

Expertní vyjádření

Ke třem znaleckým posouzením

**Vypracovaným prof. Thewesem, ČGS a ing. Brožem
na základě zadání Správy železniční dopravní cesty v květnu 2020**

Vypracoval: Doc. Ing. Alexandr Rozsypal CSc. pro vnitřní potřebu Spolku za ochranu Střešovic a Břevnova,
U druhé baterie 889/33 162 00 Praha 6

Praha únor 2021

Obsah:

1. Zadání expertního vyjádření
2. Způsob provedení expertního vyjádření
3. Předmět zadání znaleckých posouzení prof. Thewese, ČGS a ing. Brože
4. Charakterizace metod a postupů aplikovaných v jednotlivých posouzeních
 - 4.1. prof. Thewes
 - 4.2. ČGS
 - 4.3. ing. Brož
5. Shrnutí závěrů znaleckých posouzení prof. Thewese , ČGS a ing. Brože
 - 5.1 prof. Thewes
 - 5.2 ČGS
 - 5.3 ing. Brož
6. Expertní vyjádření k položeným otázkám
7. Celkový závěr

Technická příloha

1. Principy rizikových analýz
 - 1.1. Základní pojmy
 - 1.2 Postupy řízení rizik používané v tunelovém stavitelství
 - 1.3 Vypovídací schopnost rizikových analýz provedených prof. Thewesem a ČGS
2. Riziková analýza prof. Thewese
 - 2.1 Výsledky
 - 2.2 Diskuse bodového hodnocení jednotlivých kritérií
 - 2.3 Dílčí závěr
3. Riziková analýza ČGS
 - 3.1 Výsledky
 - 3.2 Diskuze role inženýrskogeologických řezů při hodnocení rizika
 - 3.3 Diskuse bodového hodnocení jednotlivých kritérií
 - 3.4 Dílčí závěr
4. Riziko porušení izolátoru mezi dvěma vodními horizonty na trase Jih
 - 4.1 Definice problému
 - 4.2 Eliminace nebezpečí porušení izolátoru
 - 4.3 Dílčí závěr

1. Zadání expertního vyjádření k znaleckým posouzením provedených Univerzitou prof. Thewesem, Českou geologickou službou a ing. Brožem

Předmětem zadání tohoto expertního vyjádření je:

- Posoudit oprávněnost závěrů o jednoznačné preferenci tunelové trasy Jih, před trasou Střed, které investor (SŽDC) a projektant (Metroprojekt) činí předběžně u orgánů veřejné správy a v médiích na základě závěrů uvedených ve výše citovaných znaleckých posouzeních prof. Thewese a ČGS.
- Posoudit, zda vstupy do provedených znaleckých posouzení prof. Thewese a ČGS byly takové, aby výše uvedené závěry o jednoznačné preferenci některé z tras tunelu mohly být nezpochybnitelné.
- Posoudit, zda v obou výše uvedených znaleckých posouzeních prof. Thewese a ČGS, byly posuzovány všechny faktory, které je třeba při rozhodování mezi zadanými variantami tras zvažovat, tak aby konečné rozhodnutí o výběru optimální varianty trasy tunelu bylo, jednoznačně objektivní.

Předmětem expertního vyjádření naopak nebylo přezkoumávat zevrubně odborné postupy, analýzy a výpočty a přehodnocovat geologické podklady aplikované a použité v jednotlivých výše uvedených znaleckých posouzeních.

Zadavatel tohoto expertního vyjádření je „Spolek za ochranu Střešovic a Břevnova, U druhé baterie 889/33 162 00 Praha 6“

2. Způsob provedení expertního vyjádření

Expertní vyjádření vychází důsledně z nálezů ve všech třech provedených znaleckých posouzeních, které jsou předmětem tohoto expertního vyjádření. Nebyly prováděny žádné dodatečné technické analýzy ani přehodnocování prostorového geologického modelu ČGS. Expertní vyjádření se soustřeďuje především na spolehlivost dosažených výstupů v jednotlivých znaleckých posouzeních, tak jak byly prezentovány v závěrečných zprávách jejich zpracovatelů. Soustřeďuje se na posouzení jejich spolehlivosti a výstižnosti pro seřazení definitivní volbu vedení tras tunelů.

Expertní vyjádření k citovaným posouzením se vztahuje výhradně jen na ty jejich části expertních posouzení, které souvisí s rizikovými analýzami provedenými jako podklad pro výběr nejvhodnější trasy a s jejich hodnocením.

V expertním vyjádření se v textu používají následující zkratky:

-Autor znal. posouzení vypracovaného Prof. Dr. Ing. Markusem Thewesem :	Thewes
-Autoři znaleckého posouzení České geologické služby:	ČGS
-Autor znaleckého posouzení vypracovaného ing. Petrem Brožem.	Brož
-Závěrečná zpráva znaleckého posouzení	ZZ
-Správa železniční dopravní cesty (zadavatel znaleckých posouzení)	SŽDC
-Mezinárodní tunelářská asociace	ITA/AITES

Převzaté texty jsou prezentovány kurzivou v uvozovkách.

Podklady:

- Zadání SŽDC pro prof. Thewese
- Závěrečná zpráva posouzení prof. Thewese.
- Závěrečná zpráva posouzení ČGS.
- Závěrečná zpráva posouzení ing. Brože.
- Porovnání variant tunelových tras v úseku Praha Dejvice-Praha Veleslavín, Metroprojekt.

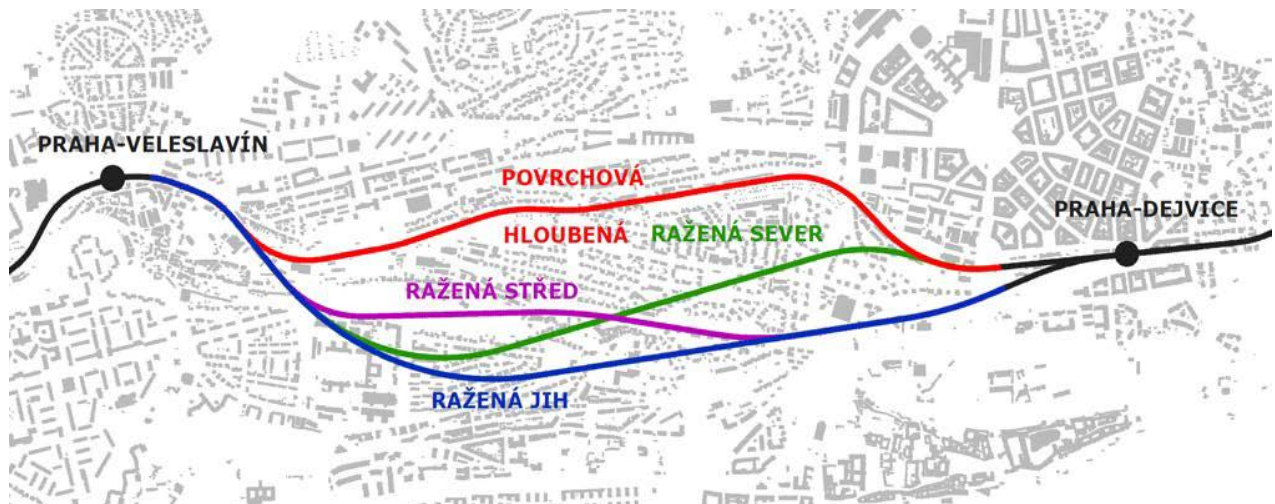
- Předběžné geotechnické průzkumy pro trasy Střed, Jih, Sever a pro hloubenou trasu.
- Veřejně přístupné dokumenty týkající se projektu železničního spojení Praha Dejvice – Praha Veleslavín na webové stránce SŽDC

3. Předmět zadání znaleckých posouzení zadaných SŽDC

Předmět SŽDC zadaných znaleckých posouzení jsou 4 varianty tras vedení železniční tratě ze stanice Praha – Dejvice do stanice a Praha – Veleslavín. Viz následující obrázek. Hlavním cílem znaleckých posouzení bylo posoudit nejvhodnější varianty, zatím uvažovaných vedení tras, z hlediska potenciálních rizik, které by při jejich realizaci přicházely v úvahu.

popis variant

- **varianta HLOUBENÁ**
vedená ve stávající stopě s tunelem v celém úseku, převážně hloubeným.
- **varianta ražená SEVER**
se dvěma jednokolejnými raženými tunely prováděnými technologií EPB-TBM trasována severně od Fyzikálního ústavu akademie věd. Portály ražených tunelů jsou v prostoru vodojemu Bruska a teplárny Veleslavín.



Obrázek: Posuzované varianty tras podle studie Metroprojektu „Porovnání variant“.

- **varianta ražená JIH**
se dvěma jednokolejnými raženými tunely prováděnými technologií EPB-TBM trasována jižně od Fyzikálního ústavu akademie věd. Portály ražených tunelů jsou v prostoru lokality Hradčanské v blízkosti křižovatky Svatovítská x Milady Horákové a teplárny Veleslavín.
- **varianta ražená STŘED**
představující modifikaci ražené varianty JIH. Rozdíl spočívá v rozdílném trasování v oblasti Střešovic. Trasa je odsunuta tak, aby byla vedena v maximální možné míře pod ulicemi Střešovická a Na Petřínách a aby bylo minimalizováno její vedení pod zastavěnou oblastí a areálem Ústřední vojenské nemocnice Střešovice.

Znalecká posouzení byla zadána takto:

Posouzení všech variant tras z hlediska projektových, technických a geologických rizik (zadané Prof. Dr. Ing. Markusu Thewesovi ve spolupráci se společností Maidl Tunnel Consultants).

Posouzení všech variant tras ve vztahu ke geologické stavbě zájmového území. (Zadané ČGS).

Posouzení vlivu vibrací na zástavbu ve variantách všech tras. (Zadané ing. Petru Brožovi Phd. ze společnosti Arenal).

Předměty zadání jednotlivých znaleckých posouzení nebyly zcela identické. Byla upřesněna takto:

Předmět zadání znaleckého posouzení prof. Thewesovi

V zadání se požadovalo vypracování stanoviska k následujícím třem bodům. Viz citace v ZZ.

- „Dostatečnost provedených geotechnických průzkumů a jejich interpretace pro výběr preferované varianty vedení tunelu.
- Technické posouzení všech čtyř variant z hlediska geotechnických rizik, vlivu na okolí a technické vhodnosti. Na základě tohoto posouzení bude uvedeno, která varianta je upřednostňována.
- Odpověď na několik otázek týkajících se konkrétních témat, které vznesl zadavatel.

Posouzení se mělo zaměřit i na hodnocení vlivu různých tunelových variant na okolí. Z tohoto důvodu byl kladen zvláštní důraz na numerickou analýzu sedání ve vybraných příčných řezech jednotlivých variant tunelových tras.“

Práce na expertize probíhaly cca do srpna 2020. Veřejně byly výsledky presentovány, za účasti zadavatele i zpracovatele tohoto expertního vyjádření, dne 31.8 2020.

Předmět znaleckého posouzení pro ČGS

Předmět znaleckého posouzení ČGS byl formulován takto (viz citace v ZZ).

„Zhodnocení navržených variant nového propojení železničních stanic „Praha–Dejvice“ a „Praha–Veleslavin“ ve vztahu ke geologické stavbě zájmového území reprezentované koncepčním 3D geologickým modelem“.

Sestavení tohoto 3D koncepčního geologického modelu bylo zásadní součástí objednávky. Práce ČGS probíhaly do 26.11 2020.

Předmět zadání znaleckého posouzení pro ing. Brože

Předmětem zadání znaleckého posouzení pro ing. Brože bylo vypracování nezávislého posouzení potenciálního vlivu vibrací na zástavbu nad všemi čtyřmi variantami tras tunelu.

Posudek byl odevzdán v září 2020.

4. Charakterizace metod a postupů aplikovaných v jednotlivých posouzeních

4.1 prof. Thewes

Analýza rizik související s jednotlivými variantami tras

Způsob a charakter použité metody rizikové analýzy, z kterých vyplývá její vypovídací schopnost, je uveden v kap. 7.2 ZZ, kde se praví:

„Vzhledem k nedostatku podrobných odhadů nákladů výstavby v současné fázi návrhu, vychází následné posouzení rizik z jednoduché, nevážené matice, která obsahuje jednotlivá rizika a obecné posouzení jeho závažnosti – vysoká, střední nebo nízká – pro každou z variant. Tato matice rizik je zpracována pro každou variantu vedení trasy. Jsou zde uvedena jen technická nebo obecná hlediska. Na základě současné fáze návrhu lze stavební pracnost a náklady uvažovat pouze kvalitativně. Předpokládá se, že technická proveditelnost, bezpečnost a potenciál kladného přístupu veřejnosti k projektu převažují nad detailními finančními hledisky.“

Vlastní riziková analýza pak byla provedena, pro prof. Thewesem vytipovaných 30 nejrizikovějších faktorů, (zdrojů rizik), které byly podle své povahy rozděleny do 6 skupin podle:

- pracnosti a nároků na podrobný geotechnický průzkum,
- návrhových rizik (komplexnosti a náročnosti zpracování projektu stavby),
- stavební pracnosti při výstavbě,
- geologických rizik vyplývajících z procházení trasy různými geologickými jednotkami,
- rizik tunelování předpokládanou metodou TBM,
- vlivu ražby tunelu stavby na okolí. (Zejména na nadloží).

Provedená riziková analýza obsahovala tedy i stavební, projektová a technická rizika, nejen geologické zdroje rizik. Velikost rizika byla pro každý z 30 zdrojů rizik bodově hodnocena v rozsahu tří bodů podle následující stupnice:

- Nízké riziko bylo označeno: + (+1bod)
- Střední riziko bylo označeno: 0 (0 bodů)
- Vysoké riziko bylo označeno: - (-1bod)

Celkový maximální a minimální součet přidělovaných bodů jednotlivým vytypovaným zdrojům rizik, kterých bylo pro každou posuzovanou trasu celkem 30, tudíž byl od -30 do +30 bodů. To znamená, že celkový rozsah bodové stupnice byl 60 bodů.

Tomu by v logice hodnocení rizik podle ITA/ AITES schematicky mohly odpovídat 3 třídy rizika, do kterých by mohla být každá z posuzovaných tunelových tras po sečtení všech bodů přidělených za jejich rizikové faktory, zařazena:

- Nízké riziko +10 až + 30 bodů
- Střední riziko +10 až - 10 bodů
- Vysoké riziko -10 až - 30 bodů

Způsob hodnocení rizika prof. Thewesem je zjednodušený. Nehodnotí se při něm kvantitativně zvláště obě dvě složky rizika, sice pravděpodobnost, že vznikne škoda a výše této škody. (Viz příloha 1 k tomuto expertnímu vyjádření).

V použitém postupu je celková míra (velikost) rizika klasifikovaná přidělením bodů jednotlivým vytypovaným rizikovým faktorům odborným odhadem a to oběma jeho složkám najednou. V ZZ nebyla prezentována žádná podrobnější klasifikační stupnice (kritérium) pro udělování bodů, která by toto přidělování objektivizovala. Zpracovatel rizikové analýzy při přidělování bodů jednotlivým rizikovým faktorům vytipovaných v každé ze 6 výše jmenovaných skupin, vycházel pouze ze své zkušenosti a odborné erudice. Výsledek hodnocení rizik, přesto, že zkušenost i odborná erudice zpracovatele je nezpochybnitelná, je proto pouze kvalitativní, přibližný.

Spolehlivost hodnocení geologických rizikových faktorů významně závisí na nejen na všeobecné zkušenosti hodnotitele, ale i na jeho důvěrné znalosti konkrétního horninového prostředí, ve které bude tunel ražen. A ta byla v daném případě pouze zprostředkovaná podklady a konzultacemi pracovníků Metroprojektu. Kromě toho, výstižný komplexní 3D model geologického prostředí, kterým budou tunely raženy, vypracovala ČGS až po té, co byla riziková analýza prof. Thewesem odevzdána.

4.2 ČGS

Fundamentálním přínosem ČGS je 3D prostorový geologický model celého dotčeného území. Ten umožní další projektovou přípravu kterékoliv trasy tunelu, na podstatě vyšší úrovni a s podstatně menší mírou nejistot o charakteru geologického prostředí. Na základě tohoto modelu ČGS poté provedla vlastní analýzu rizikových geologických faktorů (zdrojů rizik) posuzovaných tras tunelů. Nejistoty vytvořeného modelu

komentuje ČGS v kap. 2.2.4 ZZ na str. 30. „Ani současné poměrně podrobné pokrytí zájmové oblasti vrtnými a povrchovými daty neumožňuje vytvoření přesného geologického modelu pro toto území. To je dáno hlavně zdejší geologickou stavbou v kombinaci s nedostatečnou výchozovou situací v této hustě zastavěné oblasti a značně variabilní kvalitou geologických popisů vrtných jader. Nelze např. vyloučit, že hranice paleozoických hornin skrytých pod křídovými sedimenty mají průběh částečně odlišný od prezentovaného modelu, nebo že tyto horniny vykazují vyšší litologickou variabilitu, než je v této zprávě popsáno.“

ČGS však ve stejné kapitole konstatuje, že: „Pro účel této zakázky lze nicméně vytvořený 3D model považovat za dostatečně přesný“.

Hodnocení jednotlivých tras je v případě ČGS, na rozdíl od analýzy provedené prof. Thewesem, omezeno pouze na rizikové geologické faktory vytypované ČGS. Těch bylo stanoveno celkem 18.

- V analýze se za zdroj rizika při ražbě tunelu považoval kontakt čelby tunelu s „rizikovou geologickou jednotkou, (jevem)“, která způsobí nadstandardní potíže při ražbě. Závažnost těchto potíží při výstavbě (škody, zdržení, vícepráce atp.), ale hodnoceny nebyly. Viz ZZ, kap. 5.2.6 str. 83.
- Výše takto vzniklého rizika byla hodnocena pěti bodovou stupnicí od 1 do 5 bodů, a sice podle pravděpodobnosti, že k realizaci kontaktu „rizikové geologické jednotky (jevu)“ s čelbou tunelu během ražeb dojde. Viz kap. 5. 2. 6 na str. 83 ZZ.

Bodové hodnocení ČGS bylo nastaveno tak, že při hodnocení jednotlivých rizikových faktorů definovaných ČGS lze dosáhnout:

- minima 18 bodů. To odpovídá variantě trasy zcela bez rizik, kde vznik nebo projevy nežádoucích geologických jevů lze považovat za téměř nemožné,
- maxima 90 bodů, což odpovídá variantě extrémně rizikové trasy, kdy je téměř jisté, že ke kontaktu rizikové geologické jednotky (jevu) s čelbou tunelu, dojde během ražeb mnohokrát.

Tomu v logice hodnocení rizik podle ITA/ AITES schematicky odpovídají 4 třídy rizik, do kterých by mohla být, každá z posuzovaných tunelových tras, po sečtení všech bodů přidělených v tab. 12, (ZZ ČGS), zařazena:

- | | | |
|-----------|---------------------------|--------------|
| – Třída 1 | Zcela zanedbatelné riziko | 18 - 35 bodů |
| – Třída 2 | Mírné riziko | 36 - 54 |
| – Třída 3 | Střední riziko | 55 - 72 |
| – Třída 4 | Vysoké riziko | 73 - 90 |

Rizikové geologické faktory (zdroje rizika) vytipované ČGS pro jednotlivé varianty tras nového propojení železničních stanic Praha-Dejvice a Praha- Velešlavin jsou popsány v ZZ v kap. 5. 2. 6 na str. 87

Zde jsou přehledně shrnuty v n á s l e d u j í c í t a b u l c e .

1. Agresivní podzemní voda
2. Nadměrné přítoky podzemní vody do tunelu
3. Dlouhodobé snížení hladiny podzemní vody drenážní funkcí tunelu
4. Přítomnost podmáčených území nad dílem
5. Propojení vodních horizontů tunelem
6. Propojení vodních horizontů větrací šachtou
7. Rozložená hornina v poruchách
8. Rychlý a opakovaný střídavý výskyt měkkých a tvrdých hornin
9. Neočekávaný výskyt podzemních prostor pod nebo nad tunelem
10. Poklesy povrchu terénu při ražbě podzemního díla
11. Nebezpečí kontaktu s neočekávanou tektonickou poruchou
12. Nízká mocnost únosné horniny nad tunelem
13. Nepříznivá orientace diskontinuit či poruch vůči orientaci tunelu

14. Výplň diskontinuit bude mít výrazně nižší smykovou pevnost
15. Délka trasy tunelu v nesoudržných kvartérních zeminách
16. Výskyt vysoce abrazivních (těžko rozpojitelých) hornin
17. Rychlejší průběh geodynamických procesů
18. Poškození ŽP důsledku nehod nebo stavební činnosti

Při bodovém hodnocení nebyly brány v úvahu obě složky rizika, kterými jsou pravděpodobnost vzniku události způsobující škodu a výše této škody. Viz kap. č. 1.3 a 3.3 technické přílohy k tomuto expertnímu vyjádření.

Hodnotila se pouze pravděpodobnost kontaktu čelby tunelu s „rizikovou geologickou jednotkou (jevem), o které se předpokládalo, že může při ražbě způsobit blíže nekvantifikované potíže.

Do analýzy ČGS bylo ze znaleckého posouzení prof. Thewese převzato hodnocení rizikového faktoru spočívajícího ve velikosti poklesových kotlin. (Viz řádek 10 výše presentované tabulky). To autor tohoto expertního vyjádření nepovažuje za korektní, protože to vybočuje z logiky analýzy, kterou ČGS zvolila. Ta byla totiž zaměřena výhradně na geologické faktory. Je také vhodné poznamenat, že bez kvantifikovaného zhodnocení významu poklesů pro konkrétní povrchovou zástavbu nad jednotlivými trasami tunelů, tento parametr pro stanovení rizika nemá sám o sobě smysl.

Výsledky matematického modelování poklesů terénu nad tunely provedené prof. Thewesem, kromě toho ukázaly, že ty budou pod úrovní, která by mohla pro nadzemní objekty představovat věcné riziko. Viz kap. 5.2 tohoto expertního stanoviska a kap. 7. 1 v ZZ prof. Thewese.

4.3 Ing. Brož

V případě znaleckého posouzení ing. Brože, nešlo z metodického z hlediska o rizikovou analýzu, ale o posouzení vlivu vibrací a hluku způsobených především provozem v hotovém tunelu na dotčené stavební konstrukce a na obyvatelstvo. V posouzení se vycházelo ze zhodnocení, zda budou respektovány platné hygienické a stavební normy a to jak české, tak i zahraniční.

V rámci znaleckého posouzení bylo provedeno i zkušební měření na lokalitě, které zpracovatel posouzení považoval za analogické a byly vzaty v úvahu některá měření vlivu vibrací a seismická měření provedená v minulosti v Praze. Tato posouzení se provedla pro všechny 4 uvažované trasy tunelů.

5. Shrnutí závěrů znaleckých posouzení prof. Thewese, ČGS, a ing Brože

5.1 Prof. Thewes

Modelování sedání povrchu terénu v důsledku tunelování

V kapitole 7.1 (str. 33) ZZ se posouzení věnuje vlivu tunelování na povrchové objekty v jednotlivých posuzovaných trasách. Posouzení je založeno na matematickém modelování sedání povrchu terénu ve vybraných geologických řezech. Podle výsledků výpočtů se odhaduje pokles povrchu terénu vesměs pod úrovní 10 mm a sklony poklesových kotlin pod 1/800. Viz tabulka převzatá ze ZZ v příloze č. 2.3 tohoto expertního vyjádření. To jsou hodnoty, které lze při ražbou TBM v daných podmínkách očekávat a rozhodně neznamenají žádný problém ani riziko pro nadzemní objekty v dosahu poklesové kotliny.

Výsledky modelování v definovaných řezech, jsou podle analýzy prof. Thewese, zcela srovnatelné pro trasu JIH i Trasu střed. Bodové hodnocení prof. Thewese je proto pro obě trasy (Jih a Střed) v kategorii „vlivů na okolí“ a sice „sedání“ identické. Je oceněno hodnotou (+), to znamená nízké riziko.

Riziková analýza

Souhrn hodnocení jednotlivých variant trasy je uveden v kapitole 7. ZZ. Porovnání jednotlivých variant z hlediska provedené analýzy rizik pak je v kap. 7.3 ZZ uvedeno takto:

„Po oddělení variant STŘED a JIH tvoří obě trasy hluboké tunely převážně v tvrdé hornině. Zlomová pásma se očekávají ve všech variantách vedení trasy. Jejich přesný rozsah a orientace nejsou známy a proto nebyly v posouzení rizik konkrétně uvažovány.

Varianta STŘED ale vede souběžně s patou svahu střešovické plošiny, kde se předpokládá jedno zlomové pásmo. Tím je mírně zvýhodněna varianta JIH. Nadále počet traťových oblouků na trase je menší u varianty JIH než u varianty STŘED, takže tato varianta umožní plynulejší provoz trati.

Výsledkem posouzení je preference varianty vedení trasy JIH. Na druhém místě se umístila varianta STŘED. Varianta SEVER je z ražených variant tunelu nejméně příznivá, zatímco HLOUBENÁ varianta je celkově nejhorší, a to vzhledem k technickým obtížím a rušení obyvatel v sousedství trasy.“

Trasa Sever a Hloubená mají výrazně horší skóre a byly v posouzení prof. Thewese označeny jako nevhodné, zatímco trasy Jih a Střed mají skóre rozdílné o jeden jediný bod a výrazně lepší než trasy Sever a Hloubená.

Podrobné výsledky rizikové analýzy pro všech 30 hodnocených vlivů (zdrojů rizik) jsou v kap. 7 ZZ a v kap. 2.2 technické přílohy k tomuto expertnímu vyjádření. Celkové hodnocení jednotlivých tras je v ZZ následující:

Trasa	Hloubená	Sever	Střed	Jih
Celkové skóre, nevážené	-5	1	6	7

Varianty Střed a Jih tak obě spadají do střední třídy rizika, která je definované rozsahem +10 až -10 bodů s téměř shodným hodnocením 6 (Střed) a 7 (Jih). Rozdíl v hodnocení variant Střed a Jih je pouhý jeden jediný bod, z celkem 30 bodového rozpětí. To je rozdíl jen 3%. Viz kap 4.1 tohoto expertního vyjádření.

K rozdílnému bodnému hodnocení rizika, z 30 hodnocených rizikových faktorů, došel prof. Thewes pouze v jediném případě. (Tunelování souběžně s patou svahu). Ve 29 případech hodnocených rizikových faktorů bylo bodové ocenění shodné!

Stanovisko zpracovatele tohoto expertního vyjádření proto je, že:

- „S přihlédnutím k nezpochybnitelným nejistotám ve výstižnosti podkladů, které byly podkladem pro rizikovou analýzu a subjektivitu, která je neoddelitelnou součástí zvoleného postupu při jejím hodnocení (viz kap. 2.3 technické přílohy k tomuto expertnímu vyjádření), je objektivní závěr rizikové analýzy provedené prof. Thewesem ten, že jednoznačně prokazuje stejnou, ověřitelnou míru rizik variant Střed i Jih.
- Rozdíl jediného bodu v hodnocení trasy Jih a Střed, není za podmínek, za kterých se riziková analýza prováděla, relevantní. „

5.2 ČGS

Podrobné výsledky rizikové analýzy uvádí ČGS v tabulce 12 na str. 87 své ZZ. Viz též kap. 3.1 přílohy tohoto expertního vyjádření.

Závěry ke zpracovanému geologickému modelu jsou, v kap. 5.3.1 na straně 91 v ZZ, formulovány takto: „Geologický 3D model byl sestaven na základě výsledků velkého množství vrtů a dalších geologických dat, i tak však má poměrně velkou míru nejistot, která se projevuje především v západní části modelu v oblasti mezi tektonickou poruchou severojižního směru a západním (výjezdovým) portálem tunelů. Dalšími průzkumnými díly může být geologický 3D model dále doplněn, popř. upraven. I přes veškeré limity modelu nicméně lze formulovat určité závěry o geologické stavbě zájmového území.“. Následuje velmi podrobná a

vyčerpávající charakterizace jednotlivých geologických faktorů ve vztahu k potenciálním komplikacím výstavbě tunelu, ovšem bez jejich kvantifikace, která by byla nezbytná pro plnohodnotnou rizikovou analýzu. Souhrn bodových hodnocení jednotlivých tras podle ČGS je:

Trasa	Hloubená	Sever	Střed	Jih
Celkové skóre	61	46	43	41

Z celkem 18 pro hodnocení „rizika“ vybraných rizikových geologických jednotek (jevů) byly ve 14 případech hodnocena míra jejich rizik stejnou výší bodů. Tudíž stejně.

Rozdíl mezi trasami Střed a Jih je v hodnocení ČGS pouhé 2 body.

Co se týče vlastního posouzení výhodnosti jednotlivých tras, tak v závěrečném vyhodnocení v kap. 5.3.2 ZZ ČGS na str. 95, uvádí:

„Z ryze geologického pohledu, bez souvislosti se socio-ekonomickými a politickými aspekty, bez hodnocení finančního rámce či realizovatelnosti celého projektu z pohledu práva, doporučuje ČGS následující pořadí od nejvhodnější po nejméně vhodnou variantu: JIH (41 bodů), STŘED (43 bodů), SEVER (46 bodů), HLOUBENÁ (61 bodů). Varianta HLOUBENÁ je nejvíce riziková, vhodnost dalších ražených variant stoupá v pořadí SEVER → STŘED → JIH, které mají víceméně podobná hodnocení s menšími rozdíly založenými na mírně odlišných geologických parametrech.“

Stanovisko zpracovatele tohoto expertního vyjádření je, že:

- Výsledné hodnocení tras Jih a Střed je bodově téměř identické. Ve schématu používaném ITA AITES by obě patřili přibližně do středu třídy 2 - Mírné riziko. (41 a 43 bodů). Jsou tedy z hlediska rizik zcela srovnatelné. Rozdíl v jejich bodovém hodnocení je podstatně menší, než je rozsah spolehlivosti zvolené metodiky hodnocení rizik. Viz technická příloha kap. 1. 3 a kap. 3.3. k tomuto expertnímu vyjádření.
- S přihlédnutím k nezpochybnitelným nejistotám ve výstižnosti podkladů, které byly podkladem pro rizikovou analýzu a subjektivitu, která je neoddelitelnou součástí zvoleného postupu rizikové analýzy, (viz kap. 1.3 a a kap. 3.4 technické přílohy k tomuto expertnímu vyjádření), je objektivní závěr expertizy ČGS ten, že jednoznačně prokazuje stejnou, ověřitelnou míru rizik variant Střed i Jih.

5.3 ing. Brož

Co se týká posouzení vlivu vibrací a hluku ve vztahu k jednotlivým posuzovaným variantám, tak ing. Brož konstatuje v kap. 8 ZZ na str. 14 :

„Na základě předložených studií vypracovaných Ing. J. Stěničkou a zejména po prostudování studie „Porovnání variant tunelových tras v úseku Praha Dejvice – Praha Veleslavín považuji variantu vedení „Varianta ražená JIH“ nebo „Varianta ražená STŘED“ za optimální. Tyto varianty splňují podmínky kompaktního geologického prostředí, které je vhodné, jak pro realizaci stavby, tak i vzhledem k hloubkovému profilu pro útlum seismických účinků provozu vlaků. Tyto seismické účinky podle provedených měření v Ejpovickém tunelu rozhodně nepřekročí kritické hodnoty seismické normy pro porušení staveb a podle přepočtu na hodnoty zrychlení při zjištěných frekvencích tak pro posouzení hluku nepřekročí ani tyto. „Varianta ražená SEVER“ je považována ing. Brožem za možnou, nicméně méně výhodnou variantu. Důvodem je delší úsek s mělkým nadložím a povrchovou zástavbou oproti variantám JIH a STŘED. „Varianta HLOUBENÁ“ je z pohledu přenosu vibrací podle ing. Brože nejméně výhodná a to z důvodu mělkého nadloží podél celé trasy.“

Na základě zhodnocení provedených měření a všech dostupných zkušeností a poznatků ing. Brož závěrem doporučuje:

„Dále považuji za vhodné použití vibroizolací v tunelu zajišťující útlum 18 dB, neboť se tím podstatně sníží maximální očekávaná hlučnost na úroveň pod 50dB. Další upřesnění je možné provést až na základě provedených

měření při výstavbě tunelů. Vzhledem k předpokládané hloubce tunelů v 50 – 80 m pod zástavbou je možné konstatovat, že kužel šíření seismických vln z podzemí na povrch neurčuje nutnost vedení tunelu přesně mimo povrchovou zástavbu, neboť seismické paprsky dosahující na povrch nebudou mít odlišné účinky při změnách vzdáleností o desítky metrů, kterých by se eventuálně dosáhlo vedením tunelů přesně mimo zástavbu.“

Stanovisko zpracovatele tohoto expertního vyjádření je, že:

Co se týče porovnání výhodnosti trasy Střed a trasy Jih, je stanovisko zpracovatele tohoto expertního vyjádření shodné, se závěry ing. Brože, a sice, že obě tyto trasy jsou naprosto srovnatelné.

6. Expertní vyjádření k předloženým znaleckým posouzením

Celkové stanovisko k zpracovaným znaleckým posouzením.

Všechna tři znalecká posouzení byla zpracována, renomovanými subjekty. Každé přineslo zásadní poznatky a informace využitelné v dalších projektových fázích kterékoliv, ze zatím uvažovaných tras tunelu a to v míře, která je v ČR vyšší, než je pro danou fázi přípravy stavby a jejího projednávání obvyklá. Z toho pohledu byly vynaložené náklady a péče věnované jejich přípravě a provedení oprávněné a k zpracovaným znaleckým posouzením nelze mít větší výhrady.

Technicky nepřijatelné a neudržitelné je však hodnotit výhodnosti jednotlivých variant tras tunelů, pouze na základě souhrnu bodů, které byly v analýzách ČGS i prof. Thewese přidělovány jim zvoleným rizikovým faktorům jednotlivých tras. A to z následujících důvodů:

- Jednotlivým rizikovým faktorům byly body přidělovány na základě přibližných a do značné míry nejistých, neúplných informací a dat a jejich hodnocení muselo být, byť prováděno špičkovými specialisty, do značné míry subjektivní. Viz kap. 1.3 technické přílohy k tomuto expertnímu vyjádření.
- V rizikové analýze ČGS se hodnotila pouze pravděpodobnost kontaktu čelby tunelu při ražbě s rizikovou geologickou jednotkou, (jevem, aniž by se však hodnotila složka rizika tkvící ve výši škody, či problémů, které by při takovém kontaktu mohly vzniknout. Viz kap. 4.2 a 5.2 tohoto expertního vyjádření.
- Kromě toho, jak vyplývá přímo z textu posouzení ČGS i prof. Thewese, při rizikových analýzách nebyly použity všechny „rizikové faktory“, a informace, které by se pro věrohodné stanovení pořadí jednotlivých variant tras měly vzít v úvahu. (Viz též citace v obou ZZ a v kap. 4.1, 4.2, 5.1, 5.2 a 7 tohoto expertního vyjádření).
- Zpracovatelé rizikových analýz, měli pro svůj úkol určitá omezení. Prof. Thewes neměl k dispozici geologický model ČGS, který vznikl později. Neměl také bezprostřední osobní zkušenost s pražskými geologickými poměry, která je pro hodnocení rizik při výstavbě tunelů bez pochyby důležitá. Zpracovatelé z ČGS byli zase s ohledem na své profesní zaměření, omezení na hodnocení čistě geologických faktorů, které by mohly představovat komplikaci při ražbě, aniž by mohli kvalifikovaně hodnotit jejich závažnost z hlediska tunelování. (Což je podmínkou pro ocenění rizika jako celku).

Na těchto omezeních nemění nic to, že v dané fázi přípravy projektové dokumentace nebylo jejich odstranění, (s ohledem na různé profesní zaměření zpracovatelů a na to, že posouzení se dělala v rané fázi zpracování projektové přípravy), vhodné ani možné. Jejich podstatná část vyplývala z použité metody hodnocení rizik. Tu je však samu o sobě možno považovat, za okolností za kterých byly prováděny, za standardní.

Objektivním přínosem znaleckých posouzení prof. Thewese a ČGS na druhé straně je:

- Výstižné zařazení jednotlivých tras tunelů do určité třídy rizik ve smyslu klasifikace rizik ITA AITES (mezinárodní tunelářské asociace).

- Zjištění, že obě trasy tunelů, Střed a Jih, mají v podstatě identické hodnocení rizikových faktorů, spadají do stejné třídy rizik a rozdíly v jejich bodovém hodnocení jsou menší, než je přesnost provedených rizikových analýz. A to jak v analýze prof. Thewese, tak i ČGS
- Trasa Sever má hodnocení o poznání horší, ale ani ta nevybočuje ze stejné třídy rizika, jako trasy Jih a Střed.
- Hloubená trasa může být na základě provedených analýz rizik z dalšího uvažování zcela vyřazena.
- Z hlediska identifikovaných rizik ve všech třech znaleckých posouzeních (Thewes, ČGS a Brož), je možné konstatovat, že všechny uvažované ražené trasy jsou proveditelné standardními technologickými prostředky a že případná interakce horninového prostředí s ražbou tunelu, případně i s povrchovou zástavbou, bude řešitelná obvyklými technologickými postupy.
- Jediným skutečně výrazným rizikem, je dle názoru zpracovatele tohoto expertního vyjádření, nebezpečí propojení dosud oddělených vodních horizontů v trase Jih a to zejména větrací šachtou, která je projektována přibližně v jejím středu. Viz kap. 4 technické přílohy k tomuto expertnímu vyjádření.
- 3D prostorový geologický model ČGS je zásadní a vzorový přínos pro další etapu projektové přípravy a i realizaci jakékoliv z potenciálních tras tunelů.

V žádném případě ale nelze stanovovat pořadí výhodnosti jednotlivých tras podle prostého součtu bodů přidělených jednotlivým rizikovým faktorům. Body byly přidělovány na základě kvalitativního hodnocení a navíc s nejistými informačními vstupy. Viz kap 1.3 přílohy k tomuto expertnímu vyjádření.

Z toho pohledu nelze argumentovat, že trasa JIH vyšla v znaleckých posouzeních prof. Thewese i ČGS lépe, než vyšla trasa Střed.

7. Celkový závěr

- Ze závěrů znaleckého posouzení ing. Brože vyplývá, že trasy Střed a Jih jsou z hlediska jím posuzovaných rizik vyvolaných případnými vibracemi i hlukem při provozu tunelů, a seismickým zatížením nebo hlukem při výstavbě tunelů, zcela srovnatelné.
- Znalecké posouzení prof. Thewese jednoznačně prokázalo, že varianty Střed a Jih, jsou zcela srovnatelné a to i s přihlédnutím k technickým a projektovým rizikům. Jednobodový rozdíl v hodnocení tras Jih a Střed, z celkového rozpětí 60 bodů, nemá vzhledem k subjektivitě vyplývající z použité metodiky přidělování bodů, žádný význam.
- I podle znaleckého posouzení ČGS jsou varianty Střed a Jih, co se týče geologických rizik, zcela srovnatelné. Dvoubodový rozdíl v hodnocení tras Jih a Střed z celkového rozpětí 72 bodů nemá vzhledem k značné subjektivitě přidělování bodů vyplývající z použité metodiky přidělování bodů, žádný význam.
- Jediné reálné, skutečně významné geotechnické riziko projektu, leží na trase Jih. Jedná se o možné porušení izolátoru mezi vodními horizonty s nebezpečím jejich následného propojení. Týká se to jak výstavby svislé větrací šachty, tak i deformačních procesů v nadloží ražených tunelů v trase Jih. Viz kap. 4 technické přílohy tohoto expertního vyjádření.
- S ohledem na riziko propojení vodních horizontů na trase Jih, se podle názoru zpracovatele tohoto expertního vyjádření, proto jeví jako neoptimálnější trasa Střed.
- Trasa Středa, jak prokázala znalecká posouzení i rizikové analýzy prof. Thewese i ČGS, je z hlediska míry všech ostatních geologických a geotechnických rizik, zcela srovnatelná s variantou trasy JIH. Zároveň beze sporu představuje pro obyvatele dané oblasti i pro ÚVN podstatně menší nebezpečí negativního dopadu na životní prostředí včetně propojení vodních horizontů porušením oddělujícího izolátoru. Viz příloha 4, tohoto expertního vyjádření.

Uvedené závěry přímo vyplývají z hodnocení dat zpracovaných ve všech třech í znaleckých posouzeních a z jejich vlastních závěrů.

Odpověď na zadané otázky:

- *Jsou prohlášení a tvrzení o jednoznačné preferenci tunelové trasy Jih, před trasou Střed, které investor (SŽDC) a projektant (Metroprojekt) předběžně činí u orgánů veřejné správy a v médiích, na základě závěrů uvedených ve výše znaleckých posouzeních, oprávněná?*

Nejsou. Žádné z provedených znaleckých posouzení neposkytuje investorovi ani projektantovi dostatečné podklady pro tvrzení, že trasa JIH, je na základě provedených rizikových analýz prof. Thewesem i ČGS, jednoznačně výhodnější než trasa Střed. Metodika provedení obou rizikových analýz pro takový účel nebyla dostatečně komplexní. Znalecké posouzení ing. Brože považuje rizika trasy Jih a Střed za stejné.

- *Byly vstupy do znaleckého posouzení prof. Thewese takové, aby jeho závěry o preferenci některé z tras tunelu byly jednoznačné?*

Nebyly. Geologické podklady, které pro své znalecké posouzení prof. Thewes obdržel, trpěly sice přirozenou, ale nezanedbatelnou mírou nejistot a neobsahovaly ucelený 3 D prostorový geologický model předmětného území, který ČGS předložil až o 3 měsíce později.

Byly v znaleckých posouzeních prof. Thewese a ČGS posuzovány všechny faktory, které jsou pro objektivní rozhodování mezi možnými variantami tras nezbytné?

Nebyly. V rizikové analýze ČGS bylo, jak sama ve své zprávě uvádí, pracováno výhradně s geologickými faktory. Jejich závažnost pro stavbu byla, (byť v souladu se zadáním) ponechána stranou. V rizikové analýze prof. Thewese nebyly naopak uvažovány stavební náklady ani pracnost. Posouzení rizik vycházelo z jednoduché nevážené matice. Do seznamu dalších faktorů nutných pro rozhodnutí a optimální variantě trasy by bylo nutné zahrnout mimo jiné i:

- objektivizovanou technickoekonomickou studii minimálně tras Jih a Střed na podrobnější úrovni než to bylo dosud provedeno (např. ve studii Metroprojektu „Porovnání variant tunelových tras v úseku Praha –Dejvice a Praha –Veselavín, z 02/2020)
- dokončenou studii EIA o vlivech variant Střed a Jih na životní prostředí, EIA,
- podrobnější posouzení závažností dopadu na stavební objekty nacházející se na poklesové kotlině nad trasami Jih a Střed a jejich případné řešení včetně technickoekonomického rozboru
- výstižnější analýzu rizik zaměřenou na nebezpečí apriorně nepřipustného propojení vodních horizontů na trase trase Jih, na základě podrobnějšího hydrogeologického modelu tohoto jevu, než byl ten, který byl zpracován v 3D modelu ČGS
- „projednatelnost“ průchodu tunelů pod ÚVN, která se k tomu záměru zatím, podle informací zpracovatele tohoto expertního vyjádření, staví negativně.

Zpracoval: Doc. Ing. Alexandr Rozsypal CS

28.2 2021

Technická příloha

Obsah

1. Principy rizikových analýz
 - 1.1 Základní pojmy
 - 1.2 Postupy řízení rizik používané v tunelovém stavitelství
 - 1.3 Vypovídací schopnost analýz provedených prof. Thewesem a ČGS

2. Riziková analýza prof. Thewese
 - 2.1 Výsledky
 - 2.2 Diskuse bodového hodnocení jednotlivých kritérií
 - 2.3 Dílčí závěr:

3. Riziková analýza ČGS
 - 3.1 Výsledky
 - 3.2 Diskuze role inženýrskogeologických řezů při hodnocení rizika
 - 3.3 Diskuse bodového hodnocení jednotlivých kritérií
 - 3.4 Dílčí závěr:

4. Riziko porušení izolátoru mezi dvěma vodními horizonty na trase Jih
 - 4.1 Definice problému
 - 4.2 Eliminace nebezpečí porušení izolátoru
 - 4.3 Dílčí závěr

1 Principy rizikových analýz

1.1 Základní pojmy.

Obecná definice rizika podle normy ISO 31000 Risk management

Podle ISO 31000 je riziko“ důsledek působení nejistoty na dosažení cíle. Důsledek může být kladný nebo záporný v porovnávání s očekáváním“. Obecná definice rizika vychází ze skutečnosti, že vše se děje v nejistém prostředí. Při usilování o dosažení jakéhokoliv cíle je vždy určitá pravděpodobnost, že se věci nebudou vyvíjet zcela podle předpokladu. Každý úkon tedy obsahuje prvek rizika, který je třeba řídit, kontrolovat a výstup každé činnosti je do určité míry nejistý.

S pojmem riziko souvisí pojem nejistoty. Nejistota (nepřítomnost jistoty) znamená nedostatek poznání či informací o stavu *dotčeném prostředí (systému)*. V kontextu řízení rizik nejistota existuje vždy, kdy znalosti a poznatky o chování, či stavu posuzovaných systémů, jsou nedostatečné a neúplné.

Obecně tedy riziko souvisí s nejednoznačností průběhu určitých jevů v oblasti přírodních sil, vědy, techniky i ekonomických a sociálních procesů. Významně se uplatňuje nejistota a nahodilost.

Definice rizika podle ČSN EN 1991-1-7 zatížení konstrukcí, článku 3.2

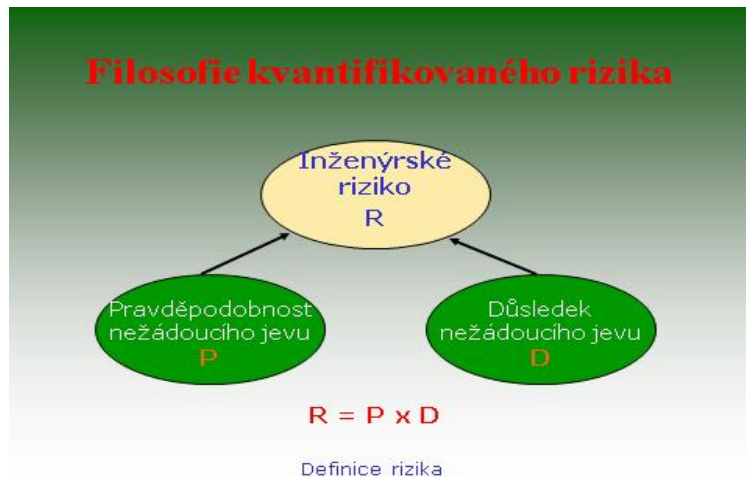
Pojem inženýrského rizika

ČSN EN 1991-1 inženýrské riziko definuje součinem pravděpodobnosti, že dojde k nežádoucí události a příslušné škody, která by byla důsledkem vzniku takové události. Jde vždy o ztrátu. V konečném důsledku je riziko většinou vyjádřitelné ve finančních jednotkách, časovou ztrátou, nebo nehmotnou újmou. Riziko je proto podle povahy škody hmotné nebo i nehmotné. Inženýrské riziko během výstavby je definováno jako souběh pravděpodobnosti vzniku nežádoucího jevu při výstavbě a jeho důsledků. Např. víceprací, vícenákladů na odstraňování škod či finančních ztrát souvisejících se zdržením, prodloužením výstavby atd.).

Geotechnické riziko

Pojem geotechnického rizika je odvozen z pojmu rizika inženýrského. Geotechnická rizika mají původ ve spolupůsobení stavební konstrukce a horninového prostředí, na kterém, nebo ve kterém jsou budovány. Geotechnické riziko souvisí hlavně s nahodilostmi ve fyzikálních vlastnostech hornin a s nejistotami o skutečných geologických podmínkách v místě stavby. Důsledkem je pak nejistá odezva horninového masivu na výstavbu.

Ve stavebnictví lze tedy riziko chápat jako možnost, že s určitou pravděpodobností dojde k nežádoucí události, (jevu), v interakci horninového prostředí a budované konstrukce, která se odlišuje od předpokládaného průběhu přípravy stavby, výstavby či provozu hotového díla. A za důsledek má vznik nějaké škody.



Riziko samo má tedy vždy dvě složky:

- Pravděpodobnost, že dojde k nežádoucí události
- Vlastní škodu (újmu), která v případě, že k nežádoucí události dojde, nastane nositeli rizika.

Škoda i riziko, pokud je dost podkladů k jeho kvantifikaci, se může vyjádřit ve finančních jednotkách.

Při analýzách rizik je třeba si uvědomit následující zásady a pojmy:

- Nežádoucí jev je jev, který může, ale také nemusí při výstavbě nastat a jehož důsledkem by byla škoda, se kterou se v projektu nepočítalo. (Někdy se místo termínu nežádoucí jev používá termín zdroj rizika).
- Riziko není obecné, ale vždy adresné. Tentýž nežádoucí jev může způsobit různým subjektům různou škodu.
- Riziko tedy má vždy svého nositele. Při výstavbě inženýrských staveb jsou nositeli rizika vždy nejméně zadavatel stavby (investor), projektant, zhotovitel a dotčené třetí strany. (Například veřejnost).

U inženýrských staveb včetně tunelů, pravděpodobnost vzniku nežádoucích jevů a tím i souvisejících škod, souvisí především s nejistotami o skutečných geologických podmínkách staveniště a o skutečné odezvě dotčeného horninového masivu na výstavbu i na okolní životní prostředí. Například na povrchovou zástavbu, na životní prostředí obecně, ale i konkrétně na poškození zájmů dotčených obyvatel v průběhu výstavby a provozu hotového díla.

1.2 Postupy řízení rizik používané v tunelovém stavitelství

V tunelovém stavitelství doznaly největšího rozšíření postupy založené na ČSN EN 608 (2007) „Techniky analýzy bezporuchovosti systémů – postup analýzy způsobů a důsledků poruch“. (FMEA – Failure Mode and Effects Analysis).

V této mezinárodní normě je popsána obecná analýza způsobů a důsledků poruch a postupy stanovování důsledků a kritičnosti poruch.

Zevrubná analýza FMEA je výsledkem práce týmu složeného z jednotlivců, expertů, způsobilých rozpoznat a posoudit vznik, velikost a důsledky různých druhů potenciálních nežádoucích jevů, které mohou v průběhu výstavby a provozu stavby nastat. Experti pracují nezávisle na sobě, podle jednotné klasifikace a bodové stupnice stanovené jak pro hodnocení pravděpodobnosti vzniku a tak i důsledků nežádoucích jevů. Obě složky rizika, (pravděpodobnost i škody) se oceňují bodovým hodnocením, podle předem odsouhlasených klasifikačních stupnic. V analýze FMEA se zavádí navíc ještě třetí složka, a sice předvídatelnost vzniku nežádoucího jevu. Hodnocení „rizikovosti“ každého nežádoucího jevu, který byl identifikován, se tak provádí z hlediska těchto tří složek, obvykle v max. pětibodové stupnici. Výsledkem je tzv. index RPN (Risk Priority Number). Ten je jejich součinem.

- Z = Důsledky (závažnost, výše škod nežádoucího jevu, vznikne-li)
P = Pravděpodobnost vzniku nežádoucího jevu
Dt = Předvídatelnost vzniku takového nežádoucího jevu

Mezinárodní tunelářská asociace ITA/AITES v svém manuálu pro řízení rizik "Guidelines for tunneling risk management", vychází z obdobných principů. Výsledkem hodnocení je zařazení posuzovaného projektu do určité třídy rizik. Zpravidla se pracuje s třemi, maximálně s pěti třídami rizik, do kterých se posuzované stavby zařadí jako celek. Příklad je na následujícím obrázku.

← Míra pravděpodobnosti	Míra	Míra velikosti škod →				
		1	2	3	4	5
	1	N	N	N	S	V
	2	N	N	S	S	V
	3	N	S	S	V	V
	4	S	S	V	V	V
	5	S	V	V	V	V

Zdroj: ITA

Třídy rizik podle ITA/AITES:

N=Nízké riziko,

S = Střední riziko,

V= vysoké riziko

Příklad pětibodové stupnice klasifikace škod (důsledků realizace nežádoucího jevu) podle Eskesena je na dalším obrázku.

Škody	Katastrofické	Značné	Vážné	Mírné	Zanedbatelné
Poškození třetí strany v mil. EUR	> 3	0,3–3	0,03–0,3	0,003–0,03	< 0,003
Škoda způsobená klientovi v mil. EUR	> 30	3–30	0,3–3	0,03–0,3	< 0,03
Prodlení doby výstavby	> 2 roky	0,5–2 roky	2–6 měsíců	0,5–2 měsíce	< 0,03
Třída poškození	trvale vážné poškození	trvale mírné poškození	dlouhodobé mírné poškození	krátkodobé mírné poškození	krátkodobé velmi mírné poškození

Bodové hodnocení
výše škody (míra škod)

5

4

3

2

1

Významným, výstupem rizikových analýz je vždy seznam nejvýznamnějších zdrojů rizika (nežádoucích jevů, které mohou vzniknout) a jejich relativní seřazení podle významu. Věrohodnost výsledků takových analýz je ovšem závislá na věrohodnosti a výstižnosti kvalitativního hodnocení vstupů. Ty jsou však již ze své povahy vždy více méně nejisté. Proto je absolutní seřazování jednotlivých částí projektu, nebo tunelových tras, pouze na základě prosté sumy bodového hodnocení pravděpodobnosti vzniku a důsledků jednotlivých rizikových faktorů, zavádějící.

Riziková analýza není jediným nástrojem pro výběr optimální trasy. Faktorů pro konečný výběr může být podle povahy projektu a podle rizikových faktorů, které byly předmětem rizikové analýzy více.

Základem je vždy technickoekonomická analýza jednotlivých variant projektu. Z ní vyplývá pracnost a náklady jednotlivých projektových variant za předpokladu, že vstupy do projektového řešení jsou relativně jisté. (Například informace o geologii). Riziková analýza, (pravděpodobnosti důsledků vzniku možných nežádoucích jevů, s kterými se v technickoekonomické analýze nepočítalo a pravděpodobnosti jejich vzniku) je pak nadstavbou. Rizika (ve

finančním vyjádření) je pak třeba přičíst k nákladům vyplývajícím z technickoekonomické analýzy. Teprve pak je možné provádět objektivizované rozhodnutí o optimální trase i s přihlédnutím k existujícím rizikům.

1.3 Vypovídací schopnost analýz provedených prof. Thewesem a ČGS

Rizikové analýzy zpracované prof. Thewesem i ČGS vycházejí ze stejného principu. Hodnocení ani jedné ze dvou složek rizika, však v těchto případech, neprováděli skupiny na sobě nezávislých expertů, ale pouze jejich zpracovatelé přímo. Tím logicky vzniká vyšší míra subjektivity výstupů z takových analýz

Dalším omezením spolehlivosti výsledků obou rizikových analýz bylo to, že možné škody případně vzniknuvších nežádoucích jevů, nebyly ani v jednom případě hodnoceny zvlášť. A to ani kvalitativně na základě nějakého klasifikačního systému a k němu přiřazeného bodového hodnocení.

V obou případech se byl za nežádoucí považován takový jev, který způsobí nějaké neočekávané, mimořádné (nestandardní) potíže při realizaci výstavby tunelů. (Aniž by se jeho závažnost podrobněji blíže kvantifikovala, byť jen kvalifikovaným odhadem a bodovým hodnocením, jak úplná riziková analýza předpokládá).

Analýza prováděná prof. Thewesem se zaměřila, v souladu se zadáním, na všechny možné zdroje rizik, viz kap 2.2 této technické přílohy, které mohou při výstavbě tunelů nastat. Riziko související s jednotlivými zdroji rizik bylo hodnoceno ve třístupňové bodové škále. Ta zahrnovala současně jak pravděpodobnost vzniku nežádoucího jevu, tak i jeho důsledky. Zdrojů rizik bylo vytipováno celkem 30. Viz kap. 4.1 expertního vyjádření a kap. 2.1 v této technické příloze.

Analýza rizik provedená ČGS se naproti tomu, v souladu se zadáním, zaměřila výhradně jen na geologická rizika. Zdrojů geologických rizik (rizikových geologických jednotek, (jevů), které mají při ražbě potenciál způsobit nějaké potíže)) bylo vytipováno 18. Bodová škála pravděpodobnosti, že ražba tunelu bude s těmito zdroji rizika, konfrontována, byla 1 až 5 bodů. Důsledky této konfrontace pro ražbu tunelu však v analýze ČGS v kvantifikované podobě vůbec hodnoceny nebyly

Takto zjednodušené postupy analýzy rizik jsou v praxi obvyklé. Při jejich používání je však třeba mít na mysli, že jsou velmi zjednodušené, a jejich výstupy jsou tudíž samozřejmě jen kvalitativní. (Přestože výsledek bodového hodnocení rizika v podobě sumy bodů, pak svádí, (jako v tomto případě SŽDC je) ke kvantifikovanému stanovování striktního pořadí mezi takto zjednodušeně posuzovanými variantami.

Postupy rizikové analýzy aplikované prof. Thewesem i ČGS se používají zejména v počátečních fázích přípravy projektu, kdy je pro ně logicky nedostatek dat. A kdy míra nejistot, co se týká vstupů do rizikových analýz, je vysoká. V tom smyslu jsou postupy ČGS i prof. Thewese přijatelné a standardní. Výstup v podobě bodového hodnocení má však pouze kvalitativní informativní charakter a slouží především k zařazení projektu do určité třídy rizika a k identifikaci možných zdrojů rizik (včetně jejich relativnímu seřazení podle důležitosti), kterými bude muset projekt čelit. Výsledek ale nelze používat stejně, jako při plnohodnotné rizikové analýze, kdy se hodnotí obě složky rizika, míra nejistot vstupů je přijatelná a zejména hodnocení obou složek rizika provádí skupina nezávislých expertů podle jednotných na míru připravených klasifikačních stupnic.

Poznámka: Nastavení počtu rizikových faktorů i bodové stupnice ve zvolené metodě hodnocení rizik obecně bývá u každého projektu individuální. Závisí na podmínkách daného projektu, cíli rizikové analýzy a přístupu řešitele.

Spolehlivost bodového hodnocení a tím celé rizikové analýzy lze zvýšit:

- jednoznačnou definicí podmínek přidělování bodů jednotlivým hodnoceným faktorům prostřednictvím podrobných klasifikačních stupnic pro hodnocení každého z posuzovaných faktorů.
- prováděním vlastního hodnocení skupinou expertů obeznámených s problémem. (Expertní přístup). Takový postup je však zpravidla vhodné volit až v pokročilejší fázi projektové přípravy, kdy je možné jednotlivé hodnocené rizikové faktory účelněji volit a zejména je k dispozici podstatně více spolehlivých dat pro jejich výstižné bodové hodnocení. (V daném případě, zejména u expertizy prof. Thewese, tato data nebyla k dispozici. Proto skutečnost, že expertní metoda nebyla použita při hodnocení jednotlivých rizikových faktorů, nelze pokládat za nedostatek).

2. Riziková analýza prof. Thewese

2.1 Výsledky

Výsledky bodového hodnocení rizikové analýzy provedené prof. Thewesem jsou v následující tabulce. Viz kapitola 7.2 tab. 4 str. 34 ZZ.

Riziko (+ = nízké, o = střední, - = vysoké)	hloubená	sever	střed	jih
Pracnost průzkumu a návrhu				
Dodatečné vrtné sondy	+	-	-	-
Dodatečné laboratorní testy	o	-	-	-
Dodatečná posouzení sedání	-	o	o	o
Návrhová rizika				
Ražba pod tunelem Blanka	+	+	-	-
Ochrana budov	-	-	o	o
Ochrana teplárny	-	o	o	o
Utěsnění zvodní	+	-	-	-
Návrh šachet	+	-	-	-
Návrh hloubených tunelů	-	o	+	+
Stavební pracnost				
Pomocná opatření při NRTM	-	+	+	+
Pomocná opatření při HLOUBENÉ variantě				
Pomocná opatření při stavbě šachet	+	o	o	o
Pomocná opatření pro EPB	+	o	o	o
Prostor pro staveniště	o	o	o	o
Nutné trhací práce?	-	+	+	+
Geologická rizika				
Nedostatečná stabilita masivu	-	+	+	+
Vliv hladiny podzemní vody	+	o	o	o
Tunelování souběžně s patou svahu	+	o	-	o
Odchyłka parametrů masivu od předpokládaných parametrů				
Rizika tunelování				
Rozsah tunelování v zeminách	-	o	+	+
Rizika TBM	+	-	-	-
Rizika NRTM	-	+	+	+
Rizika hloubených tunelů	-	o	+	+
Vliv na okolí				
Sedání	-	o	+	+
Propojení zvodní	+	o	o	o
Vibrace ze stavební činnosti	-	o	+	+
Hluk ze stavební činnosti	-	o	+	+
Znečištění podzemních vod	o	+	+	+
Portálové prostory (rušení obyvatel v sousedství)				

Odvod podzemních vod tunelem	+	+	+	+
Shrnutí				
Celkové skóre, nevážené	-5	1	6	7

Logika tohoto bodového hodnocení rizik vede na definici tří tříd rizik (což je v souladu s

doporučeným hodnocením ITA AITES (viz kap. č. 1.2 přílohy)

Stanovení bodové hranice mezi jednotlivými třídami je do určité míry vždy subjektivní a závisí na hodnotiteli. Protože v analýze prof. Thewese takové hranice stanoveny nebyly, tak pro diskuzi výsledků jsou použity tři třídy rizik takto:

Nízké riziko	+10 až + 30 bodů
Střední riziko	+10 až - 10 bodů
Vysoké riziko	-10 až - 30 bodů

Varianty Střed a Jih spadají do střední třídy rizika, která je definované rozsahem +10 až -10 bodů s téměř shodným hodnocením. 6 bodů varianta Střed a 7 bodů varianta Jih). To je rozdíl pouhých cca 3% rozdílu v bodovém součtu pro variantu Střed a Jih.

Objektivní závěr rizikové analýzy provedené prof. Thewesem tedy je, že jednoznačně prokazuje stejnou, ověřitelnou míru rizik variant tras Střed a Jih.

2.2 Diskuze bodového hodnocení jednotlivých kritérií v tabulce 4 rizikové analýzy prof. Thewese.

Předně je třeba konstatovat, že z celkem 30 hodnocených kritérií, je u celých 29 kritérií hodnocení trasy Jih a Střed zcela identické! Rozdíl jeden jediný hodnotící bod je pouze u jediného kritéria a to „Ražba souběžně s patou svahu“. V této souvislosti je třeba poznamenat, že, 3D geologický model ČGS prof. Thewes ještě neměl k dispozici. Geologické podklady

Skupina geologických rizik

„Ražba souběžně s patou svahu“.

U varianty Jih toto riziko hodnotí prof. Thewes jako střední hodnotou (0), zatímco u varianty Střed jako vysoké riziko, hodnotou (-1).

Horší hodnocení varianty Střed v neprospěch varianty Jih o pouhý jeden bod, je založeno na předpokladu, že varianta Střed v dotčeném úseku prochází ve srovnání s variantou Jih s dalším poruchovým pásmem. Tento předpoklad však není v 3D geologickém modelu ČGS prokázán.

Mám tedy za to, že hodnocení prof. Thewese není v případě daného rizikového faktoru „Ražba souběžně s patou svah“ v neprospěch varianty Střed o 1 bod, není dostatečně doloženo.

Skupina rizik „Vliv na okolí“

Riziko propojení zvodní porušením izolátoru v důsledku ražby tunelu a výstavbou větrací šachty je u varianty trasy Jih podstatně větší než u varianty Střed. Tak to i jednoznačně dokládá analýza ČGS, která vychází nepochybně z výstižnějších geologických podkladů a obecně hlubší a komplexnější zkušenosti s dotčeným horninovým prostředím v Praze.

Dle stanoviska zpracovatele tohoto vyjádření se jedná o nejvýznamnější rizikový faktor na všech třech ražených trasách. Viz kap. 4 této přílohy.

Hodnocení tohoto rizikového faktoru na trase Jih bylo podle mého názoru jednoznačně podceněno a mělo by být (-1)

Skupina rizik stavební pracnost

Ze stejného důvodu by, podle zpracovatele tohoto vyjádření, mělo být upraveno i kritérium „*pomocná opatření při stavbě šachet*“. Zajištění neporušení izolátoru mezi dvěma vodními horizonty si vyžádá velmi náročné a sofistikované stavební postupy. Jejich úspěšnost bude do značné míry záviset na homogenitě procházeného horninového prostředí a perfektním fungování aplikované technologie a i na zkušenosti, kvalifikaci i péči personálu.

Riziko by se proto pro trasu Jih mělo volit (i s ohledem na trasu Střed, kde zvodeň je prakticky jen jediná a izolátor mezi zvodněmi při výstavbě větrací šachty se proto nenachází) bodovým hodnocením (-1).

2.3 Dílčí závěr:

Provedená riziková analýza prof. Thewese spolehlivě zařazuje trasy Střed a Jih (projekty) v logice klasifikace rizik ITA AITES do střední třídy rizik. Ta je v tomto případě charakterizovaná přibližným bodovým rozsahem (-10) až (10) bodů

Bodový rozdíl v hodnocení tras Jih a Střed je podle posouzení prof. Thewese jeden jediný bod ve prospěch trasy Jih. (trasa Střed 6 bodů a 7 bodů trasa Jih). Přičemž ve všech ostatních 29 rizikových faktorech je hodnocení stejné!

Rozdíl v bodovém hodnocení trasy Jih a Střed o jediný bod v analýze, která je založena na kvalitativním hodnocení přibližných informací a dat, (podrobnější zdůvodnění viz kap. 1.3 v této příloze), tak sama o sobě, nemůže být dostatečným průkazem, že by varianta Jih, na základě rozdílu jediného bodu v jediném kritériu, z celkem 30 hodnocených byla výhodnější, než varianta Střed.

Pokud by se hodnocení prof. Thewese upravilo navrhované korekce, jak ji navrhuje zpracovatel tohoto expertního vyjádření, tak by naopak vyšlo hodnocení tras v logice jen bodového hodnocení, obráceně. Trasa Střed 7 bodů a trasa Jih 6 bodů.

To však nic nemění na celkovém stanovisku zpracovatele tohoto vyjádření, že řadit jednotlivé trasy podle velikosti rizika pouze na základě prostého porovnání součtu bodů je principiálně nesprávné a zavádějící.

Použitý systém hodnocení rizik umožní zařadit jednotlivé trasy do jednotlivých tříd rizika, v daném případě do třídy středního rizika se slovním hodnocením, že obě trasy Střed a Jih jsou, co se týče výše rizik souvisejících s ražbami tunel srovnatelné. Další závěry provedené analýzy rizik mohou být

- Indikovaná rizik a bude možné na všech třech ražených trasách zvládnout standardními tunelovacími metodami.
- Výsledky provedené rizikové analýzy opravňují z další přípravy projektu vyřadit pouze variantu hloubenou.

Je ale třeba též poukázat na to, že řada dalších známých faktorů, které s geotechnickými riziky nepřímo souvisí, nebyly v rizikové analýze prof. Thewese (ale ani ČGS) brány v úvahu. Je však třeba podotknout, že to ani nebylo v zadání. Nicméně s výsledky takto provedené rizikové analýzy nelze zacházet tak, jak by v ní byly brány v úvahu všechny faktory, které jsou pro objektivní výběr trasy na základě rizikové analýzy nezbytné.

3 Riziková analýza ČGS

3.1 Výsledky

ČGS ve své rizikové analýze hodnotila celkem 18 rizikových faktorů vždy pěti bodovou stupnicí. Viz kap. 5.2.6 ZZ na str. 81. Rizikové faktory byly výlučně geologické, přičemž za nežádoucí jev byla považována blíže nespecifikovaná

komplikace při ražbách tunelů. Výše škod se neklasifikovala. Pravděpodobnost, s jakou se daný geologický faktor může v průběhu ražeb vyskytnout, se oceňoval klasifikační stupnicí v rozsahu 1-5 bodů.

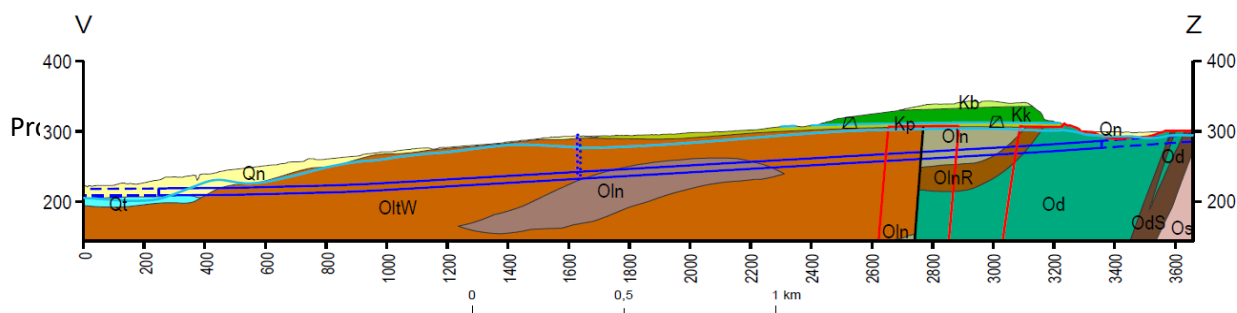
Takto nastavené logice přidělování bodů jednotlivým rizikovým faktorům schematicky odpovídají 4 třídy rizik, definované následujícím bodovými rozmezími:

Třída 1	Zcela zanedbatelné riziko	18 - 35 bodů
Třída 2	Mírné riziko	36 - 54
Třída 3	Střední riziko	55 - 72
Třída 4	Vysoké riziko	73 – 90

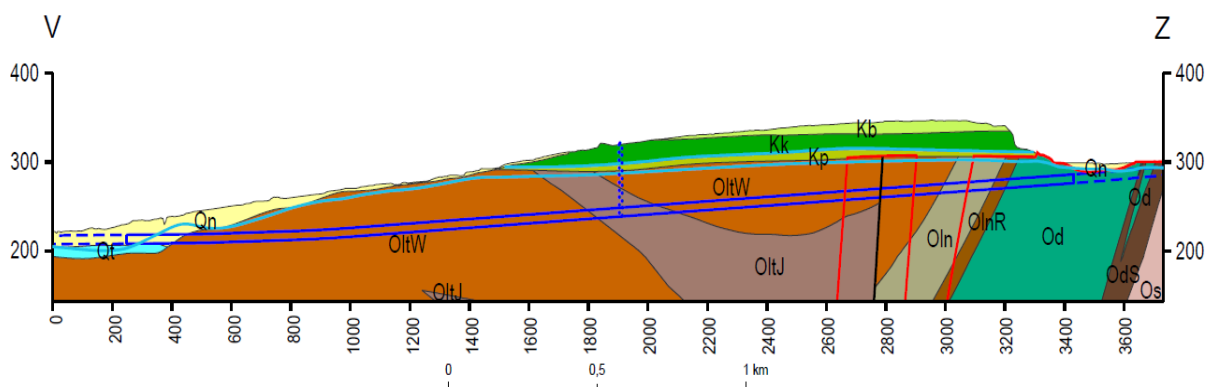
Podle tohoto schématu, obdobně jako u prof. Thewese, spadá výsledné hodnocení tras Jih a Střed velmi blízko sebe přibližně do středu třídy 2 - Mírné riziko. Dosažené bodové skóre bylo 41 u trasy Jih a 43 bodů u trasy Střed.

3.2 Diskuze role inženýrskogeologických řezů při hodnocení pravděpodobnosti rizika jednotlivých geologických faktorů.

Podkladem pro hodnocení geologických rizikových faktorů byl 3D prostorový inženýrskogeologický model území, kterým všechny 4 hodnocené trasy prochází. Vypracování tohoto modelu bylo součástí prací ČGS na předmětné rizikové analýze. Formálně jako bezprostřední podklad pro hodnocení jednotlivých geologických faktorů jednotlivých tras, byly na základě tohoto modelu vypracovány podélné geologické řezy jednotlivými trasami.



Inženýrskogeologický řez trasou Střed (kap 5.2.3 str. 79 ZZ ČGS)



Inženýrskogeologický řez trasou Jih (kap. 5. 24 str. 80 ZZ. ČGS)

Presentované řezy ČGS mají při používání pro rizikovou analýzu úskalí v tom, že jimi vymezená rozhraní mezi jednotlivými geologickými jednotkami se tváří jako diskrétní. Ve skutečnosti jsou ale nutně jen přibližná (Viz citace ze zprávy ČGS: kap. 2. 2. 4 ZZ na str. 30). Nicméně v řezech jsou rozhraní stanovena přesně a s jako s takovými se s nimi při hodnotících pravděpodobnost výskytu těchto geologických jednotek v trase, pracuje. Viz též tabulky 10, 11 a 12 v ZZ ČGS. Proto taková hodnocení, i když inženýrskogeologické řezy jsou zpracované s nepochybně

s nejvyšší možnou dnes dosažitelnou spolehlivostí, jsou jen tak spolehlivé, jako je celý 3D geologický model. To znamená, že je přibližné. To je třeba zdůraznit.

Například:

V tabulce č. 10 v ZZ ČGS, v které jsou uvedeny délky průniků tras s jednotlivými z hlediska rizik hodnocenými geologickými jednotkami je patrné, že průnik souvrstvím tvrdých křemenců je ve variantě Střed celkem na 137 metrech délky (celkem 2,7 % z celé trasy), zatímco na trase Jih jde o celkem 101 běžných metrů trasy a celkem 3,7 % z celkové délky trasy. To jsou z hlediska spolehlivosti určení hranic mezi jednotlivými geologickými jednotkami na trase tunelů jen zcela nepodstatné rozdíly. Ty podle názoru zpracovatele tohoto vyjádření dostatečně neopravňují k rozdílnému hodnocení obou tras v řádku 16 a 8 souhrnné tabulky 12. (V níž je shrnut celkový příspěvek jednotlivých geologických jednotek k celkové výši rizika každé z hodnocených tras.)

Obdobně v tabulce č. 11, která hodnotí objemy průniků tras s jednotlivými geologickými jednotkami, jsou tyto rozdíly, stanovené na základě inženýrskogeologických řezů, logicky zanedbatelné. V případě trasy Střed se jedná o celkový objem 6490 m³ (pouze 1,8 % z celkového objemu), zatímco u trasy Jih, jde o dokonce vyšší % z celkového objemu (2,7 %)! To odpovídá celkem 3700 m³ z celkového objemu výrubu v této geologické jednotce. Stejně jako v případě tabulky 10 jde s ohledem na spolehlivost stanovení hranic mezi jednotlivými geologickými jednotkami v trasách Jih a Střed o zanedbatelné rozdíly v objemech příslušné geologické jednotky, které nedávají, podle názoru zpracovatele tohoto vyjádření, oprávnění, přiřazovat jim v souhrnné tabulce 12 rozdílné bodové hodnocení.

Sami autoři upozorňují v textu ZZ (Viz citace ze zprávy ČGS: kap. 2.2.4 na str. 30 ZZ a v kap. 4.2 tohoto expertního vyjádření) na značné nejistoty jimi vypracovaného geologického modelu.

3.3 Diskuze bodového hodnocení rizik geologických faktorů v expertize ČGS

Toto hodnocení je uvedeno na str. 87 v kap. 5.2.6 ZZ ČGS v tab. 12

Tab. 12 Tabulka geologických fenoménů, ovlivňujících jednotlivé varianty trasy (Čím nižší bodové skóre, tím nižší je pravděpodobnost výskytu rizikového geologického fenoménu). (Zpráva ČGS)

Hned úvodem je třeba podtrhnout skutečnost, že z celkem 18, pro hodnocení vybraných rizikových faktorů ve smyslu rizikových geologických jednotek (jevů), jsou tyto ve 14 případech, z hlediska rizik, která pro ražbu představují, hodnoceny stejnou výší přidělených bodů. K vybraným položkám v rizikové analýze v tab. 12 má zpracovatel tohoto expertního vyjádření následující poznámky:

Pol. č. 6 Propojení větracích horizontů šachtou.

Propojení vodních horizontů na trase Jih, je dle stanoviska zpracovatele tohoto vyjádření vůbec největším rizikovým faktorem celého projektu. ČGS ji správně hodnotí jako vyšší riziko, než u trasy Střed.

S přihlédnutím k použité pětibodové škále hodnocení, by však s ohledem na dopad případného neúspěchu spolehlivého zajištění trvalého oddělení obou vodních horizontů, měl být, dle názoru zpracovatele vyjádření, tento rozdíl spíše 2 body, než jen jeden. Podrobné zdůvodnění viz znovu kap. 4 této technické přílohy.

Pol. č. 8 Rychlé a opakované střídání měkkých a tvrdých poloh a Pol. č. 16 Výskyt vysoce abrazivních poloh.

U obou položek jde v podstatě z hlediska technického důsledku na ražbu o obdobný geologický faktor. Ten je v tabulce č. 12 ale hodnocen 2. To znamená celkem o dva body v neprospěch varianty Střed. Přitom, jak bylo prokázáno výše, v inženýrskogeologických řezech zpracovaných na základě geologického prostorového modelu ČGS, je význam tohoto geologického faktoru z hlediska celkové délky obou tras a délky úseků, jimi procházených příslušných geologických jednotek, zanedbatelný.

Tyto faktory by mohly být proto z celkového hodnocení buď zcela vyloučeny, anebo hodnoceny stejně. Maximálně přípustný rozdíl by, podle názoru zpracovatele tohoto vyjádření, měl být nejvíce jeden bod ve prospěch varianty Jih a nikoliv body 2. (Pro oba tyto rizikové faktory současně).

Nepříznivé geologické poměry	hloubená	sever	střed	jih
1. Agresivní podzemní voda	4	4	4	4
2. Nadměrné přítoky podzemní vody do tunelu	4	3	3	3
3. Dlouhodobé snížení hladiny podzemní vody drenážní funkcí tunelu	4	2	2	2
4. Přítomnost podmáčených území nad dílem	3	2	2	2
5. Propojení vodních horizontů tunelem	1	2	2	2
6. Propojení vodních horizontů větrací šachtou	1	2	1	2
7. Rozložená hornina v poruchách	3	2	2	2
8. Rychlý a opakovaný střídavý výskyt měkkých a tvrdých hornin	5	3	3	2
9. Neočekávaný výskyt podzemních prostor pod nebo nad tunelem	2	1	1	1
10. Poklesy povrchu terénu při ražbě podzemního díla	4	3	3	2
11. Nebezpečí kontaktu s neočekávanou tektonickou poruchou	3	4	4	4
12. Nízká mocnost únosné horniny nad tunelem	4	3	2	2
13. Nepříznivá orientace diskontinuit či poruch vůči orientaci tunelu	4	4	3	3
14. Výplň diskontinuit bude mít výrazně nižší smykovou pevnost	3	3	3	3
15. Délka trasy tunelu v nesoudržných kvartérních zeminách	5	3	2	2
16. Výskyt vysoce abrazivních (těžko rozpojitelých) hornin	4	2	3	2
17. Rychlejší průběh geodynamických procesů	3	1	1	1
18. Poškození ŽP důsledku nehod nebo stavební činnosti	4	2	2	2
celkem bodů	61	46	43	41

Poznámka: Kromě toho, pro obě trasy jsou nejrizikovější portálové úseky s mnohonásobně větší délkou. V jejich místech nejsou vyloučeny další pro ražbu nepříznivé geologické anomálie. Proto ve srovnání s tím, rozdílné bodové hodnocení obou tras, na jejich relativně velmi krátkém úseku, nedává v tomto případě jednoznačný smysl.

Pol. č. 10 Poklesy povrchu. (ČGS převzala z analýzy prof. Thewese).

Toto kritérium se poněkud vymyká logice, z níž riziková analýza ČGS vychází a která je založena výhradně na hodnocení rizikových faktorů vyplývajících z geologické stavby území. Avšak nelogicky ho v rozporu se závěry rizikové analýzy prof. Thewese hodnotí jako vyšší riziko.

V rizikové analýze prof. Thewese je ve skupině rizik „Vliv na okolí“ riziko sedání hodnoceno, na rozdíl od analýzy ČGS, úplně stejně hodnotou (+1). Není tudíž jasný důvod, proč ČGS i s odkazem na prof. Thewese, hodnotí riziko sedání povrchu u varianty Jih a Střed rozdílně. A to o jeden bod, v neprospěch trasy Střed.

Kromě toho, jak ukázala analýza prof. Thewese, viz následující tabulka 3, na str. 34 kap. 7.1 ZZ prof. Thewese, (na následující stránce) budou očekávané poklesy na posuzovaných trasách tunelu většinou menší než 10 mm a sklon poklesových kotlin menší než 1:800. To jsou hodnoty zcela bezpečné, zejména při předpokládaném použití technologie ražby TBM.

Mimo to hodnocení rizika vyplývající z poklesů nemá smysl, pokud se nevztáhne na možná poškození objektů, nacházejících se na poklesových kotlinách způsobených ražbou tunelu. Ty budou, s ohledem na hloubku ražeb tak ploché a široké, že riziko vyplývající z poškození objektů, je minimální a na obou trasách srovnatelné.

Pokud by se hodnocení ČGS upravilo o výše navrhované korekce, tak by naopak vyšlo hodnocení tras v stejné logice použitého bodového hodnocení obráceně. Trasa Střed 42 bodů a trasa Jih 43-44 bodů.

To však nic nemění na stanovisku zpracovatele tohoto vyjádření, že řadit jednotlivé trasy podle velikosti rizika pouze na základě prostého porovnání součtu bodů přidělených jednotlivým rizikovým faktorům na posuzovaných trasách je nesprávné a zavádějící.

			našeho posouzení, viz poznámky v textu.
Tramvajové depo Střešovice	STŘED, JIH	$S < 10 \text{ mm}$ $\eta < 1/800$	Středně mocné horninové nadloží, zanedbatelný vliv na povrch terénu
Kostel Sv. Norberta	JIH	$S < 10 \text{ mm}$ $\eta < 1/800$	Vysoké horninové nadloží, zanedbatelný vliv na povrch terénu
Evangelický kostel ve Střešovicích	JIH	$S < 10 \text{ mm}$ $\eta < 1/800$	Vysoké horninové nadloží, zanedbatelný vliv na povrch terénu
Teplárna Veleslavin	Všechny varianty	$S > 10 \text{ mm}$	Analýza fáze 1 poukazuje na nutnost provedení druhé fáze posouzení
Památkově chráněné budovy v oblasti Proboštského Dvora	HLOUBENÁ	$S > 10 \text{ mm}$	Sensitivní budovy s vysokým rizikem sedání v přímém sousedství opěrných zdí tunelu, nutné provedení fáze 2 posouzení
Buštěhradská ulice	SEVER	$S > 10 \text{ mm}$	Analýza fáze 1 poukazuje na nutnost provedení druhé fáze posouzení
Ulice Pod Hradbami, první budova v pásmu vlivu tunelu (km 4+285)	STŘED, JIH	$S > 10 \text{ mm}$ při vyšší ztrátě objemu	Analýza fáze 1 poukazuje na nutnost provedení druhé fáze posouzení
Ulice Pod Hradbami, první soukromý objekt (km 4+335)	STŘED, JIH	$S < 5 \text{ mm}$ $\eta < 1/800$	

ZZ prof. Thewese, tab 3, str. 34: Vliv sedání půdy vyvolaného tunelováním na významné objekty, S = sedání, η = sklon poklesové kotliny

Použitý systém hodnocení rizik použitý ČGS však umožnil jednotlivé trasy spolehlivě zařadit do jednotlivých tříd rizika. V daném případě do třídy mírného rizika se slovním hodnocením, že obě trasy Střed a Jih jsou, co se týče výše rizik srovnatelné.

Významným přínosem analýzy ČGS je výčet a kvalitativní hodnocení geologických rizik na jednotlivých ražených trasách tunelů, včetně vymezení úseků tras, kde je třeba s nimi počítat. Na základě toho lze předpokládat, že bude možné na všech třech ražených trasách zvládnout standardními tunelovacími metodami.

Stejně jako v případě analýzy prof. Thewese, výsledky provedené rizikové analýzy ČGS opravňují z další přípravy projektu vyřadit pouze variantu hloubenou.

Stejně však je třeba též poukázat na to, že řada dalších známých faktorů, které s geotechnickými riziky nepřímo souvisí, nebyly v ZZ ČGS brány v úvahu. Riziková analýza ČGS vycházela pouze z pravděpodobnosti výskytu geologických jevů, které by mohly pro ražbu tunelů znamenat potíže. Jejich rozsah a závažnost nebyl rizikovou analýzou stanovován. Je však třeba podotknout, že toto pojetí rizikové analýzy vycházelo ze zadání a bylo ve shodě s profesním zaměřením ČGS.

Nicméně, ani s výsledky rizikové analýzy ČGS nelze zacházet tak, jak by v ní byly brány v úvahu všechny faktory, které jsou pro objektivní výběr trasy nezbytné. To znamená, že jen rozdíly v součtu bodového hodnocení rizikových faktorů jednotlivých tras, nejsou pro objektivní stanovení jejich výhodnosti, v žádném případě dostatečné a směrodatné.

3.4 Dílčí závěr:

Provedená riziková analýza ČGS spolehlivě zařazuje trasy Střed a Jih, v logice klasifikace rizik ITA/ AITES, do třídy mírných rizika. V daném případě je tato třída charakterizovaná přibližným bodovým rozsahem 36 – 54 bodů

Bodový rozdíl v hodnocení tras Jih a Střed je podle posouzení ČGS pouhé 2 body, (43 bodů trasa Střed a 41 bodů trasa Jih). Přičemž ze všech 18 hodnocených rizikových faktorů je hodnocení stejné ve 14 případech!

Pokud by se akceptovaly korekce navržené zpracovatelem tohoto expertního vyjádření, tak by bodové hodnocení trasy Střed bylo z tohoto hlediska o jeden bod lepší než hodnocení trasy Jih.

Riziková analýza ČGS, je na rozdíl od analýzy prof. Thewese založena pouze na hodnocení geologických rizik. Hodnocení rizik přitom vychází jen z odhadu pravděpodobnosti počtu kontaktů čelby tunelu s geologickou jednotkou, která při ražbě může způsobit problém. (Jeho význam však nebyl při bodovém hodnocení klasifikován). Stejně jako v případě analýzy prof. Thewese se jedná o kvalitativní hodnocení přibližných informací a dat, vyplývajících z 3D prostorového geologického modelu, který byl ČGS pro tento účel zpracován.

I když není sporu, že tento model zpracovaný ČGS je v současnosti nejlepším, který bylo možno na základě dnes dostupných dat zpracovat, tak riziková analýza provedená použitou metodou a s daty, které pro ni byly k dispozici, nemůže být dostatečným průkazem, že by varianta Jih, jen na základě rozdílu pouhých dvou bodů z celkem 72 bodového spektra, byla výhodnější než varianta Střed. (Podrobnější zdůvodnění viz kap. 1. 3 této přílohy.

4. Riziko porušení izolátoru mezi dvěma vodními horizonty na trase Jih

4.1 Definice problému

Přibližně 1600 m trasy tunelové varianty Jih je vedeno v horninovém prostředí se dvěma vodními horizonty. Ty jsou od sebe odděleny nepropustným izolátorem, mocným několik metrů. Nadloží ordovického souvrství nad výrubem tunelu (po bázi izolátoru) ve střední části tohoto úseku kolísá většinou od 30-50 m.

Projekt trasy Jih přibližně ve středu tohoto úseku předpokládá mezi povrchem terénu a tunely vybudování svislé větrací šachty o průměru cca 8 m. Tato větrací šachta musí tento izolátor o mocnosti cca 7 až 9 m. protnout. Podmínkou realizace jižní tunelové varianty je však zachování nepropustnosti tohoto izolátoru, který oba samostatné vodní horizonty dosud odděluje. To má však následující úskalí:

a. Větrací šachta.

Větrací šachta musí izolátorem projít a narušit tak jeho přirozenou celistvost. Projektant předpokládá utěsnění těžbou rozrušených hornin izolátoru připravenými standardními technologickými postupy. Projektant i Stavebník předpokládá, že tyto postupy budou k zajištění nepropustnosti hornin dotčených stavebními postupy dostatečné.

Záruka, že navržený technologický postup bude úspěšný, však s ohledem na vlastnosti horninového masivu, který je silně heterogenní a může být místně postižen zatím neznámými poruchami, neexistuje. Praktické zkušenosti s prováděním takových technologických postupů to dokládají.

b. Vliv podélné poklesové kotliny

Ražba tunelu způsobí poklesovou kotlinu na povrchu terénu jak v příčném tak i podélném směru. Poklesové kotliny se však netýkají jen povrchu terénu. Deformační pole, které ražba způsobí, zasáhne celý horninový masiv mezi výrubem tunelu a horní bází izolátoru. Lze předpokládat, že v oblasti izolátoru budou poklesy hornin cca větší, než na povrchu terénu. Z matematického modelování provedeného prof. Thewesem, lze přibližně odvodit,

předpokládat, že svisle poklesy v úrovni izolátoru by mohly řádově být v rozmezí od cca 5 do 10 mm. Komplikací je i časové zpoždění s jakými budou deformační změny po proražení tunelu v daném úseku probíhat.

Z hlediska statického předpokládané deformace izolátoru nic neznamenaají. Ale se změnami napjatosti a deformačního pole v horninovém masivu, může dojít i k otevření dosud uzavřených filtračních drah, které se v něm mohou nalézat. Ty mohou být predeterminovány poruchami v izolátoru, které nelze předem spolehlivě identifikovat. Zkušenost ukazuje, že k relativně značným změnám propustnosti může dojít i při velmi malých deformacích vyvolávajících narušení horninového masivu systémem vlasových trhlin.

O tom, že zajištění nepropustnosti horninového masivu, nebo kontaktu podzemní stavby s horninovým prostředím je technicky obtížně řešitelný problém, například svědčí už řadu let nevyřešené utěsnění tunelu Strahov, kde v blízkosti severního portálu dochází k neustálému pronikání vody do tunelu. A to v rozporu s projektem a řadou pokusů o dodatečné utěsnění. Důsledkem je permanentní snížení bezpečnosti provozu. Zejména v zimních měsících, kdy může dojít i k zamrzání prosakující vody na povrchu vozovky. O tom se může každý, kdo tunelem projíždí přesvědčit

4.2 Eliminace nebezpečí porušení izolátoru

Základním opatřením, zabraňujícím, případně sanujícím, porušení izolátoru, je provedení těsnící injektáže a to jak v předstihu, tak i po provedení těžeb šachty či průchodu ražby tunelu v daném místě. Praxe ale ukazuje, že k dosažení požadované funkčnosti je potřeba postup těsnících injektáží postupně „dolaďovat“ dle skutečných podmínek na místě realizace. Stoprocentně jistý výsledek však není předem nikdy zaručen).

Snížení rizika vyplývajícího z narušení netěsnosti izolátoru technickými prostředky je tedy sice možné, ale úspěch této operace nelze nikdy předem zaručit. Jde o velmi náročný technologický proces. Při něm nelze vyloučit chybu lidského faktoru, anebo takové místně anomální geologické podmínky, které spolehlivou sanaci, těžbou jámy či ražbou tunelu narušeného horninového prostředí, v nějakém místě znemožní.

V místech mimo šachtu je provádění takové injektáže zcela nereálné, protože jde o příliš dlouhý úsek, nepřístupnou hloubku, a nebude nikdy spolehlivě jasné, v kterých místech a jak k porušení izolátoru došlo. To znamená ani, v kterých místech by se těsnící injektáž měla provádět (Smysl by to mělo jen v místech anomálií).

V současné době také ani nejsou k dispozici dostatečně podrobné informace o vlastnostech horninového prostředí, o jeho momentální propustnosti, pevnosti, rozpukání, anizotropii, které by umožnily spolehlivé posouzení, zda navržený postup bude s určitostí úspěšný.

Důsledky propojení vodních horizontů nad trasou Jih ražbou v tunelu a případného neúspěchu v utěsnění horninového prostředí v okolí větrací šachty mohou být:

Nežádoucí propojení dvou vodních horizontů, ke kterému podle vodního zákona o ochraně podzemních vod zásadně nesmí dojít. (Zákon 254/2001 Sb., §5, §5a, § 8 a zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění zákona č. 123/1998 Sb.).

- Případný pokles hladiny podzemní vody v horním horizontu s možným následkem:
- Pokles vody v případných studních
- Dnes neurčitá změna vodního režimu celé dotčené oblasti

Kromě toho, garance zajištění nepropojenosti obou vodních horizontů je zásadní podmínkou úspěšnosti korektního územního řízení.

4.3 Dílčí závěr

Tato rizika nebyla (a ani dosud nemohla být) dosud dostatečně analyzována, protože k tomu zatím chybí údaje z podrobného geotechnického průzkumu. S ohledem na významné důsledky vzniku nežádoucích projevů

popsaného typu, by proto bylo vhodné související riziko v obou provedených analýzách rizik (ČGS i prof. Thewesem), bodově hodnotit známkou pro nejvyšší riziko.

Stanovisko zpracovatele tohoto vyjádření je, že pokud je možné se tomuto riziku vyhnout, (které nebude možné s určitostí úplně technickými prostředky s úplnou jistotou eliminovat), tak je vhodné se mu zcela vyhnout. A to je možné, protože existuje varianta vedení trasy, která je z hlediska tohoto rizika významně výhodnější a z hlediska ostatních rizik zcela srovnatelná.

Vypracoval: Doc. Ing. Alexandr Rozsypal CSc

únor 2021