestors were quite educated people, for that reason also young Joachim was sent to study in Paris. During 1819-24 he passed a polytechnic École Polytechnique, and École des ponts et chaussées, a specialised school of construction of roads and bridges. He was the best student in the final year, and he was awarded the title of civil engineer after graduation. In addition to the basic civil engineering studies, he attended courses of lectures in natural science given by distinguished professors of that time, namely by Curvier, relations with whom he did not break off even after his graduation, further by Lamarck, d'Orbigny, Prévost and others.

After completion of his studies, he devoted himself to his line of business. He participated in construction of bridges on the Garonne and the Dordogne rivers. The Garonne river, about 380 km long, springing from the Pyrenée and emptying into the Bay of Biscay at Bordeaux, a port and an industrial town, was particularly important for the economy of the region. He also practised in Bordeaux, further in Saumur on the Loire River, and in Décize, where he built a bridge, which was demolished in 1904. His technical inventiveness and remarkable knowledge did not remain unnoticed in society, and, on the Duke de Angouleme's recommendation, he was invited to the court of King Charles X in Paris to teach his grandson, Henry, the Count de Chambord. It was the first great change in his life.

The relationship between the tutor and the pupil was developing very well, and the little prince probably rather liked mathematics and natural sciences presented by Barrande. He did not have his father any more, as the Duke de Berry succumbed in February 1820 to the attack of a fanatic, who wanted to prevent the house of Bourbon from further spreading. Despite that, duke's wife gave birth to little Henry in September, and Charles X took charge of his grandson. He ascended the throne in 1824. But his reign did not have good results. For that reason, after the July Revolution in 1830, he and his court had to leave Paris and go into exile. His destiny was better than that of Louis XVI, his older brother, who was put to the sword. First he left for England, then to Edinburgh, where he stayed for two years.

Barrande had also an opportunity there to learn something about the work of Sir Roderick I. Murchison (1792-1871), who devoted himself to the study of the Silurian period above all, and for that reason had visited Bohemia during his travels across Europe. He established some terms, names of geological periods, which are commonly used, e.g. the Permian Period. However, geologists have, on the basis of exacting analyses, several times shifted and made precise the time limits of the geological periods and eras since the time of Murchison and Barrande.

Charles X and his court left the British Kingdom in 1832, and in October he arrived to Bohemia, where Emperor Franz I offered him to stay in the Buštěhrad chateau, later on even in the Prague Castle. Barrande continued to be the tutor and professor of the king's grandson. On that occasion he met František Palacký, who taught Henry German. He also met Dobrovský, Hanka and Zipp. Of a special importance to him was the meeting Count Kašpar Sternberg, who gained recognition for foundation of the National Museum, called the Patriotic Museum in Bohemia at that time. In the course of its existence, the museum changed its name several times, it was also called the Czech Museum.

Barrande's employment in the court came to an end in 1833. Despite that, he remained joined with Henry de Chambord by friendship for all the life. The count appointed him custodian of his property. Later on, he bought the Frohsdorf chateau close to Vienna, and invited Barrande at times to meet him. But Barrande did not want to give up his researching work.

About that time Count Kašpar Sternberg offered Barrande a job of a chief engineer on the construction of an extended horse-drawn line, which linked Prague with Lány as long as since 1830. It was designed to continue further to the Křivoklát region and to a coal basin close to Pilsen. It was a responsible tech-

O domácnost se mu starala paní Barbora Nerudová, která uměla francouzsky a malý Jan, později náš vynikající básník, ho také navštěvoval a Barrande ho při žertování nazýval sekretářem. Naučil se také velmi dobře česky, hlavně zásluhou paní Nerudové. Nejdříve bydlel na Malostranském náměstí a r. 1845 se přestěhoval na Újezd do rohového domu s Vítěznou ulicí, který od r. 1969 zdobí jeho pamětní deska s bustou od Karla Lidického. Byl byl přeplněn fosiliemi a Barrande ve své skromnosti používal na práci již jen kuchyňský stůl.

V Paříži si také držel po celý život vlastní byt a každý rok tam jezdil.

Ve svém výzkumu nebyl izolován od ostatních paleontologů, r. 1843 podnikl s Murchisonem a Zippem prohlídku skal v Malé Chuchli, Slivenci, Hlubočepích a Dvorcích nebo r. 1846 jel s americkým geologem Romingerem na Berounsko. Sám se také vydával na cesty, jako do Vratislavi, Krakova, Besançonu, Liège, Bonnu a Halle. Jeho korespondence byla velmi bohatá a směřovala do celého světa.

O českých zkamenělinách mohl tehdy Barrande číst v knihách I. Borna, hr. Kinského, J. T. Lindackera a dalších. Dokonce již r. 1770 se tomuto oboru věnoval jezuita F. Zeno.

Po třináctiletém bádání vydal Barrande r. 1846 v Lipsku a pak i v Praze svou první knihu o silurském systému. Stanovil osm stupňů geologických vrstev paleozoika a porovnával je se známými vrstvami uznávanými v Anglii. Byl to úvod k jeho hlavnímu a neobyčejnému dílu o 22 svazcích, které začal vydávat r. 1852 - „Systeme silurien du centre de la Bohême“. Má celkem 6000 stran, 1160 kreslených tabulí a je zde popsáno 3560 živočichů všech druhů ze strašidlového kambria, ordovicu, siluru a devonu. Pro pojmenování fosilií používal rád česká jména, jako například Pantáta, Vlasta, Královna, Vévoda nebo Babinka prima dle paní Nerudové. České názvy nebyly vždy v zahraničí přijaty, ale dle pravidel v zoologii jsou platné. Londýnská geologická společnost mu po vydání prvního dílu udělila prestižní Wollastonovu cenu, pojmenovanou dle anglického fyzika a chemika Wollastona (1766-1822), který mimo jiné objevil palladium a rhodium.

Ve svém soukromém životě byl Barrande vždy korektní, střídmý, štedrý k potřebným. Za sbírání zkamenělin zaplatil skalníkům mnoho tisíc zlatých. Měl velmi dobré zdraví, nebyl téměř nikdy nemocen a při svých 80. narozeninách sfáral na Příbrami do hloubky 1000 m.

Na podzim r. 1883 ho stihla zpráva, aby okamžitě odjel k umírajícímu hraběti Chambordovi do Frohsdorfu. Barrande ho nalezl ještě naživu a stal se i vykonavatelem jeho poslední vůle. Zvýšená námaha a rozčilení mu však přivodily těžký zápal plic, kterému 5. října 1883 podlehl. Byl pohřben v Lanzenkirchenu.

Jeho výjimečná přímá povaha se odrazila i v jeho závěti, ve které odkázal všechny své knihy a sbírky Českému muzeu, neboť jak se vyjádřil „z české země pocházejí, české zemi necht' náležejí“. Na dokončení svého díla věnoval muzeu 10 000 zlatých.

Na jeho počest byla v červnu 1884 umístěna na skálu za Zlíchovem velká pamětní deska s jeho jménem, kterou věnovala Českomoravská továrna. Skála původně dosahovala téměř až k Vltavě, ale r. 1742 byla odstřelena francouzskými vojáky při stavbě silnice na Zbraslav. Tak byl odkryt zvrásněný reliéf z lochkovských vápenců. Dle Barranda byla pojmenována i oblast středních a západních Čech s vrstvami staršího paleozoika a svrchního proterozoika - Barrandien. Byl to velký člověk.

Helena Kohoutová

Joachim Barrande

Portrét na tabuli naučné stezky za Zlíchovem

Portrait on the tablet at the educational path close to Zlichov



Obr. 2
Dům na Újezdě s Barrandovým reliéfem
The house in Újezd with Barrande's relief

... nical work for Barrande again. He set about it with competence so characteristic of him. The role assumed by the horse-drawn line at that time was not negligible. It was an important transport route, for example salt and timber was to be transported along the České Budějovice - Linz route. Barrande also occupied himself with economy of the transport on the horse-drawn line. Calculations of its costs and returnability were found in his inheritance. That time also brought another turn of his life as he discovered fossil primeval animals close to Skryje and Týřovice municipalities in the Beroun region during his geodetic survey work. Also the findings of trilobites in Divčích Hradě rocks outside Zlichov kindled his interest. He decided to dedicate himself fully to this field of activity for that reason above all that the plan to build the horse-drawn line was abandoned. He was able to pay quarry-people out of his salary of the custodian of Chambord's property for carrying the fossils to him.

His household was kept by Mrs. Barbora Nerudová, who could speak French. Her little son Jan, later on our distinguished poet, also visited him, and Barrande, when he joked, called him his secretary. He also learned Czech quite well, thanks to Mrs. Nerudová above all. In the beginning he was staying in the Malostranské square, and in 1845 he moved to Újezd, the corner house with Vítězná Street, which is decorated with his memorial carved in a tablet, and with his bust by Karel Lidický. The flat was full up with fossils, and Barrande, in his modesty, used a kitchen desk only for his work. He also had had his own flat in Paris for all his life, and he travelled there every year.

He was not isolated from the other paleontologists in his research. Together with Murchison, he undertook an examination of the rocks in Malá Chuchle, Sliveneč, Hlubočepy and Dvorce in 1843, or, in 1846, he went to the Beroun region with Rominger, an American geologist. He himself also set out on journeys, for example to Vratislav, Krakov, Besançon, Liège, Bonn and Halle. His correspondence, which was addressed all over the world, was plentiful.

At that time, Barrande could read about the Bohemian fossils in books by I. Born, Count Kinský, J. T. Lindacker and others. Jesuit F. Zeno gave over to this field as early as in 1770.

After thirteen years of researching, Barrande published, in Lipsko and then in Prague, his first book on the Silurian system. He established eight stages of paleozoic layers, and he compared them with the known layers acknowledged in England. It was an introduction to the main, outstanding work of his, "Systeme silurien du centre de la Bohême", comprising 22 volumes. He started to publish it in 1852. In total, it contains 6000 pages, 1160 illustrated sheets, and description of 3560 animals of all kinds from the Earlier Palaeozoic ages - the Cambrian, Ordovician, Silurian and Devonian periods. He liked to give Czech names to the fossils, as Pantáta, Vlasta, Královna, Vévoda or Bábinka prima for Mrs. Neruda. The Czech names were not always accepted abroad, but, according to the rules of zoology, they are valid. The London zoological association awarded him, after publication of the first part, a prestigious Wollaston Prize, named for Wollaston, an English physicist and chemist (1766-1822), who, apart from others, discovered palladium and rhodium.

In his private life, Barrande was always correct, temperate, generous to those in need. He paid many thousands of guilders to the quarry people for collecting the fossils. He enjoyed very sound health, he was hardly ever ill, and he went down the pit in Příbram to the depth of 1000 m on his 80th birthday.

In the autumn of 1883, he got the message to leave for Frohsdorf immediately to the dying Count Chambord. Barrande found him still living, and he became an administrator of his last will. However, as a result of over-exertion and agitation, he developed serious pneumonia. He succumbed to it on 5th October 1883. He was buried in Lanzenkirchen.

His exceptional direct nature even reflected on his last will, in which he settled all his books and collections on the Czech Museum because, as he expressed himself, "they originated in Bohemia, so let them belong to Bohemia". He donated 10 000 guilders to the museum for finalization of his work.

A large tablet with his name, presented by Českomoravská Továrna company, was installed in his honor on the rock close to Zlichov municipality in June 1884. Originally, the rock extended nearly to the Vltava River, but in 1742 it was blasted away by French soldiers when the road to Zbraslav was built. The blasting work uncovered a folded relief of Lochkov limestones. The region of central and western Bohemia with the stratas of the Earlier Palaeozoic Period and the Upper Proterozoic Period was named Barrandien for Mr. Barrande.



Obr. 1
Barrandova skála s pamětní deskou
The Barrande Rock with the tablet

ZPRAVODAJSTVÍ ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU

CZECH TUNNELLING COMMITTEE REPORTS

VALNÉ SHROMÁŽDĚNÍ ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU

se konalo dne 7. května 1999 na pozvání a.s. Vodní stavby Praha v Praze - Holešovicích za účasti zástupců 20 členských organizací, 6 individuálních členů a dalších hostů. Účastníci obdrželi k jednání následující materiály:

- program jednání
- čerpání rozpočtu 1998
- návrh rozpočtu 1999
- kalendářum ITA/AITES - návrh k doplnění
- dopis - výzva k inzerci v časopise TUNEL v češtině a angl.
- pokyny pro zpracování podkladů pro tisk v češtině a angl.
- ceník inzerce

Valnému shromáždění předsedal Ing. Jindřich Hess a jednání řídil Ing. Karel Matzner.

Úvodní slovo patřilo generálnímu řediteli Ing. Jaroslavu Kopeckému z hostitelské společnosti, který připomenul činnost Vodních staveb i v podzemním stavitelství a nabídl další spolupráci na stavbách v tomto oboru.

Ing. Hess informoval o jednáních předsednictva ČTuK, o jednáních Výkonného výboru (EC) ITA/AITES, o připravovaných oslavách 25. Výročí vzniku asociace v rámci Světového tunelářského kongresu v Oslo, o doplňujících volbách do EC a volbách místa konání příštího Valného shromáždění (GA) ITA/AITES. Na návrh předsednictva byl jako delegát za ČR na GA v Oslo schválen generální ředitel Ing. Petr Kuchár.

Ing. Václav Valeš informoval o činnosti a naší účasti v pracovních skupinách (WG) ITA/AITES.

Ing. Petr Doubek podal zprávu o čerpání rozpočtu ČTuK za rok 1998 a návrh rozpočtu na běžný rok. Delegáti obě zprávy bez připomínek schválili.

Stav členské základny: 39 organizací, z toho 4 vysokoškolské a vědecké ústavy, a 21 jednotlivců. Vojenské stavby reprezentuje od roku 1999 nástupnický subjekt VOJENSKÉ STAVBY CZ, a.s.

Zprávu o edičních záměrech redakční rady časopisu TUNEL přednesl Ing. Miloslav Novotný. Dosavadní image časopisu bude zachován i nadále při zvětšeném rozsahu z 32 na 52-56 stran a dvojjazyčné mutaci.

V rámci styků s odbornými společnostmi příbuzných oborů se konal ve spolupráci s SG-Geotechnika seminář o podzemním zásobníku plynu Háje u Příbrami. Referoval o něm prof. Josef Aldorf DrSc.

O přípravě „KONFERENCE PODZEMNÍ STAVBY PRAHA“ 2000 informoval prof. Jiří Barták DrSc. Konference se bude konat pod záštitou ITA/AITES od 9. - 11.10. 2000 v sále hotelu Pyramida v Praze 6. „První oznámení“ a „Pozvánka“ s předběžnou přihláškou již byly rozeslány.

Delegáti byli informováni o možnosti sponzorské spolupráce a propagaci svých staveb v rámci přípravy televizního seriálu BOHEMIA SUBTERRANEA, jehož režisérem je Josef Havran, Video Golem, tel. 0603554866.

V diskuzi vystoupili Ing. Vlašic, doc. Ing. Rozsypal, CSc., Ing. Doležalová CSc. a Ing. Kolečkář.

Ing. Libor Mařík vede internetovou stránku ČTuK: <http://www.ita-aites.cz>. Sekretariát má svou e-mailovou adresu: matzner@metrostav.cz.

Na závěr valného shromáždění prezentoval Ing. Miloslav Novotný akčiovou společnost Vodní stavby a její aktivity v oblasti podzemního stavitelství s promítáním diapozitivů ze stavby sběrače P, k nimž přednesl spolu s prof. Bartákem podrobný komentář.

Usnesení předsednictva ČTuK

Předsednictvo ČTuK přijalo v červnu t.r. toto usnesení:

1. svolat ve smyslu stanov „Pracovní shromáždění“ členů ČTuK na podzim 1999 s odborným zaměřením a členské záležitosti soustředit k projednávání na „Valných shromážděních“
2. jednání letošního pracovního shromáždění orientovat na dvě aktuální otázky:
 - 2.1. využití elektronických médií v rámci ITA/AITES (návrh garanta: Ing. Libor Mařík)
 - obsah internetových stránek ITA/AITES
 - využití E-mailu pro aktuální informování členů ČTuK
 - 2.2. vliv havárií v silničních tunelech na vývoj podzemního stavitelství a bezpečnostních opatření (návrh garanta: Ing. Pavel Příbyl CSc.)

Zdůvodnění:

Stanovy ČTuK rozlišují Valné shromáždění a Pracovní shromáždění, která se obě mají konat v jednom roce. Členské záležitosti společností je obvyklé projednávat každoročně jedenkrát a proto se jeví užitečné využívat pracovních shromáždění jako seminářů ka aktuálním tématům. Letošní navržená témata vycházejí ze současného rychlého vývoje využití elektronických médií a problémů, které mohou ovlivnit další rozvoj podzemního stavitelství.

GENERAL ASSEMBLY OF THE CZECH TUNNELLING COMMITTEE

took place on May 7, 1999, to the invitation of Vodní stavby a.s. Praha in Prague-Holešovice at the participation of representatives of 20 member organizations, 6 individual members and further guests.

The participants received the following materials to the proceedings:

- agenda
- drawing of the budget for the year 1998
- budget draft for the year 1999
- survey of actions of ITA/AITES - amendment draft
- letter - invitation for advertising in the journal TUNEL in Czech and in English
- instructions how to elaborate materials for printing in Czech and in English
- price list of advertisement

The General Assembly was presided by Ing. Jiří Hess and the proceedings was directed by Ing. Karel Matzner.

The introduction word was presented by the General Manager of the host company - Ing. Jaroslav Kopecký, who reminded the participants of the activities of Vodní stavby Praha a.s. even in the underground engineering, and offered further cooperation as to constructions performed in this line.

Ing. Hess informed of the following matters: negotiations of the Board of CTuK, negotiations of the Executive Committee (EC) of ITA/AITES, celebrations being prepared to the 25th anniversary of the Association within the World Tunnelling Congress in Oslo, additional election in the EC and selection of the place for the future General Assembly (GA). To the motion of the Board, General Manager Ing. Petr Kuchár was approved as a delegate of the Czech Republic to the GA in Oslo.

Ing. Václav Valeš informed of the activity and our participation in working groups (WG) of ITA/AITES.

Ing. Petr Doubek presented a report concerning the drawing of the CTuK budget for the year 1998 as well as the draft of the budget for the current year. The delegates approved both reports without comments.

The situation of the membership: 39 organizations, 4 of them scientific and university institutes, and 21 individuals. The company Vojenské stavby is represented from the year 1999 by its successor, i.e. VOJENSKÉ STAVBY CZ, a.s.

The report concerning editing intentions of the Editors Board of the journal TUNEL was presented by Ing. Miloslav Novotný. The hitherto image of the journal will be kept at an increased extent from 32 to 52 up to 56 pages and in two language versions.

Within contacts with professional companies of related lines, there took place a seminar concerning the underground cavern gas storage Háje near Příbram. The lecture was performed by Prof. Josef Aldorf, DrSc.

Prof. Dr. Jiří Barták, DrSc. informed of preparations of the conference „UNDERGROUND CONSTRUCTION PRAHA 2000“. The conference will be held under the sponsorship of ITA/AITES from October 9 to 11, 2000 in the hall of the hotel Pyramida in Prague 6. The „First information“ and the „Invitation“ with a preliminary application have been already sent off.

The delegates have been informed of the possibility to take part in the sponsorship and in spreading knowledge of their structures within the preparation of a television serial named „BOHEMIA SUBTERRANEA“. Josef Havran, Video Golem, phone No. 0603554866, is the director of this serial.

Ing. Vlašic, Doc. Ing. Rozsypal, CSc., Ing. Doležalová, CSc., and Ing. Kolečkář took part in the discussion.

Ing. Libor Mařík directs the work of the internet page CTuK: <http://www.ita-aites.cz>. The e-mail address of the Secretariat is as follows: matzner@metrostav.cz.

At the end of the General Assembly, Ing. Miloslav Novotný presented the joint-stock company Vodní stavby and its activity in the sphere of the underground engineering with showing slides concerning the construction of the collection sewer „P“, provided with his detailed comments and comments of prof. Barták.

Resolution of the Board of the Ctuc

The Board of the Ctuc adopted the following resolution in June 1999:

1. To summon, in the tenor of the articles, the „Working Assembly“ of the members of the Ctuc, focused on professional topics, for the Autumn 1999, while the matters of membership be aggregated and solved in the „General Assemblies“.
2. To concentrate the discussion on the this-year working assembly on two topical issues:
 - 2.1. utilisation of electronic media in the framework of the ITA/AITES (proposed guarantor: Ing. Libor Mařík);
 - content of the ITA/AITES internet pages
 - use of e-mail for topical information to the Ctuc members
 - 2.2. the affect of incidents in road tunnels on the development of underground engineering and of safety measures (proposed guarantor: Ing. Pavel Příbyl CSc.)

Explanation:

The Ctuc Articles distinguish between a General Assembly and a Working Assembly, both of which are to hold in one year. The membership matters of the association are usually discussed once in a year, therefore it appears useful to utilise the working assemblies as seminars on topical issues. The topics, proposed for this year, are based on the current fast development of utilisation of electronic media, and the issues which can affect the further development of the underground engineering.

Ing. Karel Matzner

ZPRAVODAJSTVO SLOVENSKEJ TUNELÁRSKEJ ASOCIÁCIE

SLOVAK TUNNELLING ASSOCIATION REPORTS

SPRAVODAJSTVO SLOVENSKEJ TUNELÁRSKEJ ASOCIÁCIE

Najdôležitejšou udalosťou Slovenskej tunelárskej asociácie (STA) v prvom polroku 1999 bolo valné zhromaždenie spojené s voľbami nových funkcionárov. Po uplynulom štvorročnom období pod vedením Ing. Juraja Kelešiho, pracovníka podniku Doprastav, a. s. Bratislava, novým šéfom STA na ďalšie štvorročné volebné obdobie sa stal Ing. Pavol Kusý, CSc., generálny riaditeľ Terraprojektu, a. s. Bratislava. Valné zhromaždenie okrem iného schválilo nové stanovy a schválilo aj zmenu názvu organizácie, ktorý po tejto zmene namiesto slova komitét bude používať výraz asociácia. Pôvodný názov Slovenský tunelársky komitét bol zatažený určitou logickou chybou. Komitét podľa slovníkovej definície je skupina osôb vybraná z väčšieho celku a poverená nejakou úlohou, označovaná tiež ako organizačný výbor. Výrazom komitét bude STA ďalej označovať svoje doterajšie Predsedníctvo. Funkciu najvyššieho predstaviteľa STA nové stanovy pomenúvajú výrazom prezident.

Členmi komitétu STA na nasledujúce štvorročné obdobie sú:

1. Ing. Martin Bakoš, CSc., Infraprojekt, s. r. o. Bratislava
2. Ing. Peter Dinga, Geoconsult, s. r. o. Bratislava
3. Ing. Jozef Frankovský, Banské stavby, a. s. Prievidza
4. Ing. Alexander Hybal, Banské projekty, s. r. o. Bratislava
5. Ing. Štefan Choma, Slovenská správa ciest, Bratislava
6. Ing. Juraj Keleši, Doprastav, a. s. Bratislava
7. Ing. Pavol Kusý, CSc. Terraprojekt, a. s. Bratislava

Rovnako ako pre našich českých kolegov najvýznamnejšou nadnárodnou tunelárskou udalosťou bola účasť na Svetovom tunelárskom kongrese v Oslo. Zo Slovenska sa tejto významnej tunelárskej akcie v dňoch 29. mája až 3. júna 1999 zúčastnilo 16 osôb.

Tunelárskou akciou národného významu pod patronátom Komitétu STA bola Medzinárodná výstava výstavby podzemných objektov TUNELY 99 Žilina v dňoch 8.-10. júna 1999. Organizátorom tejto periodickej akcie je Dom techniky ZS VTS Žilina, s. r. o. Sprievodnými akciami tejto výstavy boli:

- a) Medzinárodný odborný seminár
- b) Prezentácia firiem
- c) Odborná exkurzia

Vystavovateľských organizácii na tejto akcii bolo 26 v zastúpení: SR, ČR, Francúzsko, Rakúsko. Príležitosť firemnej prezentácie využilo 17 firiem zo SR, ČR, Rakúska a Poľska.

Slovenských tunelárov v súčasnosti najviac zaujíma ďalšie pokračovanie programu výstavby diaľnic, preto hlavnými referátmi medzinárodného odborného seminára boli:

- Programové vyhlásenie vlády - úlohy rezortu MDPaT SR v oblasti výstavby diaľničnej siete na Slovensku (Ing. Peter Berek, gen. riaditeľ odboru cestnej infraštruktúry MDPaT).
 - Rozpracovanie a konkretizácia úloh rezortu na podmienky Slovenskej správy ciest v oblasti budovania tunelov (Ing. Jozef Macejko, gen. riaditeľ SSC Bratislava, v súčasnosti minister MDPaT).
 - Súčasný stav a zámery MvaVP SR v oblasti budovania podzemných objektov (Ing. Ľuboš Kováčik, ved. odboru technickej politiky MvaVP).
- Koreferáty za ST sa zaoberali terajším priebehom a výsledkami na tuneloch Branisko, Višňové a Horelica, ako aj ďalšími perspektívami a možnosťami pokračovania výstavby ostatných plánovaných tunelov v SR.

Zahraničné koreferáty sa zaoberali technologickými pokrokmi tunelárstva. Tunelárskou akciou č. 1 z vecného a historického hľadiska je prerážka na prvom slovenskom diaľničnom tuneli Branisko. Oficiálna oslava prerážky, na ktorej tunelárom z Banských stavieb, a. s. Prievidza a Združenia Spiš (Uranpres s. r. o. a Želba Spišská Nová Ves) prišiel gratulovať premiér SR Mikuláš Dzurinda v sprievode ďalších dvoch ministrov (Gabriel Palacka a Ľudovít Černák). Mimoriadna presnosť prerážky (smerovo 11 mm, výškovo 17 mm), kvalita a výrazne vyššie tempo a výkony oproti očakávaným hodnotám potvrdili profesionálnu zdatnosť účastníkov stavby tohto tunela tak v investičnej, projektovej, ako aj stavebno-dodávateľskej sfére.

SLOVAK TUNNELLING ASSOCIATION REPORTS

The General Meeting of the Slovak Tunnelling Association (STA) was its most important event in the first half of the year 1999. It was connected with elections of new officials. Ing. Pavol Kusý CSc., General Manager of Terraprojekt, a.s. Bratislava, was elected for the next four-year term the new chief of the STA, after the past four years under the leadership of Ing. Juraj Keleši, working with Doprastav, a.s. Bratislava. Among other things, the general meeting approved the new Articles of Association, and it also approved a change of the organisation name. After this change, it will use the term association instead of the former word committee. The original name the Slovak Tunnelling Committee was tainted by a certain logical error. According to the definition in a dictionary, a committee is a group of people selected from a larger entity, authorised to fulfil a task. It is also marked as an organisational commission. The term Committee will be used by the STA in future instead of the currently used word Presidium. The new Articles of Association call the position of the highest representative of the STA President.

The list of the Committee members of the STA for the oncoming four-year term:

1. Ing. Martin Bakoš, CSc., Infraprojekt, s.r.o. Bratislava
2. Ing. Peter Dinga, Geoconsult, s.r.o. Bratislava
3. Ing. Jozef Frankovský, Banské stavby, a.s. Prievidza
4. Ing. Alexander Hybal, Banské projekty, s.r.o. Bratislava
5. Ing. Štefan Choma, Slovenská správa ciest, Bratislava
6. Ing. Juraj Keleši, Doprastav, a.s. Bratislava
7. Ing. Pavol Kusý, CSc, Terraprojekt, a.s. Bratislava

As well as for our Czech colleagues, our attendance at the World Tunnelling Conference in Oslo was the most important supranational tunnelling event. There were 16 persons from Slovakia present at that prominent tunnelling event, held from 29th May to 3rd June 1999.

TUNELY 99 Žilina, the international exhibition of construction of underground structures held from 8th to 10th June 1999, was a tunnelling event of a national significance, sponsored by the STA Committee. This periodical event was organised by the Dom Techniky ZS VTS Žilina, s.r.o. There were the following actions accompanying this exhibition:

- a) International technical seminary
- b) Presentation of companies
- c) Specialised field trip

There were 26 exhibiting companies participating in that event, representing the SR, the CR, France, Austria. 17 companies from the SR, the CR, Austria and Poland took advantage of the companies presentation.

Slovak tunnellers are currently most interested in the further continuation of the programme of construction of new motorways. For that reason, the following papers became the main papers of the international technical seminary:

- The program statement of the government - tasks of the Ministry of Transport, Posts and Telecommunications of the SR (MTPT) in the sphere of development of the Slovak Motorway Network (Ing. Peter Berek, General Manager of the department of the road infrastructure of the MTPT).
- Elaboration and concretisation of the tasks of the ministry for the conditions of the Slovenská správa ciest (SSC), the Slovak road authority, in the field of construction of tunnels (Ing. Jozef Macejko, General Manager of the SSC Bratislava).
- Topical state and intentions of the Ministry of Construction and Public Works of the SR (MCPW) in the field of development of new underground projects (Ing. Ľuboš Kováčik, chief of the department of technical policy of the MCPW).

Parallel papers on behalf of the STA dealt with the current progress and the results achieved on the tunnels Branisko, Višňové and Horelica, as well as other prospects and possibilities of continuation of the other planned tunnels in the SR

Foreign parallel papers dealt with technological progress of the tunnelling.

The breakthrough at Branisko, the first Slovak highway tunnel, became the tunnelling event number 1 from the material and historical point of view. The official breakthrough celebration was attended by Mr. Mikuláš Dzurinda, Prime Minister of the SR, who came, together with two ministers (Gabriel Palacka and Ľudovít Černák), to congratulate to the tunnellers. The remarkable accuracy of the breakthrough (to 11 mm on alignment, 17 mm on level), quality and appreciably higher advance rate and outputs, compared to the values expected, confirmed the professional capacity of the participants of the construction of this tunnel both in the investment/designing and contractors' sphere.

Ing. Jozef FRANKOVSKÝ
člen komitétu STA
member of the STA Committee

POWER AND PERFORMANCE

like never before



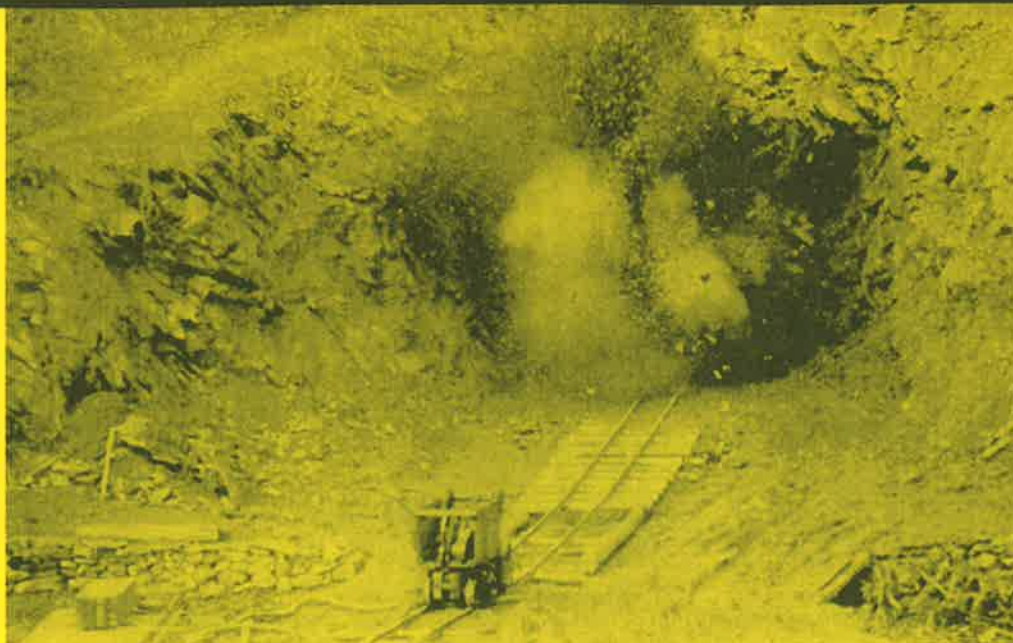
- Modern rock excavation techniques
- Complex array of methods and machines
- Wide range product types - from the simple pneumatic pusher leg rock drills to the highly sophisticated, electro-hydraulic robotised drill rigs
- High degree of engineering efficiency
- Easy operation, simple service and reliability
- Complete range of top quality rock drilling tools
- The unique technique for reinforcing rock - the Swellex rockbolts features simple and quick installation, manually or mechanize providing instant rock support and increased safety

Atlas Copco Tools, s.r.o., divize stavební a důlní stroje
Bělohorská 159/187, Praha 6, 169 00
Tel.: 02/205 146 04, Fax: 02/205 146 14

Atlas Copco

VELKÝ TŘESK

BIG BANG



se rozlehl romantickým údolím Štěpánovského potoka na jihovýchodní hranici Středočeského kraje jednoho dne v září roku 1964.

Ohlásil, že právě byla zahájena průzkumná štola v trase budoucího štolového přivaděče pitné vody ze Želivky do Prahy.

Ohlásil rovněž, že právě vznikla nová organizace, která přinesla renezanci podzemního stavitelství do České republiky a která se postupem času proměnila v akciovou společnost

rang over a romantic valley of the Štěpánovský Creek in the South-East corner of the Central Bohemia region on one day of September 1964.

It announced that the work on a trial gallery was started in the route of a future gallery penstock for drinking water from the Želivka River to Prague.

It also announced that a new company was established, which brought about renaissance of underground civil engineering in the Czech Republic, and which lately was transformed to joint-stock company

SUBTERRA



Od té doby uplynulo právě 35 let. Subterra a.s. dál třímá prapor předvoje českých tunelářských firem a svůj výrobní program si rozšířila na celé spektrum občanských a inženýrských staveb. Spolu se svými partnery oslavuje

35 years has passed since then. Subterra a.s. still holds the banner of vanguard of Czech tunnelling companies and it has extended its production programme to a wide range of civic and engineering projects. It celebrates together with its partners 35th Anniversary

35 LET

35 YEARS

od svého vzniku a všem děkuje za přízeň a spolupráci.

of its foundation and it thanks to all for goodwill and co-operation

*Pro našeho klienta, významnou mezinárodní společnost,
hledáme zkušené specialisty na pozice:*

STAVEBNÍ DOZOR geotechnických konstrukcí
PROJEKTANT geotechnických konstrukcí
GEOTECHNIK specialista

Požadujeme:

10 let praxe, aktivně angličtina nebo francouzština či němčina, řídičský průkaz. Tvůrčí a samostatný přístup k řešení problémů. Schopnost týmové práce.

Nabízíme:

Zázemí stabilizované, prosperující firmy, dobré platové podmínky, možnost dlouhodobého profesního růstu.

Své písemné odpovědi zasílejte na adresu: PERSPEKTIVA, Slévačská 744/1a, 198 21 Praha 9.

DOLEXPERT - GEOTECHNIKA

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

Zpětná analýza a interpretace

- polních zkoušek
- výsledků měření in situ.

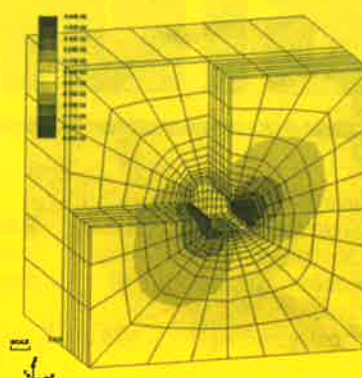
Posouzení vlivu *technologického postupu* výstavby na

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

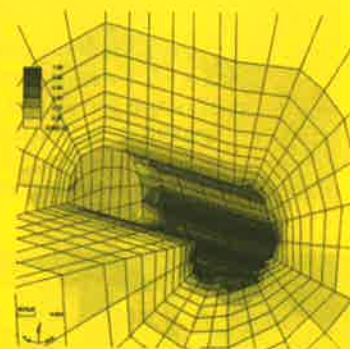
Programové vybavení

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

Podzemní laboratoř BAF, Maďarsko (hl. 1100m)



⇐ Sbližovací výpočty ke konvergenčním měřením



Mobilizace smykové pevnosti horninového masívu



DOLEXPERT - GEOTECHNIKA

Ing. Marta Doležalová, CSc.
Nad Belvederem 3, 148 00 Praha 4
Tel./Fax: 02-7927426

Pracoviště:

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



Specializovaný dodavatel urychlujících přísad do stříkaného betonu

Fastex 81

alkalická přísada

- při nástřiku na mokrý a zvodnělý podklad
- při požadavcích na okamžitý a rychlý nárůst tuhnutí

Všeobecné použití:

- pro stabilizaci svahů
- při hloubení šachet a jam
- při řazení štol a tunelů
- při zesilování a sanaci stavebních konstrukcí

Prestix 71

nealkalická přísada

- nesnižuje konečné pevnosti stříkaného betonu
- ekologicky a hygienicky nezávadný
- neovlivňuje vyluhovatelnost stříkaného betonu

CONTE s.r.o., Nám. Bořislavka 8, 160 00 Praha 6
tel./zázn.: 02/36 92 23, tel./fax.: 02/36 92 58, e-mail: conte@icom.cz



PUDIS PLC

Consultants in Transportation
Environment and Civil Engineering

Foundation Engineering - Geological Survey - Rail and Road Design - Traffic Engineering
Structural Engineering - Environmental Engineering - Analytical Laboratory



PUDIS PLC
Nad Vodovodem 2/169
100 31 Prague 10, CZ

Tel.: +420 2 67004 287
776645
Fax: +420 2 778656

WWW.pudis.cz
e-mail: info @pudis.cz
Certificate ISO 9001



VODNÍ STAVBY

AKCIOVÁ SPOLEČNOST



Koridor ČD Děčín - st. hranice SRN
Main railway route ČD Děčín - state border
Germany



Podzemní přečerpávací vodní elektrárna Štěchovice
Underground pump storage power station
Štěchovice



Štolovaný podchod pod tratí ČD v Praze - Radotíně
Driven cross passage under the railway track
of ČD, Prague - Radotín



Velkoprodejna Gigasport v obchodní zóně
Čestlice u Prahy
Shopping center Gigasport, Čestlice near Prague

- jsme jednou z největších inženýrských stavebních firem v České republice s kompletní certifikací systému řízení jakosti podle ČSN EN ISO 9002
- naše aktivity zahrnují prakticky všechny sektory stavebního trhu
- we are one of the greatest construction companies in the Czech Republic with certification quality system in accordance with the standards of ČSN EN ISO 9002
- our activities include really all sectors of the construction market

Obrátte se u nás:

Contact us under:

Vodní stavby, a. s.

Dělnická 12

170 04 Praha 7

Česká republika / Czech Republic

tel.: +02 667 93 877

fax: +02 667 10 205

e-mail: vspore@vspraha.cz