

Stanovení rizikových oblastí tunelového projektu na základě expertního posouzení

Martin Srb

3G Consulting Engineers s.r.o., Prague, Czech Republic

ABSTRAKT: Na základě vyhodnocení havárií při ražbách tunelů v České republice a v Rakousku bylo zjištěno, že v České republice došlo v letech 1990 – 2010 k podobnému počtu havárií při ražbě dopravních tunelů jako v Rakousku. Množství tunelů realizovaných v tomto období je přibližně 1:10, t.j. v Rakousku 315 km a v České republice 35 km. Pravděpodobnost havárie při ražbě tunelu byla tedy v ČR přibližně desetinásobná, t.j. řádově větší. Detailní a komplexní analýza důvodů tohoto stavu neexistuje a provedený dotazníkový průzkum mezi domácími a zahraničními experty měl přispět k lepšímu pochopení rizikových oblastí a jejich podílu na haváriích při ražbě. Součástí vyhodnocených výsledků průzkumu je i jeho interpretace a srovnání odpovědí domácích a zahraničních expertů.

1 PŘEHLED REALIZOVANÝCH TUNELŮ A HAVÁRIÍ PŘI RAŽBĚ V ČESKÉ REPUBLICĚ A V RAKOUSKU V LETECH 1990 -2010

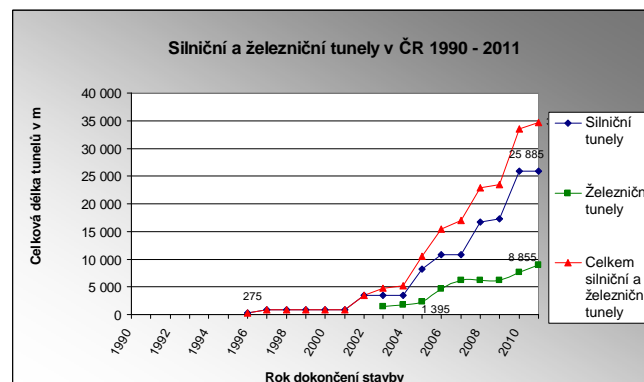
Pro srovnání četnosti havárií bylo vybráno Rakousko, které je vhodné z následujících důvodů:

- NRTM (nejčastěji používaná konvenční tunelovací metoda) byla vyvinuta v Rakousku a je tam dále rozvíjena
- jedná se o tunelářsky vyspělou zemi s velkým množstvím tunelů a vysokou produktivitou a efektivitou jejich realizace
- geograficky, historicky i ekonomicky podobné prostředí jako v ČR, jedná se o členskou zemi EU

Příložené tabulky a grafy realizací dopravních tunelů na silniční a železniční síti ukazují výrazný, přibližně řádový, relativní rozdíl v počtu havárií při realizaci tunelů mezi Českou republikou a Rakouskem. Jednotlivé havárie na rakouských tunelech měly celkově podstatně menší dopad na realizované projekty, než havárie na českých tunelech a zároveň se v Rakousku neopakují havárie na jednom projektu.

Tab. 1 Dopravní tunely v ČR - celkem 1990 – 2010

	Délka (m)
Celkem silniční	25 885
Celkem železniční	8 855
Celkem	34 740



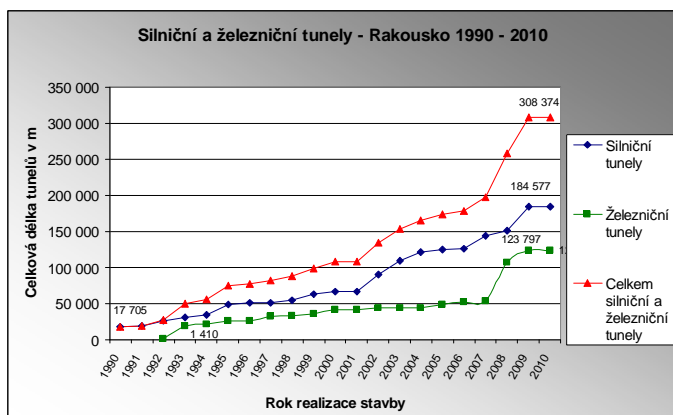
Obr.1 Dopravní tunely v ČR

Tab. 2 Havárie během výstavby dopravních tunelů v ČR 1990-2010

	Havárie (počet)	Rok havárie	Délka tunelu (m)
Hřebeč	1	1995	275
Blanka Špelc	2	2008	4 400
Blanka Mypra	1	2010	1 100
Březno	3	2003, 2005, 2006	1 500
Jablůnkov	3	2008, 2009	500
celkem	10		

Tab. 3 Dopravní tunely v Rakousku - celkem 1990 - 2010

	Délka (m)
Celkem silniční	188 584
Celkem železniční	126 257
Celkem	314 841



Obr.2 Dopravní tunely v Rakousku

Tab. 4 Havárie během výstavby dopravních tunelů v Rakousku 1990-2010

Název tunelu	Účel	Rok havárie
Lambach Tunnel	železniční	1992
Galgenbergtunnel	železniční	1994
Tunnel Radfeld-Brixlegg	železniční	2001
Wienerwaldtunnel	železniční	2005
Reiserberg (Perschlingkette)	železniční	2007
Tunnel Vomp	železniční	2005
Lainzer Tunnel	železniční	2008
Tunnel Raingruben (Perschlingkette)	železniční	2008-2009
Celkem	8	

Vzhledem k jedinečnosti každého tunelového projektu je obtížné je srovnávat a statisticky vyhodnocovat. Přesto má provedený přehled vysokou vypovídající hodnotu a je zřejmé, že četnost havárií je v České republice výrazně vyšší. Velká část rakouských tunelů je prováděna ve skalním prostředí s vysokým nadložím, a proto by při srovnání tunelů s nízkým nadložím, na kterých dochází k většině havárií, nebyl rozdíl v relativní četnosti havárií tak velký.

2 PRŮZKUM MEZI ODBORNÍKY

2.1 Dotazníková anketa

Pomocí dotazníkové ankety provedené mezi omezeným počtem vybraných domácích a zahraničních odborníků byla určena důležitost/váha základních rizikových faktorů pro možný vznik

havárie. Jednotlivé odpovědi jsou statisticky vyhodnoceny a interpretovány.

Použité definice:

- Havárie při ražbě (zával, kolaps) je v dotazníku definována jako neočekávaná a nechtěná událost při ražbě (před dokončením definitivního ostění), která způsobí přerušení ražby na více než jeden měsíc.
- Domácí odborník/respondent je český nebo slovenský odborník

Domácí respondenti: 13 odpovědí z 20 oslovených, t.j. **65%**

Zahraniční respondenti: 15 odpovědí z 21 oslovených, t.j. **71%**

Tab. 5 Identifikace respondentů průzkumu

	Domácí respondenti	
Profesní zkušenost respondentů (délka) - domácí	10-20 let	86 %
	≥ 20 let	14 %
- zahraniční	10-20 let	87 %
	≥ 20 let	13 %
Profesní zkušenost respondentů (oblast) - domácí	projekční/konzultační	48 %
	výzkum/vzdělávání	14 %
	zhotovitel	30 %
	investor	6 %
	samostatný expert	2 %
- zahraniční	projekční/konzultační	47 %
	výzkum/vzdělávání	24 %
	zhotovitel	6 %
	investor	11 %
	samostatný expert	12 %
Národnost zahraničních respondentů	Rakousko 9	60 %
	Švýcarsko 1	7%
	Dánsko 1	7%
	Velká Británie 1	7%
	Brazílie 2	13%
	Kanada 1	7%
Mezinárodní zkušenost respondentů - domácí	79%	
- zahraniční	100%	
Geografická zkušenost respondentů - domácí	≥ 75% CZ	
	≥ 6% A, D, SK, UK	
- zahraniční	≥ 9% A	
	≥ 6% D	
	≥ 3% UK, US, I, TR, BR, IR	
Zkušenost respondentů s haváriemi při ražbě - domácí	86% ano	
	14% ne	
- zahraniční	100% ano	

Komentář k respondentům:

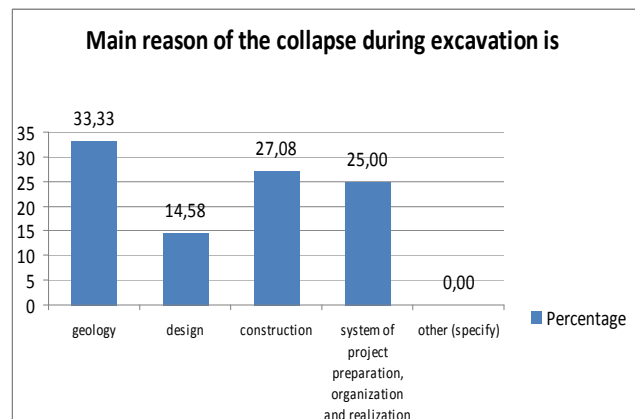
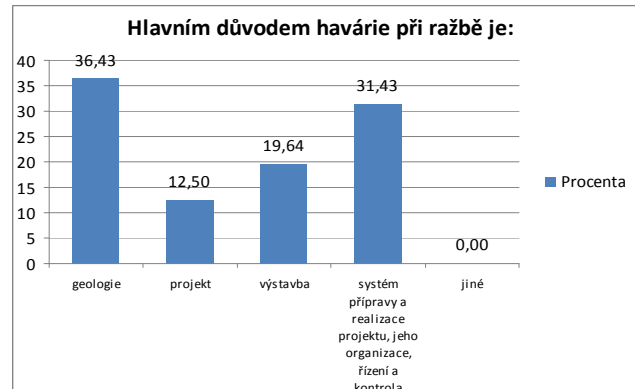
V profilech domácích a zahraničních respondentů nejsou podstatné rozdíly v profesní zkušenosti, její délce a struktuře. Převažují odborníci z projekčního a konzultačního prostředí („consultants“), u zahraničních odborníků je poněkud vyšší zastoupení výzkumné a vzdělávací a investorské sféry a samostatných expertů, u domácích odborníků je vyšší zastoupení zhotovitelů (pracovníků stavebních firem).

U domácích odborníků (Češi a Slováci) je převažující zemí působení Česko a dále v podstatně menší míře sousedící země (Slovensko, Rakousko, Německo) a Velká Británie.

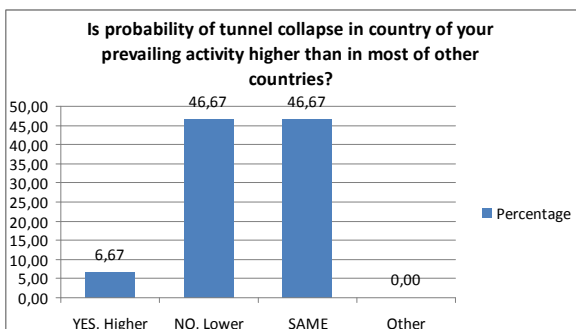
Zahraníční odborníci jsou převážně Rakušané, země jejich převažujícího působení jsou ovšem kromě Rakouska a Německa rovnoměrně rozmístěny po celém (tunelářském) světě. Vzhledem k problematice havárií tunelů realizovaných konvenčními metodami, především NRTM (Nová rakouská tunelovací metoda) a kompetenci i referencím rakouských odborníků, je převaha rakouských odborníků mezi respondenty přijatelná, i z toho důvodu, že jejich působení je celosvětové.

Zahraníční odborníci považují pravděpodobnost havárie v zemích jejich působení za nižší nebo stejnou, oboje téměř polovina.

Velká část domácích odborníků si ne zcela uvědomuje skutečnost dokladovanou v kapitole 1, že poměrný počet havárií (vzhledem k počtu a délce tunelů) v České republice je podstatně (řádově) větší, než například v Rakousku (viz kapitola 1).

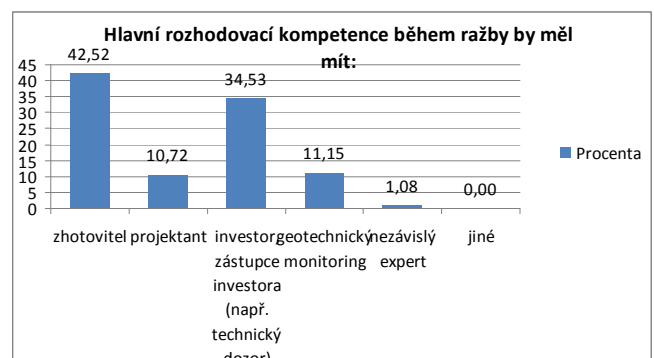


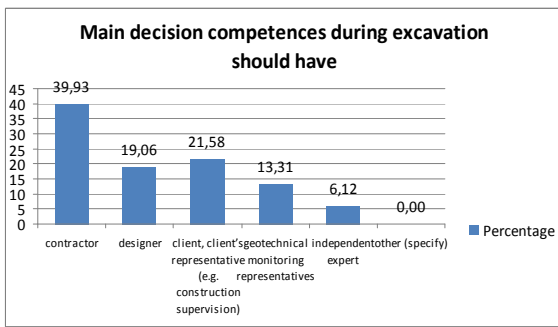
2.2 Srovnání odpovědí zahraničních (anglicky) a domácích(česky) odborníků a jejich interpretace



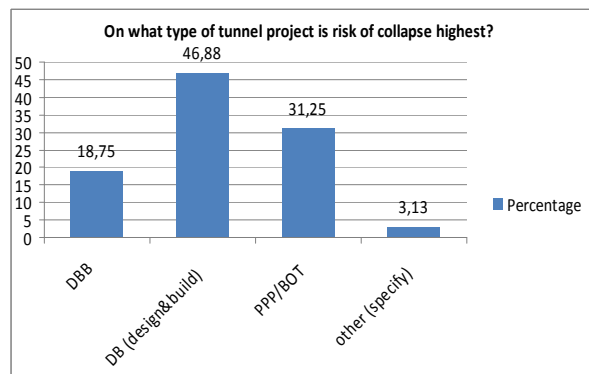
U domácích odborníků se více než třetina domnívá že je pravděpodobnost vzniku havárie při ražbě vyšší v České republice než v jiných zemích, skoro polovina se domnívá že je pravděpodobnost stejná a osmina se domnívá, že je pravděpodobnost nižší.

Existuje poměrně velká shoda mezi domácími a zahraničními odborníky na příčinách havárií při ražbě. Domácí odborníci považují kromě geologie za hlavní příčinu systém přípravy a realizace, zahraniční kromě geologie také vlastní provádění ražeb.



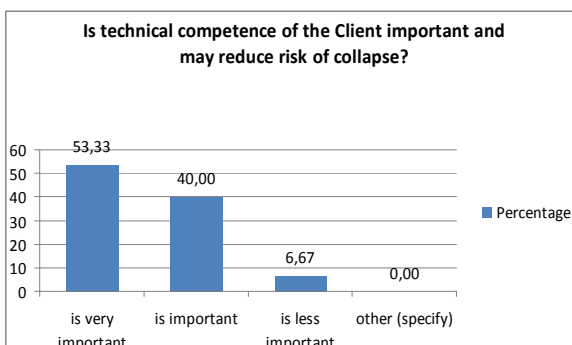


Existuje shoda na tom, že hlavní rozhodovací kompetence při ražbě by měl mít zhotovitel a dále investor a jeho zástupci, zahraniční odborníci kromě toho dávají větší význam dalším účastníkům výstavby, t.j. projektantovi, geotechnickému monitoringu a individuálním expertům.

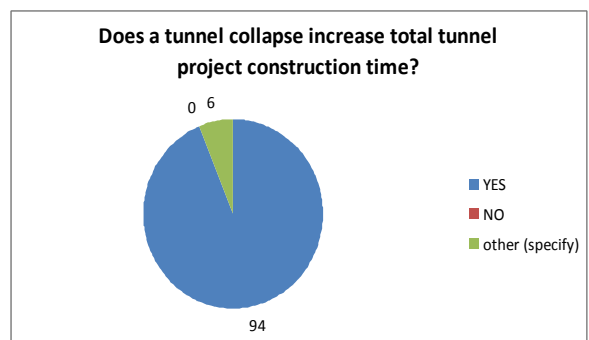
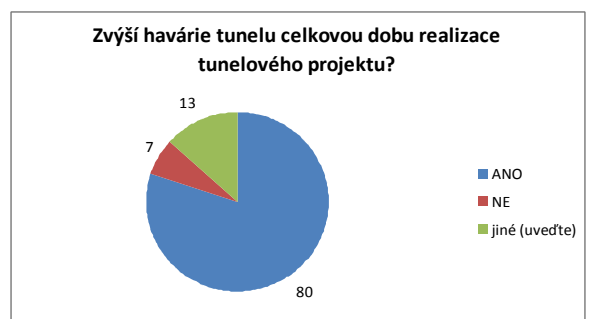


U domácích odborníků je riziko havárie uvažováno s přibližně stejnou pravděpodobností u všech třech typů organizace projektu. Tento názor může vycházet i z poměrně malé zkušenosti domácích odborníků s jinými druhy typů zadání projektů.

Zahraníční odborníci vidí výrazně vyšší riziko u typu projektu typu DB (design-build, vyprojektuj a postav), průměrné u typu BOT (build-operate-transfer, postav-provozuj-předej) a nejmenší u standardního způsobu zadání a realizace DBB (design-bid-build, vyprojektuj-soutěž-postav). Tyto závěry vycházejí pravděpodobně z dobré zkušenosti s projekty připravovanými a řízenými kvalifikovanými investory v okolních zemích (Rakousko, Německo), kde je investor i zadavatelem realizační dokumentace.



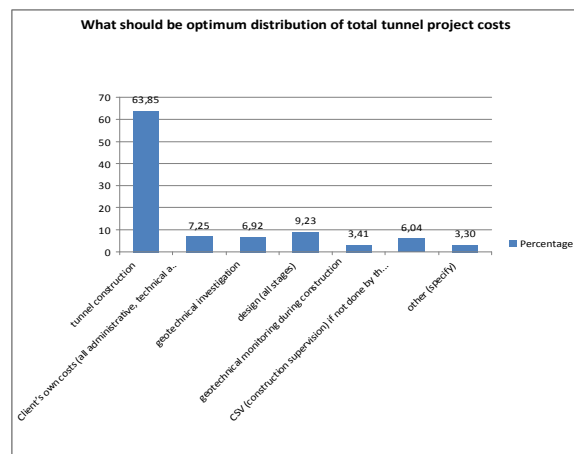
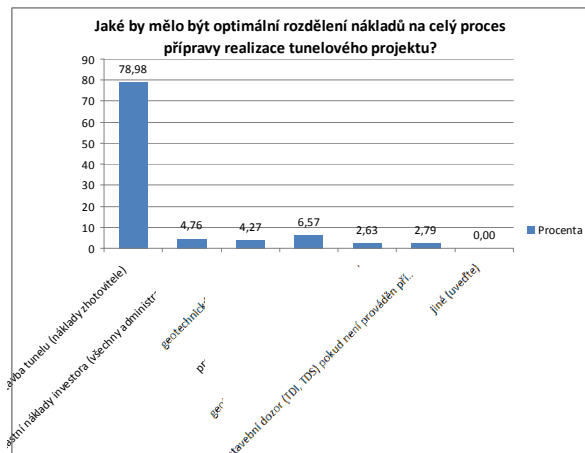
Existuje shoda na tom, že technická kompetence investora je důležitým, nebo velmi důležitým faktorem ovlivňujícím riziko havárie. Vyšší důraz na tuto kompetenci u domácích odborníků je dán pravděpodobně skutečností, že technická kompetence a kapacita investorů na českých tunelových projektech není často dostatečná.



Tato zdánlivě jasná otázka a téměř jednoznačné odpovědi dokládají všeobecné přesvědčení o negativním vlivu havárie na projekt. Konkrétní způsob zadání realizace může tyto negativní vlivy na veřejnou sféru omezit, případně omezit přenesení



ní důsledků na veřejného zadavatele a umožnit řešení důsledků u soukromého smluvního partnera (zhotovitele, koncesionáře v případě BOT projektů). Jako příklad může sloužit BOT koncesní projekt dálnice M6 v Maďarsku, který byl uveden do provozu v předpokládaném termínu, přestože došlo k závažné havárii a zavalení tunelu.



Vyhodnocení je ovlivněno malým počtem konkrétních odpovědí respondentů, především domácích. Zahraniční odborníci dávají vyšší důležitost (poměr nákladů) v podstatě všem nestavebním činnostem (geologický průzkum, projektování, investorské práce, kontrola. Pravděpodobně výstižnějším vyjádřením názoru na tuto problematiku by bylo předložení skutečného rozdělení nákladů několika konkrétních projektů a vyjádření odborníků k jejich adekvátnosti/přiměřenosti. Tato data je ovšem velmi obtížné získat či stanovit a to především u vlastních nákladů investora (státní organizace), který se přípravou projektu může zabývat velmi dlouhou dobu, u „mega“ projektů i několik desetiletí.

3 PROBLEMATIKA A OMEZENÍ PROVÁDĚNÉHO PRŮZKUMU, SHRUTÍ A INTERPRETACE ODPOVĚDÍ

V případě posuzování problematiky havárií při ražbě tunelů je metoda kvalitativního dotazníkového průzkumu u omezeného počtu vybraných odborníků považována za přínosnou. Vzhledem ke komplexnosti příčin každé jednotlivé havárie je shrnutí příčin a jejich závažností a vlivů jiným způsobem velmi obtížné. Provedený průzkum je ovlivněn vzorkem respondentů, jejich profesní zkušeností, kvalifikací a také současným funkčním a pracovním zařazením v tunelářském oboru. Vzhledem k předem deklarovanému nekomerčnímu využití průzkumu se dá předpokládat, že odpovědi respondentů jsou jen v malé míře ovlivněny zájmy jejich současného profesního uplatnění v rámci oboru a jejich současných zaměstnavatelů. Vypovídající hodnota je tedy považována za vysokou.

3.1 Závěry/shrnutí

- jako hlavní příčiny havárií při ražbě byly určeny:

geologie+výstavba	60% (35% + 25%)
projekt+systém organizace a řízení	40% (13% + 27%)

- hlavní rozhodovací kompetence během ražby by měl mít:

zhotovitel	41%
investor	28%
projektant	15%
GTM	12%
Expert	4%

- technická kompetence investora je důležitá a může omezit riziko havárie:

Ano	95%
-----	-----

- na jakém typu (organizace, řízení, financování) tunelového projektu je riziko havárie největší:

DB	45%
(DB - design-build, vyprojektuj a postav, prováděcí projekt a technická řešení splňující funkční požadavky zadavatele jsou v kompetenci zhotovitele – stavební firmy. Tento typ zadání vede k úsporným řešením, u ražby tunelů často na hranici rizika a dále k „levným“ řešením, která nemusí být dlouhodobě výhodná. Smluvní podmínky mohou být definovány např. tzv. „žlutým“ Fidicem a je použit t.č. např. na projektu tunelu Višňové	

na Slovensku, nebo na projektu tunelu Patnitop v Indii.

BOT 35%
(BOT (build-operate-transfer, postav-provozuj-předej). Obdobně jako u typu DB je detailní technické řešení v kompetenci zhotovitele a jeho projektanta. Tím, že je koncesionář také zodpovědný za provoz po relativně dlouhou dobu (několik desetiletí), měl by hledat stavební řešení, která jsou výhodná dlouhodobě z hledisek funkčních a provozních.)

DBB 20%
(DBB (design-bid-build, vyprojektuj-soutěž-postav). Neumožňuje zásadní optimalizaci technických řešení, zadavatel je zodpovědný i za realizační (detailní) projekt a geotechnické podmínky. Při kvalitní přípravě projektu je v okolních zemích (Rakousko, Německo) považován pro tunelové stavby za optimální. V ČR je realizační projekt v kompetenci zhotovitele (schvalován zadavatelem) a častém případě stejného projektanta zadávací i realizační dokumentace se projektant dostává do střetu zájmů (zastupuje zadavatele i zhotovitele).

- jaké by mělo být optimální rozdělení nákladů na celý proces přípravy realizace tunelového projektu:

zhotovitel/stavba	65%
investorské náklady (+ stavební dozor)	7% (+6%)
geologický průzkum	7%
projekt	9%
GTM	3%
jiné (experti, posudky,...)	3%

Poznámka: Shrnuté výsledky jsou založeny na provedeném průzkumu a nemusí vyjadřovat názory autora příspěvku.

Skutečnost, že relativní četnost havárií tunelů v České republice je výrazně vyšší než v sousedním Rakousku představuje výzvu pro celé české tunelářství a jeho jednotlivé subjekty. Provedený průzkum mezi domácími a zahraničními odborníky ukazuje vysokou míru shody na problematice havárií tunelů.

Vyšší podíl nákladů na všechny doprovodné inženýrské činnosti (průzkum, projektování, investorská příprava, kontrola) by s velkou pravděpodobností nejen snížil četnost havárií, ale zároveň přispěl k realizaci projektů v předpokládaných termínech a nákladech.

4 ZÁVĚR

Skutečnost, že relativní četnost havárií tunelů v České republice je výrazně vyšší než v sousedním Rakousku představuje výzvu pro celé české tunelářství a jeho jednotlivé subjekty. Provedený průzkum mezi domácími a zahraničními odborníky ukazuje vysokou míru shody na problematice havárií tunelů.

Vyšší podíl nákladů na všechny doprovodné inženýrské činnosti (průzkum, projektování, investorská příprava, kontrola) by s velkou pravděpodobností nejen snížil četnost havárií, ale zároveň přispěl k realizaci projektů v předpokládaných termínech a nákladech.

Tento příspěvek byl zpracován s podporou grantů GAČR P105/12/1705, TAČR TA01011816 a TA01031840.