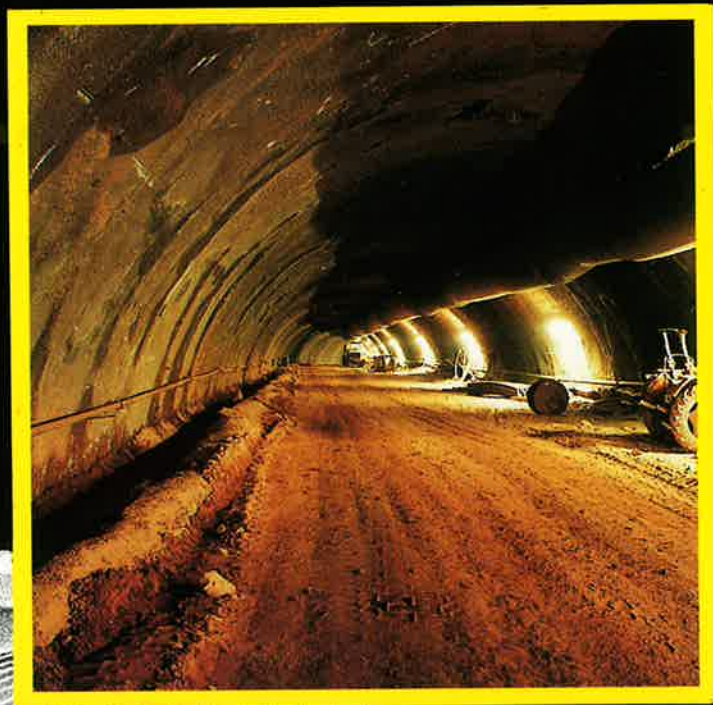


Tunel

ZPRAVODAJ
ČESKÉHO A SLOVENSKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU ITA / AITES
PODZEMNÍ STAVBY (VÝVOJ, VÝZKUM, PROJEKTOVÁNÍ, REALIZACE)



MEMBER ORGANIZATIONS OF THE CZECH AND SLOVAK TUNNELLING COMMITTEE

*Členské organizace vydavatelského systému „TUNEL“

*
ABP CONSULTING
a. s. Praha
Krátká 8
100 00 Praha 10

BANSKE STAVBY
ul. SNP 16
971 71 PRIEVIDZA

DOPRASTAV
Drieňova 27
826 56 BRATISLAVA

**FEDERÁLNÍ VÝBOR
PRO ŽIVOTNÍ
PROSTŘEDÍ**
Slezská 9
120 31 PRAHA 2

IKE
Přemyslovská 41
130 00 PRAHA 3

*
INGSTAV BRNO a. s.
Kopečná 20
657 15 Brno p. p. 115

INTERPROJEKT
Žatecká 2
110 01 PRAHA 1

**INŽENIERSKÉ STAVBY,
záv. 07**
Priemyselná 5
042 45 KOŠICE

*
METROPROJEKT
Pod Slovany 2077
128 09 PRAHA 2

*
METROSTAV a. s.
Dělnická 12
170 04 PRAHA 7

PRAGIS
Na Vyhliďce
190 00 PRAHA 9

PÚDOS PLUS spol. s r. o.
Štefanikova 1
817 58 BRATISLAVA

RUDNÝ PROJEKT
Festivalovo nám. 1
040 01 Košice

*
**SG - GEOTECHNIKA,
a. s.**
Geologická 4
150 00 PRAHA 5

*
SUBTERRA a. s.
Bezová 1658
147 14 PRAHA 4

SUDOP
Olšanská 1a
130 80 PRAHA 3

DIAMO s. p.
471 27 STRÁŽ
POD RALSKEM

**ÚSTAV GEOTECHNIKY
ČSAV**
V Holešovičkách 41
182 09 PRAHA 8

*
VODNÍ STAVBY PRAHA a. s.
STAVEBNÍ DIVIZE 05
Dobronická 635
148 27 PRAHA 4

*
VOJENSKÉ STAVBY
Revoluční 3
110 15 PRAHA 1

**VÝSTAVBA KAMENOUHEL-
NÝCH DOLŮ**
Vašíčkova 3081
272 04 Kladno

VÚIS
Botanická 68a
602 00 BRNO

VÚIS
Lamačská 8
817 14 BRATISLAVA

VVUÚ
Pikartská ul.
716 09 OSTRAVA-
-Radvanice

**ŽELEZNIČNÍ
STAVITELSTVÍ, a. s.**
DIVIZE-IS
Heršpická 1
639 00 BRNO

**KLOKNERŮV ÚSTAV
ČVUT**
Šolínova 7
166 08 PRAHA 6

**VUT STAVEBNÍ
FAKULTA**
Veveří 95
662 37 BRNO

VŠB - Katedra geod.
a podz. stavitelství
tř. 17. listopadu
708 33 OSTRAVA-Poruba

**STAVEBNÍ FAKULTA
ČVUT**
Vědecko-technologické
centrum
Thákurova 7
166 29 PRAHA 6

*
PÚDIS a. s.
Nad vodovodem 169
100 00 PRAHA 10

GEOTEST
Šmahova 112
659 01 BRNO

**STAVEBNÍ FAKULTA
VŠDS**
Moyzesova 20
010 01 ŽILINA

**STAVEBNÍ FAKULTA
STU**
Radlinského 11
813 68 BRATISLAVA

**DOPRAVNĚ INŽENÝRSKÁ
ORGANIZACE**
Moravské nám. 9
657 39 BRNO

OKD
akciová společnost VOKD
ul. Českobratrská 7
701 40 Ostrava 1

Tunel

**Zpravodaj
Českého a Slovenského tunelářského
komitétu, ITA/AITES -
Založen ing. Jaroslavem Gránem v roce 1992**

OBSAH

Úvodník -- Ing. Miroslav Uhlík	str. 1
Uplynul rok... -- Ing. Georgij Romancov, CSc.	str. 3
Fenner-Pacherova křivka -- Prof. Ing. Jiří Mencl	str. 5
Výhled a příprava výstavby dálničních tunelov na území SR -- Ing. František Brtáň	str. 9
Perspektiva výstavby cestných tunelov na Slovensku -- Ing. Alojz Vodanský	str. 11
Příprava výstavby podzemných garáží v Bratislave -- Ing. Peter Pokrivčák	str. 13
Brněnský oblastní vodovod -- Ing. Jiří Tesař	str. 14
Výhody ražených kanalizačních sběračů v Hradci Králové -- Ing. Otakar Vrba	str. 16
NRTM u a. s. METROSTAV -- Ing. Ladislav Pazdera	str. 19
Minulost a současnost pražské kanalizace -- Ing. Jiří Šejnoha	str. 23
Tunel generála M. R. Štefanika na železniční trati Veselí nad Moravou -- Nové Mesto nad Váhom -- Ing. Karel Borovský	str. 26
Cenová problematika při zavádění NRTM v České republice -- Ing. Jaroslav Červinka a ing. Milan Krejcar	str. 28

Zpravodajství Českého a Slovenského tunelářského komitétu ITA/AITES.	29
Zpravodajství mezinárodní tunelářské asociace ITA/AITES	30
Ze světa podzemních staveb	31

REDAKČNÍ RADA

Předseda ing. Petr Vozarik, a. s. METROSTAV
Ing. Pavel Mařík -- PÚDIS, ing. Lúboš Čížmár -- PÚDOS,
Ing. Pavel Chadim -- Ingstav Brno, RNDr. Josef Mühldorf --
Stavební geologie a. s., Ing. Milan Krejcar -- Vojenské stavby s. p.,
Ing. Miloslav Novotný -- Vodní stavby Praha 05, Ing. Miroslav Uhlík --
Subterra, Ing. Georgij Romancov -- METROPROJEKT,
Petr Podloucký, PhDr. Miroslav Kadlec, ing. Ladislav Pazdera, Ing. Pavel
Polák, PhDr. Jan Barták, DrSc. -- a. s. METROSTAV, Ing. Otakar Vrba --
Stavební geologie a. s.

PRO SLUŽEBNÍ POTŘEBU VYDÁVÁ

Český a Slovenský tunelářský komitét ITA/AITES prostřednictvím
a. s. METROSTAV

Dělnická 12, 170 04 Praha 7, ČR
tel. (tuzemsko): 808 275 tel. (pro zahraničí): 809 453
telex: 12 12 21 fax: 876 160, 877 495 redakce: 87 23 499
Ved. redaktor: PhDr. Miroslav Kadlec
Grafická úprava: Petr Míšek
Odborný redaktor: Ing. Miloslav Novotný a Ing. Ladislav Pazdera
Fotografie: Josef Husák
Fotografie na obálce: archiv a. s. Subterra

Sazba, tisk a tiskařské práce:
UNIPRESS s. r. o., TURNOVSKÉ TISKÁRNĚ
511 01 TURNOV, Svobodova 1431

V případě zájmu čtenáře redakce poskytne odborný překlad
do angličtiny.

Tunnel

**Bulletin of the
Czech and Slovak Tunneling Committee
ITA/AITES – was established
by Ing. Jaroslav Grán in the year 1992**

CONTENTS

Leading article – Ing. Miroslav Uhlík	page 1
A year has gone – Ing. Georgij Romancov, CSc	page 3
The Fenner-Pacher's curve – Prof. Ing. Jiří Mencl	page 5
The outlook and preparation for motorway tunnels in the area of the Slovak Republic – Ing. Brtáň František	page 9
The prospective of road tunnels in Slovakia – Ing. Alojz Vodanský	page 11
The preparation of Bratislava underground garages construction – Ing. Peter Pokrivčák	page 13
The Brno drinking water tunnel – Ing. Jiří Tesař	page 14
The advantages of driven sewage collectors in the City of Hradec Králové – Ing. Otakar Vrba	page 16
NRTM at the Metrostav Joint-Stock Company – Ing. Ladislav Pazdera	page 19
The present and past times of the Prague sewage system – Ing. Jiří Šejnoha	page 23
The tunnel of General M. R. Štefánik on the railway from Veselí nad Moravou to Nové Mesto nad Váhom – Ing. Karel Borovský	page 26
Price policy of introducing NRTM in the Czech Republic – Ing. Jaroslav Červinka and Ing. Milan Krejcar	page 28
News from Czech and Slovak Tunnelling Committee ITA/AITES	29
News from international tunnelling association ITA/AITES	30
From the world of the underground constructions	31

EDITORIAL STAFF

Chairman Ing. Petr Vozarik, METROSTAV
Ing. Pavel Mařík - PÚDIS, Ing. Lúboš Čizmár - PÚDOS, Ing. Pavel Chadim
- Ingstav Brno, RNDr. Josef Mühldorf - Stavební Geologie a. s., Ing. Milan
Krejcar - Vojenské stavby s. p., Ing. Milostav Novotný - Vodní stavby
Praha 05, Ing. Miroslav Uhlík - Subterra, Ing. Georgij Romancov - METRO-
PROJEKT, Petr Podloucký, PhDr. Miroslav Kadlec, Ing. Ladislav Pazdera,
Ing. Pavel Polák, PhDr. Jan Barták, DrSc. - METROSTAV, Ing. Otakar Vrba
- Stavební geologie a. s.

FOR THE SERVICE REQUIREMENTS PUBLISH

Czech and Slovak Tunnelling Committee by means of Join-Stock
Company METROSTAV

Dělnická 12, 170 04 Praha 7, CR, phone (inland): 808 275
phone (foreign): 809 453 telex: 12 12 21 fax: 876 160, 877 495
Newsroom phone: 87 23 499
Editor in chief: PhDr. Miroslav Kadlec
Graphic: Petr Mišek
Special editor: Ing. Miloslav Novotný and Ing. Ladislav Pazdera
Pictures: Josef Husák
Cover: archives a. s. Subterra

TYPE, PRESS AND PRINTER'S WORK:

UNIPRESS s. r. o., TURNOV PRINTING OFFICE,
511 01 TURNOV, Svobodova 1431

In case of reader's interest newsroom will be able to provide special
translation to English.



Vážený čtenáři,

letos v dubnu uplynul rok od významného data v hospodářském životě naší republiky. Tím nepochybně byl začátek transformace státních podniků na privátní společnosti v první vlně kupónové privatizace.

Mezi těmito státními podniky byla i SUBTERRA, která se stala dnem 1. 4. 1992 akciovou společností.

Rád bych se s Vámi podělil o zkušenosti, které po prvním roce nové existence máme. Chci se při tom obejít bez většího množství čísel.

Společnost žila a podnikala pod vedením prakticky nezměněného managementu jako v předchozím roce a dosáhla všech cílů, které si vytkla. Hospodaří se ziskem, zaměstnává 2200 pracovníků, snížení stavu probíhá zatím bez sociálních konfliktů, má zakázky v zahraničí (Španělsko, Německo), usiluje o své uplatnění v domácí soutěži. Stejně jako na ostatní dopadá na naši společnost investiční útlum, chápeme však toto období jako přechodné se snahou přežít je bez zásadní újmy na odborné způsobilosti a pohotové kapacitě.

Rozhodně bych nechtěl hodnotit uplynulý rok jako období stagnace. Nová situace přinesla nové možnosti, nové podněty, nové vztahy. Mezi nimi na předním místě oceňuji zásadní změnu ve způsobu získávání mezinárodních zkušeností a kontaktů směrem na nejvyspělejší část světa. K tomu přispívá i činnost českého komitétu mezinárodní tunelářské asociace ITA/AITES a koneckonců i existence našeho časopisu TUNEL.

Ted' jsme ve fázi, kdy se ujímají svých práv skuteční vlastníci, vzeší z kupónové privatizace. To, že naše akcie byly prakticky beze zbytku rozebrány, svědčí o jisté důvěře, kterou vyjádřili jednotliví občané, zejména však silné investiční privatizační fondy, v budoucnost oboru, ve kterém SUBTERRA podniká a tím je podzemní stavitelství. Rád se s nimi ztotožňuji.

Ing. Miroslav Uhlík
předseda představenstva
a. s. SUBTERRA



metROSTAU **FOUNDED IN 1971 HAS BUILT**

- 71,4 km of running tunnels of the Prague Underground
- 19 driven stations
- 22 cut and cover stations
- 2,1 km of a road tunnel
- 21 km of sewage, water supply and other drifts
- water supply project for Prague
- underground reservoirs
- many other industrial and civic buildings

Offers its services in Czech Republic and abroad.



metROSTAU
JOINT STOCK COMPANY

**DĚLNICKÁ 12, 17 004 PRAGUE 7
CZECHIA**

PHONE: 00422-80 82 75, 80 94 53

TELEX: 12 12 21 FAX: 87 61 60

UPLYNUL ROK...

MOTTO: NRTM NENÍ NÁVOD,
ALE PŘÍSTUP K ŘEŠENÍ ...

OD ZPRACOVÁNÍ PRVNÍHO PROJEKTU TRAŤOVÉHO TUNELU PRAŽSKÉHO METRA
RAŽENÉHO NOVOU RAKOUSKOU TUNELOVACÍ METODOU

... A PŮL ROKU UPLYNULO ...

CO SE TENTO TUNEL ZAČAL RAZIT.

Autor: Ing. Georgij ROMANCOV, CSc., Metroprojekt a. s. Praha

THE ARTICLE INFORMS ABOUT THE NEW AUSTRIAN TUNNELLING METHOD AND COMPARES
THE EXPERIENCE GAINED FROM THE CONSTRUCTION IN NANTENBACH
FROM THE IMPLEMENTATION OF THE CONSTRUCTION TO THE ENGINEERING
OFFICE'S ACTIVITY.

Pozornější čtenáři našeho časopisu si možná uvědomili, že v podtitulu je skryt název článku, který v něm vyšel právě před rokem (v č. 2/92). Než budou číst dále, měli by si vzpomenout ještě na č. 3/92 a č. 1/93, ve kterém byl uveřejněn článek „Spojka Nantenbach“. I když místně nemají tyto dva případy nic společného, tématicky spolu velmi úzce souvisejí. A na tuto vazbu, která možná mnohým unikla, bych dnes rád ve stručnosti upozornil.

Již v prvním ze zmíněných článků, jehož autory byli přímí zpracovatelé projektu, se upozorňuje, že mnohé údaje, které jsme byli zvyklí do projektu vkládat jako neměnné konstanty, a jejichž případná změna v průběhu realizace byla něčím zcela výjimečným, se nejen mohou, ale dokonce musí měnit -- přizpůsobovat konkrétním podmínkám v konkrétním místě a čase. Sebedůkladnější geologický průzkum nemůže se stoprocentní jistotou stanovit zcela přesně pro každý metr budoucího tunelu všechny parametry horninového prostředí tak, jak je projektant potřebuje zejména při navrhování primárního ostění mít k dispozici, aby jeho návrh byl optimální a co neekonomičtější. Je obecně známou pravdou, že při ražbě tunelu NRTM se průběžně měřením in situ celá řada údajů zjišťuje nebo zpřesňuje, a na podkladě těchto nových dat se operativně upravují parametry ostění i technologie ražby vůbec. Je však něco jiného o tomto postupu teoreticky hovořit, a něco jiného je uplatnit jej v praxi. Řekněme zcela otevřeně -- jeho praktické uplatnění stojí peníze, a to relativně velké peníze, v oblasti, kde bylo dosud zvykem „šetřit“.

Podívejme se proto, co k tomuto problému říká autor druhého ze vzpomenutých článků, člověk, který vyšel z řad našich projektantů, a byl pak „vržen“ přímo do realizace velkého tunelového díla. Nepochybně tedy může velmi přesně odhadnout, na co má právě nás upozornit.

Hlavní rozdíl mezi přístupem k realizaci takového díla u nás a „u nich“ zřejmě není v jednotlivých dílčích úkonech jednotlivých partnerů výstavby -- investorů, projektantů a dodavatelů -- ale v jejich vzájemné vazbě, v rozdělení úkolů a v jejich vnitřní organizaci. Proč na tuto skutečnost upozorňují? Protože jsem přesvědčen, že u nás máme neméně dobré odborníky, ale výsledky práce tomu, bohužel, neodpovídají (a to řádově -- podívejme se na závěr zmíněného článku).¹⁾ Samozřejmě, že první a nejjednodušší vysvětlení tohoto rozporu je: „peníze“. Nepochybně, je v tom veliký kus pravdy. Ale: pustili jsme se do výstavby nějakého díla. Nepředpokládám, že v případě tunelu metra (nebo Strahovského tunelu) se jedná o stavbu charakteru Hladové zdi. Ergo: toto dílo je potřebné. Je-li potřebné, mělo by být vybudováno co nejrychleji a s nejmenšími náklady. Umí to někdo lépe než my? Nepochybně ano. Zkusme si tedy z něj vzít příklad!

PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE

Srovnáme-li navzájem články našich projektantů v č. 2/92 a stať „Poznámky k projektové dokumentaci“²⁾ v článku pracovníka ILF č. 3/92 a č. 1/93 dospějeme k závěru, že velice zásadní rozdíl mezi postavením našeho a „jejich“ projektanta je v rozsahu odpovědnosti, kterou mu svěřuje investor. Systém, který praktikují Spolkové dráhy (DB), je zřejmě diametrálně odlišný od toho, který praktikují investoři naši -- at na metru, nebo na jiných tunelových stavbách. Nechci tím říci, že náš systém je špatný a jejich dobrý. Například na Vídeňském metru je investorská složka velice silná a zaměstnává celou řadu špičkových odborníků, kteří by mohli pracovat stejně dobře v projekci. V každém případě však u nás chybí to, co „u nich“ je velice podstatné -- investor buď vlastními silami, nebo prostřednictvím najaté organizace vystupuje vůči dodavateli daleko aktivněji. O tom se ještě podrobněji zmíníme v části pojednávající o realizaci.

V samotném technickém zpracování projektu se v zásadě příliš nelišíme. Jak by také, když jsme se ze svých kolegů a známých z rakouských a německých projekčních kanceláří snažili „vydolovat“ v této oblasti co nejvíce. To, že dokumentace není „zcela“ zpracována pomocí výpočetní

a zejména automatizované grafické techniky, není otázkou schopnosti našich projektantů, nýbrž technického vybavení jejich pracovišť. Co je daleko podstatnější, že se nám již také podařilo zavést systém klasifikačních tříd. Není samozřejmě zdaleka přiveden k té dokonalosti, jakou se vyznačuje u našich sousedů -- a toho bude možno dosáhnout pouze tehdy, bude-li se na něm dále pracovat v nejužším kontaktu s realizací.

REALIZACE STAVBY

Co podle pracovníků ILF musí projektant (a v tomto případě i reprezentant investora) na stavbě vykonávat, je ve zmíněném článku „Spojka Nantenbach“ podrobně popsáno.³⁾ S politováním je však třeba konstatovat, že mnohé z těchto prací se u nás provádějí v rozsahu naprosto nedostačujícím vzhledem k vlivu, který jejich výsledky mohou mít na ekonomii i bezpečnost celého díla. Údaj v článku uváděný (že se může jednat až o 40 % úsporu investičních nákladů) samozřejmě nemusí vždy a za všech okolností platit v této výši, avšak je nesporné, že tento vliv existuje, a při vyšší investičních nákladů u ražených děl půjde vždy o nezanedbatelné částky, i kdyby se jednalo pouze o zlomek uváděného čísla.

Zda tuto práci svěříme projektantovi, jako je tomu v případě tunelů německých státních drah, nebo zda si příslušnou skupinu vybuduje investor sám, jako je tomu například na Vídeňském metru, není asi to nejdůležitější. Vzhledem k tomu, že sama metodika se u nás teprve vyvíjí, a že tudíž náš projektant (ve smyslu „čistého“ projektování) potřebuje mít se stavbou daleko užší a častější kontakt, nežli tomu je u našich kolegů (tím je míněno, že nejen kontroluje, ale současně ověřuje a reviduje svoje vlastní postupy, naplň a rozsah projektové dokumentace), jeví se z našeho hlediska účelnější systém, přijatý u DB. V každém případě však si zavedení tohoto systému vyžádá nová organizační opatření, a také určité přerozdělení finančních prostředků -- sice s jednoznačným kladným finančním efektem v celkovém součtu, ale nezvyklým v našich dosavadních poměrech. Bude třeba dát více pravomoci, odpovědnosti, ale také zvýšit finanční ohodnocení (v absolutním součtu, ale i jednotlivcům) tam, kde to skutečně může ekonomiku ovlivnit daleko podstatněji, nežli jsme si mohli (a byli ochotni) představit.

Poznámky pro čtenáře, kteří nemají možnost se vrátit k článkům, na něž se v textu odvolávám:

1)

Tunel	plocha výrubu	ražená dl. mezi portály	dobu výstavby (ražba až po def. ostění)
Strahov -- jedna roura	125 m ²	1546,0 m	81 měsíc
Rammersberg	129 m ² (147 m ² -- klenba)	1322,0 m	16 měsíců

Dále ještě připojujeme údaje získané přímo na stavbě traťového tunelu metra, o němž hovoří článek č. 2/92:

Za období od 30. 6. 1992 do 30. 10. 1992 bylo vyraženo celkem 99,4 km tunelů v primárním ostění, přitom průměrná rychlost se pohybovala mezi 1,44 m/den v srpnu a 1,67 m/den v září. Průměrné týdenní postupy pomalu, ale trvale stoupaly od 4,1 m v počátcích ražby na 8,1 m ke konci sledovaného období. Velice dobře lze na podrobných rozbořech sledovat, jak s narůstáním zkušeností a zlepšováním organizace práce se zkracují

doby jednotlivých činností v cyklogramu ražby, např. doba vrtání téměř na polovinu, nakládání zhruba o třetinu, síťování na méně nežli polovinu, stříkání rovněž zhruba o třetinu atd. V době, kdy tento článek vychází, jsou již k dispozici ještě novější údaje, které tento trend potvrzují. Jednoznačně to svědčí o tom, že ani pro naše pracovníky nejsou nedosažitelné postupy, srovnatelné s kteroukoli zahraniční stavbou.

2) Hlavní údaje z této stati

Dokumentace je zpracována zcela za pomoci výpočetní a automatizované grafické techniky. Věcně je velmi obsáhlá a podrobným rozpracováním důležitých detailů svědčí o velikých zkušenostech s projekcí staveb budovaných navrženou technologií.

Za zvláštní pozornost stojí klasifikační systém tříd ražnosti (v souladu s příslušnou DIN 18312/88), který jednoznačně určuje kritéria ražby. V návaznosti na tyto třídy projekt stanovuje odpovídající opatření a výstavbové prostředky pro zajištění výrubu v přesně definovaném a tím i kalkulatelném rozmezí té které třídy. V praxi na stavbě to znamená, že potvrzením projektem předpokládané třídy ražnosti je určeno v podstatě vše potřebné pro ražbu.

Tak, jako u všech větších staveb v SRN ke statickým výpočtům prováděcích projektů je nutno dodat též protokol o přezkoumání stavu bezpečnosti, který vydává nezávislá osoba nebo organizace se statutem zkušebního inženýra. Tento inženýr vydává nejen protokol, ale je i povinován k periodickým kontrolám během výstavby.

Činnosti úzce související s projektováním je i vypracování podkladů smlouvy o dodávce stavby. Smlouva patří mezi nejdůležitější dokumenty. Pro názornost lze uvést, že Smlouva o dodávce tunelu Rammersberg včetně jejích nedílných součástí, technických a doplňujících podmínek, obsahuje 648 stran textu.

3) Nejdůležitější činnosti jsou:

Inženýrská kancelář přejímá úlohu zástupce investora a je objednateli odpovědná nejen za technickou kvalitu, ale i za dodržení časových a finančních limitů výstavby.

- řídí a podrobně dokumentuje průběh stavby -- inženýrská kancelář má na každém staveništi stálý dozor,
- provádí průběžnou geologickou a hydrogeologickou dokumentaci,
- provádí geotechnické měření -- tato měření jsou v souladu s projektem,
- provádí geodetická měření -- hlavním cílem této činnosti je kontrola geodetické služby dodavatele,
- kontroluje fakturaci dodavatele -- k této činnosti ještě přistupuje sjednávání a doporučení ke schválení veškerých dodatkových cen.

BÝT DOBRĚ INFORMOVÁN JE POŽADAVEK DOBY
BÝT DOBRĚ INFORMOVÁN JE PŘEDPOKLAD ÚSPĚCHU

PROTO JE ROZUMNÉ ČÍST

METROSTAV

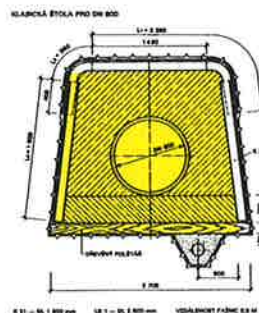
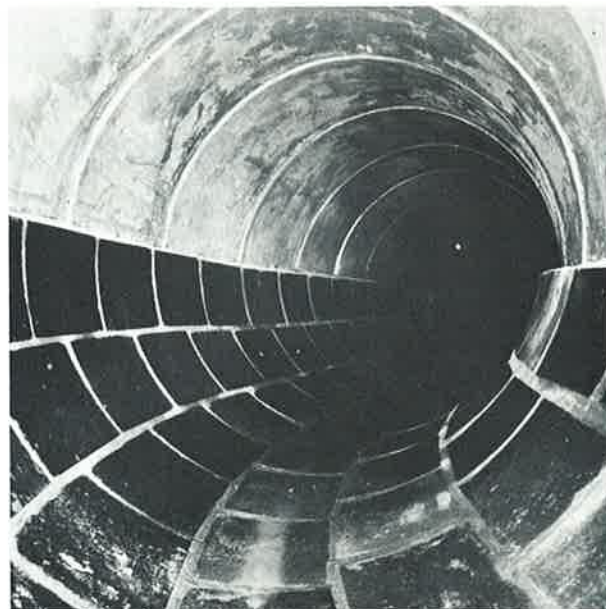
ČTRNÁCTIDENÍK AKČOVÉ SPOLEČNOSTI METROSTAV

VYDÁVÁ HOSPODÁŘSKÉ VEDENÍ A.S. METROSTAV

Redakce čtrnáctidenníku Metrostav
Dělnická 12, 170 04 Praha 7
telefon 87 23 499, fax 87 74 95



**INGSTAV
BRNO**



BUILDING AND RECONSTRUCTIONS OF ENGINEERING SERVICE SYSTEMS BY SHIELD TUNNELLING TECHNOLOGY OFFERS BUILDING OF ENGINEERING SERVICE SYSTEMS (sewer, water, and gas systems, cables) by shield tunneling

- DN 63 through DN 180 mm by Flow Tex® technology
- horizontal directed drilling followed by in-drawing PE HD pipeline to the distance of 200 m for water and gas pipelines and cables
- DN 150 through DN 400 mm by Dr. Soltau's® microtunneling technology using carthenware and polymer-concrete pipes
- DN 400 through DN 2200 mm by pipe jacking of ferroconcrete pipes and INGSTAV® type steel equipment
- DN 1,600 through DN 3200 mm by shielding with INGSTAV® type shields for sewers with internal carthenware protection for collectors with complete supporting
- gallery-driving in 16 m² excavation incl. linal supporting for all lines and pipings
- shaft sinking under difficult geological conditions

RECONSTRUCTION OF ENGINEERING SERVICE SYSTEMS (sewer, water and gas systems) by shield tunnelling from DN 150 through DN 3000 mm, namely

- pipeline cleaning
- TV camera pipeline inspections (for diameters exceeding 100 mm)
- design of line maintenance and reconstructions
- cooperation with renowned firms

Further information available with:

Ingstav Brno a. s., Kopečná 20

657 15 Brno p. p. 115

Technical Department

Tel.: 0042/5/324 251 Telex: 631 92 Fax: 0042/5/338 132

FENNER-PACHEROVA KŘIVKA

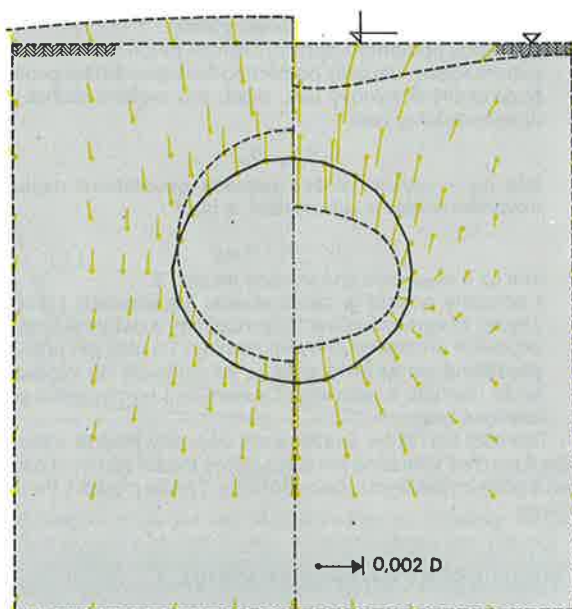
AUTOR: PROF. ING. JIŘÍ MENCL, PROFESOR SLOVENSKÉ TECHNICKÉ UNIVERZITY V BRATISLAVĚ

THE ARTICLE INFORMS ABOUT THE FENNER-PACHER'S CURVE

DEFORMACE VOLNÉHO VÝRUBU

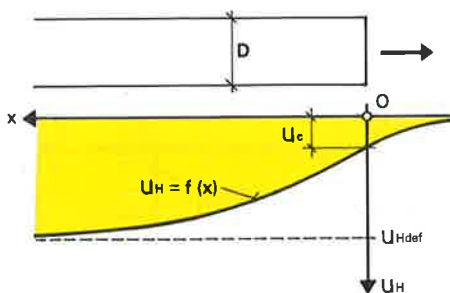
Fenner-Pacherova křivka je zjednodušeným, ale názorným vyjádřením skutečnosti, že horninový tlak na tunelové ostění závisí na vývoji deformací horninového masívu ještě před osazením ostění a při jeho stavbě. Východním stavem našich úvah tedy bude výrubem nenarušený horninový masív. Je ve stavu primární (geostatické) napjatosti. Svislá složka napětí masívu odpovídá plné tíži nadloží s výškou z a při vodorovném povrchu území je tedy $\sigma_v = \gamma \cdot z$, kde γ -- objemová tíha horninového prostředí. Vodorovná složka nemusí být závislá na svislé, ale formálně můžeme napsat $\sigma_h = K \cdot \gamma \cdot z$, kde součinitel bočního tlaku K může mít hodnotu i značně nižší nebo vyšší než jedna.

Jestliže v masívu vyrazíme otvor, jeho výrub se postupně zdeformuje, protože jeho stěny ztratily podepření, jež poskytovala odstraněná hornina. Zatím si povšimneme jen konečného účinku. Na obr. 1 je znázorněn příčný



OBR. 1

Obr. 1 Konečný stav deformací tunelové roury a povrchu nad tunelem s průměrem $D = 6,00$ m, vypočítaný na matematickém modelu. Vlevo: účinek odlehčení masívu výrubem. Vpravo: účinek ztráty podepření stěn výrubu, vyvolaný vyrubáním horniny (lit. 2).

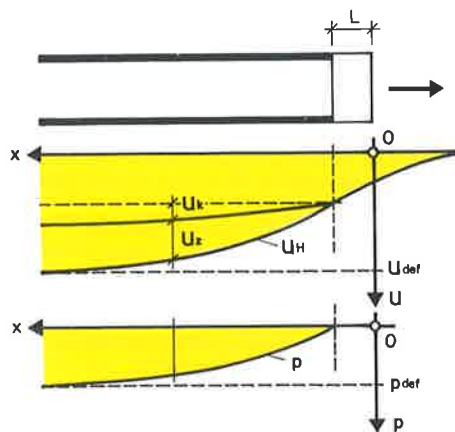


OBR. 2

Obr. 2 Deformace výrubu. Nahoře: podélný řez přídíl tunelu (šipka označuje směr ražení). Dole ve zvětšeném měřítku: radiální deformace stěn výrubu U_H v závislosti na vzdálenosti od čela výrubu. D - průměr výrubu, U_c - celková předblhající deformace výrubu.

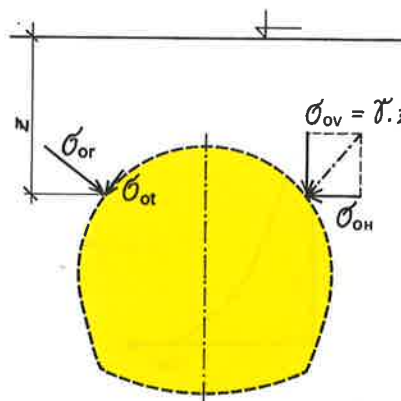
řez tunelem s průměrem 6,00 m, v hornině s modulem přetvárnosti 50 MNm^{-2} a objemovou tíhou 20 kNm^{-3} při $K = 0,5$ (lit. 2). Výpočtem se zde podařilo uměle oddělit dva různé, ale v přírodě současně probíhající deformační účinky otevření výrubu:

- Vlevo je znázorněn účinek odlehčení horninového masívu, z něž byla odstraněna horninová hmota. Ve výpočtovém modelu se předpokládalo, že hornina má $\gamma = 20 \text{ kNm}^{-3}$, ale výrub je naplněn látkou s $\gamma = 0$ a je vystrojen. O výstroji se předpokládalo, že má stejný odpor jako hornina, která vyplňovala původně výrub a měla výše uvedené E . Ukazuje se, že se tím celý otvor poněkud zdvihne, což se projeví i zdvihem povrchu území. Jde o účinek t. zv. geostatického vztaku.
- Vpravo je účinek vyvolaný tím, že výrub ztratil původní podepření, které mu poskytovala hornina jádra výrubu. Ve výpočtovém modelu se zde předpokládalo, že odpor výstroje je nulový, napjatost masívu je geostatická, výrub je prázdný a hornina má $\gamma = 0$. Uvolněním původně stlačené horniny kolem výrubu se výrub ovalizuje.



OBR. 3

Obr. 3 Deformace výrubu a ostění. Nahoře podélný řez přídíl tunelu. Uprostřed ve zvětšeném měřítku radiální deformace výrubu U_H a ostění U_K . Dole vývoj pravého horninového tlaku na ostění.



OBR. 4

Obr. 4 Složky primární geostatické napjatosti na obvodu budoucího výrubu.

První jev vyloučíme z dalších úvah. Můžeme předpokládat, že se na konvergenci výrubu, jež nás zajímá, protože ji můžeme lehce měřit, projevuje nepatrně. Zjednodušeně si představíme, že se otvor posunuje vzhledu jako celek. Budeme se dále zabývat jen druhým jevem, jež ovalizuje výrub, vyvolává jeho konvergenci a způsobuje tlak horniny na ostění, postavíme-li mu do cesty tuto umělou konstrukci. Budeme dále sledovat růst těchto jevů s časem a se vzdáleností od čela raženého díla.

PRŮBĚH KONVERGENCE VOLNÉHO VÝRUBU

Obecně řečeno existují dvě příčiny, proč profily výrubu postupně konvergují. Jsou to:

- Efekt čela, jež je vyvolán tím, že se čelo výrubu vzdaluje od sledovaného příčného profilu lineárního raženého díla. S rostoucí vzdáleností se zmenšuje vyztužovací účinek ještě neodstraněného horninového jádra před čelem na pozorovaný profil. Jeho deformace tedy rostou.
- Efekt času, jež spočívá v tom, že deformace uvedené ad a) rostou dále účinkem dotvarování. Oba efekty nemůžeme rozlišit, pokud ražení plynule pokračuje. Samotný efekt času se projeví, jestliže ražení přerušíme.

V obou případech jde o třírozměrný problém, jež musí být sledován nejen v dvojrozměrném příčném profilu díla, ale i podél třetí osy, znázorňující vzdálenost profilu od čela výrubu anebo čas, jež uplynul od průchodu čela výrubu sledovaným profilem. Na obr. 2 nahoře je podélný řez přídi raženého tunelu. Šipka označuje směr ražení. K řezu je dole přiřazen graf, jež ve zvětšeném měřítku ukazuje radiální složku posunutí zvoleného bodu na obvodu výrubu. Tu lze sledovat opakovaným měřením konvergence postupně se zmenšujícího průměru výrubu.

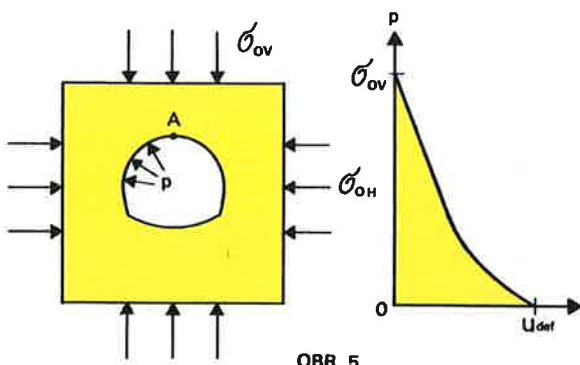
Obr. 2 lze interpretovat buď jako znázornění funkce $u = f(x)$ nebo znázornění funkce $u = f(t)$, kde u - radiální složka posunutí stěny do výrubu, x - vzdálenost profilu od čela, t - čas od průchodu čela výrubem. Nemění-li se podél úseku geologické podmínky a probíhá-li ražení kontinuálně a stálou rychlostí v , je čas t spojen se vzdáleností x vztahem $x = v \cdot t$. Podmínka plynulého ražení nebude ovšem vždy dodržena a zejména při ražení po záběrech s pomocí trhaviny nebude křivka tak hladká jako na obrázku.

Obrázek ukazuje, že deformace vyvolané ražením začínají již před čelem, t. j. v místech, kam ještě nedospělo ražení. To jsou t. zv. předbíhající deformace, které jsou umožněny tím, že čelo výrubu se deformuje podélně do výrubu. Jsou tím větší, čím hůře je čelo vystrojeno. Za čelem deformace výrubu dále rostou. Jsou tři možnosti:

- velikost radiálních deformací se asymptoticky přiblíží konečným hodnotám (v pevných horninách se samonosným výrubem),
- deformační proces se ukončí zavalením výrubu,
- výrub podepřeme včas ostěním, které růst deformací definitivně zastaví.

VÝRUB S OSTĚNÍM

Schema výrubu s ostěním je na obr. 3. Podobá se předcházejícímu, ale výrub je volný jen na délku L a dále je podepřen ostěním. Přesněji bychom měli do délky volného výrubu L zahrnout i přední část ostění, jejíž kontakt s horninou nebyl ještě aktivován. Křivka radiálních deformací výrubu u_H má podobný průběh jako na obr. 2 až do místa, kde hornina dolehne na



OBR. 5

Obr. 5. Fenner-Pacherova křivka (vpravo) pro bod A na obvodu výrubu v masivu s primární napjatostí. Stěny výrubu jsou podporovány tlakem p , jež je postupně snižováno na nulu. Tím se zvětšuje radiální posunutí u bodu A až na konečnou hodnotu u_{def} .

ostění. Za tímto místem se již hornina deformuje spolu s ostěním jako správná konstrukce a průběh deformací této konstrukce (u_K) je mírnější a dříve se zastaví. V obrázku je křivka deformací u_H prodloužena i do úseku s ostěním. Zde znázorňuje nereálné, ale představitelné (virtuelní) deformace, které by vznikly, kdyby hornina měla svoje skutečné přetvárné charakteristiky, ale zároveň i neomezenou pevnost. Rozdíl pořadnic křivek u_H a u_K udává hodnotu deformací, které nastaly, protože ostění jim zabránilo svým odporem. To jsou zabráněné deformace u_Z . Stejnou velikost jako k tomu potřebný odpor ostění, ale opačný směr, má tlak p , jímž horninové prostředí tlačí na ostění. Tento druh horninového tlaku na ostění označíme jako pravý horninový tlak.

Velikost pravého horninového tlaku na určité místo rubu ostění je možno vypočítat v těchto krocích:

- Vypočítáme svislou složku σ_{ov} a vodorovnou složku σ_{oh} primární (geostatické) napjatosti masivu v daném místě a tedy i v dané hloubce pod povrchem území (obr. 4). Odtud vypočítáme složky orientované k připravovanému výrubu: radiální σ_{or} a tangenciální σ_{ot} . Tyto složky primární napjatosti vyjadřují účinek plné tíže nadloží a horizontální napjatosti masivu. Otevřeme-li výrub a zřídíme-li ostění, převezme ostění jen část těchto napětí. Zbytek tíže nadloží i zbytek účinků horizontální napjatosti masivu ponese i nadále hornina kolem výrubu svým klenbovým účinkem.
- Pro vyšetřované místo na obvodu výrubu sestavíme křivky radiálních deformací u_H , u_K jako na obr. 3. Měly by být nalezeny pomocí 3-dimenzionálního modelu (obvykle matematického, metodou konečných prvků), což je náročná úloha. Proto existují zjednodušené postupy. Jeden z nich je v práci (3). Ještě jednodušší postupy, používané často při NATM, předpokládají, že součinitel bočního tlaku v masivu je $K = 1$ a výrub možno přibližně považovat za kruhový; jde tedy o jednoduchou centrálně symetrickou úlohu.
- Z křivek $u_H(x)$ a $u_K(x)$ určíme i průběh zabráněných deformací $u_Z(x)$ pro sledované místo na obvodu výrubu.
- Cím větší poměrnou částí virtuálních deformací u_H budou zabráněné deformace u_Z , tím větší poměrnou částí primárního geostatického tlaku bude pravý horninový tlak. Např. pro radiální složku pravého horninového tlaku p_r platí

$$p_r = f_K \cdot \sigma_{or} \quad (1)$$

kde σ_{or} - radiální složka primární geostatické napjatosti ve vyšetřovaném místě na rubu ostění, a platí:

$$f_K = u_Z / u_{Hdef} \quad (2)$$

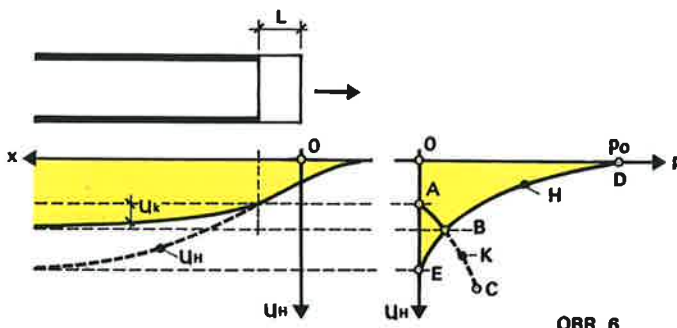
kde u_Z a u_{Hdef} jsou znázorněny na obr. 3.

I popsaný postup je zjednodušen. Ve vzorcích (1) a (2) jsme totiž zavědli lineární závislost mezi napětími a deformacemi v hornině, což odpovídá pružnému chování horniny. To platí jen přibližně a je vůbec použitelné jen za předpokladu, že ostění se do výrubu osazuje včas, takže nedojde k přemáhání a narušení horninového prostředí kolem tunelové trouby.

Teoretici NATM se snažili obejít popsaný postup s pomocí metodiky, která používá výhradně jen 2-rozměrný model výrubu a ostění, t. j. pracuje jen s příčným profilem tunelové trouby. To nás přivádí k Fenner-Pacherově křivce.

FENNER-PACHEROVA KŘIVKA

Fenner-Pacherova křivka znázorňuje závislost radiální deformace výrubu na velikosti tlaku p , který zevnitř podepřívá výrub (obr. 5). Ve výchozím stavu odpovídá vnitřní tlak p původní geostatické napjatosti masivu a



OBR. 6

Obr. 6. Nahoře schematický podélný řez raženým tunelem. Dole vlevo: radiální deformace výrubu a ostění jako na obr. 3. Dole vpravo: Fenner-Pacherova křivka.

radiální deformace výrubu u se při tom rovná nule. Klesá-li tlak p , roste deformace u . Podle autorů křivky je p reakcí výstroje výrubu a křivka prokazuje, že zatížení výstroje nebude odpovídat plně tíži nadloží, připustíme-li, aby se výrub poněkud zdeformoval. Výklad, který jsme uvedli výše, připouští i složitější interpretaci křivky: s postupem ražení se čelo výrubu vzdaluje od posuzovaného profilu a deformace výrubu rostou. Osadíme-li ostění, bude nakonec tím méně zatíženo, čím větší deformace výrubu jsme připustili před jeho osazením. Mezi křivkou deformací výrubu a ostění na obr. 3 a Fenner-Pacherovu křivkou na obr. 5 je tedy přímá souvislost, která je graficky znázorněna na obr. 6. Fenner-Pacherova křivka je na pravé straně obrázku. Pro zvolený bod na obvodu volného výrubu je zde znázorněna charakteristika výrubu H . Odpovídá Fenner-Pacherově křivce podle obr. 5. Pro odpovídající bod na rubu výstroje, resp. ostění, je znázorněna charakteristika výstroje K , která ukazuje, jak se postupně zatěžuje a tím i deformuje výstroj výrubu.

Křivka K začíná osazením ještě nezdeformované výstroje do již částečně zdeformovaného výrubu (bod A) a pokračuje do bodu B , jenž odpovídá konečnému stavu rovnováhy v spřáhnuté soustavě výstroj – hornina. V bodu B končí reálné větve charakteristik H , K , jejichž průsečíkem je bod B . Obě křivky sice na obrázku pokračují i za bodem B , ale nemají zde již reálný význam.

Pro statické řešení ostění je nutno sestavit křivky H a K a potom nalézt jejich průsečík B . Ten udává velikost pravého horninového tlaku ve vyšetřovaném místě rubu ostění. Křivku K sestavíme aplikací zásad mechaniky konstrukcí (ocelových nebo betonových). Křivka H je charakteristikou konstrukce vytvořené z horniny a vyžaduje zvláštní vysvětlení.

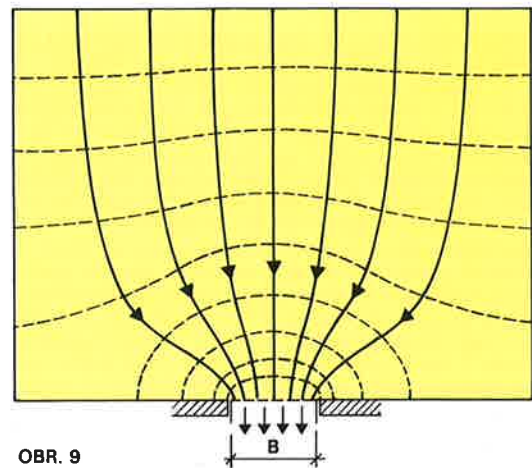
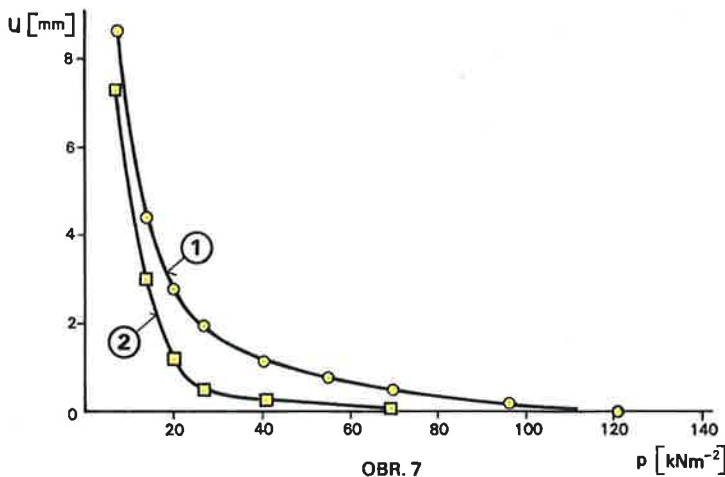
Postup pro stanovení Fenner-Pacherovy křivky pro výrub má několik různě komplikovaných variant. Oba autoři předpokládali, že výrub lze zjednodušeně považovat za kruhový a lze předpokládat, že součinitel bočního tlaku je $K = 1$. Při těchto zjednodušeních lze úlohu jednoduše řešit

analyticky a křivka je pro všechny body na obvodu výrubu stejná. Původní řešení bylo jen lineárně-elastické, ale s pokroky vědy přibyla i analytická řešení s použitím zákonů nelineární pružnosti, plasticity, reologie a s využitím různých hypotéz o omezené pevnosti materiálu, t.j. horninového prostředí. Dnes existují celé sbírky takových křivek pro horniny s různými mechanickými charakteristikami, a to i pro velké, např. dálniční, tunely.

Poučnější jsou výsledky, získané modelováním, při němž se neuzívá zjednodušující radiálně-symetrické řešení. Příklad křivek získaných hmotným modelováním je na obr. 7. Křivky ukazují, jak postupně konverguje výrub, snižujeme-li tlak media, které vyplňuje výrub. Ve vyobrazeném případě jde o londýnský jíl (model byl vytvořen z prekonsolidovaného kaolinu) a o traťový tunel metra. Ten byl modelován jako otvor s průměrem 6 cm, vystrojený gumovou membránou, přes níž byl na stěny otvoru nanášen radiální tlak, realizovaný stlačeným dusíkem. Primární geostatická napjatost masívu byla modelována odstředivým účinkem modelovací centrifugy (lit. 1).

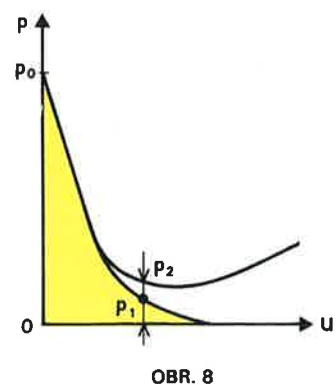
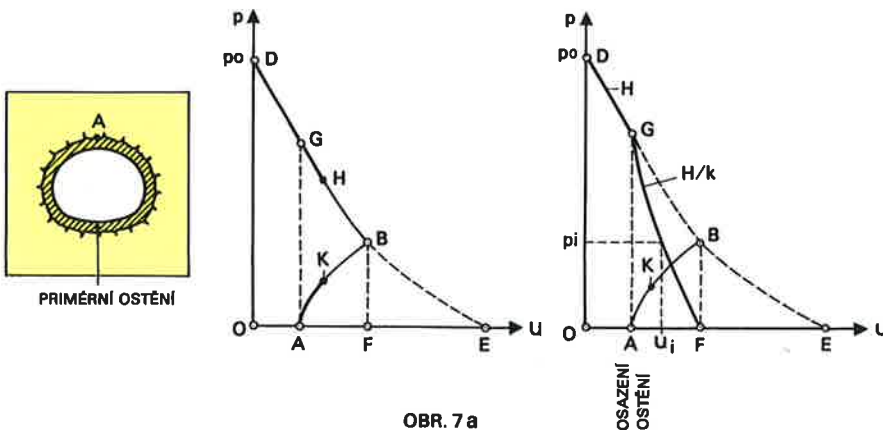
Ještě obecnější model je matematický, složený z konečných prvků. Tak je možno získat křivky H pro libovolné body na obvodu nekruhového i členěného výrubu v horninovém prostředí s libovolnou horizontální napjatostí.

Jak jsme vysvětlili, zakládá se výpočet tlaku horniny na ostění podle Fenner-Pacherovy teorie na hledání průsečíku křivek, které jsme označili H a K . Jako vlastní Fenner-Pacherova křivka se zpravidla označuje křivka H , která znázorňuje zvětšování deformací navstrojeného výrubu při klesajícím vnitřním tlaku p . Někdy je kladena otázka, zda by bylo možno sestavit podobnou křivku i pro vystrojený výrub, např. pro výrub s primárním ostěním podle NATM, pro výrub s primárním i sekundárním ostěním a pod. Tato otázka má praktický význam a zodpovídáme ji pomocí obr. 7a.



Obr. 7 Fenner-Pacherova křivka pro tuhý jíl podle měření na fyzikálním modelu. průměr výrubu 60 mm, výška nadloží 72 mm, primární vertikální tlak 140 kNm^{-2} . Horizontální osa: vnitřní tlak ve výrubu p , vertikální osa: radiální posunutí stěny výrubu u . Křivka 1 – vertikální konvergence, křivka 2 – horizontální konvergence výrubu.

Obr. 9 Schema pokusu K. Těražghi. Nádobka s pískem měla ve dně otvor se šířkou $B = 73 \text{ mm}$, uzavřený postupně spouštěnou záklopkou.



Obr. 7a. Odvození tvaru Fenner-Pacherovy křivky pro výrub s ostěním. Vlevo je schéma výrubu s ostěním. Uprostřed: Fenner-Pacherova křivka pro horninu (H) a pro ostění (K). Konečná hodnota deformace ostění u a tlaku na ostění P je dána polohou průsečíků obou křivek B . Vpravo na obrázku je znázorněna Fenner-Pacherova křivka pro výrub s ostěním. Její svislé pořadnice se rovnají svislým pořadnicím křivky H , zmenšeným o svislé pořadnice křivky K . Na vodorovné ose obou diagramů jsou radiální deformace u , na svislých osách je tlak p .

Obr. 8 Rozšířená Fenner-Pacherova křivka: u – radiální deformace výrubu, p – tlak horniny na ostění, p_0 – primární horninový tlak, p_1 – pravý horninový tlak, p_2 tlak z rozvolnění.

Na obrázku je vlevo schema výrubu s ostěním, které bylo ovšem do výrubu vestavěno dodatečně. Uprostřed obrázku je znázornění křivek H a K podle Fenner-Pacherovy metodiky a tedy stejně jako na obr. 6. Křivka H znázorňuje průběh deformací zvoleného bodu na lici výrubu v místě A; konečná deformace výrubu je znázorněna úsečkou OF na vodorovné ose u. Křivka K znázorňuje průběh deformací odpovídajícího bodu na rubu ostění v témže místě; konečná deformace ostění je znázorněna úsečkou AF na vodorovné ose u. Kdyby výrub nebyl vystrojen (a nezaváhal by se), byly by jeho konečné deformace mnohem větší a odpovídaly by úsečce OE. Na pravé straně obr. 7a je zobrazena pro tentýž případ odpovídající Fenner-Pacherova křivka pro výrub s ostěním. Označili jsme ji symbolem H/K.

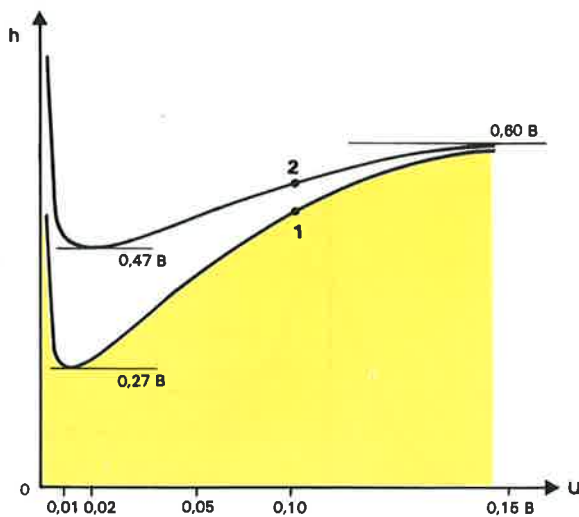
Křivka H/K začíná v bodu G, který odpovídá situaci v okamžiku osazení ostění do volného výrubu. Úsečka OA na vodorovné ose odpovídá deformacím volného výrubu při osazování ostění. Křivka H/K musí končit v bodu F, jenž odpovídá stavu, kdy se deformování systému „hornina-ostění“ ukončilo, protože tlak p působící na systém klesl na nulu. Křivka H/K spojuje tedy body G a F. Její svislé pořadnice odpovídají svislým pořadím křivky H, zmenšeným o svislé pořadnice křivky K.

Křivku H/K pro výrub s primárním ostěním ze sřikaného betonu a s kotvami bychom využili při projektování podle NATM, kdybychom hledali zatížení sekundárního ostění. Hledali bychom průsečík křivky H/K, platící pro výrub s primárním ostěním, s křivkou (označíme ji K_2), sestavenou pro sekundární ostění z monolitického betonu. Kdyby ovšem stavební postup přísně odpovídal teorii NATM, bylo by sekundární ostění vestavěno až po dokončení deformací primárního ostění. Sekundární ostění by tedy nebylo zatíženo tlakem horniny a obě křivky by se neprotínaly.

Rozšířená Fenner-Pacherova křivka

Fenner-Pacherova křivka, jak jsme ji dosud popsali, klesá s rostoucími deformacemi výrubu. Budí tedy falešný názor, že nejlépe by bylo osadit ostění až do značně zdeformovaného výrubu -- bylo by potom málo zatíženo. Chceme-li získat správný obraz, musíme křivku rozšířit, a to tak, aby vyjadřovala, že s postupujícími deformacemi výrubu se hornina okolo výrubu rozvolňuje. To si vynutí, aby bylo osazeno ostění. Rozvolněná hornina dolehne na ostění. Tak vznikne horninový tlak z rozvolnění, jenž je -- na rozdíl od pravého horninového tlaku -- tím větší, čím později bylo ostění osazeno a zaktivováno. Pořadnice rozšířené Fenner-Pacherovy křivky odpovídají součtu obou tlaků, pravého i z nakypření (obr. 8).

Je důležité pochopit, že koncepce statického výpočtu ostění závisí na tom, jaký druh horninového tlaku převládá, pravý horninový tlak je vyvolán napjatostí masívu a působí tedy na ostění po celém jeho obvodu. Ale tlak z rozvolnění zatěžuje ostění silami tíhy rozvolněného horninového tělesa. Ostění je tedy v tomto případě tlačeno tíhou části svého nadloží (pod horninovou klenbou) směrem ke svým základům. Proti tomuto tlaku na klenbu se mobilizuje odpor podloží v základových sparách. Síla vyvolaná třením na rubu obou bočních opěr, a -- je-li to třeba -- i odpor podloží pod spodní klenbou ostění. Na rozdíl od výpočtu na pravý horninový tlak se zde objevují tangenciální síly na kontaktu ostění s horninou jako významný faktor, který ulehčuje přetíženému ostění.



OB. 10

Obr. 10 Tlak na záklopku v dně nádoby s pískem podle měření K. Terzaghi. Na vodorovné ose: svislý pokles záklopku, na svislé ose: výška sloupce pisku, který zatěžuje záklopku. B -- šířka otvoru se záklopkou (73 mm), H -- plná výška pisku v nádobě, 1 -- křivka pro ulehlý pisek, 2 -- křivka pro kyprý pisek.

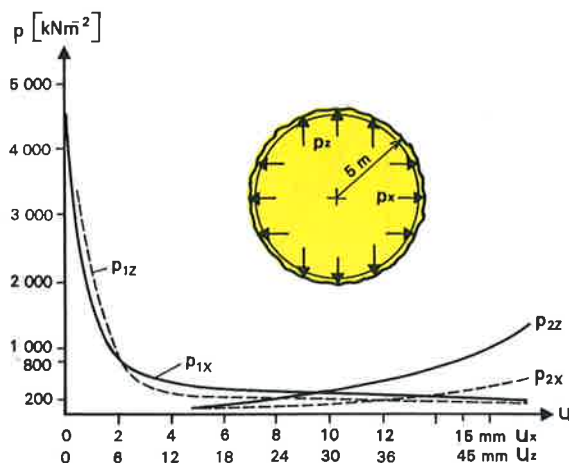
I průběh rozšířené Fenner-Pacherovy křivky je možno určit pomocí hmotného modelu. Pro pisek ho již dávno zaměřil K. Terzaghi (lit. 4). Schema jeho modelu je na obr. 9 a zaměřené křivky jsou na obr. 10. Povšimněme si rozdíl mezi zařízením pro prostou křivku (obr. 7) a zařízením pro rozšířenou křivku (obr. 9). V prvním případě bylo ostění vyloučeno z hry sil (byla to zcela poddajná membrána), v druhém to byla tuhá, postupně spouštěná podložka, jejíž zatížení bylo možno měřit.

Výsledky z matematického modelu jsou na obr. 11 (lit. 5). V. Mencl také sestavil jednoduché vzorce pro přibližný výpočet tří charakteristických bodů rozšířené Fenner-Pacherovy křivky (levé maximum, pravé maximum a minimum podle křivky na obr. 8), které byly převzaty do ČSN 730037 (čl. 78 až 85). Tato naše norma z r. 1969 se stala prvním předpisem na světě, který zavedl dimenzování tunelových konstrukcí s pomocí Fenner-Pacherovy křivky.

Rozšířená Fenner-Pacherova křivka dobře znázorňuje základní zásadu NATM, která říká, že ostění se má vestavět v pravý čas, ne dříve a ne později. „Pravý čas“ je dán polohou minima na křivce. Je ovšem významná výjimka: je-li nadloží nízké a zastavěné, je nutno vestavět ostění dříve, dokud deformace nadloží nepřekročí přípustnou hodnotu. Hlavní význam křivky je v tom, že nám umožňuje propočítat zatížení ostění v závislosti na deformacích výrubu, přípustných při výstavbě. Proto umožňuje i kontrolovat výstavbu měřením konvergencí výrubu.

Literatura

1. Atkinson H. J., Model tests for shallow tunnels, Tunnels and Tunneling, 7. 1974
2. Fröhlich B., Vergleichende Untersuchungen an Hohlraumbauten, Felsmechanik kolloquium Karlsruhe 1978
3. Mencl J., Pokyny pre výpočet tunelov s menším priemerom razených NATM, VUIS-Zakladanie s. r. o., Bratislava 1992
4. Terzaghi K., Stress distribution in dry and in saturated sand, Proc. 1st Int. Conf. SMFE, Cambridge USA, 1936
5. Záruba Q.-Mencl V., Inženýrská geologie, Praha 1974



OB. 11

Obr. 11 Fenner-Pacherova křivka pro vrchol klenby a pro boční opěry železničního tunelu (lit. 5).

VÝHLAD A PRÍPRAVA VÝSTAVBY DIALNIČNYCH TUNELOV NA ÚZEMÍ SR

AUTOR: ING. BRTÁŇ FRANTIŠEK, RIADITEĽSTVO DIALNIC, BRATISLAVA

THE ARTICLE INFORMS ABOUT THE OUTLOOK AND PREPARATION FOR THE MOTORWAY
TUNNEL SYSTEM CONSTRUCTION IN SLOVAKIA.

Cestná doprava má osobitný význam, pretože rieši prepravu od zdroja až po cieľ. Najvyššou formou komunikácie je diaľnica.

Výstavba diaľnic prináša so sebou celý rad nových objektov, ktoré sa doposiaľ pri výstavbe cestnej siete vyskytovali ojedinele, jedným z týchto objektov sú aj diaľničné tunely.

Tunelové stavebníctvo patrí medzi najstaršie stavebné disciplíny. Rozmách výstavby spočíva predovšetkým pri zrýchľovaní dopravných prepravných nákladov z hľadiska spotreby pohonných hmôt, opotrebovania motorov a pneumatík. Ďalším a veľmi dôležitým kľúčovým faktorom je najmä vplyv na ochranu a tvorbu životného prostredia. Ide tu o obmedzovanie hlučnosti, prašnosti, minimálna devastácia prírodných scenérií a geomorfologie pôvodného povrchu. Dôležitým momentom je aj šetrenie poľnohospodárskeho a lesného pôdneho fondu.

V súvislosti s rozvojom automobilovej dopravy vo vzťahu k rozvoju trhového hospodárstva našej republiky je predpoklad rýchlejšieho nástupu diaľničnej výstavby a tým aj rozvoja diaľničného tunelárstva.

Prvým krokom k výstavbe diaľnic na území bývalej ČSFR bolo vypracovanie dokumentu „Konceptia dlhodobého rozvoja cestnej siete“ ktorý bol schválený v roku 1963. Kostrou diaľničnej siete je ťah D-1, ktorý prechádza pozdĺž bývalej ČSFR. Ostatné diaľničné úseky navazujú na túto os a riešia prepojenia na susedné štáty. Toho času je schválená diaľničná sieť na území SR nasledovná (obr. č. 1):

Základný ťah:

D-1 hranica SR/ČR -- Trenčín -- Poprad -- Prešov -- Košice -- hranica SR/Ukrajina

ostatné ťahy:

D-2 hranica SR/ČR -- Bratislava -- hranica SR/Maďarsko,

D-61 hranica SR/Rakúsko -- Bratislava -- Trenčín (D-1),

D-18 Žilina (Višňové) -- Čadca -- hranica SR/Polsko.

Výstavba diaľnic na území SR bola zahájená v apríli 1969 a doteraz boli vybudované tieto úseky na ťahoch:

D-2 hranica SR/ČR -- Bratislava v dĺžke 58,4 km,

D-61 Bratislava -- Horná Streda v dĺžke 77,8 km,

D-1 Ivachnová -- Hybe v dĺžke 34,5 km,

D-1 Prešov -- Budimír (Košice) v dĺžke 19,3 km,

na území mesta Bratislavy:

D-2 Most Lafranconi v dĺžke 3,5 km

D-61 Most hrdinov Dukly -- Gagarinova ul. v dĺžke 4,5 km.

Spolu je na území SR v prevádzke 198,0 km diaľnic. Vo výstavbe je toho času len stavba:

D-61/1 Chocholná -- Skala v dĺžke 9,5 km ako prvá stavba obchvatu mesta Trenčín.

Postupom výstavby diaľnic na území SR sa zaoberala aj vláda SR, ktorá k ďalšiemu postupu prijala 23. júla 1991 uznesenie č. 405, v ktorom bol určený prioritný postup výstavby do roku 2005.

Ťah diaľnice D-1 prechádza severnou časťou územia republiky, kde v dôsledku potreby prekonávania obtiažnych prírodných prekážok, ale i riešenia ochrany životného prostredia nás núti budovať veľké mostné stavby, dlhé estakády, ale nezaobídeme sa ani bez najnáročnejších objektov t. j. diaľničných tunelov.

Náročnosť a nákladovosť diaľničného tunela je daná jednak tým, že je potrebné pre každý smer premávky budovať osobitnú tunelovú rúru s nutným priečnym prepojením, ale i vybavenosťou tunelov na zaistenie rýchlej a bezpečnej premávky v ňom.

Úseky diaľnic, v ktorých sú tunely navrhované, majú doposiaľ spracovanú len prípravnú projektovú dokumentáciu vo forme štúdií. Podľa jednotlivých diaľničných úsekov sú navrhované nasledovné tunelové stavby na ťahoch (obr. 1):

a) Diaľnica D-1 Horná Streda – Poluvsie

Výstavba diaľnice v oblasti strážovských vrchov si nutne vyžaduje výstavbu tunelov vzhľadom k veľmi členitej morfológii územia. pri spracovávaní štúdií bolo uvažované s viacerými alternatívami, ale ani jedna alternatíva nebola bez tunelových stavieb. Doporučená alternatíva má jeden tunel „Veľká Čierna“, dĺžka tunela je 1281 m.

b) Diaľnica D-1 Poluvsie – Ivachnová

Veľmi náročný je návazný úsek a to vedenie diaľnice od Poluvsia po Ivachnovú, kde údolie Váhu je veľmi exponované územie. Dnes ním prechádzajú veľmi dôležité tri dopravné tepny t.j. dvojkolajná železnica Žilina--Košice, štátna cesta č. 1/18 a vodný tok Váh. Okrem toho je toto

DÁLNIČNÍ SÍŤ SR S VYZNAČENÍM DÁLNIČNÝCH TUNELŮ



OB. 1

územie krajinársky chránené. Celý komplex ešte komplikuje planovane vybudovanie ďalšieho Vážskeho stupňa pri Strečne s dopadom zmen rázu krajiny. Celý tento komplex si vyžiada aj preloženie dnešnej železnice a štátnej cesty. Do tohto nového komplexu je začlenený i návrh vedenia diaľnice. Na tomto vedení trasy sú tunely „Domašín“ v dĺžke 715 m a „Košariská“ v dĺžke 508 m.

Z hľadiska krajinárskeho, ochrany životného prostredia ako i šetrenia záberu poľnohospodárskeho a lesného pôdneho fondu je spracovaná druhá varianta, a to vedenie diaľnice tunelom „Višňové“ v dĺžke 6030 m.

Ďalší problematický úsek vedenia trasy je pri obci Lubochňa. Tu znova z dôvodu ochrany životného prostredia, krajinárskeho ako i ochrany kúpeľnej oblasti bola riešená ďalšia alternatíva kde sú navrhnuté diaľničné tunely, tunel „Korbelka“ v dĺžke 5381 m a tunel „Havran“ v dĺžke 1637 m.

Vedenie trasy diaľnice v oblasti mesta Ružomberok je znova riešené mimo mestskú oblasť ako i údolie Váhu. Mesto obchádza severne, a to tunelom „Čebrad“ v dĺžke 2071 m.

Celkove na tomto úseku diaľnice je dĺžka tunelov podľa výberu varianty, a to minimálne 10 312 m a maximálne 14 849 m.

c) Diaľnica D-1 Hybe-Prešov

V tomto úseku diaľnica sa dostáva do veľmi ťažkých pomerov v oblasti Braniska. Aj tu bol návrh trasy riešený vo viacerých alternatívach, ale všetky alternatívy si vyžadujú výstavbu tunelov. Doporučená alternatíva má diaľničný tunel „Branisko“ v dĺžke 3400 m. V príprave tohto úseku je Riaditeľstvo diaľnic najďalej. Z dôvodu zväzlivého územia terajšej trasy cesty č. 1/18, čo zvyšuje náklady na opravy ale najmä na náročnú a nákladnú zimnú údržbu tejto cesty, uvažuje sa v rámci výstavby diaľnic vybudovať jednu tunelovú rúru, v ktorej by bola vedená dvojpruhová vozovka. Táto by bola napojená na cestu 1/18 pri obci Korytné na začiatku a obci Široké na konci úseku. V prvých rokoch by tento tunel slúžil aj ako cesta 1/18.

Na základe vypísania verejnej obchodnej súťaže bol spracovaný predbežný Inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum. Tento prieskum spracoval Uranpres š. p. Spišská Nová ves. Toho času sa na tento prieskum spracováva expertný posudok. Zarovň sa spracováva na ťah D-1 v úseku Hybe-Prešov „Environmentálna štúdia“, ktorá má posúdiť vedenie navrhovaných trás a doporučiť výslednú alternatívu. Túto štúdiu spracováva Pragoprojekt a. s. Praha. Na základe spracovaného expertného posudku a odsúhlasenia trasy predmetného úseku orgánmi životného prostredia zabezpečí Riaditeľstvo diaľnic spracovanie projektovej dokumentácie pre vydanie územného rozhodnutia.

Ďalším problémom vedenia trasy diaľnice je aglomerácia mesta Prešov. Vlastná trasa diaľnice bola v návrhoch riešená v juhozápadnej časti mesta, v oblasti Kalvárie a rieky Torusy. Táto trasa má veľmi negatívny vplyv na životné prostredie, má nepriaznivé geologické pomery a kolíziu s územným plánom mesta Prešov, a preto bola vypracovaná druhá alternatíva a to trasa vedená mimo mesto Prešov, tunelom „Prešov“. Tento však zasahuje obec Hanisku. Dĺžka tunela je 1520 m.

d) Diaľnica D-18 Poluvsie (Žilina) – hranica SR/Polsko

Na túto trasu je spracovaná len vyhľadávacia štúdia za účelom preverenia možnosti prechodu diaľnice zo SR na územie Poľska. Týmto ťahom je doplnená diaľničná sieť na území SR a v budúcnosti by mala byť vetvou „A“ transeuropskej magistraly Sever-Juh. Vedenie trasy je riešené vo viacerých alternatívach, ale ani jedna nie je riešená bez tunelových objektov. Na doporučenej alternatíve sú tieto tunely: tunel „Nededza“ v dĺžke 480 m, tunel „Budatinska lehota“ v dĺžke 1900 m, tunel „Horelica“ v dĺžke 2340 m (tu však len jedna tunelová rúra) a tunel „Svrčl-novec“ v dĺžke 490 m.

Iné alternatívy sú na tunely ešte náročnejšie.

Z tohto celého zhodnotenia je vidieť, že nás v oblasti tunelovej výstavby čaká veľmi náročná práca. Aj keď tieto návrhy môžu doznať zmien, jedno je isté, že bez tunelových stavieb sa pri výstavbe diaľnic nezaobídeme.

Aj keď s otázkou navrhovania a výstavby diaľničných tunelov sa u nás zaoberá viacero projektových organizácií, škôl a výskumných ústavov, skúsenosti v praxi sú veľmi skromné.

Finačne sú tieto diela s predpokladanými vysokými investičnými nákladmi. Náklady sú ovplyvňované geologickým zložením horniny, v ktorých bude treba tunely raziť ale najmä prevádzkovou výbavenosťou tunelov. Z tohoto dôvodu bude každá tunelová stavba skúmaná a riešená ako osobitná stavba, kde tunel musí byť starostlivo osadený do terénu v návaznosti na komunikačnú trasu, tak, aby nenarušoval ráz krajiny a zabezpečoval ochranu životného prostredia. Okrem dopravného navrhovania týchto stavieb bude hlavným cieľom vyriešenie a zavedenie nových technológií pre efektívnu výstavbu tunelov i v nepriaznivých geologických podmienkach. To je prípad všetkých našich tunelov v pásmových pohoriach s prikrvnou stavbou, kde sa pozdĺž tunela striedajú horniny veľmi rozdielnej kvality. Pre tieto podmienky sú vhodné rôzne technológie razenia.

Týmto svojim príspevkom by som chcel odbornú verejnú informovať, čo nás čaká pri výstavbe diaľnic. Chcel by som vyprovokovať všetkých odborníkov v tejto oblasti, aby sa zapojili do verejných obchodných súťaží, či do prieskumov, projektovania ako i samotnej realizácie, aby naše stavby v ničom nezaostávali za stavbami v zahraničí, na ktoré sa doteraz chodíme len pozeráť a obdivovať.

TORGANIT L-02

JEDNOSLOŽKOVÝ TEKUTÝ URYCHLOVAČ TUHNETÍ STRÍKANÉHO BETONU
SMĚŠUJE SE S VODOU, KTERÁ JE PŘIDÁVÁNA DO PROUDU
SUCHÉ BETONOVÉ SMĚSI VE STRÍKACÍ TRYSCE

TORGANIT L-02

- je zásaditá kapalina $\text{pH} = 14$ o měrné hmotnosti $1\,450\text{ kg/m}^3$,
- výrazně zrychluje nástřih tuhnutí betonu,
- nezpůsobuje korozi ocelové výztuže,
- nesnižuje konečnou pevnost betonu,
- umožňuje nástřih silných vrstev betonu,
- snižuje spád betonové směsi při stříkání,
- ulehčuje práci a zvyšuje výkony

TORGANIT L-02 se používá v množství 2 až 6 % z hmotnosti cementu
TORGANIT L-02 se dováží v ocelových sudech o objemu 200 l

O DODÁVKÁCH TORGANITU L-02 VÁM POSKYTNE INFORMACE

TECHNICKÝ ROZVOJ
METROSTAV a. s. – DIVIZE 5
THÁMOVA 14, 186 00 PRAHA 8
TEL.: 02/2327420

PERSPEKTÍVA VÝSTAVBY CESTNÝCH TUNELOV NA SLOVENSKU

Autor: Ing. Vodanský Alojz, INCO, a. s. Bratislava

THE ARTICLE INFORMS ABOUT FURTHER PROSPECTIVES OF THE AUTOMOBILE TUNNEL CONSTRUCTION IN SLOVAKIA, NAMELY "MALÉ KARPATY, SOROŠKA, NOVÁ BYSTRICE" ETC.

Výstavba cestných tunelov na Slovensku je zahrnutá do celkovej rekonštrukcie a modernizácie cestnej siete I. a II. triedy.

Rekonštrukcia ciest je vyvolaná z dôvodu nevyhovujúcich dopravných parametrov, ale aj náročnej údržby a zjazdnosti ciest vedených cez horské priemsky v zimnom období, napr. Fačkovské sedlo, Branisko, Donovaly, Príslop.

Na všetky cestné tunely bola v minulých rokoch spracovaná štúdiálna dokumentácia pre cestné investorské útvary v rámci plánovaných preložiek ciest.

Pri rozhodovaní o výbere variant boli zvažované najmä cenové náklady a tak bolo rozhodnuté pre povrchové varianty preložky cesty napr. u tunela Soroška, Nová Bystrica a iné.

Uvedeným článkom chcem upozorniť na nové cenové relácie tunelových stavieb a to z pohľadu súčasných trhových cien nehnuteľností a ich výkupu. Bolo by preto vhodné aby všetky pôvodné rozhodnutia v neprospech tunelových stavieb boli znova prehodnotené na základe súčasných cenových ukazovateľov vo všetkých kritériách.

Najdôležitejšie cestné tunely sú zakreslené na obr. č. 1.

1. Cestný tunel Malé Karpaty

Tunel je navrhovaný pre štvorpruhovú komunikáciu a má byť spojnicou diaľnice D2 Bratislava--Praha, s diaľnicou D 61 Bratislava--Trnava.

Prepojením diaľnice zo západnej strany Malých karpát na východnú stranu Bratislavy tunelom v dĺžke 6,2 km vznikne veľmi výhodné a rýchle dopravné spojenie, ktoré skráti doterajšiu dopravnú trasu cez intravilán mesta v dĺžke 20,1 km. Západný portál sa navrhuje vo Františkovom dvore za Lamačom (oproti križovatke „DIAMANT“) a východný portál v lokalite Hájne--Vinice (Krasňany).

Navrhovaná trasa je vedená tunelom dĺžky 5920 m, úsek hĺbený z povrchu je dlhý 280 m. Paralelná vzdialenosť oboch tunelov je 40 m pri portáloch 18 m.

Razenie tunela v granitickej žule (karpatský křištalínik) je zatriedené do II. a III. klasifikačnej triedy podľa NRTM. Plocha výrubu 95 m² -- 109 m²

(spodná klenba). Ostenie pozostáva z rubového plášťa vytvoreného striekaným betónom a svorníkmi a z plášťa licového z monolitického betónu do debnenia. Medzilahlá izolácia je navrhnutá z fólií m PVC.

Vetranie je uvažované priečne s ventilátorovňami umiestnenými pri portáloch.

2. Cestný tunel Soroška

Ide o zaujímavý návrh tunela z hľadiska technického, dopravného ale aj ekologického. Nachádza sa v krásnom horskom prostredí CHKO Slovenský kras, na spojnici Rožňava -- Košice na ceste I. tr. č. 50 medzi obcami Lipovník -- Jablonov. Jeho návrh vyplynul z plánovanej preložky a úpravy cesty na 4-pruhovú cez horský prechod Soroška, ktorý je veľmi náročný na údržbu cesty najmä v zimnom období.

V spracovanej štúdii bola exaktne dokázaná jeho opodstatnenosť a výhodnosť oproti povrchovým variantom. Reálnosť tunela dokumentuje aj skutočnosť, že vedľa plánovanej trasy cestného tunela je už vybudovaný železničný tunel (Jablonovský) realizovaný v rokoch 1951--1954.

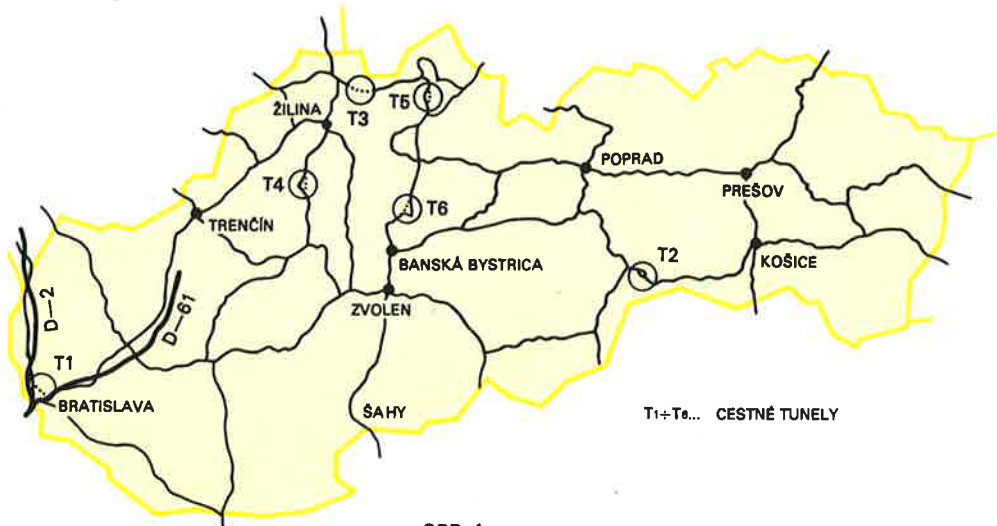
Štručné technické údaje:

dĺžka razeného úseku tunela	3615 m
sv. šírka tunela	10,5 m
pozdĺžny spád	1,67 %
vetranie priečne s vetracími priestorami v strope	
plocha výlomu	109 m ²
svetlý prierez tunela	81 m ²

Geologické a hydrogeologické pomery

Podľa geologických prieskumov, väčšiu časť tvoria poloskalné horniny, pozostávajúce z bridlic a vápencov. Hydrogeologicky málo priepustné až nepriepustné málo porušené, zaradené do I. stupňa raziteľnosti. Menšiu

SCHEMA CESTNÝCH TUNELÓ VE SLOVENSKEJ REPUBLICE



OBR. 1

časť tvoria formácie šedých vápencov, značne zvetralých, rozpukaných s puklinovou priepustnosťou vod. Trieda razenia II. stupeň.

Razenie je navrhované podľa NRTM so stabilizáciou výrubu striekaným betónom a svorníkmi. Ostenie je dvojploškové s medziľahlou izoláciou po celej dĺžke.

Tunel Soroška sa jeví veľmi perspektívny pre najbližšie roky z výhľadu cestnej dopravy v smere západ východ.

3. Cestný tunel Nová Bystrica

Výstavbou vodnej nádrže Nová Bystrica, došlo k zatopeniu št. cesty II/520 ako jedinej dopravnej spojnice medzi Kysúcami a Oravou.

Navrhované nové cestné prepojenie medzi obcami Oravská Lesná -- Nová Bystrica prechádza chráneným krajinným územím a areálom skanzenu. Územie je morfológicky veľmi členité, v mnohých úsekoch nestabilné -- sváživé, trasa prechádza bohatým lesným porastom.

Preto boli podrobne vypracované viaceré varianty vedenia novej preložky cesty a to s využitím tunelového riešenia.

Jednotlivé tunelové diela sa líšia svojou dĺžkou a polohou v dôsledku rozdielného smerového a spádového vedenia trasy preložky (za podmienky dodržania I. a II. ochranného hygienického pásma vodnej nádrže).

Pri návrhu tunela sa vychádzalo z udelenej výnimky z ČSN 73 7507 čl. 67, 75 (šírkové usporiadanie a spádové pomery).

Dôležitosť a nevyhnutnosť cestného prepojenia Oravy a Kysúc bola dokladovaná verejnoprávnym konaním a stavba mala byť zahájená v roku 1993 ako nutná súčasť investície vodnej nádrže.

V súčasnosti pre nedostatok finančných prostriedkov sa od zámeru upustilo.

4. Cestný tunel „Fačkovské sedlo“

Plánovaná rekonštrukcia cesty I/518 na úseku Fačkov-Klačno, cestného ťahu Prievidza-Zilina s parametrami cesty I. triedy nie je možná

v jestvujúcej trase z dôvodov extrémnych pozdĺžnych spádov. Preto navrhnuté 3 varianty preložky uvažujú s novou trasou a tunelov dĺžky od 2440 m do 3610 m.

Tunelové vedenie cesty pod Fačkovským sedlom má viaceré výhody, odstraňuje najmä problémy dopravy v zimnom období.

Z geologického hľadiska ide o triedu raziteľnosti I. až II., južná časť je tvorená dolomitmi v nadloží ílovcami, severná časť je tvorená slienitými vápencami so silne zvodnelým prostredím. Vzhľadom na možnosť aj výraznej akumulácii podzemných vod bude tunelové dielo využité ako zdroj pitnej vody pre oblasť Prievidza.

5. Cestný tunel Donovaly

S uvažovanou rekonštrukciou štátnej cesty I/59 s prebudovaním na štvorprúdovú rýchlostnú komunikáciu S 22 na trase Banská Bystrica -- Ružomberok, dôležitého dopravného ťahu Maďarsko -- Poľsko, uvažuje sa s vybudovaním tunela pod horským priesmykom Donovaly.

dĺžka tunela	4960 m
šírka tunela	10,5 m
pozdĺž. spád	1,6 %
nadmorská výška	740-820 m
ochranné pásmo	vodný zdroj Jergaty

6. Cestný tunel Príslop

Rekonštrukcia cesty II/521 v úseku Oravský Podzámok -- Hruštín, má odstrániť dopravné problémy novou trasou, ale hlavne znížiť náročnú údržbu zjazdnosti cesty v zimnom období, cez kopec Príslop. Navrhované varianty uvažujú s dĺžkou tunela 1400-2100 m, šírka tunela 10,5 m.

U všetkých tunelov sa predbežne uvažuje s výstavbou len jednej tunelovej rúry.

VODNÍ STAVBY PRAHA

STAVEBNÍ DIVIZE 05

POTŘEBUJETE PODEJÍT SILNICI, KŘÍŽOVATKU, ŽELEZNICI, VLEČKU NEBO JINOU PŘEKÁŽKU?
POTŘEBUJETE STAVĚT V HUSTĚ ZASTAVĚNÉM ÚZEMÍ, PODEJÍT STÁVAJÍCÍ OBJEKTY, CO NEJMÉNĚ
NARUŠIT ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ MÍSTA NEBO OBCE?

VÁŠ PROBLÉM – NAŠE PŘÍLEŽITOST

PROVÁDÍME:

- OCELOVÉ CHRÁNIČKY, OD DN 200 mm DO DN 800 mm, PŘÍMO Z VÝKOPU NEBO Z MINIMÁLNÍ ŠACHTY METODOU RAJMOVÁNÍ (VODOROVNÉ BERANĚNÍ)
 - PRŮPICHY DN 130 mm VČ. ZAVLEČENÍ POTRUBÍ Z PE NEBO CHRÁNIČKY
 - VÝSTAVBU KANALIZAČNÍCH ŘADŮ METODOU ZATLAČOVÁNÍ ŽELEZOBETONOVÝCH TRUB DN 1 200 mm a DN 1 700 mm NA VZDÁLENOSTI AŽ PŘES 100 m.
- POZN.: ZATLAČENÉ ŽELBET. TROUBY LZE POUŽÍT I JAKO CHRÁNIČKY PRO INŽENÝRSKÉ SÍTĚ
- ZATLAČOVÁNÍ OCELOVÝCH CHRÁNIČEK DN 1 200 mm AŽ DN 1 800 mm.

OBRAŤTE SE NA NÁS!
VODNÍ STAVBY PRAHA, a. s.

stavební divize 05

DOBRONICKÁ 635, PRAHA 4-LIBUŠ, PSČ 148 27
TEL.: (02) 471 44 84 – TECHNICKÝ ÚSEK
(02) 401 98 85 – ST. KLEIN (STR. ZATLAČOVÁNÍ)
FAX: (02) 471 32 54

PRÍPRAVA VÝSTAVBY PODZEMNÝCH GARÁŽÍ V BRATISLAVE

Autor: Ing. Peter Pokrivčák, INCO, akciová spoločnosť BRATISLAVA

THE ARTICLE INFORMS ABOUT THE PREPARATION OF THE PARKING PROJECTS IN BRATISLAVA AND UNDERGROUND GARAGES IN THE CAPITAL OF THE SLOVAK REPUBLIC.

Bratislava, tak ako väčšina európskych a svetových miest, má veľké problémy so statickou dopravou. Markantne sa tieto problémy prejavujú najmä v mestskej časti Staré mesto, ktoré patrí medzi atraktívne miesta turistickej návštevnosti, je sídlom mnohých úradov, inštitúcií, kultúrnych a reštauračných zariadení, ako aj podnikateľských aktivít. Zmenou politického režimu došlo k expanzii týchto aktivít a tým aj problémov so statickou dopravou.

Mestské zastupiteľstvo vyhlásilo celé územie časti Staré mesto za parkovaciu zónu, kde sa za parkovanie platí. Aj tak je absolútny nedostatok parkovacích miest. Je preto nutné pristúpiť k budovaniu veľkokapacitných hromadných parkovacích garáží.

Vzhľadom na obmedzené priestorové možnosti a v súlade so svetovým trendom ochrany životného prostredia aj v Bratislave sa uvažuje s využívaním tretieho priestoru -- budovať veľkokapacitné viacpodlažné parkoviská v podzemí.

Už do roku 1989 boli Útvorom dopravného inžinierstva vytypované lokality najväčších zatažení statickou dopravou a v rámci povrchovej zástavby navrhnuté podzemné parkoviská. Prehľad vytypovaných lokalít aj s charakteristikou parkovacích garáží je v nasledovnej tabuľke.

Všetky uvedené garáže boli navrhované zo železobetónovej monolitkej alebo montovanej konštrukcie budovanej z povrchu v otvorenej stavebnej jame, väčšinou paženej podzemnými konštrukčnými stenami. Zmenou legislatívnych podmienok po novembri 1989 došlo aj k zmenám vlastníckych vzťahov, čo priblížilo prípravu výstavby týchto garáží.

Po zmene politického systému prejavili záujem investovať v Bratislave aj zahraniční investori. Známe garážové družstvo APQA po prehliadke Bratislavy vytypovalo ako najatraktívnejšiu lokalitu pre výstavbu hromadných garáží Hviezdoslavovo námestie. Táto lokalita bola schválená aj radou magistrátu hlavného mesta Slovenskej republiky Bratislavy ako prvá pre výstavbu podzemných garáží.

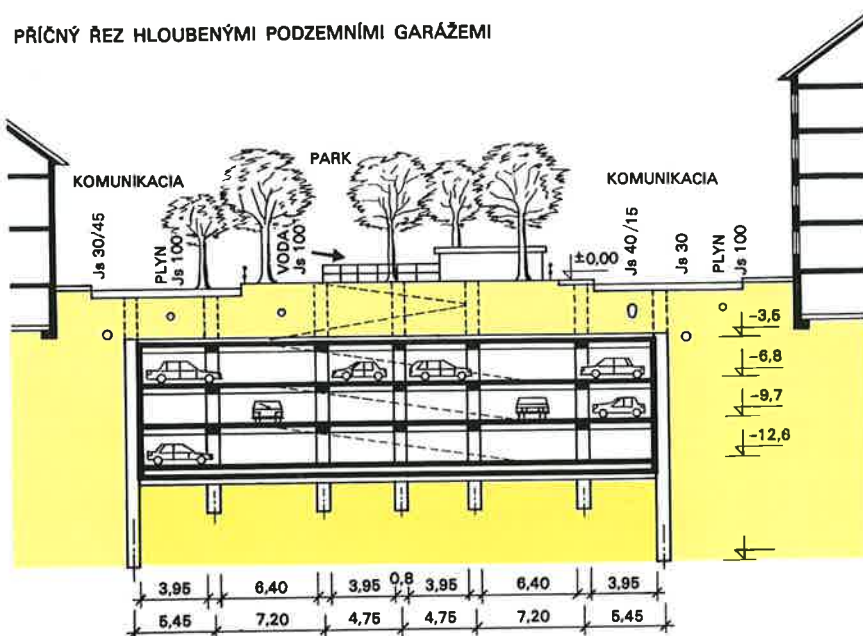
INCO a. s. Bratislava spracovala štúdiu a následne zadanie stavby Podzemná parkovacia garáž na Hviezdoslavovom námestí. V súčasnej dobe prebieha územné konanie.

Je navrhnutá trojpodlažná garáž pre 329 stání budovaná z povrchu v otvorenej stavebnej jame paženej podzemnými stenami. Vjazd aj výjazd

Lokalita	Charakteristika garáže				Ident. číslo parcely	Nadzemná časť
	poč. podlaž.	počet park. miest	doprava osôb	doprava aut		
Špitálska ulica pred hotelom Kyjev	3	375	výťahom	vl. hybnou silou	8 306	parkov.
Vysoká ulica - parkov.	3	255	výťahom	vl. hybnou silou	8 590	polyfun. dom
Kollárovo námestie	2	500	výťahom	vl. hybnou silou	8 116 až 8 121	hotel alebo polyf. dom
Palackého ulica	2	270	schodmi	vl. hybnou silou	136	školský dvor
Rajská ulica za OD Prior	3	150	výťahom	vl. hybnou silou	8 609	obchod spojený s Priorom
Rajská ulica pred hotelom Kyjev	2	105	schodmi	vl. hybnou silou	8 642 8 643	polyf. dom

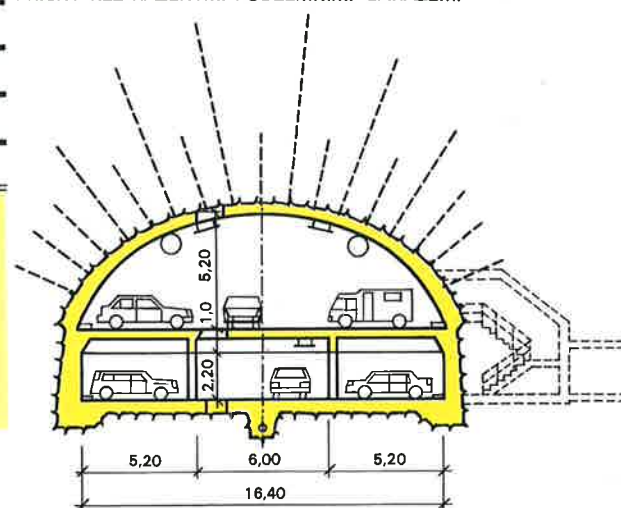
z garáže sú z komunikácie pozdĺž konzulátu USA, s napojením na Vajanského nábrežie, odkiaľ je možný rozptyl všetkými smermi. Garáž je prepojená chodbou pre peších s hotelom Carlton a Slovenským národným divadlom.

PRÍČNÝ ŘEZ HLOUBENÝMI PODZEMNÝMI GARÁŽEMI



OBR. 1

PRÍČNÝ ŘEZ RAŽENÝMI PODZEMNÝMI GARÁŽEMI



OBR. 2

Vstup do garáže pre peších je priamo z námestia schodmi.

Podobná garáž je navrhnutá aj na Jakubovom (bývalom Leninovom) námestí – vid' obrázok č. 1. Podmienka zachovania vysokej zelene a stromov pri oboch garážach je riešená tak, že tieto stromy sa v dostatočnej hĺbke podtunelujú.

Zaujímavou lokalitou pre výstavbu podzemnej garáže je aj Hradný vrch Bratislavského hradu. INCO a.s. Bratislava spracovala v 10/90 ponukový projekt na výstavbu takejto parkovacej garáže. Ide o razený tunel dvojpodlažný šírky 16,5 m a dĺžky podľa požadovanej kapacity. Pri dĺžke 450 m je kapacita 690 stání pre osobné vozidlá, alebo aj v kombinácii s autobusmi. Garáž ma jednosmernú dopravu s vjazdom na spodné podlažie z Nábřežia generála Svobodu a výjazdom cez horné podlažie na Zizkovu ulicu. Vjazd a výjazd sú navrhnuté malými tunelovými otvormi a nebudú prekážať novonavrhovanej koncepcii zástavby podhradia. Zaústenie vyhovuje i dopravnému napojeniu z frekventovanej komunikácie Dunajského nábrežia, ktorá je priamo napojená na dva mosty cez Dunaj, Viedenskú a Budapeštiansku cestu. Na západ táto komunikácia je napojená na diaľničný privádzací diaľnice D2 do Prahy. Garáž bude spojená podzemnou chodbou pre peších s historickým jadrom Bratislavy a výťahom s Bratislavským hradom a novou budovou Národnej rady Slovenska.

Hradný vrch je z hľadiska geologickej skladby súčasťou Bratislavského granitoidného masívu, ktorý aj keď tvorí geomorfologicky pahorkatinu, lokálne majú jeho svahy veľmi ostrý sklon. Takýmto je aj južný svah Hradného vrchu, ktorý má charakter skalnej steny. Masív je značne tektonicky porušený tam, kde nejde o tektonické prehnutenie masívu, ale len o lokálne porušenie systémom puklín dost' presne zmapovaných. Výstavba tunela v tomto masíve je možná bežnými tuneláckymi technológiami, dôkazom čoho je aj vybudovaný cestný tunel, teraz slúžiaci pre električky, ktorý bol ukončený cca v 1945-tom roku. Priečny rez tunelovou garážou je na obrázku č. 2.

Záverom si dovoľím vysloviť presvedčenie, že aj keď súčasný rozpočet mesta nedovoľuje začínať takéto stavby, ako sú hromadné podzemné garáže, za príspevka zahraničných investorov a podnikateľskej sféry sa dočkáme aj v Bratislave – Starom meste podzemnej garáže. Cieľom tohto článku je poukázať na možnosti situovania takýchto garáží.

BRNĚNSKÝ OBLASTNÍ VODOVOD

AUTOR: Ing. JIŘÍ TESAŘ, SUBTERRA a. s.

THE ARTICLE DESCRIBES GEOLOGICAL CONDITIONS, MAIN PARAMETERS OF THE WORK AND THE IMPLEMENTED TECHNOLOGY OF ONE OF THE BIGGEST CONSTRUCTION OF THE BRNO AREA – THE DRINKING WATER TUNNEL FROM THE "VÍR" RESERVOIR TO THE TOWN BRNO.

ÚVOD

Účelem výstavby brněnského oblastního vodovodu je rozhodující měrou zlepšit zásobení města Brna a jeho okolí pitnou vodou z důvodu nevyhovující situace a s ohledem na vydatnost a kvalitu stávajících zdrojů.

V současné době je Brno zásobeno kvalitní pitnou vodou z Březové, ale s kolísavou vydatností do 1,00 m³/s a problematicky upravovanou vodou ze Svatky v Brně – Pisárkách. Z těchto důvodů řeší brněnský oblastní vodovod zásobení Brna a okolí (výhledově i Moravský Krumlov a Vyškov) kvalitní pitnou vodou. Pro účely tohoto zásobení bude využívána jako zdroj surové vody vodní nádrž Víř. Základní komplex staveb obsahuje odběrné zařízení na hrázi ve Vířu, štolu surové vody Víř – Koroužné v délce 4,5 km, úpravnu vody Švařec – Štěpánovice v celkové délce 16,182 km, trubicí trasu Štěpánovice – Brno v délce cca 25 km s vodojemem Čebín a napojení na brněnskou síť ve vodojemu Palacký vrch.

Tento článek se podrobněji zabývá ražbou štol Švařec – Běleč I. a Běleč II. – Štěpánovice prováděnou SUBTERROU a. s., divizí Ostrov.

GEOLOGICKÉ POMĚRY

V dané lokalitě byla v rámci samostatných objednávek pro potřeby díla zpracována řada geologických průzkumných prací. Na základě výsledků geologických průzkumů a korelace všech ostatních průzkumných geofyzikálních metod (geoelektrická, magnetometrická a seismická) byla určena trasa štolového přivaděče upravené vody. V neposlední řadě byly geologické poměry dané lokality ověřeny v průběhu vlastní ražby štol

upravené vody, kdy byl prováděn provozní geologický sled ražeb štolových přivaděčů z důvodů sledování skutečných geologických a geotechnických poměrů a podmínek pro ražbu a definitivní obezdívky.

Trasa štol upravené vody prochází dvěma jednotkami svratecké klenby moravika. Od portálu Švařec po km 0,935 jsou to horniny skupiny olešnické, dále k portálu Štěpánovice horniny bitešské skupiny.

Horniny olešnické skupiny jsou zastoupeny stříbřitěšedými až zelenošedými fylity přecházejícími až do grafitických rul. Pevnost těchto hornin je od 40 do 100 MPa.

Horniny bitešské skupiny jsou zastoupeny bitešskou rulou (biotitická, sericitická) s vločkami rul, amfibolitů, metakvarcitů a krystalických vápenců. V některých případech jsou četné vločky křemene. Mocnost vložek je proměnlivá, zpravidla však nepřesáhne 3 m. Pevnost těchto hornin je od 80 do 180 MPa.

Horniny jsou velmi nepravidelně zvodněny, hladina podzemní vody je v některých úsecích volná, jinde napjatá. Propustnost všech částí horninového masívu je puklinová, většinou jsou zvodnělé zóny vázány na tektonicky oslabená pásma a výrazné linie. Podzemní voda není agresivní.

POPIS ŠTOL

Štoly upravené vody se skládají ze tří štol. Štola Švařec – Běleč I. je délky 10,830 km, ve vzdálenosti 8,039 km od portálu Švařec je napojena boční štola Černvír délky 0,335 km.

Štola Běleč II. – Štěpánovice je délky 5,017 km. Celková délka ražeb štol upravené vody je tedy 16,182 km.

Ražba štol Švařec – Běleč I. byla zahájena v dubnu 1988 z portálu Švařec. Do km 0,090 byla štola ražena klasickou technologií pomocí trhačích prací v hrubém profilu 11,05 m². Od km 0,090 do km 5,800 byla ražba štol prováděna plnoprofilovým razícím strojem RS 24–27/0 o průměru vrtací hlavy 2,84 m. Do km 5,129 byla ražba vedena dovrchně se stoupáním 1,5 ‰, od km 5,129 úpadně s klesáním 1,5 ‰.

Strojní ražba byla prováděna bez výztuže, v úsecích s opady horniny z klenby a boků důlního díla bylo použito lehkých ocelových lisovaných segmentů navzájem spojených a zavrtaných do důlního díla lepenými svorníky délky 1600 mm. Výraznější geologická porucha, grafitické ruly, se projevila v km 0,735 – km 0,775. K zajištění klenby a boků důlního díla zde byla použita ocelová výztuž 00-0-08 B a ocelové pažnice UNION. Přítoky vod se pohybovaly do 10 l/s, voda gravitačně odtékala do jámek a odtud byla čerpána potrubním řádem do čistírny důlních vod před portálem Švařec, odkud po odsazení a zbavení ropných látek byla vypouštěna do řeky Svatky.

Strojní ražba byla skončena v km 5,800 v květnu 1991, razící stroj byl zdemontován a vytažen na podvozcích portálem Švařec.

Ražba štol Běleč II. – Štěpánovice byla zahájena v březnu 1989 z portálu Běleč II. Do km 0,060 byla štola ražena klasickou technologií s použitím trhačích prací v profilu 11,05 m², od km 0,060 do km 5,017 byla ražba prováděna plnoprofilovým razícím strojem RS 24–27/1. Ražba byla opět vedena dovrchně se stoupáním 1,5 ‰ převážně bez výztuže nebo ojediněle s použitím lehkých ocelových lisovaných segmentů a lepených svorníků délky 1600 mm. Významnější geologická porucha ani další komplikující vlivy se během ražby neprojevily. Přítoky vod se pohybovaly do 5 l/s, voda byla z čerpacích jámek čerpána trubicím řádem do čistírny důlních vod před portálem Běleč. Po skončení ražby v lednu 1991 byl razící stroj vytažen portálem Štěpánovice a zdemontován.

Strojní ražba štol Švařec – Běleč I. z portálu Běleč I. byla zahájena v polovině května 1991 plnoprofilovým razícím strojem RS 24–27/1 od km 10,328 ve směru od portálu Švařec po předchozím vyražení 502 m štol klasickou technologií v profilu 14,5 m², resp. 12,4 m². V km 7,900 byla strojní ražba zastavena na dobu cca 6-ti dnů z důvodu proražení boční štol Černvír do této štol.

Strojní ražba byla vedena dovrchně se stoupáním 6,5 ‰, resp. 1,5 ‰ převážně bez výztuže, ojediněle s použitím výztuže shodné jako u předchozích strojních ražeb. Přítoky vod se pohybovaly do 6 l/s, významnější geologické poruchy ani další komplikující vlivy se neprojevily.

Ražba štol Švařec – Běleč I. byla ukončena v listopadu 1992 přesnou prorážkou ve staničení 5,800 km. Po prorážce byl razící stroj zdemontován a vytažen na podvozcích portálem Černvír.

Boční štola Černvír byla ražena klasickou technologií za použití trhačích prací v profilu 11,05 m² s provizorní ocelovou výztuží 00-0-10 B a železobetonovými pažnicemi. Po proražení do štol Švařec – Běleč I. sloužila boční štola Černvír pro větrání a dopravu rubaniny od razícího stroje.

POUŽITÁ TECHNOLOGIE

Pro ražbu štol upravené vody Švařec – Běleč I. a Běleč II. – Štěpánovice bylo použito plnoprofilových razících strojů RS 24–27/0 a RS 24–27/1. Jedná se o razící stroje vyrobené v bývalé ČSSR a určené pro ražení ve středně pevných a pevných horninách, rozpojovací horninu v plném průřezu raženého díla současně a pracující na principu rotačního valivého vrtání.

Odtěžení od razicího stroje bylo prováděno s využitím vozů pro dopravu rubaniny HÄGGLUNDS o obsahu 9 m³ a důlních lokomotiv BND-30. Pro dopravní situace ve štolách byly budovány výhybny o rozměrech 3×4×40 m ve vzdálenosti cca 1500 m od sebe.

ZÁVĚR

Popsaná ražba štol upravené vody prokázala správnost nasazení plnoprofilových razicích strojů s těmito pozitivními výsledky oproti klasickým ražbám:

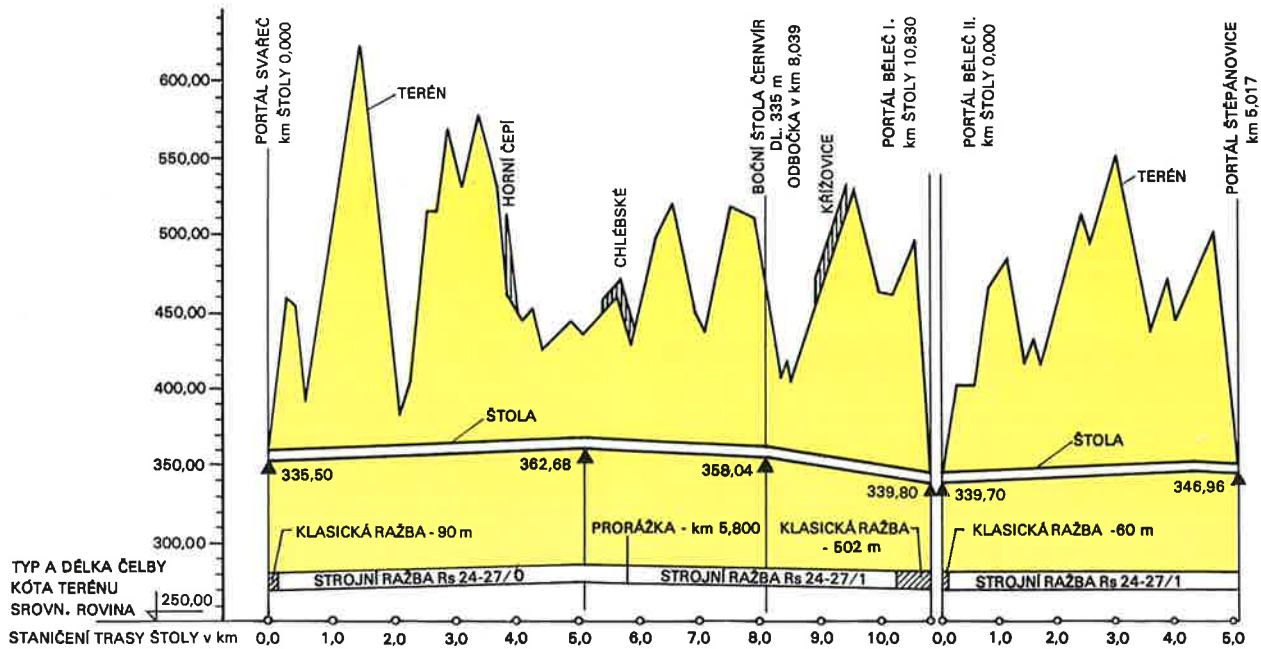
1. Vyšší průměrné měsíční postupy ražeb.
2. Minimální množství nadvýlomů, možno zmenšit tloušťku definitivní obehdivky na nezbytné minimum, což přináší snížení nákladů na provizorní a definitivní zajištění výrubu.
3. Minimální narušení bezprostředního okolí podzemního díla, výrub je pravidelný s čistě opracovanými stěnami.
4. Možnost využití rubaniny pro účely podsypů a zásypů, v daném případě trubních částí přivaděče.
5. Zvýšení kultury tunelářské práce, zvýšení kvalifikace osádek, snížení rizika úrazovosti a nemocí z povolání.

Na základě těchto výsledků je SUBTERRA připravena nabídnout ražby touto technologií při stavbách ekologických děl v České republice i v zahraničí.

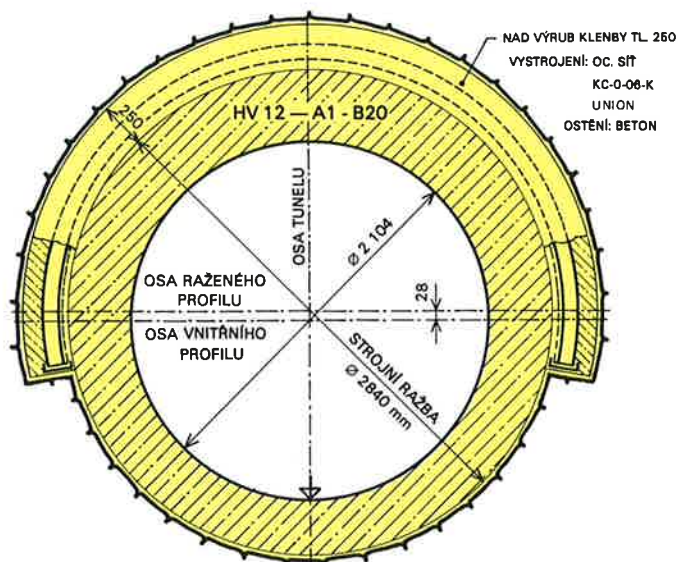
Přehled dosažených maximálních výkonů plnoprofilovými razicími stroji na stavbách Brněnského oblastního vodovodu

	max. měsíční postup	max. denní postup	max. směnový postup
štola Švařec-Běleč I. portál Švařec st. km 0,090–5,800 RS 24-27/0	350,0	24,8	12,6
štola Švařec-Běleč I. portál Běleč I. st. km 10,328–5,800 RS 24-27/1	346,0	18,4	10,2
štola Běleč II.-Štěpánovice portál Štěpánovice st. km 0,60–5,017 RS 24-27/1	322,0	19,0	11,6

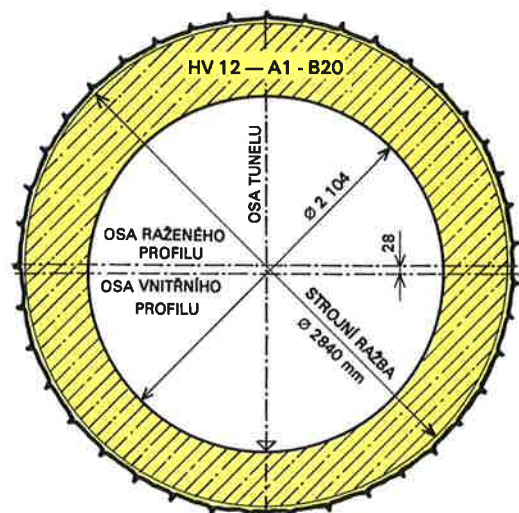
PODÉLNÝ PROFIL ŠTOLOU UPRAVENÉ VODY SVAŘEC — ŠTĚPÁNOVICE



PRÍČNÝ REZ ŠTOLOVÝM PŘIVADĚČEM V ÚSEKU GEOLOGICKÝCH PORUCH



PRÍČNÝ REZ ŠTOLOVÝM PŘIVADĚČEM V LITÉ SKÁLE PROVÁDĚNÝ STROJNÍ RAŽBOU



VÝHODY RAŽENÝCH KANALIZAČNÍCH SBĚRAČŮ V HRADCI KRÁLOVÉ

AUTOR: Ing. OTAKAR VRBA – STAVEBNÍ GEOLOGIE – GEOTECHNIKA, a. s. PRAHA

EVOLUTION OF THE PROJECT OF NEW MAIN SEWER COLLECTORS. COMPARISON OF SHALLOW ALTERNATIVES (2 EXCAVATING, 1 TUNNELING) WITH THE ALTERNATIVE OF TUNNELING COLLECTORS IN DEEP POSITION. MAIN CHARACTERISTICS OF THE FINAL PROJECT.

Hradec Králové, moderní české město primátora Ulrycha a architekta Gočára, které má cca 100 000 obyvatel, se do dnešního dne řadí k mnoha našim městům, která postrádají čištění odpadních vod a v mnohých případech, blízkým se 1 m³/s je přímo vypouští do Labe a Orlice. Město, rozprostírající se na rovině na soutoku obou řek s osídlením na obou březích jak Labe, tak i Orlice, má mimořádně nepříznivé přírodní podmínky pro lokalizaci ČOV a napojení nových kanalizačních sběračů na stávající kanalizaci. Stávající sběrače jsou dnes zaústěny přímo do vodotečí těsně nad vodní hladinou. Proto nezbyvá, než trasovat kanalizační sběrače s niveletou zčásti nebo zcela pod hladinou poříční podzemní vody a s přečerpáváním splaškových vod na konci trasy do ČOV. Lákavá možnost přečerpávání na začátku tras do nových sběračů se ukázala jako nereálná vzhledem ke geografické poloze, urbanizaci území, nejméně trojnásobnému křížení vodotečí (nezbytné jsou v těchto místech shybky) a také z důvodů ekologických. Proto se hledalo řešení mezi dvěma základními variantami hloubkového vedení nivelety sběračů: mělkým umístěním v hloubce 20–30 m.

INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉ POMĚRY

Každé alternativní řešení musí nezbytně vycházet z místních specifických přírodních a inženýrskogeologických podmínek území. Správné řešení by mělo navázat na poznání a pochopení místních podmínek, mělo by být založeno na jejich espektování a pokud možno i využití ve prospěch stavby. Místní inženýrskogeologické podmínky lze stručně charakterizovat následovně:

Povrch území tvoří akumulace písčité a štěrpkopískových náplavů údolních teras Labe a Orlice o mocnosti 10–12 m, hladina poříční podzemní vody je zhruba v úrovni říčních hladin v hloubce 4–5 m. Údolní náplavy jsou vzdušné a vysoce propustné ($k = x \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$), zřízení hlubších výkopů vyžaduje hnané pažení resp. použití beraněných štětovic nebo aplikaci pažení se snížením hladiny podzemní vody čerpáním soustavou studní. Proto jsou podmínky pro hloubení kanalizačních výkopů velmi náročné. Od hloubky 10–12 m se vyskytuje horninový masiv křídových slínovců turonského stáří. Ve slínovcích jsme vymezili 4 hloubkové geotechnické zóny, ve kterých se mění vlastnosti horniny v důsledku účinků periglaciálního zvětrávání. Svrchní zóna A o mocnosti 1–2 m je tvořena zcela rozloženými slínovci charakteru slínu, tato vrstva je prakticky nepropustná ($k = x \cdot 10^{-8} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) a tvoří artézský strop pro obzor podzemní vody v zóně B a C. Zóna B o mocnosti 5±2 m je již tvořena slabě navětralým slínovcem pevnosti třídy R 4 (5–15 MPa) s výrazným rozpukáním (D 5) a částečně otevřenými puklinami, proto je propustnost zóny C o mocnosti 5±3 m, tvořená zdravým slínovcem pevnosti R 3 (15–30 MPa) s pravidelnou vodorovnou vrstevnatostí a dvěma systémy subvertikálních diskontinuit, hustota diskontinuit je D 3–D 4 a pukliny jsou zčásti sevržené, resp. v této zóně dochází směrem do hloubky k úplnému svírání puklin a vrstevních spár. Propustnost zóny C je malá a klesá s hloubkou (k v rozpětí $x \cdot 10^{-7}$ až $x \cdot 10^{-8} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$). Zóna D představuje horninový masiv nedotčený účinky periglaciálního klimatu se zdravou horninou (pevnost R 3, alternace A 1, rozpukání D 3), masiv je prakticky nepropustný ($k = x \cdot 10^{-9} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$). Povrch zóny D se vyskytuje v hloubce 10–15 m pod povrchem křídových hornin, čili zhruba 20–25 m pod povrchem údolní nivy. V zóně B existuje artézský obzor puklinové podzemní vody s tlakovou úrovní v hloubce 4–5 m pod terémem, ve kterém je podzemní voda bez jakékoli proudění, obzor je od poříční vody v písčitéch štěrcích oddělen izolačním horizontem zóny A. Tento artézský obzor přechází do zóny C, ve které vyznívá reálná propustnost horninového prostředí. Podzemní voda artézského obzoru má značně anomální chemické složení (přechodná i celková tvrdost menší než 2° N, pH 7–8), pravděpodobně se jedná o „zakonzervovanou podzemní vodu“ značného geologického stáří (n. 10⁴ let).

VÝVOJ KONCEPČNÍHO ŘEŠENÍ STAVBY

Projektové řešení, porovnání jednotlivých alternativních poloh trasy a hloubky nivelety a také alternativních stavebních technologií, probíhalo v letech 1989–1991 a ke konečnému rozhodnutí došlo na jaře 1992 vydáním stavebního povolení. Výběr optimálního řešení se konal v podmínkách přechodu na nové způsoby práce (investiční příprava, projektování, financování, výběr dodavatele) a byl poznamenán tvrdou soutěží řady dodavatelů, kteří ne vždy zcela seriózně předkládali svá technická řešení a cenové nabídky. Existující stav rodící se soutěže neumožnil zcela objektivní cenové srovnání předkládaných alternativ. Přitom lze říci, že optimální řešení se neopírá pouze o cenovou výhodnost, ale zejména o realnost solidního postavení kvalitních kanalizačních sběračů s dlouhou životností.

Základní řešení kanalizačních sběračů musí splnit následující podmínky. Pro napojení stávající kanalizační sítě je třeba vybudovat 4 hlavní nové sběrače (A, B, C, E). Základní páteř tvoří sběrač A (od Velkého náměstí směrem na jih do ČOV v délce cca 4 km). Na pravém břehu Labe je třeba novými sběrači zachytit dnešní stoky B, D, a E a na levém břehu Labe i Orlice je třeba napojit stoku C. Nejmenší délka nových sběračů cca 5 km je možná pouze při poloze sběračů v hloubce 20–30 m, kdy není třeba brát větší ohled na stávající říční síť ani urbanizace. Naopak alternativy mělkých hloubených variant vycházejí v délce sběračů 6–7 km. Nová čistírna odpadních vod je rozestavěna jižně od města, cca 3 km pod ústím Orlice do Labe na levém břehu Labe.

V dalším textu bude stručně rekapitulován vývoj technického řešení a zároveň porovnávány základní uvažované alternativy. Studovány byly možnosti hloubení kanalizace v mělké poloze 4–8 m pod povrchem území (alternativy A, B a K) a alternativa ražené hloubkové kanalizace v hloubce 20–30 m (alternativa C).

ALTERNATIVY MĚLKÉHO VEDENÍ SBĚRAČŮ

ALTERNATIVA A:

Kanalizační sběrače, umístěné v hloubené rýze pod ochranou štětových stěn, zahlušených až do podložných slínovců s čerpáním vody z rýhy. Do rýhy se položí prefabrikované železobetonové díly (\varnothing cca 2 m). Kanalizační sběrač je umístěn zčásti nebo zcela pod hladinou podzemní vody, proto realnost této alternativy závisí na možnosti zmonolitnění a dokonalého utěsnění kanalizačního potrubí. Pokud by tato podmínka nebyla 100 % zaručena, změnil by se sběrač dříve či později v drenáž podzemní vody, která by brzy vyloučila kanalizaci z funkce. O realnosti této alternativy je třeba pochybovat, navíc skutečná cena řešení by byla vysoko nad optimistickými kalkulacemi dodavatelů. Nevýhodami při stavbě jsou: zábor pozemků, skládka výkopku, odvod čerpané vody z rýhy do řeky a narušení života města (stavební doprava, hluk a další vlivy). Další nevýhodou je větší délka tras, problematická realizace nejméně 3 shybek pod řekami, životnost díla a problematická možnost oprav případných poruch. K nevýhodám je třeba přičíst i možné negativní vlivy na stávající zástavbu a narušení přírodního režimu podzemní vody. Tuto alternativu je třeba označit co do technické realnosti za značně problematickou.

ALTERNATIVA B:

Je modifikací alternativy A, kanalizační sběrače jsou umístěny v hloubené rýze. Aplikací systému odvodňovacích studní se dosáhne suchého prostředí pro hloubení rýhy, odpadne beranění štětovic, postačí příložené pažení (např. systém union). Mimořádně náročné by bylo snížení

hladiny podzemní vody studněmi. Potřebná vzdálenost studní vychází 25–50 m, množství čerpané vody z jedné studny by činilo 5–15 l · s⁻¹. K nevýhodám alternativy A přistupuje razantní zásah do hydrogeologických poměrů podél trasy se značným rizikem poškození části povrchové zástavby vlivem stavebního čerpání podzemní vody. Navíc odvedení čerpané vody do řeky by činilo určité potíže. Realnost této alternativy je problematická bez ohledu na její cenu. Jinak má toto řešení řadu nevýhod předchozí alternativy (vodotěsnost, životnost, obtížné až nemožné opravy).

ALTERNATIVA K:

Kanalizační sběrače v hloubce 4–8 m. Pro sběrače se použije technologie tunelování v nesoudržných zeminách pomocí štítování. Systémem studní se sníží hladina podzemní vody po dobu stavby, takže stavba bude probíhat v prostředí bez přítoku podzemní vody. Ve štole se zřídí skládané dílcové železobetonové ostění, jehož nepropustnosti se dosáhne chemickou injektáží za rub ostění (Ø ražby cca 2,5–3 m). Základním technickým problémem je možnost a spolehlivost zřízení nepropustného ostění injektáží za dílcové ostění. O reálné možnosti s nezbytnou spolehlivostí a navíc potřebnou životností lze oprávněně pochybovat, navíc skutečná cena této technologie by byla značná. (délka injektovaných spar na 1000 m štoly je přes 15 000 m). K pochybnostem o reálnosti technologie se přidružuje otázka doby spolehlivé životnosti díla a možnosti případných oprav za provozu.

V době výstavby dochází k narušení života města (odvoz rubaniny, stavební doprava, nečistota a hluk, odvod čerpané vody ze studní, zábor pozemků). Existuje rovněž riziko poškození okolní zástavby následkem snížení hladiny podzemní vody a otázkou je velikost deformací nadloží nad raženou štolou. Také nelze vyloučit určité nebezpečí vzniku sufozních jevů.

Společnými problémy a nevýhodami prvních 3 alternativ A, B a K jsou:
 – délka tras zvětšená o vliv morfologie (nutnost respektování koryt Labe a Orlice)
 – nezbytnost stavby nejméně 3 shybek pod řekami
 – dosažení nepropustnosti kanalizace, resp. množství drénovaných podzemních vod, které představují balastní vody pro ČOV a mohou ohrozit provoz sběračů

- otázka životnosti díla (lze skutečně zaručit životnost a bezporuchový provoz alespoň na dobu 60–80 let?)
- problematická možnost oprav v případě poruch vodotěsnosti, existuje vážné riziko nárůstu množství drénované podzemní vody, otázkou je počáteční množství v extrémně propustném prostředí a progresivita nárůstu přítoků

Další problémy a nevýhody se dotýkají nepříznivého vlivu stavby na stávající zástavbu:

- snížením hladiny podzemní vody s rizikem sufosu (zejména u alternativ B a K)
- deformací nadloží (zejména u alternativy K)
- dynamickými účinky beranění štětovnic (u alternativy A)
- dalšími společnými nevýhodami jsou negativní zásahy do života města v době stavby:
 - zábor pozemků a skládka výkopku
 - stavební doprava ve městě
 - odvádění čerpané vody ze studní do Labe a Orlice
 - konflikty s vedením pozemních inženýrských sítí

ALTERNATIVA RAŽENÉ HLOUBKOVÉ KANALIZACE

ALTERNATIVA C:

Spočívá ve stavbě „hloubkové kanalizace“, sběrače jsou umístěny do ražených štol v prostředí křídových slinovců v hloubce 25±3 m pod povrchem území. Trasy jsou vedeny nejkratším možným směrem, jejich vedení není limitováno průběhem koryt Labe ani Orlice. Kanalizační systém vyžaduje přečerpávání splaškových vod v místě čistírny, náklady na přečerpávání budou v budoucnosti částečně sníženy umístěním malých vodních elektráren do spadištních šachet. Ražba více než 5 km štol proběhne pouze ze 3 šachet (z každé se vyrazí cca 1300–2400 m štol), z nichž pouze jediná je umístěna v městském intravilánu u zimního stadionu. Zbývající 2 těžební šachty leží vně obvodu zástavby města. Další 4 šachty nebudou sloužit ražbě, jsou potřebné pouze pro napojení stávající kanalizace a také pro stavbu vodních elektráren.

Štoly mají šířku výrubu 3,2 m, výšku 3,3 m a plochu 9,3 m². Křídové

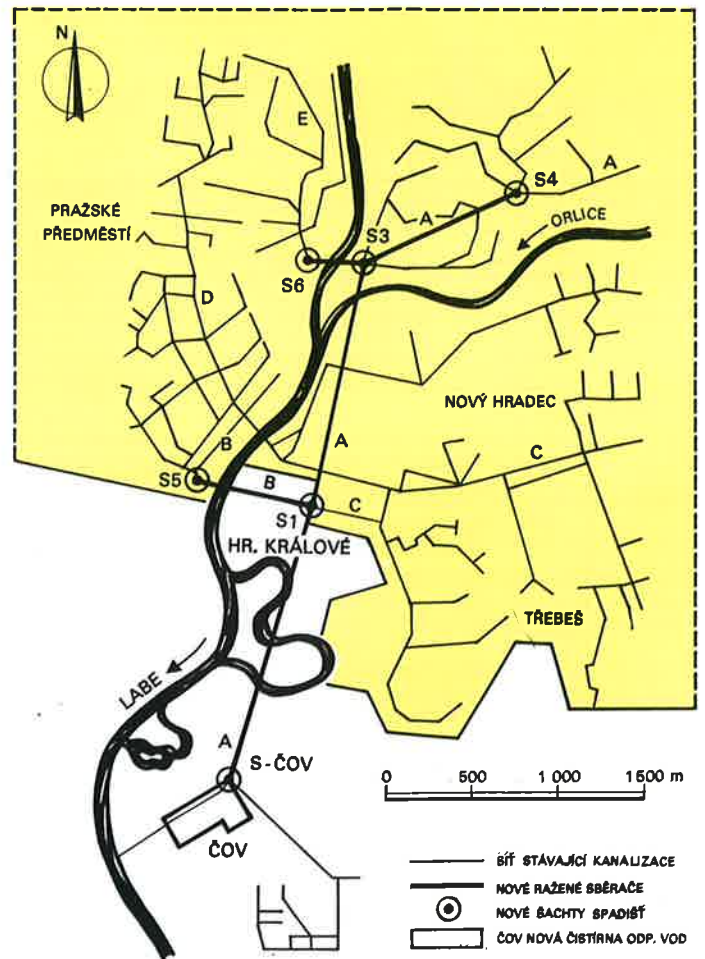
VEDENÍ NOVÝCH SBĚRAČŮ DO ČOV V JIŽNÍ ČÁSTI MĚSTA

POROVNÁNÍ ALTERNATIV — KRITÉRIA PŘI VÝSTAVBĚ (EKOLOGIE)

ZÁBOR POZEMKŮ		SKLÁDKA VÝKOPU			ODVOD ČERP. VODY			STAVEBNÍ DOPRAVA				HLUK VE MĚSTĚ				DÉLKA TRASY							
A	B	K	C	A	B	K	C	A	B	K	C	A	B	K	C	A	B	K	C				
100%	100%	~35%	<5%	100%	100%	<10%	<5%	50%	100%	100%	<5%	50%	50%	100%	<5%	100%	50%	25%	<5%	100%	100%	100%	<75%
[Bar chart showing relative values for each criterion across alternatives A, B, K, and C]																							

POROVNÁVÁNÍ ALTERNATIV DLOUHODOBÁ HLEDISKA (EKONOMIE)

DÉLKA TRASY				VODOTĚSN. OSTĚNÍ				ŽIVOTNOST				MOŽNOST OPRAV				ABSOLUTNÍ CENA				RELATIVNÍ CENA			
A	B	K	C	A	B	K	C	A	B	K	C	A	B	K	C	A	B	K	C	A	B	K	C
100%	100%	100%	<75%	+	+	+	+	80L	80L	<80L	>150L	+	+	+	+	70%	70%	~80%	100%	~90%	~90%	100%	~65%
[Bar chart showing relative values for each criterion across alternatives A, B, K, and C]																							
ALT. A - HLOUBENÁ RÝHA ŠTĚTOVNICE LARSEN HLOUBKA 6±2 m												ALT. B - HLOUBENÁ RÝHA SOUSTAVA STUDNÍ HLOUBKA 6±2 m											
ALT. K - RAŽBA ŠTÍTEM + SOUSTAVA STUDNÍ - DÍLCOVÉ OSTĚNÍ + CH. INJEKTÁŽ HLOUBKA 6±2 m												ALT. C - RAŽENÁ ŠTOLA STR. BETON + SÍŤ + SVORNÍKY + MONOLIT. BETON 150 mm HLOUBKA 25±5 m											



slínovce zóny D a částečně C tvoří horninový masiv příznivých vlastností pro ražbu (dobrá stabilita výrubu, zvládnutelné přítoky vody o 3 až 4 řady menší, než v písčitéch štěrcích). Pro ražbu se používají stroje Alpine-miner (současné nasazení 2 až 4 mechanismů), pracovní výztuž je z vrstvy armovaného sříkaného betonu (50–100 mm), kombinovaného s výztužnými svorníky. Vlastnosti rubaniny – slínové zeminy – umožňují ekologické uplatnění pro slínování zemědělské zeminy s drtí – umožňují další rekultivační použití, takže nevznikají trvalé deponie rubaniny.

Tato alternativa má řadu nesporných výhod ve srovnání s alternativami A, B a K:

- nejkratší vedení tras sběračů a jejich nejmenší nutná délka (úspora délky tras 20–30 %)
 - bezproblémový podchod řek ve srovnání se shybkami hloubených alternativ
 - vysoká životnost kanalizačních sběračů (lze garantovat 150–200 let) ve srovnání s hloubenými alternativami
 - reálná opravitelnost betonového ostění
 - minimální přítok balastních vod do sběračů (odhaduje se $10 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \pm 50 \%$) ve srovnání s hloubenými variantami
- Z hlediska účinků stavby na životní prostředí, zejména na stávající zástavbu, vystupují do popředí další přednosti:
- deformace nadloží budou zanedbatelné (méně než 1–2 mm, zcela výjimečně do 5 mm) a nepříznivé účinky na stavby jsou téměř vyloučeny
 - ražba výrazně nezmění režim mělkého kvaternárního obzoru podzemní vody (lokální možné snížení hladiny bude $< 0,5\text{--}1,0 \text{ m}$)
 - odpadají dynamické účinky stavebních prací, trhavy budou v omezeném množství použity pouze při hloubení šachet a při ražbě nádraží
- Rovněž z pohledu dopadu stavby na život města představuje tato alternativa optimální řešení:
- prakticky odpadá rozsáhlý zábor pozemků, zábor několika set m^2 v místech 6 šachet je minimální
 - stavební doprava uvnitř místa je minimální, vyžaduje ji pouze ražba ze šachty S3 u zimního stadionu, ze které se vyrazí cca 1300 m délky štol (cca 25 % délky)

- odpadá skládka horniny (výkopku, rubaniny) ve městě, rubanina se odváží ihned mimo město pomocí kontejnerů

- odpadá rozsáhlé čerpání podzemní vody při stavbě a složité odvádění městem

- obtěžování města hlukem, vibracemi a nečistotou je minimální

Alternativa K má samozřejmě i určité nevýhody:

- je to absolutní cena (C_a), která je poněkud větší než u alternativ mělké kanalizace, uvážíme-li ale relativní cenu C_r , pak je cena této alternativy výrazně nižší oproti ostatním alternativám a je jednoznačně příznivá (relativní cenu uvažujeme $C_r = C_a/d_z$, jestliže d_z je doba životnosti díla

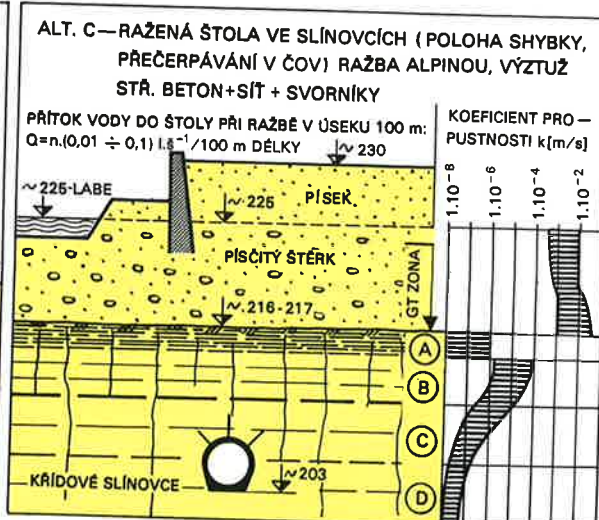
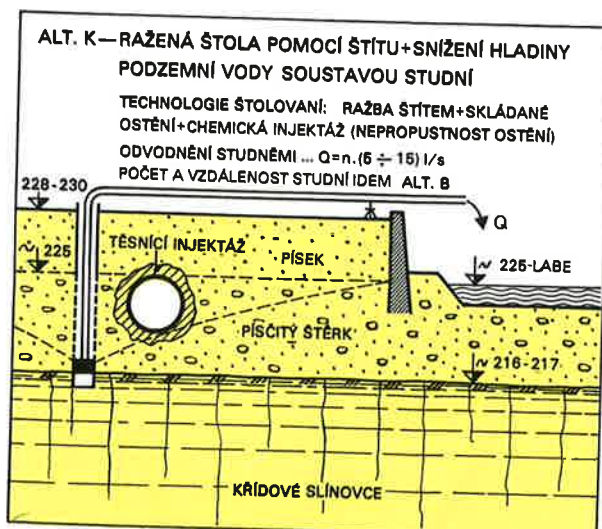
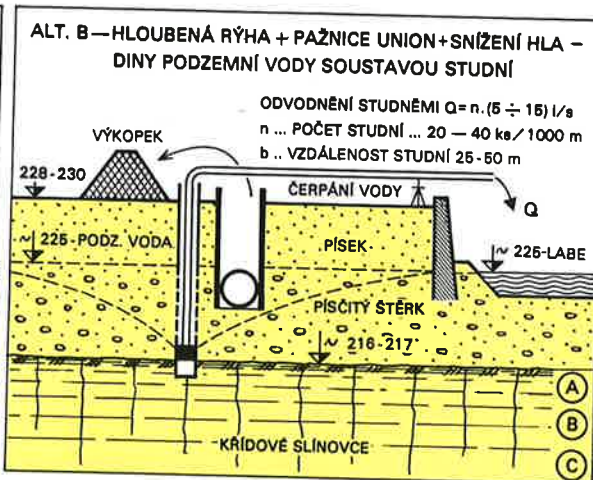
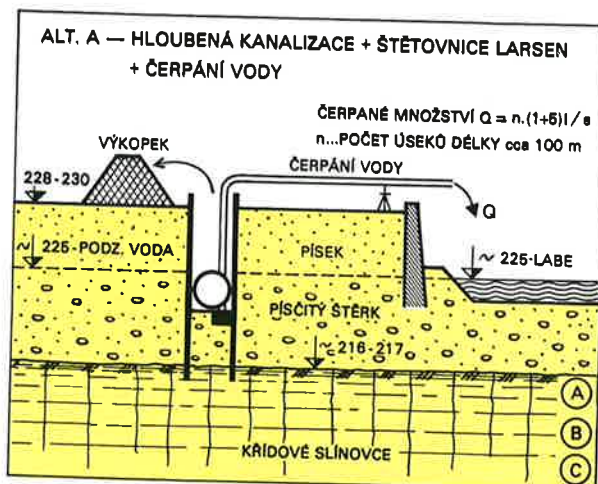
- provoz bude vyžadovat určité náklady na přečerpávání odpadních vod u ČOV, které lze v budoucnu snížit vybudováním vodních elektráren ve spadištních šachtách

- nevýhodou je rovněž technicky a finančně náročné hloubení těžních i spadištních šachet hloubky kolem 25 m (podzemní stěny, injektování horniny za stěnami)

Po řadě srovnávacích studií, expertiz českých odborníků a závěrečné expertize německých specialistů byla potvrzena pro realizaci investorem, projektantem a geotechnickou organizací preferovaná alternativa C, která byla vyhodnocena jako technicky reálná, spolehlivá a nejlépe vyhovující potřebám a zájmům města Hradce Králové. Po konečném vydání stavebního povolení v květnu 1992 byla naplno rozbehnuta stavba a v současné době (leden 1993) je úspěšně vyraženo cca 800 m štol.

Technologie stavby je v podstatě modifikací nové rakouské tunelovací metody. V zájmu bezpečnosti ražby a bezpečnosti objektů zástavby, inženýrských sítí a dalších zařízení je stavba prováděna systematickým komplexním geotechnickým monitoringem.

V tomto příspěvku seznamujeme českou tunelářskou veřejnost s etapou přípravy stavby a výběru optimálního řešení, které nebylo jednoduchou ani rychlou záležitostí. V některém z příštích čísel našeho časopisu seznámíme čtenáře s tunelářskou a geotechnickou problematikou stavby a s řešením řady specifických úloh na této, svým způsobem ojedinělé a progresivní tunelové stavbě.



NRTM u a. s. METROSTAV

Autor: Ing. Ladislav PAZDERA, a. s. Metrostav

THE AUTOR INFORMS ABOUT IMPLEMENTING THE NRTM TECHNOLOGY AT THE METROSTAV JOINT-STOCK COMPANY. THAT IS THE MAIN DESIGNER OF THE STATE-FUNDED RESEARCH PROJECT. THE ARTICLE ALSO SHOWS A SPECIFIC APPLICATION ON THE RAILWAY TUNNEL IV. B.

Realizace projektu tunelu moderní tunelářskou technologií – NOVOU RAKOUSKOU TUNELÁŘSKOU METODOU – dále jen NRTM, byla snem mnoha československých odborníků – tunelářů – již v 80. letech.

Přestože v 70. letech došlo, zásluhou pražského metra, k oživení do té doby stagnující výstavby tunelů a převzatá technologie z bývalého SSSR, prstencová metoda s prefa ostěním, měla celou řadu technických nedostatků a nebyla konkurenceschopná, bylo jenom otázkou času, kdy se přejde na moderní tunelářskou technologii, jako je NRTM.

Ze dvou možností zavedení nové technologie, nákupem know-how anebo vlastním výzkumem, bylo v r. 1989 rozhodnuto zavést NRTM do praxe českých podniků přes státem dotovaný výzkumný úkol. Při tomto rozhodnutí se vycházelo z tehdejší ekonomické výhodnosti, nenáročnosti na devizy a finanční politiky vlády při zajišťování výzkumných úkolů.

Hlavním řešitelem byl stanoven jeden z potenciálních realizátorů této technologie – METROSTAV.

Doba řešení byla naplánovaná na 4 roky s rokem zahájení 1990.

Vlastní řešení bylo skutečně zahájeno v r. 1990 a pokračovalo se podle původního programu i v roce 1991.

Metrostav jako hlavní řešitel vypracoval PROGRAM ŘEŠENÍ, kde řešené problémy byly rozděleny do tří oblastí, které pro úspěšné zavedení této technologie předpokládá vyřešit. Šlo o následující:

- projektování a navrhování podle NRTM – dílčí úkol 01
- vlastní provádění – dílčí úkol 02
- mechanizace při NRTM – dílčí úkol 03

Na financování výzkumného úkolu se vedle státu podílely Metrostav, Vojenské stavby, Subterra a Železniční stavitelství.

Na podzim roku 1991 došlo ke změně politiky vlády ČR k financování výzkumných úkolů. Obor podzemních staveb nebyl zařazen do preferovaných oblastí výzkumu a Ministerstvo průmyslu ČR přestalo poskytovat plánované dotace. A protože i u ostatních spolufinancujících podniků došlo k finančním těžkostem, řešení výzkumného úkolu v r. 1991, v polovině řešení, vlivem nedostatku finančních prostředků de facto skončilo.

Metrostav, s ohledem na novou situaci, zpracoval pro rok 1992 náhradní program řešení v takovém rozsahu, aby bylo možno využít všechny doposud zpracované materiály. Metrostav poskytl na dopracování některých částí a zpracování souhrnných materiálů určité finanční krytí.

V další části tohoto článku se zabýváme specifícností návrhu a provádění, výsledky obecné teorie únosnosti, projektem a návrhem, vlastním prováděním, mechanizací a použitelností této technologie, tedy partii, kterými se výzkumný úkol podrobně zabýval.

SPECIFIČNOST NAVRHOVÁNÍ A PROVÁDĚNÍ

Navrhování a provádění tunelu podle NRTM má oproti klasickému způsobu některá specifika, která vyplývají ze zásad a principů této technologie.

NRTM je totiž technologií, která na rozdíl od všech předcházejících způsobů návrhu a provádění, záměrně využívá a počítá s přirozenou schopností horninového prostředí podílet se na přenosu zatížení z nadloží. Abychom tuto schopnost hornin využili, musíme přistoupit k návrhu i k provádění poněkud jinak, než obvykle. Proto je nutná úzká součinnost mezi návrhem v projektu a skutečnou situací přímo na čelbě. Tato součinnost se provádí přes měření, které registruje průběh deformací horniny, zatížení a namáhání ostění a přes posuzování každého dalšího záběru.

Nosný systém, který se podílí na přenosu zatížení, je tvořen horninovým prostředím, ve kterém se vždy vytvoří uzavřená horninová klenba a ostěním ze stříkaného betonu, výztužných oblouků a kotev. Naší snahou je, aby horninová klenba, jako rozhodující nosný prvek, přenesla co nejvíce a ostění naopak co nejméně. Kolik přenesou horninová klenba, kolik ostění, je v zásadě závislé na délce volného výrubu. Čím dále od čelby se provede nástřik ostění, tím je zatíženo méně. S délkou volného výrubu ale roste namáhání horniny na líci výrubu a hrozí, pokud není zajištěna ostěním, její rozvolnění, což může vést až k závalu anebo k velkým tlakům z rozvolnění na příliš pozdě osazené primární ostění. Toto platí pro nečleněný výrub.

Při členěném výrubu je situace mnohem složitější, protože každý další dílčí výrub vyvolává deformace a změnu zatížení i na již provedených ostěních dílčích výrubů.

V projektu se na základě statického výpočtu a určitých předpokladů stanoví pro všechny pravděpodobné zastizitelné technologické třídy následující údaje:

- rozčlenění čelby
- celkové dotvarování a deformace horninového prostředí a primárního a sekundárního ostění tak, aby byl dodržen s určitou tolerancí průjezdný průřez tunelu
- rozměry primárního a sekundárního ostění
- průběh konvergencí vybraných bodů příčného řezu

Tyto údaje se podle skutečně zastizitých poměrů mění. O tom, jaké se primární a sekundární ostění provede, se rozhodne přímo na místě v tunelu.

Při vlastním provádění, vždy před zahájením rozpojování dalšího záběru, se na základě skutečně zastizitých určitých geologických poměrů a jejich vyhodnocení a porovnání s předchozími záběry rozhodne o zařazení záběru do technologické třídy, čímž se rozhodne o rozměru, na který se bude po rozpojení stříkat beton.

Přestože rozhodujícím nosným prvkem co do podílu přenosu je hornina, o únosnosti celého nosného systému rozhoduje ostění.

Přístup ke sledování chování horniny a ostění ve statickém výpočtu je různý.

Při statickém přístupu se vychází ze známé skutečnosti, že nedejde-li k porušení ostění, pak i porušená hornina přenesou ve stavu prostorové napjatosti jakékoliv zatížení. Je větší výpočtového modelu, předpokladů a parametrů zatížení a nosnosti, aby situace vhodně vystihl.

V druhém případě se sleduje i chování a stav horniny. Výpočtem se stanovují oblasti porušení a deformace.

Stabilita horniny na líci čelby a boků je závislá na prostorovém roznesení tíhy nadloží z vyrubaného prostoru do boku a do čelby a na pevnosti horniny v rovinné napjatosti. (obr. 1)

OBEČNÁ TEORIE, PROJEKTOVÁNÍ A NAVRHOVÁNÍ

Základní cíl a záměr tohoto původně čtyřletého dílčího výzkumného úkolu byl stanoven v souladu se záměrem celého výzkumného úkolu. Šlo o vypracování takových podkladů, aby bylo možné na jejich základě zpracovat kompletní projektovou dokumentaci.

Tento základní vytyčený záměr byl v původním programu řešení rozčleněn do šesti logicky navazujících částí:

1. obecné teoretické část řešící základní problémy únosnosti systému ostění x hornina
2. hydrogeologické podklady pro návrh a provádění
3. měření a sledování při realizaci tunelů
4. zpracování metodických směrnic
 - pro hydrogeologický průzkum
 - pro zpracování projektu
 - pro návrh ostění
 - pro měření a sledování
5. zpracování výpočtových modelů a programů pro nečleněný a členěný výrubní průřez a aplikace na návrh ostění konkrétních tunelů
6. ověření souladu použitých výpočtových modelů a předpokladů se skutečným chováním horniny a ostění.

Skončení státní dotace a tím de facto omezení až přerušování prací v polovině řešení ovlivnilo výsledky řešení. Ze šesti vytyčených bodů byly v zásadě splněny čtyři body programu a částečně bod pátý, výpočtový model a program pro nečleněný průřez.

Technologie NRTM vznikla v 60. letech v Rakousku na základě staré tunelářské zkušenosti, že dojde-li k popuštění výztuže, že se sníží i tlak na tuto výztuž. Tato závislost mezi deformací a radiálním tlakem se obvykle demonstruje na tzv. Fenner-Pacherově křivce. Přestože průběh a závislosti této křivky jsou zdánlivě jednoduché, dochází ve výkladu jejího průběhu, zejména po osazení ostění k nejasnostem. Bližší o této křivce je uvedeno v samostatném článku v tomto čísle od prof. Mencla.

V obecné teoretické části úkolu byla řešena únosnost systému hornina x ostění s ohledem na reologické vlastnosti horniny a zejména ostění. Byl sestaven program výpočtu ostění pro nečleněný průřez.

Pro zpracování projektu a vlastní realizaci se provádí v rámci geologického průzkumu zatřídění horninového prostředí do technologických tříd. Technologické třídy I. až V. a se stanoví na základě vybraných

klasifikačních parametrů zohledněných body QTS a šířkou celého nebo dílčího výrubu. Je zajímavé, že stejné horninové prostředí má pro různé šířky výrubu jiné výpočtové charakteristiky (K, v). Dochází tedy ke zlepšování ukazatelů, které rozhodují výpočtově o stabilitě a únosnosti z dvojí strany, zmenšením šířky výrubu a příznivějšími výpočtovými parametry horniny. Každé technologické třídě jsou přiřazeny základní informace o chování horniny a uspořádání konstrukce ostění.

Měření a sledování tvoří nedílnou část realizace. Podklady pro zpracování projektu měření jsou uvedeny v rámci statického výpočtu. Jde zejména o tzv. konvergenční kritéria, která udávají hodnoty deformací, které by neměly být při provádění překročeny s ohledem na únosnost ostění.

V části tunelu přiléhající k čelbě do vzdálenosti cca 1,5 šířky tunelu se měří: deformace a konvergence, které jsou způsobeny „efektem čela“ a „efektem času“, přičemž nelze rozlišit podíl čela a času (obr. 2).

Ve vzdálenosti cca 1,5 šířky tunelu se již vliv čelby neprojevuje a deformace jsou způsobeny čistým efektem času. Průběh konvergenční křivky je od této vzdálenosti závislý na reologických vlastnostech horniny a stříkaného betonu.

Finálními výstupy d. ú. 01 jsou následující metodické směrnice a komentáře:

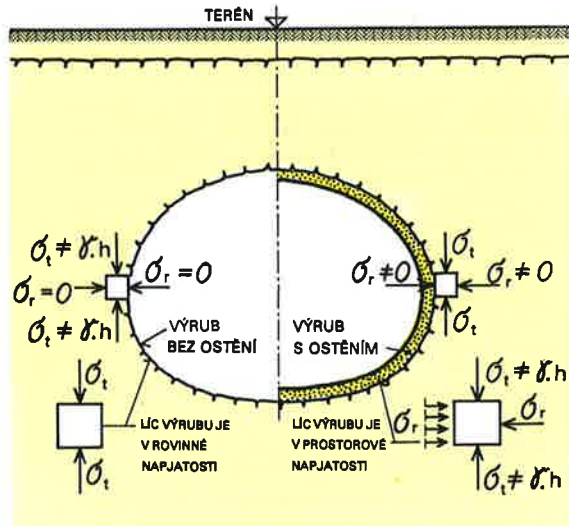
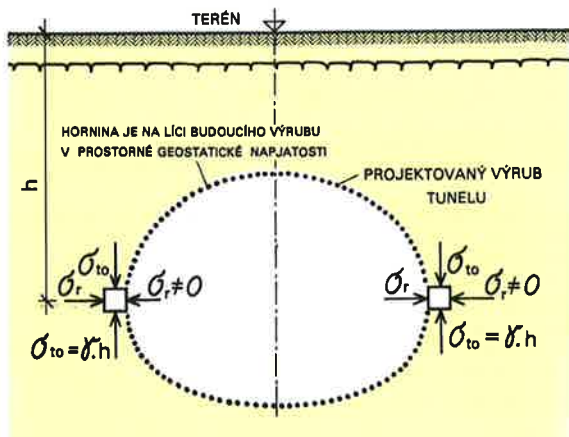
- Inženýrsko-geologický průzkum pro NRTM, směrnice a komentář
- Projektování tunelů podle NRTM, směrnice a příloha

- Doporučení pro výběr typů a prvků výstroje štol a tunelů
 - Navrhování ostění budovaných NRTM, směrnice a komentář
 - Měření a sledování při stavbě tunelů NRTM, směrnice a komentář
- Směrnice „Inženýrsko-geologický průzkum pro NRTM“ spolu s komentářem uvádí pokyny a zásady pro provádění průzkumu pro potřeby NRTM. Obsahuje kritéria pro zařazení horniny a zemín do technologických tříd podle kvality horniny a rozměru výrubu. (obr. 3)

Směrnice „Projektování tunelů podle NRTM“ s přílohou se zabývá staticko-technickými zásadami, požadavky na ostění, podklady pro zpracování dokumentace, obsahem a náplní vlastní dokumentace a návaznosti projektu na realizaci. Příloha uvádí kritéria pro zařazování do technologických tříd a konstrukce ostění a rozčlenění čelby pro nejčastější průřezy. Směrnice je s ohledem na novost a nerozšířenost této technologie a začínající tržní vztahy mezi účastníky výstavby zpracovaná jiným způsobem než obvyklé směrnice pro projektování podle tradičních technologií. Obsahuje zjednodušený výklad některých pojmů a vztahů nutných pro pochopení filozofie této technologie.

Směrnice „Navrhování ostění budovaných NRTM“ spolu s obsáhlým komentářem se zabývá návrhem ostění a rozčlenění čelby pro nejběžnější problémy, únosnosti systému ostění x hornina, podává základní informace o způsobu výpočtu členěného průřezu.

Směrnice „Měření a sledování při stavbě tunelů NRTM“ s komentářem uvádí pokyny pro zpracování dokumentace a postup měření při vlastním provádění.

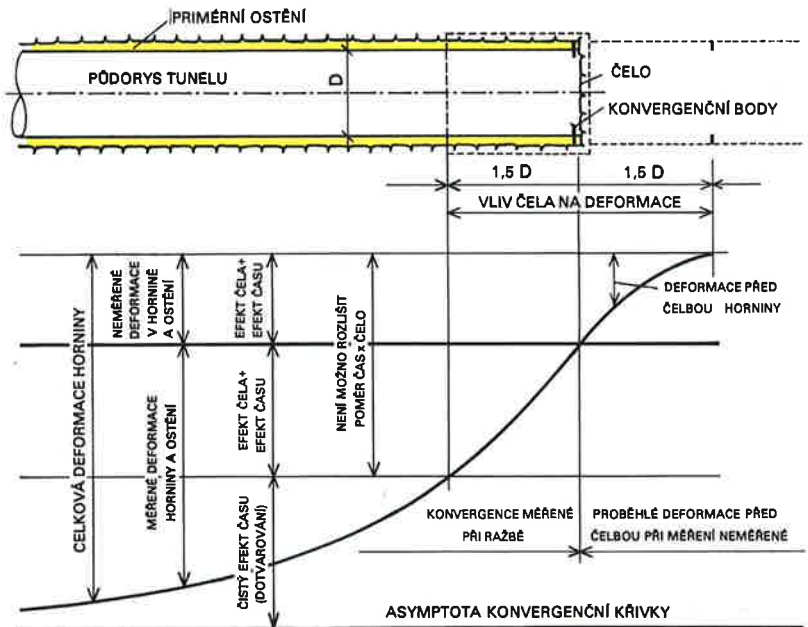


OBR. 1

Vliv výrubu na změnu napjatosti horniny na líci výrubu, provedením výrubu dochází ke změně původní geostatické prostorové napjatosti na rovinnou napjatost, vybudováním ostění se mění rovinná napjatost na prostorovou napjatost

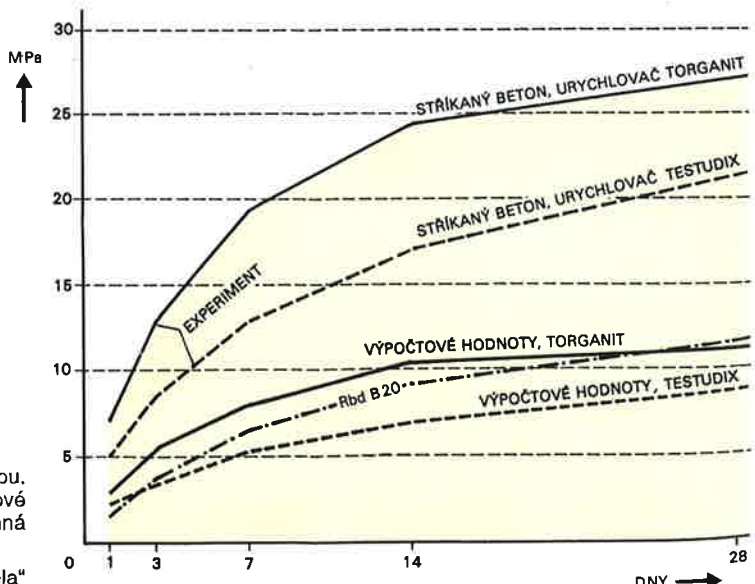
Obr. 1 – Vliv výrubu tunelu na změnu napjatosti horniny na líci výrubu, provedením výrubu dochází ke změně původní geostatické prostorové napjatosti na rovinnou napjatost, vybudováním ostění se mění rovinná napjatost na prostorovou napjatost.

Obr. 2 – Průběh konvergence líce výrubu v závislosti na vlivu „efektu čela“ a vlivu „efektu času“ u nečleněného výrubu.



OBR. 2

PRŮBĚH NÁRŮSTU PEVNOSTI V TLAKU U STŘÍKANÉHO BETONU S RŮZNYMI URYCHLOVAČI TUHNUTÍ A BETONU B20



OBR. 7

Významné je zejména konvergenční měření, které tvoří součást pracovního cyklu ražby a ovlivňuje další postup.

Vlastní statický výpočet nosného systému hornina × ostění lze v zásadě řešit následujícími způsoby: polygonální metodou (PM), analytickou metodou (AM), metodou konečných prvků (MKP), kombinací předešlých metod.

Významným a rozhodujícím činitelem pro provádění statického výpočtu je skutečnost, zda jde o tunel prováděný členěným nebo nečleněným porubem. Z hlediska pracnosti statického výpočtu je mezi těmito dvěma výpočty výrazný rozdíl. Nečleněný výrub, kdy čelba je rozpojena najednou a ostění má po celém průřezu stejné vlastnosti, je z hlediska výpočtu jednodušší a lze ho provádět i polygonální a analytickou metodou.

Členěný výrub, kde se čelba rozpojuje v dílčích záběrech a ostění je různě staré a únosné, je možno počítat MKP anebo kombinací MKP a PM.

U polygonální metody je spolupůsobení horniny na přenosu zohledněno taženými radiálními a tangenciálními pružinami, kvalita horniny pak K a v.

Výpočtovým programem, zpracovaným na základě analytické metody a vztahů Kolosov-Muschelishviliho, lze řešit nečleněný výrub, který umožňuje:

- stanovit oblasti porušení horniny kolem výrubu v závislosti na příčném řezu, hloubce uložení, pevnosti horniny
- určit zatížení ostění i stanovit MNT v závislosti na celé řadě činitelů
- návrh a posouzení kotev v hornině

Ověření souladu výpočtových modelů a předpokladů se skutečným chováním horniny a ostění je možno provést na základě porovnání celé řady měření s projektem. Bohužel, takovýto rozsah měření zatím nebyl proveden, takže dnes nelze porovnat předpoklady se skutečností, i když prováděné primární ostění je bezpečné.

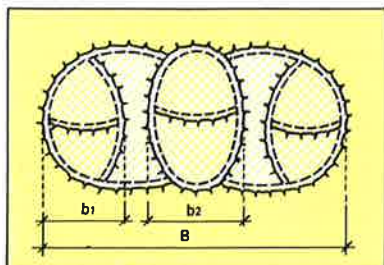
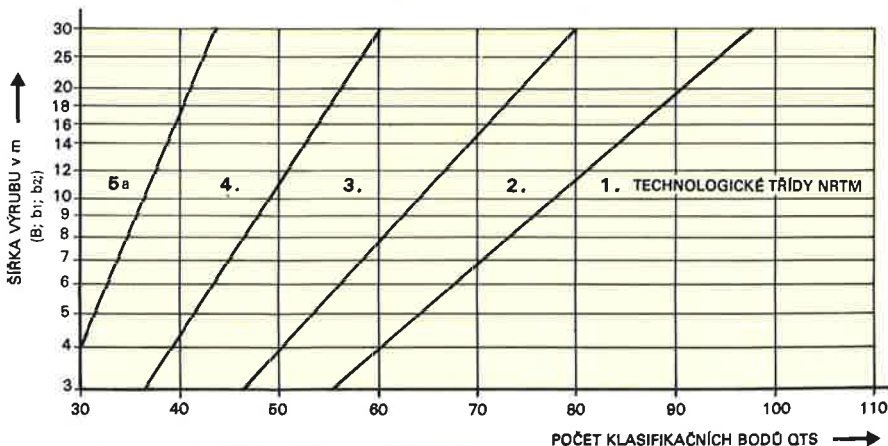
PROVÁDĚNÍ A MECHANIZACE

V rámci řešení dalších dvou dílčích úkolů – provádění a mechanizace byla

- řešena a ověřována v praxi řada dílčích technických a technologických problémů
- zpracována projektová dokumentace vybraných strojních zařízení a mechanismů
- vyrobena některá strojní zařízení a mechanismy
- ověřena in situ komplexní technologie ražby nečleněného tunelu.

Konkrétně byly řešeny následující dílčí problémy, jejichž vyřešení a zvládnutí podmiňuje úspěšná realizace tunelu podle projektu NRTM: technologie provádění včetně členění tunelu, vazba realizace na projekt, rozpojování horniny, nakládání rubaniny, doprava v tunelu, technologie stříkaného betonu, výztužné oblouky, kotvení, měření, konvergence výrubu, deformace nadloží, těsnost tunelu, izolace tunelu, betonáž sekundárního ostění, zpevňování neúnosného prostředí, strojní sestavy mechanismů, výkony, ekonomika a ceny, technické a podnikatelské riziko, kontrola investora prováděných prací.

K jednotlivým významným řešeným problémům dále poněkud podrobněji.



OBR. 3

Obr. 3 – Zařízení horninového prostředí při ražbě tunelů do technologických tříd NRTM podle šířky výrubu a klasifikačních bodů QTS.

Obr. 4 – Průběh nárůstu pevnosti v tlaku u stříkaného betonu s různými urychlovači tuhnutí a betonu B 20.

– Technologie provádění každého konkrétního tunelu je závislá:

- na velikosti příčného řezu
- na hydrogeologických poměrech horninového prostředí
- na možnostech použití mechanizace a jejího dosahu.

Návrh každé technologie obsahuje řešení všech množností, které se mohou při různých geologických poměrech v podélném směru tunelu vyskytnout. Malé profily, do výšky cca 6 m, mohou být raženy v dobrých geologických poměrech nečleněným porubem, v obtížných poměrech i členěným porubem. Velké výrobní profily, silniční, stanice metra, kaverny a jiné podzemní objekty jsou i v dobrých poměrech, s ohledem na dosah mechanismů, vesměs prováděny členěným porubem.

Členěná čelba umožňuje i v nepříznivých poměrech razit velké výrobní profily i pod obytnou zástavbou.

Vlastní technologie je dále výrazně ovlivněna:

- způsobem rozpojování horniny na čelbě
- způsobem dopravy, kolejová nebo nekolejová
- polohou tunelu a jeho vyústěním.

– Vlastní projekt tunelu je zpracován tak, aby pokryl všechny možnosti, které mohou být s ohledem na hydrogeologické poměry a na přípustné deformace povrchu zaštíženy. Konkrétní technologický postup a konstrukce ostění je vždy stanovena přímo na čelbě před každým dalším záběrem po vyhodnocení předchozích záběrů a zjištěných konvergenzí a deformací na povrchu. Zařazením záběrů do technologické třídy se zohledňuje skutečná situace.

– Horninu na čelbě lze rozpojovat při NRTM technologií trhačích prací nebo mechanickým rozpojováním razičemi stroji s částečným řezem a rypání rypadly. Každá z těchto technologií je vázána různě na druhy horniny. Nejeekonomičtějším způsobem pro téměř všechny druhy horniny je rozpojování trhačemi pracemi.

Z ekonomických i konstrukčních důvodů se všechny mechanismy pro rozpojování a zařízení provádějí vesměs tak, aby dosáhly do výšky cca 6 m, což je dostatečné pro jakkoliv velký tunel, prováděný i členěným porubem. Konkrétní nasazení mechanizace pro rozpojování horniny je závislé, mimo jiné vlivy, zejména na technickém vybavení a možnostech dodavatele. Způsob rozpojování horniny úzce souvisí s použitou dopravou v tunelu a s nakládáním rubaniny.

– Nakládání rubaniny na čelbě je závislé:

- na systému dopravy, kolejová nebo kolová
- na způsobu rozpojování horniny
- na vybavení a možnostech dodavatele

Pro větší profily tunelů se doporučují při nekolejové dopravě kolové nakladače a bagry.

– Dopravu rubaniny a materiálu lze realizovat kolejovými nebo nekolejovými prostředky. Doporučuje se přecházet na nekolejový způsob, odvoz rubaniny zajišťovat kapacitními auty. Kolejovou dopravu možno používat při malých profilech.

– Rozhodujícím nosným stabilizujícím prvkem ostění je stříkaný beton. V rámci výzkumného úkolu byla navržena optimální technologie stříkaného betonu včetně receptury směsi, urychlovače tuhnutí a strojního zařízení pro nástřik. Urychlovač TORGANIT L02 v počáteční fázi způsobuje nárůst pevnosti v tlaku oproti B 20 cca o 100 % a vyhovuje rakouskému požadavku na pevnost po 24 hodinách. (obr. 4)



Ražba kaloty staničního tunelu na stanici Hloubětín na trase IV. B.

- **Výztužné oblouky** různého provedení, plnostěnné příhradové, slouží k vytyčení průřezu, uchycení sítí a jako součást nosného systému průmírného ostění. Svorníky, kotvy, jsou nosným prvkem, který se používá za určitých geologických podmínek a výšce nadloží, pro zvýšení únosnosti horninového prostředí, k zastavení deformací do výrubu anebo při členěném neuzavřeném profilu pro ostění s horninou. V rámci výzkumného úkolu byly ověřovány hydraulicko-upínatelné svorníky, lepené svorníky, svorníky s upínatelnou hlavou, trubkový štěrbinový svorník.
- **Měření, zejména konvergenční a měření** pevností stříkaného betonu, tvoří nedílnou část pracovního cyklu ražby. Při měření dochází ke konfrontaci výpočtového modelu a předpokladů výpočtu se skutečným chováním horniny jako zatěžujícího a jako nosného prvku v systému hornina x ostění. Ražbou tunelů dochází k **deformaci** území v určitém pásmu nad tunelem. Při provádění se kontroluje průběh deformací. V případě, že dojde k průběhu a velikosti, který projekt nepředpokládá, upraví se technologický postup anebo se provedou další opatření, která omezí deformace.
- **Těsnost provozovaného tunelu** je možné zajistit:
 - oddrenováním a snížením hladiny spodní vody svedením prosáklé vody samospádem přes portál
 - provedením mezilehlé izolace
 - provedením vodotěsného betonu sekundárního ostění (v případě nízké agresivity podzemní vody).
 Přípustný měrný průsak q , obvykle v [$l \cdot m^{-2} \cdot den^{-1}$] je nutno uvést v kontraktu mezi dodavatelem a investorem.
- **Betonáž sekundárního ostění** včetně montáže izolace je rutinní záležitostí, která nemá s vlastní ražbou nic společného. O kvalitě díla, zejména těsnosti a povrchu líce, rozhoduje lidský činitel dodavatele a důslednost kontroly investora. Vlastní betonáž se provádí do posuvného bednění.
- Technologii NRTM je možno razit tunel i v **nepříznivých poměrech**, kdy nestabilní a neúnosné prostředí se upraví injektáží, kotvením, snížením hladiny podzemní vody, vzduchovým přetlakem, tuhým primárním ostěním nebo jiným technologickým postupem. Tato opatření je nutno provést s ohledem na výšku nadloží, rozměry tunelu a zástavbu na povrchu.
- **Konkrétně použitá sestava mechanismů** zohledňuje možnosti dodavatele a potřeby s ohledem na geologické poměry a ražený profil tunelu. Každá sestava mechanismů se snaží o maximální přiblížení k ideální sestavě mechanismů, odpovídající geologickým poměrům a rozměru tunelu. Pro ražbu tunelu s rozpojováním trhacími pracemi se doporučuje následující sestava mechanismů na čelbě:
 - vícelafetový vrtný vůz pro provádění vrtů pro trhací práce a pro svorníky
 - manipulační a pracovní plošiny
 - sestava strojů pro stříkaný beton
 - kontinuální nakladač
 - přepravník
 - bezkolejová doprava rubaniny a materiálu.
 Pro beztrhavinové rozpojování horniny razičí fréza nahradí vrtný vůz (nejsou-li používány svorníky). V rámci výzkumného úkolu byly navrženy, vyrobeny a odzkoušeny následující mechanismy:
 - tunelové pracovní zařízení na rypadlo UNEX DH - 431
 - zařízení na stříkání betonové směsi suchou cestou pro profily do $80 m^2$ a přes $80 m^2$
 - razičí portálový komplex.
 Pro realizaci sekundárního ostění včetně izolace je nutno zajistit pro každý konkrétní tunelový profil:
 - plošinu pro montáž izolace
 - ocelové posuvné bednění
 - zařízení pro dopravu a betonáž sekundárního ostění.
 Průběh výzkumného úkolu v oblasti mechanizace je poznamenán doznívající představou o zajišťování mechanizace pro tunelářské práce, totiž, že mechanizaci si musí zajistit sám tunelářský podnik a ne specializované firmy strojního zaměření tak, jak je to běžné na západě.
- **Rozhodující pro postup výstavby tunelu je ražba a provedení primárního ostění.** Průběh této rychlosti je u primárního ostění při stejné ploše tunelu a stejné mechanizaci pravidelně nerovnoměrný. Obecně je postup při konstantním výrubu závislý:
 - na hydrogeologických poměrech
 - na nasazené mechanizaci
 - na zapracování pracovních čtí
 - na stanovení optimální délky záběru
 - na organizaci ražby.
 Z uvedených vlivů jsou konstantními činiteli nasazená mechanizace a organizace, které tak po celou dobu provádění výrazně ovlivňují postupy. Ostatní vlivy, geologie, zapracování posádky, délka záběru, se během ražby mění.
- **Cena za 1 bm tunelu s primárním ostěním** je v tržní ekonomice stanovena na základě soutěže mezi stavebními dodavateli. Při sta-

novení ceny se vychází z výkazu výměr pro jednotlivé technologické třídy, kde je určen způsob členění tunelu, zabezpečení čela výrubu, délka záběru, konstrukce primárního ostění, tloušťka stříkaného betonu, počet, profil a délka kotev a svorníků a z režijních nákladů a přiměřeného zisku.

- **Technická rizika** a z toho vyplývající rizika **podnikatelská**, která přirozeně vznikají při každé činnosti a obzvláště při ražbě tunelů, se doporučuje řešit podle doporučení ITA/AITES. Tato doporučení, publikovaná ve zkráceném znění ve Zpravodaji metro 4. 1/91 a Tunel 1/93, obsahují přehled bodů, které by měly být předmětem každé smlouvy mezi dodavatelem a investorem. Doporučení vycházejí ze snahy investora a dodavatele, aby ekonomické dopady, které mohou vzniknout, byly rozděleny mezi investora a dodavatele. Text konkrétní smlouvy, uzavřené mezi dodavatelem a investorem, podle uvedených doporučení, je závislý na úrovni pracovníků, kteří se na vypracování smlouvy podílejí. Nevhodně zpracovaný text smlouvy může být příčinou ekonomického prodělků akce.
- **Kvalita realizovaného podzemního díla** - tunelu - je závislá nejenom na kvalitě projektu, na zvládnutí všech dílčích technologických problémů dodavatelem, ale také na důsledné, průběžné a systematické kontrole všech prací prováděných na čelbě. To samozřejmě předpokládá neustálou přítomnost zástupce investora. Investor mimo jiné potvrzuje zařazení záběru do technologických tříd a dosažené objemy při ražbě. V našich podmínkách zatím investor takovouto důslednou činnost podceňuje a neprovádí ji.

POUŽITELNOST TECHNOLOGIE NRTM

O technologii NRTM je možno, na základě dlouhodobých zkušeností z realizace na západě říci, že má všestranné použití a je adaptabilní do nejrůznějších podmínek. Touto technologií je možno razit tunely o výrubních průřezech i nad $150 m^2$

- v horninovém prostředí s vysokým nadložím
- v zeminovém prostředí s nízkým nadložím
- v prostředí pod hladinou podzemní vody
- pod obytnou zástavbou.

Ze srovnání nabídkových řízení vyplývá, že NRTM je cenově minimálně srovnatelná s ostatními technologiemi.

Předností této technologie je to, že potřebnou mechanizaci je možno použít pro nejrůznější rozměry tunelů. To dodavateli umožňuje nastoupit k realizaci prakticky ihned, pokud ji má a nemusí si pořizovat speciální zařízení.

Určitým omezením pro návrh libovolného příčného řezu tunelu je betonáž sekundárního ostění. Zatímco primární ostění je možno provést v libovolném tvaru, u sekundárního ostění se doporučuje použít příčný řez bednění, které je k dispozici a z hlediska průjezdného průřezu odpovídá požadavkům nově budovaného tunelu.

Vlastní realizace

Podle projektů, zpracovaných podle výsledku výzkumného úkolu, se v současné době realizují dva tunely na trase IV. B pražského metra - jednokolejový traťový tunel a kalota staničního tunelu (obr. 5). Oba tunely jsou raženy nečleněným výrubem. Rozpojování horniny traťového tunelu se provádí trhacími pracemi, u kaloty stropní štoly razičí frézou, materiál a rubanina se přepravuje kolejovou dopravou. O obou tunelech podrobněji pojednávají články v Tunelu v předchozích číslech.

Metrostav se podílel také na realizaci tunelu v Turecku, kde podle zahraničního projektu razil úsek několik stovek metrů silničního třípruhového tunelu členěným porubem.

O všech těchto realizacích je možno říci, že naši pracovníci zvládli všechny činnosti cyklu ražby primárního ostění, a to jak u nečleněného, tak i členěného tunelu.

Určitým problémem jsou dosahované výkony, a to jak u ražby traťového tunelu na IV. B, tak i tunelu v Turecku. Je zřejmé, že pro postup 80-100 m za měsíc, po zaběhnutí posádky a mimo geologické poruchy, je rozhodující kvalita mechanizace na čelbě, zejména vrtání, nakládání a provádění některých činností v souběhu s ostatními. Výrazným zrychlením všech kritických činností je nasazení neekolejové dopravy a mechanizace.

Závěr

Závěrem je možno konstatovat, že sen našich předních odborníků-tunelářů, realizace projektu tunelu technologií NRTM, se u nás v současné době uskutečňuje. Je možno říci, že určitým způsobem k tomu přispěl i výzkumný úkol. Umožnil totiž zpracování projektu, zatím pro nečleněný výrub, v oblasti vlastní realizace pak přispěl k zvládnutí některých rozhodujících činností pracovního cyklu.

Přestože vedení MTS má určité výhody k dosahovaným výkonům při ražbě traťového tunelu na IV. B, uvědomuje si význam NRTM, a proto ji zařadilo do preferovaných oborů podnikání. Pro její uplatnění je nutno zajistit nákup potřebné mechanizace a přejít na neekolejovou dopravu.

Přestože řešení výzkumného úkolu bylo poznamenáno zkrácenou dobou řešení, je možno říci, že svoji funkci splnil - začalo se podle teorie NRTM projektovat a zejména stavět.

MINULOST A SOUČASNOST PRAŽSKÉ KANALIZACE

AUTOR: Ing. Jiří ŠEJNOHA, PRAŽSKÉ KANALIZACE A VODNÍ TOKY

THE ARTICLE INFORMS ABOUT THE PAST AND PRESENT TIMES
OF THE PRAGUE SEWAGE SYSTEM INCLUDING SPECIFIC FACTS ABOUT THE SEWAGE
NETWORK IN PRAGUE AS OF 31. 12. 1992.

V průběhu dvacátého století, v době budování pražského kanalizačního systému, se postupně vytvářely stavební kapacity zaměřené na budování kanalizačních stok ve štolách. Co do velikostí raženého profilu a dimenze kanalizační stoky jsou tyto stavby nesouměřitelné se stavbami dopravních tunelů či s jinými obdobnými raženými díly. Avšak co do náročnosti provádění kanalizačních štol se jedná o stavby vysoce náročné a komplikované. Už samotná běžná výška nadloží těchto štol, pohybující se od 3 do 8 metrů, naznačuje obtížnost prací z důvodů:

- styku s ostatními inženýrskými sítěmi,
- provádění ražeb obvykle v pokrývných geologických útvech, často v málo soudržných zeminách,
- bezprostředního vlivu stavby na přilehlou zástavbu,
- vzájemného negativního vlivu stavby a okolní dopravy,
- nutnosti udržet ve funkci kanalizační systém při jeho rekonstrukci.

Považuji proto za vhodné seznámit čtenáře časopisu Tunel stručně s historií pražské kanalizace a to z pohledu, který alespoň částečně odpovídá zaměření tohoto časopisu.

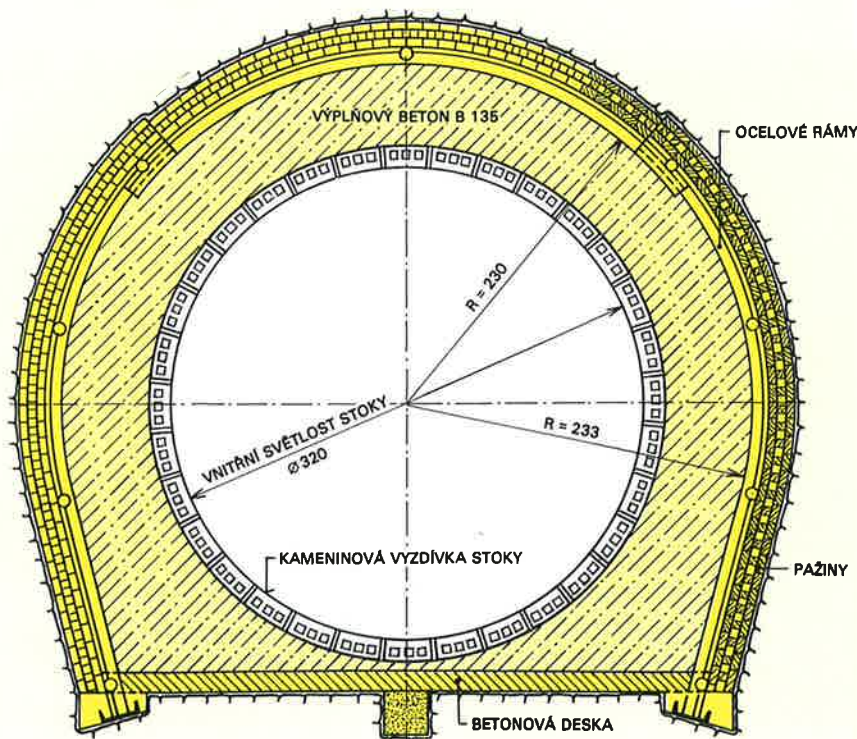
Ojedinelé snahy o výstavbu uličních stok v Praze dle archivních materiálů byly uskutečněny již v 18. století. Období výstavby skutečného, byť nedokonalého kanalizačního systému, však spadá do doby po sloučení jednotlivých, původně samostatných pražských obcí, tj. po roce 1784. S výstavbou stok bylo započato v roce 1791. Postupně byly budovány mělké kanalizační stoky ve většině hlavních pražských ulic a do roku 1828 bylo postaveno cca 44 km stok. Stoky byly budovány z obyčejných cihel,

místo malty se používala hlína, měly ploché dno, různý tvar a nedostatečné sklony. Časem tyto stoky zanikly.

S dalším rozvojem města v souvislosti se zrušením městských hradeb pokračovala i výstavba stok. Závislost rozvoje města na kanalizačním systému přinutila pražské radní věnovat problematice kanalizační sítě zvýšenou pozornost. V roce 1876 byl zřízen zvláštní komitét pro řešení kanalizační otázky a v dubnu 1884 byla vypsaná soutěž na projekt pražské kanalizační soustavy. Přesto, že všech pět přihlášených projektů bylo zamítnuto, přípravy na výstavbu kanalizace intenzivně pokračovaly. V roce 1887 byla zřízena kanalizační kancelář, která zajistila nivelaci Prahy, vypracování situačních plánů 1:2800, zaměření 106 studní, hloubek sklepů v cca 5 tisících domech a také zaměření všech stávajících stok. Na pražské hvězdárně byla zjišťována vydatnost a četnost dešťů. Po komplikovaných jednáních kolem projektu celá přípravná fáze končí 21. 4. 1894, kdy byl přijat projekt anglického inženýra W. H. Lindleye. Výstavba nového kanalizačního systému byla zahájena v roce 1897.

Lindley věnoval maximální pozornost nejenom celoměstské koncepci systému, ale také volbě vhodných stavebních materiálů, tvaru stok i technologii provádění. Pro trubní stoky použil výhradně kameninových trub DN 250–500 mm a pro větší průtočné profily pak zděné stoky z kvalitních ostře pálených cihel. Za průtočný profil stok zvolil převýšený vejčitý profil, složený z kruhových oblouků podle jednotného výtvarného zákona. Tak vznikla řada patnácti velikostních profilů s rozměry 60/110; 70/125; 80/143; 90/160 200/280 cm, označovaných dodnes jako

VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ KMENOVÉ STOKY F DN 3200mm



stoky I., II., III., XV. třídy pražského normálu. Převyšeny vejčité profily byl zvolen velice výhodně jak z důvodů statických, hydraulických tak i provozních. Hlubkové uložení stok, zabezpečujících odvodnění převážně většiny sklepů, bylo příčinou nebyvalého rozvoje souvisejících tunelářských prací. Stoky uložené v hloubkách do 5,5 m byly budovány v pažených rýhách, stoky hlouběji uložené pak ve štolách.

V úzké návaznosti na vnější obrys konstrukce zděných kanalizačních stok jednotlivých tříd byla navržena i soustava dočasných výstroje ražených štol zahrnující kovové, dělené, podkovovité rámy stavěné na dřevěné pažiny, dřevěné pažiny s klíny a podélný odvodňovací systém pracovní drenáže. Pro velikostní třídy stok byly navrženy velikosti rámu jednotného typu. Každý rám se skládal ze tří částí – páru stojek (nohou) a klenbového prvku (klobouku), které byly navzájem spojovány pomocí šroubů a příložek. Průřez rámem pak byl 100/20 (22) mm. Je samozřejmé, že vlastní ražící práce i vodorovná doprava ve štolě byly prováděny ručně, přes následující vývoj tunelářských prací, technologií výstavby stok až po současnost si však tato technologie, stará přes 90 let, zachovala své opodstatnění, byl v mnohem menší míře, i nyní. Používá se běžně pro výstavbu domovních přípojek a při některých rekonstrukčních pracích na pražské kanalizační síti. Soubor statických výpočtů, zpracovaný v roce 1992 pro různé zatěžovací stavby ražených kanalizačních štol prokázal velmi dobré statické parametry pražských rámu ve srovnání s lichoběžníkovými rámy z důlní zvonkové výztuže.

Technologický postup ražby štol a zdění stok byl velmi dobře zpracován. V přijatelných geologických podmínkách byly často rámy dočasné výstroje štol po vyzdění stoky demontovány, vyjmuty a následně použity na jiné stavbě. Tento postup umožňoval systém vyzdívání příčných cihelných čel, které podchytily dřevěné pažiny výstroje štol a umožnily postupné vyplňování volného prostoru mezi rubem stoky a výstrojí štol.

Přesto, že technologie ražeb na pražské rámy byla velmi rozšířena, nebyla jedinou. Při budování kruhových stok dešťových výpustí a dále pak v obtížných geologických podmínkách se rovněž používala klasická, dřevěná dočasná výstroj štol. Z významných staveb pražské kanalizační sítě vybudovaných počátkem tohoto století v ražené štolě je tzv. Letenská škola dimenze 180/260 cm, dlouhá 1 140 m navazující na levém vltavském břehu v prostoru předmostí mostu Sv. Čecha na staroměstskou shybkou a končící ve Stromovce. Toto dílo si osobně prohlédl dne 13. 6. 1901 tehdejší císař František Josef I. a označil je za velkolepé a krásné. Hromadné používání pražských tunelovacích rámu skončilo po 70 letech v roce 1971, kdy byla vydána vyhláška ČÚBP č. 18/1971 Ú. v., která stanovením minimálních výšek a šířek ražených štol výrazně omezila jejich další používání.

Pro rozvoj hlavního města Prahy po roce 1945 byla charakteristická výstavba sídlištních celků, např. sídliště Petřiny, Severní město. Jižní město, Severozápadní město, Modřany a další. Vlastní bytové výstavbě předcházelo budování nadsídlištních kanalizačních sběračů budovaných převážně ve štolách. U sběračů větších dimenzí se postupně přecházelo ke kruhovému profilu a rovněž se z důvodu omezení pracnosti přecházelo od používání kanalizačních cihel k jiným stavebním materiálům. Nej-

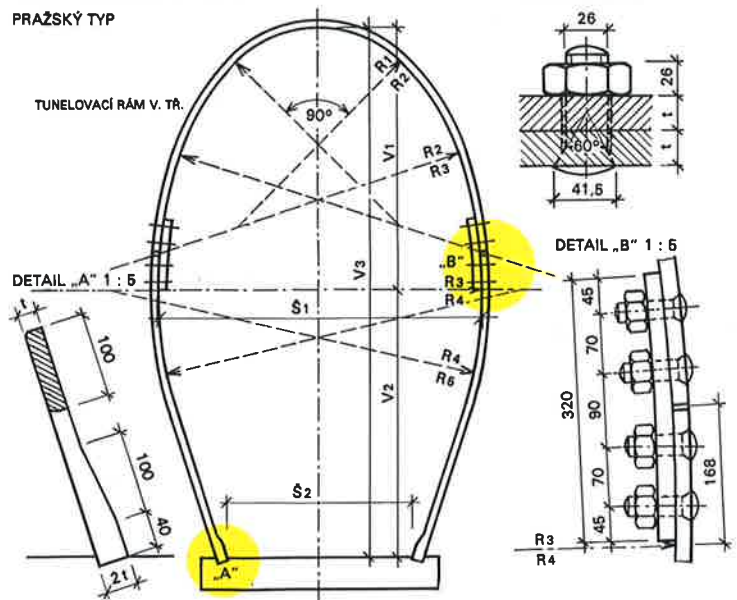
většího uplatnění dosáhly kameninové segmentové bloky. Z řady významných kanalizačních staveb je žádoucí uvést stavby:

- Pankrácká štola, DN 180 cm, ražená ze dvou portálů, s nadložím do 60 m v délce 2,208 km,
- Kmenová stoka K, DN 200–360 cm, celková délka 11,2 km, nejdelší ražený úsek – Petřínský tunel dlouhý 1,032 km,
- Soubor staveb rekonstrukce kmenové stoky D, z něhož dosud rozestavěná 3. stavba představuje stavbu stoky z kameninových segmentů DN 220 cm v délce 0,998 km a DN 180 cm v délce 0,902 km,
- Nadsídlištní sběrače Jižní město, Jihozápadní město a další významné stavby.

Jako příklad zdařilé stavby stoky se uvádí soubor staveb kmenové stoky F vybudované v letech 1976–1988. V rámci souboru šesti samostatných staveb bylo vybudováno 6060 m stoky kruhového průřezu DN 3200 mm nákladem 532 001 tis. Kčs. Zdařilé koncepční vodohospodářské řešení, použití kvalitních konstrukčních prvků stoky – kameninové segmenty a kvalita celého díla v souhrnu byly příčinami výjimečnosti tohoto souboru. Vedení trasy v zastavěném i nezastavěném území, střídání úseků s extrémními hloubkami nadloží, ražba v různých geologických poměrech od tekoucích písků až po kompaktně pevné horniny, to vše na tomto vybraném příkladě dokazuje náročnost tunelářských prací na pražských kanalizačních stavbách.

TUNELOVÉ RÁMY 0–IX TR.

ČESKÝ TYP



V tomto minulém období se na výstavbě pražské kanalizační sítě podílely zejména tunelářské kapacity bývalých státních podniků Vodní stavby, Rudné doly Příbram, Výstavba dolů uranového průmyslu, Metrostav, Pražské silniční a vodohospodářské stavby, Inženýrské a průmyslové stavby a další pražské i mimopražské podniky.

Rozsah kanalizační sítě provozovaný PKVT dle evidence k 31. 12. 1992 je následující:

- celková délka kanalizační sítě	2 345 km
z toho stoky neprůlezné (DN do 800 mm)	1 667 km
stoky průlezné a průchozí	687 km
- materiálová skladba stok:	
trubní kameninové stoky	1 536 km
zděné stoky	521 km
železobetonové stoky	183 km
stoky z ostatních materiálů	114 km

Stáří stok určené z meziročních přírůstků, nikoliv z poměru pořizovací a zůstatkové ceny, pro kanalizační síť jako celek činí 43 let.

Skupina zděných stok však vykazuje průměrné stáří 66 let. Z celkové délky sítě je starších 80 let cca 297 km stok, z toho zděných stok 167 km.

Podle rozsahu potřeb rekonstrukcí z roku 1991 je třeba na pražské kanalizační síti rekonstruovat:

z důvodu špatného stavebního stavu			
DN do 800 mm	DN přes 800 mm		celkem
27,1 km	34,4 km		61,5 km

z důvodu kapacitního deficitu			
40,9 km	121,6 km		162,5 km
celkem	68,0 km	156,0 km	224,0 km

Průzkum sítě televizními kamerami, zahájený v roce 1989, přináší stále nové poznatky, které jsou příčinou růstu evidovaných potřeb rekonstrukcí i oprav. Televizní průzkum odhaluje nekompromisně hrubé stavební závady na síti způsobené nedbalostí a neodborností bývalých i současných dodavatelů a správců ostatních inženýrských sítí. Do průtočného profilu přesazené přípojky, průchod stokou kabely a trubními cizími sítěmi, prolomení stoky v důsledku zásypu balvanitými materiály, zaplnění stok

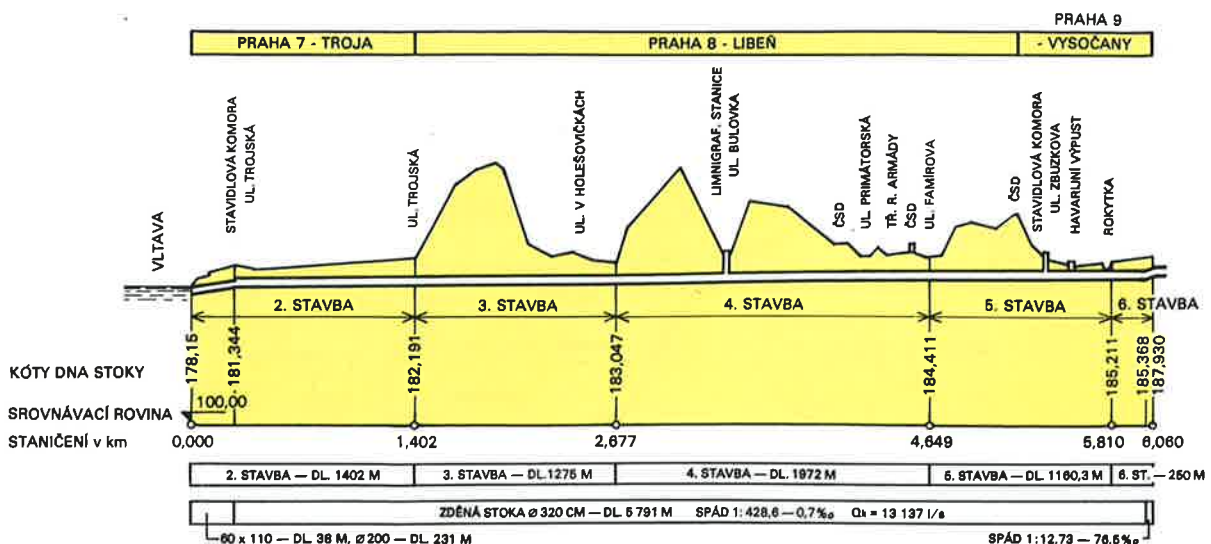
betonem nebo injektážní směsí, černá napojení s hrubým porušením konstrukce stavby, jsou běžnými novými poznatky.

Provozní údaje výše uváděné jsou prezentovány zcela záměrně. Naznačují totiž, jak velké prostředky bude nutno do pražské kanalizační sítě investovat a jak velká bude budoucí potřeba specializovaných stavebních kapacit. Uvedené potřeby budou dále doplněny o výstupy z nového generelu kanalizace, který bude nezbytně vypracovat v návaznosti na nový podrobný územní plán Prahy. Tyto údaje rovněž naznačují důvody současného růstu cen stočného.

Růst preventivní činnosti na síti, zvýšení kontroly kvality stavebních prací i současná nabídka stavebních kapacit umožňují provozovateli finanční, termínovou a technologickou kázeň a naopak ze soutěže vylučovat dodavatele neseriózní.

Přesto, že se v posledních dvou letech začínají při pracích na kanalizační síti uplatňovat nové metody obnovy sítě a také bezvýkopové technologie, lze konstatovat, že neexistuje žádná univerzální metoda obnovy, rekonstrukce či nové výstavby. Proto i v budoucnu si zachová své opodstatněné místo klasická ražba kanalizačních stol a tradiční technologie výstavby stok.

PROFIL	R1	R2	R3	R4	R5	Š1	Š2	V1	V2	V3	t	váha
cm	mm											kg
0. tř. - 50x87,5						940	520	820	720	1540		73
I. tř. - 60x110	330	680	1450	1070		1040	600	920		1740		75
II. tř. - 70x125	360	760	1640			1230	780	960	820	1780		82
II. tř. - dvoúpas.	477	822	1580	1220	∞	1140	560	920	920	1840	20	84
III. tř. - 80x143	430	780	1540				780	980	1020	2000		82
III. tř. - dvoúpas.				1420			730	1150	1150	2300		102
IV. tř. - 90x160	492	962	1996	1996	3490	1360	750	1220	1220	2420		104
V. tř. - 100x175	542	1012	2046	1730		1556		1275	1270	2545		118
VI. tř. - 110x187,5	574	1083	2182	1778		1680	900	1350	1320	2670	22	124
VII. tř. - 120x200	636	1146	2268	1840	∞	1756		1400	1385	2785		126
VIII. tř. - 130x210	672	1192	2336	1878		2116	1400	1580	1400	2980		132
IX. tř. - 140x220	852	1372	2516	2420								



TUNEL GENERÁLA MILANA RASTISLAVA ŠTEFÁNKA NA ŽELEZNIČNÍ TRATI VESELÍ NAD MORAVOU – NOVÉ MESTO NAD VÁHOM

AUTOR: Ing. KAREL BOROVSÝ A. S. METROSTAV

THE ARTICLE INFORMS ABOUT THE TUNNEL CONSTRUCTION HISTORY IN
THE CZECH REPUBLIC – THIS TIME ABOUT THE TUNNEL OF GENERAL M. R. ŠTEFÁNIK.

Rozvoj Československé republiky po jejím vzniku v roce 1918 byl podmíněn výstavbou komunikačních spojení – silnic a železnic, zejména mezi českými zeměmi a méně vyspělým Slovenskem. Proto už v roce 1920, 30. března, vláda přijala zákon č. 235 Sb. z. o výstavbě jednokolejné dráhy mezi Veselím nad Moravou a Novým Mestem nad Váhom v délce 67 km. Tato dráha byla po Severní dráze Košicko-Bohumínské, Jižní dráze Břeclav – Bratislava 3. významnou spojnici Moravy se Slovenskem (existovala ještě jedna významná trať Vsetín-Bylnice-Brumov).

Stavba trati byla slavnostně zahájena 8. července 1923 stavebními pracemi na nejdůležitějším objektu trati – na tunelu pod Polanou, vrchem na slovenské straně s nejvyšší kótou 580 m n. m.

Na trati je celkem 5 viaduktů a 3 tunely:

- pod Polanou 2 421,5 m dlouhý
- Čachtický 250 m
- Poriadský 520 m

Tunel pod Polanou (generála M. R. Štefánika) byl v tehdejší době, po proražení v roce 1927, nejdelším tunelem v Československu. Celá trať byla

dokončena v roce 1928, v desátém roce republiky. Trasa železnice prochází horským hřebenem Bílých Karpat, je navržena pro maximální rychlost 80 km/hod, ve 12 ‰ spádu, poloměry oblouků 400 m, spád tunelu 2–3 ‰.

Vypracování generálního projektu bylo zadáno výnosem ministerstva železnic č. 24 796/20 ze dne 17. 5. 1920 civilnímu inženýrovi Jaroslavu Mendoovi v Moravské Ostravě za cenu 1 300 Kčs za 1 km tunelu. Detailní projekt byl zpracován týmem autorem (zadáno výnosem min. železnic č. 41 372/1921 ze dne 29. 7. 1921 (za cenu 6 100 Kčs za 1 km).

Stavbu provádělo stavební společenství Ing. J. V. Velfík Praha, které vyhrálo veřejnou soutěž, do níž se přihlásilo 13 firem, na základě nejnižší finanční nabídky 35 420 658,- Kčs.

Stavba byla připravena odbornými orgány státních drah ve velmi vysoké kvalitě. Po celé trase dráhy byl proveden Geologickým ústavem CSR (prof. Cyril Purkyně a Dr. Ad. Liebus) geologický průzkum.

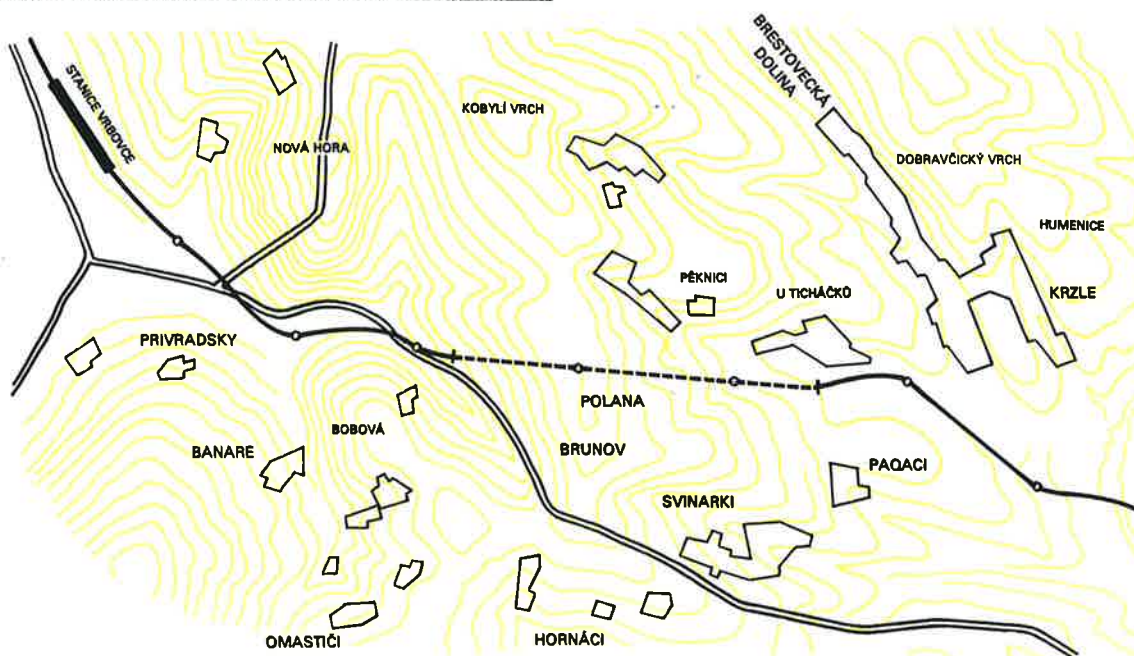
Tunel je veden mohutným souvrstvím (vrchní hierografické vrstvy), které je budováno měkkými slinitými břidlicemi, šedé, hnědé a modrofialové barvy. Mezi vrstvami břidlic se vyskytují pískovcové lavice modrošedé a rezavožluté barvy, různé mocnosti a kvality (tvrdosti). Vrstvy jsou silně zvrásněny a porušeny. Jelikož měkké slinité břidlice vlivem povětrnostních vlivů rychle větrají, bylo nutno při ražení dbát na nebezpečí pohybu těchto ukloněných vrstev. Při ražbě se to projevilo zvýšenými tlaky, jež byly podchycovány a eliminovány stavební metodou a postupem spodní směrové stoly a také počtem rozvinutých pracovišť. Úseky se zvýšenými tlaky byly zajištěny spodní tunelovou klenbou a důkladným odvodněním tunelu.

STAVEBNÍ METODA

Stavba tunelu byla zahájena 8. července 1923. Jako první byly zřízeny předžářezy a byla zahájena ražba spodní směrové stoly z moravské i slovenské strany. Tyto režijní práce prováděl akordant za dozoru orgánů správy státních drah a v listopadu 1923 převzal práce stavení podnikatel, který zvítězil v nabídkovém řízení.

Od tohoto termínu se prováděly práce na zařízení stavebních dvorů a přístupových komunikací. K plnému rozvinutí vlastních stavebních prací na tunelu došlo až v první polovině roku 1925.

Stavební a razičské práce byly rozvinuty hlavně ze slovenské strany, menší část ze strany moravské (sklon na slovenskou stranu 10,4 ‰). Poměr rozsahu prací byl cca 3:1 ve prospěch slovenské strany.



Stavební metoda byla volena s ohledem na geologické poměry. Tunel byl ražen jako velká většina slovenských tunelů rakouskou metodou. To znamená, že práce následovaly v tomto postupu:

- spodní směrová štola ($F_{raž.} 7,8 \text{ m}^2$)
- zálomy do stropní štoly
- se zálomů se razily části stropní štoly ($F_{raž.} 4 \text{ m}^2$)
- výlom kaloty
- sestup ke spodní štole ve 3 stupních
- výlom opěr
- vyzdění opěr
- vyzdění klenby
- spodní klenba- výlom
- vyzdění
- opěry tunelového kanálu
- nadezdívka spodní klenby
- zakrytí odvodňovacího kanálu

ROZMĚRY TUNELU

- jednokolejný sv. výška 6,0 m
 protiklenba výšky sv. šířka 5,5 m
 1,30 m (plocha 27,88 m²)
- po 50 m jsou vybudovány záchranné výklenky - výška 2,10 m
 - šířka 2,00 m
 - hloubka 1,0 m
- dále byly vybudovány 2 komory pro úschovu nářadí a materiálu (v 3,10 m, š 3,0 m, hl. 3,70 m)

- výlom činil 143 000 m³ horniny, s nakypřením 186 000 m³ /1,30)
- rozměry spodní směrové štoly (viz schéma v příloze): šířka ve stropě 2,20 m, šířka ve dně 2,80 m, výška 2,20 m, ražený profil 7,80 m², světlý profil 5,50 m²
- vedení trasy:

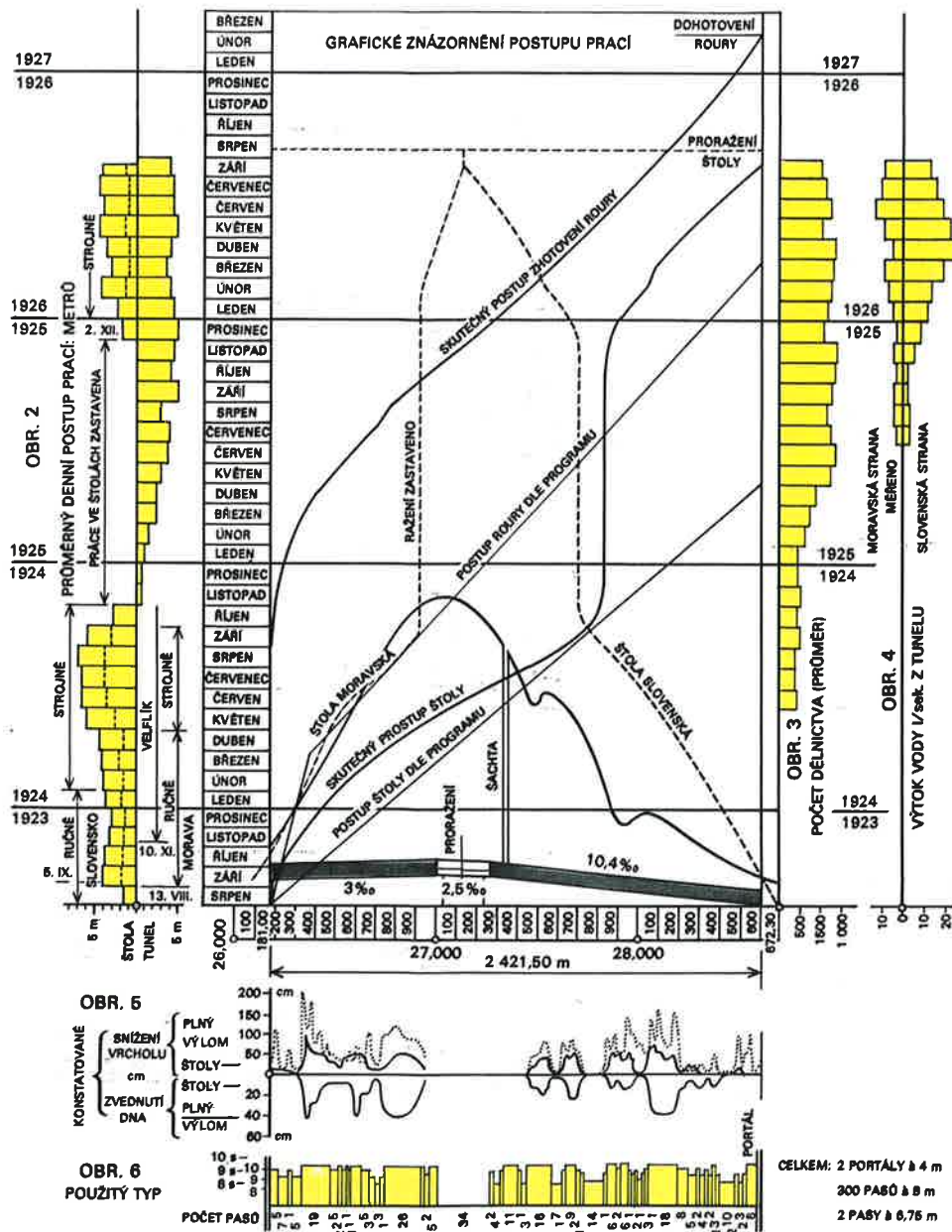
předportálový úsek na moravské straně	77,45 m
předportálový úsek na slovenské straně	63,30 m
vlastní tunelová trouba	2 421,50 m
celková délka směrové štoly	2 562,25 m
- niveleta štoly je -60 cm pod budoucí niveletou tunelu (odvodnění). Délka pasů se pohybovala od 8,0 m do 8,75 m z důvodů geologických poměrů a z technologických důvodů manipulace se stavebním materiálem, zejména dlouhou dřevěnou kulatinou.
- Dřevo se používalo měkké- smrkové, jedlové a modřínové, z oblastí Polany a z poleší v okolí Zvolena. Průměry kulatiny se pohybovaly podle druhu výztuže od 20 do 60 cm.

POČTY PRACOVNÍKŮ

Stavbu vedli výhradně čeští inženýři. Minéři byli většinou Chorvátí, kteří přišli na Slovensko z alpských tunelů a zde se již usadili natrvalo. V dalším průběhu výstavby slovenských tunelů vyškolili tyto minéři již řadu odborníků ze slovenské populace. Zedníci, tesaři a pomocní pracovníci byli místní z okolí stavby. státní stavební dozor tvořil:

- 1 vedoucí inženýr
- 2 inženýři přidělení
- 2 výpomocné síly,

celkem tedy 6 odborných zaměstnanců, jistě zajímavé ve srovnání s počty dnešních techniků na obdobných stavbách.



DĚLNÍCI

	minéri doprava	moravská str.		slovenská str.	
		1 místo	20		20
spodní štola					
horní štola (minéri a doprava)		2 místa	20		20
výlomy (minéri a doprava)		5 míst	80	10 míst	160
vyzdívka (zedníci, pomocníci, doprava)		4 místa	48	9 míst	108
vedlejší práce			40		90
nepředvídané práce			2		2

Na stavbě tunelu pracovalo průměrně 1 443, max. 1 830 dělníků

Podle dochovalých dokumentů bylo při dosažení cca 70% objemů prací na stavbě 14 těžkých úrazů, z toho 6 smrtelných v podzemí a 4 těžké na povrchu.

MZDY

Předák	důl	8,40 Kčs/h.	Minér	důl	5,80 Kčs/h.	Tesař	5,30 Kčs/h.
	povrch	8,40	Zedník	důl	5,20	Kameník	5,20
			povrch	4,80	Ostatní	důl	3,20
					povrch	2,40	

MATERIÁLY

- Dřevo** – jak již bylo řečeno, používalo se měkké ze slovenských lesů.
 - spotřeba na 1 m spodní štoly 0,760 m³
 - spotřeba na 1 m výlomu tunelu 1,450 m³
 - celkové na 1 m tunelu 5,111 m³
 - celkem bylo spotřebováno na tunelu 12 380 m³ dřeva
- Kámen** byl používán jednak místní (pískovec), ale rovněž žula, dopravovaná z Krhanice na Sázavě.
 - spotřeba na 1 m tunelové roury 31,68 m³
 - na celý tunel 76 713,12 m³
 - kvádřové zdivo portálů 44,40 m³
 - dále se spotřebovalo 1 200 m³ šterku
 - 21 800 m³ písku
 - Ladce 56 %
 - Tlumačov 44 %
- Cement** byl používán portlandský
 - spotřeba na 1 m tunelu na celý tunel 7 627,73 t
- Střelivo**
Byl použit dynamit č. 1 – složení 75 % nitroglycerinu a 25 % infusoriové hlíny (výrobce Semtín).
 - spotřeba na 1 vrt 0,08 až 0,80 kg
 - na 1 m tunel. roury 80 vrtů – průměrně 21 kg dynamitu
 - na 1 m³ výlomu spotřeba 0,35 kg
 - Na výlom celého tunelu bylo spotřebováno 50 850 kg dynamitu.
 - Rozbušky – výrobce Dynamit Nobel Bratislava
 - složení třškvavá rtuť Hg/NO₃/2
 - na 1 m tunelu 85 ks
 - na celý tunel 210 000 ks rozbušek
 - Zápalná šňůra – výrobce Jan Anders, Chrást u Plzně
 - spotřeba 290 000 m
 - Sklady střeliva pro 1 000 kg dynamitu byly umístěny cca 600 m od obou portálů
- Spotřeba vzduchu** 264 m³/min na slovenské straně
280 m³/min na moravské straně

Doba výstavby, postupy

- Stavba tunelu byla zahájena 8. července 1923, skutečná ražba v srpnu 1923, ražba byla dokončena v březnu 1927, stavba celé dráhy v roce 1928.
- jeden pás délky 8 m byl vylomen a vyřevěn za 3 týdny
 - provedení vyzdívky bez spodní klenby 2 týdny
 - jeden 8 m pás bez spodní klenby 5 týdnů
 - výlom byl prováděn ve 3 směnném provozu
 - vyzdívka byla prováděna ve 2 směnném provozu
 - průměrný denní postup – v 06–07 a 08/1924 spodní směrové štoly
 - na moravské straně 3,40 m
 - slovenské straně 3,75 m
 - provádění vyzdívky – průměrný postup tunelové roury na
 - slovenské straně 3,30 m
 - moravské straně 2,20 m
 - celkové 5,50 m
 - bez spodní klenby

(viz příloha grafické znázornění postupu prací).

Závěr

Železniční trať Veselí nad Moravou-Nové Město nad Váhom byla dokončena v desátém roce 1. republiky, v roce 1928, a stala se důležitým článkem spojení Moravy a Slovenska. Z dnešních hledisek byla stavba dokončena ve velmi krátké době, uvědomíme-li si tehdejší možnosti nasazení možné mechanizace. Samozřejmě tato doba souvisí s nasazením velkého počtu dělníků. Srovnáme-li si skutečnost, že stavba např. Strahovského tunelu byla zahájena v roce 1978 a dnešní její stav – není o čem diskutovat. Výkony našich předků v podzemí před 70 lety jsou i v dnešní době hodny obdivu, proto si važno lidí i jejich práce. Stavba tunelu generála M. R. Štefánika byla v době realizace středem pozornosti odborníků i veřejnosti. Např. 27. 9. 1925 stavbu navštívil tehdejší ministr Železnic Dr. Franke, kterému se dostalo vřelého uvítání. Doktor Franke a zejména jeho předchůdce ministr Stříbrný byli hlavními strůjci a propagátory železničního spojení českých zemí se Slovenskem. Patří jim i dík a vděčnost tamního obyvatelstva, které záhy pochopilo, že železnice přispěje k povznesení hospodářské i kulturní úrovně chudého kraje za karpatským hřebenem.

Přílohy:

1. Situace železnice
2. Grafické znázornění postupu prací
3. Ministr železnic na stavbě 27. 9. 1925

Literatura:

1. Zprávy veřejné služby technické 1926
2. Pamětní spis Stavba tunelu pod Polanou, Praha 1926

CENOVÁ PROBLEMATIKA PŘI ZAVÁDĚNÍ NRTM V ČESKÉ REPUBLICĚ

AUTOŘI:
Ing. JAROSLAV ČERVINKA
Ing. MILAN KREJČAR

THE TRANSITIONS FROM THE CENTRAL PLANNED ECONOMY TO MARKET ECONOMY IS MUCH MORE DIFFICULT IN ENGINEERING. QUICK IMPLEMENTATION OF NRTM IN THE CZECH UNDERGROUND ENGINEERING WILL BE DEPENDENT ON PRICE MAKING. THE ARTICLE POINTS AT ECONOMIC RELATION BETWEEN THE SUPPLIER AND CUSTOMER. THAT WILL OCCUR AT ITS IMPLEMENTATION.

ÚVOD

O technické stránce NRTM bylo u nás publikováno dostatek informací, aby si širší odborná veřejnost mohla o ni udělat poměrně dobrou představu. V jejím stínu ale zůstaly její ekonomické aspekty.

Z celé řady objektivních příčin je v našem tunelovém stavitelství přechod z centrálně plánovaného hospodářství na tržní hospodářství v mnohem složitější než v jiných oborech. Jednou z nich je logicky nutná, přetrvávající závislost tvorby cen na staré, politickým a ekonomickým vývojem překonané, soustavě pevných cen.

Proto je snaha autorů článku stručně upozornit na hlavní zásady tvorby cen při aplikaci NRTM, bez kterých by tato nebyla úplná a které jsou velmi odlišné od dosavadního cenového systému.

ROZBOR PROBLEMATIKY

Podle dosavadního cenového modelu hradil zadavatel dodavatelí provedené práce a konstrukce podle jejich fyzického rozsahu a podle poměrně přesné a obsáhlé technické specifikace. Za celkové rozpočtové náklady prakticky nenesl zadavatel žádnou ekonomickou odpovědnost. V tržním hospodářství dostává dodavatel zaplacenou jen za hotový stavební objekt nebo za jeho část, technicky vymezenou ve smlouvě o dílo.

Uplatnění tohoto principu je sice možné i u podzemních staveb ale pro vysokou závislost výrobních nákladů na inženýrskogeologických podmínkách, které není schopen určit ani sebenákladnější inženýrskogeologický průzkum, se zvláště u NRTM neuplatňuje.

Finálním výrobkem, který je samostatně oceňovaný, je jeden metr tunelu, v přesně specifikovaných inženýrskogeologických poměrech vyjádřený horninovými třídami I–VI, nikoliv však celá tunelová trouba.

U jiných metod, např. TBM je systém zatřídění pochopitelně odlišný.

V projektu, který je technickým podkladem pro vypsání soutěže, jsou horniny zatříděny u NRTM podle příslušných závazných norem. Zatřídění může být, podle konkrétních podmínek, ještě podrobněji specifikováno. Pro každou třídu, tak, jak je v zadání uvedeno, nabídne zhotovitel v nabídkovém řízení svoji cenu, která při dodržení ostatních podmínek daných obchodním zákoníkem a specifikovaných jak v zadání, tak i v nabídce, je závazná a dodavatel nemůže požadovat její změnu z technických a technologických důvodů.

Pro každou horninovou třídu je přesně specifikována konstrukce vnějšího a vnitřního ostění a mezilehlé izolace. Protože obvykle vnitřní ostění a mezilehlá izolace proti prosakující vodě jsou konstantní pro celý tunel, je každá horninová třída charakterisována objemem výztužných prvků vnějšího ostění t. j. hustotou a délkou kotev, tloušťkou stříkaného betonu, objemem ocelové obloukové výztuže, v horninách s krátkou dobou samonosnosti počtem a délkou mikropilotů nebo pažnic ocelového hnaného pažení. Dále je pro každou třídu specifikováno, zda je nebo není nutná spodní klenba a jsou určené její technické parametry.

Objem výlomu pro každou horninovou třídu musí dodavatel stanovit sám. Je povinen dodržet světlý profil a předepsanou tloušťku vnitřního a vnějšího ostění. Velikost trvalého nadvýlomu ale i dočasného, musí stanovit dodavatel sám. V případě špatných předpokladů musí na vlastní náklady nadbytečné nadvýlomy vyplnit betonem, v opačném případě, kdy i přes osazení dodatečných kotev a další vrstvy stříkaného betonu dojde k zatlačení světlého profilu, musí opět na vlastní náklady, t. j. bez změny ceny, provést přibírku. Toto pravidlo je pro dodavatele na první pohled nespravedlivé, ale zapadá do celkové koncepce NRTM, která vede dodavatele k maximální úspornosti.

Cím je vyšší kvalifikace pracovníků dodavatele, tím přesněji a úspěšněji stanoví dočasný a trvalý nadvýlom.

Při cenové nabídce musí dodavatel zvážit, jakou technologii výlomu použije, jak kvalifikované techniky a raziče má k dispozici pro tunelářské práce a podle toho musí kvantifikovat velikost nadvýlomu. Zatřídění horniny se provádí průběžně při každém záběru a to odpovědným zá-

stupcem objednatele a dodavatele. Pro případ rozporného hodnocení je ve smlouvě stanoven nestranný arbitr, jehož rozhodnutí je konečné. Je zajímavé, že po ukončení a vyhodnocení celé řady tunelů metráž jednotlivých horninových tříd je podle skutečně zjištěných inženýrskogeologických podmínek posunuta směrem k vyšším, tím i dražším třídám a to někdy dost výrazně.

Podle zásad NRTM, když je vnější ostění dokončeno, může se přikročit k provedení vnitřního ostění až když se prokáže, že konvergence skončila, nebo že došlo k jejímu ustálení a tedy že horninový masiv je stabilizován. To může být dosaženo projektovaným objemem výztužných prvků pro danou horninovou třídu ale i menším objemem výztužných prvků anebo naopak, ke stabilizaci bylo třeba použít větší objem výztužných prvků než předpokládala specifikace a konstrukce vnějšího ostění. Příslušná rozhodnutí musí být provedena zástupci objednatele a dodavatele společně.

O úspory nebo vícenáklady se dělí objednatel a dodavatel. V prvním případě má větší podíl z úspor dodavatel, v druhém případě jde větší část vícenákladů k tíži objednatele. Tím je dodavatel stimulován k určité odvaze a podstoupení rizika úspornějšího řešení.

VÝROBNÍ KALKULACE A CENA

V předcházející stati popsaný systém cenových vztahů mezi objednatelem a zhotovitelem tunelářských prací je vlastně ekonomickým stimulem základního technického principu NRTM t. j. dimenzovat ostění tak aby stabilita horninového masivu kolem tunelu byla zajištěna při dostatečné bezpečnosti s minimálními náklady.

Z tohoto systému vyplývá, že užitečnou hodnotu představuje světlý profil tunelu. Cenu jednoho metru tunelu v dané horninové třídě determinuje jen množství jednicového materiálu pro danou horninovou třídu, předepsaný objem konstrukčních prvků ostění a to bez stratného a bez materiálu spotřebovaného na likvidaci nadvýlomů.

Výrobní náklady na výlom a na provedení ostění a ostatních konstrukcí tunelu musí zhotovitel vykalkulovat sám a odvodit od nich cenovou nabídku. Správný výpočet úplných výrobních nákladů, včetně režijních t. zn. vedlejších a doplňkových, které taktéž nejsou normované, je otázkou být a nebyť tunelářské organizace. Když jsou náklady podhodnoceny, bude stavba realizována se ztrátou. V případě, že náklady jsou nadhodnoceny, organizace neuspěje v soutěži. To je ovšem obecný zákon tržního mechanismu v konkurenčním prostředí. Ve stavebnictví, a v tunelářství zvlášť, má problematika výrobních kalkulací větší význam, než v průmyslové výrobě.

V SRN, kde tržní hospodářství má prakticky nepřetržitou kontinuitu, je relativně daleko větší počet úpadků ve stavebnictví a tento vzrostl zvlášť po sjednocení Německa. Odborné kruhy udávají jako jeden z hlavních důvodů zanedbávání výrobních kalkulací, jako jedině možného podkladu pro tvorbu cenových nabídek. Kdo spoléhá jen na informace o průměrných cenách a na ceny zakázek realizovaných v minulosti, je odsouzen k neúspěchu. Jesliže v SRN varují před používáním průměrných a minulých cen pro cenové nabídky, potom ještě závažnější je toto varování v současné době v našem tunelovém stavitelství.

Pevné ceny podle ceníků tunelářských prací, přes indexy růstu cen a vstupů, které jsou dodnes používány, byly pevné jen teoreticky. Jejich vytvoření bylo provedeno před 40-ti léty podle metodiky odvozené do značné míry od t. zv. „Staré rakouské soustavy“ a dnes již opuštěných technologií. Proto jsou dnes úplně odtrženy od výrobních nákladů a jsou tedy naprosto nepoužitelné s výjimkou některých normativů. Z těchto důvodů je nutné se orientovat na nákladové a výkonové normativy cen oboru 825, které byly vytvořeny z podstatně širší výrobní základny a v mnohém mají blíže k technologiím používaným při NRTM a mají blíže ke skutečným nákladům.

Soustavné změny organizačních struktur a jejich vzájemných vazeb, změny ve financování podnikové sféry, zavedení nového daňového systému spolu s nutností promítat do nákladů i ekonomická rizika nedodržení termínů a vytížení výrobních kapacit, vylučují použití globálních normativů režijních, vedlejších a doplňujících nákladů pro tvorbu cen.

ZÁVĚR

Cílem tohoto článku je upozornit v souvislosti s přechodem českého podzemního stavitelství na NRTM a do fungujícího tržního hospodářství na ekonomickou problematiku, která je stejně důležitá jako zvládnutí NRTM po stránce technické.

Popsaný systém oceňování tunelových staveb, který se vyvíjel v zemích s tržním hospodářstvím celá desetiletí, bude nutné dříve nebo později zavést i v naší republice. Proto získání podrobnějších informací nejen o systému cen ale i o některých dalších oblastech ekonomiky, jako jsou pravidla konkursního řízení, systém úhrad za provedené práce, systém financování tunelových staveb ale i nové formy dodávek stavebními společnostmi.

V současných ekonomických podmínkách je nutné si uvědomit závažnost výrobních kalkulací nejen jako jediného podkladu cenových nabídek ale i jako ekonomického modelu, který prověřuje efektivnost technického řešení. Proto by bylo velkou chybou tunelářských podniků, kdyby problematika výrobních kalkulací zůstala ve stínu dnes ekonomickou propagací preferovaného marketingu.

ZPRAVODAJSTVÍ ČESKÉHO A SLOVENSKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU ITA/AITES

1. ZASEDÁNÍ ČESKÉHO KOMITÉTU

Ve dnech 24.–25. února 1993 se v Praze prostřednictvím SG-GEOTECHNIKA a. s. uskutečnilo 1. zasedání Českého tunelářského komitétu ITA/AITES. Účastníci byli informováni o registraci komitétu, schválili nové Stanovy českého komitétu včetně volby předsednictva na léta 1992–1995 a rozpočtu na rok 1993. V rámci diskuze bylo hovořeno o členství v profesní Komofe a ČSSI.

Prof. Ing. Barták podal zprávu o autorizaci inženýrů v oboru „Geotechnika“. Ve středu 24. února se rovněž uskutečnilo společné zasedání členů Českého a Slovenského komitétu ITA/AITES, kde kromě organizačních záležitostí se uskutečnila beseda o realizaci podzemních staveb, např. stavbě podzemního zásobníku plynu na Příbramsku. Pořadatelé připravili pro účastníky odborné exkurze např. na lokalitu podzemních garáží v Praze 1 na náměstí Jana Palacha. -MK-

STANOVY

„ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU ITA/AITES“

dále nazývaného komitét

Stanovy byly schváleny na zakládajícím zasedání dne 24. února 1993.

§ 1

- Komitét nese název: Český tunelářský komitét ITA/AITES
- Sídlo komitétu je: PRAHA
- Český tunelářský komitét pokračuje v činnosti jako přímý následník Československého tunelářského komitétu, založeného v r. 1991.

§ 2

- Komitét zastupuje zájmy odborníků v podzemním stavitelství České republiky v mezinárodní nevládní společnosti „International Tunnelling Association – ITA/AITES“.
- Cílem komitétu je podporovat podzemní stavby, využívat podzemních prostor a jejich dalšího vývoje. Za tímto účelem bude komitét zprostředkovávat vědecké poznatky, výsledky výzkumu a praktické zkušenosti ve prospěch veřejnosti a životního prostředí, bude podporovat vývoj, provádět školení a vydávat publikace psané, obrazové i zvukové. Bude podporovat výměnu zkušeností a za tím účelem organizovat účast na konferencích, kongresech, výstavách, seminářích, nebo se jich zúčastňovat. Obzvláště bude podporovat mezinárodní výměnu poznatků a za tím účelem navazovat kontakty. K tomu využije zejména činnost pracovních skupin, které ustavila ITA/AITES.
- Aby splnil své úkoly, je komitét oprávněn také pověřovat úkoly dalšího spolupracovníka nebo organizaci.
- Finanční prostředky ke splnění úkolů komitétu budou získávány výlučně z příspěvků členů a z dotací. Tyto prostředky mohou být použity výlučně ke splnění úkolů komitétu.
- Komitét je závislý výlučně jen na majetku komitétu.

§ 3

- Všechny fyzické a právnické osoby působící na území České republiky, stejně tak jako další instituce, které jsou ochotny naplňovat cíle komitétu, se mohou stát jeho členy. Žádost o přijetí je třeba podat předsednictvu, které o tom rozhoduje.
- Vystoupení z komitétu je možné po tříměsíční lhůtě, na konci obchodního roku. O vystoupení je třeba písemně požádat.
- Dále členství končí úmrtím, vyloučením, likvidací nebo zveřejněním konkursu.

§ 4

- Členský příspěvek pro jednotlivce je Kč 500,– na rok, pro studenty a důchodce Kč 100,– a pro právní subjekty a instituce Kč 5 000,– a je splatný v prvním čtvrtletí roku. Vysoké školy hradí příspěvek ve výši Kč 1 000,– a jsou členem jako instituce. Valné shromáždění může rozhodovat o přiměřenosti výše příspěvků. Malé organizace (méně než 25 osob) platí 2 000,– Kč
- Komitét může rozhodnout většinou hlasů, na svém pracovním zasedání, o dalších příspěvcích komitétu na krytí mimořádných potřeb, které však v jednom roce nesmějí překročit výši jednorázových příspěvků.

§ 5

Ve Valném shromáždění má každý člen jen jeden hlas. Je možné zastoupení člena při hlasování jiným členem s právem hlasovacím na základě písemného prohlášení.

§ 6

- Orgány komitétu jsou:
- Valné shromáždění
 - Předseda a předsednictvo

§ 7

- Valné shromáždění se koná jednou za 1 rok. Je svoláváno předsedou písemnou formou čtyři týdny předem s uvedením programu. Lhůta začíná ode-sláním pozvání.
- Valné shromáždění je možné svolat také, jestliže je to žádoucí v zájmu komitétu, nebo jestli deset členů o to požádá s písemným udáním důvodů.
- Závěry jsou přijímány na základě hlasování většiny přítomných a zastupovaných. Rovnost hlasů platí jako odmítnutí. Změna Stanov je možná na základě 2/3 většiny přítomných.

4. Valné shromáždění má následující úkoly:
1. přijetí zprávy předsedy
 2. volbu předsednictva
 3. schválení rozpočtu a hospodářského plánu na příští období
 4. změny Stanov.
 5. přijetí a vyloučení členů.
5. O závěrech Valného shromáždění se pořizuje a schvaluje zápis a je ověřován 2 ověřovateli. Zápis podepisuje předseda.
6. Pracovní zasedání komitétu se konají nejméně jedenkrát ročně za účasti minimálně 50 % členů. Pozvánky na pracovní zasedání jsou zaslány dva týdny předem s uvedením programu.

§ 8

1. V čele předsednictva komitétu stojí předseda komitétu, Valné shromáždění volí předsedu, dále dva místopředsedy a dva další členy, kteří se označují jako členové předsednictva.
2. Předsednictvo se volí na čtyři roky. Znovuzvolení je možné. Po uplynutí volebního období zůstávají členové předsednictva ve funkci až do nových voleb.
3. Předsednictvo je usnášeníschopné za přítomnosti nejméně tří členů. Předsednictvo přijímá usnesení buď na schůzi většinou hlasů nebo písemným prohlášením. V nutných případech stačí telefonické, písemné nebo dálkopisné vyjádření.
4. Předsednictvo uzavírá dohody komitétu. Spravuje majetek komitétu.
5. Jestli člen předsednictva rozhodne z vlastní vůle o odchodu z předsednictva, může předsednictvo povolat jiného člena do předsednictva až do příštího Valného shromáždění.
6. Předsednictvo pracuje (z titulu čestného úřadu) na základě dobrovolnosti (bezplatně). Má nárok na úhradu malých výdajů spojených se svou činností.
7. Předsednictvo zřizuje sekretariát. Sekretariát vede sekretář, jmenovaný předsednictvem. Činnost sekretariátu může zabezpečit některá z institucí (kolektivních členů), schválená Valným shromážděním.

§ 9

Valné shromáždění může ustavit pracovní skupiny na pomoc předsednictvu, zejména pro řešení vědeckotechnických a obchodních záležitostí.

§ 10

1. Valné shromáždění může rozpustit český tunelářský komitét 3/4 většinou členů přítomných a zastupujících, když je na programu návrh na rozpuštění.
2. Likvidaci provede předsednictvo, pokud Valné shromáždění neobjedná další likvidátory. Valné shromáždění rozhodne o tom, jak bude naloženo se zbylým majetkem po uhrazení všech pohledávek.

Závěr z usnesení zakládajícího shromáždění:

„Předseda může provést redakční změny nebo doplňky ve Stanovách, které by vyplývaly z potřeby registrace.“

ROZPOČET ČESKÉHO KOMITÉTU NA R. 1993

1. Zbytek na účtu k 1. lednu 1993		12 051,- Kč
(vložené ITA a odběr časopisů na r. 93 uhrazeno)		
2. Příjmy:		
22 kolektivních členů	à 5 000,- Kč =	110 000,- Kč
6 kolektivních členů	à 1 000,- Kč =	6 000,- Kč
2 individuální členové	à 500,- Kč =	1 000,- Kč
4 individuální členové	à 100,- Kč =	400,- Kč
příplatek na časopis T+UST		
5 ks	à 850,- Kč =	4 250,- Kč
	celkem	121 650,- Kč
CELKEM k dispozici		133 701,- Kč
3. Vydaní		
a) činnost sekretariátu, poštovné, telefony		15 000,- Kč
b) úhrada „Tunel“ časopisu	36 ks à 240,- Kč =	8 640,- Kč
c) dotace odborným akcím (vč. soutěže studentů, odměny)		50 000,- Kč
d) nákup odborné literatury		10 061,- Kč
e) rezerva pro rok 1994		50 000,- Kč
CELKEM VYDÁNÍ		133 701,- Kč

1. ZASEDÁNÍ SLOVENSKÉHO KOMITÉTU ITA/AITES

Obdobně jako v České republice rovněž zástupci Slovenského komitétu ITA/AITES uspořádali zakládající valné shromáždění, které se konalo 23. února 1993 v Bratislavě na podnikovém ředitelství Doprastavu. Pozvány byly všechny stávající organizace včetně organizací a institucí, které projevíly o tuto činnost zájem. Program valného shromáždění zahrnoval mj. objasnění způsobu založení Slovenského komitétu ITA/AITES s vazbou na dosavadní činnost a napojení na mezinárodní organizaci ITA/AITES, projednání stanov komitétu, volbu předsednictva Slovenského komitétu ITA/AITES, program činnosti na rok 1993.

Celkově se přihlásilo do Slovenského komitétu 16 organizací, které v něm chtějí pracovat, což je dvojnásobek stávajících členů. Zvolené předsednictvo: Doc. Ratkovský – STÚ Bratislava, Ing. Keleši – DOPRASTAV Bratislava, Ing. Kusý – L. Slovenská tunelářská společnost, Ing. Brtňan – Ředitelství dálnic a Ing. Tóth – Rudný projekt Košice.

Slovenský tunelářský komitét má v programu na nejbližší období mj. účast na konferenci v Amsterdamu, uspořádání konference o přívaděčích, lamačské cestě v Bratislavě i s tunelovým řešením, dále řešení ražených tunelů na vodním díle Turček, dálniční tunely na středním Slovensku, bude se zabývat rovněž problematikou rekonstrukce železničních tunelů a oživení problematiky metra v Bratislavě.

O dalších aktivitách Vás budeme informovat v následujících číslech.

Redakce

ZPRAVODAJSTVÍ MEZINÁRODNÍ TUNELÁŘSKÉ ASOCIACE ITA/AITES

VZPOMÍNÁME



V pátek 19. března opustil naše řady po nečekané krátké nemoci náš spolupracovník, kterého jsme si vysoce vážili a se kterým prožíval celý kolektiv Metrostavu tolik závažných chvil rozhodování o jeho budoucnosti, výkonný ředitel úseku zahraničních vztahů Ing. Jaroslav Grán.

Ing. Jaroslav Grán se narodil 30. července 1932 v Košicích. Vystudoval Vojenskou technickou akademii v Brně (1951–1956). Po dokončení studia nastoupil k n. p. Vojenské stavby a později do Vodních staveb, kde dostal příležitost pracovat i v zahraničí (1969–1972). Pracovníkem našeho Metrostavu se stal v roce 1972.

Postupně svou iniciativou, zdravou ctižádostivostí a zásluhou bohatých zkušeností se vypracoval ze stavebního technika, hlavního inženýra výstavby, samostatného pracovníka vývoje, vedoucího technického odboru až na technického náměstka podniku, výkonného ředitele pro úsek obchodně technický a od ledna letošního roku do funkce výkonného ředitele úseku zahraničních vztahů. Byl v čele inovačních počínů při konstrukci a výrobě štítu s frézou pro traťové tunely pražského metra. Později i při výrobě položitů pro Strahovský automobilový tunel, který svým profilem je v naší republice naprostou zvláštností.

V průběhu let si nejen neustále zvyšoval svou kvalifikaci, ale dokázal se rovněž intenzivně věnovat cizím jazykům, mnozí jeho kolegové oceňovali jeho skvělé znalosti angličtiny v oboru stavebnictví. Svých znalostí dobře využíval při jednání s obchodními partnery.

Ing. Jaroslav Grán aktivně působil v čs. tunelářském komitétu ITA/AITES jako jeho sekretář. Aktivně se zúčastňoval vrcholných konferencí mezinárodní tunelářské asociace, kde hájil a důstojně reprezentoval zájmy našeho podzemního stavitelství v zahraničí. Bohužel již se nedočkal nominace do mezinárodního výboru ITA/AITES, jehož byl vážným kandidátem.

Jeho zásluhou vycházel odborný zpravodaj METRO a od roku 1992 ve změněné verzi s novým názvem TUNEL, kde ve funkci předsedy redakční rady dokázal popojit české a slovenské firmy ke spolupráci a k publicistické činnosti.

Jen těžko bychom mohli vyjádřit bohatost jeho činnosti a sotva dostatečně slovy vyjádřit naši úctu k jeho práci. V jeho odchodu i naše redakce TUNELU ztrácí. Akciová společnost Metrostav ztrácí dobrého člověka s neobyčejnými vlastnostmi a svého předního pracovníka, který pro naši firmu žil.

Poznámka: Na základě rozhodnutí redakční rady 7. dubna 1993 bude v tiráži TUNELU vždy uveřejněno: „Zpravodaj Českého a Slovenského tunelářského Komitétu ITA/AITES – založen Ing. Jaroslavem Gránem v roce 1992“.

-redakce-

ZE SVĚTA PODZEMNÍCH STAVEB

METRO V NEWCASTLU

I když historie výstavby podzemních drah má svoje kořeny v Londýně, kde byla r. 1863 uvedena první podzemní dráha světa do provozu, najdeme nyní v Anglii pouze tři města, jejichž místní dopravní systém je řešen podzemní dráhou – Londýn, Glasgow a Newcastle.

Pro budovatele a provozovatele pražského metra je zajímavé především metro v Newcastle, jehož první úsek byl uveden do provozu v r. 1980. Je zde totiž možnost srovnávat; jednak údaje, které jsou velice podobné (doba výstavby, délka trvání, vozový park atp.), není však ani nezajímavé se seznámit s jinou koncepcí řešení dopravy, která by možná byla použitelná v Brně či Bratislavě.

Stavbě Metra, jak skutečně tuto převážně nadpovrchovou dráhu v Newcastle nazývají, předcházelo několikaleté porovnávání a zvažování variant řešení dopravní situace v hrabství Tyne and Wear ve střední Anglii. Podrobně provedený sociologický průzkum ukázal, že z 1,2 mil. obyvatel hrabství užívá veřejnou dopravu 85 % populace. Souvisí to také s tím, že zde pouze 54 % domácností vlastní auto, což je hluboce pod celostátním průměrem. Proto oproti variantě řešící zdokonalení silniční sítě v kraji s eventuálním zlepšením autobusové dopravy jednoznačně zvítězila doprava kolejová a s ohledem na jasné ekologické výhody. Ze zbývajících dvou variant, rozhodujících se mezi vybavením stávající železnice novými vlaky nebo přebudováním celého systému na částečnou dopravu v podzemí (ve městech Newcastle a Gateshead) se ukázal „The Rapid Transit System“ neboli Metro výhodnější.

V r. 1973 bylo vydáno stavební povolení, v r. 1974 zahájeny stavební práce a v r. 1980 byl otevřen první úsek cca 12 km dlouhý. Již v roce 1981 zde přivítali desetimilióntého cestujícího. Do r. 1984 byl zahájen provoz na celé 55 km trase, která byla letos ještě prodloužena o 2 stanice a 3,5 km trasy na letiště.

Pro srovnání s pražským metrem:

Oproti 59 km trase se 46 stanicemi v Newcastle má Praha 40 km trasu se 41 stanicemi. Vozový park činí v Praze 370 vozů, v Newcastle 180 a počet přepravovaných osob v Praze je 460 mil./rok a v Newcastle 60 mil./rok. Profil tunelů traťových i staničních se prakticky neliší, stejně tak i max. rychlost vozů nebo kapacita vagonů. Zajímavé je srovnání počtu zaměstnanců Metra v Newcastle. Zatímco pražské Metro zaměstnává 6 100 zaměstnanců, kompletní štáb zaměstnanců Metra v Newcastle činí 600(!) lidí včetně 150 řidičů. Konečně srovnání administrativních budov Centrálního dispečinku, Depa Kačerov, Hostivař, event. Zličín s jedinou jednopatrovou budovou řídicího centra v Newcastle mnohé napovídá.

Celková dopravní koncepce se samozřejmě od pražského Metra liší. Větší část systému sestává z původní železniční řádky, jejíž konverze byla relativně levná. To umožnilo použít více peněz na vybudování zcela nové podzemní trati pod centrem Newcastle a druhého největšího města hrabství – Gatesheadu. Tunelování pod oběma městy bylo mimořádně náročné. Podzemí je totiž protkáno obrovským množstvím opuštěných uhelných šachet, z nichž některé jsou až ze 14. století! Šachty byly před zahájením tunelářských prací vyplněny popílkobetonovou kaší. Jen pro dva 1,5 km dlouhé tunely v Gatesheadu bylo použito přes 20 000 m³ popílkobetonu. Navzdory geologickému průzkumu bylo zde při ražbě nalezeno dalších osm opuštěných šachet, které musely být následně zainjektovány. Oba vstupy do tunelů v Gateshead byly provedeny v otevřené jámě. Stanice Gateshead byla postavena na místě bývalého pískovcového lomu, který byl začátkem století zasypan. Nyní byly navážky odstraněny a stanice byla vybudována v otevřené jámě od kolejiště nahoru. Vestibul je pod úrovní autobusových zastávek a slouží jako podchod, obdobně jako většina vestibulů v Praze.

Centrem Newcastle procházejí dvě křížující se trasy tunelů – severojižní a východozápadní. 2,2 km dlouhé tunely ze severu k jihu se budovaly převážně v jílech. V blízkosti Central Station byla vlhkost tak velká, že práce byly prováděny v přetlaku za vzduchovými uzávěry, aby byla udržena stabilita zeminy a sníženo povrchové sedání. V okolí Central a Monument Stations bylo nutné podchytit před tunelováním několik důležitých budov a z památníku Jihoafrické války přímo nad tunelem demontovat sochu.

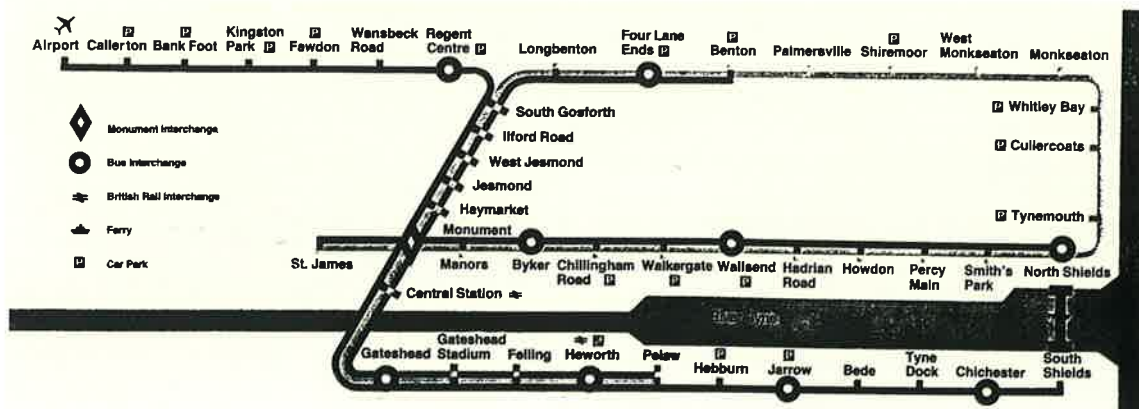
Tunely východo-západní jsou dlouhé 1,4 km a křížují trasu severo-jížní ve stanici Monument Station. Tato stanice byla s ohledem na nejrůznější křižovatku města budována pod zastropením. Strop, uložený na pilotách a vybetonovaný na povrchu umožnil vyhloubení vestibulu pod povrchem a betonování každého dalšího mezistropu na terénu po dosažení požadované úrovně výkopu (obdobu výstavby stanice Dejvická). Nyní se nad stanicemi nachází převážně pěší zóna.

Newcastle je od Gatesheadu oddělen řekou Tyne, která protéká geologickým zlomem v hluboce zařízlém údolí. Hned v úvodních projektech bylo rozhodnuto, že Metro řeku překříží po mostě. Tunelování by bylo hluboké a drahé a navíc by obě nejbližší stanice – Central a Gateshead Stations – byly mnohem hlubší a obližnější přístupné. Tuto úvahu neovlivnil ani fakt, že při stavbě mostu z příhradových ocel. nosníků na beton. pilířích musela být dodržena podjízdna výška 25 m nad max. hladinou vody.

V letošním roce byla otevřena nová trasa Metra, spojující Newcastle s letištěm. Byla vybudována na povrchu souběžně se stávající železniční tratí a umožňuje spojení centra města s letištěm za 20 minut. Provozovatel uvažuje s rychlou návratností nákladů této trati, zčásti financované správou letiště. Předpokládané roční provozní náklady – 270 tis. liber jsou vysoce překračovány předpokládanými výnosy – 700 tis. liber ročně.

Stavbě Metra v Newcastle byla věnována pozornost celé země a není náhodou, že provoz jednoho z úseků zahajovala osobně královna. Provozovatel – Tyne and Wear Passenger Transfer Executive – vydává velice pěkné informační brožury, informující o stavbě i provozu a zapůjčuje videokazety s obdobnými tématy. A z letošního vydání jedné z brožur (The Metro – Fact File) byly čerpany údaje pro tento článek.

Ing. Eva Svobodová



WATKOPFTUNNEL V ETTLINGENU

Bude to trvat do konce roku 1993 a potom si může cca 40 000 obyvatel Ettlingenu, bavorského zámeckého města na severní straně švarzwaldského výjezdu, vydechnout. Po skoro pětileté výstavbě bude zprovozněn vnitřní úsek severního obchvatu, Watkopftunnel a tím bude odvedena velmi intenzivní Albtal doprava kolem města. Předpokládané dopravní zatížení v tunelové rouře je 16 400 automobilů za 24 hodin. Skoro 2 000 m dlouhý silniční tunel je pro silniční stavební úřad v Karlsruhe první a nejdelší tunel na zemských silnicích v Badensku-Württembersku. Na realizaci vlastního projektu bylo vynaloženo kolem 120 milionů DM. Projekce a příprava stavby přísluší Heidelberské inženýrské kanceláři Bung. Inženýři prof. Dr.-Ing. M. Baudendistel a Dr.-Ing. Stiglat převzali stavební technické poradenství a zkoušení.

4. prosince 1988 započalo pracovní společenství Watkopftunnel, sestávající z firem Josef Riepl Bau A-G Mnichov a Hinteregger Brandstetter & Co. stav. společenství mbH Freilassing s pracemi, které jsou rozvinuty na dvou územích: v otevřené stavební jámě bude zřízen východní a západní portál s provozním centrem vzdáleným 200 m a podzemní ražená trasa, 1795 m dlouhá. Nadloží se pohybuje mezi 10 až 160 m.

V současné době je stavba zastavena z důvodů řady nepředvídaných a složitých stavebně-technických problémů, které nebyly zahrnuty do časového plánu. V září 1991 byly zahájeny práce na východním portálu (zarážka).

MODERNÍ TUNELOVACÍ TECHNIKA PRO DOPRAVU

Uvnitř 86 m² výlomového profilu bude vybudována 7,50 m široká jízdní dráha se 2 protisměrnými pruhy. Oboustranně položené 1 m široké bezpečnostní (nouzové) chodníky ohraničují jízdní pruhy. Na třech místech jsou navrženy 40 m dlouhé odstavňové pruhy pro případ nehod. Tunel bude po dokončení vybaven tak zvaným 1/2 příčným až příčným větracím systémem: nad světly budou umístěny vodorovné mezistropy s jednou stahovací pravouhloú dělicí stěnou – to vytvoří dva kanály. Z jednoho kanálu bude čerstvý vzduch vtažován přes boční kanály do dopravního prostoru, z druhého proudí vzduch skrze stropní štěrbinu přímo do dopravního prostoru. Znečištěný vzduch je odváděn přes oba portály.

Světelný pás s proměnlivou světelnou intenzitou je předpokládán nad jízdní dráhou.

V jednom jízdním pruhu bude instalováno automatické světelné měřicí zařízení, které bude reagovat na rozdíl mezi intenzitou venkovní a v tunelu v co nejkratší době. Pomocí 15 nouzových telefonů bude přímé spojení s policejní stanicí.

Přes nouzové spojení bude instalováno po dvou suchých hasicích přístrojích a rovněž vývody hydrantu.

Dalšími bezpečnostními zařízeními jsou liniový automatický hlásič požáru, sledování kamerou, rychlý hlasový telefon, dopravní řídicí zařízení a automatické vyšší kontrolní zařízení.

RAŽBA VE SLOŽITÝCH GEOLOGICKÝCH POMĚRECH

Horniny se dělí do dvou skupin a oblastí s různými půdně-mechanickými vlastnostmi. Rozdělení tvoří podélný příkopový zlom v západním okraji Watkopfu.

Oblast 1: kvartér, terciér a příkopový zlom. Tunel prochází od západního portálu nejdříve v délce od 180 m úsekem pleistocenních, jílovito-písčičných náplavů s velkými pískovcovými bloky (moréna). Na tento úsek navazuje až k začátku příkopového zlomu 250 m dlouhý úsek s oligocenními, překonsolidovanými, jemně písčivými jíly a písčivými čočkami. Tato oblast je z půdně mechanického hlediska zařazena mezi pevné až tvrdé horniny. Uvnitř příkopového zlomu se nacházejí zcela rozrušené a znovu zpevněné skalní horniny. Toto způsobuje mnohé poklesy a sypané oblasti vztrálených sedimentů.

Oblast 2: pestré pískovce

Východně od příkopového zlomu je tunel ražen ve skoro stejnorodých, jemně lavičovitých a masivních pískovcových vrstvách středního pískovcového souvrství. Při ražbě tunelu se rozhodlo pro technologii NRTM, která je používána ve velkém rozsahu při mnoha tunelových stavbách v Německu pro německé dráhy.

V Ettlingenu mohly být prováděny trhačí práce jen v oblastech 2 – v pestrých pískovcích.

Délka záběru se pohybovala mezi 1,0 až 2,5 m v průřezu kaloty a 2,0 až 5,0 m v oblasti spodku.

V oblastech rozrušených a nakypřených hornin se musela razit patní štola. Profil tunelu bude dělen na dvě patní štoly, kalotu a jádro a 1 spodní protiklenbu.

Metodou patních štol byl proveden úsek od 60 do 200 m a od 406 do 503 m tunelového staničení.

Tunel zde byl ražen speciálním hydraulickým bagrem. Dodatečné odlomy měly záběr v kalotě od 0,80 do 1,0 m, v látce a v počvě od 0,80 do 2,0 m.

VÝLOMOVÝ MATERIÁL

Odstřelený materiál, celkově 160 000 m³, byl nakládán na dumpry a byl vyvážen z tunelu do náspů spolkové silnice B3 nebo byl znovu použit jako výplňový materiál stavebních objektů na povrchu u tunelových zářezů.

Mezitím byla zřízena mobilní drtírna Nordberg typu Lokotrack 100R pro velikost frakce do 8/56 mm, vyskytující se materiál 0/800 mm.

Vedle Lokotracku 100 R Nordberg GmbH bude na stavbě instalováno speciální drtící zařízení na pásovém podvozku – pomocí ručního řídicího zařízení, spojeného

řídícím kabelem s tímto strojem bude možno manipulovat na prostorově omezeném staveništi. V recyklickém provozu se předpokládá drtící výkon Lokotracku až 200 t za hodinu (frakce 0/200 mm) nebo 150 t frakce 0/100 mm. Při zmenšování frakce především pevných hornin se podstatně zvyšuje výkon. K zařízení náleží horizontální podavač, čelistový drtíč s regulačním rozsahem od 50 do 200 mm a plnicí otvor 1000x750 mm, jakož i pasový dopravník. Zařízení je poháněno motorem 155 kW Diesel, který pohání přes spojku klínovým řemenem čelistový drtíč a generátor. Podavač pasového dopravníku a oba drtíče pod podvozkem jsou poháněny hydraulicky. Hydraulická kabina s řídicím zařízením je umístěna na separátní koze nad rameny. 48,5 tun těžké zařízení bude dopraveno ve zkompletovaném stavu na tražeru. Rozměry pro provoz i dopravu jsou totožné: délka 14,50 m – šířka 3,0 m – výška 3,80 m.

Po dopravě na stavbu je zařízení v provozním stavu během několika minut. Vzhledem k nepatrnému vznikajícímu hluku je Lokotrack 100 R vhodný pro přípravu stavebních hmot na stavbách uvnitř měst.

LIDÉ A STROJE

Na stavbě pracuje trvale 25 pracovníků, ze kterých 15 náleží strojně-technickému a dílenskému personálu a 10 pracovníků k vedení stavby a správě.

Pracovníci se budou střídát ve 2směnném provozu. Každá tunelovací parta (5 pracovníků) zůstává na stavbě 10 dnů po 12 hodinách. Pracovní cyklus vystřídá 5 volných dnů, v tomto čase je na stavbě třetí parta.

TECHNICKÁ DATA

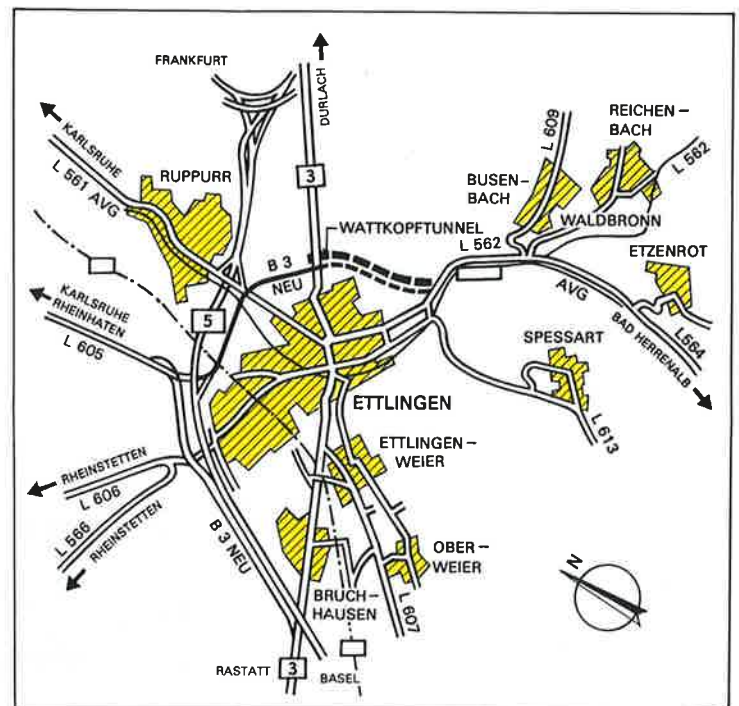
– celková délka	L = 3 600 m
– AUG	L = 1 600 m
– Watkopftunnel	L = 1 950 m
– provedeno ražením	L = 1 750 m
– otevřený výkop	L = 200 m
– stoupání tunelu	3,38 %, zkr. 0,65 %
– celkové náklady	80 mil. DM
– náklady na ražbu tunelu	57,7 mil. DM
– budoucí provoz v tunelu	16 400 vozů za 24 hod.
– zemní práce	230 000 m ³
– tunelový výlom z toho	160 000 m ³
– termín dokončení tunelu	rok 1993
– průřez L 562	RQ 12
– tunel	RQ 12 T
– stav. zábor	10 ha
– plocha silnic	4,6 ha
– obrátky, zpevnění	0,8 ha
– nově vysušené plochy	3,8 ha
– cena výsadby zeleně	0,5 mil. DM
– stavební objekty	1 tunel, 1 nadjezd, 8 opěrných zdí (délka 1,2 km)

Z časopisu Tunnel 5/1991 přeložil Ing. Karel Borovský D1

Přílohy:

1. Situace
2. Profily ražby v zemích a ve skále

1. SITUACE



STAVEBNÍ GEOLOGIE



GEOTECHNIKA a. s.

NEJVĚTŠÍ ODBORNÁ FIRMA S NEJDELŠÍ TRADICÍ A NEJROZSÁHLEJŠÍMI ZKUŠENOSTMI V ČR V
OBORECH INŽENÝRSKÁ GEOLOGIE A GEOTECHNIKA

NABÍZÍME, ZAJIŠŤUJEME, REALIZUJEME

- PRŮZKUMNÉ PRÁCE ● PROJEKTOVÁNÍ ● MĚŘENÍ A MONITORING ● SPECIELNÍ POLNÍ ZKOUŠKY
- KONZULTACE A ODBORNÉ PORADY ●

V CELÉM ROZSAHU DISCIPLIN

● GEOTECHNIKA ● INŽENÝRSKÁ GEOLOGIE ● ZÁKLÁDÁNÍ STAVEB ● INŽENÝRSKÁ SEIS-
MOLOGIE ● MECHANIKA ZEMIN ● MECHANIKA HORNIN ● HYDROGEOLOGIE ● GEOFYZIKA
pro všechny stavby nové, rekonstrukce a opravy staveb a pro všechny úlohy, související s ochranou životního
prostředí.

**JSME PŘIPRAVENI VÁM POMOCI, PORADIT, REALIZOVAT PRO VÁS UVEDENÉ
ČINNOSTI, PRŮZKUM, PROJEKCI, CONSULTING, ZNALECKOU ČINNOST:**

- pro všechny druhy podzemních staveb (štol, tunely, kolektory, sklady, zásobníky, garáže), včetně návrhů ostění a technologic
ražby a odpovídajícího geotechnického monitoringu
- pro všechny stavby pozemní, občanské, průmyslové, energetické, dopravní a vodohospodářské, včetně návrhů založení objektů
- pro všechny stavby zemní a geotechnické (zářezy, násypy, výkopy, stavební jámy), včetně stabilizačního řešení, návrhu zajištění
stability a potřebného monitoringu
- pro geotechnické úlohy při ukládání odpadu do hominového prostředí a úlohy při ochraně životního prostředí
- řešení jakýchkoliv speciálních a mimořádných geotechnických úloh

NAŠIM CÍLEM JE HÁJIT VAŠE EKONOMICKÉ ZÁJMY POMOCÍ KOMPLEXNOSTI, VYSOKÉ KVALITY A ODBORNÉ
ÚROVNĚ NAŠICH PRACÍ

NAŠI ODBORNÍCI VÁM POMOHOU NALÉZT OPTIMÁLNÍ ŘEŠENÍ VAŠICH ÚLOH A PROBLÉMŮ

OČEKÁVÁME VAŠI NÁVŠTĚVU, NA VÝZVU PŘIJEDEME NA VAŠÍ STAVBU
PRVNÍ KONZULTACI A PORADU POSKYTUJEME ZDARMA

Informace:
S. G. GEOTECHNIKA a. s.
Geologická 4
152 00 Praha 5 - Barrandov

Ing. Alexandr Rozypal, CSc.
ředitel

Telefony
02-590 688, 590 691, 590 692
590 709, 798 0161 (ústř.)
Fax: 590 689, 590 710



PÚDIS

**DOVOLUJEME SI VÁS SEZNÁMIT S ODBORNÝM ZAMĚŘENÍM NAŠÍ FIRMY A NAVRHNOUT
VÁM VZÁJEMNĚ VÝHODNOU OBCHODNÍ A TECHNICKOU SPOLUPRÁCI.**

**JSME PŘIPRAVENI KONZULTOVAT VAŠE PLÁNY, PROGRAMY ČI PROBLÉMY A PO VZÁJEMNĚ
DOHODĚ JE PROFESIONÁLNĚ ZABEZPEČIT.**

Nabízíme vám zejména projekty městských dopravních systémů, projekty městských automobilových komunikací, projekty tramvajových a trolejbusových tratí, stanic metra, vozoven, měníren, napájecích kabelových a trolejových sítí, projekty mostů pro automobilovou a tramvajovou dopravu, podchody a lávky pro pěší, projekty dopravních a speciálních tunelů, projekty garáží, podzemních a pozemních objektů, městských zón klidu, podzemních inženýrských sítí. Nabízíme rovněž inženýrsko-geologické, hydrogeologické a geotechnické průzkumy, geologické mapování, průzkumy kvality životního prostředí, včetně návrhů ochranných opatření, stavebně technické průzkumy pro modernizaci bytového fondu, geodetické průzkumy, vytyčování a sledování staveb, digitální technické mapy a programy pro automatizaci projektování.

Výsledky naší práce je možno hodnotit v Československu, ale i v některých zemích Evropy, Asie, Afriky a Ameriky.

Věříme, že ani vás v případě vašeho zájmu neklameme.

Další informace vám poskytneme na dále uvedených adresách:

Vedení firmy PÚDIS Praha

Legerova 69, 112 70 Praha 1, telefon 236 78 96, FAX 236 78 94

Středisko projektování dopravních staveb a inženýrských sítí
Nad vodovodem 169, 100 00 Praha 10, telefon 77 52 53, FAX 77 66 43

Středisko projektování mostních a dopravních staveb a inženýrských sítí
Legerova 69, 112 70 Praha 1, telefon 236 78 59

Středisko inženýrsko-geologického průzkumu, geotechnických prací a průzkumu životního prostředí
Novákových 6, 180 00 Praha 8, telefon 82 92 83, FAX 82 82 26

Středisko projektování tunelových, podzemních a pozemních staveb
Nad vodovodem 169, 100 00 Praha 10, telefon 77 85 42

ECOOP Praha výhradní zástupce firem

ETERNIT
SAARGUMMI
DÖRKEN
BAUDER
SITA
RODECA
BOSTIK

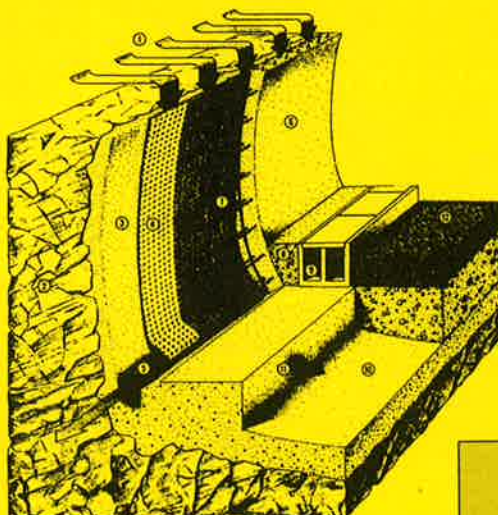


DÖRKEN

PROFILOVANÉ FOLIE DELTA z polyetylenu vysoké hustoty

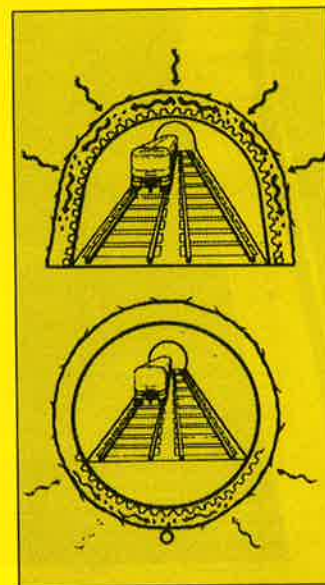
- drenážní folie pro inženýrské stavby s vysokou únosností v tlaku a velkou drenážní kapacitou
- drenážní a ochranné folie základů (místo izolační přízdívky)
- sanování tunelů a vlhkých stěn pomocí folie DELTA-PT

- | | |
|--|--------------------------------------|
| 1) puklinová a prosakující voda | 6) stříkaný beton vnitřní část |
| 2) skála | 7) výztuž vnitřní část |
| 3) stříkaný beton | 8) výplňový beton |
| 4) DELTA-PT, profilovaná folie s navařenou mřížkou | 9) kabelový kanál |
| 5) drenáž | 10) základ |
| | 11) spojení k páteřní drenážní větví |
| | 12) štěrkové lože |



Z další nabídky firmy ECOOP

- systém plochých střeš
- systém šikmých střeš
- fasádní systémy
- podlahové systémy



ECOOP Praha

Tel.: 02/84 17 135
FAX: 02/42 84 305

Technické podklady a zajištění odborných konzultací problémových případů s našimi techniky, odborné semináře a školení.

ECOOP ... jsou místa, kde se vyplatí jistota.

DRŽÍME SLOVO

METROSTAU

náročné stavby požadované na klíč

akciová společnost
Dělnická 12, Praha 7
FAX 800275
IČO 014 915



Podzemní inženýrské stavby

SUBTERRA a. s., ředitelství
Bezová 1658, 147 14 Praha 4-Braník
Tajemník – telefon 02/460379
 telefax 02/466179
Marketing – telefon 02/462591
 telefax 02/4781606

SUBTERRA a. s., divize 01 Praha
Uranová 380, 156 00 Praha-Zbraslav
Ředitel – telefon 02/592500
 telefax 02/592509
Marketing – telefon 02/591375
 telefax 02/591375

SUBTERRA a. s., divize 03 Ostrov nad Ohří
Horní Žďár, 363 01 Ostrov nad Ohří
Ředitel – telefon 0164/2985
 telefax 0164/4130
Marketing – telefon 0164/2986
 telefax 0164/4439

SUBTERRA a. s., divize 04 Tišnov
666 11 Tišnov
Ředitel – telefon 0504/267
 telefax 0504/3145
Marketing – telefon 0504/85198
 telefax 0504/3145

SUBTERRA S. A., divize 05 España
Felix Aramburu 1-1°, 33007 Oviedo
Ředitel – telefon 0034/85276527
 telefax 0034/85275610
 0034/85274555

SUBTERRA a. s., divize 06 – dílensko-montážní
Ulice Mezi sklady, 147 14 Praha 4-Braník
Ředitel – telefon 02/462652
 telefax 02/462652
Marketing – telefon 02/462653
 telefax 02/462652

SUBTERRA a. s., divize 07 – služby pro řízení
Bezová 1658, 147 14 Praha 4-Braník
Ředitel – telefon 02/4781701
 telefax 02/466152
Marketing – telefon 02/4781750
 telefax 02/466152

JOINT VENTURES:

TOP-EKO s. r. o.
Telefon: ředitel 02/4781631
Telefax 02/4781606

SAKOSTA s. r. o.
Telefon: ředitel 02/4781651
Telefax: 02/4781608

ZBRASLAV MANAGEMENT s. r. o.
Telefon: ředitel 02/592301-4/268
Telefax: 02/591375

SUBTERRA A.S.
SUBTERRA A.S.
SUBTERRA A.S.
SUBTERRA A.S.
SUBTERRA A.S.
SUBTERRA A.S.
SUBTERRA A.S.
SUBTERRA A.S.
SUBTERRA A.S.

UNDERGROUND
CIVIL ENGINEERING
BEZOVÁ 1658
147 PRAHA 4
CZECH REPUBLIC

PODZEMNÍ
INŽENÝRSKÉ STAVBY
TELEPHONE (02) 4781 111
TELEFAX 466 179
TELEX 122529-VIS

**VŠE, CO
NABÍZÍME,
JSME UŽ
POSTAVILI...**

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

