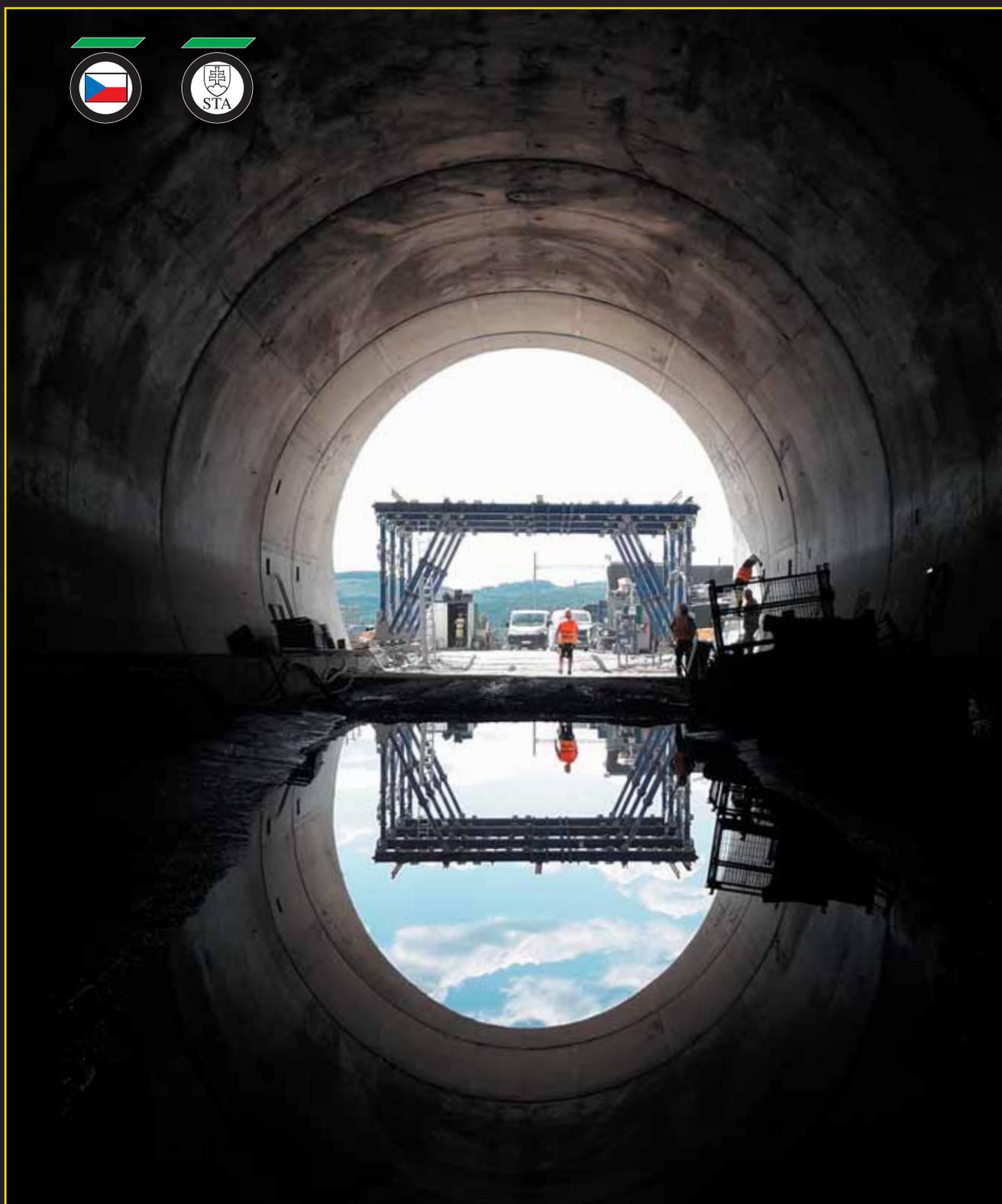


Tu nel

č. 3
2019

ČASOPIS ČESKÉ TUNELÁŘSKÉ ASOCIACE A SLOVENSKEJ TUNELÁRSKEJ ASOCIÁCIE ITA-AITES
MAGAZINE OF THE CZECH TUNNELLING ASSOCIATION AND SLOVAK TUNNELLING ASSOCIATION ITA-AITES





České dálniční tunely, komfort jízdy a bezpečí



Podzemní stavby (vývoj, výzkum, navrhování, realizace)
Časopis České tunelářské asociace a Slovenské tunelářské asociácie ITA-AITES
Založen Ing. Jaroslavem Gránem v roce 1992

Obsah

Editorial:	
Ing. Jaroslav Zlámal, člen redakční rady časopisu Tunel	1
Úvodníky:	
Mgr. Lucie Bohátková, členka představenstva společnosti SG Geotechnika a.s.	2
Mgr. František Rainer, vedoucí útvaru správy tunelů Ředitelství silnic a dálnic ČR	3
Sanace průsaku vod do podzemních objektů přečerpávací vodní elektrárny Dlouhé Stráně	4
Ing. Jiří Hájovský, CSc., SG – Geoinženýring s.r.o., Ing. Vít Vykydal, ČEZ, a. s.	
Geotechnický monitoring v průběhu hloubení jam a ražby tunelu Deboreč na 4. železničním koridoru	9
Ing. Milan Kössler, Mgr. Aleš Videňský, SG Geotechnika a.s.	
Příprava obsluh tunelů na zvládnutí krizových situací v tunelovém provozu	23
Martin Žoha, Mgr. František Rainer, Ředitelství silnic a dálnic ČR	
Významné opravy dálničních a silničních tunelů v ČR – realizace a plánování	29
Ing. Pavel Jeřábek, Mgr. František Rainer, Ředitelství silnic a dálnic ČR	
Úprava nejvyšší povolené rychlosti v silničních tunelech České republiky	34
Mgr. František Rainer, Ředitelství silnic a dálnic ČR	
Statika degradovaného primárního ostění spolupůsobícího s ostěním sekundárním (1. část)	38
Ing. Aleš Zapletal, DrSc., SATRA, spol. s r.o.	
Fotoreportáž z konference Podzemní stavby Praha 2019	45
Fotoreportáž ze zahájení výstavby metra D formou geologického průzkumu	46
Fotoreportáž ze slavnostní prerážky severní tunelové růry tunela Prešov 13. 6. 2019 a z prerážky jižní tunelové růry 17. 6. 2019	47
Zprávy z tunelářských konferencí	49
Aktuality z podzemních staveb v České a Slovenské republice	55
Z historie podzemních staveb	61
Výročí	65
Rozloučení	68
Zpravodajství České tunelářské asociace ITA-AITES	69

Redakční rada / Editorial Board

Čeští a slovenští členové / Czech and Slovak members

Předseda / Chairman: prof. Ing. Jiří Barták, DrSc. – Stavební fakulta ČVUT v Praze
Ing. Tomáš Ebermann, Ph.D. – GEOTest, a.s.
Ing. Miloš Frankovský – TERRAPROJEKT, a.s.
prof. Ing. Matouš Hilar, MSc., Ph.D., CEng., MICE – 3G Consulting Engineers s.r.o.
doc. Ing. Vladislav Horák, CSc. – Fakulta stavební VUT v Brně
doc. RNDr. Eva Hrušešová, Ph.D. – VŠB-TU Ostrava
RNDr. Radovan Chmelař, Ph.D. – PUDIS a.s.
Ing. Viktória Chomová – STA
Ing. Otakar Krásný – GeoTec-GS, a.s.
Ing. Ján Kušník – REMING CONSULT a. s.
Ing. Libor Mařík – HOCHTIEF CZ a. s.
Ing. Soňa Masarovičová – ŽU, Stavební fakulta
Ing. Miroslav Novák – METROPROJEKT Praha a.s.
doc. Dr. Ing. Jan Pruška – Stavební fakulta ČVUT v Praze
Ing. Boris Šebesta – Metrostav a.s.
Ing. Michal Šerák – Inženýring dopravních staveb a.s.
doc. Ing. Richard Šňupárek, CSc. – Ústav geoniky AV ČR, v.v.i.
Ing. Pavel Šourek – SATRA, spol. s r.o.

YDAVATEL

Česká tunelářská asociace a Slovenská tunelářská asociácia ITA-AITES pro vlastní potřebu

DISTRIBUCE

členské státy ITA-AITES
členové EC ITA-AITES
členské organizace a členové CzTA a STA
externí odběratelé
povinné výtisky 35 knihovnám a dalším organizacím

Redakce

Koželužská 2450/4, 180 00 Praha 8-Libeň, tel.: +420 702 062 610
e-mail: pruskova@ita-aites.cz
web: http://www.ita-aites.cz
Vedoucí redaktor: Ing. Markéta Prušková, Ph.D.
Odborní redaktori: doc. Dr. Ing. Jan Pruška, Ing. Pavel Šourek,
RNDr. Radovan Chmelař, Ph.D., Ing. Jozef Frankovský
Grafické zpracování: Ing. Jiří Šilar DTP, Na Záměšli 502/3, 150 00 Praha 5
Tisk: SERIFA, s.r.o., Jinonická 804/80, 158 00 Praha 5
Foto na obálce: Tunel Diel – svetlo na západnom konci tunela
(autorka Ing. Simona Barancová)

Underground Construction (Development, Research, Design, Realization)
Magazine of the Czech Tunnelling Association and the Slovak Tunnelling Association ITA-AITES
Established by Ing. Jaroslav Grán in 1992

Contents

Editorials:	
Ing. Jaroslav Zlámal, Member of Editorial Board	1
Mgr. Lucie Bohátková, Member of the Board of Directors of SG Geotechnika a.s.	2
Mgr. František Rainer, Head of the Tunnel Administration Department of the Road and Motorway Directorate of the Czech Republic	3
Sealing of Water Seepage into Underground Structures of the Dlouhé Stráně Pumped-Storage Hydro Power Station	4
Ing. Jiří Hájovský, CSc., SG – Geoinženýring s.r.o., Ing. Vít Vykydal, ČEZ, a. s.	
Geotechnical Monitoring during the Course of Excavation of Portal Pits and Driving the Deboreč Tunnel on Railway Corridor No. 4	9
Ing. Milan Kössler, Mgr. Aleš Videňský, SG Geotechnika a.s.	
Preparation of Tunnel Operators for Managing Crisis Situations in Tunnel Operation	23
Martin Žoha, Mgr. František Rainer, Ředitelství silnic a dálnic ČR	
Significant Repairs of Motorway and Road Tunnels in the Czech Republic – Realisation and Planning	29
Ing. Pavel Jeřábek, Mgr. František Rainer, Ředitelství silnic a dálnic ČR	
Adjustment of Highest Speed Limits for Road Tunnels in the Czech Republic	34
Mgr. František Rainer, Ředitelství silnic a dálnic ČR	
Statics of Degraded Primary Lining Interacting with Secondary Lining – Part 1	38
Ing. Aleš Zapletal, DrSc., SATRA, spol. s r.o.	
Picture Report from Conference Underground Construction Prague 2019	45
Picture Report from Starting Metro D Construction in the Form of Geological Survey	46
Picture Report from Ceremonial Breakthrough of Northern Tunnel Tube of Prešov Tunnel on 13th June 2019 and Southern Tunnel Tube on 17th June 2019	47
News from Tunnelling Conferences	49
Current News from the Czech and Slovak Underground Constructions	55
From the History of Underground Constructions	61
Anniversaries	65
Last Farewell	68
Czech Tunneling Association ITA-AITES Reports	69

Ing. Václav Veselý – SG Geotechnika a.s.
Ing. Jan Vintera – Subterra a.s.
Ing. Jaromír Zlámal – POHL cz, a.s.
CzTA ITA-AITES: Ing. Markéta Prušková, Ph.D.

Zahranční členové / International members

Prof. Georg Anagnostou – ETH Zürich, Switzerland
Dr. Nick Barton – NICK BARTON & ASSOCIATES, Norway
Prof. Adam Bezuijen – GHENT UNIVERSITY, Belgium
Prof. Tarcisio B. Celestino – UNIVERSITY OF SAO PAULO, Brazil
Dr. Vojtech Gall – GALL ZEIDLER CONSULTANTS, USA
Prof. Dimitrios Kolymbas – UNIVERSITY OF INNSBRUCK, Austria
Prof. In-Mo Lee – KOREA UNIVERSITY, South Korea
Prof. Daniele Peila – POLITECNICO DI TORINO, Torino, Italy
Prof. Wulf Schubert – GRAZ UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, Austria
Prof. Ove Stephansson – GFZ Potsdam, Germany
Prof. Walter Witte – WBI GmbH, Germany

PUBLISHED FOR SERVICE USE

by the Czech Tunnelling Association and the Slovak Tunnelling Association ITA-AITES

DISTRIBUTION

ITA-AITES Member Nations
ITA-AITES EC members
CzTA and STA corporate and individual members
external subscribers
obligatory issues for 35 libraries and other subjects

Office

Koželužská 2450/4, 180 00 Praha 8-Libeň, phone: +420 702 062 610
e-mail: pruskova@ita-aites.cz
web: http://www.ita-aites.cz
Editor-in-chief: Ing. Markéta Prušková, Ph.D.
Technical editors: doc. Dr. Ing. Jan Pruška, Ing. Pavel Šourek,
RNDr. Radovan Chmelař, Ph.D., Ing. Jozef Frankovský
Graphic designs: Ing. Jiří Šilar DTP, Na Záměšli 502/3, 150 00 Praha 5
Printed: SERIFA, s.r.o., Jinonická 804/80, 158 00 Praha 5
Cover photo: Tunel Diel – Light at the End of the Tunnel
(author Ing. Simona Barancová)

ČLENSKÉ ORGANIZACE ČESKÉ TUNELÁŘSKÉ ASOCIACE A SLOVENSKEJ TUNELÁRSKEJ ASOCIÁCIE ITA-AITES

MEMBER ORGANISATIONS OF THE CZECH TUNNELLING ASSOCIATION AND SLOVAK TUNNELLING ASSOCIATION ITA-AITES

ČZTA:

Čestní členové:

Prof. Ing. Josef Aldorf, DrSc. (†)
Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc.
Ing. Jindřich Hess, Ph.D.
Ing. Karel Matzner
Ing. Pavel Mařík (†)

Členské organizace:

3G Consulting Engineers s.r.o.
Na usedlosti 513/16
office: Zelený pruh 95/97
140 00 Praha 4

AMBERG Engineering Brno, a.s.
Ptašinského 10
602 00 Brno

Angermeier Engineers, s.r.o.
Pražská 810/16
102 21 Praha 10

AQUATIS a.s.
Botanická 834/56
656 32 Brno

AZ Consult, spol. s r.o.
Klíšská 12
400 01 Ústí nad Labem

BASF Stavební hmoty
Česká republika s.r.o.
K Májovu 1244
537 01 Chrudim

EKOSTAV a.s.
Brigádníků 3353/351b
100 00 Praha 10

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

Fakulta dopravní ČVUT v Praze
Konviktská 20
110 00 Praha 1

Fakulta stavební ČVUT v Praze
Thákurova 7
166 29 Praha 6

Fakulta stavební VŠB-TU Ostrava
L. Podéště 1875/17
708 33 Ostrava – Poruba

Fakulta stavební VUT v Brně
Veveří 331/95
602 00 Brno

GeoTec-GS, a.s.
Chmelová 2920/6
106 00 Praha 10 – Záběhlice

GEOtest, a.s.
Šmahova 1244/112
627 00 Brno

HOCHTIEF CZ a. s.
Plzeňská 16/3217
150 00 Praha 5

ILF Consulting Engineers, s.r.o.
Jirsíkova 538/5
186 00 Praha 8

INSET s.r.o.
Lucemburská 1170/7
130 00 Praha 3 – Vinohrady

Inženýring dopravních staveb a.s.
Na Moráni 3/360
128 00 Praha 2 – Nové Město

KELLER – speciální zakládání, spol. s r.o.
Na Pankráci 1618/30
140 00 Praha 4

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

Metrostav a.s.
Koželužská 2450/4
180 00 Praha 8

Minova Bohemia s.r.o.
Lihovarská 1199/10
Radvanice
716 00 Ostrava

Mott MacDonald CZ, spol. s r.o.
Národní 984/15
110 00 Praha 1

OHL ŽS, a.s.
Burešova 938/17
602 00 Brno – Veverčí

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

PRAGOPROJEKT, a.s.
K Ryšánce 1668/16
147 54 Praha 4

Promat s.r.o.
V. P. Čkalova 22/784
160 00 Praha 6

PUDIS a.s.
Nad vodovodem 2/3258
100 31 Praha 10

ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC ČR
Čerčanská 12
140 00 Praha 4

SAMSON PRAHA, spol. s r. o.
Týnská 622/17
110 00 Praha 1

SATRA, spol. s r.o.
Sokolská 32
120 00 Praha 2

SG Geotechnika a.s.
Geologická 4/988
152 00 Praha 5

SPRÁVA ÚLOŽIŠŤ
RADIOAKTIVNÍCH ODPADŮ
Dlážděná 1004/6
110 00 Praha 1 – Nové Město

Subterra a.s.
Koželužská 2246/5
180 00 Praha 8 – Libeň

SUDOP PRAHA a.s.
Olšanská 2643/1a
130 80 Praha 3

SŽDC, s. o.
Dlážděná 1003/7
110 00 Praha 1

UNIVERZITA PARDUBICE
Dopravní fakulta Jana Pernera
Studentská 95
532 10 Pardubice

ÚSTAV GEOLOGICKÝCH VĚD
Přírodovědecká fakulta
Masarykovy univerzity v Brně
Kotlářská 267/2
611 37 Brno

ÚSTAV GEONIKY AV ČR, v.v.i.
Studentská ul. 1768
708 00 Ostrava – Poruba

VIS, a.s.
Bezová 1658
147 01 Praha 4

Zakládání Group a.s.
Thámova 181/20
186 00 Praha 8

STA:

Čestní členovia:

doc. Ing. Koloman V. Ratkovský, CSc. (†)
Ing. Jozef Frankovský
prof. Ing. František Klepsatel, CSc.
Ing. Juraj Keleši

Členské organizácie:

Alfa 04 a.s.
Jašíkova 6
821 07 Bratislava
Amberg Engineering Slovakia, s.r.o.
Somolického 819/1
811 06 Bratislava

BANSKÉ PROJEKTY, s.r.o.
Miletičova 23
821 09 Bratislava

BASF Slovensko, spol. s r.o.
Einsteinova 23
851 01 Bratislava

Basler & Hofmann Slovakia, s.r.o.
Panenská 13
811 03 Bratislava

Cognitio, s. r. o.
Rubínová 3166/18
900 25 Chorvátsky Grob

Doprastav, a.s.
Drieňová 27
826 56 Bratislava

DOPRAVOPROJEKT, a.s.
Kominárska 141/2,4
832 03 Bratislava

DPP Žilina s.r.o.
Legionárska 8203
010 01 Žilina

Geoconsult, spol. s r.o.
Tomášikova 10/E
821 03 Bratislava

GEOFOS, s.r.o.
Veľký diel 3323
010 08 Žilina

GEOstatik a.s.
Kragujevská 11
010 01 Žilina

HOCHTIEF CZ a.s.
o. z. Slovensko
Miletičova 23
821 09 Bratislava

HYDROSANING spol.s.r.o.
Poľnohospodárov 6
971 01 Prievidza

IGBM s.r.o.
Chrenovec 296
972 32 Chrenovec – Brusno

K-TEN Turzovka s.r.o.
Vysoká nad Kysucou 1279
023 55 Vysoká nad Kysucou

MAPEI SK, s.r.o.
Nádražná 39
900 28 Ivanka pri Dunaji

Metrostav a.s., org. zložka
Mlynské Nivy 68
821 05 Bratislava

Národná diaľničná spoločnosť, a.s.
Dúbravská cesta 14
841 04 Bratislava

Niedax, s. r. o.
Pestovateľská 6
821 04 Bratislava

OBO Bettermann, s.r.o.
Viničianska cesta 13
902 01 Pezinok

OHL ŽS, a.s., o.z.
Tuhovská 29
831 06 Bratislava 47

PERI, spol. s r.o.
Šamorínska 18/4227
903 01 Senec

Pudos plus, spol. s r.o.
Račianske mýto 1/A
839 21 Bratislava

Prirodovedecká fakulta UK
Katedra inžinierskej geológie
Mlynská dolina G
842 15 Bratislava

REMING CONSULT a.s.
Trnavská 27
831 04 Bratislava

Renesco a.s.
Panenská 13
811 03 Bratislava

Sika Slovensko, spol. s r.o.
Rybničná 38/e
831 07 Bratislava

SKANSKA SK, a.s. závod tunely
Košovská cesta 16
971 74 Prievidza

Slovenská správa ciest
Miletičova 19
826 19 Bratislava

SLOVENSKE TUNELY a.s.
Lamačská cesta 99
841 03 Bratislava

Spel SK spol. s r.o.
Františkánska 5
917 01 Trnava

STI, spol. s r.o.
Hlavná 74
053 42 Krompachy

STRABAG s.r.o.
Mlynské nivy 4963/56
821 05 Bratislava

STU, Stavebná fakulta
Katedra geotechniky
Radlinského 11
813 68 Bratislava

TAROSI c.c., s. r. o.
Madáchova 33
821 06 Bratislava

TECHNICKÁ UNIVERZITA
Fakulta BERG
Katedra dobývania ložísk a geotechniky
Katedra geotech. a doprav. staviteľstva
Letná ul. 9
042 00 Košice

Terraprojekt a.s.
Podunajská 24
821 06 Bratislava

TUBAU, a.s.
Pribylinská 12
831 04 Bratislava

TuCon, a.s.
K Cintorinu 63
010 04 Žilina – Bánova

Tunguard s.r.o.
Osloboditeľov 120
044 11 Trstené pri Hornáde

URANPRESS, spol. s r.o.
Čapajevova 29
080 01 Prešov

Ústav geotechniky SAV
Watsonova 45
043 53 Košice

VÁHOSTAV – SK, a.s.
Priemyselná 6
821 09 Bratislava

VUIS – Zakladanie stavieb, spol. s r.o.
Kopčianska 82/c
851 01 Bratislava

Železnice SR
Klemensova 8
813 61 Bratislava

ŽILINSKÁ UNIVERZITA
Stavebná fakulta, blok AE
Katedra geotechniky,
Katedra technológie a manažmentu stavieb
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina

Vážení čtenáři časopisu Tunel,

Slavný chemik Marcellin Berthelot (1827–1907) napsal: „Vesmír je už bez tajemství.“

při pročítání článků v tomto čísle časopisu Tunel nemůžeme souhlasit s tím, že kolem nás nejsou tajemství. Odhalujeme je v dlouhodobě provozované přečerpávací vodní elektrárně Dlouhé stráně, sledujeme s napětím vývoj deformací na tunelu Deboreč. Ukazuje se, že v současnosti je nutná odborná příprava obsluh tunelů, se speciálním rozsahem a obsahem, že je problematický stav u technologického vybavení některých provozovaných dálničních tunelů, diskutuje se o maximální rychlosti v těchto tunelech. Zkoumáme, jak spolupůsobí sekundární a primární ostění.

Ano, jsou to malá tajemství a někdy sny, které nás nutí zamýšlet se buď nad krátkodobou, nebo dlouhodobou budoucností tunelů a podzemních staveb. Současně je vhodné občas zamířit náš pohled do historie. Nebylo o našich problémech již v minulosti něco zjištěno? Nezapýval se již někdo stejnými nebo obdobnými problémy? Tunely se přece budují již staletí a většinou jsou to bezpečná díla. V roce 1583 císař římský a král český Rudolf II. Habsburský navrhuje zřídit v pražské Královské oboře rybník. Autor projektu má nápad prokopat štolu, která by využila rozdílu hladiny Vltavy u Starého Města a u Královské obory a získala potřebný spád pro přítok vody.

Jiný příběh spojený se snem se odehrával v myšlenkách Bohumila Belady, který spolupracoval např. na stavbě první české elektrické trati Tábor – Bechyně. Seznámil se s Vladimírem Listem a společně navrhli vybudování podzemní dráhy v hlavním městě Praze s názvem „Metro“. Plán počítal se čtyřmi tratěmi, které měly mít dohromady zhruba dvacet kilometrů. Trasa A směřovala z Palmovky k Národnímu divadlu a končila u Anděla. Úsek B začínal na Vítězném náměstí v Dejvicích a pokračoval přes Můstek až na Floru. Trasa C mířila od Výstaviště v Holešovicích k Pražské bráně a odtud na Žižkov a poslední linka D spojovala Denisovo nádraží na Těšnově s Pankrácí. Projekt byl vskutku vizionářský, když si uvědomíme, že současné linky, vybudované v 70. a 80. letech minulého století, ho jen s přeházenými písmeny v podstatě kopírují. Belada s Listem počítali dokonce i s Nuselským mostem (postaveným až roku 1973).

Jedinou slabinou návrhu byly peníze. Belada s Listem sice poskytli pražskému magistrátu podklady zdarma, sponzory na stavbu se ale najít nepodařilo. Výstavba metra začala po roce 1968. Bohumil Belada ani Vladimír List se už naplnění svého snu nedočkali (první zemřel roku 1964, druhý o sedm let později).

Přejme našim projektům tajemství i sny. Budeme vždy překvapeni, jaké nové výzvy nám skutečný život přichystá a znovu budeme objevovat skrytá tajemství jako autoři oprav přečerpávací vodní elektrárny Dlouhé stráně, inženýři kontrolující vývoj deformací tunelů, či statici hledající odpověď na statické spolupůsobení primárního a sekundárního ostění tunelu prováděného Novou rakouskou tunelovací metodou.

Nechť nás v této naší práci podporuje naše patronka sv. Barbora.

Ing. JAROMÍR ZLÁMAL, člen redakční rady

Dear readers of TUNEL journal,

The famous chemist Marcellin Berthelot (1827–1907) wrote: "The universe is no longer a secret".

when reading papers in this TUNEL journal issue we cannot agree with the statement that there are no secrets around us. We reveal them in the long-time operating Dlouhé Stráně pumped storage hydro power station or follow with tension the development of deformations at the Deboreč tunnel. It turns out that presence requires professional preparation of tunnel operators with special scope and content and that the state of technology equipment of some motorway tunnels being operated is problematic and the maximum speed limits for those tunnels are currently under discussion. We are studying the composite action between secondary linings and primary linings.

Yes, those are small secrets and sometimes even the dreams which force us to think about the short-term or long-term future of tunnels and underground structures. At the same time it is appropriate to focus our looks into history. Wasn't something found regarding our problems in the history? Hasn't somebody dealt with the same or similar problems? Isn't it true that tunnels are being built for centuries and they are still safe workings. In 1583 Rudolph II Habsburg, the Roman Emperor and Bohemian King, proposed that a pond be established in the Royal Deer Park in Prague. The author of the design had an idea that a gallery was to be driven to use the difference between the levels of the Vltava River at the Old Town and at the Royal Deer Park, thus obtaining the gradient required for the inflow of water.

Another story connected with a dream took place in the mind of Bohumil Belada, who collaborated, for example, on the construction of the first Bohemian electrified rail line between Tabor and Bechyně. He made acquaintance of Vladimír List and they together proposed that underground railway should be developed in the capital, Prague, to be called "the Metro". The plan counted with four lines about twenty kilometres long in total. Line A headed from Palmovka to the National Theatre and ended at Anděl. Line B started at Vítězná Square in Dejvice and proceeded via Můstek up to Flora. Line C headed from Výstaviště Fair in Holešovice to the Powder Tower and further to Žižkov. The last line, D, connected Denis train station in Těšnov with Pankrác. The project was really visionary when we realise that the current Metro lines constructed in the 1970's and 1980's basically copy it, only with the letters repositioned. Belada with List even planned the Nusle Bridge (the bridge was not built until 1973).

The only weakness of the proposal was money. Although Belada with List provided the Prague City Hall with the basic documents free of charge, attempts to find sponsors for the project failed. The work on the metro construction project commenced after 1968. Neither Bohumil Belada nor Vladimír List lived to see their dream come true (the former died in 1964, the latter died seven years later).

Let us wish our projects the secrets and dreams. We will always be surprised at the new challenges that real life will prepare for us and will again discover hidden secrets, such as those experienced by the authors of repairs of the Dlouhé Stráně pumped storage hydro power station, by the engineers checking the development of tunnel deformations or structural engineers seeking the answer for structural interaction between primary and secondary linings of tunnels driven using the New Austrian Tunnelling Method.

Let our patron, Saint. Barbara, support us in our work.

Ing. JAROMÍR ZLÁMAL, Editorial Board member



VÁŽENÉ KOLEGYNĚ A KOLEGOVÉ, ČTENÁŘI ČASOPISU TUNEL,

po přečtení mého úvodníku z roku 2016 jsem se pozastavila nad tím, kolika změnami názvů naše společnost SG Geotechnika a.s. prošla. Začínala jako Stavební geologie s.p., po privatizaci pokračovala jako Stavební geologie – Geotechnika a.s., následně byla nadnárodním vlastníkem přejmenována na ARCADIS Geotechnika a.s. a po zavedení divizního uspořádání na ARCADIS CZ a.s. divize Geotechnika, aby se v koloběhu života vrátila se změnou vlastníka k původnímu názvu SG Geotechnika a.s. Z toho je vidět, že firma sice může měnit jména a vlastníky, ale podstatou firmy je něco jiného. Firma jsou přece hlavně lidé, kteří ji tvoří, a já musím říci, že se nám podařilo i přes uvedené změny udržet téměř celý kolektiv lidí, z nichž hodně kolegů u nás pracuje více než 20 let. Tito lidé jsou podstatou naší firmy a zvyšují svojí prací její renomé.

Abychom byli schopni udržet kvalifikaci našich zaměstnanců a dále ji rozvíjet, potřebujeme získávat velké a komplikované projekty, ke kterým tunelové stavby vždy patří a patří budou. Jedná se o jedny z nejsložitějších geotechnických konstrukcí, kde interakce s horninovým prostředím je jejich stavebním kamenem. A právě zde je třeba si připomenout aktuální stav tunelových projektů v České republice, které by měly dávat příležitost pro odborný růst. V tomto segmentu stavebnictví je situace ne příliš uspokojivá. V současné době se realizuje v České republice pouze jedna tunelová stavba, a to na IV. TŽK tunely Mezno a Deboreč. Byl zahájen geologický průzkum formou hloubených šachet a štol pro výstavbu metra trasy I.D. Ale kde jsou další projekty? Vždyť se o nich mluví již dlouhý čas a jsou v různém stadiu příprav, které se nedaří dovést do fáze realizace.

Máme za sebou již čtrnáctou konferenci Podzemní stavby Praha 2019, která proběhla na začátku června 2019. Viděli jsme zde zajímavé prezentace projektů a nelze si nevšimnout, že mnozí naši kolegové z mnoha českých firem pracovali na projektech v zahraničí, a to jak v blízkém (Slovensko), nebo i velmi vzdálených např. v Indii. Právě nedostatek tunelových projektů v ČR způsobuje odliv kvalitních lidí na zahraniční projekty, kde část odborníků po úspěšném působení zůstává na dalších zahraničních projektech a nevrací se zpět. A to si myslím, že je pro nás všechny velká škoda, protože investice do vzdělání a růstu specialistů je zúčtována jinde, nikoli na projektech v ČR.

Naše firma SG Geotechnika má to štěstí, že se může v současné době podílet na obou běžících tunelových projektech v ČR, a to jak na tunelech Mezno a Deboreč, kde provádíme geotechnický monitoring, tak na začínajícím geologickém průzkumu formou podzemních děl na trase metra I.D, kde jsme odpovědnými řešiteli na částech OL1 a VO-OL. Na Slovensku, prostřednictvím naší dceřiné firmy Geofos, dokončujeme práce monitoringu na úseku D1 Hričovské Podhradie – Lietavská Lúčka s tunely Ovčiarisko a Žilina a také provádíme geotechnický monitoring na stavbě D1 Prešov, západ – Prešov, juh.

Doufám, že v následujících letech budeme mít možnost dále dokazovat, že české podzemní stavitelství je na vysoké úrovni a je schopno řešit i ty nejsložitější úkoly tohoto oboru. Přejme si také, aby český stát, který je největším investorem velkých infrastrukturálních staveb na našem území, nenechal v tomto roce ani v letech příštích náš obor zahynout a my nebyli nuceni uplatňovat své kapacity pouze v zahraničí.

S hornickým Zdař Bůh vám všem a českému tunelovému stavebnictví zvlášť přeji vše nejlepší a mnoho úspěchů.



DEAR COLLEAGUES, DEAR TUNEL JOURNAL READERS

After reading through my editorial from 2016, I paused over the fact how many changes in the names of our company, SG Geotechnika a. s., has undergone since 2016. It started as Stavební geologie s. p., continued after privatisation as Stavební geologie – Geotechnika a. s., subsequently was renamed by the multinational owner to ARCADIS Geotechnika a. s. and, after the introduction of the divisional organisation of the company, to ARCADIS CZ a. s., Geotechnika Division, to return in the life circle after the change in the ownership back to the original name SG Geotechnika a. s. It is obvious from this fact that the company may change names and owners, but the heart of the company lies somewhere else. The company is represented first of all by people who form it and I must say that, despite the above mentioned changes, we have managed to keep nearly the whole collective of employees together, with many colleagues working with us over 20 years. These people are the essence of our company and increase its reputation by their work.

To be able to maintain the qualification of our employees and further develop it, we need to obtain large and complicated projects, among which tunnel structures have always belonged and will belong. These are some most complicated geotechnical structures the cornerstone of which lies in the interaction with ground environment. And here it is necessary to remember the current state of tunnel construction projects in the Czech Republic which should give opportunity for professional growth. The situation in this segment of construction industry is not very satisfactory. Currently, only one tunnel construction is being implemented in the Czech Republic, the Mezno and Deboreč tunnels on the 4th Transit Railway Corridor. Geological survey in the form of sinking shafts and driving galleries for the construction of the line I.D of Prague metro was started. But where are other projects? They have been talked about for a long time and are at various stages of preparation, but attempts to get them to the implementation stage have failed.

We had already the fourteenth conference Underground Construction 2019, which took place at the beginning of June 2019. We could see interesting presentations of projects there and it is not possible to leave unnoticed that some our colleagues from many Czech companies worked on projects abroad, both close (Slovakia) or very remote, e.g. in India. It is the lack of tunnel construction projects in the Czech Republic that causes the outflow of quality people to foreign projects, where part of professionals successfully completing their jobs remain to work on other foreign projects and do not return home. This is, in my opinion, a big pity because investment to education and growth of specialists pays off elsewhere, not at projects in the Czech Republic.

Our company, SG Geotechnika, is lucky to be allowed to participate in the tunnel construction projects currently running in the Czech Republic, the Mezno and Deboreč tunnels, where we carry out geotechnical monitoring, and in the starting geological exploration in the form of underground workings on the metro line I D, where we are responsible solvers for parts OL1 and VO-OL. In Slovakia, through our daughter company Geofos, we are finishing the work on the monitoring in the D1 Hričovské Podhradie – Lietavská Lúčka section with the Ovčiarisko and Žilina tunnels and, in addition, carry out geotechnical monitoring for the D1 Prešov, west – Prešov south construction.

I believe that we will have the opportunity in the coming years to prove that the Czech underground construction industry is at a high level and is capable of solving even the most complicated tasks. We, in addition, wish that the Czech state, which is the biggest investor for large infrastructural construction projects in the Czech Republic, does not let our industry perish, neither this year nor in the years to come, so that we are not forced to apply our capacities abroad.

With the mining greeting God Speed You, I wish you and especially the Czech tunnel construction industry all the best.

Mgr. LUCIE BOHÁTKOVÁ

*členka představenstva společnosti
SG Geotechnika a.s.*

*Member of the Board of Directors
of SG Geotechnika a.s.*

VÁŽENÍ ČTENÁŘI,

těší mě, že mám tu možnost vyjádřit se v tomto odborném časopise a oslovit tak nejen vás čtenáře, ale i odborníky v oboru. Využívám příležitosti a jako správce převážně většiny tunelů na pozemních komunikacích v České republice bych chtěl poděkovat odborníkům napříč oborem, projektantům a servisním pracovníkům, kteří Ředitelství silnic a dálnic České republiky svou prací pomáhají zajišťovat kvalitní provoz, správu a údržbu provozovaných tunelů na silnicích a dálnicích v naší zemi. Běžní uživatelé tunelů a řidičská veřejnost mnohdy ani netuší, kolik úsilí a poctivé práce se skrývá za hladkým průjezdem silničního nebo dálničního tunelu. Všem, kdo se podílejí na zajištění trvalého a bezpečného provozu v našich tunelech, chci touto cestou poděkovat.

V posledních několika letech se velmi slibně rozvíjí stavební příprava nových tunelů, které budou nedílnou součástí naší silniční a zejména dálniční sítě. Bude-li vše postupovat současným tempem a bude-li naše společnost schopná významné projekty financovat, pak lze očekávat, že do 20 let budeme provozovat nejen současných 18 tunelů na silnicích I. tříd a dálnicích, ale i dalších 20 nových, a to zejména dálničních. Tunelové stavby se snažíme projektovat co nejodpovědněji s potřebným stupněm unifikace a s reflexí novinek nejen stavebních, ale i technologických. Sjednocujeme naši provozní praxi zejména s okolními státy Evropské unie, a to nejen v otázkách bezpečnosti tunelového provozu, ale i ostatních aspektech. Jedná se o širokou paletu opatření, změn a úprav, které cíleně směřujeme nejen na zajištění bezpečného provozu tunelů, ale i na životnost komponent stavební a technologické části tunelů. Usilovně jednáme o úpravách povolené rychlosti ve vybraných tunelech, přesunujeme většinu servisních činností v tunelech na období s nejnižší dopravní zátěží, a tím co nejméně omezujeme provoz v tunelech, provádíme společně s předními odborníky posuzování podmínek bezpečnosti tunelového provozu a cíleně zvyšujeme úroveň tunelového provozu v naší zemi. Za usilovnou práci v této oblasti děkuji nejen spolupracujícím odborníkům, vysokým školám, ale zejména zaměstnancům Ředitelství silnic a dálnic ČR a také pracovníkům Hasičského záchranného sboru ČR za jejich obětavou a profesionální práci při řešení mimořádných událostí v tunelech na území naší republiky.

V současné době prochází útvar správce tunelů Ředitelství silnic a dálnic ČR dalším rozvojem a za podpory vedení ŘSD ČR se konečně daří problematiku komplexně řešit. Věříme, že proces optimalizace útvaru správce tunelů zajistí personální a vysoce odborné pokrytí tunelů ve všech stádiích jejich přípravy, výstavby a zejména pak jejich provozu. Pracujeme na významných projektech, které pozitivně ovlivní provoz tunelů v budoucnu, zejména se soustředíme na vypracování a stanovení koncepce řízení tunelového provozu a sjednocení procesů údržby, a to nejen z pohledu její účinnosti, ale i přijatelné ekonomické udržitelnosti.

Úroveň provozovaných tunelů na dálnicích a silnicích v naší republice je vysoká. Tunely jsou bezpečné a trvale provozuschopné. Nemáme se zač stydět a neustále prokazujeme, že „tuneláři“ v Čechách jsou nejen kvalitními odborníky, ale v některých oblastech i špičky v oboru. Češi staví tunely v mnoha zemích světa a jsou uznávanými profesionály. Naším cílem je, aby i provozní segment měl co nejlepší výsledky a reputaci nejen v České republice, ale minimálně v Evropě. Rádi přivítáme mladé inženýry a ostatní pracovníky technických oborů v našich řadách. Máme výsledky, máme ambice a máme chuť pracovat. Pevně věřím, že se nám podaří udržet a zlepšit provozní podmínky v našich tunelech a přispět tak k příjemnému a bezpečnému cestování naší republikou.

**DEAR READERS,**

I am happy that I have been allowed to express myself in this professional journal and address in this way not only you, the readers, but also experts in the profession. I am using this opportunity and, as the administrator of the majority of road tunnels in the Czech Republic, I would like to thank professionals throughout the industry, designers and service workers helping the Road and Motorway Directorate of the Czech Republic to ensure good quality operation, administration and maintenance of operating tunnels on roads and motorways in our country. Common users of tunnels and the driving public often do not surmise how much efforts and honest work is hidden behind smooth passage through a road or motorway tunnel. I would like to thank in this way all people participating in securing permanent and safe operation of our tunnels.

During the last few years the preparation of new tunnels has been very promisingly developing. They will be integral parts of our road network and, in particular, motorway network. If everything proceeds at the current pace and if our society is capable of funding the important projects, it is possible to expect that within 20 years we will operate not only the current 18 tunnels on primary roads and motorways, but also additional 20 new ones, first of all motorway tunnels. We try to design new tunnel construction projects as responsibly as possible, with a necessary degree of unification and with reflection of innovations not only civil engineering but also technological ones. We unify our operating practices especially with neighbouring states of the European Union, not only regarding the issues of tunnel operation safety but also in other aspects. It is a wide variety of measures, changes and modifications. They are targeted not only to ensure safe operation of tunnels, but also at longevity of components of tunnel structures and equipment. We are working hard on adjustments of speed limits in selected tunnels and shifting the majority of service activities in tunnels to periods with the lowest traffic volume, thus restricting traffic in tunnels as little as possible. Together with leading experts we assess the conditions of tunnel operational safety with an aim of increasing the level of tunnel operation in our country. I thank for the hard work in this area not only of collaborating professionals and universities, but in particular employees of the Road and Motorway Directorate of the CR and also employees of the Rescue Service of the CR for their dedicated and professional work when solving extraordinary events in tunnels in our republic.

At present, the Tunnel Administration Department of the Road and Motorway Directorate of the Czech Republic is undergoing further development and, with the RMD of the CR support, the problems are finally being successfully comprehensively solved. We believe that the process of optimisation of the Tunnel Administration Department will ensure personal and highly professional coverage of all tunnels at all stages of their preparation, construction and, first of all, during their operation. We have been working on important projects which will positively affect the operation of tunnels in the future. First of all, we will focus on the development and determination of a concept of tunnel operation management and unification of maintenance processes, not only in terms of its effectiveness but also acceptable economic sustainability.

The level of tunnels being operated on motorways and roads in our country is high. The tunnels are safe and permanently operational. There is nothing we should be ashamed for and we are constantly proving that “tunnellers” in Czechia are not only high quality professionals, but in some areas even tops in the profession. Czechs build tunnels in many countries of the world and are recognised professionals. Our objective is that even the operation segment has the best results possible and reputation not only in the Czech Republic but minimally in Europe. We will be pleased to welcome young engineers and other technical staff in our ranks. We have results, ambitions and want to work. I firmly believe that we will be able to maintain and improve operating conditions in our tunnels and thus contribute to pleasant and safe travelling through our republic.

Mgr. FRANTIŠEK RAINER

*vedoucí útvaru správy tunelů
Ředitelství silnic a dálnic ČR*

*Head of the Tunnel Administration Department
of the Road and Motorway Directorate
of the Czech Republic*

SANACE PRŮSAKU VOD DO PODZEMNÍCH OBJEKTŮ PŘEČERPÁVACÍ VODNÍ ELEKTRÁRNY DLOUHÉ STRÁNĚ SEALING OF WATER SEEPAGE INTO UNDERGROUND STRUCTURES OF THE DLOUHÉ STRÁNĚ PUMPED-STORAGE HYDRO POWER STATION

JIŘÍ HÁJOVSKÝ, VÍT VYKYDAL

ABSTRAKT

Přečerpávací vodní elektrárna Dlouhé stráně (PVE DS) je jedním z nejvýznamnějších vodních děl v ČR. Naprostá většina objektů se nachází v přílehlém horninovém masivu. Ten je tvořen tektonicky porušenými pararulami, přičemž diskontinuity v horninovém masivu jsou nasycené vodou. Voda proniká přes drobné poruchy ostění řady provozních objektů a je zdrojem technologických problémů. Průsaky vody se opakovaně utěšňují tlakovou injektáží polyuretanovými hmotami. Vzhledem k provozu elektrárny, kdy nastávají různá dynamická a statická zatížení, vznikají v průběhu času další poruchy způsobující přítoky vod, které se musí likvidovat. V tomto příspěvku jsou uvedeny vybrané případy sanace směřující k likvidaci jednotlivých průsaků vod do vnitřních prostor stěžejních objektů PVE DS. Jedná se zejména o drobné a střední průsaky do odtokového tunelu dolní nádrže, utěšňování injektážních zátek v přivaděcích vod k turbínám a těsnění objektů kompresorovny.

ABSTRACT

The Dlouhé Stráně pumped storage hydro power station is one of the most important waterworks in the Czech Republic. The vast majority of structures are located in the adjacent ground massif. It is formed by disturbed paragneiss with discontinuities saturated with water. Water penetrates through small defects in the lining of many operational structures and is source of technical problems. Water leaks are repeatedly sealed by high-pressure grouting with polyurethane materials. With respect to the operation of the power station, where various dynamic and static actions originate, new leaks causing water inflows develop with time and have to be liquidated. This paper presents selected cases of rehabilitation designed to seal individual leaks of water into internal spaces of the crucial structures of the Dlouhe Strane pumped storage hydro power station, mainly small and medium leaks into the lower reservoir outlet tunnel, sealing of grouting plugs in the turbine penstock and sealing of compressor station structures.

1. ÚVOD

Přečerpávací vodní elektrárna Dlouhé stráně je jedním z nejvýznamnějších vodních děl a zároveň nejrozsáhlejší energetické dílo v ČR. Provoz elektrárny byl zahájen zkušebním provozem v roce 1996. Celá výstavba pak skončila k 31.12.1996.

PVE DS zajišťuje stabilitu elektrizační soustavy ČR tím způsobem, že vytváří rovnováhu mezi aktuální spotřebou elektrické energie a výkonem dodávaným ostatními elektrárnami. Existují zde dvě nádrže, jejichž výškový rozdíl je 525 m. Horní nádrž je situována v nadmořské výšce 1350 m s celkovým objemem cca 2,7 mil. m³ a plochou 15,4 ha. Dolní nádrž je vytvořena na říčce Divoká Desná v nadmořské výšce 825 m a disponuje objemem 3,4 mil. m³ s plochou 16 ha.

Všechny rozhodující objekty této elektrárny jsou umístěny v levobřežním horninovém masivu. Soustava komunikačních, větracích a odvodňovacích tunelů má celkovou délku 8,5 km.

Stěžejními podzemními objekty jsou dva tlakové přivaděče o průtočném profilu 3,6 m, na které pak navazují dva odpadní tunely o průtočném profilu 5,2 m. Situování přivaděčů a odpadních tunelů je uvedeno na obr. 1.

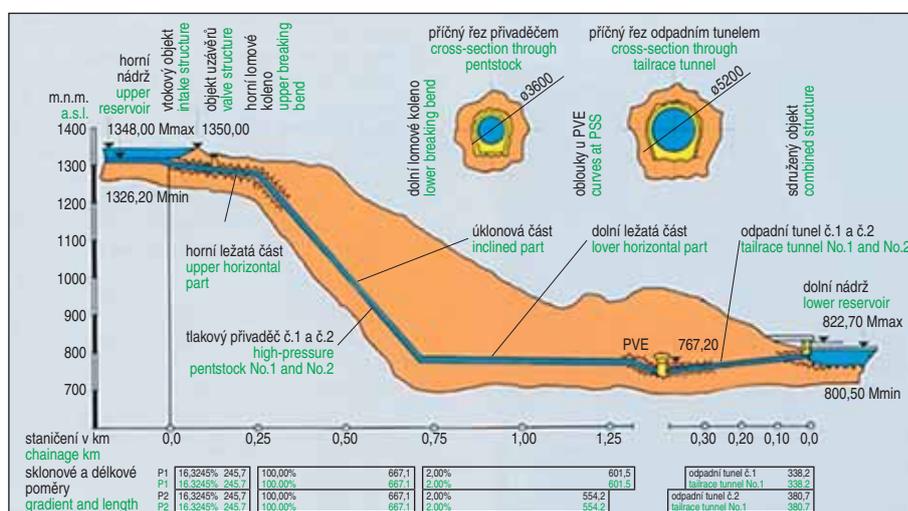
2. GEOLOGICKÁ STAVBA MASIVU

Z regionálního hlediska je zájmové území součástí tzv. západosudetské soustavy, která jako celek vznikla jakožto produkt regionál-

1. INTRODUCTION

The Dlouhé Stráně pumped storage hydro power station is one of the most important waterworks and, at the same time, the largest power generating scheme in the Czech Republic. The power station operation started by trial operation in 1996. All construction operations ended by 31st December 1996.

The power station ensures the stability of the electrification system of the Czech Republic by creating a balance between current power consumption and the output supplied by other power plants. There are two reservoirs there with the difference between their altitudes.



Obr. 1 Situování podzemních objektů [1]

Fig. 1 Location of underground structures [1]

ních metamorfních procesů. Celkově je toto území součástí pradědské kry desenské skupiny silesika moravskoslezské oblasti. Přímo zájmová oblast je budována katazonálně metamorfovanými horninami, přičemž výchozím materiálem byly téměř výlučně sedimenty.

Z petrografického hlediska se jedná především o pararuly. Horniny jiných typů jsou ojedinělé a podstatněji neovlivňují z hlediska stability reakci masivu, a proto jim nebude věnována pozornost.

Z tektonického hlediska je horninový masiv prostoupen jak konjunktivními (souvislými) prvky – například vrásou stavbou, tak i disjunktivními (nesouvislými) tektonickými prvky – např. puklinami, zlomy, tektonickými poruchami. Konjunktivní tektonické prvky v podstatě vliv na stabilitu masivu a jeho částí nemají. Vliv na stabilitní poměry mají téměř výlučně disjunktivní tektonické prvky, které jsou v zájmové oblasti přítomny, a to:

- drobně tektonickými prvky, které jsou zastoupeny puklinami tří systémů, z nichž dva jsou výraznější;
- prvky tzv. velké tektoniky, které jsou zastoupeny klasickými tektonickými poruchami lokálního významu dvou základních systémů, a to SV – JZ a SZ – JV, tyto poruchy výrazně oslabují horninový masiv, a to zejména v místech, kde dochází k jejich křížení.

Uvedená geologická stavba a zejména její tektonická porušenost umožňuje rozsáhlou komunikaci vody v okolí podzemních objektů. Při nedostatečném utěsnění a vzniku drobných nespojitostí v ostění pak voda proniká do jeho vnitřního prostoru.

Samotné pronikání vody je zdrojem řady technologických problémů, zejména negativního vlivu na ocelové konstrukce.

V následujícím textu se uvádějí těsnicí sanační práce směřující k likvidaci přítoků vod, a to ve vybraných stěžejních objektech PVE DS.

3. ZABRÁNĚNÍ PRONIKÁNÍ VODY DO PŘIVADĚČŮ

Předmětné přivaděče slouží k přivedení vody z horní nádrže na soustrojí turbín. Jsou vybaveny ocelovými rourami o průměru 3,6 m. Prostor mezi těmito rourami a hrubým výlomem je zaplněn cementovou suspenzí.

V rourách jsou vytvořeny injektážní otvory, přes které byla v době výstavby vháněna injektážní hmota – výše uvedená cementová suspenze, která měla vyplnit prostor mezi vnějším obvodem roury a hrubým výlomem v horninovém masivu. Otvory jsou uzavřeny tzv. injektážními zátkami. V důsledku nedokonalé injektáže



Obr. 2 Voda pronikající přes zátku
Fig. 2 Water leaking through a plug

The difference between altitudes of the two reservoirs amounts to 525m. The upper reservoir with the total volume of 2.7 million m³ and surface area of 15.4ha is located at the altitude of 1350m a.s.l. The lower reservoir with the total volume of 3.4 million m³ and surface area of 16ha lies on the small Divoká Desná river, at the altitude of 825m a.s.l.

All crucial structures of the power station are located in the left-bank ground massif. The total length of the system of communications (roads, utility lines etc.), ventilation and drainage tunnels amounts to 8.5km.

The crucial underground structures are represented by two high-pressure penstock with the water flow profile of 3.6m, which is subsequently followed by two tailrace tunnels with the water flow profile of 5.2m. The locations of the penstock and tailrace tunnels is presented in Fig. 1.

2. GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE MASSIF

From the regional point of view, the area of interest is part of the so-called Sudetenland system, which originated as a whole as a product of regional metamorphic processes. In general, this area is part of the Praded block of the Desná group of the Moravian-Silesian area, Silesicum. The area of interest itself is built up by catazonally metamorphosed rock types, where sediments formed nearly exclusively the source material.

From the petrographical point of view, there is first of all paragneiss there. Other rock types are rare and do not more significantly influence the rock massif response as far as stability is concerned. For that reason we will not pay attention to them.

From the tectonic point of view, the rock massif is permeated with conjunctive (continuous) elements – for example folding structures, as well as disjunctive (discontinuous) tectonic elements – for example fissures, faults, tectonic disturbances. The conjunctive elements have in substance no influence on the stability of the massif and its parts. The stability conditions are influenced nearly exclusively by the following disjunctive elements present in the area of interest:

- by minor tectonic elements represented by fissures of three systems where two of them are more marked;
- by elements of the so-called large tectonics, which are represented by classical local importance tectonic disturbances of two basic systems, the NE – SW and NW – SE ones; the disturbances significantly weaken the rock massif, first of all in the locations where they cross each other.

The above-mentioned geological structure and in particular the negative disturbance allow for extensive communication of water in the surroundings of the underground structures. In the case of insufficient sealing and origination of minor discontinuities in the lining, water penetrates into the internal space.

Water penetration itself is a source of many technical problems, first of all the negative influence on steel structures.

The following text informs about sealing operations designed to liquidate water inflows into selected crucial structures of the Dlouhé Stráně pumped storage hydro power station.

3. PREVENTION OF WATER PENETRATION TO PENSTOCKS

The penstocks in question bring water from the upper reservoir to the turbine set. They are equipped with steel tubes 3.6m in diameter. The annulus between the tubes and the tunnel excavation surface is filled with cement suspension.

se mezi rourami a hrubým výlomem vytvořily různě velké volné prostory vyplněné vodou.

Postupným uvolňováním zátek dochází k pronikání vody okolo tělesa zátky do vnitřního prostoru přivaděče. Typický pohled na pronikající vodu je uveden na obr. 2.

Dotažení zátek, a tím zabránění pronikání vody z technických důvodů, nebylo ve většině případů možné. Pro utěsnění vody bylo nutno jednotlivé zátky provrtat a následně prostor za nimi zainjektovat těsnicí polyuretanovou pryskyřicí.

Pro těsnicí práce bylo nutno zátku uprostřed provrtat otvorem o průměru 5 mm, do tohoto otvoru vyřezat závit M6 a následně zašroubovat pakr. Okamžitě po instalaci pakru se zahájila tlaková injektáž, která probíhala až do zastavení přítoku vody okolo zátky. Vrtání injektážního otvoru je zachyceno na obr. 3. Vzhledem k přítomnosti vody byla použita akumulátorová vrtačka, kde nehrozil úraz elektrickým proudem. Předmětná vrtačka sloužila rovněž k zašroubování a utažení pakrů. Injektáž je znázorněna na obr. 4. Vzhledem ke skutečnosti, že se za ostěním nacházely volné prostory neznámé velikosti a teplota masivu je stále poměrně nízká 10–12 °C, byla vybrána již v minulosti osvědčená těsnicí hmota polyuretan Bevedan – Bevedol WFA, který za daných podmínek napěňuje, vyplňuje volné prostory a zabraňuje pronikání vody. K samotné injektáži se použilo injektážní čerpadlo DV97 schopné vyvinout tlak 15 MPa. Provozní tlak byl ve většině případů okolo 5 MPa. Spotřeba hmoty se pohybovala v rozmezí do 1 litru na zátku, přičemž u každé zátky byla spotřeba jiná v závislosti na prostředí za ostěním.

V důsledku provozu elektrárny, kdy voda v přivaděcích periodicky proudí směrem na turbíny a po určité době zpět do prostoru horní nádrže, se uvolňují některé další zátky a v těsnících pracích je nutno pokračovat.

4. UTĚSNĚNÍ ODPADNÍCH TUNELŮ PROTI PRONIKAJÍCÍ VODĚ

Odpadní tunely slouží k odvodu vody od turbíny do dolní nádrže a při reverzním chodu pro přívod vody k turbíně a následnému čerpání do horní nádrže. Jejich průměr činí 5,2 m, jsou zabezpečeny monolitickým betonovým ostěním. Drobnými nespojitostmi vyskytujícími se v tomto ostění dochází k pronikání vody, a to buď bodovému, nebo liniovému – přes trhliny. Množství pronikající vody bylo místo od místa různé a pohybovalo se v rozsahu 1–3 l/min. Zabránění přítoku vody se uskutečnilo tlakovou injektáží těsnicí hmoty, a to prostřednictvím systému vhodně uspořádaných injektážních vrtů průměru 14 mm osazených pakry (obr. 5). Směrování vrtů



Obr. 3 Vrtání otvoru pro injektážní pakr přes zátku
Fig. 3 Drilling of a hole through a plug for grouting packer

Grouting ports are created in the tubes through which the grout was forced during the construction (the above-mentioned cement suspension) designed to fill the annulus between the outer circumference of the tube and the surface of the excavation in the rock massif. The ports were closed with the so-called grouting plugs. Empty spaces of various sizes filled with water developed as a result of imperfect grouting between the tubes and the rough excavation.

As a result of gradual loosening of the plugs, water intrudes around the plug body into the inner space of the penstock. A typical view of the intruding water is presented in Fig. 2.

Tightening of the plugs and preventing water intrusion in that way was not possible for technical reasons in the majority of the cases. To seal the leaks it was necessary to drill individual plugs through and, subsequently, to inject the sealing polyurethane resin into the spaces behind them.

It was necessary for the sealing operation to drill a 5mm-diameter hole into the centre of the plug, cut M6 thread in the hole and subsequently screw a packer into it. The high-pressure grouting started immediately after the installation of the packer. It continued until the water inflow around the plug stopped. Drilling of the hole for grouting is presented in Fig. 3. An accumulator drill was used with respect to the presence of water. There was



Obr. 4 Tlaková injektáž přes zátku
Fig. 4 High-pressure grouting through a plug



Obr. 5 Osazení pakry
Fig. 5 Installation of packers



Obr. 6 Vytékání těsnící hmoty při ukončení tlakové injektáže
Fig. 6 Grout flowing out after completion of high-pressure grouting

bylo šikmo na předpokládanou plochu nespojitosti. Podle množství a liniového rozsahu přítoků vod se použilo 3–6 pakrů na jeden průsak s výjimkou rozsáhlého liniového přítoku ve stropní části objektu.

Délka vrtů se pohybovala obvykle v rozsahu 30–40 cm. Použila se běžná elektrická rotačně-příklepná vrtačka. Elektrický přívod (230 V) – kabel musel být použit ve vodotěsném provedení.

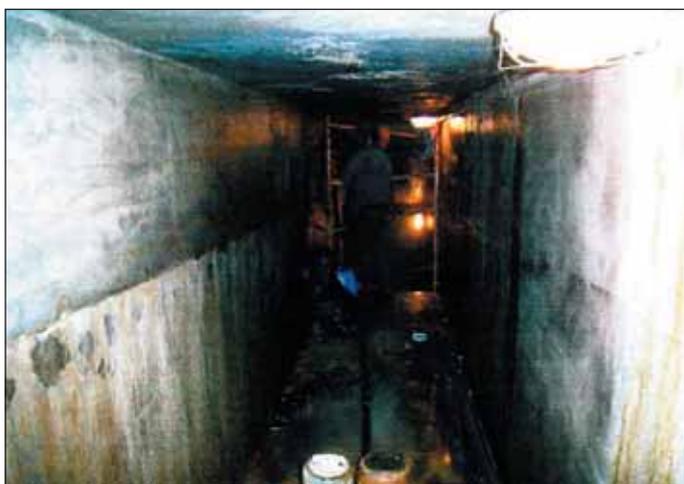
Těsnící hmota se postupně vtačovala do trhlin betonového ostění až do doby, kdy ustalo pronikání vody, resp. přes utěšňovanou nespojitost vytékala injektovaná hmota (obr. 6 a 7). Jako těsnící hmota se použila již zmíněná polyuretanová pryskyřice Bevedan – Bevedol WFA. Začerpávání se uskutečnilo injektážním čerpadlem DV97.

Injektážní tlak se obvykle pohyboval okolo 5–8 MPa. Spotřeba injektážní hmoty byla v řádu několika litrů na jeden průsak.

Určité technologické potíže nastaly v případě nutnosti utěsnit přítok vod ve stropní části ostění. Bylo nutno použít jednoduché lešení. Jednalo se pouze o jeden liniový přítok, kde bylo použito 12 pakrů a spotřeba injektážní hmoty činila 9 litrů.

5. LIKVIDACE PŘÍTOKU VOD DO PŘÍSTUPU KE KOMPRESOROVNĚ

V objektu, který zajišťuje přístup k rozsáhlé podzemní kompresorovně, docházelo ve stropní části k rozsáhlému průniku vody přes betonové ostění, kterým byl tento objekt zajištěn. V předmět-



Obr. 8 Pronikání vody do vnitřního prostoru přístupu do kompresorovny
Fig. 8 Intrusion of water into the internal space of the access to the compressor station



Obr. 7 Utěsnění liniového průsaku
Fig. 7 Sealing of linear leak

no threat by electrical injury. The drill in question was in addition used for screwing and tightening of packers. The grouting is presented in Fig. 4. With respect to the fact that empty spaces with unknown dimensions were behind the lining and the temperature of the massif is permanently relatively low, 10–12°C, the sealing material, Bevedan – Bevedol WFA proven in the past was selected. It forms foam under the particular conditions, fills the free spaces and prevents penetration of water. Grouting pump DV97 capable of exerting pressure of 15MPa was used for injecting the grout. Operating pressure varied in the majority of cases fluctuating about 5MPa. The consumption of grouting material ranged up to 1 litre per plug, (the consumption was different at each plug depending on the environment behind the lining).

Some new plugs get loose as a result of the power station operation, where water in the penstocks periodically flows in the direction of turbines and, after some time, back to the space of the upper reservoir.

4. SEALING OF TAILRACE TUNNELS AGAINST INTRUDING WATER

Tailrace tunnels serve to evacuate water from turbines to the lower reservoir and, during the reverse running, to pumping water to the upper reservoir. Their diameter amounts to 5.2m; they are supported with cast-in-situ concrete lining. Water penetrates through small discontinuities occurring in the lining, either pointwise or linear – through fissures. The amount of penetrating water was different from place to place, varying within the range of 1–3L/min. Water inflows were prevented by high-pressure injection of sealing grout through a system of well-arranged 14mm-diameter grouting holes with packers (see Fig. 5). The holes were bored skew to the assumed discontinuity surfaces. With the exception of the extensive linear inflow under the ceiling of the structure, 3–6 packers were used for one leak, depending on the linear extent of water inflows.

The boreholes were usually 30–40cm long. A common electrical rotary-percussive drill was used. A waterproof-design power supply (230V) cable had to be used.

The sealing grout was gradually pressed into fissures in the concrete lining until water penetration ceased, respectively the grout flew out through the fissure being sealed (see Figures 6 and 7). The above – mentioned Bevedan – Bevedol WSA polyurethane resin



Obr. 9 Utěsnění stropního průsaku
Fig. 9 Sealing of a leak under the ceiling

ném objektu se nachází strojní zařízení zajišťující dodávky stlačeného vzduchu do určených míst. Vlivem pronikání vody do objektu se zde nacházela takřka 100% vlhkost vzduchu. Tato skutečnost vyvolávala urychlenou korozi ocelových součástí. Přítok vody je patrný z obr. 8. Jeho intenzita byla v rozmezí 3–10 l/min. podle toho, zda se jednalo o dlouhý liniový přítok – jeden případ délky 2 m, nebo čtyři krátké 3–10 cm dlouhé trhliny.

Likvidace přítoků vod se uskutečnila stejným způsobem jako v odpadních tunelech. Opět se použila osvědčená těsnící hmota Bevedol – Bevedan WFA injektována prostřednictvím pakru do nespojitosti betonového ostění injektážním čerpadlem DV97. Provozní tlak se pohyboval v rozsahu 3–10 MPa. Spotřeba hmoty v dlouhém liniovém přítoku byla 10 l. Spotřeby v krátkých trhlínách se pohybovaly od 1–3 litrů. Utěsněný stropní průsak je zobrazen na obr. 9.

Po ukončení těsnících prací bylo konstatováno, že cca 90 % objemu přítoku vody bylo zlikvidováno. Zbýlých cca 10 % nebylo z technologických důvodů utěsněno. Uvedené zbylé množství přítoku je řízeně potrubím odváděno do odvodňovacího systému.

6. ZÁVĚR

V předkládaném příspěvku jsou ve značném zjednodušení uvedeny vybrané konkrétní případy utěsnění, resp. likvidace přítoků vod do podzemních objektů PVE DS.

V naprosté většině případů se docílilo úplného zastavení přítoků. V některých případech však došlo pouze k výraznému omezení. Zbýlý přítok byl pak řízeně odváděn do odvodňovacího systému.

Vzhledem k dynamickému provozu přečerpávání vodní masy mezi dolní a horní nádrží lze očekávat v průběhu času výskyt dalších přítoků, které bude nutno likvidovat.

Ing. JIŘÍ HÁJOVSKÝ, CSc.,

JHajovsky@seznam.cz, SG – Geoinženýring s.r.o.,

Ing. VÍT VYKYDAL,

vit.vykydal@cez.cz, ČEZ, a. s.

Recenzoval Reviewed: Ing. Jan Frantl

was used as the sealing grout. It was pumped with DV97 grouting pump.

The grouting pressure usually fluctuated around 5–8MPa. The consumption of grouting material was within the order of several litres per one leak.

Certain technical problems occurred in the case of necessity for sealing a water leak in the area under the ceiling. It was necessary to use simple scaffolding. There was only one linear inflow there, where 12 packers were used and the grout consumption amounted to 9 litres.

5. LIQUIDATION OF WATER INFLOWS INTO THE ACCESS TO THE COMPRESSOR STATION

Extensive leaks through the concrete lining securing the structure of the access tunnel to the large underground compressor station occurred in the part under the ceiling. Mechanical equipment providing supplies of compressed air to designated locations is installed in the structure in question. As a result of the intrusion of water into the structure, air humidity grew nearly to 100%. This fact brought about accelerated corrosion of steel components. The water inflow is obvious from Fig. 8. The inflow rate ranged from 3 to 10L/min, depending on the defects, whether there was a long linear leak – one case 2m long, or four short 3–10cm long fissures.

Liquidation of water leaks was carried out using the same procedure as that used in the tailrace tunnels. The proven Bevedol – Bevedan WFA grout was again used for injecting through packers into discontinuities in the concrete lining using DV97 grouting pump. Operating pressure varied between 3 and 10MPa. The consumption of grout in the long penstock amounted to 10L. The consumption in short fissures ranged from 1 to 3 litres. The sealed leak under the ceiling is presented in Fig. 9.

It was stated after the completion of sealing operations that ca 90% of the volume of the water inflows were liquidated. Remaining ca 10% were not sealed for technical reasons. The above-mentioned remaining amount of the inflow is evacuated in a controlled manner to the drainage system.

6. CONCLUSION

The paper being submitted contains selected, significantly simplified, specific examples of sealing, respectively liquidation of water inflows into underground structures of the Dlouhé Stráně pumped storage hydro power station.

The goal of complete stopping of the inflows was successfully achieved in the vast majority of cases. In some cases the inflow was only significantly reduced. The remaining inflow was evacuated in a controlled way to the drainage system.

With respect to the dynamical operation of pumping the water mass between the lower reservoir and upper reservoir it is possible to expect the occurrence of new inflows which will have to be liquidated.

Ing. JIŘÍ HÁJOVSKÝ, CSc.,

JHajovsky@seznam.cz, SG – Geoinženýring s.r.o.,

Ing. VÍT VYKYDAL,

vit.vykydal@cez.cz, ČEZ, a. s.

LITERATURA / REFERENCES

- [1] Přečerpávací vodní elektrárna Dlouhé stráně, historie a výstavba. ČEZ, a. s., 1998
- [2] SG Geoinženýring s. r. o. Archiv společnosti, 2001–2018

GEOTECHNICKÝ MONITORING V PRŮBĚHU HLOUBENÍ JAM A RAŽBY TUNELU DEBOREČ NA 4. ŽELEZNIČNÍM KORIDORU

GEOTECHNICAL MONITORING DURING THE COURSE OF EXCAVATION OF PORTAL PITS AND DRIVING THE DEBOREČ TUNNEL ON RAILWAY CORRIDOR NO. 4

MILAN KÖSSLER, ALEŠ VÍDEŇSKÝ

ABSTRAKT

V létě roku 2018 započala modernizace 4. tranzitního železničního koridoru v úseku Sudoměřice u Tábora – Votice v ČR v celkové délce cca 17 km. Dva stavební objekty jsou nové dvoukolejné tunely Deboreč dl. 660 m a Mezno dl. 840 m. Oba tunely jsou budovány konvenčně Novou rakouskou tunelovací metodou (NRTM). Předmětem tohoto příspěvku je shrnutí dosavadních zkušeností z výstavby tunelu Deboreč. Stavební práce zde byly zahájeny v červenci 2018 hloubením pažené stavební jámy výjezdového portálu. Samotná ražba započala v lednu roku 2019 ze strany výjezdového portálu. V dostatečném předstihu před zahájením stavebních prací byly do horninového masivu nad tunelem instalovány extenzometry, v bezprostřední blízkosti stavebních jam byly instalovány inklinometry. Další metodiky měření, které jsou standardní součástí geotechnického (GT) monitoringu konvenčně ražených tunelů, jsou aplikovány v průběhu realizace díla. Poznatky z GT monitoringu jsou podkladem pro přijímání stavebně-technických opatření pro bezpečnou a ekonomickou výstavbu. Modernizací tohoto úseku se zase o několik minut zkrátí jízdní doba vlaků. S dokončením modernizace celého 4. koridoru pak dojde ke zkrácení jízdní doby vlaků z Českých Budějovic do Prahy z původních 2 h 30 min na 1 h 45 min.

ABSTRACT

In Summer 2018, modernisation of railway the transit corridor commenced in the Sudoměřice u Tábora – Votice section at the total length of ca 17km. There are two civil-engineering objects in it, the 660m long Deboreč tunnel and the 840m long Mezno tunnel. Both tunnels are being constructed using the New Austrian Tunnelling Method (NATM). This paper summarises the experience from the construction of the Deboreč tunnel gathered to date. The construction work on this tunnel started in July 2018 by excavating the braced construction pit for the exit portal. The tunnel excavation itself commenced in January 2019 from the exit portal side. Extensometers were installed into the ground massif above the tunnel in a sufficient advance of the start of construction operations; inclinometers were installed in the immediate vicinity of the construction pits. Other measurement methodologies which are standard components of geotechnical (GT) monitoring of conventionally driven tunnels are applied during the realisation of the works. The knowledge from the GT monitoring is a basis for adopting civil-engineering – technical measures for safe and economic construction. The travel time of trains will again be reduced by several minutes by the modernisation of this section. With the completion of the modernisation of the whole corridor No. 4 the travel times of trains from České Budějovice to Prague will be reduced from original 2 hours 30 minutes minimally to 1 hour 45 minutes.

ÚVOD

V rámci výstavby 4. tranzitního železničního koridoru v úseku Sudoměřice u Tábora – Votice je, jako jeden z mnoha stavebních objektů, navržen nový dvoukolejný tunel Deboreč ležící mezi obcemi Ješetice, Horní Borek, Nové Dvory, Řikov a Radíč. Tunel podchází pod vrchem Deboreč s nadmořskou výškou 598 m n. m. Výška terénu v místě portálů je okolo 560 m n. m. 4. koridor Praha – Benešov u Prahy – Tábor – České Budějovice – Horní Dvořiště patří k nejdůležitějším tratím České republiky – spojuje aglomeraci hlavního města s Táborskem a jižními Čechami. Zároveň je významnou transevropskou železniční trasou sítě TEN-T na severojižní ose Balt – Jadran (Berlin – Bad Schandau – Děčín – Praha – Horní Dvořiště – Linz – Salzburg – Villach – Tarvisio – Venezia – Bologna/Trieste).

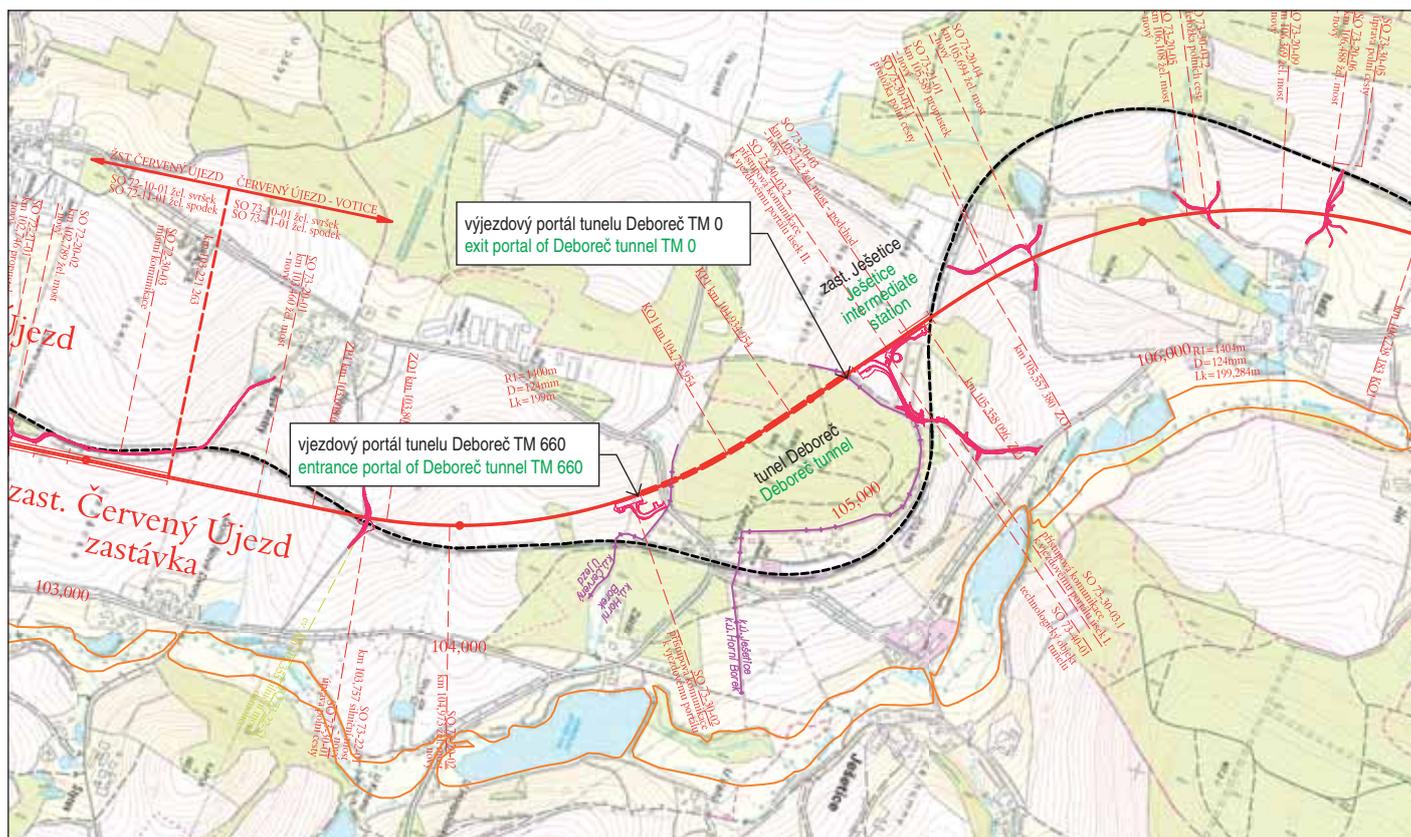
Výstavbou tunelu Deboreč dojde ke zvětšení poloměru oblouků stávající železnice a tím ke zlepšení komfortu cestování a zvýšení cestovní rychlosti ze současných 90 km/h na 160 km/h.

Investorem představovaného projektu je SŽDC, státní organizace, generálním zhotovitelem stavebních prací je společnost OHL ŽS, a.s., podzhotovitelem razících prací je společnost TUBAU, a.s. Geotechnický monitoring a geotechnický dohled provádí spo-

INTRODUCTION

The new double-track Deboreč tunnel, located between the villages of Ješetice, Horní Borek, Nové Dvory, Řikov and Radíč, was designed within the framework of the development of transit railway corridor No. 4, section between the towns of Sudoměřice u Tábora and Votice, as one of many construction objects. The tunnel passes under Deboreč hill with the altitude of 598m a.s.l. The altitude of the terrain at the location of portals is about 560m a.s.l. The corridor No. 4 Prague – Benešov u Prahy – Tábor – České Budějovice – Horní Dvořiště belongs among the most important tracks of the Czech Republic – it connects the agglomeration of the capital with the Tábor region and Southern Bohemia. It is at the same time an important trans-European railway line of the TEN-T network on the Baltic sea – Adriatic sea (Berlin – Bad Schandau – Děčín – Prague – Horní Dvořiště – Linz – Salzburg – Villach – Tarvisio – Venezia – Bologna/Trieste north-south axis).

Thanks to the Deboreč tunnel construction the radii of curves of the existing track will be increased, thus the travelling comfort will improve and the travel speed will grow from current 90km/h to 160km/h.



Obr. 1 Situace širších vztahů

Fig. 1 Layout of wider relationships

zadávací dokumentace Sudop Praha, a.s. tender design Sudop Praha, a.s.

lečnost SG Geotechnika a.s. Na projekčních pracích se podílely organizace METROPROJEKT Praha a.s., coby zpracovatel dokumentace pro zadání stavby a MPI projekt s.r.o., coby zpracovatel realizační dokumentace stavby.

POPIS ZÁKLADNÍCH PARAMETRŮ DÍLA

Konstrukce tunelu je tvořena dvěma hloubenými portálovými úseky budovanými v otevřené stavební jámě a úsekem raženým NRTM. Pro přehlednost bylo na tunelu zavedeno staničení v tunelmetrech (TM), které je nezávislé na oficiálním staničení tratě. TM 0,0 je v místě definitivního výjezdového (tj. pražského) portálu, počátek ražby v místě výjezdového portálu je na TM 49,0. Délka konstrukce hloubených částí je 49 m na vjezdovém (jihovýchodním) portálu a 49 m na výjezdovém (pražském, severozápadním) portálu. Ražený tunel je navržen v délce 562 m. Celková délka tunelu v jeho ose je tedy 660 m. Výška stěny raženého portálu je na vjezdu 16,1 m (nadloží 6,9 m), na výjezdu 16,8 m (nadloží 7,0 m). Maximální výška nadloží raženého tunelu je cca 47 m ve staničení TM 290. Situování tunelu je patrné z obr. 1. Podélný řez tunelem se zakreslením předpokládaných inženýrskogeologických poměrů je zpracován na obr. 2. Čistopis inženýrskogeologického řezu zhotoveného na základě skutečně zastížených inženýrskogeologických poměrů není s ohledem na fázi výstavby (k 9. 5. 2019 vyraženo 74 m z celkových 562 m) k dispozici.

Popis jednotlivých doposud zastížených geotechnických typů je zpracován v kapitole Inženýrskogeologická dokumentace.

Hloubený vjezdový portál

Část vzdálenější od portálu (staničení TM 640 až TM 660) je po celé výšce pouze svahovaná. Jáma má v tomto úseku tři úrovně sklonů oddělených lavičkami. Všechny tři úrovně jsou zajištěny stříkaným betonem tl. 150 mm vyztuženým ocelovou sítí 150×150/6 mm. Do spodních dvou úrovní je navíc aplikováno

The owner of the project being prepared is the Railway Infrastructure Administration, state organisation; the general contractor for civil engineering structures is OHL ŽS, a.s. and the sub-contractor for the tunnel construction is TUBAU, a.s. The geotechnical monitoring and geotechnical supervision are conducted by SG Geotechnika a.s.

The design was carried out jointly by METROPROJEKT Praha a.s. (author of the tender design) and MPI projekt s.r.o. (author of the detailed design).

DESCRIPTION OF BASIC PARAMETERS OF THE WORKS

The tunnel structure is formed by two portal sections built in open construction pits and a section mined using the NATM. Chainage in tunnel metres (TM) was introduced to the tunnel for clarity. It is independent of the official chainage of the track. TM 0.0 is in the location of the final exit (Prague) portal, the start of tunnel excavation is at TM 49.0. The lengths of the cut-and-cover parts are 49m at the entrance (south-eastern) portal and 49m at the Prague exit (north-western) portal. The length of 562m is designed for the mined tunnel. The total tunnel length on its centre line is therefore 660m. The mined portal wall is 16.1m high at the entrance (overburden 6.9m high) and 16.8m at the exit (overburden 7.0m high). The maximum mined tunnel overburden height amounts to 47m at chainage TM 290. The tunnel layout is obvious from Fig. 1. The longitudinal section through the tunnel with expected engineering geological conditions plotted on it is presented in Fig. 2. The clean copy of the engineering geological section carried out on the basis of actually encountered engineering geological conditions is not available with respect to the current construction phase (as of 9th May 2019, 74m of the total of 562m of tunnel excavation have been completed).

Description of individual geotechnical types encountered so far is available in the engineering geological documentation chapter.

hřebíkování ocelovou betonářskou tyčí průměru 25 mm. Délka hřebíků v nejnižší úrovni portálu činí 6 m, délka hřebíků ve střední úrovni činí 4 m.

Část stavební jámy přilehlá k portálu (staničení TM 640 až TM 611) je od kóty 557,65 m n. m. realizována do záporového pažení tvořeného ocelovými válcovanými profily I 300 a I 330. Tyto profily jsou osazeny do svislých vrtů Ø 640 mm a Ø 770 mm vrtaných v rozteči 1,50 až 2,26 m. Při hloubení jámy bylo za přírubby odkrytých válcovaných profilů osazováno vodorovné pažení tvořené dřevěnými pažinami z fošen. Pažená jáma je v předepsaných úrovních a roztečích kotvena tří- a pětipramencovými kotvami. Nad hlavami zápor je provedena lavička šířky 1 m. Horní část nad lavičkou je svahována ve sklonu 1:1,5 a je zajištěna stříkaným betonem tl. 150 mm vyztuženým ocelovou sítí 150×150/6 mm.

Hloubený výjezdový portál

Stavební jáma výjezdového portálu je navržena obdobně jako jáma vjezdová.

Část vzdálenější od portálu (staničení TM 0 až TM 20) je po celé výšce pouze svahovaná a má v tomto úseku tři úrovně sklonů oddělených lavičkami. Všechny tři úrovně ve staničení TM 0–TM 20 jsou zajištěny stříkaným betonem tl. 150 mm vyztuženým ocelovou sítí 150×150/6 mm. Do spodních dvou úrovní je navíc aplikováno hřebíkování ocelovou betonářskou tyčí průměru 25 mm. Délka hřebíků v nejnižší úrovni portálu činí 6 a 8 m – 8 m jsou dlouhé dvě spodní řady hřebíků a 6 m je dlouhá horní řada hřebíků. Délka hřebíků ve střední úrovni činí 4 m.

Cut-and-cover entrance portal

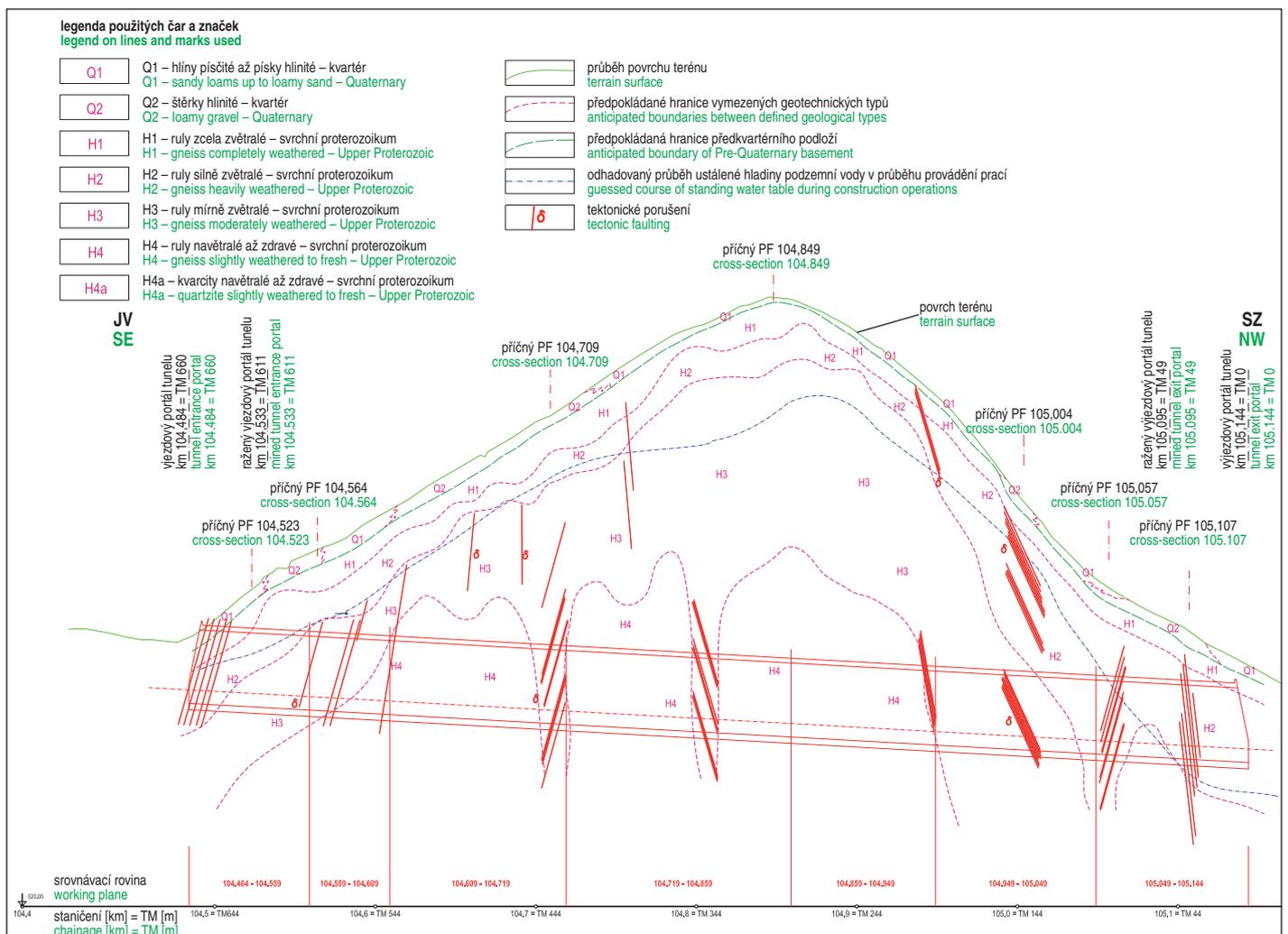
The part more distant from the portal (chainage TM 640 to TM 660) is only a pit sloped throughout its height. The pit in this section has three levels of slopes separated by berms. All three levels are stabilised with 150mm thick layer of shotcrete reinforced with welded mesh 150×150/6mm. Nailing using 25mm-diameter concrete reinforcement rods was applied to the lower two levels. The length of the nails amounts to 6m and 4m at the lowest portal level and the medium level, respectively.

The part of the construction pit adjacent to the portal (chainage TM 640 up to TM 611) from the level of 557.65m a.s.l. is braced by strutted sheeting formed by rolled steel sections I 300 and I 330. The sections are inserted into vertical boreholes 640mm respectively 770mm in diameter bored at 1.50 to 2.26m spacing. Timber planks forming the horizontal lagging were installed during the pit excavation behind flanges of the exposed rolled sections. The sheeted pit is anchored at prescribed levels and spacing with three- and five-strand anchors. A 1m wide berm is above the heads of soldier piles. The upper part above the berm is sloped at 1 : 1.5 and is stabilised with 150mm thick shotcrete reinforced with welded mesh 150×150/6mm.

Cut-and-cover exit portal

The construction pit for the exit portal is designed similarly to the entrance pit.

Part farther from the portal (chainage TM 0 to TM 20) is only sloped throughout its height and has three gradients separated by berms in this section. All three slopes at chainage TM 0–TM 20 are



podrobný geotechnický průřez, GeoTec – GS, a.s., upraveno detailed geotechnical investigation, GeoTec – GS, a.s., adjusted

Obr. 2 Podélný inženýrskogeologický řez

Fig. 2 Longitudinal engineering geological section



Viděnský, 2019 Viděnský, 2019

Obr. 3 Čelba v TM 49,4 – výjezdový portál, zahajovací čelba ražené části tunelu
Fig. 3 Excavation face at TM 49.4 – exit portal, opening excavation face of the mined tunnel part

Část stavební jámy přilehlá k portálu (staničení TM 20 až TM 49) je od kóty 553 m n. m. realizována do záporového pažení tvořeného ocelovými válcovanými profily I 300 a I 330. Tyto profily jsou osazeny do svislých vrtů Ø 640 mm a Ø 770 mm vrtaných v rozteči 1,50 až 2,10 m. Při hloubení jámy bylo za příruby odkrytých válcovaných profilů osazováno vodorovné pažení tvořené dřevěnými pažinami z fošen. V předepsaných úrovních bylo realizováno kotvení zápor pramencovými kotvami. Nad hlavami zápor je provedena lavička šířky 1 m. Horní část nad lavičkou je svahována ve sklonu 1:1,5. Tato svahovaná část je zajištěna stříkaným betonem tl. 150 mm vyztuženým ocelovou sítí 150×150/6 mm.

Ražená část

Tunel je ražen konvenčně NRTM. Ražbami byly doposud (čelba kaloty je k 9. 5. 2019 v TM 123) zastiženy zcela až mírně zvětralé horniny, silně rozpukané, které byly rozpojovány strojní mechanizací. Hlouběji v hoře se v navětralých až zdravých polohách pararul počítá s použitím trhacích prací a mechanickým dočištěním líce výrubu. Profil tunelu je horizontálně členěn na kalotu, opěří a dno. V podélném směru je vzdálenost čelb jednotlivých dílčích výrubů závislá na zastižených geologických podmínkách a je určena technologickou třídou výrubu. Ražba tunelu probíhá dovrčně od výjezdového portálu směrem k vjezdovému portálu. Fotografie zahájení prací je na obr. 3. Na fotografii je v prostoru kaloty patrný relikv záporové portálové stěny, který byl v prvních dvou záběrech ponechán pro zajištění stability čelby.

Ostění tunelu je dvouplášťové s mezilehlou fóliovou izolací. Primární ostění je tvořeno stříkaným betonem tloušťky 150, 200, 250, 300 a 400 mm (dle technologické vstrojovací třídy výrubu) se sítí, příhradovými nosníky, svorníky, jehlováním a v případě technologické třídy NRTM 5b i s čelbovými kotvami a mikropilotovým deštníkem. Sekundární ostění je navrženo monoliticky do bednění z betonu C30/37-XC1, XF1, XA2 s tloušťkou 350 mm pro technologické třídy NRTM 2 až 5a a tloušťkou 450 mm pro třídu 5b. Délka bloku betonáže je stanovena jednotně pro celý tunel a činí 12 m.

GEOTECHNICKÝ MONITORING

Stavební práce na tunelu započaly v červenci 2018 skrývkou půdního profilu na výjezdovém portálu, hloubení na vjezdovém portálu započalo v listopadu 2018. K 9. 5. 2019 je částečně vyhloubena stavební jáma vjezdového portálu (cca 14 výškových metrů

stabilised with 150mm thick layer of shotcrete reinforced with welded mesh 150×150/6mm. Nailing with steel concrete reinforcement rods 25mm in diameter are in addition applied to the two lowest slopes. The nails at the lowest portal level are 6 and 8m long – nails in the two lower tiers are 8m long, nails in the upper tier are 6m long. At the medium level, the nails are 4m long.

Part of the construction pit adjacent to the portal (chainage TM 20 to TM 49) from the level of 553m a.s.l. is braced by strutted sheeting formed by rolled steel sections I 300 and I 330. The sections are inserted into vertical boreholes 640mm and 770mm respectively in diameter bored at 1.50 to 2.10m spacing. Timber planks forming the horizontal lagging were installed during the pit excavation behind flanges of the exposed rolled sections. Anchoring of the soldier piles was realised at the prescribed levels using stranded anchors. A 1m wide berm is above the heads of soldier piles. The upper part above the berm is sloped at 1:1.5 and is stabilised with a 150mm thick shotcrete layer reinforced with welded mesh 150×150/6mm.

Mined part

The tunnel is driven conventionally using the NATM. The excavation so far (as of 9th May 2019 the excavation face is at TM 123) encountered completely to moderately weathered, heavily fractured rock. It was disintegrated mechanically. Deeper in the massif, application of the drill and blast method is expected, with mechanical scaling of the excavation surface. The tunnel excavation sequence is horizontal, consisting of top heading, bench and bottom. In the longitudinal direction, the distance between faces of individual partial excavations depends on the geological conditions encountered and is determined by the excavation support class. The tunnel excavation proceeds uphill toward the entrance portal. A photo of the excavation commencement is in Fig. 3. Remains of the soldier pile and lagging wall which were left at the initial excavation rounds to stabilise the excavation face are visible in the photo in the space of the top heading.

The tunnel lining is of the double-shell type with an intermediate plastic membrane. The primary lining is formed by shotcrete 150, 200, 250, 300 and 400mm thick (depending on the excavation support class) with welded mesh, lattice girders, rockbolts, needles and, in the case of the NATM support class 5b, even with face supporting anchors and canopy tube pre-support. The secondary lining is made of cast-in-situ C30/37-XC1, XF1, XA2 concrete. The thickness of 350mm is designed for NATM excavation support classes 2 through to 5 and 450mm for NATM class 5b. The length of the concrete casting blocks are set at 12m, uniformly for the whole tunnel.

GEOTECHNICAL MONITORING

Construction work on the tunnel started in July 2018 by stripping of the earth profile at the exit portal; excavation at the entrance portal started in November 2018. As of 9th May 2019, the excavation of the construction pit for the entrance portal has been partially carried out (ca 14m of the total depth of 16.5m at the location of the mined portal wall). The excavation for the pit for the exit portal has been finished up to the bottom (the depth of 16m). The tunnel excavation continues from the temporary exit portal located at TM 49. As of 9th May 2019, the top heading excavation face has arrived to the distance of 74m from the mined portal (TM 123), the bench excavation face is at TM 103 and the bottom has been closed up to TM 102.2.

The data monitoring the behaviour of the ground environment, the civil engineering structures being constructed and the behaviour of buildings adjacent on the surface has been measured and assessed during the construction process. Geomonitoring results are, together with engineering geological monitoring of the tunnel excavation, categorised into excavation support classes. Alert states are defined in the design for individual measurements. Particular values of alert states are based either on the anticipated deformation set in the

z celkových cca 16,5 m v místě stěny raženého portálu). Jáma výjezdového portálu je vyhloubena až na dno (hloubka cca 16 m). Ražby probíhají od provizorního výjezdového portálu situovaného do TM 49. Čelba kaloty je k 9. 5. 2019 ve vzdálenosti 74 m od raženého portálu (TM 123), čelba opěří je ve vzdálenosti TM 103 a dno uzavřeno do TM 102,2.

V dosavadním průběhu stavby jsou měřeny, dokumentovány a vyhodnocovány údaje monitorující chování horninového prostředí, budovaných stavebních konstrukcí a také stávající okolní zástavby. Výsledky geomonitoringu jsou, spolu s inženýrskogeologickým sledováním ražeb, podkladem pro zařizování do technologické třídy výrubu. Pro jednotlivá měření jsou v projektu monitoringu stanoveny varovné stavy. Konkrétní hodnoty varovných stavů vycházejí buď z předpokládaných deformací stanovených v projektové dokumentaci (deformace ostění, deformace portálových stěn), nebo byly stanoveny na základě zkušeností získaných na již realizovaných tunelových stavbách (sedání terénu), příp. byly převzaty z norem či jiných předpisů (seismika, akustika). V rámci geomonitoringu jsou na tunelu Deboreč prováděna tato konkrétní měření a sledování:

- měření deformací primárního ostění (tzv. konvergenční měření);
- extenzometrická měření;
- měření zatížení primárního ostění – tenzometry;
- inklinometrická měření;
- geodetické sledování deformací svahů a stěn stavebních jam;
- geodetické sledování povrchu – nivelace;
- dynamická a akustická měření;
- hydrogeologický monitoring;
- geodetická dokumentace výrubu kaloty (profilace);
- měření tvaru primárního a sekundárního ostění – skenování;
- geodetické měření deformací sekundárního ostění;
- pasportizace okolní zástavby.

Naměřené veličiny jsou v co nejkratší době vyhodnocovány a jsou sdíleny v databázovém informačním systému monitoringu přístupném všem kompetentním účastníkům výstavby přes webové rozhraní.

Měření v okolí výrubu (konvergenční a extenzometrická měření)

Konvergenční profily jsou na tunelu Deboreč pětibodové (tři body v kalotě a dva v opěří) a jsou instalovány v roztečích od 5 m v příportálových úsecích až po 16 m uprostřed tunelu.

Extenzometrické profily jsou po délce tunelu osazeny dva. Každý profil sestává z jednoho třístupňového (nad osou tunelu) a dvou krajních čtyřstupňových extenzometrů (4,8 m od osy tunelu vpravo a vlevo). Jeden profil je instalován v místě nízkého nadloží mocnosti cca 8 m v TM 59,5 a druhý je v místě vysokého nadloží mocnosti cca 29 m v TM 438. Čelba tunelu (kalota i opěří) prošla pouze pod prvním profilem.

Doposud byly ražbami zastíženy převážně zvětralé, silně rozpukané pararuly, viz kapitola Inženýrskogeologická dokumentace. Hodnoty deformací ostění jsou i přes tyto nepříznivé inženýrskogeologické poměry nízké. Radiální deformace se prozatím pohybují do 25 mm a jsou pod hodnotou prvního varovného stavu stanoveného v projektu monitoringu na hodnotu 80 mm. Takto nízké hodnoty deformací jsou podle názoru autorů pozorovány z důvodu použití tuhého primárního ostění v příportálovém úseku, kde byla použita technologická vstrojovací třída 5b1. Vstrojení této třídy sestává z mikropilotového deštníku, sříkaného betonu vyztuženého příhradovými ramenaty a ocelovými sítěmi a radiálními IBO svorníky. Přejít ze třídy 5b1 do třídy 5a byl uskutečněn v TM 108 (tj. 59 m od raženého portálu) namísto

design (deformations of the lining, deformations of portal walls) or were determined on the basis of experience obtained from already finished tunnel construction projects (terrain settlement) or were adopted from standards or other regulations (seismic, acoustics). The following concrete measurements and monitoring are conducted on the Deboreč tunnel within the framework of geomonitoring:

- measurements of deformations of the primary lining (the so-called convergence measurements);
- measurements of loads acting on the primary lining – strain gauges;
- inclinometer measurements;
- surveying of deformations of slopes and walls of the construction pits;
- surveying of the terrain surface – levelling;
- dynamic and acoustic measurements;
- hydrogeological monitoring;
- documenting the top heading excavation (profiling) by surveying;
- measuring the geometry of the primary and secondary linings – scanning;
- surveying of deformations of the secondary lining;
- surveying conditions of adjacent surface buildings.

The measured values are assessed in the shortest possible time and are shared in the database information system accessible for all competent parties to the construction through web interface.

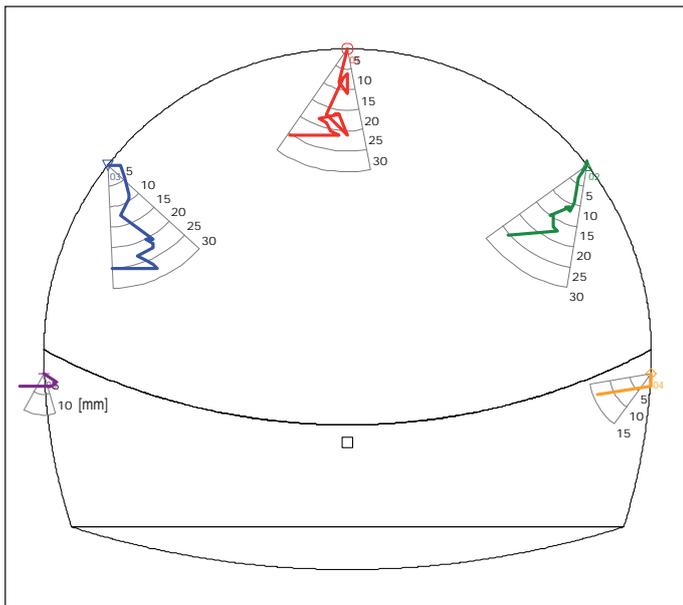
Measurements in the excavation surroundings (convergence and extensometer measurements)

There are 5-point convergence profiles in the Deboreč tunnel (3 points at top heading and two at bench). They are installed at the spacing ranging from 5m in the portal sections up to 16m in the middle of the tunnel.

Two extensometer profiles are installed along the tunnel length. Each profile consists of one three-stage extensometer (above the tunnel centre line) and two four-stage extensometers on the tunnel sides (4.8m from the tunnel centre line, both on the right side and the left side). One profile is installed in the location of the shallow, ca 8m high, overburden at TM 59.5; the other one is in the location of the ca 29m high overburden at TM 438. The tunnel excavation face (top heading and bench) has so far passed only under the first profile.

Mostly disintegrated rock, heavily weathered paragneiss (see the chapter Engineering geological documentation) have been encountered so far by the tunnel excavation. Despite the unfavourable engineering geological conditions, the values of deformation of the lining are low. Radial deformations for the time being range up to 25mm and are under the value of the first alert state determined by the monitoring design at 80mm. Experts believe that so low values of deformations are observed because of the use of the rigid primary lining in the portal section, where the excavation support class 5b1 was applied. The support for this excavation support class consists of a canopy tube pre-support, shotcrete reinforced with lattice ribs, welded mesh and IBO bolts. The transition from class 5b1 to class 5a was carried out at TM 108 (59m from the mined portal) instead of the planned TM 168. Class 5a was, in addition, modified – closing of the bottom was abandoned and the quantity of circumferential nails was reduced. It means that, in comparison with the design for excavation and support, the more subtle class 5a where the lengthy installation of the canopy tubes is omitted, was used earlier. The application of this lighter excavation support class 5a even before chainage TM 108 was discussed at the Monitoring Board. The proposal was dismissed because of the fear that the ground arch would not develop due to shallow overburden (the overburden height at TM 49 to TM 108 amounts only to 7 to 14m) and an unexpected event could take place.

The zero convergence measurement was conducted with a delay after the tunnel excavation. The reason is that the measurement



Cermák, 2019 Cermák, 2019

Obr. 4 Konvergenční profil v TM 68
Fig. 4 Convergence profile at TM 68

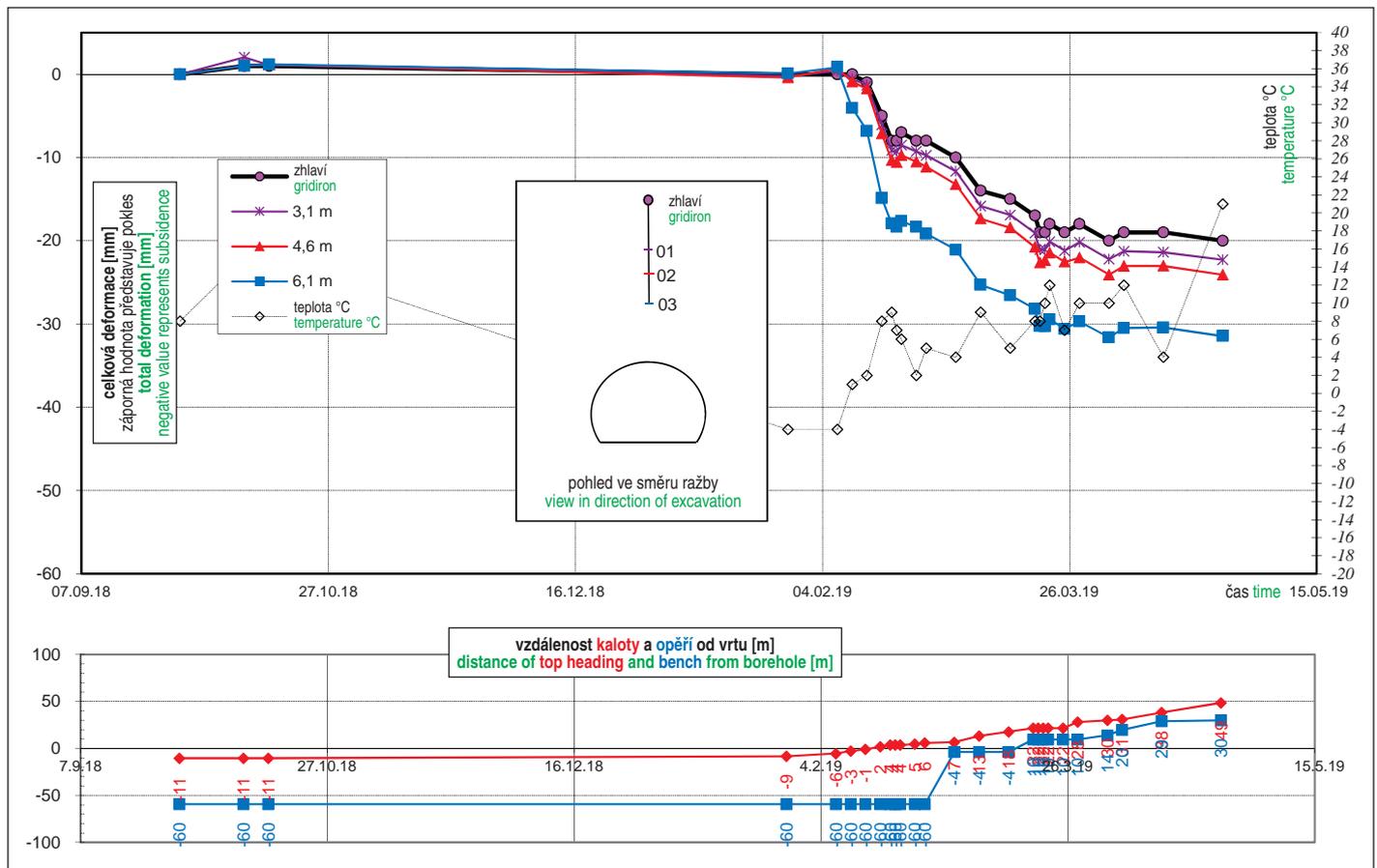
plánovaného TM 168. Třída 5a byla navíc modifikována – bylo upuštěno od uzavírání dna a byl snížen počet obvodových jehel. Oproti RDS byla tedy dříve využita subtilnější třída 5a, ve které pracná a zdlouhavá instalace trubek mikropilotového deštníku odpadá. Na Radě monitoringu bylo diskutováno využít tuto lehčí vystrojovací třídu 5a ještě před staničením TM 108. Tento návrh však byl zamítnut z obavy, že se vlivem nízkého nadloží (výška nadloží v TM 49 až TM 108 činí pouze 7 až 14 m) nevytvoří horninová klenba a mohlo by dojít k nepředvídatelné události.

profile points are installed later, into the first shotcrete layer. The real deformation is greater than the measured deformation. The values measured on the extensometer profile at TN 59.5, where a value of ca 30mm was measured on lower anchors located ca 1.5m above the excavated opening, correspond to it. It is possible to guess at the value of the excavated opening deformation happening prior to the installation of convergence points from the data measured on extensometers and convergence profiles that it was ca 30% from the total deformation. It means that ca 10mm of radial deformations is not registered by convergence measurements.

An example of an output of the convergence profile from TM 68 is presented in Fig. 4; a graph of the settlement of the extensometer located above the tunnel centre line at TM 59.5 is presented in Fig. 5.

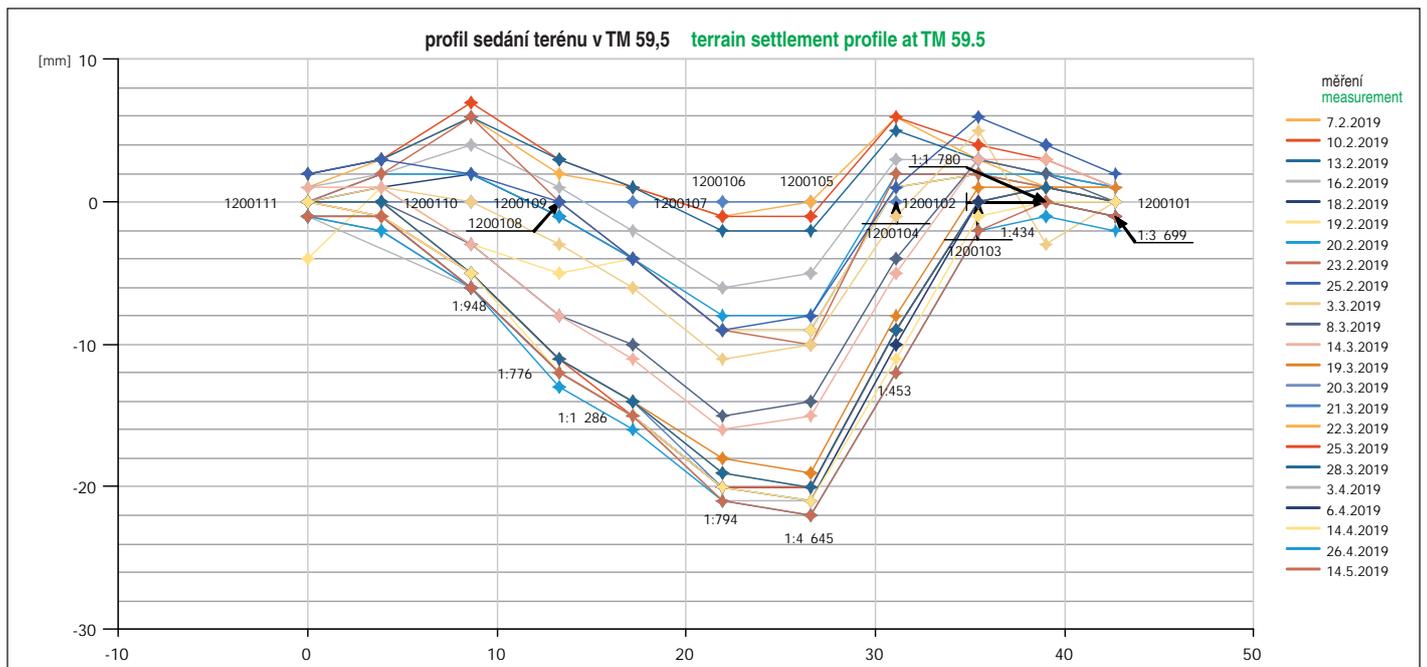
Measurement of settlement trough

Two levelling profiles forming combined profiles together with extensometer profiles are installed for the purpose of checking on movements of the ground massif above the tunnel. Each station consists of eleven levelling points. The excavation faces of top heading and bench have so far passed under the first profile, on which deformation values up to 22mm were measured on the tunnel centre line. In the direction off the centre line, the deformations decrease to zero. The Differential settlement amounted to ca 1:500. The first alert state of terrain settlement, which was set by the monitoring design at 25mm, was not exceeded. Initial terrain settlement values of 2mm on the tunnel centre line (1 per cent of the total deformation) were registered at the moment when the excavation face of the top heading was at TM 56.6 (ca 3m before the levelling profile). On the day following after the passage of the top heading excavation face under the levelling profile, the terrain settlement on the tunnel centre line amounted to 6mm (27 per cent of total deformation). The bench excavation passed under the levelling profile with an about



Kössler, 2019 Kössler, 2019

Obr. 5 Sedání extenzometru situovaného nad osou tunelu v TM 59,5
Fig. 5 Settlement of extensometer located on the tunnel centre line at TM 59.5



Čermák, 2019 Čermák, 2019

Obr. 6 Poklesová kotlina v TM 59,5
Fig. 6 Settlement trough at TM 59.5

Nulté konvergenční měření je provedeno se zpožděním za ražbou, body měřicího profilu se totiž osazují až do první vrstvy stříkaného betonu. Skutečná deformace je větší než deformace změřená. Tomu odpovídají i výsledky naměřené na extenzometrickém profilu v TM 59,5, kde byla na spodních kotvách umístěných cca 1,5 m nad výrubem naměřena hodnota sedání cca 30 mm. Z údajů změřených na extenzometrech a konvergenčních profilech lze odhadnout hodnotu deformace horninového výrubu proběhnuvší před instalací konvergenčních bodů na cca 30 % z celkové deformace. Tzn., že cca 10 mm radiálních deformací není konvergenčními měřeními zaznamenáno.

Příklad výstupu konvergenčního profilu z TM 68 je zpracován na obr. 4, graf sedání extenzometru situovaného nad osou tunelu v TM 59,5 je zpracován na obr. 5.

Měření poklesové kotliny

Pro ověření pohybů horninového masivu nad tunelem jsou po délce tunelu osazeny dva nivelační profily situované do sdruženého profilu spolu s extenzometrickými profilem. Každý profil sestává z jedenácti nivelačních bodů. Čelba kaloty a opěří prošla doposud pod prvním profilem, na kterém byly naměřeny deformace v hodnotách do 22 mm v ose tunelu. Směrem od osy tunelu se deformace snižují k nule, max. sklon poklesové kotliny byl zjištěn v hodnotě cca 1:500. První varovný stav sedání terénu stanovený v projektu monitoringu na hodnotu 25 mm překročen nebyl. První sedání terénu v hodnotě 2 mm v ose tunelu (1 % celkové deformace) bylo zaznamenáno v době, kdy byla čelba kaloty v TM 56,6 (cca 3 m před nivelačním profilem). Následující den po průchodu čelby kaloty pod nivelačním profilem činilo sedání terénu v ose tunelu 6 mm (27 % celkové deformace). Opěří prošlo pod nivelačním profilem s cca měsíčním zpožděním za kalotou. Sedání terénu před průchodem opěří činilo v ose tunelu 16 mm (72 % celkové deformace) a deformace nebyly v té době zcela uklidněny. Protiklenba byla uzavřena za další tři dny po průchodu opěří. Před uzavřením protiklenby činilo sedání terénu v ose tunelu 19 mm (86 % celkové deformace). K úplnému odeznění deformací došlo cca v půli měsíce dubna 2019, tedy cca 2 měsíce po průchodu kaloty pod nivela-

one month delay after the top heading. The terrain settlement on the tunnel centre line before the passage of the bench amounted to 16mm (72 per cent of total deformation) and deformations had not been fully stabilised at that time. The invert was closed after three days following the passage of the bench. The terrain settlement on the tunnel centre line before closing the invert amounted to 19mm (86 per cent of the total deformation). Increasing deformations completely faded away ca in the middle of April 2019, it means ca 2 months after the passage of the top heading under the levelling profile. The settlement trough measurement results are presented in Fig. 6 (tunnel centreline is located at levelling point No. 1200106).

Monitoring of construction pits

A system of monitoring of movement of the walls is designed for the entrance and exit construction pits. The total of 40 pieces of 3D survey points are installed on each portal. Two inclinometers and one inclinometer are installed on the entrance portal and the exit portal, respectively. A view of the exit portal with 3D survey points and dynamometers is presented in Fig. 7.

The values of individual components of deformations (longitudinal, transverse, vertical) measured on side walls of the braced pit for the exit portal reach up to 15mm; the first alert state set at 20mm of tilting out/pressing in/settling of the portal wall was not reached in that location. Inclinometer D IN 2 located above the south-western side wall exhibits only insignificant deformations not exceeding 2mm. Horizontal deformations (tilting out/pressing in up to 10mm) were measured on the survey points on the portal wall; settlement values reached up to 21mm, slightly exceeding the alert level. After closing the tunnel profile by invert in the portal area, deformations stabilised and no more grow. The graph of the portal wall settlement is presented in Fig. 8.

The values of individual components of deformations (longitudinal, transverse, vertical) for the time being do not exceed 10mm at the partially completed excavation for the entrance portal, therefore they are under the value of the first alert state. As in the case of the exit portal, the value of the first alert state for individual components of deformations of the entrance portal (longitudinal, transverse and vertical) was set at 20mm. The first inclinometer, D IN 1A, is located at the northern corner of the portal pit and the second one is installed above the crown of the south-western wall. For the time being small



Kössler, 2019 Kössler, 2019

Obr. 7 Pohled na výjezdový portál s osazenými 3D geodetickými body a dynamometry

Fig. 7 A view of exit portal with the 3D survey points and dynamometers installed

ním profilem. Výsledky měření poklesové kotliny jsou znázorněny na obr. 6 (osa tunelu je na obrázku v místě nivelačního bodu č. 1200106).

Monitoring stavebních jam

U vjezdové i výjezdové stavební jámy je navržen systém sledování pohybů jejich stěn. Na každém portálu je osazeno 40 ks 3D geodetických bodů. Na vjezdovém portálu jsou instalovány dva inklinometry a na výjezdovém portálu je inklinometr jeden. Pohled na výjezdový portál s osazenými 3D geodetickými body a dynamometry je na obr. 7.

Hodnoty deformací na bočních stěnách pažené jámy výjezdového portálu dosahují v jednotlivých složkách (podélná, příčná, svislá) hodnot do 15 mm, první varovný stav stanovený na hodnotu 20 mm vyklonění/zatlačení/sedání portálové stěny zde dosažen nebyl. Inklinometr D IN 2 situovaný nad jihozápadní boční stěnou výjezdového portálu vykazuje pouze nevýznamné deformace do 2 mm. Na geodetických bodech portálové stěny výjezdového portálu byly naměřeny vodorovné deformace (vyklonění/zatlačení do 10 mm), hodnoty sedání dosáhly hodnot do 21 mm, čímž byl nepatrně překročen varovný stav. Po uzavření profilu tunelu protiklenbou v oblasti portálu se deformace uklidnily a dále se nezvyšují. Graf sedání portálové stěny je znázorněn na obr. 8.

Deformace na částečně vyhloubeném vjezdovém portálu se v jednotlivých složkách (podélná, příčná, svislá) prozatím pohybují v hodnotách do 10 mm a jsou tedy pod hodnotou prvního varovného stavu. Obdobně jako u výjezdového portálu, byl i pro vjezdový portál stanoven první varovný stav pro jednotlivé složky deformací (podélná, příčná, svislá) na hodnotu 20 mm. U vjezdového portálu jsou instalovány inklinometry dva. První inklinometr D IN 1A je situovaný v severním rohu portálové jámy a druhý je instalován nad korunou jihozápadní stěny. Na obou inklinometrech byly naměřeny prozatím malé deformace v hodnotách do 4 mm v horní úrovni vrtů – směr pohybů obou vrtů je přibližně do jámy.

Tenzometrická měření

Po délce tunelu jsou navrženy dva tenzometrické profily sestávající vždy z pěti strunových tenzometrů, tři tenzometry jsou instalovány v kalotě a dva v opěři. Doposud byl do primárního ostění nainstalován pouze první tenzometrický profil v TM 68,9. Druhý tenzometrický profil je plánován ve staničení TM 438.

deformations not exceeding 4mm have been measured on both inclinometers at the upper level of the boreholes. The direction of the movements is approximately toward the pit.

Strain gauge measurements

Two strain gauge profiles always consisting of five vibrating wire strain gauges are designed along the tunnel length; three strain gauges are installed in top heading and two in bench. Only the first strain gauge profile has been so far installed into the primary lining at TM 68.9. Installation of the second strain gauge profile is planned for chainage TM 438.

The values of compressive strength of 17MPa and tensile stress of up to 3MPa were measured on the first strain gauge measurement profile.

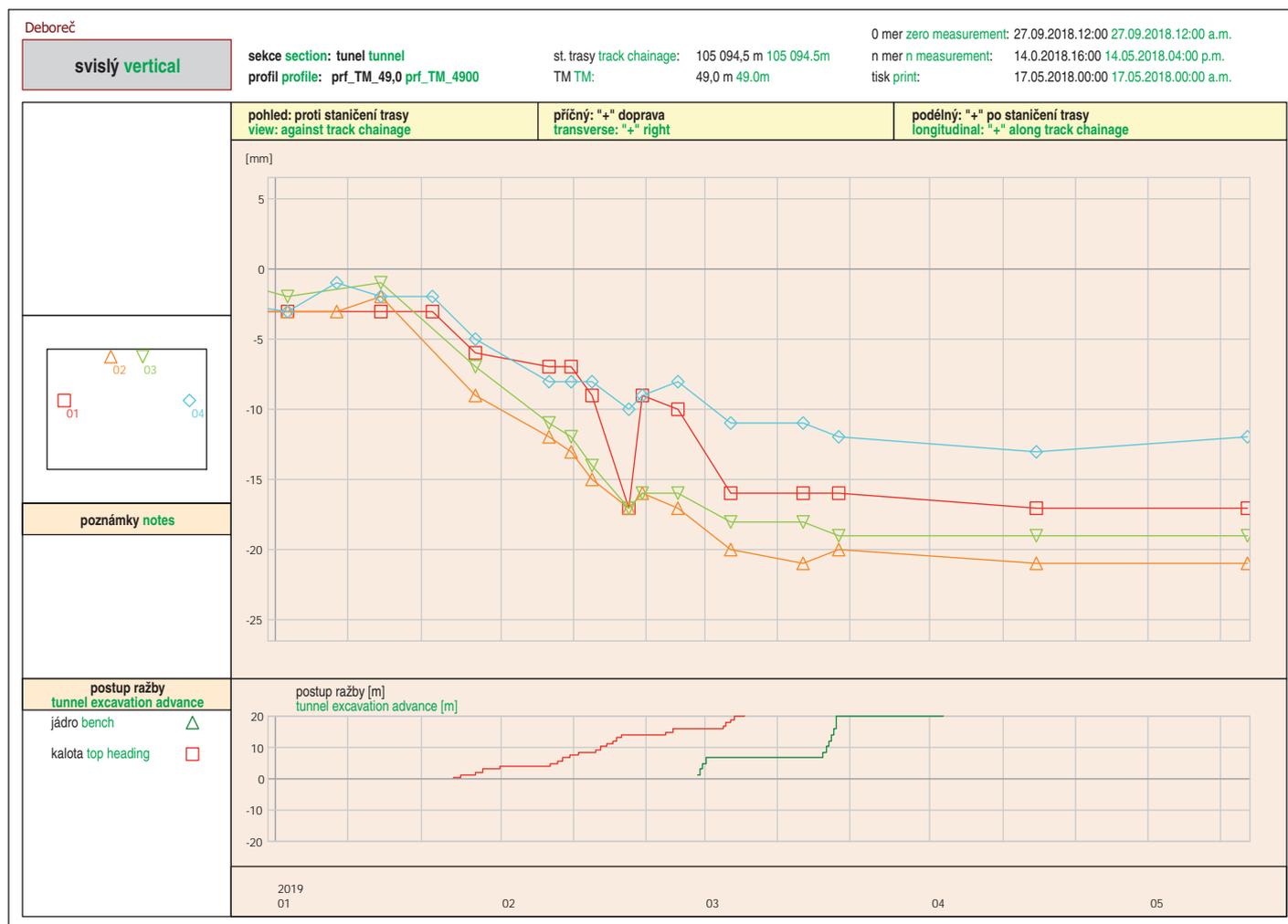
Monitoring of buildings in the vicinity

Monitoring of buildings in the vicinity was incorporated into the monitoring system for the purpose of finding whether negative affecting of the existing buildings takes place due to the tunnel excavation. The condition survey of five buildings identified in the vicinity of the entrance portal was conducted in sufficient advance of the commencement of the construction operations. During the local investigation by the Regional Mining Authority regarding the blasting permit, some local citizens and the Mayoress of Ješetice required the condition survey of more distant buildings, over the extent of the originally planned survey to be conducted. The Regional Mining Authority met the requirements and inserted a condition to the additional condition survey of additional eleven buildings into the Decision to permit the blasting operations issued in December 2018. As of 9th May, all surveys of buildings in the terrain surface have been finished and the work on the reports is underway. Deformeters were installed on significant cracks in some buildings for the purpose of monitoring the widths of cracks. Checking is carried out regularly with monthly frequency. Subsequent condition survey of all sixteen buildings is planned after completion of construction operations.

In the potential zone affected by the tunnel excavation, levels of water in water sources are also observed. Wells have been measured from the beginning of 2017 so that the data series was sufficiently long. Owing to this fact even the whole period of 2018 characterised by the below-average precipitation total was recorded. It means that the state of loss of water in water sources between 2017 and 2018, at the time when tunnel excavation could not influence the condition of ground water, is recorded.

Seismic and acoustic effects on buildings in the vicinity will be monitored during the course of the tunnel excavation for the purpose of checking on the effects of blasting operations. The installation of permanent seismic stations with continual reading and automatic transmission of data is planned for two selected buildings throughout the duration of blasting operations. The decision on the exact location of the measurement stations will be made during first blasting operations, when seismic effects will be observed on several properties in various locations. The seismic stations will be probably shifted with the intensity of seismic effects in the particular locations changing with the advance of the tunnel excavation. The first alert state for seismic monitoring is set in compliance with the CSN 73 0040 standard "Loads on structures by technical seismicity and their response" at the value of vibration velocity of 3mm/s.

Acoustic effects will be checked on buildings tipped from the aspect of hygiene limits set within the framework of the Decree of the Government No. 272/2011 Coll. on protection of health against adverse effects of noise and vibration. In the case of adverse seismic or acoustic effects it will be necessary to modify the technique of blasting operations. Alert states regarding acoustic effects are borrowed from the Decree of the Government No. 272/2011 Coll.,



Cermák, 2019 Cermák, 2019

Obr. 8 Graf sedání portálové stěny
Fig. 8 Graph of portal wall settlement

Na prvním tenzometrickém profilu byly naměřeny hodnoty tlakového napětí do 17 MPa a tahového napětí do 3 MPa.

Sledování objektů okolní zástavby

Pro zjištění, zda z důvodu ražby tunelu nedochází k negativnímu ovlivnění stávajících objektů, bylo do monitoringu začleněno sledování okolních nemovitostí. V dostatečném předstihu před započítím stavebních prací byl realizován pasport pěti vytipovaných domů v blízkosti vjezdového portálu. Při místním šetření OBÚ o povolení trhacích prací požadovali někteří místní občané a starostka Ještic pasportizaci vzdálenějších nemovitostí nad rámec původně plánované pasportizace. OBÚ jejich požadavkům vyhověl a do rozhodnutí o povolení trhacích prací vydaném v prosinci 2018 uložil podmínku dodatečné pasportizace dalších jedenácti objektů. K 9. 5. se podařilo všechny pasporty objektů v terénu zrealizovat a probíhá vypracování zpráv. Na významných trhlinách byly na některých objektech osazeny deformetry pro sledování šířky trhlin, na kterých probíhá pravidelný odečet v měsíční četnosti. Po ukončení stavebních prací je plánována následná repasportizace všech šestnácti nemovitostí.

V potenciální zóně ovlivnění ražbami jsou sledovány úrovně hladin vodních zdrojů. Aby byla datová řada dostatečně dlouhá, jsou studny měřeny od počátku roku 2017. Díky tomu bylo zaznamenáno i celé období roku 2018, který se vyznačoval podprůměrným úhrnem srážek. Je tedy zachycen stav úbytku vody ve vodních zdrojích mezi léty 2017 a 2018, tedy v době, kdy ještě ražby tunelu nemohly stav podzemních vod ovlivnit.

where day-time and night-time limit values are set at 83dB and 40dB, respectively.

Surveying the contour of unsupported excavation and lining

Each excavation round is surveyed transversally with a Profiler survey apparatus to document the actual contour of the unsupported excavation, therefore also for the possible amount of overbreaks (underbreaks). A curve for the actual geometry of the excavation is drawn for each excavation round from the measured values. The curve is continually compared with the theoretical geometry of the excavation and the values of overbreaks/underbreaks are determined from differences between the two curves. The individual overbreaks measured so far are small, reaching mostly values not exceeding 1m³; the value of 1m³ was exceeded sporadically.

After the completion of tunnel excavation, the surface of the primary lining will be scanned using a laser scanner for the needs of reprofiling before installation of the waterproofing layers. The geometry of the scanned profile will be related to the nominal profile, which is formed by the external surface of the secondary lining. Concrete differences between the geometry of the actual surface of the primary lining and the nominal profile will be obvious from the measurement results.

Engineering geological documentation

The continual uncovering of portal pit walls were and are documented in detail using engineering geological methods and by photographs with focus on lithology and degree of weathering of

Pro kontrolu účinků trhacích prací budou v průběhu ražby sledovány seismické a akustické účinky na okolní objekty. Na dvou vybraných objektech je po dobu použití trhacích prací plánována instalace stálých seismických stanic s kontinuálním snímáním a automatickým přenosem dat. O přesném umístění těchto měřicích stanic bude rozhodnuto při prvních odstřelech, kdy budou sledovány seismické účinky na několika nemovitostech v různých lokalitách. Jak se s postupem ražby bude měnit intenzita seismických účinků v daných lokalitách, budou pravděpodobně přesouvány i seismické stanice. První varovný stav je u seismického sledování nastaven v souladu s ČSN 730040 „Zatížení stavebních objektů technickou seismicitou a jejich odezva“ na hodnotu rychlosti kmitání 3 mm/s.

Akustické účinky budou kontrolovány na vytípaných objektech z hlediska hygienických limitů stanovených v rámci nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. V případě nepříznivých seismických či akustických účinků bude třeba upravit technologii trhacích prací. Varovné stavy jsou u akustických účinků převzaty z nařízení vlády 272/2011 Sb., kde jsou stanoveny limitní hodnoty pro denní dobu 83 dB a pro noční dobu 40 dB.

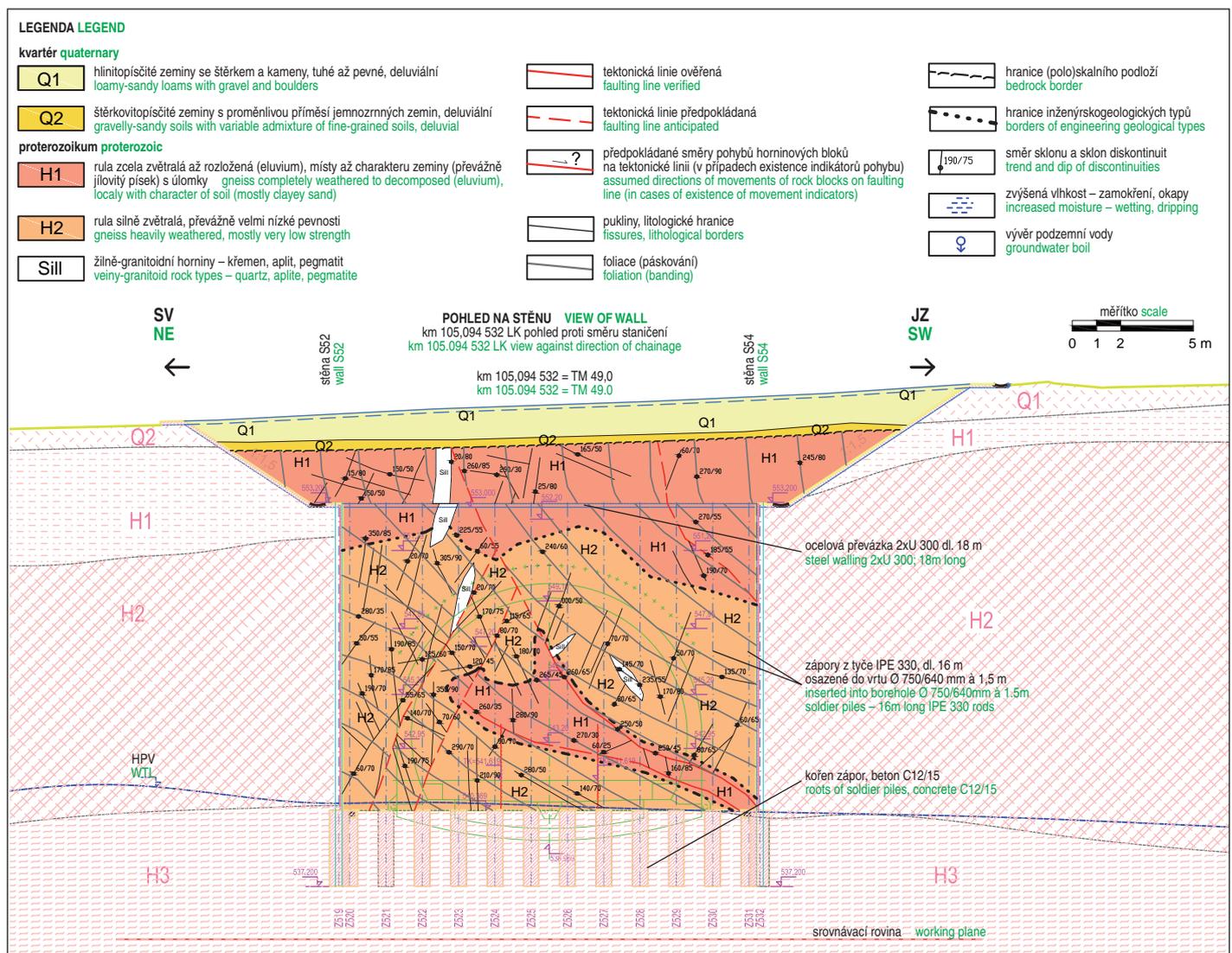
Geodetické měření tvaru nezajištěného výrubu a ostění

Pro zdokumentování skutečného tvaru nezajištěného výrubu, a tedy i případného množství nadvýrubů (podvýrubů), je každý záběr zaměřen v příčném směru geodetickým přístrojem profiler.

present ground types, structural elements (discontinuity systems, possibly ductile deformations of the folding foliation type etc.) and presence of groundwater. An example of an output of geological documentation of portal walls is in Fig. 9, which expresses the actually encountered engineering geological conditions of the wall S53 of the exit portal of the Deboreč tunnel within the borders of the completed part of the pit excavation. A modified view of portal wall S53 borrowed from the construction documentation was used as a basis for plotting the engineering geological conditions.

The internal surfaces of the excavated openings are documented similarly to the above-mentioned portal walls. Each excavation round is documented, with the output containing a list of engineering geological data comprising a diagram of the excavation face with a focus on describing engineering geological conditions and a text record of the found facts including the evaluation of rock mass quality according to the RMR. In addition, technical measures and elements directly affecting conditions for tunnel excavation or stability of the excavation are recorded, commented or, possibly, recommended. Photo documentation is commonplace. The engineering geological data list together with empirical data of other methods of geotechnical monitoring form a base document for determination of the system of tunnel excavation support, i.e. the excavation support class.

The engineering geological types of soils and rock encountered in the walls of the portal pits and in the so far finished excavation of the Deboreč tunnel are briefly described below.



Obr. 9 Pohled na portálovou stěnu S53 výjezdového portálu tunelu Deboreč se zachycením skutečně zastížených inženýrskogeologických poměrů
Fig. 9 A view of portal wall S53 of the Deboreč tunnel exit portal showing the actually encountered engineering geological conditions

Z naměřených hodnot je z každého záběru sestrojena křivka skutečného tvaru výrubu, která je průběžně porovnávána s teoretickým tvarem výrubu a z rozdílů obou křivek jsou vyčísleny hodnoty nadvýrubů/podvýrubů. Doposud zaměřené jednotlivé nadvýrubu jsou malé a dosahují většinou hodnot do 1 m³, ojediněle byla hodnota 1 m³ překročena.

Po ukončení ražeb bude provedeno skenování povrchu primárního ostění laserovým skenerem pro potřeby jeho reprofilace před pokládkou hydroizolačního souvrství. Tvar naskenovaného povrchu bude vztažen k nominálnímu profilu, který je tvořen rubem sekundárního ostění. Z výsledků měření budou zřejmé konkrétní odchylky mezi tvarem skutečného povrchu primárního ostění a nominálním profilem.

Inženýrskogeologická dokumentace

Průběžné odkryvy stěn portálových jam byly a jsou detailně inženýrskogeologicky a fotograficky dokumentovány se zaměřením na litologii a stupeň zvětrání přítomných hornin, strukturní prvky (diskontinuitní systémy, případně duktilní deformace typu zvrásněné foliace apod.) a přítomnost podzemní vody. Příkladem výstupu inženýrskogeologické dokumentace portálových stěn je obr. 9, který v hranicích vyhloubené části graficky vyjadřuje skutečně zastížené inženýrskogeologické poměry portálové stěny S53 výjezdového portálu tunelu Deboreč. Jako podklad pro zakreslení inženýrskogeologických poměrů byl použit upravený pohled na portálovou stěnu S53 převzatý z realizační dokumentace stavby.

Podobně jako výše zmíněné portálové stěny jsou dokumentovány líce výrubu. Dokumentován je každý záběr, přičemž výstupem je inženýrskogeologický pasport, zahrnující náčrty čelby se zaměřením na zachycení inženýrskogeologických poměrů a textovým záznamem zjištěných skutečností, včetně zhodnocení kvality horninového masivu dle zásad klasifikace RMR. Zaznamenávají, komentují, případně doporučují jsou rovněž technologická opatření a prvky, které přímo ovlivňují podmínky ražby, respektive stabilitu výrubu. Samozřejmostí je fotodokumentace. Inženýrskogeologický pasport tak, společně s empirickými daty dalších metod geotechnického monitoringu, tvoří podklad pro určení způsobu využití tunelu, tj. technologické třídy výrubu.

Inženýrskogeologické typy zemin a hornin zastížené ve stěnách portálových jam a doposud vyraženém úseku tunelu Deboreč jsou stručně popsány níže.

Kvartérní sedimenty

Kvartérní sedimenty byly na výjezdovém portálu reprezentovány 1,5–2 m mocnou polohou písčitých hlín až hlinitých písků se šterkem a kameny, tuhé až pevné konzistence (Q1), které při bázi přecházely až do hlinitých šterků, ulehých až středně ulehých (Q2). Do profilu tunelu nezasahovaly.

Ruly zcela zvětralé, rozložené, místy až charakteru písčitých zemin s jemnozrnnou příměsí a úlomky (H1)

Pararuly jsou zcela zvětralé až rozložené, s extrémně nízkou až velmi nízkou pevností, rezavě hnědé, rozpadavé převážně na jílovitý písek s úlomky pevnějších jader rul v proměnlivém zastoupení. Významný je proces argilitizace (zjílovění), místy charakteru kaolinizace (šedobílé zbarvení horniny). Na výjezdovém portálu tvoří zónu dosahu přepovrchového zvětrávání v bezprostředním podloží kvartérních sedimentů, která místy, zejména podél zlomových zón, zasahuje hlouběji do masivu. Ve vyražené části tunelu (TM 49–123) měl tento inženýrskogeologický typ výrazné, avšak proměnlivé zastoupení (v řádu desítek procent) v prvních desítkách metrů, přičemž generálně jeho zastoupení postupně klesalo s rostoucím tunelmetrem (od vymizení v TM 94,0 nebyl opětovně dokumentován).

Quaternary sediments

Quaternary sediments at the exit portal were represented by a 1.5–2m thick layer of sandy loams to loamy sands with gravel and boulders, with stiff to hard consistency (Q1), transiting even to compact to medium compact (Q2) loamy gravels. They did not expand into the tunnel cross-section.

Gneiss completely weathered, decomposed, locally with the character of sandy soil with fine-grained admixture and fragments (H1)

Paragneiss completely weathered up to decomposed with extremely low to very low strength, rusty brown, disintegrated mostly to clayey sand with fragments of stronger cores of gneiss with variable representation. The process of clay enrichment, locally with the character of kaolinitisation (grey-white colouring of ground), is important. At the exit portal it forms a zone of the reach of near-surface weathering in the immediate base of Quaternary sediments, which locally, mainly along fault zones, extends deeper into the massif. In the completed part of the tunnel excavation (TM 49–123) this engineering geological type had significant but variable representation (within the order of tens of per cent) in initial tens of metres, with its representation in general gradually decreasing along with the growing tunnel metre (it has no more been documented since its disappearance at TM 94.0).

Gneiss heavily weathered (H2)

Paragneiss heavily weathered, mostly with very low strength (although layers with extremely low or, in contrast, up to low strength occur), rusty brown, distinctively banded, with very high to extremely dense spacing of joints in minimally 3 systems causing disintegration of rock into rhomboid to tabular fragments with the prevailing size of up to 20cm. Nevertheless, the layers with extremely low strength disintegrate even to clayey-sandy soils. Conversely, layers with low strength are formed by fragments with the size up to 20cm. Coats formed by iron and manganese oxides (rusty brown respectively dark violet-brown) are abundant on discontinuity surfaces. At the exit portal, this engineering geological type forms the lower parts of portal walls down to the excavation base (with the exception of fault zones). The representation in the completed part of the tunnel excavation varies within the order of tens of per cent throughout its length.

Gneiss moderately weathered (H3)

Paragneiss moderately weathered, mostly with low to medium strength, brown-grey, banded, with very closely spaced joints causing disintegration of rock into rhomboid to tabular fragments with the sizes within the order of decimetres. Coats formed by iron oxides and hydroxides and manganese oxides (rusty brown respectively dark violet-brown) are locally documented on discontinuity surfaces. This engineering geological type is not present at the exit portal. The first occurrence within the framework of the completed excavation section is documented ca at TM 55 (i.e. already after 6m of excavation) and its representation generally grows with growing tunnel metres.

Tectonic disturbance to the massif

The tectonic disturbance to the massif can be best illustrated by means of contour diagrams of the poles of discontinuity surfaces projected on the lower hemisphere of Lambert's space (the equal angle projection was chosen) developed here for the exit portal of the Deboreč tunnel and for the preliminarily determined quasihomogeneous block (hereinafter referred to as QHB) No.1 of the Deboreč tunnel at TM 49.0–94.0.

The contour diagrams in Fig. 10 display the measurement of foliation at the exit portal (left side, 50 measurements) and in the QHB No.1 (right side, 47 measurements). With respect to the

Ruly silně zvětralé (H2)

Pararuly jsou silně zvětralé, převážně s velmi nízkou pevností (vyskytují se však i polohy s extrémně nízkou či naopak až nízkou pevností), rezavě hnědé, výrazně páskované, s velmi velkou až extrémně velkou hustotou diskontinuit v minimálně třech systémech, které způsobují rozpad horniny na kosoúhlé až deskovité úlomky o převažující velikosti v řádu centimetrů. Polohy s extrémně nízkou pevností se nicméně rozpadají až na jílovitopísčité zeminy, naopak polohy s nízkou pevností tvoří úlomky o velikosti až 20 cm. Na plochách diskontinuit jsou velmi hojně povlaky oxidů a hydroxidů železa a manganu (rezavě hnědé, respektive tmavě fialovohnědé). Na výjezdovém portálu tvoří tento inženýrskogeologický typ spodní partie portálových stěn až k bázi výkopu (kromě zlomových zón). Zastoupení ve vyražené části tunelu se v celé její délce pohybuje v řádu desítek procent.

Ruly mírně zvětralé (H3)

Pararuly se vyskytují mírně zvětralé, převážně s nízkou až střední pevností, hnědošedé, páskované, s velmi velkou hustotou diskontinuit, které způsobují rozpad horniny na kosoúhlé až deskovité úlomky velikosti v řádu decimetrů. Na plochách diskontinuit jsou místy dokumentovány povlaky oxidů a hydroxidů železa a manganu (rezavě hnědé, respektive tmavě fialovohnědé). Na výjezdovém portálu tento inženýrskogeologický typ není zastoupen. V rámci vyraženého úseku je první výskyt dokumentován cca v TM 55 (tj. již po 6 m ražeb) a jeho zastoupení s rostoucím tunelmetrem generelně roste.

Tektonické porušení horninového masivu

Tektonické porušení horninového masivu lze nejlépe ilustrovat pomocí konturových diagramů pólů ploch diskontinuit promítaných na spodní hemisféru Lambertova prostoru (zvolena „equal angle“ projekce), zde zpracovaných pro výjezdový portál tunelu Deboreč a předběžně stanovený 1. kvazihomogenní blok (dále pouze 1. KHB) tunelu Deboreč v TM 49,0–94,0.

Konturové diagramy na obr. 10 zobrazují měření foliace na výjezdovém portálu (vlevo, 50 měření), a v 1. KHB (vpravo, 47 měření). Vzhledem k počtu a orientaci měření bylo ve stereografické projekci možno zobrazit též průměty rovin se spodní polokoulí. Fialový, středem vedoucí průmět v pravém diagramu (a diagramech následujících) reprezentuje osu tunelové roury v 1. KHB. Z diagramů je zcela jasně patrné, že generelní směr sklonu/sklon páskování rul v oblasti výjezdového portálu se pohybuje v hodnotách 270–290°/30–45°, a v oblasti 1. KHB v hodnotách 250–270°/30–40°. Výrazně méně zastoupené subvertikální páskování v levém diagramu obr. 10 (výjezdový portál), reprezentované pólovými konturami při jeho západním a východním okraji (generelně 270°/85–90° až s překlápěním) představuje vyvlečení foliace na kontaktu s kvarténními sedimenty. Foliace je převážně rovinná, či jen mírně zvlněná, hladká, sevřená. Výraznější zvrásnění se vyskytuje pouze v bezprostředním okolí zlomových zón. Směr ražby je od SZ k JV, úklon foliace při její stávající orientaci je tedy šikmo proti směru ražby (šikmo do vyrubaného prostoru s průměrnou odchylkou směru rovin foliace od směru osy tunelu cca 40°), a vzhledem ke sklonu tak má nepříznivou orientaci ve smyslu klasifikace RMR.

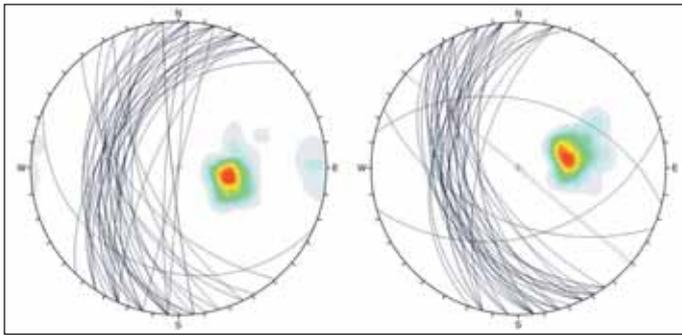
Konturové diagramy na obr. 11 prezentují veškerá měření puklin v rámci dokumentace výjezdového portálu (vlevo, 358 měření), respektive 1. KHB (vpravo, 128 měření). Z diagramu vlevo jsou patrné poměrně proměnlivé směry měřených puklin s úklonem nejčastěji 60–90°. Vyskytují se však i úklony nižší. Tři směry jsou nicméně převažující. Jedná se o směry sklonu/sklony 135–160°/60–75°, 50–70°/60–70° a směr 195–210°/80–90° s překlápěním do směru 10–30°/70–90°. Z diagramu vpravo vyčnívá systémem 145–155°/80–90° s překlápěním do směru 325–335°/85–90°,

number and orientation of the measurements, it was possible to display even the projection of planes in the lower hemisphere in the stereographic projection. The violet projection leading through the centre in the right-hand diagram (and the following diagrams) represents the centre line of the tunnel tube in the QHB No. 1. It is clearly obvious from the diagrams that the general trend/dip of banding of gneiss in the area of the exit portal ranges within the values of 270–290°/30–45°, whilst in the area of the QHB No. 1 it is within the values of 250–270°/30–40°. The significantly less represented sub-vertical banding in the left-hand diagram in Fig. 10 (exit portal), which is represented by polar contours at its western and eastern edge (generally 270°/85–90° up to flipping over) represents pulling back the foliation at the contact with Quaternary sediments. The foliation is mostly planar or only moderately undulated, smooth, tight. More pronounced folding occurs only in the immediate surroundings of fault zones. The direction of the tunnel excavation is from NW toward SE, the foliation dipping at its current orientation is therefore at an angle against the direction of the tunnel excavation (obliquely into the excavated space with an average deviation of the direction of the foliation planes from the direction of the tunnel centre line of ca 40°. With respect to the dip, the tunnel orientation is unfavourable as far as the RMR rating is concerned.

The contour diagrams in Fig. 11 present all measurements of fissures within the framework of the documentation of the exit portal (left side, 358 measurements), respectively the QHB No. 1 (right side, 128 measurements). Relatively variable directions of the measured fissures with the dip mostly 60–90% are visible pictured left in the diagram. But even lower dips are encountered. Nevertheless, three following trends and dips prevail: 135–160°/60–75°, 50–70°/60–70° and 195–210°/80–90° with flipping over to the trend/dip 10–30°/70–90°. The system 145–155°/80–90° with flipping over to the direction 325–335°/85–90° or to the system 15–30°/75–85° protrudes from the diagram on the right side. The fissures are mostly planar, less frequently up to undulated, smooth. Iron and manganese oxide and hydroxide coating is abundant. Their aperture of fissures only rarely exceeds 1mm.

The final pair of contour diagrams in Fig. 12 displays poles of the surfaces interpreted as fault zones (left side, 94 measures) and veins (right side, 22 measurements) within the framework of the preliminary QHB No. 1 of the Deboreč tunnel. The correlation between the directions of faults and veins is evident at first sight. With high probability, the veins used the pre-existing preference routes for their intrusions. The direction 15–40°/50–70° common for both diagrams is most distinct. The direction of faults 225–280°/40–55° approaches the direction of foliation (see Fig. 10, right side). It is only little steeper, indicating that the orientation of some faults, at least in the part of its courses, approximately copies the orientation of foliation, again in the meaning of the predisposition. Even here the veins are locally an accompanying element of fault zones. The fault zones are relatively well localised, planar, usually decimetres wide, exceptionally even over 1m. Within the framework of the zone, the rock is crushed, relatively more weathered, generally with lower strength, in extreme cases with the character of up to sandy-clayey soil. The main direction of fault zones approximates the direction of the centre line of the tunnel. The gradual onset and relatively long presence of the fault zones within the tunnel cross-section, as well as the mostly unfavourable to very unfavourable orientation in the meaning of the RMR rating (in the cases of steeper ones), follow from the main directions of the fault zones approaching the direction of the tunnel centre line.

Only a small number of fault zones were found in the walls of the exit portal. They are non-localised, manifest themselves by more distinct weathering (mainly by turning to clay including



Videňský, 2019 Videňský, 2019

Obr. 10 Konturové diagramy pólů ploch foliace na výjezdovém portálu (vlevo, 50 měření) a předběžném 1. KHB (vpravo, 47 měření) tunelu Deboreč
 Fig. 10 Contour diagrams of poles of foliation surfaces at the exit portal (left side, 50 measurements) and the preliminary QHB No. 1 (right side, 47 measurements) of the Deboreč tunnel

případně systém $15\text{--}30^\circ/75\text{--}85^\circ$. Pukliny jsou převážně rovinné, méně často až zvlněné, hladké, hojně s povlaky oxidů a hydroxidů železa a manganu. Jejich rozevření pouze zřídka překračuje 1 mm.

Závěrečný pár konturových diagramů na obr. 12 zobrazuje póly ploch interpretovaných jako zlomové zóny (vlevo, 94 měření) a žíly (vpravo, 22 měření) v rámci předběžného 1. KHB tunelu Deboreč. Na první pohled je patrná korelace mezi směry zlomů a žil. Žíly zde tak ke svým intruzím s vysokou pravděpodobností využívaly pre-existující preferenční cesty. Nejvýraznější je směr $15\text{--}40^\circ/50\text{--}70^\circ$ společný pro oba diagramy. Směr zlomů $225\text{--}280^\circ/40\text{--}55^\circ$ se blíží směru foliace (obr. 10 vpravo), jen je mírně strmější, a naznačuje tak, že orientace některých zlomů, přinejmenším v části svých průběhů, přibližně kopíruje orientaci foliace, opět ve smyslu predispozice. I zde jsou žíly místy doprovodným prvkem zlomových zón. Zlomové zóny jsou relativně dobře lokalizované, rovinné až zvlněné, obvykle širší decimetrů, výjimečně i více než 1 m. V rámci zóny je pak hornina podrcená, relativně více zvětřalá, celkově s nižší pevností, v extrémních případech až charakteru písčitojílovité zeminy. Hlavní směry zlomových zón se blíží směru osy tunelu, z čehož plyne jejich postupný nástup, a jejich poměrně dlouhé setrvání v profilu tunelu, potažmo (u těch strmějších) jejich převážně nepříznivá až velmi nepříznivá orientace ve smyslu klasifikace RMR.

Ve stěnách výjezdového portálu byl zachycen pouze malý počet zlomových zón. Jsou nelokalizované, projevují se výraznějším zvětřáním (zejména zjílověním včetně kaolinizace) v mase horniny, všesměrným a velmi hustým rozpukáním, případně výše zmíněným zvrásněním foliace. Exaktní měření orientace těchto zlomových zón je však vzhledem k nepřítomnosti jasně omezených ploch extrémně obtížné, a lze ho spíše odvozovat z generelního průběhu pásů horniny s výše uvedenými vlastnostmi. Z tohoto důvodu zde nejsou předpokládány zlomové zóny výjezdového portálu vyobrazeny konturovým diagramem.

Shrnutí poznatků z inženýrskogeologické dokumentace

Z inženýrskogeologické dokumentace byla zjištěna foliace horninového masivu orientovaná převážně „šikmo“ do volného, vyrubaného prostoru. To při otvírce negativně ovlivňuje stabilitu výrubu, a s ohledem na průběžná měření orientace foliace na výjezdovém portálu a výsledky podrobného geotechnického průzkumu lze predikovat, že tomu tak bude po celou dobu ražeb.

Zlomové zóny, díky soudržnosti výplně (relativně vysoký obsah jílovité frakce) ve spojení s nepřítomností podzemní vody, a využitím značně robustních technologických opatření (spojených zejména s třídou 5b1), doposud nezpůsobily výraznější problémy při ražbě tunelu Deboreč, a to navzdory své nepříznivé až velmi nepříznivé orientaci.

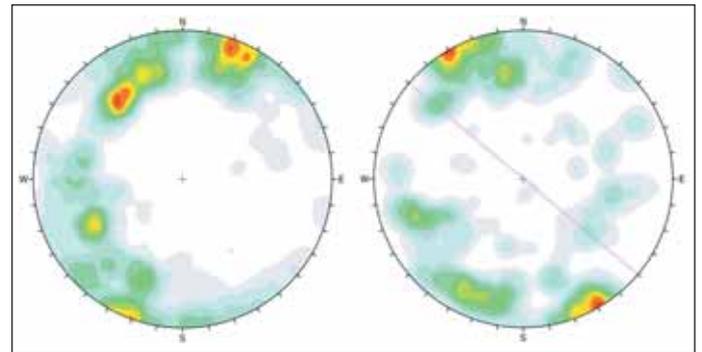
kaolinitizací) in the rock mass, omnidirectional and very dense fracturing, possibly by the above-mentioned folding of foliation. Exact measurement of the orientation of the fault zones is extremely difficult with respect to the absence of clearly delimited discontinuity surfaces and it is therefore possible rather to deduce it from the general course of strips of rock with the above-mentioned properties. This is the reason why the anticipated fault zones at the exit portal are not displayed using the contour diagram.

Summary of findings from engineering geological documentation

The foliation of the rock massif oriented mostly at a “skew” to the free excavated space was identified from the engineering geological documentation. This fact negatively influences the excavation stability when the excavation is being opened and, with respect to the continual measurements of the orientation of foliation at the entrance portal and the results of detailed geotechnical investigation, it is possible to predict that it will be so throughout the tunnel excavation duration.

Thanks to the cohesion of the filling (relatively high content of clayey fraction) in combination with the absence of groundwater and with the application of significantly robust technical measures (associated mainly with excavation support class 5b1), the fault zones have not caused more serious problems during the course of the Deboreč tunnel excavation, despite their unfavourable orientation.

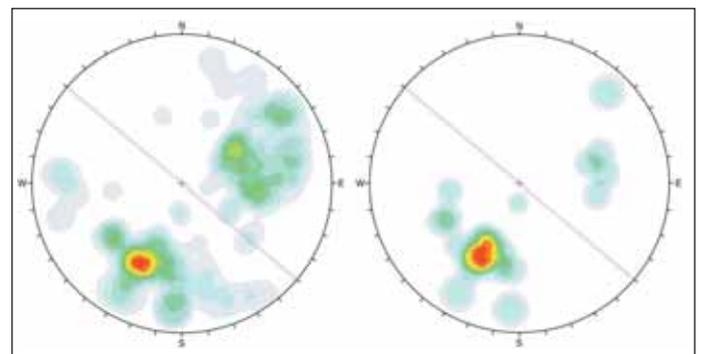
Only limited groundwater inflows have been documented yet; the excavation faces have most frequently been described as wet,



Videňský, 2019 Videňský, 2019

Obr. 11 Konturové diagramy pólů puklinových ploch na výjezdovém portálu (vlevo, 358 měření) a předběžném 1. KHB (vpravo, 128 měření) tunelu Deboreč

Fig. 11 Contour diagrams of poles of fissure surfaces at the exit portal (left side, 358 measurements) and the preliminary QHB No. 1 (right side, 128 measurements) of the Deboreč tunnel



Videňský, 2019 Videňský, 2019

Obr. 12 Konturové diagramy pólů ploch interpretovaných jako zlomové zóny (vlevo, 94 měření) a žíly (vpravo, 22 měření) v rámci předběžného 1. KHB tunelu Deboreč

Fig. 12 Contour diagrams of poles of surfaces interpreted as fault zones (left side, 94 measurements) and veins (right side, 22 measurements) within the framework of the preliminary QHB No. 1 of the Deboreč tunnel

Dokumentovány byly doposud pouze minimální přítoky podzemní vody, čelby jsou popisovány nejčastěji jako vlhké, místy až suché. Maximální, avšak málo časté výskyty podzemní vody lze popsat jako lokální kapání v řádech $<0,05$ l/s, především ve spodní části boků kalot, lavic a ve výrubu dna.

Geologicky podmíněné nadvýlomy jsou díky výše zmíněným faktům doposud minimální, v jednotlivých stavebních postupech v řádu zcela výjimečně překračujícím 1 m^3 . Nezajištěný výrub lze popsat jako dočasně stabilní. K významnějšímu vypadnutí horniny mimo profil výrubu v dosavadním průběhu ražby nedošlo. Nicméně vyjíždění bloků hornin z čelby v řádu i více než 10 m^3 po nepříznivě ukloněných systémech diskontinuit, a s ním spojené lokální zvětšení délky nezajištěného výrubu bylo několikrát zaznamenáno. Inženýrskogeologické podmínky ražby doposud zhotovené části tunelu Deboreč lze označit za odpovídající či mírně příznivější, než jaká byla predikce v dokumentaci pro zadání stavby, resp. v podrobném geotechnickém průzkumu.

ZÁVĚR

Z výsledků realizovaných měření na hloubených úsecích tunelu lze konstatovat, že deformační chování pažených svislých konstrukcí i svahovaných partií jam bylo v předpokládaných mezích. Varovný stav zde byl překročen pouze jednou u hodnoty sedání na portálové jámě výjezdového portálu.

Z doposud získaných poznatků při ražbě (k 9. 5. 2019 bylo vyraženo 74 m z celkových 562 m) je pravděpodobné, že díky příznivému deformačnímu chování horninového masivu bude možno využít větší procento subtilněji vstrojených tříd, než bylo předpokládáno v realizační dokumentaci. Nicméně problémem při ražbě jsou nepříznivě orientované systémy diskontinuit, které zapříčiňují lokální vypadávání horniny z čelby. Tyto nepříznivě orientované diskontinuitní systémy, zejména se jedná o foliaci a část zastížených zlomových zón, se předpokládají po celou dobu ražeb. Aby se vypadávání neprojevovalo nad teoretickým obrysem výrubu, bude třeba důsledně jehlovat přístropí, či v případě výrazného zhoršení geologických poměrů opětovně využít i dalších technologických opatření a prvků typu korekce délky záběru, kotvení čelby, injektáží apod. Očekávaným faktorem, negativně ovlivňujícím stabilitu nezajištěného výrubu, je přítomnost podzemní vody. Při hloubení vjezdového portálu, ke kterému ražby směřují, jsou v jámě dokumentovány nezanedbatelné přítoky podzemní vody. Je tedy jen otázkou času, kdy se voda objeví i při ražbě.

Ing. MILAN KÖSSLER,
milan.kossler@geotechnika.cz,

Mgr. ALEŠ VÍDEŇSKÝ,
ales.vidensky@geotechnika.cz, SG Geotechnika a.s.

Recenzoval *Reviewed:* Ing. Tomáš Ebermann, Ph.D.

locally even dry. Maximum occurrence of groundwater, even though infrequent, can be described as local dripping within the orders $<0,05$ l/s, first of all in the lower part of top heading and bench sidewalls and in the bottom excavation.

Thanks to the above-mentioned facts, geologically conditioned overbreaks have so far been minimal, only exceptionally exceeding the order of 1 m^3 in individual excavation rounds. The unsupported excavation can be described as temporarily stable. No more significant falling of rock outside the excavation cross-section has occurred. Nevertheless, sliding of blocks from the excavation face within the order even higher than 10 m^3 along unfavourably dipping discontinuity systems and locally increased length of the unsupported excavation accompanied with it have been recorded several times. The engineering geological conditions of the excavation of the so far finished part of the Deboreč tunnel can be labelled as adequate or slightly more favourable than the conditions predicted in the tender design and by the detailed geotechnical investigation.

CONCLUSION

It is possible to state on the basis of the measurements conducted on the cut-and-cover sections of the tunnel that the deformational behaviour of the braced vertical structures as well as the sloped parts of the pits was within the assumed limits. The alert state was exceeded only once in the value of settlement at the exit portal pit.

It is likely from the knowledge learned so far from the tunnel excavation (as of 9th May 2019, the excavation of 74m of the total of 562m has been finished) that, thanks to the favourable deformational behaviour of the ground mass, it will be possible to use a higher percentage of more subtly supported classes than assumed in the detailed design. Nevertheless, the unfavourably oriented discontinuity systems causing local falling of rock blocks from excavation face have been a problem during the tunnel excavation. These unfavourably oriented discontinuity systems, first of all foliation and part of the fault zones encountered, are expected for the whole time of the excavation. To prevent falling of rock over the theoretical excavation contour, it will be necessary to consistently install needles in the top heading or, in the case of significant deterioration of geological conditions, repeatedly use even other technical measures and elements of the type of correction of the excavation round length, anchoring of excavation face, grouting etc. Presence of groundwater is an anticipated factor negatively influencing the stability of unsupported tunnel excavation. Not negligible groundwater inflows are documented during the course of the excavation of the pit for the entrance portal toward which the tunnel excavation is heading. It is therefore only a matter of time when water will appear even during tunnel excavation.

Ing. MILAN KÖSSLER,
milan.kossler@geotechnika.cz,
Mgr. ALEŠ VÍDEŇSKÝ,

ales.vidensky@geotechnika.cz, SG Geotechnika a.s.

LITERATURA / REFERENCES

- [1] URBÁNEK, T. *Modernizace trati Sudoměřice Votice S0 73-25 Tunel Deboreč, obecná část*, MPI projekt s.r.o., září 2018
- [2] PRŮCHA, T., URBÁNEK, T. *Modernizace trati Sudoměřice Votice S0 73-25-01 Tunel Deboreč, hloubená část, vjezdový portál*, MPI projekt s.r.o., září 2018
- [3] URBÁNEK, T. *Modernizace trati Sudoměřice Votice S0 73-25-02 Tunel Deboreč, ražená část*, MPI projekt s.r.o., říjen 2018
- [4] PRŮCHA, T., URBÁNEK, T. *Modernizace trati Sudoměřice Votice S0 73-25-03 Tunel Deboreč, hloubená část, výjezdový portál*, MPI projekt s.r.o., srpen 2018
- [5] SMOLAŘ, Z. *Modernizace trati Sudoměřice Votice, geotechnický a hydrogeologický průzkum, tunel Deboreč*, GeoTec – GS, a.s., leden 2013
- [6] KRAMEŠ, M., GRAMBLIČKOVÁ, I. *Modernizace trati Sudoměřice Votice, celková situace stavby, Sudop Praha, a.s.*, leden 2013

PŘÍPRAVA OBSLUH TUNELŮ NA ZVLÁDÁNÍ KRIZOVÝCH SITUACÍ V TUNELOVÉM PROVOZU

PREPARATION OF TUNNEL OPERATORS FOR MANAGING CRISIS SITUATIONS IN TUNNEL OPERATION

MARTIN ŽOHA, FRANTIŠEK RAINER

ABSTRAKT

Článek se zabývá základními normovými a předpisovými ustanoveními v odborné přípravě obsluh tunelů, kterými je určen rozsah a obsah odborné přípravy. Dále je v článku popsáno rozdělení personálu obsluh tunelů na dispečery technologie, operátory dopravy a další zúčastněné osoby podle zaměření a prováděné činnosti při řízení tunelového provozu. Poslední část článku je zaměřena na teoretickou a praktickou část odborné přípravy na zvládání krizových situací v tunelovém provozu. Tato část popisuje, jak probíhá příprava obsluh tunelů v praxi, co je náplní základního kurzu, pravidelného školení a praktického výcviku na tunelových trenažerech, v jakém rozsahu a jak často jsou tato školení prováděna a co je podmínkou úspěšného absolvování všech tří složek odborné přípravy.

ABSTRACT

The paper deals with standard and regulatory provisions in professional preparation of tunnel operators prescribing the extent and content of professional preparation. Further on, the paper describes the division of tunnel operating personnel into equipment managers, traffic managers and other participating persons according to their focus and activities in tunnel operation management. The last part of the paper is focused on the theoretical and practical part of the professional preparation for managing crisis situations in tunnel operation. This part describes the process of preparation of tunnel operators in practice, the content of the basic course, regular training and practical training on a tunnel operation simulator, the scope and frequency of conducting the training courses and what the condition for successful completion of all three components of the professional preparation is.

NORMOVÁ A PŘEDPISOVÁ USTANOVENÍ V ODBORNÉ PŘÍPRAVĚ OBSLUH TUNELŮ

Hlavním předpisem, kterým se odborná příprava obsluh tunelů na území České republiky řídí, je metodický pokyn „Školení obsluh tunelů“ [1]. Tento metodický pokyn vydalo v roce 2009 Ministerstvo dopravy a je hlavním dokumentem, který upravuje obsah a rozsah základních kurzů, pravidelného školení a pravidelného výcviku obsluh tunelů. Obsluhami tunelů se v tomto pokynu rozumí operátoři dopravy, dispečeri technologie a pracovníci údržby. Metodický pokyn je postaven na doporučení PIARC, zejména technické zprávě 2007R04 „Návod pro organizování, nábor a výcvik provozního personálu silničních tunelů“ [2], ale také na „Nařízení vlády č. 264/2009 Sb., o bezpečnostních požadavcích na tunely pozemních komunikací delších než 500 metrů“ [3] a nařízení Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2004/54/ES.

Odborná příprava obsluh tunelů, které jsou ve správě Ředitelství silnic a dálnic České republiky, je dále upravena příkazem ředitele provozního úseku č. 3/2011 „Příkaz provozního ředitele k zajištění organizace a provádění odborné přípravy obsluh tunelů a jednotnému vedení provozní dokumentace u tunelů v gesci ŘSD ČR“ [4]. Příkaz respektuje veškerá doporučení PIARC a metodického pokynu uvedeného výše a dále upřesňuje rozsah a obsah odborné přípravy pro tunely v podmínkách ŘSD ČR. Kromě těchto upřesnění zavádí a upravuje evidenci provedených školení a výcviku všech osob zařazených do procesu odborné přípravy obsluh tunelů.

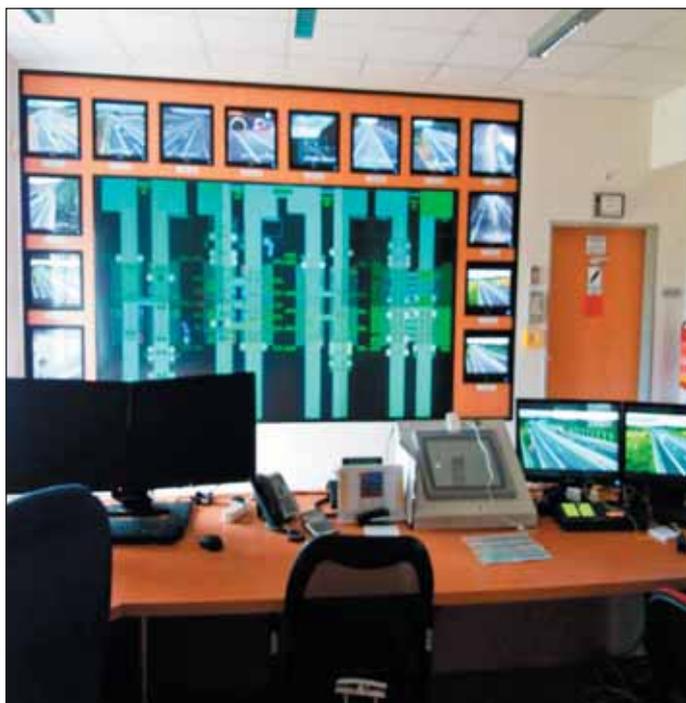
OBSLUHY TUNELŮ

Jak je uvedeno v metodickém pokynu „Školení obsluh tunelů“, personál podílející se na řízení tunelového provozu je rozdělen podle prováděných činností na operátory dopravy, dispečery technologie a významné pracovníky údržby. Všechny tyto osoby spolu

STANDARD AND REGULATORY PROVISIONS IN PROFESSIONAL PREPARATION OF TUNNEL OPERATORS

The main regulation the professional preparation of tunnel operators in the Czech Republic follows is the methodical instruction “Training of tunnel operators” [1]. This methodical instruction was issued by the Ministry of Transport in 2009. It governs the content and scope of basic courses, regular training courses and regular training of tunnel operators. The term “tunnel operators” used in this instruction means traffic operators, tunnel equipment managers and maintenance staff. The methodological instruction is based on the PIARC recommendations, first of all on Technical Report 2007R04 “Guide for organizing, recruiting and training road tunnel operating staff” [2], but also the “Directive of the Government No 264/2009 Coll. on safety requirements for road tunnels longer than 500 metres” [3], and the Directive of the European Parliament and of the Council 2004/54/ES.

The professional preparation of the tunnel operators who are under the management of the Road and Motorway Directorate of the Czech Republic is further governed by the directive of director of operating section No. 3/2011 “Directive of the Chief Operating Officer for ensuring organisation and execution of professional preparation of tunnel operators and unified maintaining of operating documentation of tunnels under the professional responsibility of the Road and Motorway Directorate of the Czech Republic” [4]. The directive respects all recommendations of the PIARC and the above-mentioned methodological instruction. It further specifies the scope and content of professional preparation for tunnels in terms of the Road and Motorway Directorate of



Obr. 1 Záložní velín pro řízení tunelů Libouchec a Panenská na SSÚD Petrovice

Fig. 1 Backup control centre for managing the Libouchec and Panenská tunnels at the Petrovice Centre of Administration and Maintenance of Motorways

úzce spolupracují a koordinují svou činnost při řízení provozu v tunelu ve standardním režimu, zvláštních a mimořádných situacích i při mimořádných událostech.

Operátoři dopravy jsou zpravidla zaměstnanci Policie České republiky. Jejich úkolem je řízení dopravy v tunelu. Operátoři dopravy zajišťují regulaci či úpravy průjezdní rychlosti v tunelu v závislosti na dopravní situaci, vyžaduje-li to dopravní situace, provádějí uzavírání jednotlivých jízdních pruhů, případně tunelového tubusu nebo celého tunelu. Pomocí proměnného dopravního značení v tunelu i vně tunelu provádějí řízení dopravy přímou vazbou na provoz v tunelu a dopravu v tunelu a jeho okolí.

Dispečerů technologie dohlíží na správnou funkci provozních souborů a stavebních objektů tunelu. Jejich povinností je zajištění plné funkčnosti technologické výzbroje tunelu, jako je například osvětlení, vzduchotechnika, napájení elektrickou energií, požárních a bezpečnostních zařízení a dalších prvků vybavení tunelu. Při mimořádných událostech je dispečer technologie tím, kdo spolupracuje se složkami Integrovaného záchranného systému a na pokyn velitele zásahu provádí úpravy funkcí technologického vybavení podle potřeb zasahujících jednotek.

Další personál, který je podle metodického pokynu obsluhou tunelu, jsou pracovníci údržby. Personál z této kategorie není při běžném provozování přítomen na dispečinku řízení tunelu, který je vidět na obr. 1, a bezprostředně neovlivňuje provoz v tunelu. Pracovníci údržby jsou zodpovědní za servis a profylaxi jednotlivých provozních souborů a stavebních objektů a řešení odstranění následků mimořádných událostí, které vzniknou v souvislosti s poruchami technologického vybavení tunelu v nepřetržitém provozu. Jejich hlavní funkcí je udržovat tunel v provozuschopném stavu.

ODBORNÁ PŘÍPRAVA OBSLUH TUNELŮ

Předmětem odborné přípravy je seznámení obsluh tunelů se standardním provozem a udržením bezpečnosti tohoto provozu.

the Czech Republic (hereinafter referred to as the RMD CR). In addition to those specifications it introduces and specifies recording of finished training courses and training of all persons included in the process of professional preparation of tunnel operators.

TUNNEL OPERATORS

As mentioned in the methodological instruction “*Training of tunnel operators*”, the personnel staff participating in tunnel operation management is divided according to the activities into traffic operators, equipment managers and important maintenance staff. All these persons closely collaborate together and coordinate their activities when managing the tunnel operation process in the standard regime, special and exceptional events and during emergency events.

Traffic operators are usually employees of the Police of the Czech Republic. Their task is to manage traffic in tunnels. Traffic operators ensure regulation or adjustments of the velocity of passage through a tunnel depending on the traffic situation and carry out closing of individual traffic lanes or, possibly, the tunnel tube or the whole tunnel if required by the traffic situation. They use variable traffic signs in the tunnel and outside the tunnel for traffic control directly linking to the tunnel operation and traffic in the tunnel and its surroundings.

Tunnel equipment managers supervise the correct function of operating units and civil engineering structures of the tunnel. Their duty is to secure full functionality of the tunnel equipment, such as for example lighting, ventilation, power supplies, fire and safety equipment and other tunnel equipment elements. During emergencies the equipment manager is the person who collaborates with the components of the Integrated Rescue System and, on command of the commander of the intervention, ensures adjusting of technical equipment functions to the needs of the intervening units.

According to the methodological instruction, the other personnel forming the team of tunnel operators are represented by maintenance staff. This category personnel are not present at the tunnel operation management centre which can be seen in Fig. 1, and which does not directly affect traffic in the tunnel. Employees of the maintenance team are responsible for service and prophylaxis of individual operating units and civil engineering structures and for removing consequences of the exceptional events which originate in the relationship with defects of technical equipment of the tunnel during continuous operation. The main function of the maintenance staff is to keep the tunnel in operational condition.

PROFESSIONAL PREPARATION OF TUNNEL OPERATORS

The objective of the professional preparation is to inform tunnel operators about standard operation and maintenance of safety of this operation. The most important aspect of the training is giving the operators information about tunnel operation in extraordinary regimes, first of all when extraordinary events have to be solved with respect to protection of life, health and property of road users and subsequently also protection of state property, i.e. the tunnel structure itself.

Nejdůležitějším aspektem školení je pak seznámení obsluh s provozováním tunelu v mimořádném režimu, zejména při řešení mimořádných událostí s ohledem na ochranu života, zdraví a majetku účastníků silničního provozu a následně také na ochranu majetku státu, tedy samotné stavby tunelu.

Odborná příprava probíhá v několika fázích. První fáze je základní kurz, kde se personál seznámí se základy tunelové problematiky a získá základní informace o provozování tunelu. Dále jsou obsluhy povinny absolvovat každoroční pravidelné školení, kde získávají teoretické znalosti o provozu v tunelech na pozemních komunikacích a prohlubují si ty již nabyté. Na pravidelném školení se obsluhy dozvědí také o případných změnách v předpisech a o nových trendech v tunelové problematice. V případě zásadních změn nebo mimořádných událostí, které v minulosti nebyly řešeny, je pravidelné školení doplněno o školení mimořádné, které má účastníky seznámit s hlavními novinkami v oboru, použitými postupy řešení mimořádných událostí s cílem upevnit jejich správné řešení, či poukázat na nedostatky v činnosti obsluh v praxi, aby se negativa napříště neprojevovala. Získané teoretické znalosti musí umět operátoři dopravy a dispečeri technologie přenést následně do praxe. Z tohoto důvodu každoročně absolvují pravidelný výcvik na tunelovém trenažeru, který je shodný s řídicím systémem řízeného tunelu. Při pravidelném výcviku se učí správné reakci na vzniklé mimořádné události, postupu při jejich řešení a bezchybné komunikaci s ostatními účastníky řízení, se složkami Integrovaného záchranného systému, ale i účastníky silničního provozu. Přestože se složky Integrovaného záchranného systému na bezprostřední obsluhu tunelu nepodílejí (vyjma operátorů dopravy), pro řešení mimořádných událostí v dopravním prostoru tunelu i mimo něj je potřeba jistá znalost a připravenost těchto složek. Jedná se zejména o předurčené jednotky Hasičského záchranného sboru a Policie ČR, Zdravotnické záchranné služby. Ta je zajištěna teoretickou přípravou a taktickými cvičeními v prostorách tunelu. Podstatnou část přípravy pak tvoří také distanční samostudium dostupných materiálů a celková angažovanost všech účastníků.

Základní kurz

Základní kurz je povinen absolvovat každý nově přijatý pracovník zařazený do obsluhy tunelu. Je základem pro potřebnou odbornou způsobilost. Podle pozice, na kterou pracovník nastupuje, je základní kurz rozdělen do 3–5 dnů, přičemž operátoři dopravy a dispečeri technologie absolvují pětidenní kurz o osmi přednáškových hodinách, jedné hodině cvičení a testování a třech konzultačních hodinách. Pracovníci údržby absolvují kurz třídní o osmi přednáškových hodinách a čtyřech hodinách cvičení a testování.

Cílem základního kurzu je představit novému pracovníkovi tunelovou problematiku. Účastník kurzu se seznámí s platnou legislativou, získá základní znalost jednotlivých provozních souborů a stavebních objektů tunelu. Dále se seznámí se standardním, zvláště i mimořádným režimem provozování tunelu a vazbami na technologické vybavení tunelu. Příkladný přehled tematických celků základního kurzu pro nového operátora dopravy je uveden v tab. 1.

Poslední den základního kurzu pracovník skládá závěrečnou zkoušku formou testu. Při úspěšném splnění získává osvědčení o odborné způsobilosti s omezenou platností na čtyři roky. Po uplynutí této lhůty je nutné základní kurz absolvovat v rozsahu upevnění nabytých znalostí. V případě nesplnění podmínek pro udělení osvědčení nemůže pracovník funkci vykonávat.

The professional preparation is conducted in several phases. The first phase lies in the basic course, where people are informed about the basics of tunnel problems and obtain basic information about tunnel operation. Further on, the operators are obliged to pass annual regular training where they gather theoretical knowledge on operation of road tunnels and deepen the acquired knowledge. During regular trainings the operators in addition learn about possible changes in regulations and new trends in tunnel issues. In cases of the fundamental changes or extraordinary events which had not been solved in the past, the regular training is supplemented by extra training the objective of which is to inform the participants about news in the line of work, procedures applied to solving extraordinary events with the aim of reinforcing the correct solution or pointing out drawbacks of activities of operators in practice so that the negatives no more appear in the future. Traffic managers have to know how to subsequently transfer the acquired knowledge into practice. For that reason they attend regular training on a tunnel operation simulator which is identical with the system of the tunnel being controlled. During the regular training they learn appropriate response to originating extraordinary events, the procedure for their solution and flawless communication with other participants in the event management, components of the Integrated Rescue System, but also with road users. Despite the fact that components of the Integrated Rescue System do not participate in the immediate tunnel operation (with the exception of traffic managers), certain knowledge and preparedness of those components is required for solving extraordinary events in the tunnel traffic space and outside of the tunnel. This is first of all the case of predetermined units of the Fire Rescue Service and the Police of the CR and the Emergency Medical Service. It is ensured by theoretical preparation and tactical exercises inside tunnels. Even distance learning of materials available and overall engagement of all participants form a significant part of the preparation.

Basic course

Attending the basic course is obligatory for each newly employed person included into tunnel services. It is the basis for the required professional competence. The basic course is divided into 3-5 days with respect to the position the employee will assume. Traffic managers and equipment managers attend the five-day course with eight lecture hours, one hour of exercising and testing and three consultancy lessons. Maintenance workers attend a three-day course with eight lecturing hours and four hours of exercising and testing.

The objective of the basic course is to acquaint a new employee with tunnel issues. The new employee is informed about the applicable legislation, gains knowledge of individual operating units and civil engineering structures of tunnels. The employees acquaint themselves with the standard, special and extraordinary regimes of tunnel operation relating to the tunnel equipment. An example of the summary of thematic units of the basic course for new traffic managers is presented in Table 1.

The last day of the basic course, the employees take final exams in the form of a test. In the case of successful completion they obtain certificates with limited validity for four years. After this period it is necessary to repeat the basic course in the scope necessary for strengthening the gathered knowledge. In the case of failing to

Tab. 1 Tematické celky základního kurzu operátora dopravy

skupiny předmětů	dopravní telematika, legislativa	technologie tunelového systému	provozní dokumentace	bezpečnost	provoz
kód	A	C	E	F	G
1. den	evropská směrnice, zákon o pozemních komunikacích a zákon o krizovém řízení	návrhové prvky tunelů, projektování tunelů	přehled provozní dokumentace	zásady bezpečnosti práce	základní principy provozu silničních tunelů
2. den	TP 98, TP 154	napájení, osvětlení, ventilace tunelů	dopravní a provozní řád	hlavní faktory vzniku požárů v silničních tunelech	provozované stavy
3. den	architektura tunelového systému	požární zabezpečení	havarijní karta	účinky požárů v silničním tunelu a opatření na jejich snížení	údržba, opravy, rekonstrukce
4. den	systém řízení dopravy v tunelu	další zařízení tunelů	bezpečnostní dokumentace	dopravní excesy v tunelu a mimo tunel	řízení silničních tunelů
5. den	závěrečné zkoušky				

Table 1 Thematic units of the basis course for traffic managers

groups of subjects	traffic telematics legislation	tunnel system equipment	operating documents	safety	operation
code	A	C	E	F	G
1 st day	European directive, road act and crisis management act	tunnel design elements, designing for tunnels	summary of operating documents	principles of safety at work	basic principles of operation of road tunnels
2 nd day	technical specifications TP 98, TP 154	power supply, lighting, tunnel ventilation	traffic order and operating rules	main factors of origination of fires in road tunnels	states of operation
3 rd day	tunnel system architecture	fire provision	accident card	effects of fires in road tunnel and measures for their restriction	maintenance, repairs, reconstruction
4 th day	system of traffic control in tunnel	other tunnel equipment	safety documents	traffic excesses inside tunnel and outside tunnel	management of road tunnels
5 th day	final exams				

Pravidelné školení

Pravidelné školení je realizováno jednou ročně v rozsahu jednoho dne o čtyřech hodinách přednášek a dvou hodinách konzultací. Pravidelné školení je ukončeno testem. V případě nesplnění tohoto testu je možné pracovníkovi odebrat osvědčení o odborné způsobilosti a doporučit opětovné absolvování základního kurzu. V případě splnění stanovených podmínek získává účastník potvrzení o vykonání pravidelného školení a potvrdí tak platnost oprávnění k výkonu činnosti. Předmětem pravidelného školení je ožívování nabytých teoretických znalostí, zejména pak znalostí potřebných pro řešení mimořádných událostí. Vyhrazené konzultační hodiny je možné využít k prohloubení znalostí, které pracovníky zajímají nejvíce, nebo naopak v nich mají nejvíce nejasností.

Mimořádné školení

Mimořádné školení patří do teoretické části přípravy. Mimořádné školení se provádí při zásadních změnách v legislativě, které mají dopad na řízení provozu. Dále se školení provádí při změnách technologie nebo mimořádných událostech, které podstatným způsobem mění zaběhnuté pracovní postupy a procesy. Školení je také možné pořádat na žádost správce při zjištěných nedostacích ve znalostech obsluh tunelů, případně při zjištěném nedodržování bezpečnosti práce. Předmětem mimořádného školení je vždy událost či jev, který potřebu po mimořádném školení vyvolal. Toto

meet the conditions for granting the certificate the employee can no more work in the function.

Regular training

Regular training is conducted once a year within the scope of one day with four hours of lectures and two hours of consultancy. The regular training is concluded by a test. In the case of failing to pass the test it is possible to take employee's certificate of professional competence away and recommend repeated attendance of the basic course. In the case of meeting the prescribed conditions the participant obtains the certificate of completing the regular training and confirms the validity of the authorisation to perform the work. The subject of the regular training lies in refreshing the theoretical knowledge obtained, first of all knowledge required for solving extraordinary events. The hours set aside for consultancy can be used for deepening the knowledge of things interesting the employees most of all or, conversely, things most unclear to them.

Extra training

Extra training belongs among parts of the theoretical part of the preparation. Extra training is conducted in the cases of principal changes in legislation having impact on management of the tunnel operation. In addition, training is conducted in the cases



*Obr. 2 Školící a výcvikové středisko ŘSD ČR Petrovice
Fig. 2 Petrovice training and exercising centre of the RMD of the CR*

školení probíhá převážně formou přednášek a konzultací, ve výjimečných případech se realizuje formou výcviku a seznámení se s novou technologií. Mimořádné školení není zpravidla zakončeno testem, v odůvodněných případech může být ovšem test podmínkou a jeho nesplnění může vést k odebrání osvědčení o odborné způsobilosti.

Pravidelný výcvik

Pravidelný výcvik na výcvikovém trenažeru ve výcvikovém středisku ŘSD ČR v Petrovicích, které je zobrazeno na obr. 2, probíhá dvakrát ročně s dotací 12 vyučovacích hodin na každého člena obsluhy tunelu. Předmětem tohoto výcviku je prohloubení znalostí o řídicím systému daného tunelu, správná reakce na mimořádné události a řešení nestandardních situací, které v běžném provozu nevznikají pravidelně, a operátoři a dispečeré tak nemají možnost si tyto situace pravidelně ozkoušet a zažít. Poslední den pravidelného výcviku je zakončen praktickým testem na trenažeru, při kterém operátoři a dispečeré prokazují schopnost řešit krizové situace a zvládat tyto situace i ve stresu a časové tísní. Na základě úspěšně absolvovaného testu pracovník získává potvrzení o vykonaném výcviku a splní podmínku pro platnost oprávnění k výkonu činnosti. Test je možné absolvovat opakovaně až do úspěšného zvládnutí. Neúspěch při praktickém výcviku může být důvodem k odebrání osvědčení o odborné způsobilosti a opětovnému absolvování základního kurzu.

Distanční studium a samostudium

Podstatná část odborné přípravy je založena také na ochotě a angažovanosti účastníků tunelového provozu. Distanční studium a samostudium probíhá formou e-learningu z předem připravených materiálů. Nejasnosti je poté možné vysvětlit v rámci konzultací na pravidelném školení a výcviku. Základním předpokladem obsluh tunelů je ochota se dále vzdělávat a prohlubovat nabyté znalosti. K tomuto účelu je možné využít pořádaných konferencí a seminářů zaměřených na tunelovou problematiku, exkurzí na jiných tunelových dispečincích a účasti na taktických cvičeních.

of changes in technology or extraordinary events significantly changing usual work procedures and processes. Training can also be organised on administrator's request in the case of gaps in the knowledge of tunnel operators or in the case of detecting safety infringement. The event or phenomenon which brought about the need for the extra training is always the subject of the extra training. The training has mostly the form of lectures and consultancy, in exceptional cases it is carried out in the form of exercising and acquainting the operators with the new technology. Extra training is usually not concluded by a test; nevertheless, in justified cases, the test can be a condition and failing to pass it may lead to taking the certificate of professional competence away.

Regular exercising

Regular exercising on the tunnel operation simulator at the training centre of the RMD CR in Petrovice (see Fig. 2) takes place twice a year and is endowed with 12 teaching hours per each member of the tunnel operation team. The objective of this exercising is to deepen the knowledge about the management system of the particular tunnel, the appropriate response to extraordinary events and solving non-standard situations which do not originate regularly during common operation and operators and managers do not have opportunity to try and experience such situations regularly. The last day of the regular exercising is ended by a practical test on the simulator, where operators and managers prove their ability to solve crisis situations and cope with the situation even in stress and under time pressure. The employees obtain certification of the completed training on the basis of the success in the test, thus they will fulfil the condition for validity of the authorisation to pursue their activity. The test can be attended repeatedly until successful completion. Failing to pass the practical exercising can be the reason for taking employee's certificate of professional competence away and for repeated attendance at the basic course.

Distance study and self-study

Substantial part of the professional preparation is even based on willingness and engagement of the participants in the tunnel operation. The distance studying and self-studying has the form of e-learning from materials prepared in advance. Ambiguities can be explained subsequently within the framework of consultancy at regular training sessions. The basic condition regarding tunnel operators is that they are willing to be further educated and deepen the obtained knowledge. For this purpose it is possible to use conferences and seminars focused on tunnel issues, excursions to other tunnel management centres and participation in tactical exercises.

Exercises of the Integrated Rescue System (IRS)

Despite the fact that the professional preparation of basic components of the IRS is not the responsibility of the tunnel administrator, it follows from the experience gathered when solving extraordinary events in tunnels that it is necessary to prepare the IRS components for specific courses of the events. The tunnel is different from the linking road in terms of its accessibility and even the courses of extraordinary events (not only fires, but also traffic accidents) are different.

Cvičení IZS

Přestože odborná příprava základních složek IZS není v gesci správce tunelu, ze zkušeností při řešení mimořádných událostí v tunelu vyplývá potřeba tyto složky připravit na specifický průběh těchto událostí. Tunel je od navazující komunikace rozdílný svou přístupností, různý je i průběh mimořádných událostí, a to nejen požárů, ale i dopravních nehod.

Příprava předurčených složek IZS je složena z teoretické přípravy, prohlídky tunelu a seznámení se s místními podmínkami a požárnětaktického cvičení, které je předpokladem efektivní součinnosti pracovníků obsluhy tunelů a zasahujících složek IZS. Pravidelné provádění těchto cvičení je požadavkem směrnice 2004/54/ES o minimálních požadavcích na tunely transevropské silniční sítě. Tato cvičení probíhají v době uzavírky tunelu v intervalech podle potřeby a plánu HZS příslušného kraje.

Další rozvoj této přípravy je podmíněn vybudováním výcvikového polygonu, kde budou předurčené složky Integrovaného záchranného systému provádět výcvik v simulovaných podmínkách, který se maximálně blíží skutečným podmínkám při zásahu v tunelu. Problematika vybudování výcvikového polygonu se intenzivně řeší.

ZÁVĚR

Z výše uvedeného je patrné, že s nárůstem intenzity silniční dopravy se neustále zvyšují i nároky na úroveň bezpečnosti provozu na komunikacích a zejména v tunelech, kde je riziko ovlivněné specifickým prostředím. Z tohoto důvodu je potřeba všechny pracovníky obsluh tunelů neustále a systematicky připravovat na řešení vzniklých situací s ohledem na ochranu zdraví a majetku všech účastníků. Nelze ovšem ustrnout v zavedených postupech, jelikož doprava na pozemních komunikacích se neustále vyvíjí a metodické postupy odborné přípravy obsluh tunelů je potřeba neustále aktualizovat a přizpůsobovat dalšímu vývoji v dopravě a provozu v tunelech na pozemních komunikacích.

Dále je v problematice školení obsluh tunelů patrná nejednotnost v přístupu k praxi mezi jednotlivými správci tunelů na pozemních komunikacích. Ředitelství silnic a dálnic ČR není správcem veškerých silničních tunelů na území České republiky a autoři článku nejsou informováni o stavu a praxi školení u správců dalších tunelů. Autoři proto doporučují do budoucna se tímto problémem zabývat a školení obsluh standardizovat a na území České republiky sjednotit. Tato spolupráce správních orgánů má jednoznačné výhody spočívající ve výměně zkušeností s provozem rozdílných tunelů a univerzálnosti a zastupitelnosti jednotlivých pracovníků na pozicích obsluhy.

MARTIN ŽOHA,

martin.zoha@rsd.cz,

Mgr. FRANTIŠEK RAINER,

frantisek.rainer@rsd.cz, Ředitelství silnic a dálnic ČR

Recenzoval: prof. Ing. Pavel Příbyl, Dr.Sc.

Preparation of predetermined IRS components consists of theoretical preparation, examination of the tunnel, acquainting them with local conditions and a tactical fire exercise, which is a condition for effective collaboration between tunnel operation workers and intervening IRS units. Regularly organised exercises are required by the Directive No. 2004/54/ES on minimum safety requirements for tunnels in the Trans-European Road Network. The exercises are carried out during tunnel closures, at intervals as needed and according to the plan of the Fire Rescue Service of the particular region.

Further development of the preparation is conditioned by developing a training polygon where predetermined components of the Integrated Rescue System will conduct training under simulated conditions which will maximally approximate real conditions during an intervention in the tunnel. The issue of the training polygon is being intensely solved.

CONCLUSION

It is obvious from the text above that requirements for the level of road traffic safety, first of all safety in tunnels where the risk is affected by the specific environment, continually increase with the growing road traffic volume. For that reason it is necessary to continually and systematically prepare all tunnel operators for solving the originating situations with respect to protection of health and property of all traffic participants. But it is not possible to stagnate on the established procedures because road traffic continually develops and methodological procedures of professional preparation of tunnel operators need continual upgrading and adapting to the further development in traffic in road tunnels.

Disunity is obvious in the approach to the practice among individual tunnel administrators of road tunnels as far as the issues of the training of tunnel operators are concerned. The Road and Motorway Directorate of the CR is not the administrator of all road tunnels in the Czech Republic and the authors of this paper are not informed about the state and practice among administrators of the other tunnels. The authors therefore recommend for the future that this problem is to be dealt with and training of operators is standardised and unified in the Czech Republic. This collaboration of administrative authorities has unambiguous advantage lying in the exchange of experience with the operation of different tunnels and universality and substitutability of individual workers in the position of operators.

MARTIN ŽOHA,

martin.zoha@rsd.cz,

Mgr. FRANTIŠEK RAINER,

frantisek.rainer@rsd.cz, Ředitelství silnic a dálnic ČR

LITERATURA / REFERENCES

- [1] Školení obsluh tunelů. Praha: Ministerstvo dopravy, 2008
- [2] Operation, Technical Committee 3.3 Road Tunnel. Guide for organizing, recruiting and training road tunnel operating staff. Paris: World Road Association (PIARC), 2007
- [3] Nařízení vlády o bezpečnostních požadavcích na tunely pozemních komunikací delší než 500 metrů. 2009, č. 264
- [4] Příkaz ředitele provozního úseku č. 3/2011. Příkaz provozního ředitele k zajištění organizace a provádění odborné přípravy obsluh tunelů a jednotnému vedení provozní dokumentace u tunelů v gesci ŘSD ČR. Praha: Ředitelství silnic a dálnic ČR, 2011

VÝZNAMNÉ OPRAVY DÁLNIČNÍCH A SILNIČNÍCH TUNELŮ V ČR – REALIZACE A PLÁNOVÁNÍ

SIGNIFICANT REPAIRS OF MOTORWAY AND ROAD TUNNELS IN THE CZECH REPUBLIC – REALISATION AND PLANNING

PAVEL JEŘÁBEK, FRANTIŠEK RAINER

ABSTRAKT

První dálniční tunely byly uvedeny do provozu na přelomu let 2006 a 2007. Po celou dobu provozu jsou tunely pravidelně servisovány a průběžně byly odstraňovány poruchy a vady na technologické a stavební části. Všechny provozované tunely ve správě ŘSD ČR jsou dnes provozuschopné, avšak některé vyžadují opravy středního rozsahu. O dvou prvních opravách významnějšího rozsahu pojednává následující článek.

ABSTRACT

First motorway tunnels were opened to traffic at the end of 2006 and at the start of 2007. The tunnels are regularly serviced and snags and defects in equipment and civil engineering parts were continually removed throughout the operation of the tunnels. All tunnels operating under the management of the Road and Motorway Directorate of the CR are currently operational, but some require medium-range repairs. The following paper deals with first two repairs with more significant extent.

ÚVOD

Nejvíce problematický je stav u technologického vybavení některých provozovaných tunelů, kdy došlo ke značnému opotřebení a degradaci zásadních provozních souborů natolik, že jsou příčinou opravy středního rozsahu stavební a technologické části tunelu. Tyto opravy byly vyvolány za prvé špatným stavem technologického vybavení tunelu, jako jsou například osvětlení a ventilace, na kterých se podepsalo především agresivní prostředí v tunelu, a za druhé již morálním zastaráním komponentů řídicího a kamerového systému. Prvními tunely, které se v současné době nacházejí ve fázi realizace opravy, jsou tunel Valík a Klimkovický tunel. U tunelu Valík se jedná o standardní dobu opravy. U Klimkovického tunelu bylo kvůli pokročilé degradaci technologie přikročeno k realizaci opravy o pár let dříve. Vzhledem k tomu, že realizace oprav zmíněných tunelů právě probíhá, článek pojednává o přípravě oprav a rozhodujících příčinách oprav samotných.

OPRAVA TUNELU VALÍK

Výstavba tunelu Valík probíhala v letech 2003–2006, kdy v říjnu 2006 byl uveden do předčasného užívání a v září 2007 do provozu. Pravá tunelová trouba je dlouhá 390 m a levá 380 m. Každá trouba má dva jízdní pruhy šířky 3,75 m a jeden nouzový pruh šířky 3,25 m. Průjezdni profil je vysoký 4,8 m a vzhledem k tomu, že technické vybavení tunelu je ve výšce 5,35 m nad vozovkou, lze tunelem dopravovat i nadměrné náklady do výšky 5,2 m. Tunel byl projektován a vybaven na bezpečnostní kategorii TA.

Při přípravě projektové dokumentace provedení stavby pro opravu středního rozsahu bylo na základě dopravního zatížení a dalších odborných parametrů rozhodnuto, že se zohlední dosavadní provozní zkušenosti a připustí se s dodržáním bezpečnostních standardů změna bezpečnostní kategorie (z TA na kategorii TC) a spolu s tím se přistoupí k optimalizaci technologického vybavení tunelu. Z tohoto důvodu dojde k demontáži opotřebených proudových ventilátorů (obr. 1), které již nebudou znovu instalovány. Bez náhrady budou demontovány i další technické prvky, které nejsou pro tunel kategorie TC potřeba, jako je například měření CO, opacity a ozvučení tunelu. Touto redukcí dojde k úspoře nákladů jak při probíhající opravě tunelu, tak i při následném servisu a údržbě v dalších letech. Dojde-li ke skutečnému zvýšení dopravního zatížení tunelu a bude třeba

INTRODUCTION

Most problematic conditions are encountered in the field of technical equipment of some operating tunnels, where crucial operating units were significantly worn and degraded so much that they are the causes for medium-range repairs of equipment and civil-engineering parts of the tunnels. The repairs were triggered firstly by the poor condition of the tunnel technology equipment, for instance tunnel lighting and ventilation, to which the corrosive environment contributed most of all, and, secondly, by the moral obsolescence of components of the management and camera surveillance systems. The Valík and Klimkovice tunnels are the first tunnels being currently in the phase of realisation of repairs. In the case of the Valík tunnel, the duration of the repair is standard. In the case of the Klimkovice tunnel, the Road and Motorway Directorate of the CR (Ředitelství silnic a dálnic ČR) started to repair it several years earlier, with respect to the advanced degradation of the tunnel equipment. With respect to the fact that the realisation of the repairs of the above-mentioned tunnels is currently underway, the paper describes the preparation of the repairs and the decisive causes of the repairs.

REPAIR OF VALÍK TUNNEL

The construction of the Valík tunnel was carried out from 2003 to 2006. It was opened to early use in October 2006 and was opened to regular traffic in September 2007. The right tunnel tube and the left tunnel tube are 390m and 380m long, respectively. Each tube has two 3.75m wide traffic lanes and one 3.25m wide emergency stopping lane. The clearance profile is 4.8m high and, thanks to the fact that the tunnel equipment of the tunnel is installed 5.35m above the roadway, it is possible to transport even cargo with excessive height up to 5.2m through the tunnel. The tunnel was designed and equipped for the TA safety category.

The decision to take the existing operational experience into consideration and carry out a change from the safety category TA to category TC was made during the preparation of the medium-range repair the medium-range repair was made on the basis of the volume of traffic and other technical parameters during the preparation of the detailed design for repair, under the condition



Obr. 1 Demontáž proudového ventilátoru
Fig. 1 Disassembly of a jet fan

vzduchotechniku doplnit, pak nic nebrání tunel dovybavit. Nicméně tuto situaci podle dlouhodobého vývoje a provedených statistických výpočtů lze předpokládat u tunelu Valík až kolem roku 2050. Do této doby se jeví vzduchotechnika u tunelu Valík jako nadbytečná. Navíc předpokládaným zvýšením průjezdní rychlosti na 100 km/h lze očekávat významné zvýšení pístového efektu při odvětrávání tunelových trub v běžném provozu projíždějícími vozidly.

Stávající osvětlení tunelu Valík je ve špatném stavu, jak dokumentuje obr. 2 a obr. 3, a je třeba jej vyměnit. Se zvýšením rychlosti v tunelu dále souvisí i přepočítání světelných podmínek v tunelu a přilehlých úsecích tak, aby nové osvětlení splňovalo podmínky pro průjezdní rychlost 100 km/hod. Z tohoto důvodu dojde k úpravě počtu svítidel a zároveň ke změně technologie, kdy bude použito nové LED osvětlení, a to i na přilehlém veřejném osvětlení předportálových úseků. V nové LED technologii bude provedeno i vodící a orientační osvětlení v tunelu. Od této úpravy lze očekávat nejen zvýšení komfortu a zrakové pohody řidičů, ale i podstatné úspory nákladů správce, které jsou spojené s provozem a údržbou osvětlení. Z důvodu změny limitu průjezdní rychlosti v tunelu dojde k úpravě dopravního značení včetně proměnného dopravního značení pro úpravu rychlosti na předportálových úsecích a na portálech tunelu.

Dalším významným provozním souborem, který bude obměněn v rámci této opravy, je vnitřní televizní okruh. Kamerový systém

that the safety standards were maintained and the tunnel equipment was optimised together with the repair. For that reason the worn jet fans will be disassembled (see Fig. 1) and will not be installed again. Even other technical elements unnecessary for the TC category tunnel, such as the CO measurement system, the opacity measurement system and the public address system will be disassembled without substitution. Costs will be saved owing to this reduction both during the ongoing repair of the tunnel and during the tunnel services and maintenance during the following years. If the traffic volume in the tunnel really increases and it will be necessary to add ventilation equipment, nothing will prevent it. Nevertheless, according to the long-term development and the statistic calculations conducted, this situation cannot be expected in the Valík tunnel until around 2050. Until that time, the Valík tunnel ventilation appears to be redundant. In addition, it is possible to expect an increase in the piston effect on the ventilation of the tunnel tubes due to the expected increase in the speed of vehicles passing through the tunnel during common operation to 100km/h.

The existing lighting of the Valík tunnel is in poor condition, as documented in Figures 2 and 3, and has to be replaced. The recalculation of lighting conditions in the tunnel and on adjoining road sections which is required for the new lighting to meet conditions for the passage speed of 100km/h is also associated with the increased highest speed limit for the tunnel. This is the reason for which the quantity of luminaries will be adjusted and, at the same time, the technology will be changed and new LED lighting will be used, even on the adjoining public lighting of the pre-portal sections. The new LED technology will be applied to the installation of the kerbside guidance lighting and orientation lighting in the tunnel. It is possible to expect that this solution will not only increase the comfort including driver's visual comfort, but will also save administrator costs associated with the operation and maintenance of the lighting. Traffic signs including the variable signs for the adjustment of speed in pre-portal sections and at tunnel portals will be changed because of the change in the tunnel passage speed limit.

The closed-circuit TV is another important operating unit do be replaced within the framework of this repair. The camera system serves to ensure the operational ability of the tunnel and to allow viewing of traffic. During the repair work the system will be upgraded to current technology standards. The cameras, recording and server technologies and the video detection systems will be replaced.

The replacement of the control and visualisation part of the technology equipment of the traffic and equipment management system of the Valík tunnel and its pre-portal equipment is an important part of the tunnel repair.

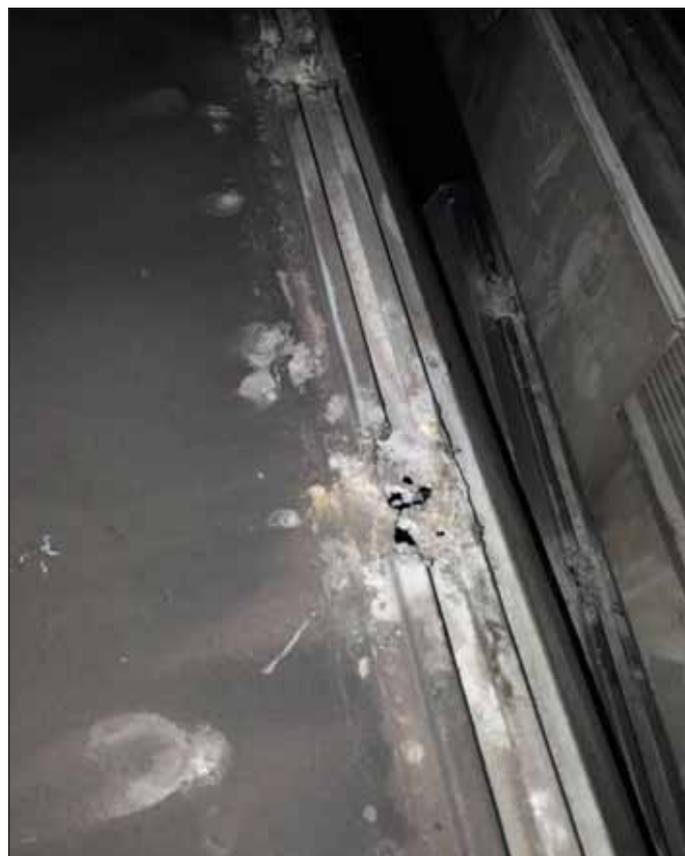
One of important parts of the tunnel repair will be the replacement of existing emergency call stations and DIS-SOS switchboards, including adjustment of the existing optical cable, reconstruction of existing power supply points and adjustment of cabling.

The repair will even affect the radio link component, which is already at the end of its lifetime. At the same time, the services of the Fire Rescue Service will be retuned according to the new frequency plan. The completed adjustments will make the transducers operational on the frequencies given by the new individual licence for this component. For the above reason, the old radiating cable and, subsequently, installation of a new cable, including connectors and fixing elements will be carried out.

The repair will even affect the operational unit for measurement of physical quantities, where only the measurement of airflow velocity in the tunnel, measurement of temperature, measurement



Obr. 2 Detail degradace demontovaného osvětlení
Fig. 2 Detail of degradation of the disassembled lighting



Obr. 3 Detail degradace demontovaného osvětlení
Fig. 3 Detail of degradation of the disassembled lighting

slouží k zajištění provozuschopnosti tunelu a k náhledu na dopravu. Opravou dojde k upgrade systému podle současných technologických standardů. Budou obměněny kamery, záznamové a serverové technologie a videodetekční systém.

Důležitou částí opravy tunelu je výměna řídicí a vizualizační části technologického vybavení řídicího systému dopravy a technologie tunelu Valík a jeho přítunelové technologie.

Součástí opravy tunelu bude v úseku km 56–80 výměna stávajících SOS hlásek a rozvaděčů DIS – SOS, včetně úpravy stávajícího optického kabelu, rekonstrukce stávajících napájecích bodů a úprava kabeláže.

Oprava se dotkne i komponent rádiového spojení, které je na hranici své životnosti. Zároveň dochází k přeladění služeb Hasičského záchranného sboru ČR podle nového kmitočtového plánu. Provedenými úpravami dojde ke zprovoznění převaděčů na kmitočtech nového individuálního oprávnění této složky. Z výše uvedeného důvodu dojde v rámci opravy k demontáži starého vyzařovacího kabelu a následné montáži nového, včetně konektorů a uchycovacích prvků.

Opravou bude dotčen i provozní soubor měření fyzikálních veličin, kde zůstane zachováno pouze měření rychlosti proudění v tunelu, měření teploty, měření výšky hladiny u akumulací nádrže požární vody a nádrže kontaminované vody. U všech zachovalých měření budou instalována nová čidla.

V tunelu je instalován systém měření úsekové rychlosti, tento bude během opravy rozšířen o systém detekce přepravy nebezpečných látek.

Součástí přípravy projektové dokumentace byla i diagnostika tunelového vodovodu, která vykazovala dílčí závady na hydrantech. V průběhu rekonstrukce dojde k opravě poškozených částí a současně bude upraveno nastavení tlaku v požárním vodovodu, kdy trvale bude tlak nastaven na 0,6–0,8 MPa a v případě požáru řídicí systém zvedne tlak na 0,8–1,1 MPa.

of water level in the fire water retention basin and the contaminated water basin will remain. New sensors will be installed at all preserved measurement systems.

The sectional speed measurement system which is installed in the tunnel will be expanded during the repair by adding a hazardous substances transport detection system.

Even the diagnostics for the tunnel water main was part of the preparation of the design. It exhibited partial defects on hydrants. The defective parts will be repaired during the course of the repair and, at the same time, the pressure in the fire main will be permanently set at 0.6–0.8 MPa; the management system will rise the pressure to 0.8–1.1 MPa in the case of a fire.

The rehabilitation of the civil engineering part of the tunnel will be an inseparable part of the tunnel repair. Cracks and damaged filling of expansion joints will be repaired. Even the repair of defective fire sealing will be part of repairs of the civil-engineering part.

REPAIR OF KLIMKOVICE TUNNEL

The construction of the Klimkovice tunnel continued from 2004 to 2008. The tunnel was opened to traffic in May 2008. The highest speed limit for the tunnel is set at 80 km/h and no adjustment of this limit for the passage speed will take place within the framework of this repair. The right tunnel tube and the left tunnel tube are 1088.09 m and 1076.82 m long, respectively. Each tube has two 3.75 m wide traffic lanes; the passage height amounts to 4.8 m. The TA safety category is applied to the tunnel. It will remain unchanged with respect to the tunnel parameters. The effect of the corrosive environment acted on equipment in the Klimkovice tunnel more than in other tunnels. The materials were heavily degraded, which fact manifested itself on the total longevity of the technology units. The tunnel ventilation equipment was one of the most affected

Nedílnou součástí opravy tunelu bude sanace stavební části, kdy dojde k opravám trhlin a poškozených výplní dilatačních spár. Součástí oprav stavební části bude i oprava požárních ucpávek.

OPRAVA KLIMKOVICKÉHO TUNELU

Stavba Klimkovického tunelu probíhala v letech 2004–2008 a v květnu 2008 byl uveden do provozu. Nejvyšší dovolená rychlost v tunelu je 80 km/hod a v rámci této opravy nemůže dojít ke změně limitu průjezdní rychlosti. Pravá tunelová trouba je dlouhá 1088,09 m a levá 1076,82 m. Každá trouba má dva jízdní pruhy šířky 3,75 m, průjezdná výška je 4,8 m. Bezpečnostní kategorie tunelu je TA a vzhledem k parametrům tunelu zůstává tato beze změny. Na technologii Klimkovického tunelu se více než v jiných tunelech projevil vliv agresivního prostředí. Došlo k silné degradaci materiálů, které ovlivnilo celkovou životnost technologických celků. Jedním z nejvíce postižených provozních souborů byla vzduchotechnika tunelu. Tunel je vybaven čtyřmi dvojicemi ventilátorů v každé troubě. V rámci opravy dojde k výměně všech ventilátorů. Konstrukce nových ventilátorů musí být vhodná pro požadovanou životnost 15 let při definovaných korozních podmínkách, které byly klasifikovány jako stupeň korozní agresivity atmosféry C5 dle ČSN EN ISO 12944-2. Materiál oběžných kol ventilátorů musí splňovat podmínky úspěšného provozu v silničních tunelech ve střední Evropě v korozivním prostředí v rámci závislosti prostředí tunelu na ovlivňujících faktorech, jako jsou posypové soli aj.

Stávající řídicí systém tunelu je poplatný době zprovoznění, během opravy proběhne jeho upgrade tak, aby splňoval dnešní standardy.

Vzhledem k výstavbě současného kamerového systému trasy v roce 2006 a navyšování počtu kamer během provozu sestává dnešní systém z několika separátních subsystémů na různé technologické úrovni. Výměnou koncových prvků, včetně přenosového systému, záznamové a serverové technologie a videodetekčního systému, dojde ke sjednocení a systém bude odpovídat aktuálním standardům RSD ČR.

Součástí opravy bude výměna požárních uzávěrů (dveřních křídel včetně zárubní), které byly vlivem agresivního prostředí v tunelu značně poškozeny. Jedná se o všechny požární uzávěry, které vedou z tunelových trub do záchranných cest i v opačném směru.

Z důvodu špatného stavu stávajících hydrantových skříní, zapříčiněného silnou korozi, dojde k jejich obměně, kdy nové musí být vhodné do korozivního prostředí stupně C5 dle ČSN EN ISO 9223 a ČSN EN ISO 12944-2.

Při přípravě projektové dokumentace na provedení prací bylo v rámci diagnostiky závad zjištěno, že u většiny kanalizačních protipožárních přepážek je nutná výměna kotvících šroubů a úprava závitů pro jejich uchycení.

Dále dojde k výměně požárních klapek v tunelu, kdy v každé propojce TS1–TS5 jsou umístěny čtyři požární klapky.

Klimkovický tunel je osazen tlakovou stanicí Hydro 2000, která byla dodána jako kompaktní jednotka obsahující dvě vertikální čerpadla poháněná motory s plynulou otáčkovou regulací pomocí integrovaného měniče kmitočtu. Součástí je i kompletní jednotka Control 2000. Při přípravě opravy tunelu bylo na základě konzultace s odbornou firmou rozhodnuto, že je nezbytná výměna řídicího systému automatické tlakové stanice v tunelu s napojením na řídicí systém tunelu. Stávající řídicí systém je již mimo výrobní rozsah a není možnost jakékoliv opravy.

Na základových pásech pod chráničkami je uloženo uzemnění tunelu. To původně procházelo šachtami bez zakrytí betonem. Vlivem pronikající vody obsahující chloridy došlo ke korozivnímu napadení zemnicích pásků. Z výše uvedených důvodů bude v rámci opravy tunelu provedena i oprava uzemnění.

Stejně jako u tunelu Valík proběhne demontáž starého vyzářova-

operational units. The tunnel is equipped with four pairs of fans in each tube. All fans will be replaced within the framework of the repair. The structure of the new fans has to be suitable for the required design life of 15 years under the defined corrosion conditions which were classified as the C5 degree according to the ČSN EN ISO 12944-2 standard. The material of the fan propellers have to meet the conditions for successful operation in road tunnels in Central Europe in a corrosive environment within the framework of the dependency of the tunnel environment on influencing factors, such as road salt etc.

The existing tunnel management system is a product of the time of its opening to traffic; it will be upgraded during the course of the repair so that it meets current standards.

With respect to the development of the current camera system on the route in 2006 and the increasing quantity of cameras experienced during the operation, the current system consists of several separate sub-systems at various technological levels. By the replacement of the terminal elements, including the transmission system, the recording and server technology and the video-based detection system, the system will be unified and will comply with the current standards of the Road and Motorway Directorate of the CR.

Replacement of the fire resistant doors (door wings including casings), which were significantly damaged by the effect of the corrosive environment in the tunnel, will be part of the repair. The replacement will comprise all fire resistant doors leading from tunnel tubes to escape routes and in the opposite direction.

The existing hydrant boxes will be replaced due to the poor condition caused by heavy corrosion. The new boxes have to be suitable for C5 degree of corrosion environment according to the ČSN EN ISO 9223 and ČSN EN ISO 12944-2 standards.

It was detected during the preparation of the final design within the framework of the diagnostics of defects that replacement of anchoring nuts and adjustment of threads for their fixing is necessary at the majority of the fire stops inside sewers.

Further on, fire dampers in the tunnel, where four fire dampers are located in each cross passage (TS1–TS5), will be replaced.

A Hydro 2000 pressure station is installed in the Klimkovice tunnel. It was supplied as a compact unit consisting of two vertical pumps driven by motors with continuous control of revolutions by means of an integrated frequency transducer. A complete Control 2000 unit is also part of the station. It was decided on the basis of consulting with a professional company during the preparation of the tunnel repair that it is necessary to replace the control system of the automatic water pressure booster pump station in the tunnel connected to the tunnel management system. The existing management system is already beyond the production list and there is no possibility for repair.

The tunnel grounding is laid on strip footings under protective pipes. It originally passed through manholes without concrete cover. The grounding strips were attacked by corrosion caused by penetrating chlorides containing water. For the above-mentioned reasons the grounding will be repaired within the framework of the tunnel repair.

As in the Valík tunnel, the old radiating cable will be dismantled and a new cable will be installed, including adjustments required for making transducers of the Fire Rescue Service of the Czech Republic operational on frequencies given by the new individual licence for this service.

At last but not least, even rehabilitation of the civil-engineering part of the tunnel will be part of the repair. It will comprise sealing of leaks through grouting boxes, rehabilitation of joints, sealing of point leaks and cracks in the secondary lining.

cího kabelu a následná montáž nového, včetně provedení úprav ke zprovoznění převaděčů Hasičského záchranného sboru ČR na kmitočtech nového individuálního oprávnění této složky.

V neposlední řadě bude součástí opravy i sanace stavební části tunelu. Jedná se o sanaci průsaků skrz injektážní krabice, sanace spár, bodových průsaků a trhlin sekundárního ostění.

PLÁNOVANÉ OPRAVY TUNELŮ

Dalšími tunely, u kterých správce plánuje v následujících letech opravu středního rozsahu, jsou tunel Libouchec a tunel Panenská (oba D8). Tyto tunely byly uvedeny do provozu v prosinci 2006 a jejich momentální stav bude hodnocen, včetně určení rozsahu plánované opravy, na základě závěrů z hlavní prohlídky, která proběhla v dubnu 2019. Dále správce zpracovává dokumentaci k provedení oprav středního rozsahu u tunelu Hřebeč, Libereckého a Jihlavského tunelu. Realizace shora uvedených oprav bude zahájena v letech 2020 až 2025. V roce 2019 byla zahájena příprava opravy Lochkovského a Cholupického tunelu včetně modernizace řídicího centra Rudná u Prahy. V současnosti probíhá výběr zhotovitele na opravu středního rozsahu u Husovického tunelu a další opatření správce k zajištění bezpečného provozování tunelů na pozemních komunikacích budou následovat. U výše uvedených plánovaných oprav se jedná o standardní doby obměny technologického vybavení tunelů a sanace stavebních částí.

ZÁVĚR

Přestože tento článek je věnován prioritně popisu oprav vybraných dálničních tunelů, byla by chyba krátce se nezmiňovat o dalších opatřeních provozovatele a správce, která povedou ke zvýšení životnosti technologického vybavení tunelů na pozemních komunikacích v podmínkách České republiky.

Významným projektem bude odborné a velmi kvalitní posouzení agresivity prostředí v tunelu. ŘSD ČR plánuje spolu s VŠCHT Praha a dalšími vysokými školami realizaci podrobného monitoringu prostředí v tunelu. Cílem je nejen určit a popsat samotné vlivy prostředí na degradaci technologického vybavení, ale i navrhnout materiály nebo jejich protikorozní ochranu tak, aby došlo k významnému prodloužení jejich životnosti. Součástí výstupů projektu by mělo být stanovení odpovídající četnosti údržby a náplň profylaxe samotné tak, aby se zvýšila její účinnost a došlo k výraznému omezení degračních účinků tunelového prostředí na technologické vybavení tunelu.

Dalším opatřením je důsledná kontrola stanovených požadavků správce tunelu na kvalitu práce, materiálů a technologických postupů nejen zhotovitelů technologického vybavení tunelů, ale i poskytovatelů profylaxe. To se promítne nejen do prodloužení životnosti zařízení, ale i do snížení provozních nákladů.

ŘSD ČR hodlá souborem všech shora uvedených opatření trvale zajistit provozuschopnost a zejména bezpečnost provozovaných tunelů, snížit četnost a rozsah výpadků a poruch technologického vybavení tunelů, omezit četnost a délku provozních výluk či částečných nebo úplných uzavírek tunelů ve správě organizace. Na tomto místě je vhodné poděkovat odborné veřejnosti a členům České tunelářské asociace ITA-AITES za odbornou pomoc, ochotu ke sdílení odborných názorů a zkušeností, které správci tunelů pomáhají nelehké úkoly provozu, správy a údržby tunelů řešit.

*Ing. PAVEL JEŘÁBEK, pavel.jerabek@rsd.cz,
Mgr. FRANTIŠEK RAINER, frantisek.rainer@rsd.cz,
Ředitelství silnic a dálnic ČR*

Recenzoval Reviewed: Ing. Vlastimil Horák

PLANNED REPAIRS OF TUNNELS

The Libouchec tunnel and the Panenská tunnel (both on the D8 motorway) are the other tunnels for which the administrator plans medium-range repairs for the coming years. The tunnels were opened to traffic in December 2006 and their current condition, including the determination of the scope of the planned repair, will be assessed on the basis of conclusions from the Main Inspection, which took place in April 2019. In addition, the administrator is preparing documentation for conducting medium-range repairs of the Hřebeč, Liberec and Jihlava tunnels. The work on the above-mentioned tunnels will start in 2020 through to 2025. The preparation of the repair of the Lochkov and Cholupice tunnels, including upgrading of the Rudná u Prahy management centre, commenced in 2019. At the moment, the tender for the medium-range repair of the Husovice tunnel is running and administrator's measures for ensuring safe operation of road tunnels will follow. Regarding the above-mentioned planned repairs, the deadlines for replacing the technology equipment of the tunnels and rehabilitation of civil-engineering parts are standard.

CONCLUSION

Despite the fact that the priority focus of this paper is on describing repairs of selected motorway tunnels, it would be a mistake not to briefly mention the other measures adopted by the operator and administrator with the aim of increasing the length of life of technology equipment of road tunnels in the Czech Republic.

A high quality assessment of corrosivity of tunnel environment will be very important. The Road and Motorway Directorate of the CR is planning, together with the University of Chemistry and Technology Prague and other universities, detailed monitoring of environment in tunnels to conduct detailed monitoring of tunnel environment. The objective is to determine and describe the environmental impacts on degradation of technology equipment, but also to propose materials or their corrosion protection capable of extending the length of their lives. Determination of adequate frequency of maintenance and the content of prophylaxis itself designed to increase its effectiveness and significantly reduce degradation effects of tunnel environment on technology equipment of tunnels.

The other measure lies in consistent checking on the requirements set for quality of work, materials and technology procedures used not only by manufacturers of technology equipment of tunnels but also by providers of prophylaxis. It will reflect itself not only in the extension of the length of life of equipment, but also in reduction of operating costs.

The Road and Motorway Directorate of the CR intends to ensure operability and, first of all, safety in operating tunnels, reduce the frequency and extent of failures and breakdowns of technology equipment of tunnels, reduce the frequency of outages and failures of technology equipment, reduce the frequency and extent of operation closures, and partial or complete closures of tunnels administered by the organisation. At this point it is appropriate to thank the professional public and members of the ITA-AITES Czech Tunnelling Association for professional help, obliging sharing of opinions and experience, which help the tunnel administrator to solve difficult tasks for operation, administration and maintenance of tunnels.

*Ing. PAVEL JEŘÁBEK, pavel.jerabek@rsd.cz,
Mgr. FRANTIŠEK RAINER, frantisek.rainer@rsd.cz,
Ředitelství silnic a dálnic ČR*

ÚPRAVA NEJVYŠŠÍ POVOLENÉ RYCHLOSTI V SILNIČNÍCH TUNELECH ČESKÉ REPUBLIKY

ADJUSTMENT OF HIGHEST SPEED LIMITS FOR ROAD TUNNELS IN THE CZECH REPUBLIC

FRANTIŠEK RAINER

ABSTRAKT

Článek se zabývá navrhovaným postupem pro odůvodněnou úpravu rychlostních limitů v tunelech na pozemních komunikacích České republiky, které jsou ve správě Ředitelství silnic a dálnic České republiky. Cílem je informovat odbornou veřejnost o procesu samotném a navrženém postupu správce tunelů na dálnicích a silnicích I. tříd na území České republiky ve věci úpravy limitů nejvyšší povolené rychlosti tunelů. V článku se uvádějí základní fakta o zahájeném procesu a základní směry dalšího rozvoje včetně provedených a plánovaných opatření v této problematice. Úpravy rychlosti v tunelech jsou v popředí zájmu odborné i řidičské veřejnosti. S tímto vědomím přistoupilo Ministerstvo dopravy a Ředitelství silnic a dálnic ČR k záměru posoudit možnosti úpravy limitů nejvyšší povolené rychlosti v silničních a dálničních tunelech. Následně, po řádném vyhodnocení a praktickém ověření některých podmínek, bude stanoven další postup pro změny limitů maximální dovolené rychlosti v provozovaných tunelech s vazbou na budoucí výstavbu silničních a dálničních tunelů na území České republiky.

ABSTRACT

The paper deals with the procedure designed for well-grounded adjustment of highest speed limits for road tunnels in the Czech Republic which are administered by the Road and Motorway Directorate of the CR. The objective is to inform the professional public about the process itself and the procedure proposed by the administrator for motorways and primary roads in the Czech Republic relating to the adjustment of highest speed limits for tunnels. The paper presents basic facts on the started process and basic directions of the further development, including the measures implemented as well as planned concerning this issue. Adjustments of speed in tunnels are in the forefront of the professional and driving public. Knowing this, the Ministry of Transport and the Road and Motorway Directorate of the CR proceeded to the intention to assess the possibilities of adjusting highest speed limits for road and motorway tunnels. The following procedure for changing highest speed limits for operating tunnels, with a link to the future development of road and motorway tunnels in the Czech Republic, will be determined subsequently, after due consideration and practical verification of some conditions.

SROVNÁNÍ RYCHLOSTNÍCH LIMITŮ TUNELŮ VE SVĚTĚ

V roce 2016 začal správce tunelů Ředitelství silnic a dálnic ČR řešit úkol spočívající v prověření možností úpravy nejvyšší povolené rychlosti v silničních a zejména dálničních tunelech na území České republiky v jeho správě. Ve spolupráci s Českou tunelářskou asociací ITA-AITES dospěl k závěrům, které jednoznačně doporučují za splnění jasně stanovených podmínek úpravu rychlostních limitů zejména v dálničních tunelech.

Z důsledného porovnání dat a údajů pocházejících z ostatních zejména evropských států vyšlo najevo, že rychlostní limity v tunelech na pozemních komunikacích se liší, nicméně limit 80 km/h je spíše raritou, která není běžně užívána ve vyspělých státech a není obvyklá zejména v Evropě. Nutno podotknout, že toto tvrzení se vztahuje na plošné užití takto nízkého rychlostního limitu v tunelech. Nejvyšší povolená rychlost v tunelu stanovená na hodnotu 80 km/h má vždy zcela zásadní specifické odůvodnění a zejména vyžaduje souběh několika důvodů konstrukčních, dopravních nebo bezpečnostních. Souběh těchto důvodů nelze u tunelů v České

COMPARISON OF HIGHEST SPEED LIMITS FOR TUNNELS IN THE WORLD

In 2016, the Road and Motorways Directorate of the CR started to solve a task lying in the verification of the possibilities of adjusting the highest speed limit for roads and, first of all, for motorway tunnels in the Czech Republic being under its administration. In collaboration with the ITA-AITES Czech Tunnelling Association, it arrived at conclusions unambiguously recommending the adjustment of highest speed limits mainly in motorway tunnels, under the condition that the clearly set out conditions are met.

It turned out from a thorough comparison of data provided by other states, first of all European ones, that highest speed limits for road tunnels vary, nevertheless the 80km/h limit is rather rarity which is not applied in developed states and is not customary especially in Europe. It should be noted that this statement relates to the blanket use of the so low highest speed limit for tunnels. The highest speed limit for a tunnel set at 80km/h has always essential specific reasons and requires first of all concurrency of several reasons, structural, traffic-related or safety ones. The concurrency of these reasons cannot be generally inferred in the Czech Republic,

republiky plošně dovozovat, a proto změna či úprava rychlostních limitů u vybraných tunelů je nejen možná, ale v mnoha ohledech nutná. Toto zjištění zdůrazňuje i následující srovnání rychlostních limitů v tunelech, kdy například v Holandsku je limit 130, Belgii 120, Austrálii 110, Rakousku, Švýcarsku, Španělsku a Francii 100, Turecku 90 km/h.

Na základě tohoto poznání a dalších shromážděných dat rozhodlo vedení Ředitelství silnic a dálnic ČR o stanovení dalšího postupu ve věci v tomto rozsahu:

- a) Provést pilotně realizaci zvýšení nejvyšší povolené rychlosti v dálničním tunelu Valík v souběhu s plánovanými úpravami v rámci opravy středního rozsahu do konce roku 2019.
- b) Vyhodnotit zvýšení nejvyšší povolené rychlosti v tunelu Valík a předložit komplexní zprávu obsahující hodnocení vlivu zvýšení nejvyšší povolené rychlosti v tunelu na bezpečnost tunelového provozu a dopravu samotnou.
- c) Následně připravit procesní, právní a realizační harmonogram úpravy limitů nejvyšší povolené rychlosti v provozovaných tunelech s přesahem do budoucí výstavby tunelů na dálniční a silniční síti ve správě ŘSD ČR.

Úkol je plněn a fakticky realizován v rámci opravy středního rozsahu tunelu Valík na dálnici D5, kdy zkušební provoz a samotné ověřování zahájí ŘSD ČR 1. 10. 2019. Zároveň se provádí u všech plánovaných oprav tunelů posouzení možností úpravy rychlostních limitů nejvyšší povolené rychlosti a tam, kde jsou splněny stanovené podmínky, se navrhne realizace úprav v následujících letech. Je nutno zmínit, že samotná příprava realizace, hodnocení provozních, stavebních a technických podmínek provozovaných tunelů ve vztahu k možné změně rychlostních limitů není banální záležitostí a nelze se domnívat, že vše vyřeší změna stanovení dopravního značení v tunelu. Proces od záměru, přes projekt, veřejnou soutěž k realizaci není otázkou týdnů či měsíců, ale minimálně jednoho roku, a to v ideálním případě. Navíc je třeba si uvědomit, že každá tunelová stavba je unikátním dílem dopravní stavby a nelze podmínky posuzovat paušálně. Vzhledem k poměrně vysokým nákladům spojeným s realizací změn je důležité plánování oprav provozovaných tunelů a využívání limitů životnosti podstatných zařízení, která jsou změnami rychlostních limitů dotčena.

Ambicí ŘSD ČR je za součinnosti s experty posoudit možnosti úpravy nejvyšší povolené rychlosti u všech v současnosti provozovaných tunelů v co nejkratším možném čase. Nejedná se však o jednoduchý proces.

ZÁKLADNÍ PODMÍNKY PRO ÚPRAVU RYCHLOSTNÍCH LIMITŮ V TUNELU

Pro objektivní rozhodnutí k iniciaci změny nejvyšší povolené rychlosti v tunelu na území České republiky je nezbytné splnit celou řadu podmínek. Realizaci změnového procesu musí předcházet u každého provozovaného tunelu analýza nehodovosti a posouzení návrhové rychlosti v tunelu, dále návrh bezpečnostních úprav dopravně-inženýrských opatření. Nezbytná je úprava ČSN 73 7507 a provedení bezpečnostních úprav postranních překážek. Následně může být prostřednictvím důvodové zprávy navržena změna konkrétních technických a právních předpisů, které upravují rychlostní limit pro průjezd tunelem na pozemní komunikaci, respektive nejvyšší povolenou rychlost v tunelu. Následně pak může dojít

therefore a change or adjustment to highest speed limits at selected tunnels is not only possible, but in many respects necessary. This finding is emphasised even by the following comparison of highest speed limits for tunnels, where, for instance, the limit in the Netherlands is 130km/h, whilst it is 120km/h in Belgium, 110km/h in Australia, 100km/h in Switzerland, Spain and France, 90km/h in Turkey.

The Road and Motorway Directorate of the CR decided on the basis of this finding and other gathered data that the further procedure will proceed in the following scope:

- a) to realise the increase in the highest speed limit for the Valík motorway tunnel concurrently with the planned adjustments to be carried out within the framework of a planned medium-scope repair by the end of 2019;
- b) to assess the increase in the highest speed limit for the Valík tunnel and submit a comprehensive report containing assessment of the impact of the increased highest speed limit for the tunnel on safety of the tunnel operation and the traffic itself;
- c) subsequently to prepare a procedural, legal and implementation schedule for the adjustment of highest speed limits in operating tunnels, overlapping into the future development of tunnels on the motorway and road network under the administration of the Road and Motorway Directorate of the CR.

The task is being fulfilled and actually implemented within the framework of the medium-scope repair of the Valík tunnel on the D5 motorway, where the trial operation and verification itself will be started by the Road and Motorway Directorate of the CR on 1st October 2019. At the same time, assessment of the possibilities of adjusting highest speed limits is being conducted for all planned repairs of tunnels and, where the prescribed conditions are met, the implementation of changes will be proposed for subsequent years. It should be mentioned that the implementation preparation itself, the assessment of operational, civil engineering and technical conditions in operating tunnels relating to the possible change in highest speed limits is no banal matter and it is not possible to think that everything will be solved by changing the traffic signing set for the tunnel. The process running from the intention via the design, public procurement up to realisation is a matter of one year as a minimum even in an ideal case, not weeks or months. In addition, it is necessary to realise that any tunnel structure is a unique work of a transport project and the conditions cannot be assessed in a flat way. With respect to the relatively high costs associated with the implementation of changes, the planning of repairs of operating tunnels and using of limits of longevity of substantial equipment affected by changes in the highest speed limits is very important.

The ambition of the Road and Motorway Directorate of the CR is to assess, together with experts, the possibilities of adjusting highest speed limits for all currently operating tunnels, in the shortest possible time. But this process is not at all simple.

BASIC CONDITIONS FOR ADJUSTMENT OF HIGHEST SPEED LIMITS FOR TUNNELS

It is necessary to meet numerous conditions for making an objective decision to initiate a change in the highest speed limit for a tunnel in the Czech Republic. The realisation of the process of changing has to be preceded at any operating tunnel by an analysis of accidents, an assessment of the design speed in the tunnel and a proposal for safety adjustments of the traffic-engineering measures. It is necessary to change the ČSN 73 7507 standard and carry out safety adjustments of obstacles on tunnel sides. It is possible subsequently, through an explanatory report, to propose

k přenesení poznatků do projektů výstavby nových tunelů na území ČR.

Lze tedy předpokládat, že proces zvýšení či úpravy rychlostních limitů pro průjezd tunely v ČR bude možné fakticky ukončit do roku 2025 a u krátce provozovaných tunelů Radejčín a Prackovice na D8 i později. Toto datum se může zdát jako velmi vzdálené, ale nutno poznamenat, že některé již provozované tunely jsou relativně nové a neopotřebované, kdy urychlená změna nejvyšší povolené rychlosti by mohla přinášet zvýšené nároky na finanční krytí této aktivity, která se v kontextu s řádně vynaloženými prostředky státu jeví přinejmenším neohospodárně. Postup je tedy vhodné koordinovat s plánem oprav rozhodujících provozních souborů, a tím dosáhnout zvýšené efektivity tohoto opatření.

O minimálních podmínkách realizace zvýšení nejvyšší povolené rychlosti v provozovaných tunelech lze napsat mnoho, ale zásadní podmínky lze obecně shrnout do těchto stručných konstatací:

- a) tunel má takovou konstrukci, že úprava rychlostního limitu je technicky možná;
- b) charakter navazující komunikace dovoluje úpravu rychlostního limitu v tunelu;
- c) nejvyšší povolená rychlost v tunelu není vyšší než návrhová rychlost;
- d) analýza rizik neuvádí významné skutečnosti, které by bránily stanovit nejvyšší povolenou rychlost v tunelu na 100 km/h;
- e) technologické vybavení tunelu, zejména provozní soubory osvětlení, dopravní značení a proměnné dopravní značky, závisí na nejvyšší povolené rychlosti.

Splněním shora uvedených podmínek může správce tunelu navrhnout proces úpravy nejvyšší povolené rychlosti a v konkrétním tunelu ji realizovat prostřednictvím místně a věcně příslušného Silničního správního úřadu.

PŘEDPOKLÁDANÝ PŘÍNOS ÚPRAVY RYCHLOSTNÍCH LIMITŮ V TUNELECH

Předpokládaný přínos zvýšení limitu nejvyšší povolené rychlosti z dosavadních 80 na 100 km/h v českých tunelech zejména na dálniční síti lze spatřovat v následujícím:

- a) Zvýší se plynulost dopravy a dojde ke snížení dopravní nehodovosti.
- b) S vyšší rychlostí vozidel dojde k zákonitému zvýšení pohybu vzdušiny ve směru jízdy vozidel, a tím dojde k lepšímu ředění škodlivin v tunelu s podélnou ventilací. Lze tedy předpokládat s tím spojenou úsporu s nižšími nároky na nucené větrání tunelu prostřednictvím ventilačního systému.
- c) Sníží se rizika spojená s nuceným omezením rychlosti mezi volnými úseky navazujících komunikací (130 km/h) a tunelem na dálnici (současnost 80 km/h, po úpravě 100 km/h) z 50 na 30 km/h. To bude pravděpodobně příznivě působit na bezpečnost silničního provozu a vlastní tunelovou bezpečnost. Obecně lze předpokládat, že dojde k omezení kolizních situací vyvolaných náhlou změnou předpisem vyžadované rychlosti, omezí se efekt náhlého a neočekávaného brzdění vozidel s příznivým dopadem na možný vznik a průběh souvisejících dopravních nehod.
- d) Dojde k narovnání rozdílů rychlostních limitů v tunelech mezi státy Evropské unie, což pravděpodobně přinese nižší

changes in particular technical and legal regulations dealing with the highest speed limit for driving through the road tunnel, respectively the highest speed limit for the tunnel. It is subsequently possible to transfer the knowledge to projects for construction of new tunnels in the Czech Republic.

It is therefore possible to assume that the process of increasing or adjusting highest speed limits for driving through tunnels in the Czech Republic will be factually finished by 2025 and, for shortly operated Radejcin and Prackovice tunnels on the D8 motorway, even later. This date may appear to be very remote, but it is necessary to note that some of the already operating tunnels are relatively new and unworn, where an expedited change in the highest speed limit could bring increased requirements for financial coverage of this activity, which appears to be at least uneconomical in the context of reasonable spending of state funds. It is therefore advisable to coordinate the process with the plan of repairs of critical operating units, thus to achieve increased effectiveness of this measure.

Much can be written about minimum conditions for the realisation of the increase in highest speed limits for operating tunnels, but the fundamental conditions can be generally summarised in the following brief statements:

- a) the tunnel structure technically allows for the adjustment of the highest speed limit;
- b) the character of the adjoining road allows for adjusting the highest speed limit for the tunnel;
- c) the highest speed limit for the tunnel is not higher than the design speed;
- d) the risk analysis does not contain significant facts which would prevent setting of the highest speed limit at 100km/h;
- e) the technical equipment of the tunnel, first of all such operating units as the lighting, road signalling and variable traffic signs, depends on the highest speed limit.

After meeting the above-mentioned conditions, the tunnel administrator can propose the process of adjusting the highest speed limit and, in the case of a particular tunnel, realise it through a materially competent Road Administration Authority.

EXPECTED BENEFIT OF ADJUSTING SPEED LIMITS FOR TUNNELS

The expected benefit of increasing the highest speed limit from the existing 80km/h to 100km/h for Czech tunnels, first of all on the motorway network, can be seen in the following contributions:

- a) Traffic flow will be improved and the number of traffic accidents will be reduced.
- b) Owing to the increased speed of vehicles, the movement of the air mass in the direction of driving of vehicles will naturally be intensified, thus the concentration of noxious substances in tunnels with longitudinal ventilation will decrease. It is therefore possible to infer the savings associated with lower demands for forced tunnel ventilation by the ventilation system.
- c) The risks associated with the reduction of the difference between the forced limitation of speed on free sections of adjoining roads (130km/h) and a motorway tunnel (currently 80km/h, 100km/h after the adjustment) from 50km/h to 30km/h will be smaller. It will probably have a positive effect on road traffic safety and safety in the tunnel itself. It is generally possible to expect that the frequency of collision situations caused by an abrupt change in the speed prescribed by the regulation will be reduced, the effect of abrupt and unexpected breaking of vehicles will be reduced with

počet dopravních přestupků a možných kolizních situací v dopravě u cizozemských řidičů v českých tunelech.

Možné negativní dopady:

- a) Dojde k navýšení spotřeby elektrické energie a zvýšení provozních nákladů na údržbu osvětlení tunelu. Nicméně energetická náročnost se pravděpodobně vyrovná úsporami, které vzniknou nižším používáním nucené ventilace. Každopádně v širším kontextu nelze předpokládat, že úpravou nejvyšší povolené rychlosti dojde ke zvýšení ekonomické náročnosti provozu tunelu. Lze se domnívat, že pozitivní ekonomické dopady zvýšení rychlosti v tunelech v rovině obecné výrazně převyšují možnou ekonomickou náročnost provozních opatření technického rázu. Tedy zrychlení dopravy a zvýšení bezpečnosti pravděpodobně překoná míru ekonomické náročnosti vyvolané změnou nejvyšší povolené rychlosti v oblasti technologického vybavení tunelu.
- b) Musí dojít k eliminaci všech potenciálních překážek, které by při případném nárazu vozidla mohly znamenat fatální následky zejména při střetu vozidla s pevnou překážkou. To se týká především opatření u nouzových zálivů v tunelu. Lze tedy předpokládat vyšší investice a náklady na realizaci u již provozovaných tunelů, ale i nově budovaných tunelů.

Vyšší rychlost vozidel v tunelu je často srovnávána s nárůstem rizik spojených s vyšší střetovou rychlostí vozidel při kolizních stavech a dopravních nehodách v tunelu. Praxe však potvrzuje, že vyšší rychlost vozidla než povolená je vázána ve většině případů na selhání lidského faktoru a nerespektování ustanovení o dovolené rychlosti stanovené závazným právním předpisem. Lze usoudit, že zvýšení rychlostního limitu v kontextu s dodržováním ostatních pravidel silničního provozu neznamena automatické zvýšení rizik spojených s dopravními nehodami a zejména s následky těchto dopravních nehod.

DOPORUČENÝ POSTUP PRO ÚPRAVY RYCHLOSTNÍCH LIMITŮ V TUNELECH

Do konce roku 2019 je zapotřebí připravit jasnou argumentaci pro zvýšení nejvyšší povolené rychlosti v tunelech na základě zkušeností mezinárodního výboru pro silniční tunely. Je nutné analyzovat nehodovost v českých tunelech a provést porovnání se zeměmi PIARC, průběžně vyhodnocovat poznatky z tunelu Valík a vypracovat metodiku posouzení úprav limitu nejvyšší povolené rychlosti v tunelu, formulovat požadavky na úpravu ČSN 73 7507 a technických podmínek, které se problematiky dotýkají.

ZÁVĚR

Drtivá většina států Evropské unie (a i jinde) v desítkách provozovaných tunelů běžně a dlouhodobě používá rychlostní limity v tunelu vyšší minimálně o 20 % než v České republice. Lze se tedy domnívat, že zvýšení rychlostního limitu nejvyšší povolené rychlosti v tunelech na území České republiky nebude přinášet více negativ než pozitiv. Tomuto procesu je nutné se intenzivně věnovat.

*Mgr. FRANTIŠEK RAINER,
frantisek.rainer@rsd.cz, Ředitelství silnic a dálnic ČR*

Recenzoval *Reviewed*: prof. Ing. Pavel Příbyl, DrSc.

a favourable impact into the possible origination and course of related traffic accidents.

- d) Differences between speed limits for tunnels in the European Union will be reduced, which fact will probably bring a lower number of traffic offences and possible collision situations in traffic caused in Czech tunnels by foreign drivers.

Possible negative impacts:

- a) The power consumption and operating costs associated with the maintenance of tunnel lighting will be increased. Nevertheless, the energy intensity will probably be counterbalanced by the savings which will originate thanks to lower use of forced ventilation. In any case, it cannot be expected in a wider context that the adjustment of the highest speed limit will lead to an increase in economic demands of the tunnel operation. It can be inferred that positive impacts of increasing the speed of vehicles in tunnels will, in general, significantly exceed the possible economic demands of technical operating measures. It means that acceleration of traffic and increasing safety will probably exceed the rate of the economic demands induced by the change in the highest speed limit in the field of technical equipment of the tunnel.
- b) All potential obstacles which could mean fatal consequences, first of all in the case of a vehicle crash into a fixed obstacle, have to be eliminated. This relates in particular to measures at emergency lay-bys. Increased investment and costs of the realisation in already operating tunnels, but also in tunnels being newly constructed, are assumed.

Increased speed of vehicles in a tunnel is often compared with the increase in risks associated with higher crash speed of vehicles at collision states and traffic accidents in the tunnel. However, practice confirms that a speed exceeding the limit is related in the majority of cases to a human factor failure and disobeying the provision on the permitted speed set by a binding legal regulation. It is therefore possible to infer that increasing the speed limit in the context of adhering to the other road traffic regulations does not automatically mean increasing risks associated with traffic accidents and, first of all, with consequences of the traffic accidents.

PROCEDURE RECOMMENDED FOR ADJUSTMENT OF SPEED LIMITS FOR TUNNELS

It is necessary to prepare clear argumentation for increasing the highest permitted speed in tunnels based on the experience of the international committee for road tunnels by the end of 2019, to analyse accident rates in Czech tunnels and compare them with the rates in PIARC countries. To evaluate on an ongoing basis the knowledge from the Valík tunnel. To develop a methodology for assessing the adjustments of highest speed limits for tunnels, formulate requirements for the modification of the ČSN 73 7507 standard and technical specifications concerning the issue.

CONCLUSION

Speed limits used commonly and in the long term for tens of operating tunnels in the overwhelming majority of the European Union states and even in other states are by 20 per cent higher than in the Czech Republic. It can therefore be reasonably assumed that increasing the highest speed limit for tunnels in the Czech Republic will not bring more negatives than positives. It is necessary to intensely focus on the process.

*Mgr. FRANTIŠEK RAINER,
frantisek.rainer@rsd.cz, Ředitelství silnic a dálnic ČR*

STATIKA DEGRADOVANÉHO PRIMÁRNÍHO OSTĚNÍ SPOLUPŮSOBÍCÍHO S OSTĚNÍM SEKUNDÁRNÍM

1. ČÁST

STATICS OF DEGRADED PRIMARY LINING INTERACTING WITH SECONDARY LINING PART 1

ALEŠ ZAPLETAL

ABSTRAKT

Degradace primárního ostění je příčinou významných (ne však jediných) zatížení sekundárního ostění, které následkem degradace začíná – z větší či menší části – přenášet to, co dříve neslo primární ostění samotné. Je to způsobeno tím, že primární ostění, deformující se vlivem své degradace, tlačí na sekundární ostění, a tím je zatěžuje. Abychom mohli únosnost systému „degradující primární – sekundární ostění“ staticky ocenit, musíme nejprve sestavit algoritmus, který umožňuje stanovit vnitřní síly a deformace degradovaného primárního ostění a poté propojit tento algoritmus s výpočtem sekundárního ostění. Tomuto algoritmu a propojení je věnován tento článek. Děje se tak za předpokladu, že degradace primárního ostění je homogenní (v každém místě primárního ostění stejná). Je sledován ten projev degradace, který je způsoben horninovými tlaky. Vliv sekundárního ostění na projevy degradace je zanedbán. Bude zahrnut do algoritmu v 2. části tohoto pojednání, ve které se budeme věnovat degradaci heterogenní, dvouvrstevnaté. Článek je koncipován jako pojednání o statické soustavě „degradované primární – sekundární ostění“ za stavu rovinné deformace, tedy jako pojednání o úloze v 2D. Princip navržené metody je však přenositelný i na úlohy v 3D.

ABSTRACT

Degradation of primary lining is a cause of the significant (but not the only) loads acting on a secondary lining, which, because of degradation process, starts to carry (smaller or bigger) part of loadings which were originally carried by the primary lining itself. It is caused by the fact that the primary lining, deforming due to the own degradation, presses against the secondary lining and induces loads acting on it. To be able to structurally evaluate the load bearing capacity of the “degrading primary lining – secondary lining” system, we have to assemble an algorithm allowing for the determination of internal forces and deformations of the degraded primary lining and, subsequently, to link this algorithm with the calculation of the secondary lining. This paper is focused on this algorithm and to this linkage. The accepted assumption is that the degradation of the primary lining is homogeneous (identical at each location of the primary lining). Only the degradation effect which is caused by ground pressures is observed. The influence of the secondary lining on the degradation effects is disregarded. It will be incorporated into the algorithm in Part 2 of this paper, in which we will devote ourselves to heterogeneous, double-layer degradation. The paper is drawn up as a static analysis of a “degraded primary-secondary lining” system at the planar deformation state, i.e. a 2D problem. The principle of the method being proposed is transferrable even to 3D problems.

VYMEZENÍ POJMŮ

Degradaci primárního ostění rozumíme proces, při kterém se jeho původní modul pružnosti E_p změní na modul $E_{p\delta} = \delta E_p$, $\delta < 1$, $\delta \neq 0$. Veličinu δ nazveme koeficientem degradace primárního ostění. Výrazu $(1 - \delta) \cdot 100\%$ přisoudíme název stupeň degradace primárního ostění. Nedegradovanému primárnímu ostění náleží koeficient degradace $\delta = 1$ a stupeň degradace 0% . Postupující degradace se projevuje posouváním koeficientu degradace δ směrem k nule a stupně degradace směrem ke 100% .

Primární ostění považujeme před i po degradaci za pružné těleso. Totéž platí o ostění sekundárním. Hornina je pružně-plastická.

Tloušťka primárního ostění zůstává degradací nedotčena. **Nemění se ani Poissonova konstanta.** Objemová tíha se rovněž nemění a je γ_p .

ZÁKLADNÍ VZTAHY A UJEDNÁNÍ

• Před degradací je dokončené primární ostění zatěžováno horninovým tlakem a vlastní tíhou.

Tato zatížení jsou popsána vektorovými funkcemi $\mathbf{q}_H(A) = q_H(A) \cdot \mathbf{v}_H(A)$ a $\mathbf{q}_p(A) = q_p(A) \cdot \mathbf{v}_p(A)$. Součet těchto dvou zatížení označíme jako

DEFINITION OF TERMS

Degradation of primary lining is a process during which its original modulus of elasticity E_p changes into modulus $E_{p\delta} = \delta E_p$, $\delta < 1$, $\delta \neq 0$. Quantity δ will be named the coefficient of degradation of a primary lining. The term degree of primary lining degradation will be assigned to the expression $(1 - \delta) \cdot 100\%$ the term degree of primary lining degradation. The coefficient of degradation $\delta = 1$ and the degree of degradation 0% are attributed to the non-degraded primary lining. Proceeding degradation implies the decreasing of the coefficient of degradation δ toward zero and the increasing of the degree of degradation toward 100% .

The primary lining is considered to be an elastic body both prior to and after degradation. The same applies to the secondary lining. The ground is elastic-plastic material.

The primary lining thickness remains unaffected by the degradation. Neither Poisson's ratio nor the unit weight γ_p change.

BASIC RELATIONSHIPS AND AGREEMENTS

• Before degradation, the finished primary lining is loaded by ground pressure and the self weight of primary lining.

$$\mathbf{q}(A) = \mathbf{q}_H(A) + \mathbf{q}_p(A) = q(A) \cdot \mathbf{v}(A). \quad (1)$$

V předchozích rovnostech jsou $\mathbf{q}_H(A)$, $\mathbf{q}_p(A)$, $\mathbf{q}(A)$ po řadě vektory zatížení horninovým tlakem, vlastní tíhou primárního ostění a výsledným zatížením z obou předchozích. Působí na ostění v bodě A jeho střednice. Intenzity zatížení jsou vyjádřeny skaláry $q_H(A)$, $q_p(A)$, $q(A) \neq q_H(A) + q_p(A)$. Směry působení jednotlivých zatížení vyznačují jednotkové vektory $\mathbf{v}_H(A)$, $\mathbf{v}_p(A)$, $\mathbf{v}(A)$, směřující do výrubu.

Zatížení $\mathbf{q}(A)$ je v rovnovážném stavu, neboť jeho výslednice sil je rovna nule (pro výslednici sil od $\mathbf{q}_H(A)$ resp. $\mathbf{q}_p(A)$ to neplatí).

• Uvažujme o ostění nejprve jako o pružném kontinuu a konstatujme, že zatížení $\mathbf{q}(A)$ v něm vyvolá stav napětí, vyjádřený v kterémkoliv bodě ostění tenzorem σ_{ij} .

Změňme úhel pohledu a nahlížejme na ostění jako na rámovou konstrukci ve stavu rovinné deformace. Odstraňme okolní horninový masiv, ponechme ale působiti $\mathbf{q}(A)$. To nečiní potíže, protože – jak již řečeno – $\mathbf{q}(A)$ je v rovnovážném stavu.

Zatížení $\mathbf{q}(A)$ vyvolává v rámové konstrukci deformace, které popíšeme vektorovou funkcí $\mathbf{w}(A)$. (Nebudeme si je plést s deformacemi získanými výpočtem MKP, resp. měřeními in situ. Těmto deformacím vyhradíme symbol $\mathbf{y}(A)$.)

Deformace $\mathbf{w}(A)$ je funkcí více proměnných, z nichž pouze dvě, totiž modul pružnosti ostění E_p a zatížení $\mathbf{q}(A)$, jsou z hlediska dalšího výkladu důležité. Ve struktuře funkce $\mathbf{w}(A)$ se E_p nalézá v takové pozici, že jeho převrácenou hodnotu $1/E_p$ možno před funkcí vytknout:

$$\mathbf{w}(A) = \frac{1}{E_p} \cdot \mathbf{w}_1(A) = \frac{1}{E_p} \cdot w_1(A) \cdot \mathbf{v}_1(A). \quad (2)$$

V rovnici (2) určuje skalární funkce $\frac{1}{E_p} \cdot w_1(A)$ velikost deformace, zatímco směr jejího působení udává jednotkový vektor $\mathbf{v}_1(A)$, směřující do výrubu.

• Změní-li se intenzita zatížení z $q(A)$ na $\alpha \cdot q(A)$ a modul pružnosti ostění z E_p na δE_p , bude platit:

$$\text{pro napětí v ostění } (\sigma_{ij})_{\delta}^{\alpha} = \alpha \cdot \sigma_{ij}, \quad (3)$$

$$\text{a pro velikost deformace } \left(\frac{1}{E_p} \cdot w_1(A) \right)_{\delta}^{\alpha} = \frac{\alpha}{\delta} \cdot \frac{1}{E_p} \cdot w_1(A). \quad (4)$$

Rovnice (3) říká, že napjatost ostění reaguje přímo úměrně na změnu zatížení α , nereaguje na změnu modulu pružnosti ostění, vyjádřenou koeficientem degradace δ .

Rovnice (4) říká, že deformace ostění reaguje přímo úměrně na změnu zatížení α a nepřímo úměrně na změnu modulu pružnosti ostění, vyjádřenou koeficientem degradace δ .

Ujednání: Pro potřeby dalšího výkladu označíme jako výpočet V-1 ten výpočet MKP, kterým jsme uzavřeli soubor běžně prováděných výpočtů primárního ostění. Výpočet, po něm následující, zabývající se již primárním ostěním degradovaným, resp. soustavou „degradované primární – sekundární ostění“, označíme jako výpočet V.

ALGORITMUS STATICKÉHO VÝPOČTU DEGRADOVANÉHO OSTĚNÍ

• Po výpočtu V-1 podepřeme horninu na styku s primárním ostěním zatížením $-\mathbf{q}_H(A)$ a současně oddělíme primární ostění, s modulem pružnosti E_p a zatížením $\mathbf{q}(A)$, od horniny. Poté zatížení $\mathbf{q}(A)$ odstraníme. Odstranění nechť je buď okamžité, nebo postupné, ale takové, že neustále platí $\mathbf{q}(A)_{\text{nové}} = \lambda \cdot \mathbf{q}(A)$, $\lambda < 1$, $\lambda \rightarrow 0$ (jinak by se primární ostění dalo do pohybu a změřit jeho deformace by se nepovedlo). Odstranit $\mathbf{q}(A)$ znamená odstranit i zatížení vlastní tíhou $\mathbf{q}_p(A)$. Toho dosáhneme, když položíme objemovou tíhu $\gamma_p = 0$.

The above-mentioned loads are described by vector functions $\mathbf{q}_H(A) = q_H(A) \cdot \mathbf{v}_H(A)$ and $\mathbf{q}_p(A) = q_p(A) \cdot \mathbf{v}_p(A)$. We will denote the sum of the two loads as

$$\mathbf{q}(A) = \mathbf{q}_H(A) + \mathbf{q}_p(A) = q(A) \cdot \mathbf{v}(A). \quad (1)$$

In the previous equations, $\mathbf{q}_H(A)$, $\mathbf{q}_p(A)$, $\mathbf{q}(A)$ are, respectively, vectors of loading by ground pressure, self weight of the primary lining and the loading resulting from both latter loadings. It acts on the lining at point A of its centre line. Intensities of the loadings are expressed by scalars $q_H(A)$, $q_p(A)$, $q(A) \neq q_H(A) + q_p(A)$. Directions of actions of the particular loadings are determined by unit vectors $\mathbf{v}_H(A)$, $\mathbf{v}_p(A)$, $\mathbf{v}(A)$, directing into the excavated space.

Loading $\mathbf{q}(A)$ is in the state of equilibrium because the resultant of forces is equal to zero (this does not apply to the resultant of forces from $\mathbf{q}_H(A)$ or $\mathbf{q}_p(A)$).

• Let us first consider the lining as an elastic continuum and state that loading $\mathbf{q}(A)$ will induce a state of stress in the lining expressed by tensor σ_{ij} at any point of the lining.

Let us change the perspective and consider the lining to be a frame at the state of planar deformation. Let us remove the surrounding ground mass, but with $\mathbf{q}(A)$ still acting. This does not make problems – as mentioned above – $\mathbf{q}(A)$ is in the state of equilibrium.

In the frame structure the loading $\mathbf{q}(A)$ causes deformations that will be described by vector function $\mathbf{w}(A)$. (We must not confuse them and the deformations obtained by the FEM calculation or deformations measured in situ. We will use symbol $\mathbf{y}(A)$ for those deformations.)

Deformation $\mathbf{w}(A)$ is a function of several variables, only two of which, the modulus of the lining elasticity E_p and the load acting on the lining $\mathbf{q}(A)$, are important from the aspect of the following interpretation. In the structure of the function $\mathbf{w}(A)$, the E_p is found in such a position that its inverted value $1/E_p$ can be factored out the function:

$$\mathbf{w}(A) = \frac{1}{E_p} \cdot \mathbf{w}_1(A) = \frac{1}{E_p} \cdot w_1(A) \cdot \mathbf{v}_1(A). \quad (2)$$

In equation (2), the scalar function $\frac{1}{E_p} \cdot w_1(A)$ determines the magnitude of deformation, whilst the direction of its action is determined by unit vector $\mathbf{v}_1(A)$ directing into the excavated space.

• If the intensity of loading changes from $q(A)$ to $\alpha \cdot q(A)$ and the modulus of elasticity from E_p to δE_p , it will apply:

$$\text{for the lining stress } (\sigma_{ij})_{\delta}^{\alpha} = \alpha \cdot \sigma_{ij}, \quad (3)$$

and for the magnitude of deformation

$$\left(\frac{1}{E_p} \cdot w_1(A) \right)_{\delta}^{\alpha} = \frac{\alpha}{\delta} \cdot \frac{1}{E_p} \cdot w_1(A). \quad (4)$$

Equation (3) says that the state of stress in the lining responds directly proportionally to a change of load α and does not respond to a change in the modulus of elasticity of the lining expressed by coefficient of degradation δ .

Equation (4) says that deformation of the lining responds directly proportionally to a change in loading α and indirectly proportionally to a change in modulus of elasticity of the lining which is expressed by coefficient of degradation δ .

Agreement: For the needs of the following explanation, we will denote the FEM calculation by which we concluded the set of standard primary lining calculations as the calculation V-1. The subsequent calculation dealing already with the degraded primary lining, eventually with the “degraded primary lining-secondary lining” system, will be denoted as the calculation V.

Ostění, zbaveno zatížení, se odpruží a vykáže deformaci $-w(A)$. Následkem toho nebude možno odpružené ostění navrátit zpět do výrubu, ostění se do něj nevejde.

Změníme modul pružnosti ostění z hodnoty E_p na hodnotu δE_p , a navrátíme ostění zpět do výrubu. Aby se to povedlo, musíme ostění opět zatížit, tentokrát ale zatížením o intenzitě $\delta \cdot q(A)$, neboť jedině tak bude vkládané ostění zdeformováno o $+w(A)$, čímž se mu vrátí tvar, který mělo před vyjmutím, tedy tvar, vložení do výrubu umožňující. Plyne to z rovnice (4), když do ní dosadíme $\alpha = \delta$:

$$\left(\frac{1}{E_p} \cdot w_1(A)\right)_{\delta}^{\delta} = \frac{\delta}{\delta} \cdot \frac{1}{E_p} \cdot w_1(A) = \frac{1}{E_p} \cdot w_1(A). \quad (5)$$

(Upozornění: změna $q(A)$ na $\delta \cdot q(A)$ vyžaduje změnu $q_p(A)$ na $\delta \cdot q_p(A)$ a tedy změnu objemové tíhy γ_p na $\delta \cdot \gamma_p$!)

Rovnice (5) rovněž říká, že zatížení o intenzitě $\delta \cdot q(A)$ vyvolává na degradovaném ostění s modulem pružnosti δE_p stejné deformace, jako zatížení o intenzitě $q(A)$ na ostění nedegradovaném, s modulem pružnosti E_p . Jinak řečeno, zatížení o intenzitě $\delta \cdot q(A)$ se nepodílí na tvorbě deformací, ke kterým dochází v důsledku degradace primárního ostění.

Podle (3) vyvolají tlaky o intenzitě $\delta \cdot q(A)$ v degradovaném ostění napětí

$$\left(\sigma_{ij}\right)_{\delta}^{\delta} = \delta \cdot \sigma_{ij}. \quad (6)$$

• Zatížení $\delta \cdot q(A)$, které nyní působí na primární ostění, vyvolává dvojí disproporci:

1. Na styku ostění s horninou dochází k narušení principu akce a reakce, neboť ostění je zatěžováno tlaky $+\delta \cdot q_H(A) \cdot \mathbf{v}_H(A)$, zatímco na horninu působí zatížení $-q_H(A) \cdot \mathbf{v}_H(A)$. Disproporce v zatížení je $(1-\delta) \cdot q_H(A) \cdot \mathbf{v}_H(A)$.

2. Fiktivní objemová tíha primárního ostění je $\delta \cdot \gamma_p$, zatímco jeho skutečná objemová tíha je γ_p . To způsobuje disproporci v zatížení ostění vlastní tíhou o velikosti $(1-\delta) \cdot q_p(A) \cdot \mathbf{v}_p(A)$.

Celková disproporce, kterou označíme $\Delta q(A) \cdot \mathbf{v}(A)$, tak činí

$$\begin{aligned} \Delta q(A) \cdot \mathbf{v}(A) &= (1-\delta) \cdot q_H(A) \cdot \mathbf{v}_H(A) + (1-\delta) \cdot q_p(A) \cdot \mathbf{v}_p(A) = \\ &= (1-\delta) \cdot [q_H(A) \cdot \mathbf{v}_H(A) + q_p(A) \cdot \mathbf{v}_p(A)] = (1-\delta) \cdot q(A) \cdot \mathbf{v}(A) = \\ &= (1-\delta) \cdot q(A). \end{aligned} \quad (7)$$

Tuto disproporci je nutno odstranit. Provedeme to ve výpočtu V, ve kterém systém „napjatosti prosté degradované ostění (tedy ostění s modulem pružnosti δE_p) – hornina s napjatostí získanou ve výpočtu V-1“ podrobíme zatížení $\Delta q(A) \cdot \mathbf{v}(A)$. To znamená, že:

1. na systém necháme působit horninový tlak o velikosti $(1-\delta)$ násobku intenzity toho tlaku, který působil na nedegradované primární ostění,

2. objemovou tíhu primárního ostění do výpočtu dosadíme hodnotou $(1-\delta) \cdot \gamma_p$.

Výsledkem bude

$$\text{napjatost v primárním ostění } \left(\sigma_{ij}\right)^{\Delta q} \quad (8)$$

$$\text{a deformace primárního ostění } \mathbf{y}^{\Delta q}(A). \quad (9)$$

Deformace (9) je deformací **od degradace** primárního ostění a přičítá se k deformaci od předchozích zatěžovacích stavů.

Napjatost primárního ostění **po degradaci** bude součtem účinků od $\delta \cdot q(A)$ a $(1-\delta) \cdot q(A)$:

$$\sum \sigma_{ij} = \delta \cdot \sigma_{ij} + \left(\sigma_{ij}\right)^{\Delta q}. \quad (10)$$

ALGORITHM FOR STRUCTURAL ANALYSIS OF DEGRADED LINING

• After completion of the calculation V-1, we will support the ground at the contact with the primary lining by loading $-q_H(A)$ and, at the same time, will separate the primary lining (with the modulus of elasticity E_p and loading $q(A)$) from the ground. Then we will remove the loading $q(A)$. The removal is to be conducted either directly at once or gradually, but each time it has to apply that $q(A)_{\text{nové}} = \lambda \cdot q(A)$, $\lambda < 1$, $\lambda \rightarrow 0$ (otherwise the primary lining would start to move and an attempt to measure its deformations would fail). To remove $q(A)$ means to remove even the loading by the self weight $q_p(A)$. We will achieve it when we put the unit weight $\gamma_p = 0$.

The lining relieved from loading will spring off and will exhibit deformation $-w(A)$. As a result, it can be impossible to return the sprang-off lining back to the excavated opening; the lining will not fit into it.

We will change the E_p value of the modulus of elasticity to the δE_p value and will return the lining back to the excavated opening. To succeed, we have to load the lining again, this time by loading intensity $\delta \cdot q(A)$. It is the only way how to deform the lining by $+w(A)$, which brings the lining to its shape before extraction, and thus to enable the insertion of lining back into the excavation. It follows from equation (4) when we substitute $\alpha = \delta$:

$$\left(\frac{1}{E_p} \cdot w_1(A)\right)_{\delta}^{\delta} = \frac{\delta}{\delta} \cdot \frac{1}{E_p} \cdot w_1(A) = \frac{1}{E_p} \cdot w_1(A). \quad (5)$$

(Notice: the change of $q(A)$ into $\delta \cdot q(A)$ requires a change of $q_p(A)$ into $\delta \cdot q_p(A)$, i.e. a change of the unit weight γ_p into $\delta \cdot \gamma_p$!)

Equation (5) also says that the loading intensity $\delta \cdot q(A)$ induces the same deformations of the degraded lining with the modulus of elasticity δE_p as the loading intensity $q(A)$ acting on the non-degraded lining with the modulus of elasticity E_p . In other words, loading intensity $\delta \cdot q(A)$ does not contribute to the development of deformations caused by degradation of the primary lining.

According to (3), pressures with intensity of $\delta \cdot q(A)$ induce stress in the degraded lining

$$\left(\sigma_{ij}\right)_{\delta}^{\delta} = \delta \cdot \sigma_{ij}. \quad (6)$$

• Loading $\delta \cdot q(A)$ acting now on the primary lining causes two disproportions:

1. At the contact of the lining with ground, the action-reaction principle is disturbed because the lining is loaded by pressures $+\delta \cdot q_H(A) \cdot \mathbf{v}_H(A)$, whilst the ground is loaded by the pressure value of $-q_H(A) \cdot \mathbf{v}_H(A)$. The disproportion in the loading is equal to $(1-\delta) \cdot q_H(A) \cdot \mathbf{v}_H(A)$.

2. The fictive unit weight of the primary lining is equal to $\delta \cdot \gamma_p$, whilst its actual unit weight is equal to γ_p . This fact causes a disproportion in the self weight of lining equal to $(1-\delta) \cdot q_p(A) \cdot \mathbf{v}_p(A)$.

The total disproportion denoted as $\Delta q(A) \cdot \mathbf{v}(A)$ is therefore equal to

$$\begin{aligned} \Delta q(A) \cdot \mathbf{v}(A) &= (1-\delta) \cdot q_H(A) \cdot \mathbf{v}_H(A) + (1-\delta) \cdot q_p(A) \cdot \mathbf{v}_p(A) = \\ &= (1-\delta) \cdot [q_H(A) \cdot \mathbf{v}_H(A) + q_p(A) \cdot \mathbf{v}_p(A)] = (1-\delta) \cdot q(A) \cdot \mathbf{v}(A) = \\ &= (1-\delta) \cdot q(A). \end{aligned} \quad (7)$$

It is necessary to eliminate this disproportion. We will do it in the calculation V, where we will load the system of “stress free degraded lining (i.e. a lining with the modulus of elasticity δE_p) – ground with the stress obtained in the calculation V-1” with loading with $\Delta q(A) \cdot \mathbf{v}(A)$. It means that:

1. we load the system with $(1-\delta)$ multiple of such a pressure intensity which was acting on the non-degraded primary lining,

2. we insert the value of $(1-\delta) \cdot \gamma_p$ into the calculation as the unit weight of primary lining.

It will provide information on

SPOLUPŮSOBENÍ DEGRADOVANÉHO PRIMÁRNÍHO OSTĚNÍ S OSTĚNÍM SEKUNDÁRNÍM

Sekundární ostění se na přenosu zatížení horninovým tlakem podílí v důsledku deformací, ke kterým dochází při degradaci primárního ostění. (Skutečnost, že sekundární ostění tyto deformace částečně ovlivňuje, prozatím zanedbáme a zohledníme ji až v 2. části tohoto pojednání.) Tyto deformace byly v předchozí kapitole stanoveny výpočtem V, nikde jinde se nevyskytují. Proto, abychom sekundární ostění do jejich přenosu zapojili, postačí připojit sekundární ostění k primárnímu a poté nechat proběhnout výpočet V.

Vnitřní síly i deformace sekundárního ostění **od degradace** budou přímým výstupem tohoto výpočtu. Napětí primárního ostění podle (10) bude napětím **po degradaci**. Deformace primárního ostění budou deformacemi **od degradace**.

POSTUP PŘI NUMERICKÉM VÝPOČTU

- Poslední výpočet z posloupnosti výpočtů primárního ostění, stanovující vnitřní síly a deformace primárního ostění po jeho dohotovení, označíme jako výpočet V-1.
Normálové síly, momenty a posouvající síly primárního ostění stanovené výpočtem V-1 označíme jako $N_{v,1}$, $M_{v,1}$, $T_{v,1}$. Tenzor napětí ostění po výpočtu V-1 budiž $(\sigma_{ij})_{v,1}$. Koeficient degradace primárního ostění je δ . Intenzita horninových tlaků působících ze strany horniny na primární ostění budiž $q_{v,1}$. Modul pružnosti primárního ostění je E_p , jeho objemová tíha γ_p .
- Připravíme výpočet V tím, že v síti elementů MKP aktivujeme prvky sekundárního ostění. Jejich připojení k prvkům primárního ostění je určeno požadavky na schopnosti kontaktu primárního – sekundárního ostění přenášet ta či ona zatížení.
V primárním ostění vynulujeme napětí $(\sigma_{ij})_{v,1}$. Napětí v hornině po výpočtu V-1 se nemění.
- Výpočet V za předpokladu, že do prvků primárního ostění je možno nasadit násobek $(\sigma_{ij})_{v,1}$.
Prvkům primárního ostění přiřadíme modul pružnosti δE_p . Do prvků primárního ostění nasadíme napětí $\delta \cdot (\sigma_{ij})_{v,1}$. Ze strany horniny necháme na primární ostění, začleněné do systému „hornina, degradované primární, sekundární ostění“ působit horninový tlak o intenzitě $(1 - \delta) \cdot q_{v,1}$. Primárnímu ostění přiřadíme objemovou tíhu o velikosti $(1 - \delta) \cdot \gamma_p$. Necháme proběhnout výpočet V.
- Výpočet V za předpokladu, že do prvků primárního ostění není možno nasadit násobek $(\sigma_{ij})_{v,1}$.
Prvkům primárního ostění přiřadíme modul pružnosti δE_p . Prvky primárního ostění zůstanou vynulovány. Ze strany horniny necháme na primární ostění, začleněné do systému „hornina, degradované primární, sekundární ostění“ působit horninový tlak o intenzitě $(1 - \delta) \cdot q_{v,1}$. Primárnímu ostění přiřadíme objemovou tíhu o velikosti $(1 - \delta) \cdot \gamma_p$. Necháme proběhnout výpočet V.
- Po výpočtu V, za předpokladu, že do prvků primárního bylo možno nasadit násobek $(\sigma_{ij})_{v,1}$.
Vypočteme vnitřní síly primárního ostění. Jsou to konečné výsledky. Vypočteme vnitřní síly sekundárního ostění. Jsou to konečné výsledky. Deformace sekundárního ostění stanovené výpočtem V jsou konečné deformace. Konečné deformace primárního ostění získáme sečtením deformací z výpočtu V a celkových deformací po výpočtu V-1.
- Po výpočtu V, za předpokladu, že do prvků primárního ostění nebylo možno nasadit násobek $(\sigma_{ij})_{v,1}$.

the stress state in the primary lining $(\sigma_{ij})^{\Delta q}$ (8)

and the deformation of the primary lining $y^{\Delta q}(A)$. (9)

Deformation (9) is deformation **induced by degradation** of primary lining and it is added to the deformation caused by preceding loading cases.

The stress state of the primary lining **after degradation** is described then as the sum of effects induced by $\delta \cdot q(A)$ and $(1 - \delta) \cdot q(A)$:

$$\sum \sigma_{ij} = \delta \cdot \sigma_{ij} + (\sigma_{ij})^{\Delta q}. \quad (10)$$

DEGRADED PRIMARY LINING – SECONDARY LINING INTERACTION

Secondary lining participates in transmission of ground pressure loadings because of deformations which originate during degradation process of the primary lining. (The fact that the secondary lining partially influences the deformations will be neglected for the time being and we will take it into consideration later, in the Part 2 of this paper.) Those deformations were determined by the calculation V in the previous chapter and they occur nowhere else. Therefore, for the incorporation of secondary lining into the deformation transmission it is sufficient to connect it to the primary lining and to run the calculation V.

The internal forces and deformations of the secondary lining **caused by degradation** will directly result from this calculation. The stress in the primary lining according to (10) will mean the stress **after degradation**. Deformations of primary lining will mean deformations **caused by degradation**.

NUMERICAL CALCULATION PROCEDURE

- We will denote the last calculation from the sequence of calculations for the primary lining determining internal forces and deformations of the primary lining after its completion as calculation V-1.
We will denote the normal forces, moments and shear forces acting on the primary lining which were determined by calculation V-1 as $N_{v,1}$, $M_{v,1}$, $T_{v,1}$. Let us denote the tensor of lining stress after the calculation V-1 as $(\sigma_{ij})_{v,1}$.
The coefficient of the primary lining degradation is denoted as δ . Let us put $q_{v,1}$ as the intensity of ground pressures acting on the primary lining from the side of the ground. The modulus of elasticity of the primary lining is E_p , its unit weight is γ_p .
- We will prepare the calculation V by the activating of the secondary lining elements in the FEM network. Their connection to the primary lining elements is determined by the ability of the primary-secondary lining contact to transmit various types of loadings.
We will delete the stress $(\sigma_{ij})_{v,1}$ from the primary lining elements. The stress in ground after the calculation V-1 is not changed.
- The calculation V under assumption that it is possible to insert a multiple of $(\sigma_{ij})_{v,1}$ into the elements of the primary lining.
We will assign the modulus of elasticity δE_p to the elements of the primary lining. We will set stress $\delta \cdot (\sigma_{ij})_{v,1}$ up into the primary lining elements. From the side of ground, we will let ground pressure with the intensity $(1 - \delta) \cdot q_{v,1}$ act on the primary lining which is a part of the “ground, degraded primary lining, secondary lining” system. We will assign unit weight with the magnitude of $(1 - \delta) \cdot \gamma_p$ to the primary lining. We will run the calculation V.

Integrací přes napětí primárního ostění získáme částečné vnitřní síly primárního ostění N_v, M_v, T_v . Konečné vnitřní síly budou $N_c = \delta \cdot N_{v-1} + N_v, M_c = \delta \cdot M_{v-1} + M_v, T_c = \delta \cdot T_{v-1} + T_v$. Integrací přes napětí sekundárního ostění získáme vnitřní síly sekundárního ostění. Jsou to konečné výsledky. Deformace sekundárního ostění stanovené výpočtem V jsou konečné deformace. Konečné deformace primárního ostění získáme sečtením deformací z výpočtu V a celkových deformací po výpočtu V-1.

PŘÍKLAD

Za geotechnicky zjednodušených okolností jsme provedli studii vlivu degradace primárního ostění na vnitřní síly soustavy „sekundární – primární ostění“.

Geotechnické zjednodušení spočívá v tom, že horninový masiv je homogenní a dále v tom, že celý výrub je vyražen najednou. Proto je také primární ostění vybudováno najednou, ne po částech.

Geotechnické parametry horniny jsou tyto: objemová tíha $\gamma_H = 25 \text{ kN/m}^3$, modul pružnosti $E_H = 200 \text{ MPa}$, Poissonova konstanta $\nu_H = 0,27$, soudržnost $c_H = 45 \text{ kPa}$, úhel vnitřního tření $\phi_H = 34^\circ$.

Parametry stříkaného betonu primárního ostění jsou následující: objemová tíha $\gamma_p = 25 \text{ kN/m}^3$, modul pružnosti před degradací $E_p = 19 \text{ GPa}$, Poissonova konstanta $\nu_p = 0,2$.

Parametry betonu sekundárního ostění jsou: objemová tíha $\gamma_s = 0 \text{ kN/m}^3$, modul pružnosti $E_s = 32 \text{ GPa}$, Poissonova konstanta $\nu_s = 0,2$. Objemovou tíhu klademe záměrně rovnu nule, neboť napjatost sekundárního ostění od vlastní tíhy by tvořila zkrslující pozadí pro ty vnitřní síly sekundárního ostění, které způsobuje degradace samotná.

Tvar obou ostění je patrný z obr. 1. Vrchol klenby primárního ostění leží v hloubce 16,4 m pod terénem. Tloušťka primárního ostění je 0,3 m, tloušťka sekundárního ostění v horní klenbě činí 0,5 m. Světla výška tunelu je 10,1 m, světla šířka 10,9 m. Mezi primárním a sekundárním ostěním se nachází kluzná vrstva. Je charakterizována dokonalým prokluzem a nepřenáší tah.

Studie je provedena pro stupně degradace podle následující tabulky, ze které je rovněž zřejmé, které křivky jsou jednotlivým stupňům přiřazeny na obrázcích 2–5.

stupeň degradace degradation degree	křivky na obr. 2–5 přiřazené stupni degradace curves in figures 2–5 assigned to degradation degree
0% nese pouze primární ostění 0% carried only by primary lining	řady 1 set 1
25% 25%	řady 2 set 2
50% 50%	řady 3 set 3
75% 75%	řady 4 set 4
90% 90%	řady 5 set 5

Výsledky studie jsou shrnuty do grafů, které jsou k nahlédnutí na obrázcích 2–5. Na vodorovné ose grafů se nalézá rozvinutá střednice poloviny ostění, buď primárního, nebo sekundárního ostění. Bod 1 (není označen, ale je dobře patrný) je vrcholem klenby, bod 14 leží ve středu opěří, bod 28 se nalézá uprostřed dna ostění.

Jisté rozpaky by mohl vzbuzovat sklon k symetrii podle bodu 14 u křivek normálových sil (obr. 4–5), obzvláště patrný na obr. 4. Je

3.2. The calculation V under assumption that it is not possible to insert a multiple of $(\sigma_{ij})_{v-1}$ into the elements of the primary lining.

We will assign modulus of elasticity δE_p to the elements of the primary lining. The primary lining elements remain stress free. From the side of ground, we will let ground pressure with the intensity $(1-\delta) \cdot q_{v-1}$ act on the primary lining which is a part of the “ground, degraded primary lining, secondary lining” system. We will assign unit weight with the magnitude of $(1-\delta) \cdot \gamma_p$ to the primary lining. We will run the calculation V.

4.1. After the calculation V, under assumption that it was possible to put a multiple of $(\sigma_{ij})_{v-1}$ into the elements of the primary lining.

We will calculate internal forces in the primary lining. The results are final. The deformations of the secondary lining determined by the calculation V are final deformations. The final deformations of the primary lining will be obtained as the sum of deformations from calculation V and total deformations after calculation V-1.

4.2. After the calculation V, under the assumption that it was not possible to put a multiple of $(\sigma_{ij})_{v-1}$ into the elements of the primary lining.

We will obtain partial internal forces in the primary lining N_v, M_v, T_v by integration over primary lining stress. The final internal forces will amount to $N_c = \delta \cdot N_{v-1} + N_v, M_c = \delta \cdot M_{v-1} + M_v, T_c = \delta \cdot T_{v-1} + T_v$. By integration over stress in the secondary lining we will obtain internal forces in the secondary lining. These results are final. The deformations of the secondary lining determined by the calculation V are the final deformations. The final deformations of the primary lining will be obtained as the sum of deformations from calculation V and total deformations after calculation V-1.

EXAMPLE

We conducted a study on the influence of the degradation of a primary lining on internal forces in the “secondary lining – primary lining” system under geotechnically simplified circumstances.

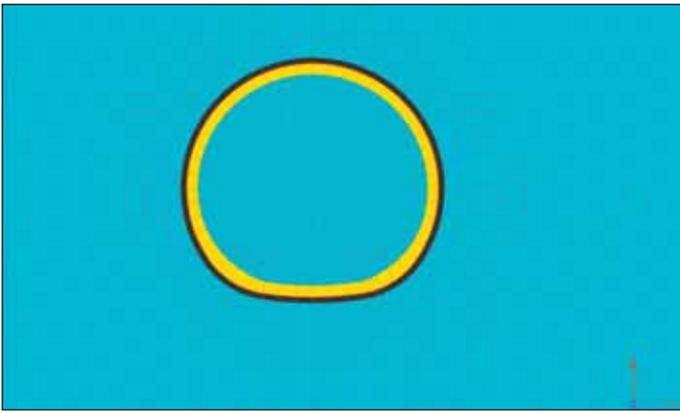
The geotechnical simplification lies in the fact that rock mass is homogeneous and that the whole opening is excavated in one step. That is why the primary lining is inserted in one step as well, not in the sequential way.

Geotechnical parameters of ground are as follows: unit weight $\gamma_H = 25 \text{ kN/m}^3$, modulus of elasticity $E_H = 200 \text{ MPa}$, Poisson's ratio $\nu_H = 0.27$, cohesion $c_H = 45 \text{ kPa}$, angle of internal friction $\phi_H = 34^\circ$.

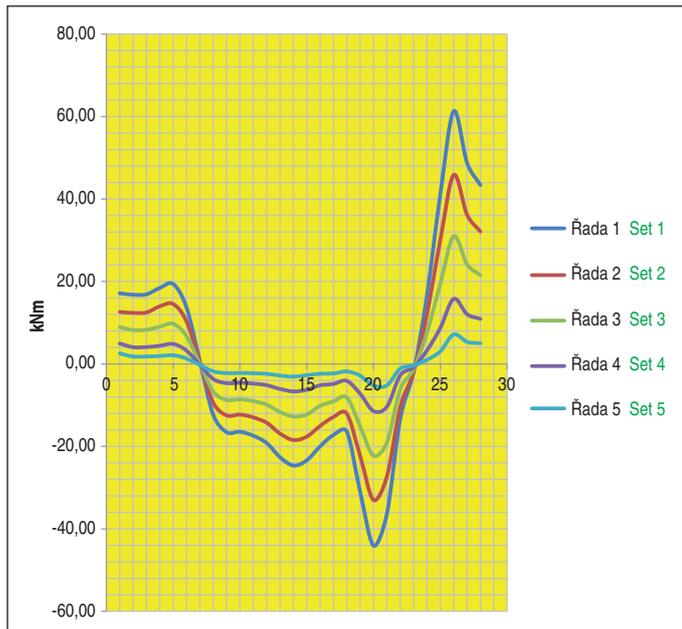
The parameters of shotcrete of the primary lining are as follows: unit weight $\gamma_p = 25 \text{ kN/m}^3$, modulus of elasticity before degradation $E_p = 19 \text{ GPa}$, Poisson's ratio $\nu_p = 0.2$.

The parameters of the secondary lining concrete are as follows: unit weight $\gamma_s = 0 \text{ kN/m}^3$, modulus of elasticity $E_s = 32 \text{ GPa}$, Poisson's ratio $\nu_s = 0.2$. We put the unit weight equal to zero deliberately because the stress in the secondary lining induced by the self weight would form a distorted background for the internal forces in the secondary lining which are caused by the degradation itself.

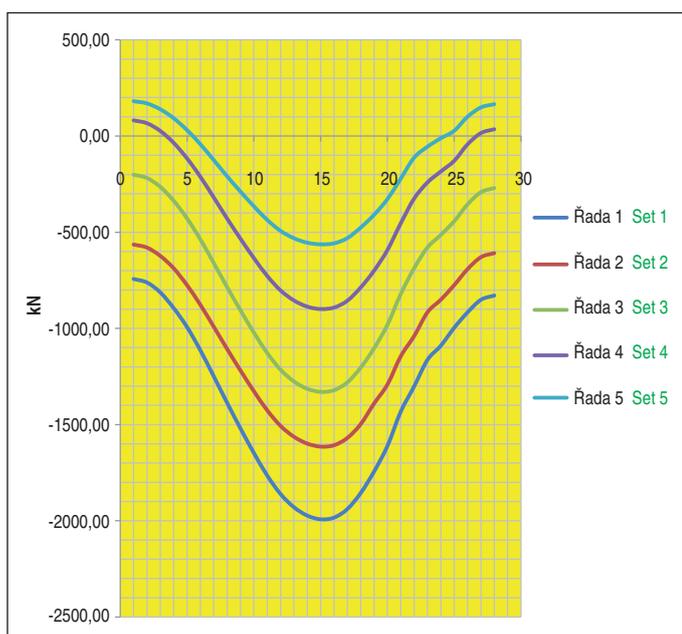
The geometry of both the linings is obvious from Fig. 1. The top of the primary lining vault is located at the depth of 16.4m under terrain surface. The primary lining is 0.3m thick, the thickness of the upper vault of the secondary lining is 0.5m. The clear height and width of the tunnel are 10.1m and 10.9m, respectively. A slipping layer is located between the primary and secondary linings. It is characterised by perfect slippage and does not transmit tensile stress.



Obr. 1 Detail ostění
Fig. 1 Detail of a lining



Obr. 2 Momenty primárního ostění v závislosti na jeho stupni degradace
Fig. 2 Moments in primary lining depending on the degree of primary lining degradation

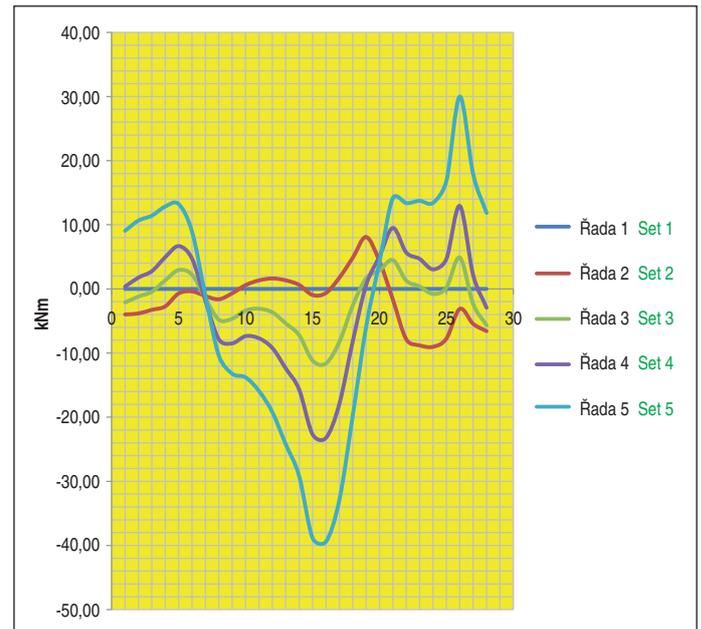


Obr. 4 Normálové síly primárního ostění v závislosti na jeho stupni degradace
Fig. 4 Normal forces in a primary lining depending on the degree of primary lining degradation

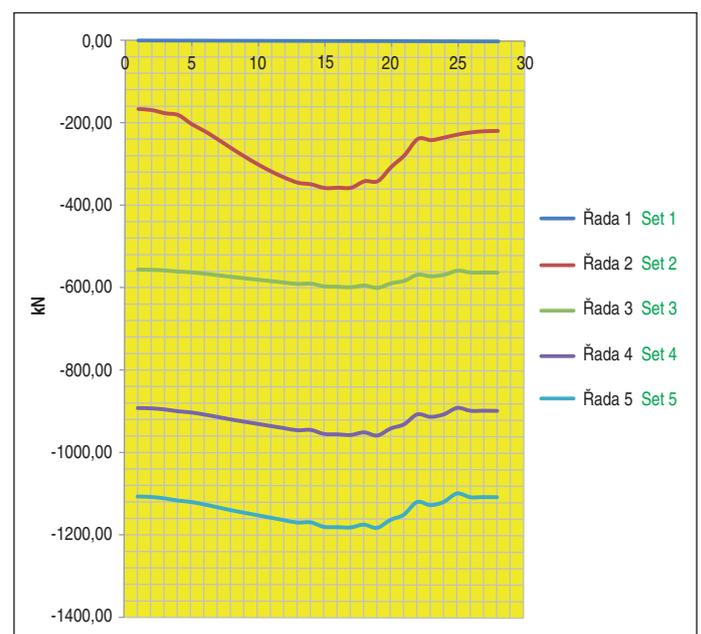
The study was conducted for degradation degrees according to the following table, from which it is also obvious which curves are assigned to the particular degrees in Figures 2–5.

Results of the study are summarised in the graphs which are available in figures 2-5. On the horizontal axis of the graphs, there is an unfolded central line of a half of the lining, either primary or secondary ones. Point 1 (not highlighted, but well obvious) is in the top of the arch; point 14 is located in the bench centre; point 28 is located in the centre of the lining bottom.

Certain embarrassment could be aroused by the tendency to symmetry about point 14 in the case of normal force curves (Figures 4–5), which is particularly noticeable in Fig. 4. It is the consequence of simplification of the study, namely the full-face excavation and the installation of the primary lining carried out in one step.



Obr. 3 Momenty sekundárního ostění v závislosti na stupni degradace primárního ostění
Fig. 3 Moments in secondary lining depending on the degree of primary lining degradation



Obr. 5 Normálové síly sekundárního ostění v závislosti na stupni degradace primárního ostění
Fig. 5 Normal forces in a secondary lining depending on the degree of the primary lining degradation

to důsledek zjednodušení studie, tedy ražby plným profilem a osazení primárního ostění nečleněným postupem.

Dalšího komentáře netřeba, neboť studie není smyslem tohoto pojednání. Smyslem pojednání je formulace metody výpočtu systému „degradované primární ostění – sekundární ostění“ a studie tuto formulaci pouze doplňuje, aniž by vyvolávala nejasnosti.

ZÁVĚR

Pojednáme o dosažených výsledcích. Zkoumali jsme nejprve vliv degradace na samostatné primární ostění. Zjistili jsme, že zatížení $q(A)$, působící na primární ostění před degradací, se při jeho degradaci jakoby rozpadá na dvě složky. První složka, $\delta \cdot q(A)$, ve svém působení „uchovává vzpomínku“ na stav primárního ostění před degradací, druhá, $(1 - \delta) \cdot q(A)$, se redistribuje mezi horninu a primární ostění.

První složka způsobuje napjatost $\delta \cdot \sigma_{ij}$ a „odvolává se tak“ na napjatost primárního ostění před degradací, která je σ_{ij} . V deformacích reprodukuje přetvoření nedegradovaného primárního ostění, nic k němu nepřidává, takže její příspěvek do tvorby deformací od degradace je nulový. Vyvodíme závěr z předchozího tvrzení plynoucí: složka $\delta \cdot q(A)$ nemůže nikdy zatížit sekundární ostění, protože jeho zatížení od degradace je způsobeno právě deformací primárního ostění.

Pokud by na degradované primární ostění působila pouze složka $\delta \cdot q(A)$, byl by na styku primárního ostění s horninou narušen princip akce a reakce, neboť hornina je ve výrubu držena zatížením $-q_H(A)$, zatímco na primární ostění působí tlak $+\delta \cdot q_H(A)$. Primárnímu ostění by se navíc nedostávalo objemové tíhy o velikosti $(1 - \delta) \cdot \gamma_p$. Aby byly tyto disproporce eliminovány, musí být mezi primární ostění a horninu přerodženo zatížení $(1 - \delta) \cdot q(A)$. Tato redistribuce vnáší do primárního ostění jak nová napětí, tak nové deformace.

Zatížení $(1 - \delta) \cdot q(A)$ je jediným zdrojem deformací primárního ostění, ke kterým při degradaci dochází. To umožňuje snadný přechod od výpočtu degradace samostatného primárního ostění k výpočtu soustavy „degradované primární – sekundární ostění“, neboť ony deformace jsou jedinou příčinou zatížení sekundárního ostění od degradace. Postačí proto přiložit zatížení $(1 - \delta) \cdot q(A)$ k primárnímu ostění, začleněnému do systému „hornina, degradované primární, sekundární ostění“, připravit a spustit výpočet V a s jeho výsledky naložit tak, jak popsáno výše.

Pro praktikujícího statika-tuneláře má zásadní význam kapitola „Postup při numerickém výpočtu“, která chce být jeho průvodcem po jednotlivých krocích výpočtu vnitřních sil a deformací soustavy „degradované primární – sekundární ostění“. Toto vedení by mělo pomoci překonat nezvyklá pravidla výpočtu a umožnit jeho správné provedení.

Pochopit pravidla výpočtu umožní četba kapitol, kapitolu „Postup při numerickém výpočtu“ předcházejících.

Konečně představu o tom, jak výpočet funguje, poskytuje kapitola „Příklad“.

PODĚKOVÁNÍ

Numerické výpočty, potřebné pro kapitolu „Příklad“, provedl pan Ing. Tomáš Louženský ze společnosti Satra. Autor mu tímto vyslovuje své poděkování.

*Ing. ALEŠ ZAPLETAL, DrSc.,
aleszapletal@seznam.cz, SATRA, spol. s r.o.*

Recenzoval *Reviewed: Ing. Jiří Hořejší*

Other commentary is not necessary because the study is not the purpose of this paper. The purpose of the paper is to formulate a method of calculation for the “degraded primary lining – secondary lining” system and the study only complements this formulation without causing confusions.

CONCLUSION

• We will discuss the results achieved. First we investigated the influence of degradation on the primary lining itself. We found out that loading $q(A)$ acting on the primary lining before degradation seemingly breaks down into two parts. The first component, $\delta \cdot q(A)$, “preserves a memory” for the state of the primary lining before degradation, whilst the other one, $(1 - \delta) \cdot q(A)$, is redistributed between ground and the primary lining.

The first component causes stress $\delta \cdot \sigma_{ij}$ and refers to the stress in the primary lining before degradation, which amounts to σ_{ij} . In deformations it reproduces deformation of the non-degraded primary lining, adds nothing to it, therefore the contribution to the deformations caused by degradation is zero. Let us derive a conclusion following from the preceding statement: component $\delta \cdot q(A)$ can never cause loading on the secondary lining because its loading from degradation is just caused by the deformation of the primary lining.

If only the component $\delta \cdot q(A)$ acted on the degraded primary lining, the action-reaction principle would be disturbed at the contact of the primary lining with ground because the ground is supported in the excavated opening by the loading $-q_H(A)$, whilst pressure $+\delta \cdot q_H(A)$ acts on the primary lining. The primary lining would, in addition, lack the unit weight of $(1 - \delta) \cdot \gamma_p$. To eliminate those disproportions, the loading $(1 - \delta) \cdot q(A)$ has to be redistributed between the primary lining and the ground. This redistribution brings both new stresses and new deformations into the primary lining.

Loading $(1 - \delta) \cdot q(A)$ is the only source of deformations of the primary lining during the process of its degradation. It allows for easy transition from the calculation of the separate primary lining to the calculation of a “degraded primary lining – secondary lining” system because those deformations are the only cause of the loading on the secondary lining due to degradation. It is therefore sufficient to apply loading $(1 - \delta) \cdot q(A)$ to the primary lining incorporated into the “ground, degraded primary lining, secondary lining” system, then to prepare and start calculation V and to deal with the results in the above-mentioned way.

• Chapter “Numerical calculation procedure” is crucial for a practicing tunnel-structural engineer. It wants to be their guide along individual steps in the calculation of internal forces and deformations of the “degraded primary lining – secondary lining” system. This guidance should help to overcome the unusual rules of the calculation and allow for the correct execution of the calculation.

Reading of the chapters preceding the “Numerical calculation procedure” chapter will allow them to understand the calculation rules.

After all, a notion how the calculation works is provided by chapter “Example”.

ACKNOWLEDGEMENTS

The numerical calculations required for chapter “Example” were conducted by Eng. Tomáš Louženský from the company of Satra. The author hereby expresses his thanks to him.

*Ing. ALEŠ ZAPLETAL, DrSc.,
aleszapletal@seznam.cz, SATRA, spol. s r.o.*

FOTOREPORTÁŽ Z KONFERENCE PODZEMNÍ STAVBY PRAHA 2019 PICTURE REPORT FROM CONFERENCE UNDERGROUND CONSTRUCTION PRAGUE 2019



Obr. 1 Úvodní přednáška Dr. Vojtecha Galla
Fig. 1 Opening lecture delivered by Dr. Vojtech Gall

foto Mařík photo Mařík



Obr. 2 Panelová diskuse
Fig. 2 Panel discussion

foto Husák photo Husák



Obr. 3 Pohled do sálu při jednáních v sekcích
Fig. 3 A view of the lecture hall during discussions in sections

foto Husák photo Husák



Obr. 4 Ukázka lidových tanců v Břevnovském klášteře
Fig. 4 Exhibition of folk dances at the Břevnov monastery

foto Husák photo Husák



Obr. 5 Pohled na nádvoří Břevnovského klášteře
Fig. 5 A view of the Břevnov monastery courtyard

foto Mařík photo Mařík



Obr. 6 Raut v Tereziánském sálu Břevnovského klášteře
Fig. 6 A bash in the Theresian hall of the Břevnov monastery

foto Mařík photo Mařík

FOTOREPORTÁŽ ZE ZAHÁJENÍ VÝSTAVBY METRA D FORMOU GEOLOGICKÉHO PRŮZKUMU

PICTURE REPORT FROM STARTING METRO D CONSTRUCTION IN THE FORM OF GEOLOGICAL SURVEY

FOTO ARCHÍV METROSTAV / PHOTO ARCHIVE OF METROSTAV



Obr. 1 Slavnostní projevy
Fig. 1 Ceremonial speech



Obr. 2 Slavnostní příchitek
Fig. 2 Ceremonial toast



Obr. 3 Zahájení stavby čtvrté trasy metra linky D dne 19. června 2019
Fig. 3 Commencement of construction of the fourth metro line, line D, on 19th June 2019



Obr. 4 Zahájení stavby první trasy metra linky C dne 6. ledna 1966
Fig. 4 Commencement of construction of the first metro line, line C, on 6th January 1966



Obr. 5 Sdílená radost
Fig. 5 Shared joy



Obr. 6 Sdílené zážitky
Fig. 6 Shared experiences

**FOTOREPORTÁŽ ZO SLÁVNOSTNEJ PRERÁŽKY
SEVERNEJ TUNELOVEJ RÚRY TUNELA PREŠOV 13. 6. 2019
A Z PRERÁŽKY JUŽNEJ TUNELOVEJ RÚRY 17. 6. 2019
PICTURE REPORT FROM CEREMONIAL BREAKTHROUGH OF
NORTHERN TUNNEL TUBE OF PREŠOV TUNNEL ON 13RD JUNE 2019
AND SOUTHERN TUNNEL TUBE ON 17TH JUNE 2019**

FOTO ARCHÍV METROSTAV / PHOTO METROSTAV ARCHIVE



Váš partner v konzultační a projektové činnosti



Tunel Deboreč

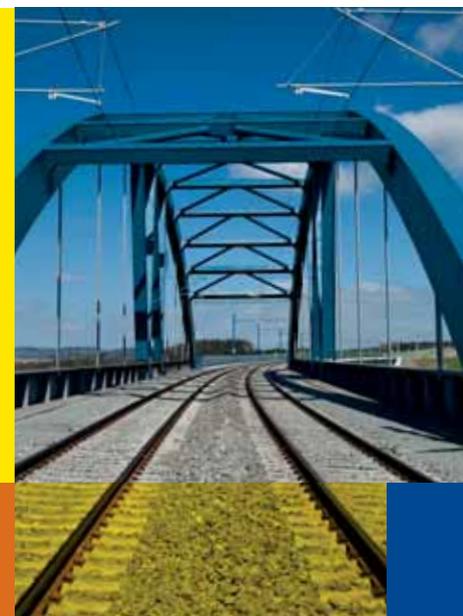


METROPROJEKT Praha a. s.
nám. I. P. Pavlova 1786/2
120 00 Praha 2

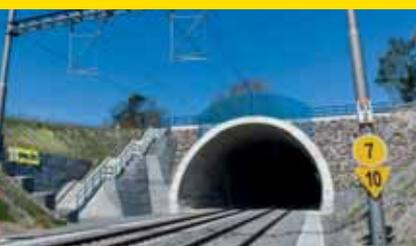
metroprojekt@metroprojekt.cz
www.metroprojekt.cz

Tel.: +420 296 325 152

www.ohlzs.cz



Moderní tvář stavebnictví



OHL ŽS

ZPRÁVY Z TUNELÁŘSKÝCH KONFERENCÍ NEWS FROM TUNNELLING CONFERENCES

TUNELÁŘSKÝ SVĚTOVÝ KONGRES 2019 V NEAPOLI WORLD TUNNEL CONGRESS 2019 IN NAPLES

The World Tunnel Congress and the 45th ITA General Assembly, organised by the International Tunnelling and Underground Space Association (ITA) and Società Italiana Gallerie (SIG), were held from 3rd to 9th May in Naples, Italy. Over 2000 delegates – professionals, academicians and engineers – met there. The traditional Muir Wood lecture was delivered by Martin Herrenknecht. Mrs. Jinxiu Yan was elected the new ITA president. Albania, Lebanon and Kenya became new members. During the 45th ITA General Assembly, 78 member states elected the host country for the WTC 2022. Mexico won after strict examination of both candidates.

Tunelářský světový kongres a 45. valné shromáždění ITA, pořádané Mezinárodní organizací Tunneling and Underground Space Association (ITA) a Società Italiana Gallerie (SIG) se konaly od 3. do 9. května v Neapoli, v Itálii.

Setkalo se zde více než 2000 delegátů – odborníků, akademiků a inženýrů – letos kongres umožnil široké škále odborníků sdílet své zkušenosti a diskutovat o osvědčených postupech a inovacích, průkopnických projektech a tunelových stavbách se zvýrazněním archeologie, architektury a umění. Dění kongresu se odehrávalo plných šest dní ve výstavišti Mostra D'Oltremare.

Akce zdůrazňovala užitečnost podzemního prostoru, včetně plovcích tunelů, multimodálního podzemí, infrastruktury, podzemních farem a tunelovacího zařízení na Měsíci.

Martin Herrenknecht, který přednesl tradiční přednášku Muir Wood, uvedl: „Budujeme podzemní infrastrukturu na celém světě v téměř každém podloží. Inovace nám umožňují provádět projekty, které byly před několika lety nemožné.“

Novým prezidentem ITA byla zvolena paní Jinxiu Yan. V soutěži s Ericem Lecou vyhrála těsně o dva hlasy (32 až 30). Jinxiu Yan je následovníkem prof. Tarcisia Celestina z Brazílie.

Ve svém proslovu paní Jinxiu Yan mimo jiné přednesla:

„Je to čest být novým prezidentem ITA. Pro splnění nových výzev je důležité společně usilovat o nalezení nových řešení, aby bylo možné přispět k cílům udržitelného rozvoje OSN 2030.“

Za prvé, posílit komunikaci s příbuznými mezinárodními organizacemi, národními politickými fóry a dobře známými mezinárodními bankami za účelem zvýšení příspěvků do tunelování pro splnění cílů udržitelného rozvoje.

Za druhé, zlepšit komunikaci mezi členskými státy a průmyslem, podporovat sdílení zkušeností a organizovat symposia, dialogy, vzdělávací kurzy.

Za třetí, uznat úspěchy našeho průmyslu a podporovat sdílení znalostí a aplikací uznaných nových technologií mezi všemi zúčastněnými stranami včetně subjektů s rozhodovací pravomocí a investorů.“

Spolu s volbou nového prezidenta ITA byla vytvořena nová výkonná rada ITA se čtyřmi novými viceprezidenty: Lars Babenderde (Germany) jako první viceprezident, Arnold Dix (Austrálie), Randy Essex (USA) a Giuseppe Lunardi (Itálie) jako spolupředsedové.

Nová výkonná rada pro období 2019–2022 zahrnuje:

- Abidemi Agwor, Nigérie;
- Hamdi Aydin, Turecko;

- Choi Hangseok, Korea;
- Jeyatharan Kumarasamy, Singapur;
- Andres Marulanda, Kolumbie;
- Jamal Rostami, Írán;
- Gérard Seingre, pokladník, Švýcarsko;
- Teik Aun Ooi, Malajsie, dopisující člen WTC 2020;
- Soren Eskesen, Dánsko, dopisující člen WTC 2021;
- dopisující člen WTC 2022, Mexiko bude určen.

ITA PŘIVÍTALA TŘI NOVÉ ČLENSKÉ NÁRODY A MEXIKO SE STALO POŘADATELEM WTC 2022

Albánie, Libanon a Keňa se staly třemi novými členskými zeměmi. Během 45. Valného shromáždění ITA volilo 78 členských států ITA pořadatelskou zemi pro WTC 2022. Po přísném zkoumání obou kandidátů zvítězilo Mexiko.

PUBLIKACE ITA

Kongres byl také místem pracovních setkání, jejichž výstupem bylo zveřejnění několika zpráv pracovních skupin a výborů. Pracovní skupina 2 představila nové pokyny pro návrh segmentového tunelového ostění, pracovní skupina 5 příručku pro práce ve vysokém hyperbarickém tlaku a pracovní skupiny 14 a 15 společnou zprávu o zpracování, úpravě a likvidaci odpadních tunelových materiálů.

Obě sdružení, jak ITAtech Drill & Blast, tak i ITAtech Rebuild, vyrobily příslušné dokumenty na téma „Praktický přístup k řízení ražeb pomocí trhavin a optimalizaci postupu v tunelování.“ ITAtech vydal „Pokyny pro obnovu strojního zařízení pro ražbu mechanizovaného tunelu“.

Výbor ITA COSUF, který se věnuje tématům bezpečnosti, publikoval zprávu „Současná praxe v oblasti propojek pro podporu bezpečnosti v železničních tunelech a tunelech metra.“

ITA A FIDIC RELEASE EMERALD BOOK O SMLUVNÍCH STANDARDECH PRO PODZEMNÍ PRÁCE

Mezinárodní inženýrská federace FIDIC (Mezinárodní federace poradenských inženýrů) a ITA-AITES se spojily, aby vydaly Smaragdovou knihu, novou formu smlouvy pro tunelářské a podzemní práce.

Podzemní stavba je velmi závislá na geologických, hydrogeologických a geotechnických vlastnostech horniny, které mají rozhodující vliv na metody požadované pro úspěšné provádění prací. Kromě toho je obtížné předvídat chování horniny, což vede k inherentní nejistotě v podzemních stavbách, která dává vznik jedinečným smluvním rizikům týkajícím se proveditelnosti výstavby, času a nákladů.

Tato rizika jsou řešena v podmínkách smlouvy o podzemních pracích (Smaragdová kniha), která byla vydána na světovém tunelářském kongresu 2019 v Neapoli. Vydání následuje po několika letech intenzivní práce společné pracovní skupiny zástupců FIDIC a ITA-AITES, kteří identifikovali několik otázek, které by měla nová standardní forma smlouvy řešit s cílem podpořit spravedlivé přidělování rizik a řešení efektivních podmínek, které jsou v takových projektech obvykle nepředvídatelné.

Ing. KAREL RÖSSLER, Ph.D., *Metrostav a.s.*

KONFERENCE PODZEMNÍ STAVBY PRAHA 2019 CONFERENCE UNDERGROUND CONSTRUCTION PRAGUE 2019

The 14th triennial international conference Underground Construction Prague 2019 was held on the premises of Clarion hotel from 3rd to 5th June 2019. In total, 548 attendees from 31 countries were registered at the conference; of this number there were 68 exhibitor registrations and 5 accompanying persons. The conference proceedings contained 141 papers received from 25 countries. The accompanying all-day course for young engineers called "Facing uncertainties in preparation and implementation of tunnel construction projects" took place on Sunday the 2nd June 2019. On Sunday evening the 2nd June, a banquet was held in Prague Mayor's residence. The conference commenced on Monday the 3rd June 2019. Ing. Alexandr Butovič, Ph.D., chairman of the Steering Committee, welcomed the conference attendees in his opening speech. At the beginning of the conference, Ing. Ivan Hrdina, Chairman of the CzTA, handed commemorative medals of the CzTA to Martin Knights from the United Kingdom and Prof. Robert Galler from Austria for their long-term contribution to the CzTA and promotion of new trends in underground construction. The following opening lectures were delivered at the conference: Ing. Luděk Sosna (the Czech Republic): *Tunnel construction on state transport infrastructure*, Ing. Milan Majer (the Czech Republic): *Tunnel Ejpvovice – experience from the preparation and construction of the longest Czech railway tunnel*, Mr. Konrad Bergmeister (Austria): *The longest underground structure in the world – Brenner Base Tunnel* and Mr. Vojtech Gall (the USA): *The Gateway Program – the Hudson River Tunnel Project in New York, New Jersey*. During the two days, 70 lectures (4 opening, 12 invited and 54 others) were delivered. The panel discussion focused on preparation and construction of long railway tunnels was held on Monday the 3rd June 2019. It was participated by foreign professionals with experience from similar projects. The invited lectures delivered by renowned foreign speakers traditionally attracted attention during the session. Regarding the poster section, 52 posters were received and presented. The conference Gala Dinner for all registered attendees, accompanying persons, partners and exhibitors was traditionally held in the historic grounds of the Břevnov monastery. On Wednesday the 5th June 2019, 5 technical excursions were organised to tunnels on the Sudoměřice and Votice railway track, to the Josef Underground Educational Centre, to the Main Traffic Management Centre in Prague, to utility tunnels in the historic centre of Prague and to the Rudolf's gallery and the old sewage treatment plant. We are looking forward to meeting you again at the conference Underground Construction Prague 2022.

Ve dnech 3. až 5. června 2019 proběhl v prostorách hotelu Clarion 14. ročník mezinárodní konference Podzemní stavby Praha 2019.

Celkem bylo na konferenci zaregistrováno 548 účastníků z 31 zemí, z toho bylo 68 vystavovatelských registrací a 5 doprovodných osob. Nejvyšší počet účastníků byl tradičně z České republiky (335). Ze zahraničí bylo nejvíce účastníků ze Slovenska (53), dále pak byl také větší počet účastníků z Rakouska (12), Koreje (9), Německa (6), Itálie (6), Číny (5), USA (5). Z Maďarska, Polska a Švýcarska bylo po 4 účastnících. Z Běloruska, Kanady a Spojeného království bylo po 3 účastnících. Z Alžírsko, Francie, Indie, Irsko, Mexiko a Řecko bylo po 2 účastnících. Další zastoupené státy byly Albánie, Belgie, Hong-kong, Írán, Irák, Japonsko, Norsko, Rusko, Slovinsko, Švédsko a Turecko. Pro srovnání bylo v roce 2010 na konferenci zaregistrováno 480 účastníků z 22 zemí, v roce 2013 to bylo 600 účastníků z 26 zemí a v roce 2016 to bylo 555 účastníků z 37 zemí.



foto Mařík photo Mařík

Obr. 1 Doprovodný kurz pro mladé inženýry
Fig. 1 Accompanying course for young engineers



foto Husák photo Husák

Obr. 2 Zahájení konference fotkami z výstavby tunelů v ČSSR
Fig. 2 Conference opening with photos from construction of tunnels in the ČSSR

Ve sborníku bylo otištěno 141 příspěvků obdržených z 25 zemí. Pro srovnání v roce 2010 bylo celkem 171 příspěvků z 25 zemí, v roce 2013 bylo 147 příspěvků z 18 zemí a v roce 2016 bylo 174 příspěvků z 31 zemí.

V neděli 2. června 2019 od 9:00 do 18:00 se v hotelu Clarion uskutečnil celodenní doprovodný kurz pro mladé inženýry s názvem „Členění nejistotám při přípravě a realizaci tunelových staveb“. Na kurzu celkem bylo 49 registrovaných účastníků a bylo předneseno 12 prezentací (obr. 1). Dvě prezentace byly zahraniční, prof. Shahab Yasrobi z Íránu a prof. Bai Yun z Číny, zbytek přednášejících byl z ČR. V neděli 2. června 2019 večer se pak uskutečnila recepce v Rezidenci primátora hl. m. Prahy, které se zúčastnilo 76 pozvaných hostů.

Konference byla zahájena v pondělí 3. června 2019 v 9:00 krátkým filmem prezentujícím starší fotografie z výstavby podzemních staveb v ČSSR za hudebního doprovodu skladby Bohemian Rhapsody britské skupiny Queen (obr. 2). Na fotografiích bylo představeno pražské metro, přečerpávací elektrárna Dlouhé stráně, vodovodní příváděč Želivka, pražské stoky a kolektory, apod. V úvodním projevu přivítal účastníky kongresu předseda přípravného výboru konference Ing. Alexandr Butovič, Ph.D. (obr. 3). V úvodu konference předal předseda CzTA Ing. Ivan Hrdina pamětní medaile CzTA Martinovi Knightsovi ze Spojeného království (obr. 4) a prof. Robertovi Gallerovi z Rakouska (obr. 5) za jejich dlouhodobý přínos pro CzTA a propagaci nových trendů



foto Husák photo Husák

Obr. 3 Úvodní projev Ing. Alexandra Butoviče, Ph.D.
Fig. 3 Opening speech by Ing. Alexandr Butovič, Ph.D.

v podzemním stavitelství. Na konferenci byly předneseny následující úvodní přednášky (Keynote Lectures):

- Luděk Sosna (Česká republika): *Připravované tunelové stavby na české dopravní infrastrukturu;*
- Milan Majer (Česká republika): *Tunel Ejpvovice – příprava a realizace nejdelšího českého železničního tunelu;*
- Konrad Bergmeister (Rakousko): *Brennerský bázový tunel – nejdelší podzemní stavba na světě;*
- Vojtech Gall (USA): *Program Gateway – projekt tunelu pod řekou Hudson v New Yorku, stát New Jersey.*



foto Mařík photo Mařík

Obr. 4 Předání pamětní medaile CzTA Martinovi Knightsovi ze Spojeného království

Fig. 4 Handing the CzTA commemorative medal to Martin Knights from the United Kingdom



foto Mařík photo Mařík

Obr. 5 Předání pamětní medaile CzTA Prof. Robertovi Gallerovi z Rakouska
Fig. 5 Handing the CzTA commemorative medal to Prof. Robert Galler from Austria



foto Mařík photo Mařík

Obr. 6 Panelová diskuse
Fig. 6 Panel discussion

Po úvodních přednáškách byl sál rozdělen na dva menší sály, ve kterých probíhaly prezentace v jednotlivých sekcích. Během dvou dnů bylo předneseno 70 přednášek (4 úvodní, 12 vyzvaných a 54 ostatních), většina měla velmi dobrou úroveň. V pondělí 3. června 2019 odpoledne se konala panelová diskuse (obr. 6) zaměřená na přípravu a výstavbu dlouhých železničních tunelů (v České republice je plánována výstavba dvou železničních tunelů s délkou přes 20 km, jedná se o tunel Praha – Beroun a o Krušnohorský bázový tunel). Panelovou diskusi moderoval Ing. Martin Srb, Ph.D. a zúčastnili se jí následující zahraniční odborníci se zkušenostmi z obdobných projektů:

- Konrad Bergmeister (Rakousko) – ředitel Brennerského bázového tunelu;
- Heinz Ehrbar (Švýcarsko) – bývalý ředitel Gotthardského bázového tunelu;
- Hans-Peter Vetsch (Švýcarsko) – bývalý ředitel provozu a bezpečnosti Gotthardského bázového tunelu;
- Gerhard Harer (Rakousko) – bývalý ředitel Koralmského bázového tunelu;
- Sabine Kulikov (Německo) – příprava bázového tunelu Krušné hory.

Při jednáních v sekcích tradičně zaujaly vyzvané přednášky renomovaných zahraničních řečníků, jejich seznam je uveden níže.

Panelová diskuse:

- Heinz Ehrbar (Švýcarsko): *Výběr optimálního uspořádání tunelu s ohledem na jeho celkový životní cyklus.*

Sekce 1: Konvenčně ražené tunely

- Robert Galler (Rakousko): *Výzvy během výstavby tunelu a instalace vybavení v ZAB – Zentrum am Berg;*
- Davorin Kolic (Chorvatsko): *Nová železniční trať Divica-Koper: vývoj projektu.*

Sekce 2: Mechanizovaně ražené tunely

- Martin Forster (Německo): *Současný vývoj technologie mechanizovaného tunelování pro proměnné geologické podmínky;*
- Michael Mooney (USA): *Umělá inteligence a fyzikální modelování pro predikci ražeb prováděných zeminným štítem.*

Sekce 3: Ostatní podzemní stavby, úložiště, rekonstrukce a historie

- Martin Knights (Velká Británie): *Budoucnost tunelování: vlivy, změny, potřeby a předpokládané potřeby.*

Sekce 4: Geotechnický průzkum a monitoring

- Wulf Schubert (Rakousko): *Poslední vývoj v mapování čelb a v monitoringu stavu tunelu.*

Sekce 5: Numerické modelování, BIM, výzkum a vývoj

- Bai Yun (Čína): *Rozvoj hlubokého podzemního prostoru v Šanghaji*;
- Shahab Yasrobi (Írán): *Zvládání rizik a postup výstavby komplexního městského tunelu – příklad tunelu Arah-Esfandiar-Niayesh*.

Sekce 6: Vybavení, bezpečnost provozu a údržba

- Bernhard Kohl (Rakousko): *Prevence a zmírnění nehod souvisejících s tunely*;
- Hans-Peter Vetsch (Švýcarsko): *Gotthardský bázový tunel: bezpečnostní výzvy v dlouhých tunelech a důsledky pro provoz*.

Sekce 7: Rizika, smluvní vztahy a financování

- Ioannis Bakogiannis (Řecko): *Zkušenosti z projektování a výstavby silničních tunelů s koncesními smlouvami*.

V rámci posterové sekce bylo přijato a prezentováno 52 posterů (obr. 7). Společenský večer pro všechny registrované účastníky, doprovodné osoby, partnery a vystavovatele se uskutečnil tradičně v historickém areálu Břevnovského kláštera (obr. 8) v pondělí 3. června 2019 večer, této recepcce se zúčastnilo 344 osob. Společenský večer byl zahájen českými lidovými tanci v podání souboru Lučinka.

Ve středu 5. června 2019 proběhlo 5 odborných exkurzí:

- exkurze A – Tunely na železniční trati Sudoměřice a Votice;
- exkurze B – Podzemní výukové středisko Josef;
- exkurze C – Hlavní dopravní řídicí ústředna v Praze;
- exkurze D – Kolektory v historickém centru Prahy (obr. 9);
- exkurze E – Rudolfova štola a stará čistírna odpadních vod.

Konference byla finančně podpořena následujícími partnery:

- Platinoví partneři: Metrostav a.s., Subterra a.s.
- Zlatí partneři: Epiroc Czech Republic s.r.o., HOCHTIEF CZ, a.s., METROPROJEKT Praha a.s., OHL ŽS, a.s., SG Geotechnika a.s.

- Stříbrní partneři: 3G Consulting Engineers s.r.o., ACE Instrument co., Ltd., Amberg Engineering, BASF Stavební hmoty ČR s.r.o., EUROVIA CS, a.s., Fine spol. s r.o., GeoTec-GS, a.s., GEOTest, a.s., Herrenknecht AG, INSET s.r.o., Krampe-Harex, Minova, Mott MacDonald CZ, spol. s r.o., PUDIS a.s., SATRA, spol. s r.o., Zitron.
 - Ostatní partneři: Zakládání staveb, a.s., PRAGOPROJEKT, a.s., KELLER – speciální zakládání, spol. s r.o., POHL cz, a.s., IDS Praha, a.s., SWIETELSKY, SAMSON PRAHA, spol. s r.o., Bausan Injekt s.r.o., SUDOP PRAHA a.s.
- Dále konferenci podpořily následující organizace:
- ITA-AITES, ISSMGE, ISRM.

Obecně konference proběhla bez větších obtíží podle předpokládaného scénáře, přípravný výbor obdržel řadu kladných ohlasů z České republiky i ze zahraničí. Po konferenci byl rozeslán emailem dotazník spokojenosti, který vyplnilo 23 účastníků konference. U všech byly dojmy z konference velmi pozitivní, výhrady byly spíše drobnější a nebyl v nich žádný výraznější trend (žádné připomínky či doporučení nebyly uvedeny častěji). Na základě obdržených dotazníků do budoucna neplánujeme žádné zásadnější změny v organizaci konference.

Touto cestou bych rád poděkoval všem účastníkům konference, zejména pak všem členům přípravného výboru a vědecké rady, autorům příspěvků, řečníkům a partnerům konference. Těším se, že se opět sejdem v obdobném případně i vyšším počtu na konferenci Podzemní stavby Praha 2022.

Za přípravný výbor a vědeckou radu

*prof. Ing. MATOUŠ HILAR, Ph.D.
předseda vědecké rady konference PS 2019*



foto Husák photo Husák

Obr. 7 Posterová sekce
Fig. 7 Poster section



foto Mařík photo Mařík

Obr. 8 Společenský večer v prostorách Břevnovského kláštera
Fig. 8 Gala Dinner in the grounds of the Břevnov monastery

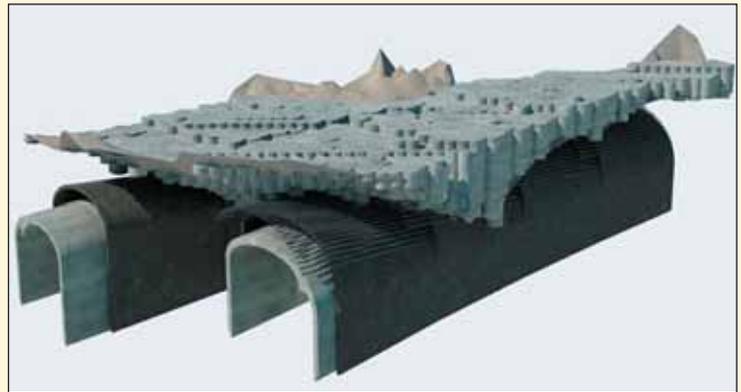


foto Hilar photo Hilar

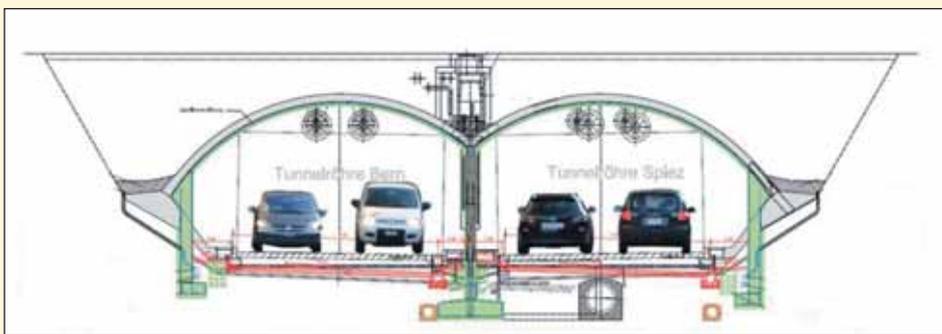
Obr. 9 Exkurze do kolektorů v centru Prahy
Fig. 9 Excursion to utility tunnels in the centre of Prague

SWISS TUNNEL CONGRES 2019 V LUZERNU SWISS TUNNEL CONGRES 2019 IN LUZERN

The traditional congress STC Luzern 2019 was held from 4th to 6th June. The main theme of the Tuesday colloquium was “*Material technology innovations in tunnel construction*”. Current material bases of the modern tunnel construction engineering were presented in seven lectures. The standard all-day conference took place on Wednesday, whilst technical excursions to underground construction projects in Switzerland were organised for Thursday. This year’s conference attendance was slightly lower – ca 700 attendees, less than a hundred of them from abroad. The themes of the thirteen lectures were carefully selected – not only Swiss structures and projects, but also important and interesting international projects. The comprehensive congress proceedings are available free of charge on the Swiss Tunnelling Society pages <https://www.swisstunnel.ch/swiss-tunnel-congress/programm/>.



Obr. 2 Schéma tryskové injektáže a 3D model tunelu Förfibart
Fig. 2 Chart of jet grouting and a 3D model of the Förfibart tunnel



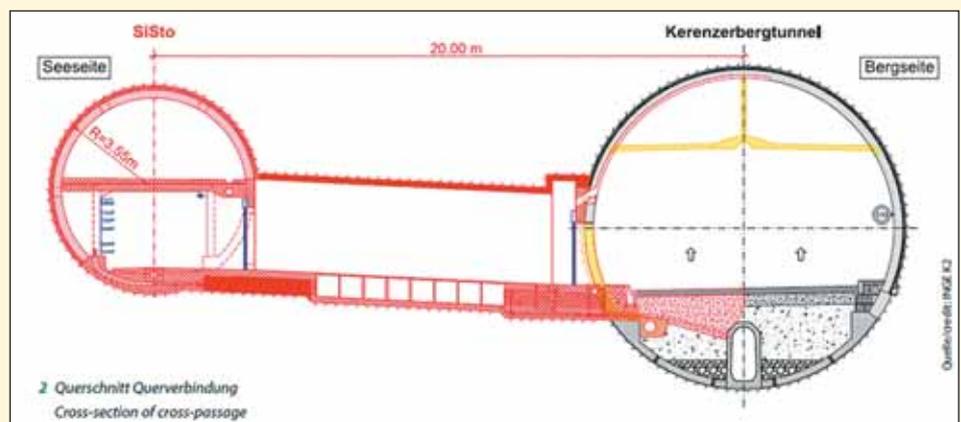
Obr. 1 Schéma rekonstrukce tunelu Allmend
Fig. 1 Chart of the Allmend tunnel reconstruction

Ve dnech 4. 6. až 6. 6. se konal tradiční kongres švýcarských tunelářů STC Luzern 2019. Hlavním tématem úterního kolokvia byly „*Materiálové inovace v tunelovém stavitelství*“. V celkem sedmi přednáškách byly prezentovány aktuální materiálové základny novodobého tunelového stavitelství. Žádné převratné novinky nebyly k vidění a slyšení, pouze aktuální stav používání vláknobetonu, drátkobetonu, vysokopevnostních, samozhutnitelných a vodotěsných betonů a dnes již standardně používaných injektážních hmot.

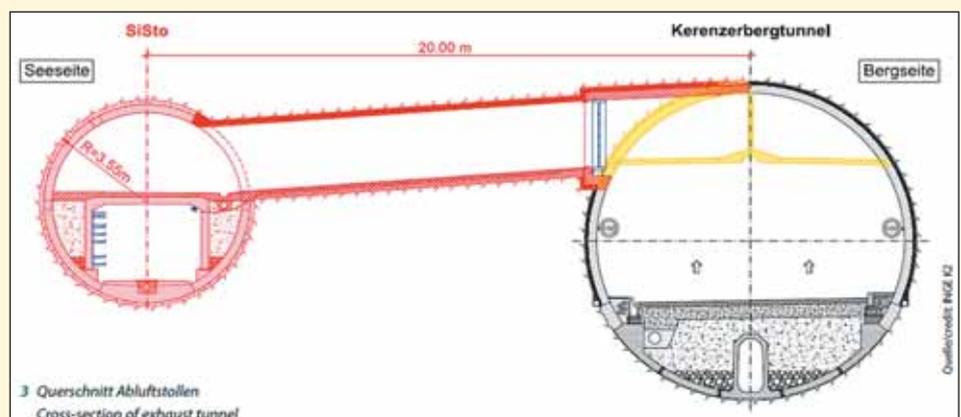
Ve středu pak proběhla standardní celodenní konference a ve čtvrtek byly organizovány odborné exkurze na podzemní stavby ve Švýcarsku. Účast na letošní konferenci byla poněkud nižší – cca „pouze“ 700 účastníků, z toho necelá stovka zahraničních. Z Česka pak jenom dva z brněnské filiálky AMBERG Engineering a ze Slovenska již standardně sedm kolegů z firmy Basler&Hoffman, tedy firem s kořeny a vlastníky ve Švýcarsku.

Témata třinácti přednášek byla jako obvykle pečlivě vybraná – nejen švýcarské stavby a projekty, ale i významné a zajímavé mezinárodní projekty. Za zmínku stojí určitě následující přednášky.

Sanace, resp. rozšíření stávajícího tunelu Allmend ve městě Thun (obr. 1). Jde o hloubený mělký tunel z roku 1968, který již nevyhovuje prostorově (šířka jízdních pruhů, únikové cesty, podjezdová výška) a nosná konstrukce přesypané klenby je poškozena zejména pojížděním tanků na tankodromu přímo nad tunelem. Vzhledem k vytíženosti trasy a nutnosti zachovat dva jízdní pruhy pro každý směr bylo nutné vy-



Obr. 3 Úniková štola tunelu Kerenzerberg à 300 m
Fig. 3 Escape gallery of the Kerenzerberg tunnel à 300m



Obr. 4 Odsávání kouře při požáru do vzduchotechnického kanálu nové únikové štoly à 100 m
Fig. 4 Extraction of smoke during a fire into the ventilation duct of the new escape gallery à 100m

budovat novou provizorní dvoupruhovou komunikaci prakticky přimonad tunelem. Neexistence nebo nedostatečná kapacita objízdných tras je velkým problémem u většiny tunelů, a to i v Česku. Další informace na <https://www.a6-rubigen-spiez.ch/a6/de/projekt-termine/allmendtunnel>.

Výzkumné centrum CERN u Ženevy se pro urychlovač LHC rozšiřuje o další přístupové šachty a podzemní kaverny s navazujícími nadzemními servisními centry a budovami.

Zajímavá byla rovněž přednáška o rekonstrukci **přečerpávací vodní elektrárny Ritom**, určené výhradně pro výrobu energie pro švýcarské dráhy (SBB/SSP), které provoz a rozšíření elektrárny rovněž plně financují.

Přednáška na téma stockholmského obchvatu **Förbifart** byla spíše o zvláštnostech přístupu investorů a místních zhotovitelských firem ve Švédsku k problematice ražby tunelu s nízkým nadložím 2,5 až 3,3 m, nesoudržnou zeminou v kalotě, která byla sanována rozsáhlou tryskovou injektáží (obr. 2), a extrémně tvrdou horninou v převážné části profilu tunelu při podcházení tunelu pod provozovanou dálnicí. Překonat skeptické názory a nedůvěru v navržené technické řešení bylo náročnějším úkolem, než vlastní realizace.

Nechyběla přednáška s tématem v současnosti budovaného nejdelšího tunelu na světě – **Berenerského bázového tunelu**, tentokrát se zaměřením na 15kilometrovou ražbu průzkumné a následně servisní a odvodňovací štoly. Byl prezentován způsob průchodu TBM poruchovými zónami, kde vznikaly obrovské nadvýlomy tzv. komínováním horniny. Celkem muselo být překonáno deset takových zón, z nichž největší „komín“ představoval cca 5500 m³ s výškou volného prostoru nad strojem TBM až 18 m!

Velmi zajímavé technické řešení bylo zvoleno u rekonstrukce dálničního **tunelu Kerenzergberg** v kantonu Glarus (cca 5,6 km, v provozu od r. 1986), kde bude odstraněn stávající mezistrop s odvodním a přívodním vzduchovým kanálem (plně příčné větrání), které budou nahrazeny odsáváním každých 100 m do vzduchového odvodního kanálu jako součásti nově budované únikové štoly. Princip inovativního řešení je na obr. 3 a 4.

Kompletní sborník přednášek je volně ke stažení na stránkách Švýcarské tunelové asociace <https://www.swisstunnel.ch/swisstunnel-congress/programm/>.

*Ing. VLASTIMIL HORÁK,
AMBERG Engineering Brno, a.s.*

MEZINÁRODNÍ KONFERENCE MĚSTSKÉ INŽENÝRSTVÍ KARLOVARSKO 2019 INTERNATIONAL CONFERENCE URBAN ENGINEERING KARLOVY VARY 2019

The history of the international conference *Urban Engineering* began to be recorded as long ago as 1996. The theme of this year's 24th annual conference, which was held on 7th June 2019 in the Svoboda community centre in Cheb, was "*Urbanism of public space under terrain level*". Other information about the conference is available on www.ckait.cz.

Historie mezinárodní konference *Městské inženýrství* se začala psát již v roce 1996. Letošní, 24. ročník konference, která se konala 7. června 2019 ve společenském středisku Svoboda v Chebu, byl na téma „*Urbanismus veřejného prostoru pod úrovní terénu*“.

Podzemní urbanismus to je na jedné straně v podstatě synonymum pro vedení technické infrastruktury, která v území zabezpečuje dodávky energií, vody a hospodaření s odpady. Představuje rozsáhlý soubor zařízení, která jsou neopomenutelnou organickou součástí urbanistického uspořádání území. Jednotlivé prvky technické infrastruktury významně zasahují do života celé společnosti tím, že ovlivňují životní prostředí, vytvářejí limity v podobě různých ochranných, bezpečnostních a hygienických pásem. Zároveň vytvářejí podmínky pro pohodový život obyvatel.

Na druhou stranu je téma podzemního urbanismu značně složitě, lze říci až kontroverzí ve vztahu k základním urbanistickým a architektonickým pojmům. Podzemní urbanismus pro lidi je možné také chápat převážně jako podzemní spojnice pod komunikacemi, podzemní ulice či podzemní zastávky kolejové dopravy. Tento způsob řešení měst je zapříčiněn mimo jiné například neudržitelnou dopravní situací na povrchu, nepříznivými klimatickými podmínkami a dalšími aspekty, které ženou lidi do hlubin země. Jindy je to ekonomická situace, kdy pozemky na povrchu jsou již nedostatkovým zbožím. Ve 21. století je třeba chápat ur-

banismus a územní plánování jako multifunkční disciplínu ve více vrstvách, tedy i pod zemí.

S výše uvedeným korespondují i témata příspěvků konference:

- Urbanismus veřejného prostoru pod úrovní terénu;
- Autobusová stanice Mlynské Nivy, Bratislava;
- Strategie sanace kanalizační sítě ve správě společnosti Stadtentwässerung Dresden;
- Management kanalizační sítě;
- Predstaničné námestie v Bratislave – identita nadzemného a podzemného priestoru;
- Železniční projekt Stuttgart – Ulm;
- Přístup k statickému zkoušení konstrukcí tunelů v Bulharsku;
- Podzemní urbanismus očima architekta;
- O kolektorové síti hlavního města Prahy.

Konferenci pořádá ČKAIT spolu s ČSSI, Slovenskou komorou stavebních inženýrů, Saskou inženýrskou komorou, VBI, Bavorskou inženýrskou komorou, Durynskou inženýrskou komorou, Maďarskou inženýrskou komorou a časopisem *Stavebnictví*. Záštitu konferenci udělili ministři průmyslu a obchodu, místního rozvoje, dopravy, kultury, Karlovarský kraj a město Cheb.

Konference je zařazena do systému celoživotního vzdělávání členů ČKAIT. Je určena pro autorizované osoby, zejména v oboru městské inženýrství, pro pracovníky státní správy, zástupce samosprávy, studující stavebních fakult vysokých škol, hlavně oboru městské inženýrství, pro projektanty i dodavatele.

Další informace o konferenci lze nalézt na www.ckait.cz.

doc. Ing. TOMÁŠ VYMAZAL, Ph.D., VUT Brno

AKTUALITY Z PODZEMNÍCH STAVEB V ČESKÉ A SLOVENSKÉ REPUBLICĚ CURRENT NEWS FROM THE CZECH AND SLOVAK UNDERGROUND CONSTRUCTIONS

ČESKÁ REPUBLIKA

METRO D – NOVÁ LINKA PRAŽSKÉHO METRA

Velký den D pro Prahu, celou českou tune-
lářskou komunitu a v neposlední řadě i uživate-
le sítě pražského metra nastal. Dne 19. 6. 2019
totiž pražský Dopravní podnik slavnostně za-
hájil geologickým průzkumem nultou etapu
výstavby nové trasy linky metra D (obr. 1).

Vlastní geologický průzkum bude realizo-
ván na čtyřech lokalitách v oblasti Pankrác
– Olbrachtova, kde se očekávají nejkompli-
kovanější geologické podmínky celé trasy.
Obsahem průzkumu je soubor hloubených ša-
chet a ražených štol, které se z větší části sta-
nou součástí budoucích definitivních objektů
stavby. Na tyto objekty by pak měly plynule
navazovat i další vlastní realizační etapy, kdy
zahájení té první je plánováno již na rok 2020.

V první realizační fázi bude zhotoven úsek mezi stanicemi Pan-
krác a Nové Dvory, který pak bude dále prodloužen na jih do stanice
Depo Písnice. Následně by měl být vybudován i zbývající severní
úsek z Pankráce na Náměstí Míru.

Celá trasa metra D z Náměstí Míru do Depa Písnice v očekáva-
né ceně cca 72 mld. Kč je dlouhá cca 10 km a obsahuje 10 stanic,
z čehož 4 jsou ražené. Technologickou novinkou nové trasy bude
i v souladu se světovým trendem bezpilotní ovládání vlaků, tedy jíz-
da bez řidiče.

A teď nakonec pro nás budoucí uživatele to nejdůležitější, první
cestující by se mohli prvním úsekem Pankrác – Nové Dvory nové
trasy linky metra D podle aktuálního harmonogramu zadavatele
svězt snad již v roce 2027. Na závěr si ještě můžeme připomenout,
že výstavba vůbec první části trasy linky metra C byla zahájena roku
1966 a uvedena do provozu v roce 1974.

Ing. BORIS ŠEBESTA, boris.sebesta@metrostav.cz

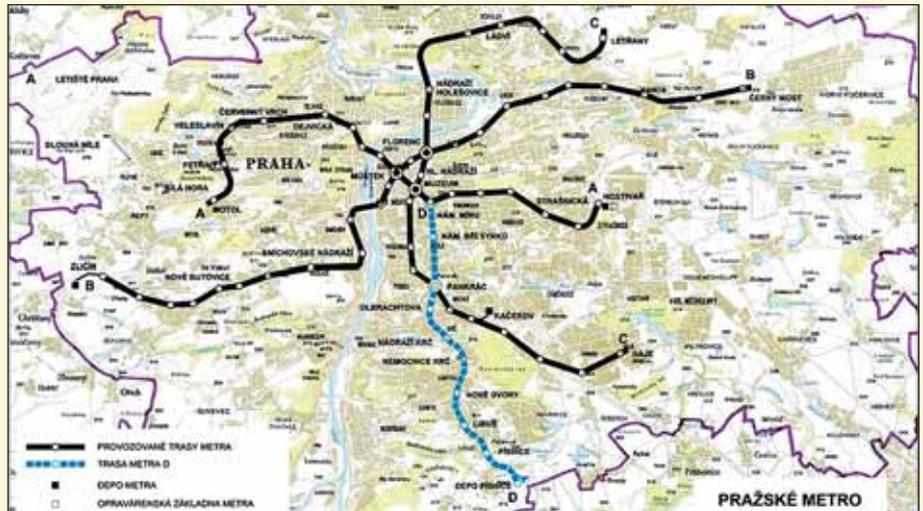
NOVÉ ŽELEZNIČNÍ TUNELY NA IV. ŽELEZNIČNÍM KORIDORU

V rámci stavby „Modernizace trati Sudoměřice – Votice“ se budují
dva nové železniční tunely. Investorem stavby je Správa železniční
dopravní cesty, s. o., a zhotovitelem stavby společnost OHL ŽS, a.s.

Tunel Mezno

Tunel Mezno je ražený železniční dvoukolejný tunel celkové dél-
ky 840 m, z toho ražená část tvoří 768 m, navazující hloubená část
u vjezdového portálu má délku 48 m a u výjezdového portálu 24 m.

Aktuálně byly dokončeny a zprovozněny stavební objekty
a provozní soubory pro zajištění stávajících vodních zdrojů, které
bylo nutné zrealizovat před zahájením prací na tunelu. V období
5–6/2019 byla rovněž vybudována podzemní těsnicí stěna umístě-
ná vně podél stavební jámy vjezdového portálu pro jejich ochranu.
Od 7/2019 jsou obnoveny práce na hloubení a zajišťování stavební
jámy výjezdového portálu, ze kterého bude následně prováděna
i ražba tunelu.



*Obr. 1 Schéma pražského metra
Fig. 1 Prague metro map*

THE CZECH REPUBLIC

METRO D – NEW LINE OF PRAGUE METRO

The D-Day for Prague, the whole tunnel construction community
and, the last but not least, even for users of the Prague Metro
network has come. The reason is that the Prague Public Transit
Company ceremonially opened the zero stage of the construction
of the new Line D of metro on 19th June 2019 by geological survey
(Fig. 1).

The geological survey itself will be conducted in four locations
in the area of the Pankrác – Olbrachtova section, where most
complicated geological conditions on the whole line are expected.
The survey comprises a set of sunk shafts and mined galleries, the
major part of which will become parts of future structures of the
project. These structures should be fluently followed by subsequent
realisation stages, with the first of them planned already for
2020.

During the first realisation phase the section between Pankrác
and Nové Dvory stations will be carried out, to be subsequently
extended southward to Depo Písnice station. The remaining
northern section from Pankrác to Náměstí Míru should be carried
out later.

The whole metro Line D from Náměstí Míru to Depo Písnice
at the expected cost of CZK ca 72 billion is ca 10km long and
contains 10 stations, 4 of them mined. There will be a world trend
following technology innovation on the new line, pilot-less control
of trains, i.e. driverless trains.

And now the most important thing for us, future users: according
to the current schedule prepared by the project owner, first
passengers could travel along the first Pankrác – Nové Dvory
section of the new Metro Line D already in 2027. To conclude, we
can recall the fact that the construction of the first part of metro line
C started in 1966 and the line was put into service in 1974.

Ing. BORIS ŠEBESTA, boris.sebesta@metrostav.cz



Obr. 2 Stavební jáma vjezdového portálu tunelu Deboreč
Fig. 2 Construction pit for the entrance portal of Deboreč tunnel

Tunel Deboreč

Tunel Deboreč je ražený železniční dvoukolejný tunel celkové délky 660 m, z toho ražená část tvoří 562 m a navazující hloubené části u obou portálů mají délku 49 m.

Aktuálně pokračuje ražba tunelu z výjezdového (severního) portálu. Úvodní metry vedené v těžkých geologických podmínkách postupně přešly do příznivější geologie, kde byly zastíženy pararuly mírně zvětřalé až zdravé pevnosti R4 až R3, lokálně byly zastíženy i tvrdé kompaktní horniny reprezentované kvarcicity pevnostní třídy R2. Hornina má z hlediska ražby nepříznivý úklon vrstev, které upadají ven z čelby. Od TM 102 je pro rozpojování horniny využíváno trhacích prací. Ražba probíhala postupně ve vstrojovacích třídách 5b1, 5a, 4, 3 a aktuálně v modifikovaná VT 2 s ostěním ze stříkaného betonu tl. 200 s jednou vrstvou KARI sítě 150×150/8×8 mm a radiálními kotvami Swellex délky 3 m. Délka záběru v kalotě je 1,5 m. K 10. 7. 2019 bylo vyraženo 229 TM v kalotě. Naměřené hodnoty deformací jsou příznivé, pod hodnotami předpokládanými v projektu. V 6/2019 byly dokončeny práce na hloubení a zajištění stavební jámy vjezdového portálu (obr. 2).

Ing. TOMÁŠ JUST, OHL ŽS, a.s.

SLOVENSKÁ REPUBLIKA

TUNELY NA DIALNIČNEJ SIETI

Tunely Ovčiarsko a Žilina

Na úseku D1 Hričovské Podhradie – Lietavská Lúčka s délkou 13,2 km sa nachádzajú dva diaľničné dvojrúrové tunely: Ovčiarsko a Žilina.

Tunel Ovčiarsko s délkou 2 367 m sa začal raziť 12. 9. 2014.

Výstavba samotného tunela však začala už v roku 1996 raze-ním prieskumnej štólne. Prieskumná štólňa tunela bola prerazená v apríli 1998.

Primárne ostenie v kalote severnej tunelovej rúry sa oficiálne ukončilo prerazením 28. apríla 2016 a v južnej tunelovej rúre bola kalota prerazená 12. júla 2016.

Betonáž sekundárneho ostenia STR bola ukončená v októbri 2017 a betonáž sekundárneho ostenia JTR v decembri 2017.

V súčasnosti (k 30. 6. 2019) v oboch tunelových rúrach ukončujú tieto práce:

- čistenie drenáže, kamerové skúšky;

NEW RAILWAY TUNNELS ON RAILWAY CORRIDOR IV

Two new railway tunnels are under construction within the framework of the “Modernisation of Sodoměřice – Votice track” project. The Railway Infrastructure Administration, state organisation, is the project owner and OHL ŽS, a.s. is the contractor.

Mezno tunnel

The Mezno tunnel is a mined double-track railway tunnel with the total length amounting to 840m; the mined section forms 768m of that length; the linking cut-and-cover parts at the entrance portal and exit portal are 48m and 24m long, respectively.

Building structures and operating units required for securing existing water

sources have been finished and put into operation. They had to be finished before the commencement of the work on the tunnel. A sealing diaphragm wall located outside along the construction pit for the entrance portal was in addition built in the 5–6/2019 period for the purpose of protecting them. The work on the excavation and stabilisation of the construction pit for the exit portal, from which the tunnel will be subsequently driven, has been resumed since June 2019.

Deboreč tunnel

The Deboreč tunnel is a mined double-track tunnel with the total length of 660m, the mined part of which is 562m long and the linking cut-and-cover parts at both portals are 49m long.

Currently the tunnel excavation proceeds from the exit (northern) portal. Initial metres running through difficult geological conditions have gradually passed to more favourable geology, where moderately weathered to fresh paragneiss strength is categorised as R4 to R3; even hard compact rock types represented by R2 strength class quartzite were encountered there. The rock mass layers have the dip unfavourable in terms of the excavation, out of the excavation face. From chainage TM 102, the drill and blast technique has been applied. The excavation proceeded gradually through excavation support classes 5b1, 5a, 4, 3 and, currently, through modified class VT 2 with the lining formed by a 200mm thick layer of shotcrete, one layer of KARI welded mesh 150×150/8×8mm and 3m long radial Swellex anchors. The top heading excavation rounds are 1.5m long. As of 10th July 2019, the excavation of 229m of the top heading has been finished. The measured deformation values are favourable, under the values assumed by the design. In June 2019, the work on the excavation and stabilisation of the construction pit for the entrance portal (see Fig. 2) was finished.

Ing. TOMÁŠ JUST, OHL ŽS, a.s.

THE SLOVAK REPUBLIC

TUNNELS ON MOTORWAY NETWORK

Ovčiarsko and Žilina tunnels

There are two double-tube motorway tunnels in the 13.2km long Hričovské Podhradie – Lietavská Lúčka section of the D1 motorway: Ovčiarsko and Žilina.



Obr. 3 Tunel Ovčiarско – východný portál
Fig. 3 Ovčiarско tunnel – eastern portal



Obr. 4 Tunel Ovčiarско – západný portál
Fig. 4 Ovčiarско tunnel – western portal

- dokončovacie práce na portáloch (obr. 3 a 4);
- dokončujú sa elektroinštalácie;
- realizácia chodníkov z liatych asfaltov, následne dopravné značenie a montáž suchovodu;
- zapájanie rozvádzačov a zariadení do informačného systému diaľnice;
- zateplenie čerpaciej a požiarnej nádrže.

Tunel Žilina je 687 m dlhý dvojrúrový tunel na stavbe D1 Hričovské Podhradie – Lietavská Lúčka (obr. 5 a 6).

Práce na tuneli Žilina začali v 7/2014 úpravou plôch pre západný portál. Razenie tunela prebiehalo vo veľmi náročných inžiniersko-geologických podmienkach. Na základe preukázania veľkej dávky skúseností zhotoviteľa s razením v mäkkých horninách bol tunel po 731 dňoch prerazený (pôvodne uvažovaná lehota razenia bola 395 dní od začatia prác).

Po 4 mesiacoch realizácie sekundárneho ostena bola v období 6/2018 zrealizovaná cementobetónová vozovka v tuneli (realizácia vozovky trvala 8 dní a bolo zabudovaných cca 3600 m³ betónu).

K 30. júnu 2019 prebiehajú dokončovacie práce tak na stavebnej, ako aj na technologickej časti tunela:

- realizácia predportálových plôch asfaltovými vrstvami;
- dokončovacie práce na VP tunela;

The excavation of the 2367m long Ovčiarско tunnel started on 12th September 2014.

But the construction of the tunnel itself started earlier, in 1996, by driving an exploratory gallery. The tunnel exploratory gallery breakthrough took place in April 1998.

The primary lining in the top heading of the northern tunnel tube was officially finished by breaking through on 28th April 2016; the top heading of the southern tunnel tube was broken through on 12th July 2016.

Concreting of the secondary linings of the NTT and the STT was finished in October 2017 and December 2017, respectively.

The following work operations are currently (as of 30th June 2019) being finished in both tunnel tubes:

- clearing of drainage, camera tests;
- finishing work at portals (see Figures 3 and 4);
- completing electrical installations;
- realisation of poured asphalt walkways, followed by road signalling and installation of dry fire main;
- connecting the switchboards and motorway information system facilities;
- installation of thermal insulation of the pumping and fire protection reservoirs.

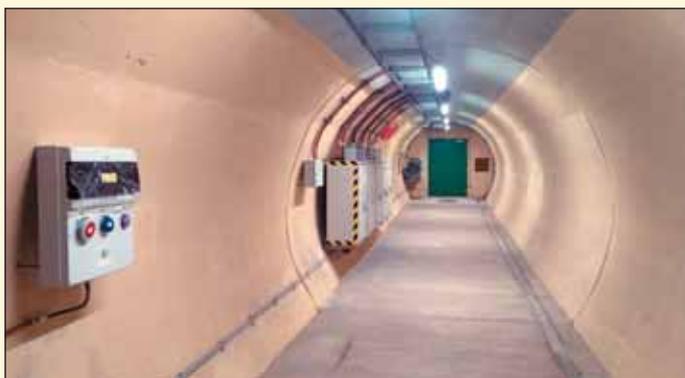
The Žilina tunnel is a 678m long double-tube tunnel in the Hričovské Podhradie – Lietavská Lúčka section of the D1 motorway (Figures 5 and 6).

The work on the Žilina tunnel started in July 2014 by preparation of areas for the western portal. The tunnel excavation proceeded under very complicated engineering geological conditions. Based on the proven great deal of experience of the contractor with tunnelling through soft ground, the tunnel was broken through after 731 days (the originally assumed duration of excavation was 395 days from the beginning of the work).

After 4 months of constructing the secondary lining, in June 2018, the concrete roadway was carried out in the tunnel (the work on the roadway took 8 days and about 3600m³ were placed).

As of 30th June 2019, finishing work proceeds both on the civil engineering and the technological part of the tunnel:

- placing asphalt layers on pre-portal areas;
- finishing work on eastern portal of the tunnel;
- functional testing of electrical installations;
- connecting the switchboards and motorway information system facilities;
- realisation of poured asphalt walkways, followed by road signalling and installation of dry fire main;
- liquidation of construction site facilities, adjusting the surface of the construction yard.



Obr. 5 Tunel Žilina – prepojka
Fig. 5 Žilina tunnel – cross passage

- funkčné skúšky elektroinštalácie;
- zapájanie rozvádzačov a zariadení do informačného systému diaľnice;
- realizácia chodníkov z liatych asfaltov, následne dopravné značenie a montáž suchovodu;
- likvidácia zariadenia staveniska, úprava plochy stavebného dvoru.

Priamym zhotoviteľom tunela je Združenie spoločností Doprastav, a.s. Bratislava a Metrostav a.s.

Tunel Čebrať

Súčastou diaľničného úseku D1 Hubová – Ivachnová je dvojtrubový tunel Čebrať (1994 m).

V uplynulých mesiacoch boli diagnostikované rozsiahle problémy so stabilitou územia na západnom portáli tunela Čebrať a nadväzujúcom úseku diaľnice, ktoré si vyžadujú rozsiahle zmeny v technickom riešení. Z tohto dôvodu sú aj 30. 6. 2019 ešte stále práce na tomto tuneli pozastavené, avšak intenzívne prebiehajú práce spojené s inžinierskogeologickým prieskumom.

Zhotoviteľom stavby je združenie spoločností OHL ŽS, a.s., a Váhostav – SK, a.s.

Tunel Višňové

Najdlhší slovenský diaľničný tunel Višňové s dĺžkou 7,5 km je súčasťou úseku diaľnice D1 Lietavská Lúčka – Višňové – Dubná Skala, ktorý je vedený južne od krajského mesta Žilina. Zhotoviteľom diaľničného úseku je združenie firiem Salini Impregilo S.p.A a Dúha, a.s.

Obe rúry tunela Višňové boli prerazené v auguste 2018 po 40 mesiacoch razenia. Betonáž sekundárneho ostenia bola k 6. marcu 2019 hotová na viac ako 60 % dĺžky tunela, 6. marca 2019 bola schválená a podpísaná dohoda o ukončení prác medzi objednávatelom, Národnou diaľničnou spoločnosťou, a zhotoviteľom, združením Salini Impregilo – Dúha. K 30. 6. 2019 sú akékoľvek práce na tuneli ako aj na súvisiacom diaľničnom úseku pozastavené a zo strany Národnej diaľničnej spoločnosti prebiehajú prípravy na verejné obstarávanie prác súvisiacich s pokračovaním a dokončením stavby.

Odhadovaný termín možného ukončenia prác je najskôr v roku 2023.

Tunel Prešov

Tunel Prešov je ďalší diaľničný tunel vo výstavbe na Slovensku a nachádza sa na úseku diaľnice D1 Prešov západ – Prešov juh. Trasa tunelovej časti juhozápadného

The direct contractor for the tunnel is the Consortium of Doprastav, a.s. Bratislava and Metrostav a.s.

Čebrať tunnel

The Čebrať double-tube tunnel is part of the D1 motorway section Hubová – Ivachnová (1994m).

In recent months, extensive problems were diagnosed regarding the stability of the area at the western portal of the Čebrať tunnel and in the following motorway section, which require extensive changes in the technical solution. For that reason the work on this tunnel had still been suspended even on 30th June 2019, but intense operations associated with engineering geological survey still continue.

The consortium formed by OHL ŽS, a.s., and Váhostav – SK, a.s., is the contractor.

Višňové tunnel

The longest motorway tunnel, the 7.5km long Višňové tunnel, is part of the Lietavská Lúčka – Višňové – Dubná Skala section of the D1 motorway. It runs south of the regional capital Žilina. The contractor for the motorway section is the consortium formed by Salini Impregilo S.p.A and Dúha, a. s.

Both tubes of the Višňové tunnel were broken through in August 2018, after 40 months of tunnelling. Over 60% of concreting of the secondary lining had been finished as of 6th March 2019.

The contract for termination of the work between the National Motorway Society, the project owner, and the contractor, the consortium formed by Salini Impregilo S.p.A and Dúha, a.s., was approved and signed on 6th March 2019. As of 30th June 2019, all work operations on the tunnel and the following motorway section have been suspended and preparations for public procurement of the contractor for the works associated with the continuation and completion of the construction is in progress.

The estimated deadline for the possible completion of the works is 2023 at the earliest.

Prešov tunnel

The Prešov tunnel is another motorway tunnel under construction in Slovakia. It is located in the Prešov West – Prešov South section of the D1 motorway. The route of the tunnelled part of the Prešov south-western bypass will be formed by two independent tunnel tubes; the northern tunnel tube will be 2230.50m long and the southern tunnel tube length will amount to 2244.00m.



Obr. 6 Tunel Žilina – východný portál
Fig. 6 Žilina tunnel – eastern portal

obchvatu Prešova bude tvorená dvoma nezávislými tunelovými rúrami, severná tunelová rúra bude dĺžky 2230,50 m a južná tunelová rúra bude dĺžky 2244,00 m.

Raziace práce na východnom portáli sa začali dňa 1. 8. 2018 severnou tunelovou rúrou a dňa 23. 8. 2018 bolo začaté razenie aj južnej tunelovej rúry. Najprv sa prerazili kaloty severného tunela. Prerážka, ktorá sa uskutočnila 13. 6. 2019, bola slávnostného charakteru za účasti ministra dopravy Árpáda Érseka a prešovskej primátorky Andrey Turčanovej. V slávnostných príhovoroch odzneli pochvaly pre zúčastnené realizačné firmy, pretože razičom sa podarilo skrátiť dobu razenia o tri mesiace oproti plánovanému harmonogramu.

Južná tunelová rúra bola v úrovni kaloty prerazená dňa 18. 6. 2019. Razenie oboch rúr prebiehalo proti sebe z oboch portálov, rozpájanie prebieha mechanicky, ale aj s použitím trhacích prác v prostredí tvorenom prestriedanými vrstvami ílu a pieskocov rôznej hrúbky. Prítoky podzemnej vody boli iba lokálne, malej výdatnosti. Vďaka vlastnostiam banského prostredia bolo razenie v prevažnej časti prevedené pomocou trhacích prác s dĺžkou záberu 1,7 m. Stupeň v oboch tuneloch bol dorazený s týždenným odstupom oproti kalotám.

Spolu s postupom razenia oboch tunelov zo západného i východného portálu boli postupne realizované i medzitunelové prepojkky. Týchto je na celej trase celkom 8, prepojkky č. 1 a 8 sú priechnodné, prepojkky č. 2–7 sú prejazdne. Dĺžky prepojok sú cca 28 m.

V súčasnej dobe sú razičské práce obmedzené na vybudovanie tunelových výklenkov a zároveň dna tunela. Dno má tvar tunelovej protiklenby a je robené v súbehu na viacerých pracoviskách.

Spolu s končiacim razením oboch tunelov boli začaté práce na konštrukcii definitívneho ostenia s tým, že boli urobené základy blokov hĺbených častí STR-východ a JTR-juh a postupne sa realizujú aj bloky dna v závislosti na technologických triedach, buď ako monolitická spodná klenba, prípadne ako vystužená protiklenba. V súčasnosti je vybetónovaných cca 700 m dna. V priebehu augusta potom začne betonáž hornej klenby z východného portálu v JTR.

Celú stavbu juhozápadného obchvatu Prešova realizuje Združenie D1 Prešov (EUROVIA SK, a.s., EUROVIA CS, a.s., Doprastav, a.s., Metrostav a.s., Metrostav Slovakia a.s.), tunel Prešov realizuje Metrostav a.s.

Ing. MIROSLAV ŽÁČIK, Doprastav, a.s.

Ing. JIŘÍ KOTOUČ, Metrostav a.s.

Slovenská tunelárska asociácia

TUNELY NA ŽELEZNIČNEJ SIETI

Tunely Diel a Milochovo

Tunel Diel prechádza masívom vrchu Diel, ktorý tvorí centrálnu časť meandru Váhu v oblasti Nosickej priehrady. Tunel je navrhnutý o dĺžke 1082 metrov. Razenie tunela prebiehalo v masíve popod kúpele Nimnica. Západný portál je situovaný na okraji obce Nimnica, východný portál sa realizuje v území lesa nad cestou druhej triedy II/507, ktorá vedie z Púchova do Považskej Bystrice po pravom brehu priehrady. Tunel Diel má prerazenú únikovú štôľňu, ktorá ústí do priestoru východného portálu tunela.

Tunel Diel bol v tichosti prerazený 16. 5. 2019 (obr. 7). Následne prebehli dobierky stupňa a dna. Tým sa raziace práce na tomto diele zavŕšili. Počas celého razenia sa nestala žiadna kritická nehodová udalosť. Tunel bol prevažne suchý. V dvoch úsekoch sa prejavil nadmerný nárast konvergencií, pri ktorých bolo potrebné zosilňovať primárne ostenie. Projektová príprava bola na základe inžinierskogeologického prieskumu optimistickejšia v odhade použitia vystrojovacích tried, ktoré boli určené na základe

Tunnelling operations at the eastern portal commenced on 1st June 2018 by driving the northern tunnel tube and, subsequently, the tunnel excavation started from the southern tunnel tube on 23rd June 2018. The top heading of the northern tunnel was broken through first. The breakthrough, which took place on 13th June 2019, had a celebratory character in the presence of Árpád Érsek, Minister of Transport, and Andrea Turčanová, Prešov Mayor. Commendations were expressed for the participating construction firms because the miners managed to reduce the excavation period by three months in comparison with the planned schedule.

The southern tunnel tube was driven through at the top heading level on 18th June 2019. The excavation of both tubes proceeded from both ends, opposite each other. Disintegration was carried out mechanically, but also using the drill and blast technique in the environment formed by alternating layers of clay and sandstone with various thickness. Groundwater inflows occurred only locally and with low yield. Owing to the properties of the mining environment the excavation was mostly carried out using the drill and blast technique with the excavation rounds 1.7m long. The excavation of the bench was completed in both tunnels with a delay of a week after the top heading.

Tunnel cross passages were step-by-step driven concurrently with the progress of excavation of both tunnels from the western and eastern portals. There are eight cross passages along the whole route. Cross passages No. 1 and 8 are passable for persons, cross passages No. 2–7 are passable for vehicles. The cross passages are ca 28m long.

The tunnelling operations are currently restricted to building tunnel niches, concurrently with constructing the tunnel bottom. The bottom has the shape of tunnel invert. It is carried out in parallel with several work places.

The work on the final ling structure started concurrently with the ending excavation of both tunnels, with the foundations of the expansion blocks in the cut-and-cover parts. The NTT-east and STT-south were carried out first and blocks of the bottom are carried out step-by-step either as a cast-in-situ substructure or a reinforced concrete invert, depending on the excavation support classes. Concreting of ca 700m of the bottom has currently been finished. Concreting of the upper vault from the eastern portal will start during August.

The whole construction of the south-western bypass of Prešov is carried out by the Consortium D1 Prešov (EUROVIA SK, a.s., EUROVIA CS, a.s., Doprastav, a.s., Metrostav a.s., Metrostav Slovakia, a.s.); the Prešov tunnel is realised by Metrostav a.s.

Ing. MIROSLAV ŽÁČIK, Doprastav, a.s.

Ing. JIŘÍ KOTOUČ, Metrostav a.s.

Slovak Tunnelling Association

TUNNELS ON RAILWAY NETWORK

Diel and Milochovo tunnels

The Diel tunnel passes through the massif of Diel hill, which forms the central part of the Váh River meander in the area of the Nosice dam. The tunnel design length amounts to 1082 metres. The tunnel was driven through the massif under the Nimnica spa. The western portal is located on the outskirts of the municipality; the eastern portal is being constructed in the area above the secondary road II/507 leading from Púchov to Považská Bystrica along the right bank of the reservoir. The Diel tunnel has got an escape gallery finished. It has its exit in the area of the eastern portal of the tunnel.



Obr. 7 Prerážka tunela Diel
Fig. 7 Diel tunnel breakthrough

stupňa použitia vystrojovacích prvkov. Skutočnosť bola zložitejšia. Porovnanie predpokladaných a reálnych dĺžok je znázornené v tabuľke.

výrubové triedy	tender (m)	skutočnosť (m)	rozdiel (m)	rozdiel (%)
hĺbený tunel ZP	14,700	14,700	0	0
Vb	107,500	78,357	-29,143	-27
Va	27,500	39,522	12,022	+44
IV	70,000	417,724	347,724	+497
III	280,000	512,335	232,335	+83
II	565,000	0,000	-565,000	-100
hĺbený tunel VP	17,000	17,000	0	0
vyrazené spolu	1 050,000	1 050,000		
tunel celkom	1 081,700	1 081,700		

Vo vnútri tunela prebiehajú postupne profilačné práce primárneho ostenia, betónujú sa spodné klenby a základové pásy v závislosti na podloží, realizuje sa hydroizolácia, armovanie sekundárneho ostenia a samotná betonáž sekundárneho ostenia (obr. 8). K dátumu 10. 7. 2019 je vybudovaných 44 blokov sekundárneho ostenia, t.j. 440 metrov tunela.

V únikovej štôlni sa robia prípravné práce pred betonážou dna.

Na východnom portáli boli dokončené práce na zabezpečení stavbej jamy. Pripravujú sa práce na konečných povrchových úpravách, kedy steny budú obložené z gabiónových matracov. Betónuje sa základová doska pre hĺbenú časť tunela.

Tunel Milochov

Na preklenutie úpätia vrchu Stavná, južne od miestnej časti Horný Milochov mesta Považská Bystrica, je navrhnutý nový tunel Milochov. Projektovaná dĺžka tunela je 1861 metrov. Tunel bude mať jednu únikovú štôľňu, ktorá bude vyúsťovať v obci Horný Milochov.

Raziace práce zo západného portálu sú ukončené. Vyrazených je 115 metrov v kalote a na celý profil tunela 105 metrov.

Razenie z východného portálu pokračuje prácami v dvoch úrovniach. Predsunuté sú práce v kalote, kde sa geologická skladba horninového prostredia stará o zmeny vystrojovacích tried, keď sa pohybujeme medzi triedami III a IV. Na základe parametrov a posúdenia masívu podľa RMR je predpoklad, že sa využije aj najlep-



Obr. 8 Tunel Diel – sekundárne ostenie
Fig. 8 Diel tunnel – secondary lining

The Diel tunnel was broken through in silence on 16th May 2019 (see Fig. 7). The bench and bottom were drawn back subsequently. It was the completion of the tunnel excavation operations. No critical emergency event occurred during the whole tunnel excavation. The tunnel was mostly dry. Excessive growth in convergences appeared in two sections. It was necessary to reinforce the primary lining. Based on the engineering geological survey, the design preparation was more optimistic in the estimation of the application of excavation support classes. The classes were determined on the basis of the engineering geological survey. The reality was more complicated. The comparison of the assumed and real lengths is presented in the table below.

excavation support classes	tender (m)	reality (m)	difference (m)	difference (%)
cut-and-cover tunnel WP	14.700	14.700	0	0
Vb	107.500	78.357	-29.143	-27
Va	27.500	39.522	12.022	+44
IV	70.000	417.724	347.724	+497
III	280.000	512.335	232.335	+83
II	565.000	0.000	-565.000	-100
cut-and-cover tunnel EP	17.000	17.000	0	0
excavated together	1050.000	1050.000		
tunnel total	1 081.700	1 081.700		

Inside the tunnel, profiling of the primary lining, concreting of inverts and strip footings continue step-by-step, depending on the sub-grade, waterproofing is being installed, reinforcement of secondary lining is being assembled and concreting of the secondary lining itself is being carried out (see Fig. 8). As of 10th July 2019, 44 blocks of secondary lining, i.e. 440 metres of the tunnel, have been completed.

Preparation work operations are carried out before concreting the bottom in the escape gallery.

At the eastern portal, the work on the stabilisation of the construction pit has been finished. The work on final surface finishes, where walls will be clad in gabion mats, is under preparation. The base slab for the cut-and-cover part of the tunnel is being concreted.



Obr. 9 Tunel Milochovo – čelba v kalote

Fig. 9 Milochovo tunnel – top heading excavation face

šia projektom navrhnutá trieda II. Keď sa nachádzame v prostredí ílovcov, je čelba suchá, ale tektonicky porušená. Keď prejdeme do pieskovcov, objavuje sa puklinová voda a čelba je zmáčaná (obr. 9). Uložením vrstiev diskontinuit sa v strope čelby v kalote vytvárajú geologické nadvýlomy. K 10. 7. 2019 je vyrazených 551,4 metrov v kalote a 411,8 metra na celý profil.

V obci Horný Milochovo je pripravený portál na razenie únikovej štôlnie. Z portálu sa bude raziť len prvých 10 metrov. Hlavná časť štôlnie bude razená z tunela dovrchne potom, čo v danom mieste tunela bude prerazená tunelová rúra.

Celú stavbu realizuje združenie Nimnica zložené zo spoločností Doprastav – TSS Grade – SUBTERRA – EŽ Praha. Tunel Diel realizuje spoločnosť TUBAU, a.s. a tunel Milochovo spoločnosť Subterra a.s.. Generálnym projektantom pre investora Železnice Slovenskej republiky je spoločnosť REMING CONSULT a.s.

Ing. JÁN KUŠNÍR, REMING CONSULT a.s.

Milochovo tunnel

The new Milochovo tunnel is designed for overcoming the bottom of Stavná hill south of the municipal district of Horný Milochovo of the town of Považská Bystrica. The tunnel length design amounts to 1861 metres. The tunnel will have one escape gallery ending in the municipality of Horný Milochovo.

The excavation from the western portal (115 metres in the top heading and 105 metres of the full-face excavation) has been finished.

The excavation from the eastern portal continues by the work at two levels. Advance excavation face is in the top heading, where the geological structure of the rock environment takes care of changes in the excavation support classes, varying between classes III and IV. There is an assumption based on the parameters and the RMR rating that even the best class proposed by the design, class II, will be used. When we are in the environment formed by claystone, the excavation face is dry but tectonically disturbed. When we pass to sandstone, fissure water appears and the excavation face is wet (see Fig. 9). Geological overbreaks open in the roof of the top heading owing to the deposition of the discontinuity layers. As of 10th July 2019, 551.4 metres of excavation have been finished in the top heading as well as 411.8 metres of full-face excavation.

The portal for driving the escape gallery is prepared in the municipality of Horný Milochovo. Only the initial 10 metres will be driven from the portal. The main part of the gallery will be driven uphill from the tunnel after the excavation of the tunnel tube in the particular location is finished.

The entire project is being realised by the Nimnica Consortium formed by Doprastav – TSS Grade – SUBTERRA – EŽ Praha. The diel tunnel is realised by TUBAU, a.s., and the Milochovo tunnel by Subterra a.s. The general designer for the Railways of the Slovak Republic, the project owner, is REMING CONSULT a.s.

Ing. JÁN KUŠNÍR, REMING CONSULT a.s.

Z HISTORIE PODZEMNÍCH STAVEB FROM THE HISTORY OF UNDERGROUND CONSTRUCTIONS

POHLEDNICE S TUNELY VE ŠVÝCARSKU II PICTURE POSTCARDS WITH TUNNELS IN SWITZERLAND II

Switzerland is known not only for thrifty and hard working population, watches, cheeses, chocolate and banking. It is also a country promised to tunnels. It is given historically by the dramatic morphology of the terrain surface, advanced level of transportation and technical development. By the way, many picture postcards showing tunnels in Switzerland have already been presented in TUNEL journal issues No. 4/2014, 1/2016 and 1/2019. This continuation of the series is a return to picture postcards showing the Gotthard massif being overcome by railway and on road (5 pieces) and further introduced are 2 picture postcards presenting tunnels on the railway line to the Jungfrau pass. A picture postcard giving an idea of the no more existing tourist attraction – the artificial ice cavern (Eisgrotte) Grindelwald is attached as an interesting feature. It is true that it was not a traditional underground space in a rock massif, but it was located analogically under the surface and was developed using a procedure similar to tunnelling. Anyway, even the behaviour of the glacier mass is very similar to the behaviour of a rock massif, differing only in the expected temporality. The frequently visited “Ice Palace” is currently located similarly at the Jungfrau Pass.

Švýcarsko je známé nejen spořivostí a pracovitostí svých obyvatel, hodinkami, sýry, čokoládou a bankovníctvím. Ale je také zemí zaslíbenou tunelům. Je to dáno historicky dramatickou morfologií území, pokročilou úrovní dopravy a technickým rozvojem. Ostatně řada pohlednic představujících tunely ve Švýcarsku již byla tomto seriálu prezentována v časopise Tunel č. 4/2014, 1/2016 a 1/2019.

Toto pokračování seriálu je návratem k pohlednicím s tunely překonávajícími Gotthardský masiv železnicí i po silnici (5 kusů) a dále jsou představeny 2 pohlednice s tunely na železniční dráze do sedla Jungfrau. Jako zajímavost je připojena pohlednice přibližující (dnes již neexistující) umělou turistickou atrakci – ledovou jeskyni (Eisgrotte) Grindelwald. Nešlo sice o tradiční podzemní prostoru v horninovém masivu jako takovou, ale analogicky se nacházela pod povrchem a byla zřizovaná postupem obdobným tunelování. A ostatně i chování hmoty ledovce je velmi podobné horninovému masivu a liší se pouze předpokládanou dočasností. Obdobně se v sedle Jungfrau v současnosti nachází hojně navštěvovaný „Ledový palác“.

TUNELY NA GOTTHARDSKÉ ŽELEZNICI

Gotthardská železnice (Gotthardbahn) spojující Immensee s Chiasso na hranici s Itálií je dnes dlouhá 206 km. Ve své době představovala tato dráha základní článek severojižního spojení Basel – Luzern – Milano, resp. Zürich – Milano. Význam trati sice poněkud poklesl se zahájením provozu přes Gotthardský silniční tunel v r. 1980, nicméně až do otevření Gotthardského bázeňového tunelu (2016) se jednalo o nejzatíženější severo-j jižní spojení přes Alpy.

Stavba byla zahájena 1872 a dokončena již po 10 letech. Od samého začátku byla železnice koncipovaná jako dvoukolejná, dobově pro parní trakci, nicméně již od roku 1916 (resp. 1920) je elektrifikovaná.

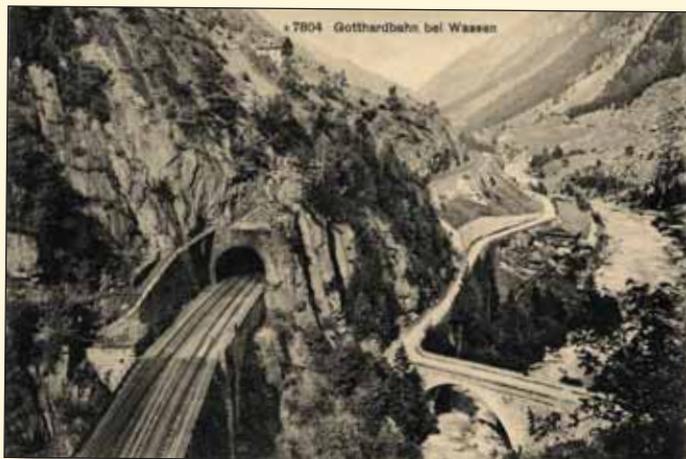


Obr. 1 Gotthardská dráha (Gotthardbahn). Tunel Dazio Grande. No. 1801. E. Goetz, Phot., Luzern. 1905. [sbírka autorů]

Na pohlednici je západní portál tunelu, od bývalé stanice Rodi. Pohlednice byla adresovaná c. k. poštímistřovi v Hospozíně u Velvar v Čechách.

Fig. 1 Gotthard railway line (Gotthardbahn). The Dazio Grande tunnel. No. 1801. E. Goetz, Phot., Luzern. 1905. [authors' collection]

The picture postcard presents the western portal of the tunnel viewed from the former Rodi intermediate station. The picture postcard was addressed to the Imperial and Royal postmaster in Horozín near Velvary in Bohemia.

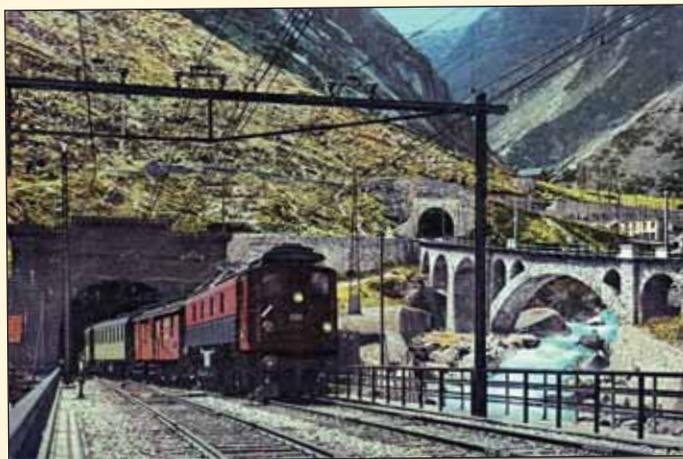


Obr. 2 7804 Gotthardská dráha (Gotthardbahn) u Wassen. Edition Photoglog, Zürich. Před 1916. [sbírka autorů]

Pohlednice ukazuje jižní portál „smyčkového tunelu“ Watteringer s výjezdem na watteringerský most, převádějící železnici přes horskou řeku Reuss (vpravo).

Fig. 2 7804 Gotthard railway line (Gotthardbahn) near Wassen. Edition Photoglog, Zürich. Before 1916. [authors' collection]

The picture postcard shows the southern portal of the Watteringer railway loop tunnel with the exit to the Watteringer Bridge transferring the track over a mountain river (for the right).



Obr. 3 Gotthardský tunel. Elektrický vlak Gotthardské dráhy. A 2135 Edition Photoglob, Zürich. 1928. [sbírka autorů]

Vlevo: Severní portál vrcholového železničního tunelu Gotthard v Göschenen. Vpravo je zděný obloukový most přes řeku Reuss s počátkem úzkorozchodné (1000 mm) ozubnicové elektrifikované Schöllenenké dráhy z r. 1917. Nad záklenskem vstupního portálu tunelu/galerie je název této železnice – „Schöllenenbahn“. Dvě pohlednice s podobným motivem byly v tomto seriálu uvedeny již v Tunelu č. 4/2014.

Fig. 3 Gotthard tunnel. Electric train of the Gotthard railway line. A 2135 Edition Photoglob, Zürich. 1928. [authors' collection]

For the left: the Northern portal of the Gotthard summit railway tunnel at Göschenen. For the right: the masonry arch bridge over the river Reuss with the beginning of the narrow-gauge (1000mm) electrified Schöllenen rack railway from 1917. The name of this railway line – „Schöllenenbahn“ – is presented above the discharging arch of the tunnel/gallery. Two picture postcards with similar motives have already been presented in TUNEL No. 4/2014.

Na trati se nachází 43 dvoukolejných tunelů celkové délky 32,951 km a 24 tunelů jednokolejných sumární délky 20,88 km. Z toho vyplývá, že 21 % délky trasy je vedeno tunely. K tunelům lze dále připočítat 2 dvoukolejné (Σ dl. 56 m) a 4 jednokolejné galerie (Σ dl. 485 m). Z dvoukolejných tunelů má 7 charakteristiku „smyčkový“, tzn. překonávající velké výškové rozdíly trati vratným způsobem. Nejkratší tunel má 0,009 km, nejdelší je vrcholový. V něm se také nachází nejvyšší bod železnice (1151 m n. m.) – viz dále.

Od roku 2014 je opakovaně navrhováno a opět odkládáno zařazení této železnice do seznamu „Světového dědictví UNESCO“.

Příložené pohlednice prezentují tunely Dazio Grande, Watteringer a Gotthardský vrcholový.

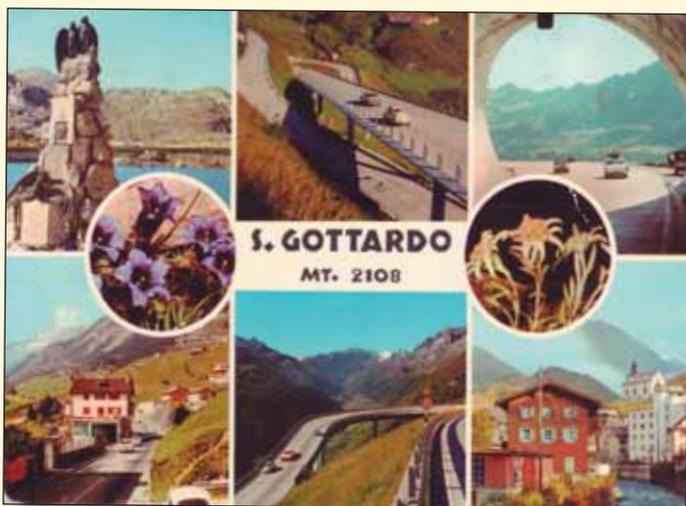
- Dvoukolejný tunel Dazio Grande se nachází jižně od Airolo v kantonu Tessin/Ticino, má délku 354 m a byl otevřen roku 1882 – obr. 1.
- Dvoukolejný „smyčkový“ tunel Watteringer se nachází mezi Göschenen a Wassen v kantonu Uri, má délku 1084 m a byl otevřen rovněž v roce 1882 – obr. 2.
- Pro legendární Gotthardský vrcholový tunel mezi Göschenen (sever, kanton Uri – obr. 3) a Airolo (jih, kanton Ticino) se udává délka 14 984 m. Jeho stavba trvala přes 9 let, provoz byl zahájen 1. 1. 1882. Realizace probíhala ve velmi obtížné geologii a ve svízelných finančních poměrech. V roce svého otevření (1882) byl nejdelší na světě – překonal jej až po ¼ století tunel Simplon I (1906). Během výstavby zahynulo cca 200 lidí (když přesné číslo není známé), další úmrtí způsobila epidemie úplavice. Při potlačování vzpoury dělníků 28. 7. 1875 byly zasahující armádou zabity 4 a zraněno 13 osob. [1]

SILNICE PŘES GOTTHARDSKÝ PRŮSMYK

Historie silnice přes Gotthardský průsmyk je velmi spletitá. Cesta přes hlavní evropské rozvodí mezi Rýnem a Pádem, přes stejnojmenný masiv průsmykem Gotthardpass (2107 m n. m., nazvaný podle sv. Gottharda z Hildesheimu), znali již Římané, obvykle jej však obcházeli. Až cca od roku 1220 (stavba mostu Twären), resp. od roku 1230 (1. most přes řeku Reuss, tzv. „Ďáblův“) se tato silnice postupně stává jedním z nejdůležitějších spojů ve směru sever-jih. Zásadním úsekem trasy je zde spojnice Andermattu (kanton Uri na severu) s Airolo (kanton Ticino/Tessin na jihu). V pozdním středověku tudy vedla karavanní obchodní cesta, jejíž mýtné bylo hlavním příjmem Habsburků. Třicetiletá válka znamenala hluboký úpadek tranzitního obchodu. Od 17. stol. byla zřízena pravidelná poštovní linka. V první třetině 19. stol. doprava přes Gotthard ustupovala trasám přes San Bernardino, Splügen a Simplon, když až r. 1830 byla dokončena Gotthardská silnice. Až 50 let poté – 1882 – je otevřena železnice a zdejší silniční doprava prakticky ztrácí význam; 1921 projíždí poslední kočár tažený koňmi, ale již předtím (1901) první automobil. V roce 1930 bylo automobilů cca 3600.

Od roku 1953 se budovala dlážděná „Nová Schöllelenská silnice“ (švýcarská č. 2), dokončená až 1983 – obr. 4, ta však musí být pravidelně na několik zimních měsíců uzavírána. I přesto, že svůj význam opět vzápětí ztrácí s otevřením Gotthardského silničního tunelu (1980), byla v letech 2009–2013 kompletně a nákladně rekonstruována. Standardem dopravy je dnes spousta cyklistů a velmi málo aut. To se ale mění při pravidelných zácpách na hlavní trase vedoucí přes silniční tunel.

Na „Nové Schöllelenské silnici“ se v úseku Airolo – Gotthardský průsmyk nachází čtyři kratší tunely (výjezd z jednoho z nich v okénku obr. 4) a jedna dlouhá tunelová galerie (Galleria di Fieud). [2]



Obr. 4 Sv. Gotthard 2108 m n. m. Okénková pohlednice. Edizioni Alfa S. A. Locarno. 1970. [sbírka autorů]

Na pohlednici jsou části „Nové Schöllelenské silnice“ přes Gotthardský průsmyk (Gotthardpass), a to 13 let před jejím dokončením. V okénku vpravo nahoře je výjezd z jednoho z tunelů nacházejících se na této trase.

Fig. 4 St. Gotthard 2108m a.s.l. Window postcard. Edizioni Alfa S. A. Locarno. 1970. [authors' collection]

The picture postcard shows parts of the “New Schöllelen road” over the Gotthard pass (Gotthardpass) 13 years before its completion. In the window in the top right corner there is an exit from one of the tunnels existing on this route.



Obr. 5 Švýcarsko. Pozdrav z kraje sv. Gottharda (Uri – Tessin). S 16,3 km nejdelší silniční tunel světa. Otevření tunelu 5. září 1980. Okénková pohlednice. Nr. 1975 Rud Suter AG, 8942 Oberrieden Zürich. Okolo 1985. [sbírka autorů]

V horním okénku je podélný profil tunelem s větracími šachtami – odleva Bözberg, Hospental, Guspisbach a Motto di Dentro. Je znázorněna hranice mezi kantony Uri a Tessin/Ticino a schematicky je vykreslena poloha Gotthardského průsmyku (2108 m n. m.). V okénkách vlevo a vpravo uprostřed jsou pohledy na Göschenen na severu a na Airolo na jihu. Vlevo dole jsou Schöllelenské serpentinu a vpravo dole výjezd z jižního portálu tunelu. V centrálním okénku se nachází jezero na úrovni průsmyku se znaky kantonů a státním znakem Švýcarské konfederace.

Fig. 5 Switzerland. Greetings from region of Saint Gotthard (Uri – Tessin). With its 16.3km it is the world longest road tunnel. Opening to the traffic on 5th September 1980. A window picture postcard. Nr. 1975 Rud Suter AG, 8942 Oberrieden Zürich. Around 1985. [authors' collection]

In the upper window there is a longitudinal section through the tunnel with ventilation shafts – from the left side – Bözberg, Hospental, Guspisbach and Motto di Dentro. The border between the cantons of Uri and Tessin/Ticino is depicted in it and the location of the Gotthard pass (2108m a.s.l.) is schematically drawn in it. In the centres of the windows on the left and right sides, there are views of the Göschenen Pass in the north and of Airolo municipality in the south. For the left down, there are hairpins and, for the left down, there is the exit from the southern portal of the tunnel. In the central window, there is a lake at the level of the pass, with emblems of cantons and the state emblem of the Swiss confederation.

GOTTHARDSKÝ SILNIČNÍ TUNEL

O Gotthardském silničním tunelu na dálnici A2 se v tomto seriálu psalo již v Tunelu 4/2014. Překonává stejnojmenný horský masiv mezi Göschenen v kantonu Uri (na severu) a Airolo v kantonu Ticino/Tessin (na jihu) – obr. 5. Tunel je vedený prakticky paralelně s Gotthardským vrcholovým železničním tunelem, když i portály obou liniových podzemních děl se nacházejí jen pár stovek metrů od sebe.

Stavba tunelu celkové délky 16,918 km (z toho ražených 16,322 km) byla zahájena 5. 5. 1970, prorážka připadla na 26. 3. 1976 a slavnostní otevření bylo 5. 9. 1980. Ve své době byl nejdelším silničním tunelem světa a ještě po téměř 40 letech figuruje v tomto segmentu podzemních staveb na třetím místě. Stavebně byla realizovaná pouze jedna trouba s obousměrným provozem, doplněná pro zajištění bezpečnosti souběžným únikovým tunelem ve východní stopě. Tunel provozující automobilní trakci je intenzivně větrán prostřednictvím čtyř šachet (obr. 5).

Náklady na výstavbu činily 686 mil. CHF, během stavby přišlo o život 17 pracovníků; 24. 10. 2001, po srážce dvou kamionů, zahynulo při požáru 11 osob. Dnes projede tunelem cca 6,5 mil. aut/rok, z toho asi 1 mil. kamiounů. Na rok 2020 je proto plánováno

zahájení stavby 2. tunelové trouby. Odhad nových nákladů činí již 2,7 mld. CHF, a to včetně následné rekonstrukce dnes provozovaného tunelu. [3]

TUNELY NA JUNGFRAUBAHN

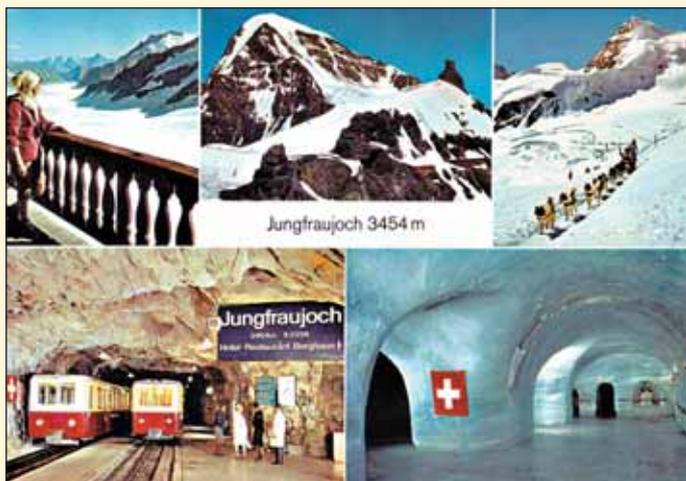
Jungfraubahn je velmi frekventovaná úzkorozchodná (1000 mm) ozubnicová dráha v Bernských Alpách, jižně od Interlaken. Elektrifikovaná železnice spojuje horský průsmyk Kleine Scheidegg se sedlem Jungfrauoch. Její celková délka činí 11,827 km, provozovaná 9,336 km. Převýšení trati je 1393 m, a to při max. sklonu 250 ‰. Na trati jsou celkem čtyři stanice, z toho dvě v traťovém tunelu vylámaném v horách Eiger a Mönch (Mnich). Z nich se mohou cestující přes prosklené stěny potěšit horskými výhledy a slouží také pro únik horolezců ze severní stěny Eigeru.

Téměř 80 % délky trati včetně vrcholové stanice se nachází ve dvou bezprostředně následujících tunelech celkové délky 7,207 km. K nim přiléhají dvě galerie délky 0,254 km. Vrcholová



Obr. 6 Jungfrauoch 3 454 m. Stanice 5744. Verlag Beringer & Pampaluchi, 8027 Zürich. Okolo 1960(?). [sbírka autorů]

Fig. 6 Jungfrauoch 3 454m. Station 5744. Verlag Beringer & Pampaluchi, 8027 Zürich. Around 1960(?). [authors' collection]



Obr. 7 Pohled na Konkordiaplatz a ledovec Aletsch – Observatoř a Eiger – Polární psi – Horní stanice – Jungfrauoch 11 332 stop – Ledový palác. Okénková pohlednice. Colour Photo by Gyger, Adalboden. Okolo 1980(?). [sbírka autorů]

Fig. 7 A view of the Konkordiaplatz and the Aletsch glacier – Observatory and Eiger – Polar dogs – Upper station – Jungfrauoch 11 332 feet – Ice Palace. Window picture postcard. Colour photo by Gyger, Adalboden. Around 1980(?). [authors' collection]



Obr. 8 Grindelwald, ledová jeskyně (Eisgrotte). 8752 Phot. Gabler, Interlaken. 1923. [sbírka autorů]

Čelo „Horního Grindelwaldského ledovce“ se vstupem do umělé ledové jeskyně. Za pozornost stojí i dobově oděni a vystrojení návštěvníci.

Fig. 8 Grindelwald, Ice Cavern (Eisgrotte). 8752 Phot. Gabler, Interlaken. 1923. [authors' collection]

Face of the “Upper Grindelwald glacier“ with the entrance to the artificial ice cavern. Worth attention is even the period cladding of dressed up visitors.

podzemní stanice (obr. 6 a 7) je se svými 3454 m n. m. vůbec nejvyšší v Evropě.

Výstavba dráhy byla zahájena 27. 7. 1896 a její 1. část byla otevřena již v roce 1898. Navazující část byla budovaná ve svízelných podmínkách dlouhých 14 let. Práce byla obtížná zvláště v zimě, která stavbu fakticky odřízla od světa. Tomu mj. odpovídaly i standardní zásoby pro výživu pracovníků – 12 t mouky, 1500 l vína (1 l/dělníka/den), 2 t brambor, 4 t masa, 800 kg špaget, 400 kg kávy, 50 tis. cigaret, 30 t uhlí... Dne 26. 2. 1899 bylo při výbuchu trhavin usmrceno 6 razičů. Do vrcholové zastávky se jezdí od 1. 8. 1912. Náklady na celou výstavbu se dobově udávají 15 mil. CHF.

Vedle nejvyšší železniční stanice Evropy se v sedle Jungfrau (Panny) nachází i astronomická observatoř a nejvyšší evropská pošta. Hojně navštěvovaný je také zdejší ledový palác, vylámaný ve 30. letech 20. stol. v ledovci Aletsch (při 22 km nejdelším v Evropě), s každoročně obnovovanou galerií postav a zvířat z ledu (obr. 7). [4]

LEDOVÁ JESKYNĚ (EISGROTTE) GRINDELWALD

Grindelwald se nachází v centrálním Švýcarsku, v kantonu Bern. Má 171 km² a náleží tak k 25 nejrozlehlejších obcím Helvetské konfederace. V jeho katastru se nalézají i dva ledovce – tzv. „Horní“ a „Dolní“. Místní již od r. 1870 vysekávali na jaře do čela „Horního ledovce“ umělou ledovou jeskyni (Eisgrotte – obr. 8). Šlo o cca 100 m dlouhý tunel/štolu, nezaměnitelně modré barvy. Turisty hojně navštěvovaný objekt býval přístupný od června až do poloviny října. Podle počasí mohlo v létě ústí jeskyně ustoupit až o 30 m.

Vstupné pro dospělé činilo 9 CHF, z návštěvy nebyli vyloučeni ani psi. Jestliže ještě v r. 1973 byla u „Horního ledovce“ naměřena přibližná délka 6,6 km a plocha 9,6 km² (u „Dolního“ obdobně cca 8,3 km a 20,8 km²), tak od 90. let 20. stol. jsou oba ledovce na ústupu, dnes již o několik stovek m. V důsledku toho se velmi zkomplikoval přístup k čelu „Horního ledovce“, a proto byla tradice každoročního vylamování ledové jeskyně (zatím) přerušena. [5]

doc. Ing. VLADISLAV HORÁK, CSc.
Ing. RICHARD SVOBODA, Ph.D.
Ing. MARTIN ZÁVACKÝ

Poděkování: Článek byl vytvořen v rámci řešení projektu č. LO1408 „AdMaS UP – Pokročilé stavební materiály, konstrukce a technologie“ podporovaného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy v rámci účelové podpory programu „Národní pro-

gram udržitelnosti I“ a projektu č. TE01020168 „Centrum pro efektivní a udržitelnou dopravní infrastrukturu (CESTI)“ podporovaného z programu Centra kompetence Technologické agentury České republiky (TAČR).

LITERATURA / REFERENCES

- [1] Gotthardbahn [online]. [cit. 2019-05-30]. Dostupné na internetu <<https://de.wikipedia.org/wiki/Gotthardbahn>>
- [2] Gotthardpass [online]. [cit. 2019-05-30]. Dostupné na internetu <<https://de.wikipedia.org/wiki/Gotthardpass>>
- [3] Gotthardský silniční tunel [online]. [cit. 2019-05-30]. Dostupné na internetu <https://translate.google.cz/translate?hl=cs&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Gotthard_Road_Tunnel&prev=search>
- [4] Jungfraubahn [online]. [cit. 2019-05-30]. Dostupné na internetu <<https://cs.wikipedia.org/wiki/Jungfraubahn>>
- [5] Gemeinde Grindelwald [online]. [cit. 2019-05-30]. Dostupné na internetu <<https://translate.google.cz/translate?hl=cs&sl=de&u=https://www.gemeinde-grindelwald.ch/natur/grindelwaldgletscher/&prev=search>>

VÝROČÍ ANNIVERSARIES

DOC. ING. RICHARD ŠŇUPÁREK, CSC., OSMDESÁTILETÝ DOC. ING. RICHARD ŠŇUPÁREK, CSC., OCTOGENARIAN

Dne 9. října 2019 se doc. Ing. Richard Šňupárek, CSc., dožívá 80 let. Jubilant vystudoval obor geologické inženýrství na Hornicko-geologické fakultě Vysoké školy báňské v Ostravě v roce 1961. Po ukončení vysokoškolských studií získával nejprve praktické zkušenosti v geologickém průzkumu uranových dolů v Příbrami. Poté v roce 1964 nastoupil do Vědecko-výzkumného uhelného ústavu v Ostravě-Radvanicích, kde zastával



pozici vedoucího střediska geomechaniky se zaměřením především do oblasti hornické geomechaniky, výzkumu stability hornických a podzemních děl i dobývání ložisek. Postupně se profesně specializoval především na oblast výzkumu, vývoje, testování a aplikací svorníkové výztuže v důlních dílech i podzemních stavbách.

V roce 1994 přešel do nově založeného Ústavu geoniky AV ČR v.v.i. v Ostravě, kde působil v mnoha vedoucích funkcích. Nejprve jako vedoucí střediska geomechaniky, od roku 1998 po dvě funkční období jako ředitel a následně vykonával funkci zástupce ředitele. Respekt a uznání osobnosti doc. Šňupárka je dokumentováno rovněž funkcí místopředsedy dozorčí rady Ústavu geoniky AV ČR v.v.i., kterou vykonává od roku 2012. Na rozvoji Ústavu geoniky AV ČR v.v.i. a dosažení mnoha významných vědecko-výzkumných výsledků tohoto ústavu se doc. Šňupárek velmi významně podílel a podíl se dosud.

Odborně se po celou dobu svého působení na ústavu intenzivně věnoval rozvoji poznání v oblasti geomechaniky, geomechanického monitoringu, výzkumu svorníkové výztuže a dále zpevňujících a těsnících injektáží horninového masivu. Podílel se velmi významně na zpracování komplexní metodiky dimenzování výztuže důlních chodeb v OKR, včetně výpočetních programů, zahrnujících všechny používané druhy výztuží. V současné době se, mimo jiné, věnuje problematice dobývací metody „chodba-pilíř“ v podmínkách velkých hloubek uhelných dolů.

Do výše zmiňovaných odborných oblastí, ve kterých patří doc. Šňupárek k nejvýznamnějším odborníkům v rámci ČR a je i uznávaným odborníkem v zahraničí, je směřována i rozsáhlá publikační činnost pana docenta. Stále udržuje aktivní mezinárodní kontak-

On 9th October 2019, doc. Eng. Richard Šňupárek, CSc., will live to see eighty. The jubilarian graduated from the Technical University of Mining in Ostrava, the Faculty of Mining and Geology, with a degree in geological engineering, in 1961. After finishing the university studies, he in the beginning gathered practical experience with the Geological Survey of Uranium Mines in Příbram. Subsequently, in 1964, he entered the Scientific and Research Institute in Ostrava-Radvanice (the SRIU), where he worked in the position of the head of the centre of geomechanics focusing himself first of all on the field of mining geomechanics, research into stability of mine and underground workings and research into mining of deposits. He gradually professionally specialised himself first of all in the area of research, development, testing and applications of rock bolt excavation support to mine workings and underground construction.

In 1994, he changed his employer and entered the newly founded Institute of Geonics AS CR, v. v. i. in Ostrava, where he worked in many managerial positions. First he was the chief of the centre of geomechanics. From 1998, he worked for two terms in the position of the director and, subsequently, he performed the function of the deputy director. The respect and acknowledgement of doc. Šňupárek personality is documented even by the function of Vice-Chairman of the Supervision Board of the Institute of Geonics AS CR, v.v.i., which he has been performing since 2012. Regarding the development of the Institute of Geonics AS CR v.v.i. and reaching many very important scientific-research results if the institute, doc. Šňupárek participated in it and is still participating very significantly.

During the entire time of his work at the institute he dedicated himself professionally to the development of knowledge in the field of geomechanics, geomechanical monitoring and research into rockbolt excavation support and strengthening and sealing grouting into rock mass. He very significantly participated in developing a comprehensive methodology for dimensioning of support of mine galleries excavation in the Ostrava-Karviná mine district, including computation programs, comprising all excavation support types being used. Currently he dedicates himself, among others, to the issue of the “Room and Pillar” method under the conditions of great depths of coal mines.

The extensive publication activities of docent Šňupárek are, among others, focused on the above-mentioned professional fields, where doc. Šňupárek is one of the most important professionals within the Czech Republic and is also an expert recognised abroad. He continues to maintain international contacts with many worldwide

ty s řadou světově uznávaných odborníků v Polsku, Rusku, Velké Británii, Německu, Indii, Číně a v dalších hornicky vyspělých státech.

Významná je i dlouhodobá pedagogická a vědecko-výzkumná činnost na VŠB-TU Ostrava, a to jak na Fakultě stavební, tak i Hornicko-geologické. V oboru geotechnika se na Fakultě stavební rovněž habilitoval a stále v tomto oboru působí jako garant a vyučující specializovaných studijních předmětů, člen státních zkušebních komisí a školitel doktorandů. V rámci Institutu čistých technologií těžby a užití energetických surovin na VŠB-TU Ostrava zastává pozici zástupce ředitele tohoto institutu.

Velmi významná je zásluha doc. Šňupárka na propojování výsledků výzkumu s praktickou činností a na úspěšném prosazování širší aplikace svorníkové výztuže a kotev nejen v prostředí uhelných dolů, ale i na mnoha významných tunelových stavbách, jako je pražské metro, tunel Hřebeč, tunel Mrázovka, Klimkovice, Jablunkov a další.

Docent Šňupárek je členem mnoha profesních a odborných organizací – české národní skupiny ISRM, hornické společnosti ČVTS, CzTA při ITA-AITES a dlouhodobě též aktivním členem redakční rady časopisu Tunel. Výrazný je jeho podíl na přípravě a řízení významných tunelářských i geomechanických konferencí v ČR.

Jubilant se i v tomto pokročilejším věku stále věnuje sportovním aktivitám, především tenisu, lyžování, turistice i romantickým vyjížděním na moře s přáteli. Aktivní je i jeho kulturní a společenský život – velmi rád navštěvuje divadelní představení, koncerty, výstavy i další společenské akce.

Vitalita i aktivity pana docenta jsou obdivuhodné a mnohé z nás, kteří jej známe, vedou mnohdy k pochybám, zda jsme si opravdu rok narození pana docenta dobře zapamatovali. A ten recept na takto stále aktivní život bychom my všichni jistě přivítali.

Do dalších let přejeme doc. Šňupárkovi především pevné zdraví, pracovní úspěchy a mnoho radostí uprostřed své rodiny i přátel.

doc. RNDr. EVA HRUBEŠOVÁ, Ph.D.

80 LET ING. JIŘÍHO PAVLÍKA, CSC. ING. JIŘÍ PAVLÍK, CSC., OCTOGONARIAN

V srpnu oslaví významné životní jubileum jeden z nestorů české geotechniky a inženýrské geologie, tunelář, kolega a skvělý společník, který nezkaží žádnou švandu, Ing. Jiří Pavlík, CSC.

Narodil se 11. 8. 1939 v Brně. Po ukončení studia na Fakultě stavební VUT Brno, oboru konstruktivně-dopravního v roce 1963 zahájil svou profesní dráhu v Železničním stavitelství Brno jako stavební technik na rekonstrukci nákladového nádraží v Havlíčkově Brodě. Po skončení prezenční vojenské služby nastoupil 1. 9. 1964 do nově vzniklého oddělení mechaniky hornin tehdejšího Geologického průzkumu Brno, jehož pokračovatelem je dnešní GEOTest, a.s.

Jura Pavlík se celý svůj profesní život zabývá inženýrskou geologií a zejména geotechnikou v podzemním stavitelství, dopravních stavbách, vodohospodářských stavbách, stavbách občanské vybavenosti.

A to nejen v tuzemsku, ale i zahraničí – na Slovensku, Kubě a Bosně a Hercegovině a v loňském roce i v Mongolsku. Z nejvý-



recognised professionals in Poland, Russia, Great Britain, Germany, India, China and other states with developed mining industries.

The long-term teaching and scientific-research activity at the Faculty of Civil Engineering and Faculty of Mining and Geology of the VŠB – Technical University of Ostrava is also significant. He even habilitated himself at the Faculty of Civil Engineering in the field of geotechnics as a guarantor and teacher of specialised teaching subjects, a member of state examination boards and trainer of doctoral students. He holds a position of the director of the Institute of Clean Technologies for Mining and Utilization of Raw Materials for Energy Use.

Doc. Šňupárek's credit for interconnecting research results with practical work and for successful enforcement of wider application of rock bolt excavation support and anchors not only to the environment of coal mines but also to many important tunnel construction projects, such as the Prague metro, the Hřebeč, Mrázovka, Klimkovice, Jablunkov and other tunnels.

Docent Šňupárek is a member of many professional organisations – the Czech national group of the International Society for Rock Mechanics, the Czech Association of Scientific and Technical Societies and the ITA-AITES CzTA. He is in addition a long-term member of the Editorial Board of TUNEL journal. His contribution to the preparation and management of important tunnel construction and geomechanical conferences in the CR is also important.

The jubilarian dedicates himself to sporting activities, first of all tennis, skiing, tourism and romantic sea rides with friends even at this advanced age. Even his cultural and social life is active – he very much likes to attend theatre performances, concerts, exhibitions and other social events.

Docent Šňupárek's vitality and activities are admirable and lead many of us who know him to doubt whether we have the year of his birth well in memory. And all of us would certainly welcome the recipe for so continually active life.

We wish doc. Šňupárek first of all good health, success at work and much joy in the middle of his family and friends.

doc. RNDr. EVA HRUBEŠOVÁ, Ph.D.

Ing. Jiří Pavlík, one of the doyens of Czech geotechnical engineering and engineering geology, tunneller, colleague and excellent companion who has never spoiled any fun, will celebrate the important anniversary.

He was born in Brno on 11th August 1939. After graduating from the Faculty of Civil Engineering of the Technical University in Brno with a degree from the Department of Civil Engineering and Traffic Structures in 1963, he started his professional career in Železniční stavitelství Brno (railway construction company) in the position of a construction technician on the reconstruction of the freight station in Havlíčkův Brod. On 1st September 1964, after finishing the military service, he entered the newly established department of rock mechanics of the then existing Geological Survey Brno, whose current successor is GEOTest, a.s.

Jura Pavlík dealt with engineering geology and, first of all, geotechnical engineering in underground construction, traffic structures, water-related structures and community amenity structures.

It was not only in Czechoslovakia (now the Czech Republic) but also abroad – in Slovakia, Cuba, Bosnia and Herzegovina, last year even in Mongolia. Of the most important construction projects Jura Pavlík participated in, it is possible to name, for example, geotechnical investigation for the cavern of the Dlouhé Stráně pumped storage power plant (where he spent, with some breaks, 23 years, from the

znamnějších staveb, na jejichž realizaci se Jura Pavlík podílel, lze jmenovat např. geotechnický průzkum pro kavernu přečerpávací vodní elektrárny Dlouhé stráně (kde s přestávkami strávil 23 let od fáze prvních etap průzkumů až po geotechnický dozor při realizaci kaverny), inženýrskogeologický a geotechnický průzkum pro stavbu největšího mostu na D1 u Velkého Meziříčí spojený s následným geotechnickým dozorem stavby.

Z tunelových staveb stojí určitě za zmínku průzkumy a dozory rekonstrukce tunelů na trati Brno – Česká Třebová (kde uplatnil vlastní metodu příčného sepnutí masivu v tunelu č. 1 s nízkým nadložím), dále u silničních tunelů Klimkovice (na D1), na VMO v Brně tunely Husovický a Královopolský i tunely tramvajové.

Jeho doménou jsou velkorozměrové polní zkoušky a řešení stability skalních stěn i zemních svahů, pro které vyvinul několik metod a vypracoval řadu výpočetních postupů, úspěšně uplatňovaných v praxi. V roce 1981 vydal známou knížku věnovanou řešení stability skalních svahů „*Geotechnické způsoby určování stability skalních stěn*“. Jeho postupy byly využity i při řešení stability svahů hlubokého jámového lomu na měděnou rudu ve městě Erdenet v Mongolsku, jenž má být prohlouben až na 500 m (Jura se v roce 2018 aktivně podílel na realizaci zakázky, včetně terénních prací – inženýrskogeologického mapování lomu).

Mimo uvedenou odbornou činnost aktivně přispěl ke zdárnému průběhu národních tunelářských konferencí a zejména světového tunelářského kongresu WTC 2007 v Praze jako člen vědecké rady. Kromě toho je členem přípravného výboru symposií Polní geotechnické metody konané v Ústí nad Labem.

Geotechnika je zkrátka náplní jeho života. A to nejen profesního, je to jeho hobby. A tak i při dosažení vyššího věku se stále touto činností zabývá, i když v mírnějším režimu, a nepřestává nás, mladší kolegy (jiné už prakticky nemá) udivovat a inspirovat. Přejeme Ti mnoho zdraví a zdraví do dalších let a zajímavé geotechnické oříšky k rozlousknutí, Juro.

TOMÁŠ EBERMANN, GEOtest, a.s.

stage of initial stages of investigation up to geotechnical supervision during the work on the cavern), engineering geological survey and geotechnical investigation for the construction of the largest bridge on the D1 near Velké Meziříčí associated with subsequent geotechnical supervision over the construction.

Investigations and supervision over reconstruction of tunnels on Brno – Česká Třebová railway line (where he applied his own method of transverse tying of the massif in tunnel No. 1 with the shallow overburden), over the Klimkovice motorway tunnel on the D1, over the Husovice and Královo Pole tunnels on the Large Ring Road in Brno, as well as over tramway tunnels.

This domain comprised large-dimension field tests and solutions to stability of rock walls and earth slopes, for which he developed several methods and numerous calculation procedures successfully used in practice. In 1981, he published a popular book dedicated to solutions to the stability of rock walls „*Geotechnical methods of determination of stability of rock walls*“. His procedures were even applied to the solution to stability of slopes of the deep shaft quarry for copper ore in the town of Erdenet in Mongolia, the depth of which is to be increased up to 500m (Jura actively participated in the realisation of the contract including ground shaping – engineering geological mapping of the quarry).

In addition to the above-mentioned work, he actively contributed to the successful course of national tunnelling conferences, first of all the World Tunnel Congress WTC 2007 in Prague, in the position of a member of the Scientific Council. In addition, he is a member of the steering committee of symposiums “Field Geotechnical Testing” held in Ústí nad Labem.

Geotechnical engineering is simply the content of his life, not only professional. It is his hobby. Despite achieving the higher age, he still performs this activity, even though in a more moderate regime, and does not stop to amaze us, younger colleagues (he has virtually no other ones), and inspire us. We wish you, Jura, good luck and health and interesting geotechnical nuts to crack in the coming years.

TOMÁŠ EBERMANN, GEOtest, a.s.

ŽIVOTNÍ JUBILEUM – 75 LET

Pan Ing. Ludvík Šajtar, jednatel a generální ředitel SATRA, spol. s r.o.

LIFE ANNIVERSARY – 75 YEARS OF AGE

Ing. Ludvík Šajtar, executive head and general director of SATRA, spol. s r.o.

V neustávajícím pracovním nasazení slaví letos v červenci významné životní jubileum náš kolega a šéf, pan Ing. Ludvík Šajtar.

Narodil se 7. 7. 1944 v Pardubicích. V letech 1963 až 1968 studoval na Fakultě strojní ČVUT v Praze. Studium ukončil státní závěrečnou zkouškou s vyznamenáním.

Profesní kariéru zahájil v roce 1968 nástupem do 6. ateliéru speciálních a podzemních staveb Vojenského projektového ústavu v Praze jako projektant vodohospodářské a technologické skupiny. Během několika dalších let rozšířil svoji specializaci o obory nezbytné pro provoz speciálních a podzemních staveb, zejména vzduchotechniku, chlazení, zásobování elektrickou energií a řízení technologických systémů. Rychle se vypracoval na zástupce vedoucího skupiny technologie. Zároveň pracoval na mnoha projektech v oblasti podzemních staveb jako hlavní technolog. Odbornost získaná studiem na vysoké škole, doplněná rozšířením jeho znalostí v oblasti provozní technologie mu umožňovala se podílet již v prvních



In July, Eng. Ludvík Šajtar, our colleague and chief, will celebrate the important anniversary, filled with unceasing work commitment.

He was born on 7th July 1944 in Pardubice. From 1963 to 1968 he studied at the Faculty of Mechanical Engineering of the Czech Technical University in Prague. He finished the studies by the State Final Exam with distinction.

He started his professional career in 1968 by entering the 6th atelier of special and underground structures of the Military Design Institute (MDI) in Prague in the position of designer in the working group for water, waste water and technology structures. During several following years he expanded his specialisation in other fields necessary for the operation of special and underground structures, first of all ventilation, cooling, power supplies and management of technology systems. Soon he was promoted to a deputy of the head of the group for technology. At the same time he worked in the position of the main technologist on numerous designs in the area of underground construction. Expertise gained by studying at the university, supplemented by widening his knowledge in the field of operating technology, allowed him to participate in the development of the overall concept and coordination of designs already in the first phases of projects. He, in addition, worked on designs and creation of standards in the area of permanent protecting structures for civil defence and on the preparation and implementation of the concept of

fázích projektů na celkové koncepci a koordinaci projektů. Pracoval i na projektech a tvorbě norem v oboru trvalých ochranných staveb civilní obrany, na přípravě a realizaci koncepce ochranného systému pražského metra včetně projektů několika technologických center. V roce 1990 byl jmenován vedoucím atelieru speciálních a podzemních staveb VPÚ Praha.

Od roku 1991 se svým kolegou a přítelem, stavebním inženýrem 6. atelieru Ing. Josefem Dvořákem, založili společnost SATRA, spol. s r.o. Dnes je jednatelem a generálním ředitelem společnosti, která působí především v oblasti podzemních, dopravních a speciálních staveb. Společnost je jedním z předních hráčů na trhu. Působí na řadě rozsáhlých zakázek, své portfolio služeb prohlubuje i rozšiřuje do nových oblastí. Dnes se nezabývá pouze přípravou staveb a konzultačními službami, je také provozovatelem tunelů a pokrývá tak celý životní cyklus projektu.

Neoddělitelnou součástí Ludvíkovy profesní dráhy je jeho aktivní působení v mezinárodních odborných organizacích, ať již se jedná o PIARC nebo ITA. Tak, jako si neustále rozšiřuje penzum svých znalostí, podporuje v takovém přístupu i své kolegy. Značnou energii věnuje inovacím, které jsou významnou hybnou silou dnešního světa.

Kdybych měl jmenovat jedinou jeho vlastnost, která jej nejvíce charakterizuje, je to bezesporu jeho pracovitost. Svě organizační schopnosti nestaví na pouhém předávání práce ostatním; i přes značné vytížení se snaží být přítomen ve všech oblastech činnosti, pomáhat řešit problémy a také jim předcházet. V lidské rovině si jej pak nejen já, ale i všichni, kdo jej máme tu šťastnou možnost znát, vážíme pro jeho lidskost, se kterou přistupuje ke svým kolegům, zaměstnancům i spolupracovníkům.

Milý Ludvíku, dovolu, abych Ti k letošnímu jubileu popřál nejen za sebe, ale i za všechny naše kolegy a spolupracovníky pevné zdraví, rodinné štěstí a mnoho energie a tvůrčích sil ve sféře pracovní i osobní. No a pro nás, abys tu pozitivní tvůrčí energii do nás vléval ještě řadu dalších let.

Ing. PAVEL ŠOUREK

the protecting system of Prague metro, including designs for several technology centres. In 1990 he was appointed the chief of the atelier for special and underground structures of the MDI Prague.

In 1991, he together with his friend, civil engineer Josef Dvořák, founded the company of SATRA, spol. s r.o. Today he is the executive head and general director of the company, which operates mainly in the field of underground construction, transport-related and special construction. The company is one of the leading players in the market. It works on numerous large projects, deepens its portfolio of services and expands it into new areas. Today, construction programming and consultancy services are the only activities it is not involved in. It is in addition an operator of tunnels, therefore it covers the whole life cycle of projects.

An inseparable part of Ludvík's career is represented by his active work in international professional organisations, whether it be the PIARC or the ITA. As he constantly expands his knowledge, he also supports his colleagues in such an approach. He dedicates significant energy to innovations, which form an important moving force of today's world.

Should I be asked to name only one of his properties best characterising him, I would undoubtedly name his diligence. He does not build his organisational capabilities on mere handing the work over to others; even despite being significantly loaded with work, he tries to be present in all areas of the company activity, help to solve problems and also prevent them. In the human plane, me and all people who have had the happy opportunity to know him value him for his humanity with which he approaches his colleagues, employees and collaborators.

Dear Ludvík, allow me to wish you not only in my name but also on behalf of all our colleagues and collaborators on the occasion of this year's celebration good health, family happiness and a lot of energy and creative powers both in the working and personal spheres. Well, we, your friends, wish that you keep pouring positive creative energy to us for many years to come.

Ing. PAVEL ŠOUREK

ROZLOUČENÍ LAST FAREWELL

ROZLUČENIE S DOC. KOLOMANOM V. RATKOVSKÝM LAST GOODBYE TO DOC. KOLOMAN V. RATKOVSKÝ

Začiatkom júla sa slovenskou aj mezinárodnou tunelárskou komunitou rozšírila smutná správa. Dňa 30. júna 2019 nás vo veku 89 rokov opustil doc. Ing. Koloman Vladimír Ratkovský, CSc., dlhoročný vysokoškolský pedagóg a odborník v oblasti výstavby tunelov a podzemných stavieb a zároveň človek, ktorý sa veľkou mierou podieľal na aktivitách Československého tunelárskeho komitétu, a po roku 1993 aj Slovenskej tunelárskej asociácie.

Doc. Ratkovský sa narodil 26. februára 1930 v Bratislave. Vyštudoval odbor Konštrukcie a dopravné stavby na Stavebnej fakulte Slovenskej vysokej školy technickej v Bratislave. Po krátkom pôsobení na traťovej dištancii ŽSR nastúpil v roku 1956 na katedru dopravných stavieb, kde patrilo oddelenie Podzemných stavieb a neskôr, po založení katedry geotechniky v roku 1965 na ňu odišiel už ako odborný asistent. Titul kandidáta technických vied získal v roku 1971 a v roku 1979 habilitoval na docenta.

Vo vedecko-výskumnej a odbornej činnosti sa zameriaval najmä na oblasť technológií výstavby tunelov, kde získal povest' vynikajúceho od-



The sad news spread through the Czech and also international tunnelling community at the beginning of July. Doc. Ing. Koloman Ratkovský, CSc., a longstanding university teacher and expert in the field of tunnel and underground construction and, at the same time, a man who significantly participated in the activities of the Czechoslovak Tunnelling Committee and, after 1993, of the Slovak Tunnelling Association, abandoned us on 30th June 2019 at the age of 89.

Doc. Ratkovský was born on 26th February 1930 in Bratislava. He graduated from the Faculty of Civil Engineering of the Slovak Technical University (STU) in Bratislava with a degree from the Department of Civil Engineering and Traffic Structures. After short employment (1954–1956) in Traťová Dištancia (an operating unit of Slovak Railways), he returned back (in 1956) to the Department of Traffic Structures to its Underground Construction section, and later, after establishment of the Department of Geotechnical Engineering in 1965, he passed to it in the position of a technical assistant. He attained the Candidate of Sciences degree in 1971 and habilitated as associate professor in 1979.

In the scientific-research and professional activities he focused himself mainly on the tunnel construction technology, where he gradually gained the reputation of an excellent expert well-known not only at home but also abroad. During his teaching practice he educated numerous students, led several successful domestic and foreign diploma

borníka známeho nielen doma, ale i v zahraničí. Počas svojej pedagogickej praxe vychoval veľké množstvo študentov, viedol viacero úspešných domácich aj zahraničných diplomantov a vedeckých aspirantov. Mnohí z nich dnes aktívne pôsobia pri výstavbe tunelov na Slovensku i za jeho hranicami. Je autorom a spoluautorom mnohých vysokoškolských učebníc a skrípt. Veľakrát prednášal na domácich i medzinárodných odborných konferenciách. Za dlhoročnú pedagogickú činnosť bol v roku 1990 vyznamenaný zlatou medailou Stavebnej fakulty Slovenskej vysokej školy technickej a v roku 2005 zlatou medailou fakulty BERG Technickej univerzity Košice.

Okrem pôsobenia vo vysokoškolskom prostredí sa doc. Ratkovský aktívne zúčastňoval na príprave mnohých podzemných stavieb, ktoré sa pripravovali a budovali na Slovensku, či už ako riešiteľ úloh, ich posudzovateľ, alebo nezávislý expert. Známe je najmä jeho pôsobenie pri príprave bratislavskej rýchlodráhy a tiež pri výstavbe komunálnych štítovaných štôlní. Po odchode do dôchodku naďalej, až do roku 2008, pôsobil ako poradca pre Slovenskú správu ciest, neskôr pre Národnú diaľničnú spoločnosť a podieľal sa takto na príprave a výstavbe prvých diaľničných tunelov na Slovensku.

Jeho dlhoročné priateľské vzťahy s poprednými odborníkmi z oblasti tunelového staviteľstva z celého sveta významne pomáhali medzinárodnému postaveniu Slovenskej tunelárskej asociácie, v ktorej pôsobil ako člen výboru ihneď po jej vzniku v roku 1993. Ako dlhoročný funkcionár bol v roku 2004 vyznamenaný medailou prezidenta ITA/AITES a v tom istom roku mu bol udelený titul čestného člena Slovenskej tunelárskej asociácie.

Na záver by som chcel pridať aj osobnú spomienku. Doc. Ratkovský bol mojim vedúcim diplomovej práce, venovanej výstavbe tunelov v mestských podmienkach. Bol pre mňa kľúčovým človekom, ktorý ma nasmeroval do odboru, v ktorom pôsobím dodnes a tiež vynikajúcim pedagógom, ktorý mi otváral širší obraz tunelárstva, než bolo v podmienkach Československa osemdesiatych rokov obvyklé. Knižnica v jeho kancelárii plná cudzojazyčnej literatúry mi bola plne k dispozícii a umožnila mi prístup k mnohému z toho, čo sa vo svete podzemných stavieb dialo.

Vlado, budeme na Teba všetci spomínať nielen ako na vynikajúceho pedagóga a odborníka, ale aj ako na láskavého človeka a vzácneho priateľa.

Ing. MILOSLAV FRANKOVSKÝ

degree students and scientific aspirants. Many of them are today active in the development of tunnels in Slovakia and abroad. He is the author and co-author of numerous university textbooks and standard texts. He delivered lectures at many domestic and international technical conferences. He was awarded the golden medal of the Faculty of Civil Engineering of the Slovak Technical University for long-term activity (1990) and the golden medal of the Technical University, Faculty BERG – Košice for long-term teaching activity (2005).

In addition to the work in the university environment, Doc. Ratkovský actively participated in the preparation of numerous underground construction projects being prepared or carried out in Slovakia, either as a solver of tasks, their assessor or independent expert. Well known is, first of all, his activity during the preparation of the Bratislava high-speed railway and during the development of utility galleries carried out using tunnelling shields. After retirement, he continued to work as a professional advisor and consultant for the Slovak Road Administration in Bratislava and later for the newly established National Motorway Society (NMS), thus participating in the preparation and construction of first motorway tunnels in Slovakia.

His long-term friendly relationships with numerous leading experts from the sphere of tunnel construction around the whole world significantly helped to the international position of the Slovak Tunnelling Association, where he acted as a member of the committee just after its establishment in 1993. As a long-term functionary, he was awarded the medal of ITA/AITES president in 2004 and, in the same year, he was awarded the title of an honourable member of the Slovak Tunnelling Association.

To conclude, I would like to add even a personal memory. Doc. Ratkovský supervised my diploma thesis dedicated to construction of tunnels in urban conditions. He was a key person for me who directed me toward the field in which I work till now, and an outstanding teacher who opened a broader picture of the tunnel construction industry for me than it was usual in the conditions of Czechoslovakia in the 1980s. The bookcase in his office full of foreign literature was fully available to me and allowed for my access to lots of things regarding the developments in the world of underground construction.

Vlado, we will all remember you not only as an outstanding teacher and professional, but also as a kind man and a precious friend.

Ing. MILOSLAV FRANKOVSKÝ

ZPRAVODAJSTVÍ ČESKÉ TUNELÁŘSKÉ ASOCIACE ITA-AITES CZECH TUNNELING ASSOCIATION ITA-AITES REPORTS

www.ita-aites.cz

VALNÉ SHROMÁŽDĚNÍ CZTA ITA-AITES GENERAL ASSEMBLY OF ITA-AITES CZTA

The general assembly of the Czech Tunnelling Association of the ITA-AITES took place on Wednesday the 19th June 2019. The CzTA medal was handed over to Ing. Martin Srb, Ph.D., during the session for introducing innovative foreign procedures into the Czech underground construction industry. Ing. Ivan Hrdina, chairman of the CzTA informed the attendees about the activities of the association in the past year. The Economic Report of the association with a proposal for association's budget for 2019 was in addition presented. The attendees were acquainted with the plan of activities of the association for 2019, where common activities will continue – publishing of TUNEL journal, organising the Tunnel Afternoons and a technical excursion. The 14th triennial conference Underground Construction Prague 2019 was also assessed. The conference report is presented in detail in the column “News from tunnelling conferences” in this TUNEL journal issue. A change in

the association headquarters was subsequently approved – now the headquarters address is Koželužská 2450/4 in Prague 8 – Libeň. The assembly attendees were acquainted with results of the student competition for the best diploma thesis from the field of underground construction for 2018. Three students were recognised – first place went to Ing. Katarína Sobolová from the VŠB TU Ostrava with the diploma thesis theme “*The cut-and-cover part of the Milochove tunnel*”; second place was taken by Ing. Jiří Bastl from the Technical University in Brno with the diploma thesis on “*Design for excavation and primary lining of the Dřevnovice tunnel on the high-speed railway link between Brno and Přerov*”; third place was taken by Ing. Tomáš Němeček from VŠB TU Ostrava with the diploma thesis on “*Verification of results of sealing grouting – Förbifart Stockholm*”. In the part of the assembly focused on technical themes, Ing. Filip Kalina delivered a lecture on the BIM – theory and practice.



foto Libor Mařík photo Libor Mařík

Obr. 1 Předávání medaile CzTA Ing. Martinu Srbovi, Ph.D.
Fig. 1 Handing the CzTA medal to Ing. Martin Srtrb, Ph.D.

Valné shromáždění České tunelářské asociace ITA-AITES se konalo ve středu 19. června 2019 v hotelu Olšanka v Praze 3. Jednání zahájil a řídil předseda CzTA Ing. Ivan Hrdina.

Na začátku programu jednání byla předána medaile CzTA Ing. Martinu Srbovi, Ph.D. za zavádění inovativních zahraničních postupů do českého podzemního stavitelství. Medaile byla udělena jako třicátá první v pořadí (obr. 1). Ing. Ivan Hrdina také poblahopřál prof. Ing. Jiřímu Bartákovi, DrSc. k jeho životnímu jubileu (obr. 2).

Předseda CzTA Ing. Ivan Hrdina informoval přítomné o činnosti asociace v minulém roce, kdy pokračovalo vydávání časopisu Tunel, pořádání Tunelářských odpolední (do začátku roku 2019 jich asociace uspořádala již 33). Pokračovala příprava konference Podzemní stavby Praha 2019, jejíž 14. ročník se uskutečnil dva týdny před konáním valného shromáždění. Pravidelný odborný zájezd se tentokrát odehrál ve Švédsku, kde účastníci navštívili stavbu silničního okruhu hlavního města Stockholm.

Dalším bodem jednání byla zpráva o hospodaření asociace, kterou přednesla Ing. Markéta Prušková. V roce 2018 se stále ještě podařilo dosáhnout příznivého výsledku, asociace opět hospodářila se ziskem. Dále byli přítomní seznámeni s návrhem rozpočtu asociace na rok 2019, kdy je plánována ztráta ve výši 399 tisíc Kč, protože v tomto roce jsou zvýšené náklady na časopis Tunel kvůli jeho distribuci na konferenci PS 2019 a zároveň by mělo dojít k dokončení uživatelské příručky o konvenčním tunelování pod vedením Ing. Jiřího Moslera. Tato ztráta bude čerpána z rezervy vytvořené díky minulým konferencím.

Doc. Eva Hrubešová informovala o činnosti pracovních skupin, mezi aktivní se řadí pracovní skupiny pro konvenční tunelování, mechanické tunelování, odbornou výchovu a pro legislativní pomoc.

Ing. Markéta Prušková dále obeznámila přítomné s plánem činnosti asociace na rok 2019, kdy se bude pokračovat v běžných aktivitách – vydávání časopisu Tunel, pořádání Tunelářských odpolední i odborného zájezdu. Také připomněla společnosti, kterým jsou věnována následující čísla časopisu Tunel až po číslo 1/2020.

Prof. Hilar zhodnotil právě proběhlý 14. ročník konference Podzemní stavby Praha 2019, zpráva o této konferenci je podrobně uvedena v rubrice Zprávy z tunelářských konferencí v tomto čísle časopisu Tunel.

Ing. Markéta Prušková dále vysvětlila důvody pro změnu sídla asociace, nově sídlí na adrese Koželužská 2450/4 v Praze 8 –



foto Libor Mařík photo Libor Mařík

Obr. 2 Ing. Hrdina popřál prof. Ing. Jiřímu Bartákovi, DrSc.
Fig. 2 Ing. Hrdina congratulated prof. Jiří Barták

Libni. Z důvodu uvedení sídla ve stanovách bylo nutné hlasovat i o změně stanov, všichni přítomní toto jednomyslně schválili.

Poté již doc. Eva Hrubešová seznámila účastníky s výsledkem studentské soutěže o nejlepší diplomovou práci z oblasti podzemních staveb za rok 2018. Na prvním místě se umístila Ing. Katarína Sobolová z VŠB TU Ostrava s diplomovou prací na téma *Hloubená část tunelu Milochovo*, jako druhý se umístil Ing. Jiří Bastl z VUT v Brně s diplomovou prací *Návrh ražby a primárního ostění Dřevnického tunelu na stavbě vysokorychlostního železničního spojení Brno – Přerov* a třetí místo obsadil Ing. Tomáš Němeček z VŠB TU Ostrava, tématem jeho diplomové práce bylo *Ověření účinků těsnící injektáže – Förbifart Stockholm*. Cenu si přišla vyzvednout pouze první oceněná, Ing. Ivan Hrdina jí poblahopřál a předal odměnu (obr. 3).

Ing. Markéta Prušková oznámila místa a termíny konání dalších světových tunelářských kongresů. WTC 2020 se uskuteční v Malajsi v Kuala Lumpur 15.–21. května, WTC 2021 se bude konat v dánské Kodani 14.–21. května a pro rok 2022 získal pořádání světového tunelářského kongresu mexický Cancun.

V části zasedání zaměřené na odbornou tematiku vystoupil Ing. Filip Kalina s přednáškou na téma BIM – teorie a praxe.

Ing. MARKÉTA PRUŠKOVÁ, Ph.D.,
 pruskova@ita-aites.cz, generální sekretář CzTA



foto Libor Mařík photo Libor Mařík

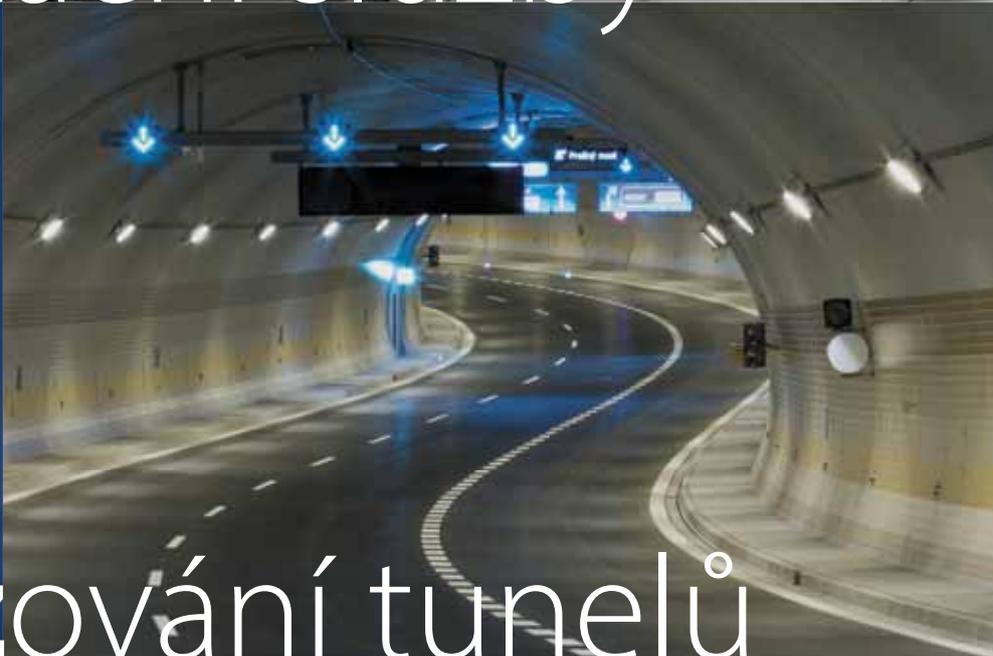
Obr. 3 Ing. Hrdina poblahopřál oceněné studentce Ing. Kataríně Sobolové
Fig. 3 Ing. Hrdina congratulated the appreciated student, Ing. Katarína Sobolová



Projektová činnost



Konzultační služby



Provozování tunelů



SATRA, spol. s r. o.

Sokolská 32, 120 00 Praha 2 – Nové Město, Česká republika
Telefon +420 296 337 111 | Fax +420 296 337 100 | E-mail satra@satra.cz | www.satra.cz



- Geotechnika
- Inženýrská geologie
- Hydrogeologie
- Geotechnický monitoring podzemních staveb
- Geofyzika
- Inženýrská geodézie
- Laboratorní zkoušky zemin a hornin
- Terénní zkušebnictví
- Výzkum a vývoj

Špičkové geotechnické a inženýrskogeologické služby s tradicí již od roku 1926



Dceřiná společnost SG Geotechniky a.s., GEOFOS s. r. o., je přední slovenská geologická a geotechnická firma s dlouholetými zkušenostmi v inženýrské geologii, geotechnice, terénních měřeních, ekologii a geodézii. Svým klientům poskytuje komplexní služby v oblasti průzkumů, monitoringu, dozorů a konzultací v různých fázích plánování a výstavby silnic a dálnic, vodohospodářských staveb, tunelů a mostů, železnic a v oblasti životního prostředí.

www.geofos.cz

