

DLOUHÉ DOPRAVNÍ TUNELY V INDICKÝCH HIMÁLÁJÍCH DOKONČENÉ, VE VÝSTAVBĚ, PŘIPRAVOVANÉ LONG TRANSPORT TUNNELS IN INDIAN HIMALAYA FINISHED, PROGRESSING, IN PREPARATION

MARTIN SRB

ABSTRAKT

V minulém desetiletí byla zahájena výstavba dlouhých dopravních tunelů v indických Himálajích ve státech Jammu & Kashmir a Himachal Pradesh. Tato výstavba ukazuje na rychlý rozvoj staveb tunelů v Indii, ale také na problémy a překážky těchto náročných tunelových projektů. Všechny tunely se nacházejí na důležitých dopravních trasách a po dokončení výrazně zlepšit přístupnost hraničních oblastí indických Himálajů. Celkem 11 km dlouhý železniční tunel Pir Panjal a nejdelší silniční tunel v Indii a jihovýchodní Asii, 9 km dlouhý tunel Patnitop, již byly dokončeny a jsou v provozu. Další jsou v různém stavu výstavby, nebo přípravy staveb. Všechny uvedené tunely byly a jsou připravovány v úzké spolupráci s mezinárodními konzultanty, a/nebo zhotoviteli, avšak místní investoři (státní organizace) a místní podmínky hrají ve výstavbě tunelů rozhodující roli. V příspěvku bude podán celkový přehled vybraných staveb a informace o postupu výstavby a jejich přípravy. Firmy 3G se podílely na přípravě a realizaci staveb Patnitop, Rothang, Zojila a Z-Morh.

ABSTRACT

Long transport tunnel projects in Indian Himalaya, in states of Jammu & Kashmir and Himachal Pradesh, started in the last decade, and demonstrate both rapid development of transport tunnelling in India, as well as the problems of tunnelling challenges, and project setbacks. All tunnels are on important transport routes and when finished, they will improve accessibility of Indian Himalaya border areas. 11km long Pir Panjal rail tunnel, and the longest road tunnel in India and SE Asia, a 9km long Patnitop Tunnel, have been already finished, and are in operation. Others are in different stage of construction and project preparation. All mentioned tunnels have been prepared in close cooperation with international consultants and/or contractors, however, local owners (state agencies) and local conditions, play a decisive role in project development. General overview of all projects and progress of construction and preparation shall be presented. The 3G companies participated on preparation and realization of projects Patnitop, Rothang, Zojila and Z-Morh.

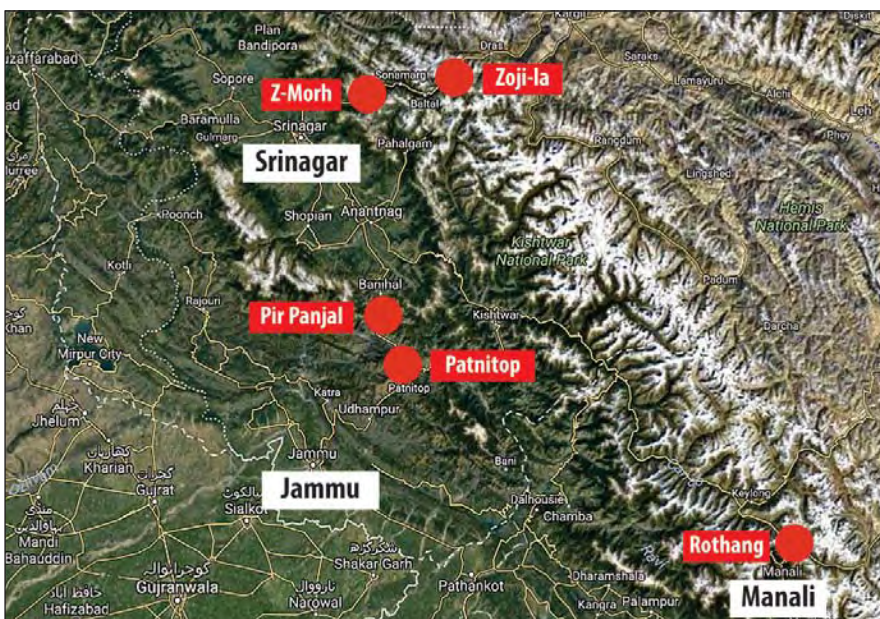
ÚVOD

V severozápadním himálajském státu Jammu & Kashmir je ve stadiu výstavby jednokolejná železniční trať z Jammu do Srinagaru, obsahující četné tunelové úseky. Nejdelší, přibližně 11 km dlouhý tunel pod horským hřebenem Pir Panjal (obr. 1) byl úspěšně proražen v září 2011 a je v provozu od roku

INTRODUCTION

In North-Western Himalayan state of Jammu and Kashmir, a new single track railway line from Jammu to Srinagar is under construction with numerous tunnel sections. The longest tunnel of approx. 11km under Pir Panjal (Fig. 1) mountain range has been successfully broken through in September 2011 and is in operation since 2013, as the first long transport tunnel in Indian Himalaya [1]. Austrian Geoconsult was a lead partner of the Geoconsult – RITES JV for design and construction supervision. The remaining section between the southern portal of this tunnel (and railway line from Srinagar) in Banihal, and Katra (where existing railway from central India ends), is in preparation, and partly under construction, along the re-aligned corridor, and has more than a decade delay, compared to earlier schedules.

Upgrade of the National Highway NH44 (earlier NH-1A), from Jammu to Srinagar to a 4-lane highway has been prepared by the state agency National Highway Authority of India (NHAI) during last decade, and some sections were procured and are realized as a concession projects [4], [6]. The works started in 2011 on the two most difficult sections of the alignment at crossings of



Obr. 1 Oblast projektů
Fig. 1 Project area

2013 jako první dlouhý dopravní tunel v indických Himálajích [1]. Rakouská firma Geoconsult byla vedoucím partnerem sdružení Geoconsult – RITES JV, zajišťujícím projekt a stavební dozor. Připravuje se zbývající úsek mezi jižním portálem tohoto tunelu ve městě Banihal (kde končí železniční trať ze Srinagaru) a městem Katra (kde stávající železniční trať z centrální Indie končí). Částečně je již ve výstavbě podél upravené trasy koridoru a má více než desetileté zpoždění ve srovnání s původním harmonogramem.

Modernizace národní silnice NH44 (dříve NH-1A) z Jammu do Srinagaru na dálnici se čtyřmi jízdními pruhy byla připravována státním investorem National Highway Authority of India (NHAI – obdoba ŘSD) během uplynulých deseti let. Některé úseky byly zadány a jsou realizovány jako koncesní projekty [4], [6]. V roce 2011 byly zahájeny práce na dvou nejobtížnějších úsecích trasy, na přechodech dvou horských hřbetů Patnitop (tunel 9,2 km dlouhý, ve výšce 2000 m n. m.) a Pir Panjal (tunel 8,5 km dlouhý, 2850 m n. m.). Oba úseky se budují podle koncesních schémat, s dobou trvání koncese 20 let, včetně doby výstavby odhadované na pět let. Tunel Patnitop je nyní dokončen a v provozu (se zpožděním asi 1 rok), Tunel Pir Panjal je stále ve výstavbě, v polovině roku 2017 je dokončeno 90 % ražeb; uvedení do provozu se očekává v roce 2018.

Tunel Rothang pod průsmykem Rothang (8,8 km dlouhý, ve výšce 3978 m n. m.) se nachází mezi dvěma indickými státy Himachal Pradesh a Jammu & Kashmir. Je součástí celoročního silničního spojení do odlehlých oblastí Ladakh na národní dálnici 21 (NH 21) mezi městem Leh a populárním indickým střediskem Manali. Stavba je založena na modelu smlouvy s investorem Navrhni–Nabídní–Postav (DBB). Ražba tunelu byla zahájena v roce 2010 a stále pokračuje od obou portálů. Podle původního harmonogramu měl být tunel uveden do provozu v roce 2015.

Ve státě Jammu & Kashmir jsou ještě dvě velké tunelové stavby: 14 km dlouhý tunel Zojila, který je ve stadiu přípravy výběru dodavatele, a 6,5 km dlouhý tunel Z-Morh, který je ve výstavbě od roku 2014. Smlouva na tunel byla uzavřena na základě modelu Postav–Provozuj–Předej (BOT) s ročními platbami anuity, zatímco o stavbu tunelu Zojila se nyní, po několika kolech nabídek bez vyhlášení vítěze, soutěží podle modelu EPC (Engineering–Procurement–Construction; Inženýring–Výběr dodavatele–Stavba).

Všechny dosavadní tunely se budují podle principů Nové rakouské tunelovací metody (NRTM). Ražba se provádí a nadále předpokládá pomocí trhačích prací s použitím stříkaného betonu a horninových svorníků na primární ostění a monolitického betonu jako definitivního ostění s mezilehlou vodotěsnou izolací. Délka tunelu Zojila je ekonomická pro použití plnoprofilového tunelovacího stroje TBM. Z důvodů částečně špatných horninových poměrů, obtížného přístupu ke stavenišťům a omezeného geologického průzkumu byl ale tunel navržen jako konvenčně ražená stavba. Principy metody NRTM umožní přizpůsobení projektu a stavebního postupu podmínkám zastiženým na stavbě.

Specifickým rysem je to, že tunely mají různé koncepce řešení a to i na stejné dálnici (NH44/NH 1-A), přestože mají stejného zadavatele (NHAI). Důvodem jsou různé zpracovatelé projektové dokumentace staveb a neexistence jednotných směrnic pro silniční tunely. Výhody a nevýhody různých koncepcí byly uvedeny v [1], avšak správné porovnání bude

two major mountain ranges of Patnitop (9.2km long at 2000m above sea level) and Pir Panjal (8.5km long at 2850m a.s.l.). Both sections are constructed according to DBFOT concession schemes, with a concession period of 20 years, including construction time estimated for five years. Patnitop tunnel is now finished and in operation (having about 1 year delay), Pir Panjal tunnel is still in construction with about 90% of excavation completed at mid of 2017 and opening to operation expected in 2018.

Rothang Tunnel under Rothang Pass (8.8km long at 3978m a.s.l.), close to the border between two Indian states of Himachal Pradesh and Jammu & Kashmir, is a part of an all year road connection to remote areas of Ladakh on National Highway 21 (NH 21) between Leh and Manali (popular Indian mountain resort). The project is based on a Design-Bid-Build contract model (item rate) with the client Border Roads Organization (BRO). Tunnel excavation started in 2010 and is still progressing from both portals. Original schedule aimed opening to 2015.

There are other two big tunnel projects in Jammu & Kashmir: the 14km long Zojila tunnel which is in procurement preparation stage, and a 6.5km long Z-Morh tunnel under construction since 2014. The Z-Morh tunnel has been awarded on build-operate-transfer (BOT) annuity model, whereas the Zojila tunnel project, after several rounds of bidding without award is now being tendered on the EPC (Engineering – Procurement – Construction) model.

All tunnels so far are constructed using principles of the New Austrian Tunnelling Method (NATM), excavation is done and foreseen mostly by drill&blast, shotcrete and rock bolts are used as a primary support and cast in situ concrete as a final permanent lining with waterproofing membrane in between. Zojila tunnel has a length for economic TBM construction. But due to partly poor ground condition, difficult accessibility of the construction sites and limited ground investigation, the tunnel was designed as conventionally driven. Principles of NATM shall allow adaptation of the design and construction process to the conditions facing on site.

Specific feature is that the road tunnels have different concept solutions, even on the same highway (NH44/NH 1-A) and with the same owner, state road administration (NHAI). This is a result of different consultants for the projects, and not existing unifying guidelines for road tunnels. Pros and cons of different concepts were presented in [1], however, real and sound comparison can be made first after tunnels are completed, and some traffic record data are available.

PATNITOP (CHENANI – NASHRI) TUNNEL – THE LONGEST ROAD TUNNEL IN INDIA

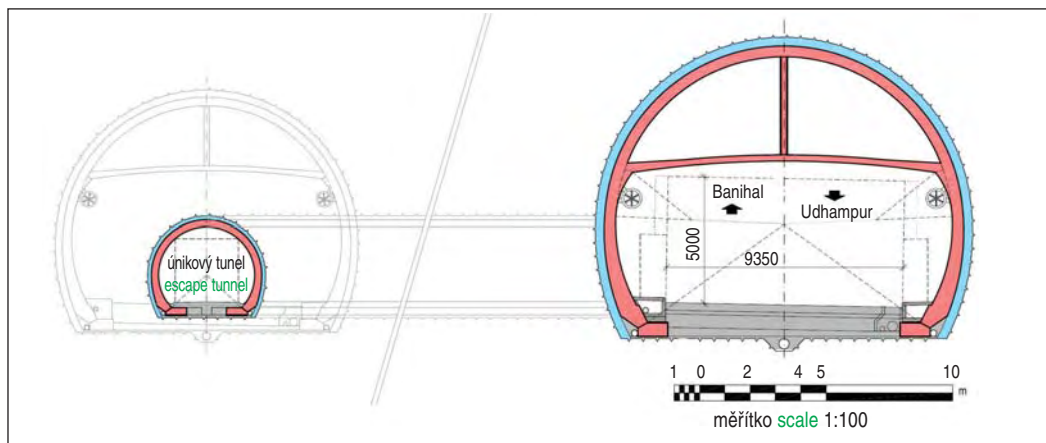
Patnitop (Chenani Nashri) Tunnel, 9.2km long, on the existing NH1A road is a single tube, 2-lane, bidirectional tunnel with parallel escape tunnel. In DPR (detail project report) phase possibility of widening into a second traffic tube was considered. Tunnel alignment is a result of alignment studies performed in 2004–2006 by the author, and the Client's approval of the longest one (base tunnel) variant with overburden of 1000m. "DPR" (Detail Project Report) level defined concept solution (main and escape tunnel) see Fig. 2, cross section, excavation and support, technologies

možné provést teprve po dokončení tunelů a získání informací z jejich provozu.

TUNEL PATNITOP (CHENANI – NASHRI) – NEJDELŠÍ SILNIČNÍ TUNEL V INDII

Celkem 9,2 km dlouhý tunel Patnitop (Chenani–Nashri) na stávající silnici NH 1-A je jednotroubový obousměrný tunel se dvěma jízdniemi pruhy a s paralelním únikovým tunelem. Ve fázi zpracování přípravné dokumentace Detail Project Report – DPR (obdoba DUR), se uvažovalo o možnosti pozdější realizace druhé tunelové trouby. Trasa tunelu je výsledkem studií prováděných v letech 2004–2006 autorem a rozhodnutím investora pro nejdelší variantu (bázový tunel) s nadloží vysokým 1000 metrů. Projekt (ve fázi DPR) definoval koncepci řešení (hlavní tunel a únikový tunel, obr. 2), příčný řez, ražbu a zajištění výrubu, technologii tunelu (E/M) a odpovídající specifikace, výkazy výměr a předběžné odhady nákladů. Projekt byl zpracován firmou D2 Consult Prague (nyní 3G Consulting Engineers s.r.o.), subdodavatele pro tunely firmy Louis Berger Int. V roce 2010 byla udělena koncese na projekt, financování, provozování a předání po 20 letech (DBFOT) indické skupině IL&FS Transportation Networks Ltd (ITNL). Firma Leighton Wellspan Co. (Austrálie) byla vybrána jako hlavní dodavatel stavby včetně technologických souborů, avšak z důvodů smluvních problémů dodavatel odešel v roce 2013 ze stavby a stavba byla dokončena jinými dodavateli. Společnost 3G Consulting Engineers s.r.o. působila jako technický poradce během provádění ražeb firmou Leighton. Stavba byla uvedena do provozu po několika prodlouženích termínů v dubnu 2017 (obr. 3). Detaily stavby viz [3], [5], [7].

Koncepce tunelu tak, jak je definována ve stadiu DPR, zůstala nezměněná s případnou možností výstavby druhé tunelové trouby později.



Obr. 2 Koncepční řešení silničního tunelu Patnitop (Chenani – Nashri)
Fig. 2 Patnitop (Chenani – Nashri) road tunnel concept solution

(E/M), and corresponding specifications, BOQ and cost estimates and was made by D2 Consult Prague (now 3G Consulting Engineers s.r.o.) as a subcontract for Louis Berger Int. In 2010, concession to design, build, finance, operate and transfer after 20 (DBFOT) years was awarded to an India-based group IL&FS Transportation Networks Ltd (ITNL). Leighton Wellspan Co. (Australia), was chosen as a general contractor for construction including E/M systems, however due to contractual disputes contractor left the project in 2013, and project was completed by local contractors and opened for traffic after several deadline extensions, in April 2017 (Fig. 3). 3G Consulting Engineers s.r.o. assisted Leighton during tunnel excavation works. For project details see [3], [5], [7].

Tunnel concept as defined in DPR stage remained unchanged with a potential for construction of the second tube later.

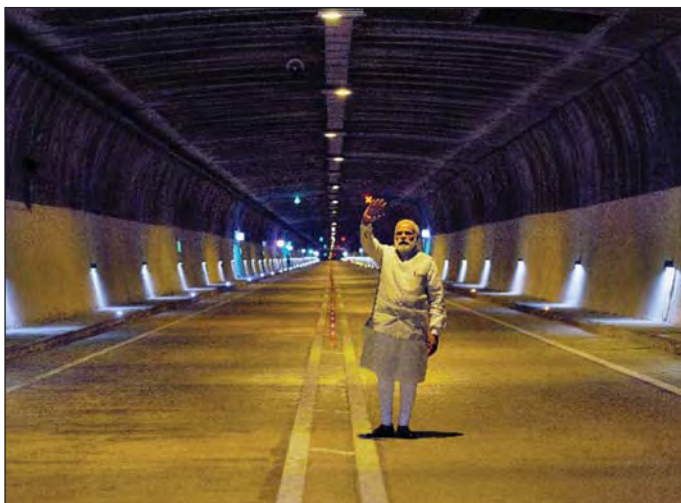
PIR PANJAL ROAD TUNNEL

The Pir Panjal road tunnel is located between Banihal (direction to South-Jammu) and Quazigund (direction to North-Srinagar) on NH-1A road and has been prepared in DPR phase as a 8.45km, single tube, 2-lane, bidirectional tunnel with an escape channel under the carriageway. This concept was changed by the Concessionaire during the detail design stage to a twin tube, unidirectional concept as shown in Figure 4, and approved by the Client NHAI.

The concept foresees two tunnel tubes with one traffic lane and one emergency lane each. The unidirectional operations and the twin tunnels with cross passages for escape possibility into other tube in case of fire or emergency are beneficial for the safety of the tunnel users, and has been designed in compliance with the European Directive 2004/54/EC on minimum safety requirements for tunnels in the trans-European road network.

Concessionaire for the project is Navayuga Quazigund Expressway Private Limited, the Contractor is Navayuga Engineering Company Ltd. and Geoconsult, an Austrian Engineering group, is the Detailed Design Consultant.

Geoconsult together in Joint-Venture with RITES Ltd. did also design and supervision for the rail tunnel crossing the Pir Panjal range in close distance from road tunnel and at just slightly lower elevation, as mentioned before.



Obr. 3 Ministerský předseda Narendra Modi uvádí tunel Chenani – Nashri pod hřebenem Patnitop do provozu
Fig. 3 Prime Minister Narendra Modi opens Chenani – Nashri Tunnel under Patnitop

SILNIČNÍ TUNEL PIR PANJAL

Silniční tunel Pir Panjal leží mezi městy Banihal (ve směru na jih) a Quazigund (ve směru na sever na Srinagar) na silnici NH44 (NH-1A). Tunel byl připraven do stadia prováděcího projektu jako 8,45 km dlouhý jednotrubový obousměrný tunel se dvěma jízdními pruhy, s únikovou chodbou pod vozovkou. Tato koncepce byla ve stadiu prováděcího projektu změněna koncesionářem na koncepci dvou jednosměrných tunelových trub, jak je zřejmé z obr. 4, a tato změna byla schválena investorem NHAI.

Tato koncepce předpokládá dvě tunelové trouby, každou s jedním dopravním pruhem a nouzovým pruhem. Jednosměrný provoz a dvě tunelové trouby s propojkami umožňujícími únik do druhé trouby v případě požáru nebo při mimořádných událostech přispívají k bezpečnosti provozu a uživatelů tunelu. Byly navrženy v souladu s evropskou směrnicí 2004/54/EC o minimálních bezpečnostních požadavcích na tunely transevropské silniční sítě.

Koncesionářem pro stavbu je společnost Navayuga Quazigund Expressway Private Limited, dodavatelem stavby je společnost Navayuga Engineering Company Ltd a rakouská inženýrská skupina Geoconsult je zpracovatelem prováděcího projektu.

Geoconsult zpracoval projekt a prováděl dozor při výstavbě železničního tunelu pod sedlem Pir Panjal nedaleko silničního tunelu a v menší nadmořské výšce, jak je uvedeno výše.

Koncesní smlouva byla podepsána v červenci 2010, ražba tunelu byla zahájena v roce 2011 a stále pokračuje (s několika přestávkami), (obr. 5). V polovině roku 2017 byla dokončena ražba kaloty na 91 % (západní/severní tunelová trouba v délce 3,6 km ze severu a 4,2 km z jihu, východní/jižní trouba v délce 3,6 km ze severu a 4,3 km z jihu).

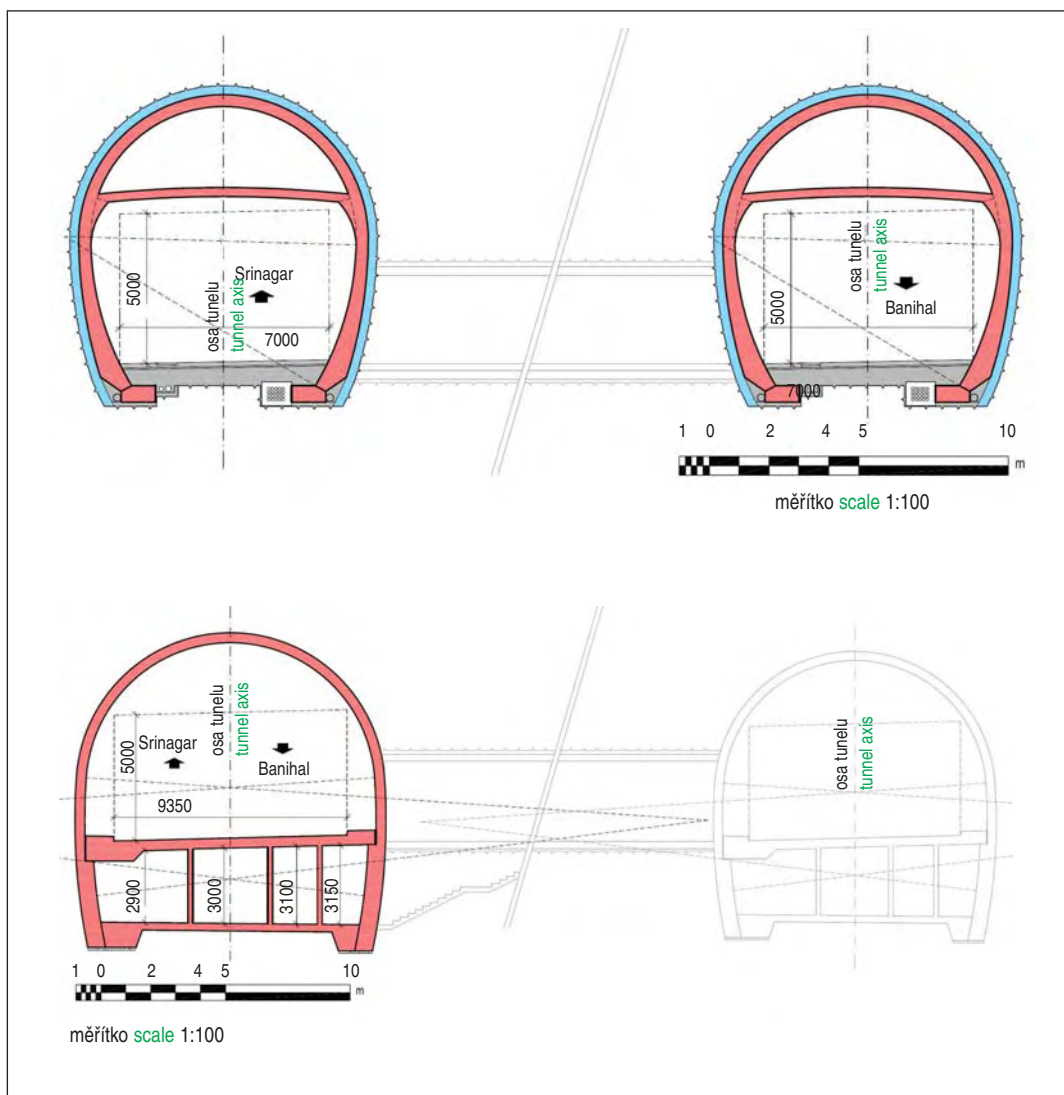
Koncepce dvou menších souběžných tunelových trub spojených každých 500 m propojkami (pro nouzový únik do druhé trouby) může prokázat výhody při ražbách.

Ražba se provádí nejprve v kalotě a následně se razí lavice. Používají se standardní techniky ražby a zajištění výrubu (NRTM) včetně sledování pravidelným geotechnickým monitoringem.

Dokončení ražeb se očekává na konci roku 2017 a provoz má být zahájen v roce 2018.

SILNIČNÍ TUNEL ROTHANG

Stavba tunelu Rothang je stavba důležitého silničního tunelu v Himálajích zajišťujícího celoroční spojení mezi střediskem



Obr. 4 Silniční tunel Pir Panjal, nové a původní koncepční řešení
Fig. 4 Pir Panjal road tunnel new, and original concept solution

The concession agreement was signed in July 2010, the excavation of the tunnel started in 2011 and is still proceeding continuing (with several interruptions) (Fig. 5). In mid of year 2017, top heading excavation was completed to 91% (western/northbound tube 3.6km from the North and 4.2km from the South, eastern/southbound tube 3.6km from the North and 4.3km from the South).

The concept of two smaller parallel tubes connected each 500m with cross passages (for emergency escape into second tube) proved also to have advantages for excavation works and had also smaller stability problems. Excavation is performed by top heading excavation and subsequent benching. Standard excavation and support techniques are used, as the New Austrian Tunnelling Method is being followed regular monitoring is being done.

Completion of excavation is expected for end of year 2017 and traffic operation in 2018.

ROTHANG ROAD TUNNEL

Rothang tunnel project is an important road tunnel in the Himalya providing all weather connectivity between Manali and Keylong, the capital of Lahaul-Spiti District located on Manali – Leh National Highway (NH 21) in Himachal Pradesh. It is underpassing almost 4000m high Rothang Pass, opened just half of the year for the traffic.

Manali a městem Keylong (hlavní město oblasti Lahaul–Spiti) ležícím na národní silnici Manali – Leh (NH 21) ve státu Himachal Pradesh. Současná silnice je otevřena pro dopravu jen asi polovinu roku, přechází téměř 4000 m vysoký průsmyk. Tunel je 8,8 km dlouhý, jednotroubový, obousměrný, s únikovým kanálem pod vozovkou. Nachází se ve výšce přes 3000 m nad mořem a jeho maximální nadloží je vysoké téměř 2000 m. Koncepční řešení je vidět na obr. 6. Štola pro nouzový únik je umístěna pod vozovkou a přístupná každých 500 m nouzovými průchody. Každé dva kilometry jsou v tunelu otáčecí zálivy (tři zálivy).

Stavba je založena na smlouvě typu položkových cen (Item Rate Contract – FIDIC) a investor BRO (státní organizace Border Roads Organization) vybral v roce 2009 jako dodavatele stavby tunelu společný podnik SAJV (Strabag-Afcons JV). Ražba tunelu byla zahájena v roce 2010 a tunel měl být dokončen na konci roku 2015. Projektantem je australská firma SMEC, stavební dozor investora (Engineer – podle FIDIC) pro tuto stavbu zajišťuje rakouská firma D2 Consult International ve společném podniku s indickou firmou ICT. Kontrolu projektu zajišťuje rakouská společnost 3G (Geotechnische Gruppe Graz) ve sdružení s firmou Vayamtech.

Tunelářské práce postupují od obou portálů, se zimní přestávkou přibližně 6 měsíců na severním portálu (obr. 7). Prorážka kaloty od obou portálů se očekává v říjnu 2017 mezi staničeními 5+000 a 5+050.

Zvláštním znakem ražby tunelu je geologická složitost oblasti, problémy se svíráním (konvergencí) výrubu, bobtnáním, náhlými přítoky vody, zvodnělými „tekoucími“ horninami a vysokými teplotami horniny [2]. Tunel Rothang zastihl nejtěžší podmínky z dosud vyražených dopravních tunelů, které jsou demonstrovány například ražbou kaloty 500 m dlouhého úseku v poruchové zóně tunelu v lokalitě Seri Nala, která trvala přes tři roky.

TUNEL ZOJILA

Tunel Zojila je důležitá součást silničního celoročního spojení města Srinagar do města Leh. Leží v severovýchodní části státu Jammu & Kashmir na národní dálnici NH1. Tunel umožní podchod pod velmi obtížným průsmykem Zojila (3500 m n. m.), který je obvykle uzavřen po dobu až šesti měsíců v roce.



Obr. 5 Silniční tunel Pir Panjal, jižní portál
Fig. 5 Pir Panjal road tunnel, South portal

Tunnel is 8.8km long, single tube, 2-lane, bidirectional tunnel, with an escape channel under the carriageway. Tunnel is located at elevation of more than 3000m with max. overburden of almost 2000m. Concept solution can be seen on Fig. 6 The emergency escape tunnel is located below the pavement and is accessible at 500m distances through emergency passages. Three turning caverns are located at distances of 2km.

Project is based on Item Rate Contract (FIDIC) and the Client BRO (Border Roads Organization state agency) has awarded construction of the tunnel to SAJV (Strabag-Afcons JV) in 2009, tunnel excavation works started in 2010, and the tunnel should have been completed at the end of 2015. Designer is Australian SMEC, the Engineer (according to FIDIC) for the project is Austrian D2 Consult International in JV with Indian ICT, and Proof Checking Engineer is Austrian 3G company in JV with Vayamtech.

Tunnelling works are progressing from both portals, with winter interruption for approximately 6 months at the North portal (Fig. 7). Breakthrough of the top heading from both portals is expected between chainage 5+000 and 5+050 during October 2017.

Particular features of tunnel excavation is geological complexity of the area, encountered problems of squeezing, swelling, sudden ingress of water, running/flowing ground, and high temperature of the ground [2]. Rothang tunnel is coping with the most difficult conditions of the so far excavated long transport tunnels, demonstrated by e.g. more than a 3-years top.

ZOJILA TUNNEL

The Zojila tunnel is an important part of the all-weather road connection from Srinagar to Leh and is located in the north east part of Jammu&Kashmir along the national highway NH1. The tunnel would provide an underpass of the very difficult Zojila pass (3500m) which is usually closed up to 6 month a year.

The tunnel is designed as a single tube, two lane, bidirectional tunnel with a parallel egress tunnel and a length of 14.1km. The portals are situated in Baltal and Meenamarg which leads to a continuous raising inclination from west to east portal. Along the tunnel three vertical ventilation shafts with depth of up to 480m are situated and cross passages will connect the main tunnel with egress tunnel. The eastern portal will have an elevation of approx. 3300m and the maximum overburden is approx. 600m. Approach roads with lengths of some km including snow galleries and minor bridges will be required.

Several BOT tenders by BRO (Border Road Organization) and NHIDCL (National Highways & Infrastructure Dev. Corp.) were not successful and the tunnel project could not be awarded from 2013 to 2016. The construction period of the tunnel is estimated with approx. 7 years. At the moment NHIDCL is setting up to implement the project under EPC – Engineering, procurement & construction mode, wherein government provides 100% funding [8].

Z-MORH

The Z-Morh tunnel is, similar to Zojila tunnel part of the all-weather road connection from Srinagar to Leh. It is located in the north east part of Jammu & Kashmir along the

Tunel je navržen jako 14,1 km dlouhá jednotrubní obousměrná konstrukce s dvěma jízdními pruhy a souběžnou únikovou štolou. Portály se nacházejí u poutního místa Baltal a vojenského kontrolního stanoviště Meenamarg, což vede k trvalému stoupání od západního k východnímu portálu. Na trase tunelu jsou tři svislé větrací šachty hluboké až 480 metrů a hlavní tunel bude spojen s únikovou štolou propojkami. Východní portál bude v nadmořské výšce přibližně 3300 m a maximální výška nadloží je přibližně 600 m. Budou potřebné několik kilometrů dlouhé přístupové komunikace včetně protilavinových galerií a menších mostů.

Několik soutěží na realizaci vyhlášených zakázek (BRO – Border Road Organization) bylo neúspěšných a od roku 2013 do roku 2016 se nepodařilo uzavřít smlouvu na stavbu. Doba výstavby tunelu se odhaduje přibližně na sedm let. V současné době nově vzniklý státní zadavatel NHIDCL připravuje realizaci tunelu podle zásad EPC – Engineering, Procurement & Construction, se 100% financováním vládou [8].

Z-MORH

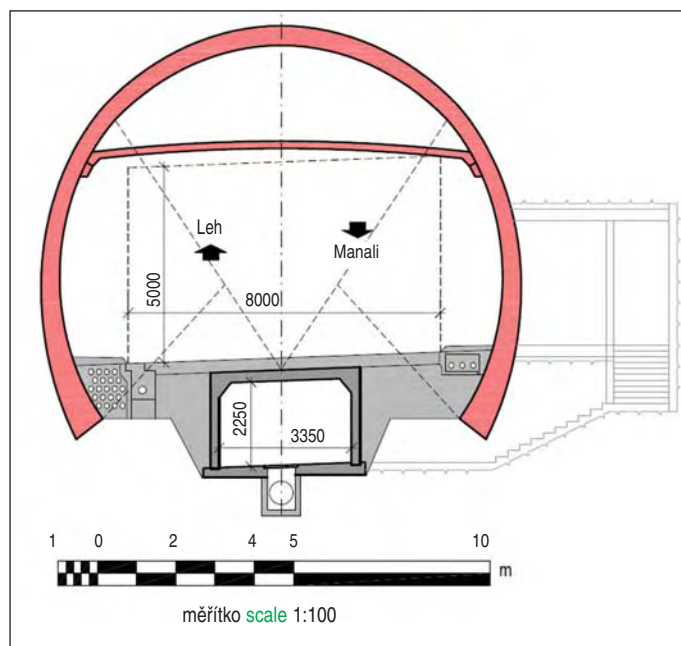
Tunel Z-Morh je podobný tunelu Zojila, leží na úseku celoroční komunikace z města Srinagar do města Leh. Leží v severovýchodní části státu Jammu & Kashmir, na národní dálnici NH1, mezi vesnicí Gagangeer a turistickým střediskem Sonamarg. Tunel vytvoří alternativní trasu pro úsek NH1 v úzkém údolí s lavinovými oblastmi, které se musí zavírat během zimních období (obr. 8).

Tunel je 6,5 km dlouhý, jednotrubový, se dvěma jízdními pruhy, obousměrný se souběžnou únikovou štolou. Nadmořská výška tunelu je přibližně 2600 metrů, maximální výška nadloží je kolem 1100 m. Součástí stavby jsou nové přístupové komunikace, především v oblasti jižního portálu.

Tunel se staví podle modelu Navrhni, Postav, Financuj, Provozuj a Předaj (Design, Build, Finance, Operate and Transfer – DBFOT), firmami IL&FS Transportation Networks Ltd a SOMA Enterprise Limited (SOMA) [10]. Smlouva byla uzavřena v roce 2014. Práce na tunelu pokračují, i když problémy týkající se získávání pozemků vedly ke zpožděním.

SHRNUTÍ – ZÁVĚR

Před šesti lety, v roce 2011, byl úspěšně poražen nejdelší, 11 km dlouhý železniční tunel pod pohořím Pir Panjal a tři



Obr. 6 Konceptní řešení silničního tunelu Rothang
Fig. 6 Rothang road tunnel concept solution

national highway NH1 between the villages Gagangeer and the tourist resort Sonamarg. The tunnel will create an alternative route for a NH1 section in a narrow valley with avalanche areas which must be closed during certain periods in winter (Fig. 8).

The tunnel is a single tube, two lane, bidirectional tunnel with a parallel egress tunnel and a length of 6.5km. The tunnel elevation is approx. 2600m with a maximum overburden of approx. 1100m. New approach roads, especially in the south portal area are also part of the project.

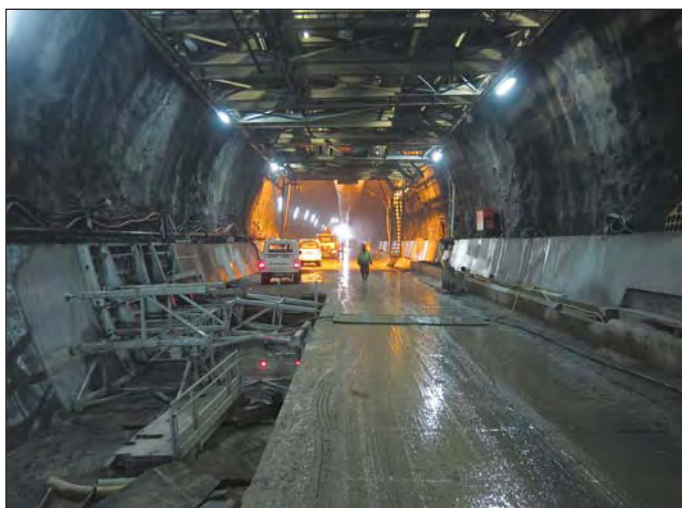
The tunnel is built under Design, Build, Finance, Operate and Transfer (DBFOT) Annuity model by the Srinagar-Sonamarg Tunnelway Limited (SSTTL) the Special Purpose Vehicle set up by the IL&FS Transportation Networks Ltd. and SOMA Enterprise Limited (SOMA) for execution of the project [10]. The contract was awarded in 2014. The works for the tunnel are ongoing even though issues concerning land acquisition have resulted in delays.

SUMMARY – CONCLUSION

Six years ago, in 2011, the longest rail tunnel of approx. 11km under Pir Panjal mountain has been just successfully broken through, and three long road tunnels in Indian North-West Himalaya were at the beginning of tunnel excavation with expected breakthrough in 3 – 4 years. Now, in the mid of 2017, just one of these challenging road projects (Patnitop tunnel) is completed and in operation. Two others are competing with problems, not just geotechnical ones, but both are still progressing. There is a reasonable hope and chance, that they will be finished and put in operation in not so distant future.

The other two long road tunnels (Zojila, Z-Morh) are still in preparation, with cancelled tender processes and other administrative preparation constrains including change of state agencies responsible for the projects.

There are always some reasons for delays (and connected cost escalation) of large project's preparation and realization. It happens sometimes also in rich developed countries, with



Obr. 7 Rothang, realizace vozovky a vnitřního ostění, použitý systém Rowa
Fig. 7 Rothang, realisation of roadway and inner lining, application of Rowa system

dlouhé silniční tunely v indických severozápadních Himálajích byly na začátku ražeb s očekávanými prorážkami za tři až čtyři roky. Dnes, v polovině roku 2017, je dokončena a provozována jediná z těchto náročných silničních staveb (tunel Patnitop). Další dvě se setkávají s mnoha problémy, a to nejen geotechnickými. Přesto ale obě stavby stále pokračují. Existuje přiměřený předpoklad, že budou dokončeny a uvedeny do provozu v nedaleké budoucnosti.

Ostatní dva dlouhé silniční tunely (Zojila a Z-Morh) jsou dosud ve stadiu přípravy a počátku realizace, s omezeními vyplývajícími ze zrušených soutěží a jiných administrativních přípravných činností včetně změn státních organizací odpovědných za tyto stavby.

Vždy existují nějaké důvody pro zpoždění (a související zvyšování cen) přípravy a realizace velkých staveb. Dochází k tomu i v bohatých rozvinutých zemích, se zkušenými a technicky schopnými investory s adekvátními lidskými a finančními kapacitami. Proto by bylo překvapivé, kdyby nové, jedinečné a extrémně náročné tunelové stavby v zemi bez příslušných zkušeností a v odlehlých místech byly řízeny a dokončeny bez jakýchkoli problémů a podle harmonogramů. Vezmeme-li v úvahu dané podmínky, je dnešní stav staveb přiměřeně dobrým výsledkem. Žádná ze staveb nebyla zrušena, jedná je dokončena se zpožděním asi jeden rok, dvě stavby plynule pokračují a realizace a příprava dalších dvou ještě nebyla zrušena.

Jediná dokončená stavba, tunel Patnitop, podle názoru autora, těžila ze správné koncepce, schopného dodavatele tunelových staveb na začátku výstavby, relativně příznivých geotechnických podmínek a z relativně dobré polohy s přihlédnutím k možnostem dopravy a logistiky stavby.

Lze jen doufat, že aspoň některá z ponaučení se využijí na budoucích tunelových stavbách, a to nejen v indických Himálajích.

*Ing. MARTIN SRB, Ph.D., srb@3-g.cz,
3G Consulting Engineers s.r.o.*

Recenzovali Reviewed: Dr. Florian Krenn, Ing. Jiří Hořejší

Tento příspěvek byl zpracován s podporou grantu TAČR-TE01020168 - projekt CESTI



*Obr. 8 Portál tunelu Z-Morh
Fig. 8 Z-Morh tunnel portal*

relevant experience and technically competent clients, with adequate personnel, and financial capacities. Therefore it would be close to miracle, if the new, unique and extremely challenging tunnelling projects in country without respective experience and in remote locations, would be managed and completed without any problems, and on schedules. Today's state of projects is a reasonably good result, considering given conditions. None of the projects was cancelled, one is finished with about a year delay, construction of the two others is steady progressing, and preparation of the other two has not yet been cancelled.

The only finished project, Patnitop tunnel, to author's opinion, benefited from the sound concept, competent tunnel contractor at the beginning, relatively favourable geotechnical conditions, as well as from relatively good location, considering transport possibilities and project logistics.

It can be just believed, that at least some of the lessons learned, shall be used for the future projects, and not only in Indian Himalaya.

*Ing. MARTIN SRB, Ph.D., srb@3-g.cz,
3G Consulting Engineers s.r.o.*

This paper was prepared with the support of the Technological Agency of the Czech Republic grant TE01020168 - CESTI project.

LITERATURA / REFERENCES

- [1] Pir Panjal tunnel. Construction World India, Special Project, Feb 2013
- [2] Bernard, R., Döllmann, O., L. Kunc, L. Experiences by Excavation of Rotheng Highway Tunnel in Himalaya near Manali. *Proceedings of the Underground Construction Conference, Prague, 2016*
- [3] Srb, M., Hilar, M., Svoboda, P. Long Highway Tunnels in Indian Himalaya under Construction. *Tunnel*, 2/2013. ISSN 1211-0728
- [4] Srb, M., Svoboda, P., Nosek, J. Modern Transport tunnels under Indian Himalayas. *Proceedings of the World Tunnelling Congress, Vancouver 2010*
- [5] Hilar, M., Srb, M. Design of the Patnitop Tunnel. *Proceedings of the World Tunnelling Congress, Agra 2008*
- [6] Svoboda, P., Srb, M. Tunely na silnici NH – 1A z Jammu do Srinagaru – Kashmir, Indie. *Tunnel*, 1/2007
- [7] Svoboda, P., Srb, M. Patnitop Tunnel – Nejdelší silniční tunel v Indii. *Tunnel*, 4/2007
- [8] Er. Nazir Ahmed The Zojila file. Greater Kashmir. Feb 7 2017, Srinagar
- [9] NHIDCL
- [10] Umer Maqbool Z-Morh tunnel unlikely to meet 2020 deadline. Greater Kashmir. Publish date Dec 20 2016