PUDIS

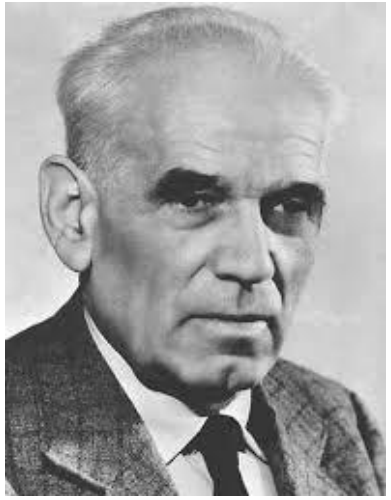
Známe cestu.

Smysl a limity IGP podzemních staveb

2. Tunelářské odpoledne 2026

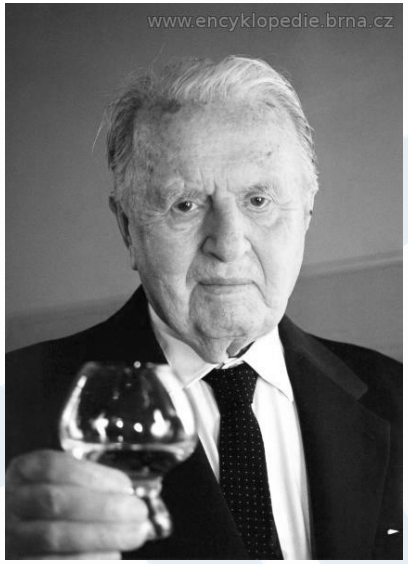
RNDr. Radovan Chmelař, Ph.D.

PUDIS a.s.
Podbabská 1014/20, 160 00 Praha 6
www.pudis.cz



Akademik Quido Záruba
1899 -1993



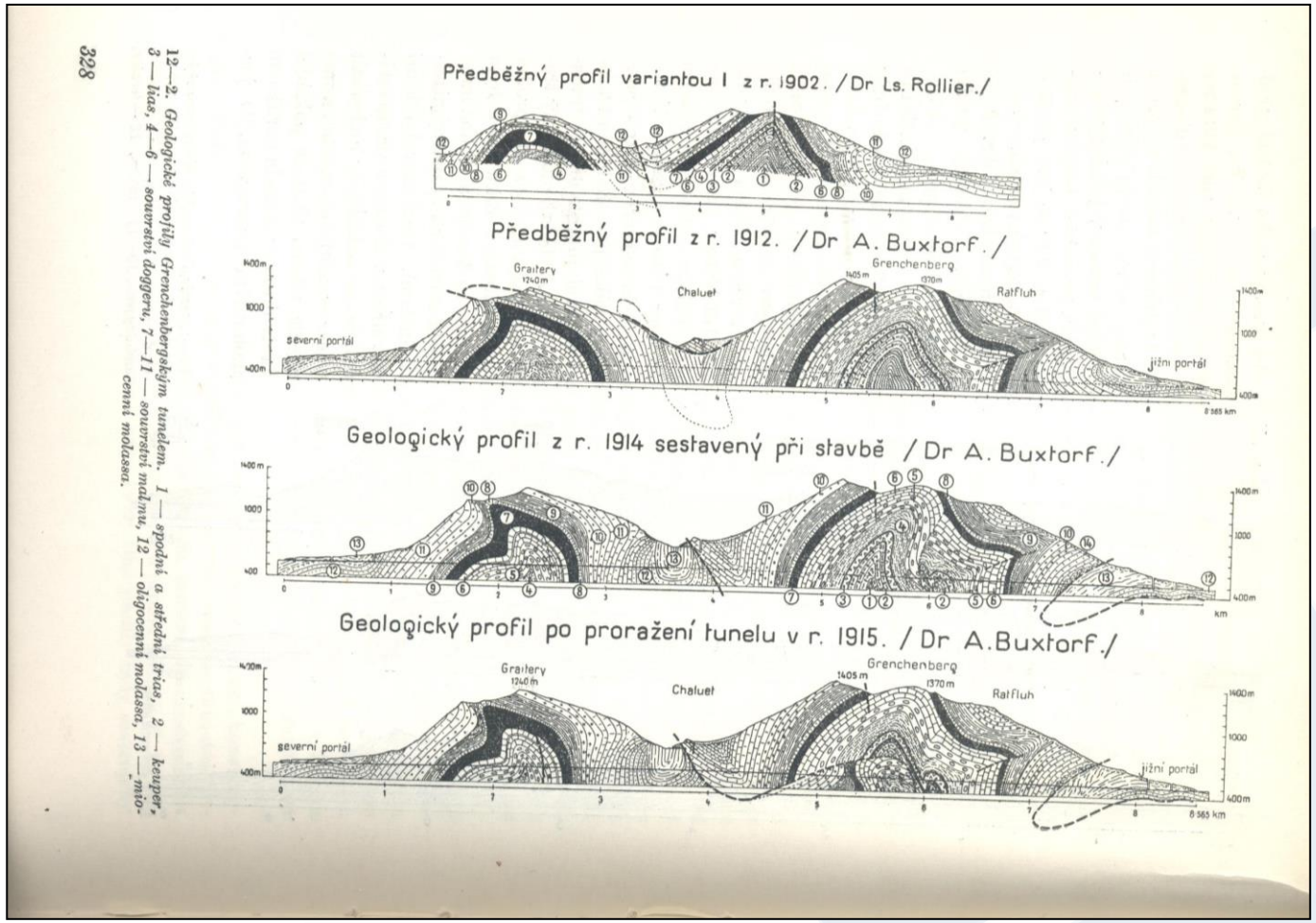


Prof. Vojtěch Mencl
1907 - 2000

Geologické řezy starými alpskými tunely (srovnání před stavbou, během výstavby a po stavbě)

Záruba – Mencl

Inženýrská geologie



Co je smyslem IGP ??

- IGP není pouze provedení vrtů a z nich namalovaná geologie do projektu stavby !!!!
- IGP nejsou pouze soubory dat z provedených zkoušek
- IGP není jen zatřídění horninového masivu podle výsledků průzkumných prací

Co je smyslem IGP ??

- Pro každý stupeň projektové přípravy vytvořit spolehlivý **geologický model resp IG model** a následně ve spolupráci s projektantem geotechnikem i **geotechnický model**

- Musí dát odpovědi a podklady na otázky:
- **- proveditelnosti podzemní stavby v daném území**
- **- bezpečnosti a ekonomické optimálnosti konstrukčního řešení stavby**, a to ve vazbě na náklady na stavbu a dobu výstavby
- **- indukovaných účinků stavby** – ovlivnění okolí stavby prováděním a provozováním stavby

Etapizace IG průzkumu

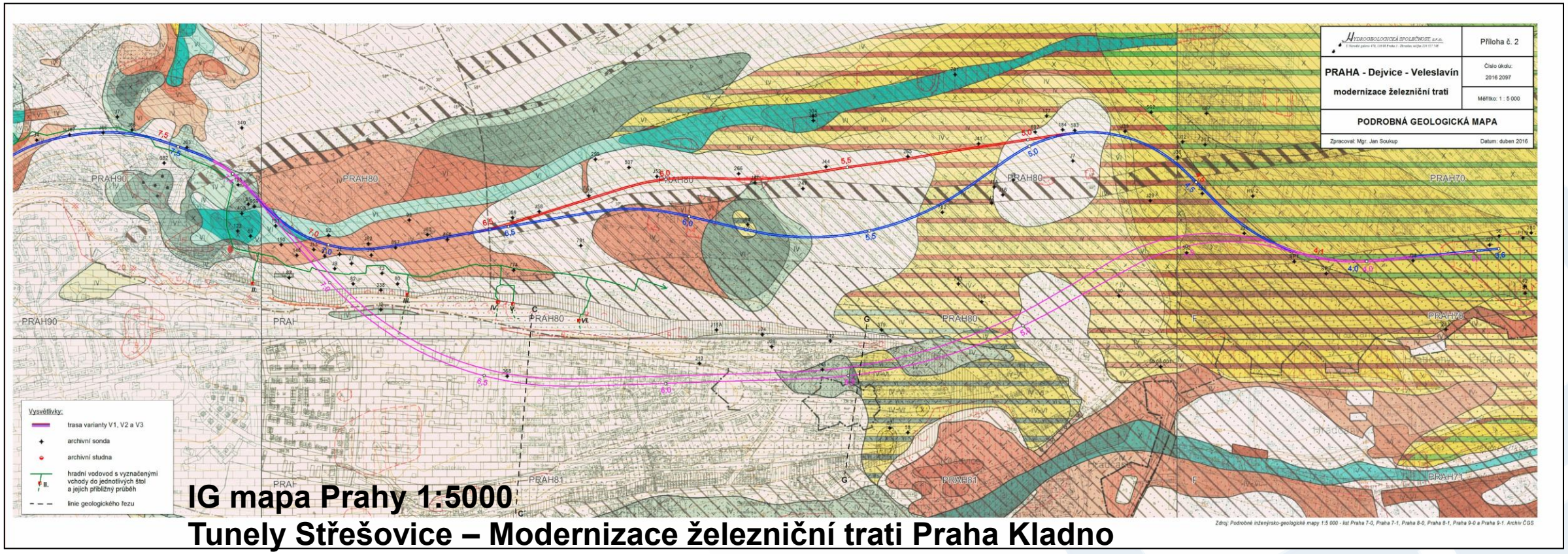
- **Orientační IG průzkum** – pro technickou studii stavby

- **Předběžný IG průzkum** – dříve pro dokumentaci pro územní rozhodnutí (DÚR)
- **Podrobný IG průzkum** – dříve pro dokumentaci pro stavební povolení DSP – dnes pro DÚSP
- Někdy… **Doplňující IG průzkum** – pro PDPS

- **Doplňkový IG průzkum** – pro RDS při realizaci stavby
- **IG sledování při výstavbě** (většinou v rámci GTM)

Pozn: průzkumné štoly v rámci podrobného či doplňkového IGP

Orientační IG průzkum – využití geologických map

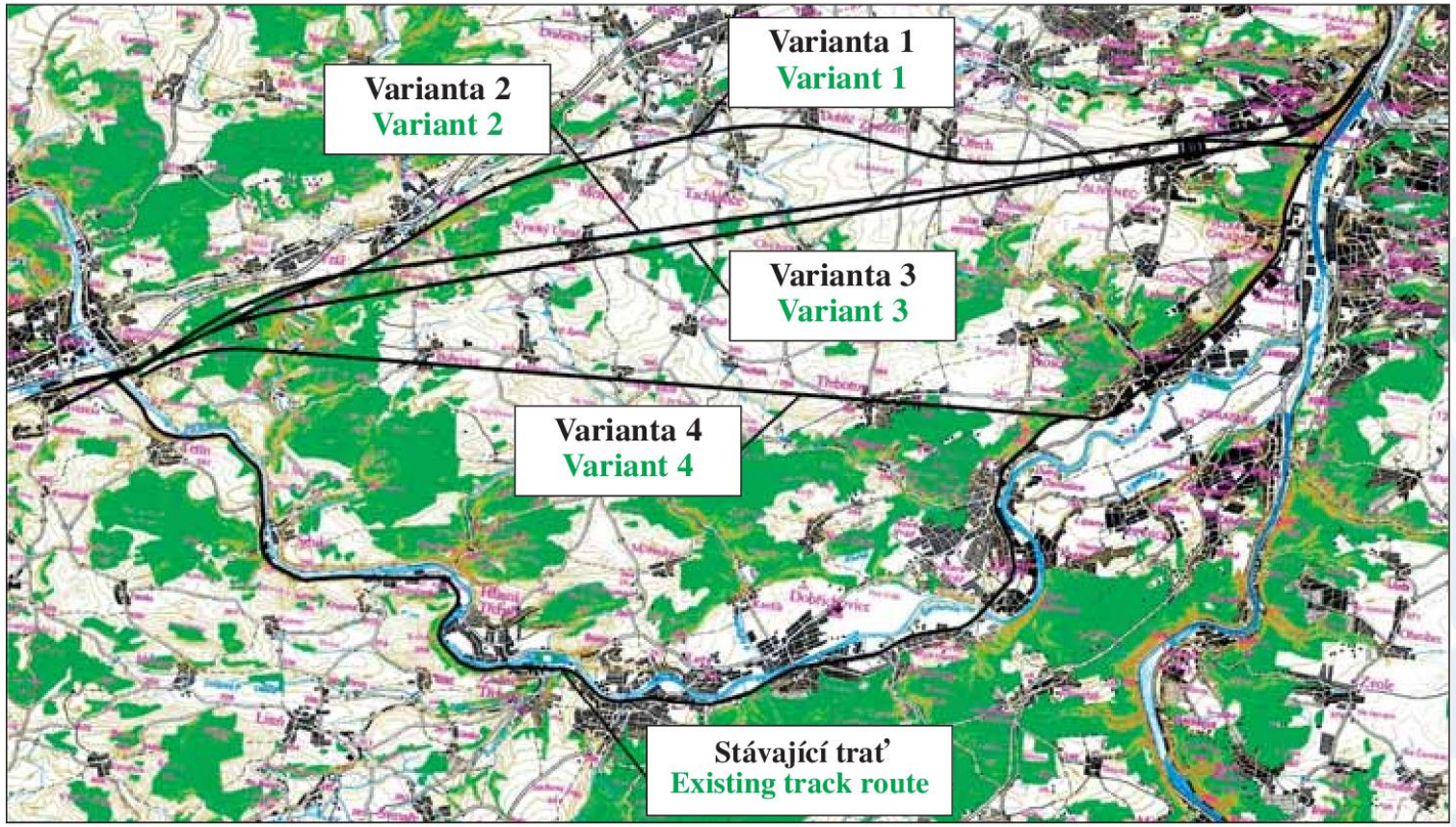


IG mapa Prahy 1:5000

Tunely Střešovice – Modernizace železniční trati Praha Kladno

Využití IG dokumentace výchozů, archivy ČGS Geofond, PUDIS atd.

Prověřované varianty vedení trasy Tunelů Beroun



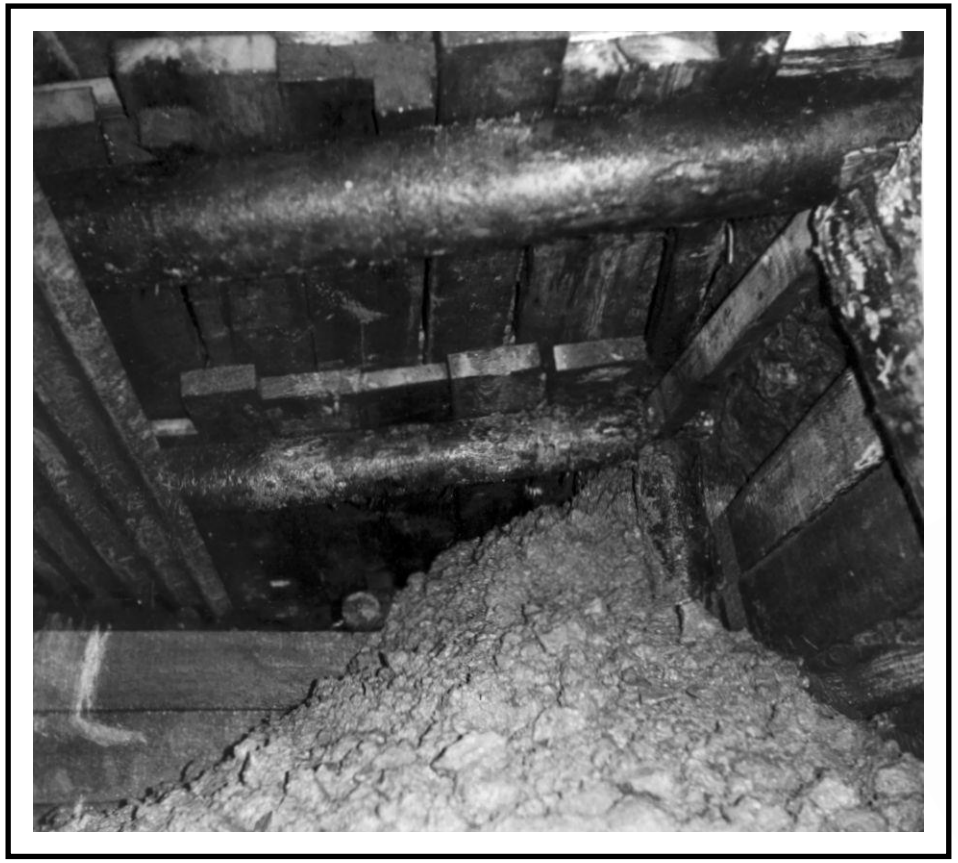
Obr. 1 Zvažované varianty trasy, zvolena byla Varianta 1 (Krása a spol. 2007)

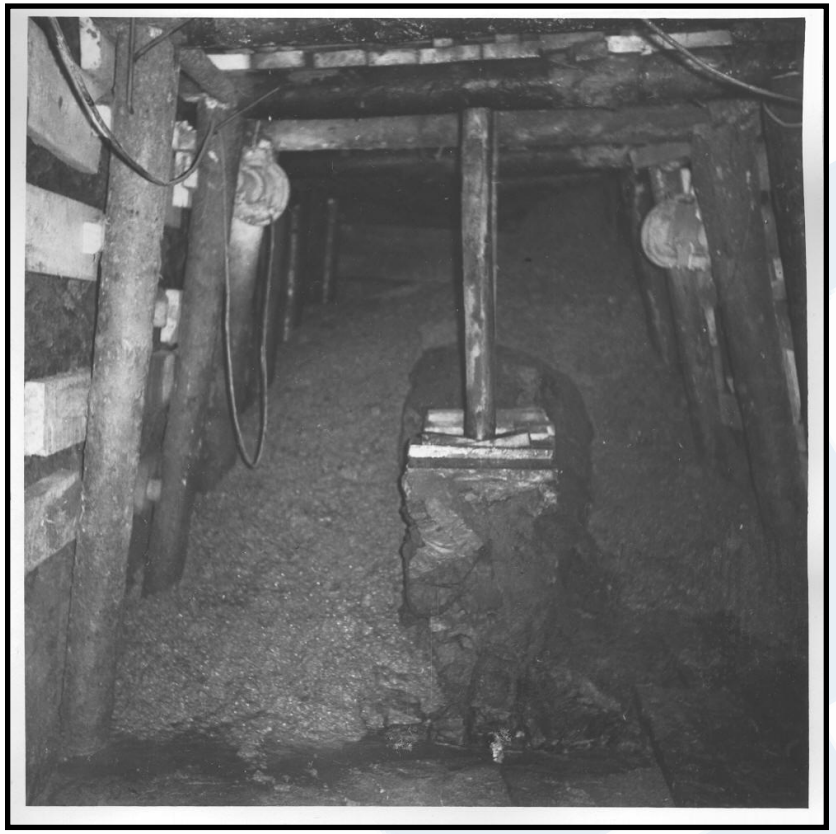
Geologická rizika pro podzemní stavby

Tektonické poruchové zóny

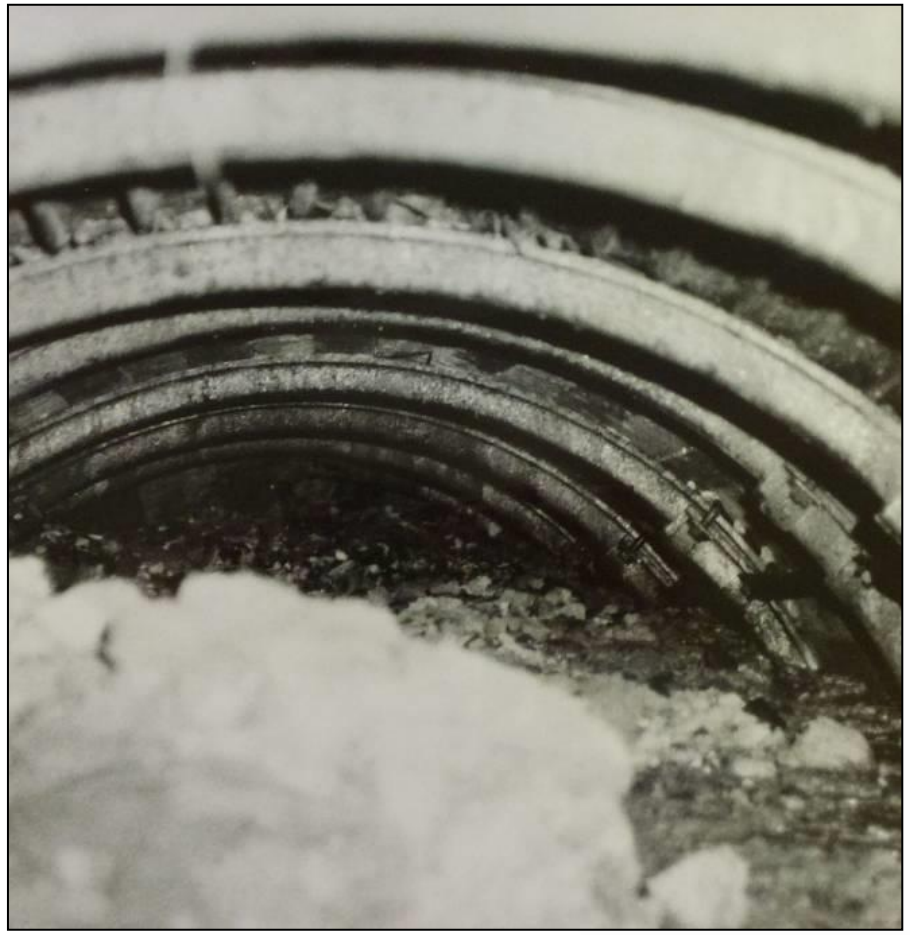


Nestabilita zvodnělé výplně tektonické poruchy v jílovitých břidlicích – IG průzkum pro 3. Vinohradský železniční tunel





Krasové jevy

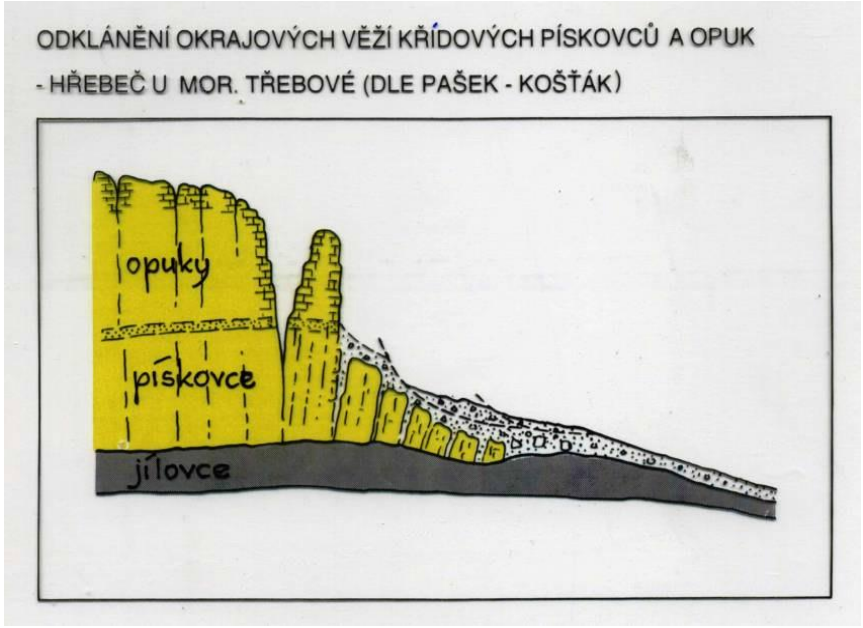


2.7. 1981 došlo při ražbě stoky „P“ k průvalu zvodnělých zemin výplně 100 m hluboké krasové deprese



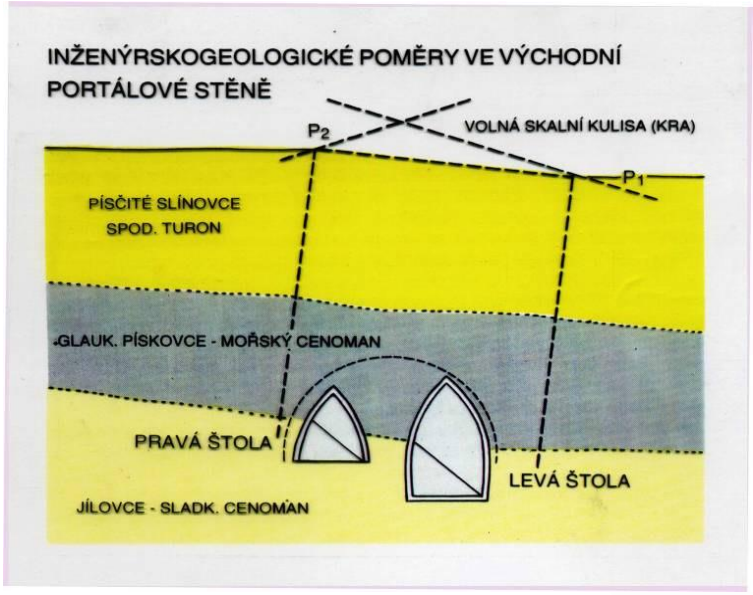
Průvalem vytvořený „splaz“ – plochý kužel dosahoval délky 140-150 m od čela výrubu a zavalil i důlní vozíky

Svahové pohyby



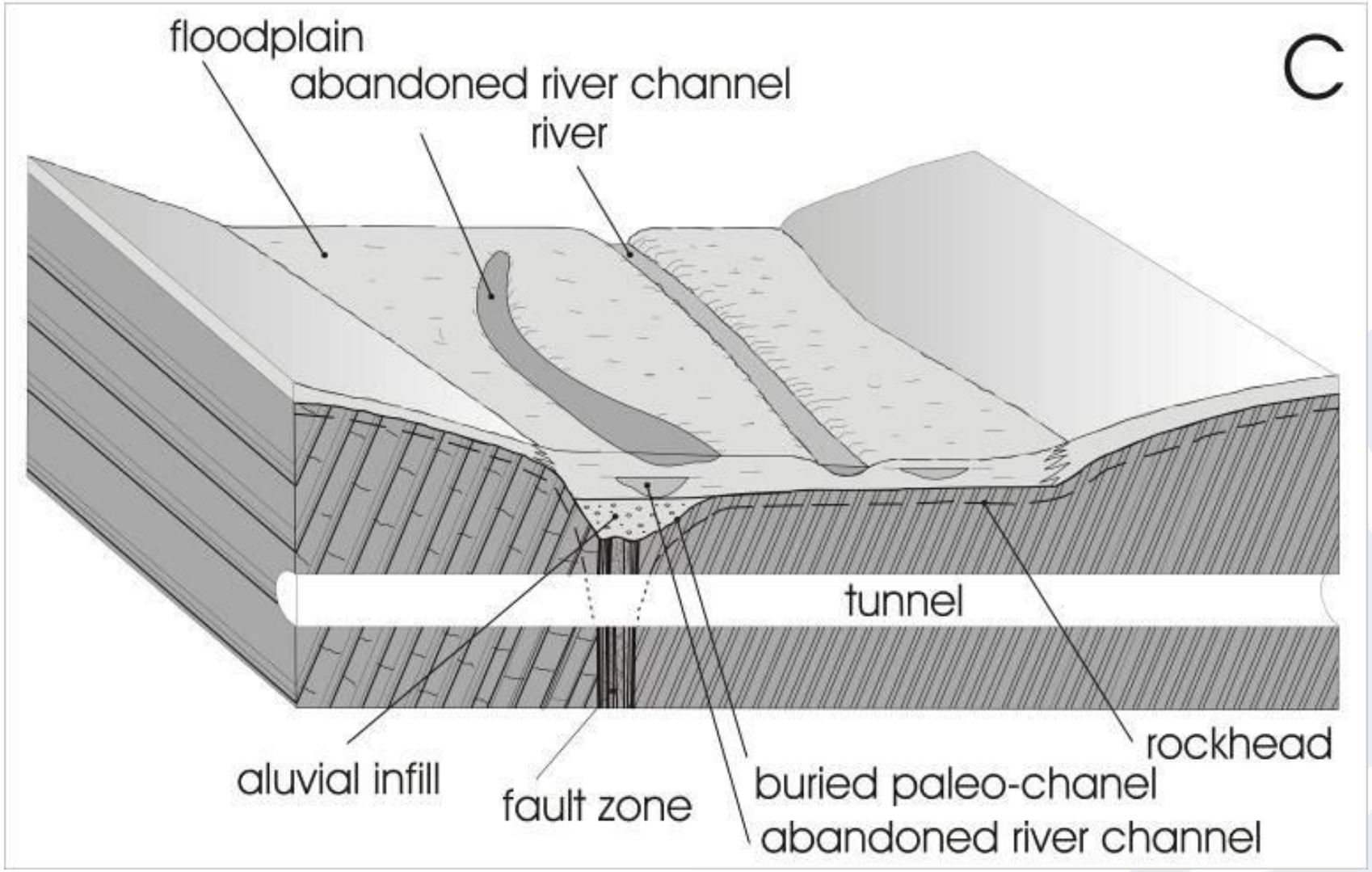


Tunel Hřebeč 1995





Ražba mělko pod vodním tokem



Ražba s malým skalním nadložím pod zvodnělou terasou Vltavy (propad tunelu Blanka 06/2008)





Ražba v oblasti s poddolováním



Tunel Březno – čelba tunelu se zavaleným důlním dílem

Spolupráce řešitele IG průzkumu a projektanta geotechnika

- Při **práci na projektu IG průzkumu**

- Průběžná spolupráce **při realizaci samotného IG průzkumu**
  – vzájemné konzultace

- Spolupráce **při vyhodnocení IG průzkumu** - závěry a interpretace
  - využitelnost v následném projektování

Projekt IG průzkumu

- **Požadavky projektanta** při tvorbě projektu průzkumu
  - na délku, rozsah a umístění vrtů
  - na geotechnické parametry, které má průzkum poskytnout (vstupy pro statické výpočty apod.)

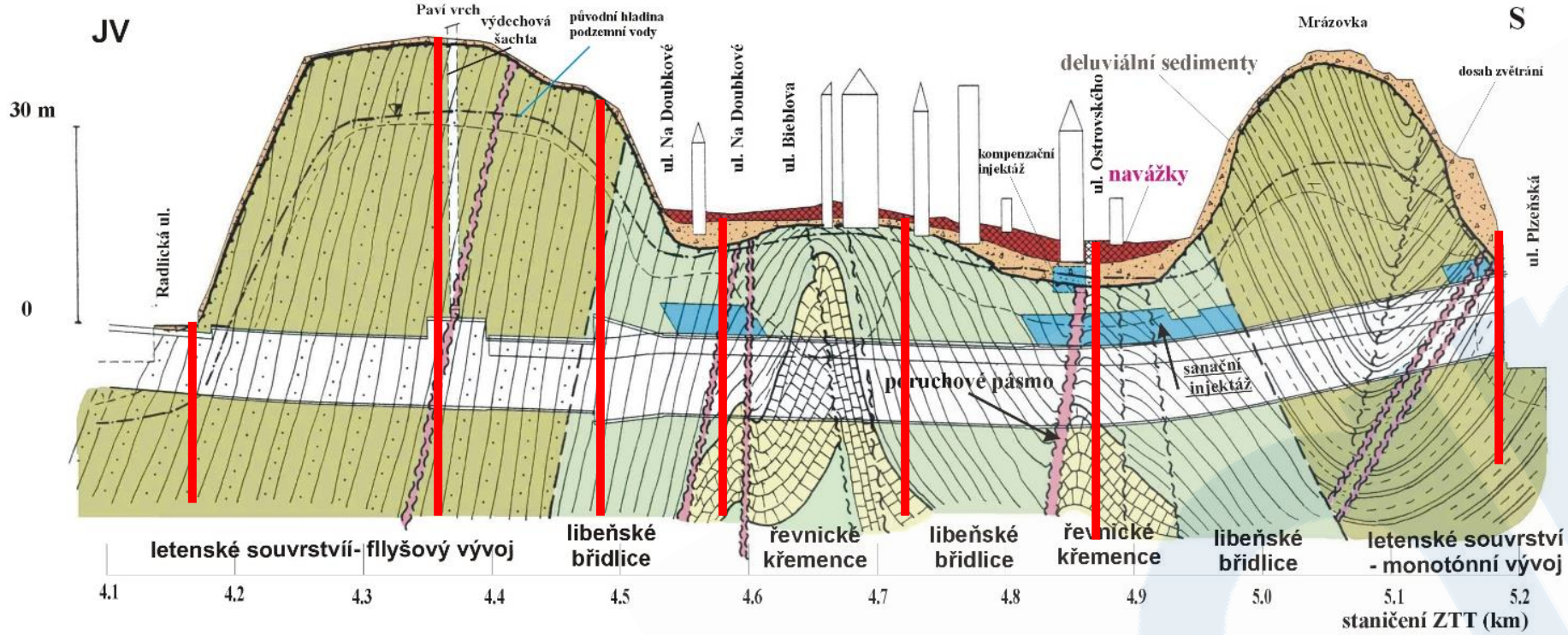
- **Požadavky řešitele projektu průzkumu** na projekční podklady

Spolupráce řešitele IG průzkumu a projektanta geotechnika

Rozsah a charakter IG průzkumu musí též reagovat na :

- Předpokládaný způsob ražby (NRTM či TBM)
- Hloubku tunelu. U mělkých tunelů i na citlivost povrchové zástavby a inženýrských sítí.
- Předpokládané ovlivnění HG poměrů dle zvoleného systému izolace
- Umístění portálů (včetně portálové stavební jámy)

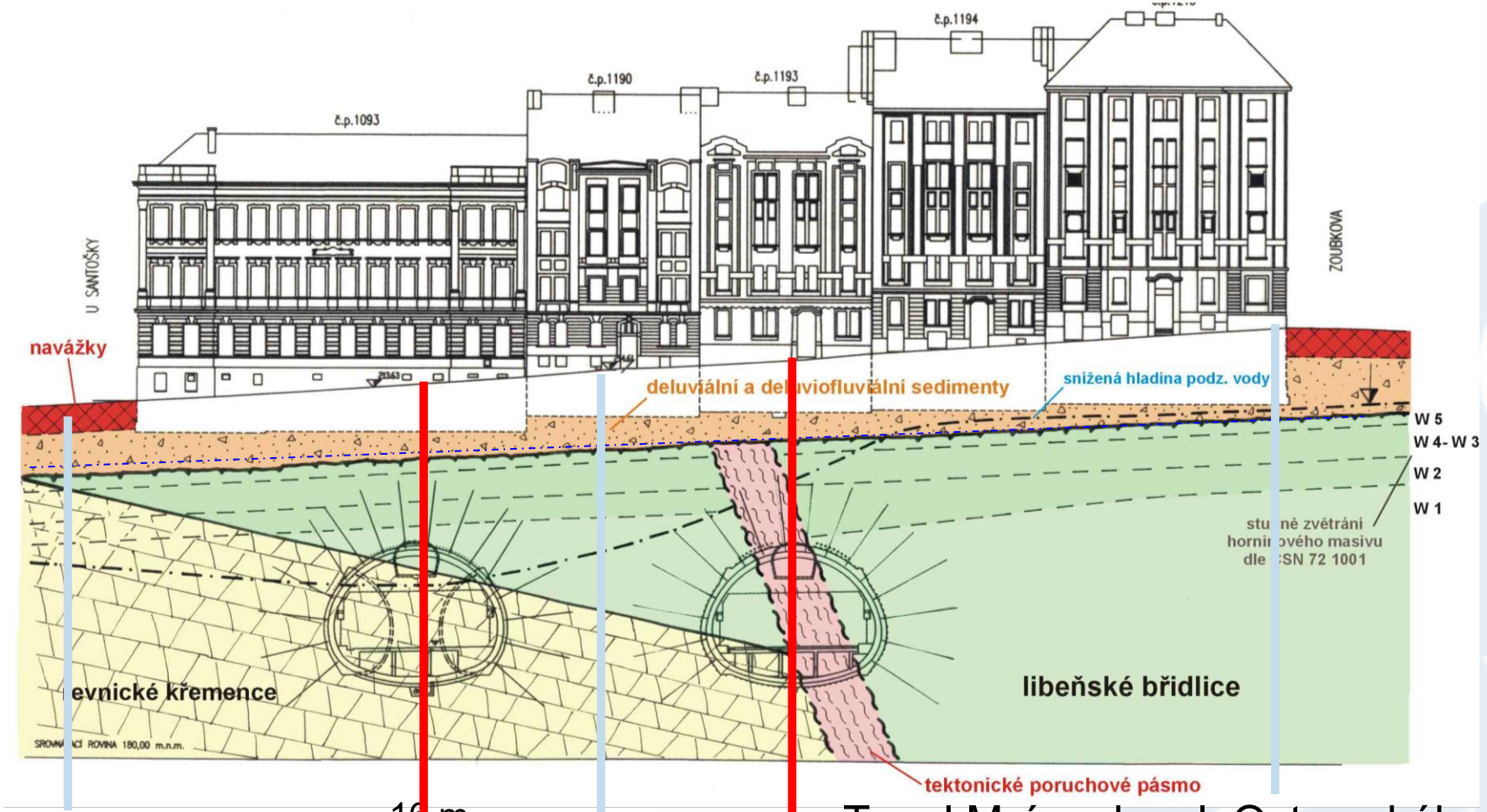
Průzkumné jádrové vrty (ideové schéma)



Podélný geologický řez západním tunelem Mrázovka

Ražba mělko pod zástavbou

Průzkumné jádrové vrty (ideové schéma)



Tunel Mrázovka ul. Ostrovského

Nejistoty ve výstupech IG průzkumu

Z vyhodnocení IG průzkumu by mělo být zřetelné:

- IG a HG a GT poměry **přímo ověřené** průzkumnými pracemi (vrty, průzkumnou štolou atd.)
- **nepřímo ověřené** IG HG a GT poměry zjištěné např. pomocí geofyzikálních metod
- **předpokládané** – interpretace IG, HG a GT poměrů mezi jednotlivými průzkumnými díly

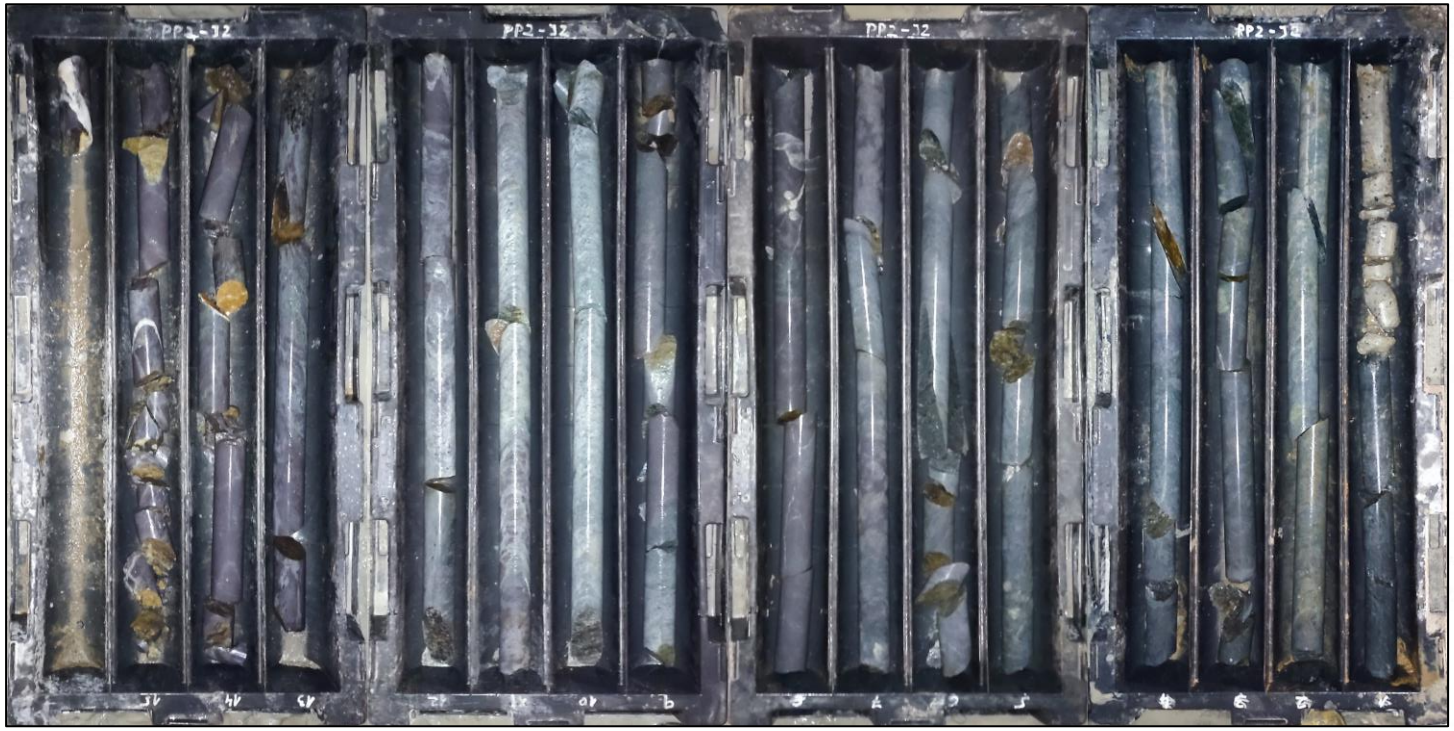
Průzkumné práce nemusejí poskytnout objektivní obraz geologického prostředí

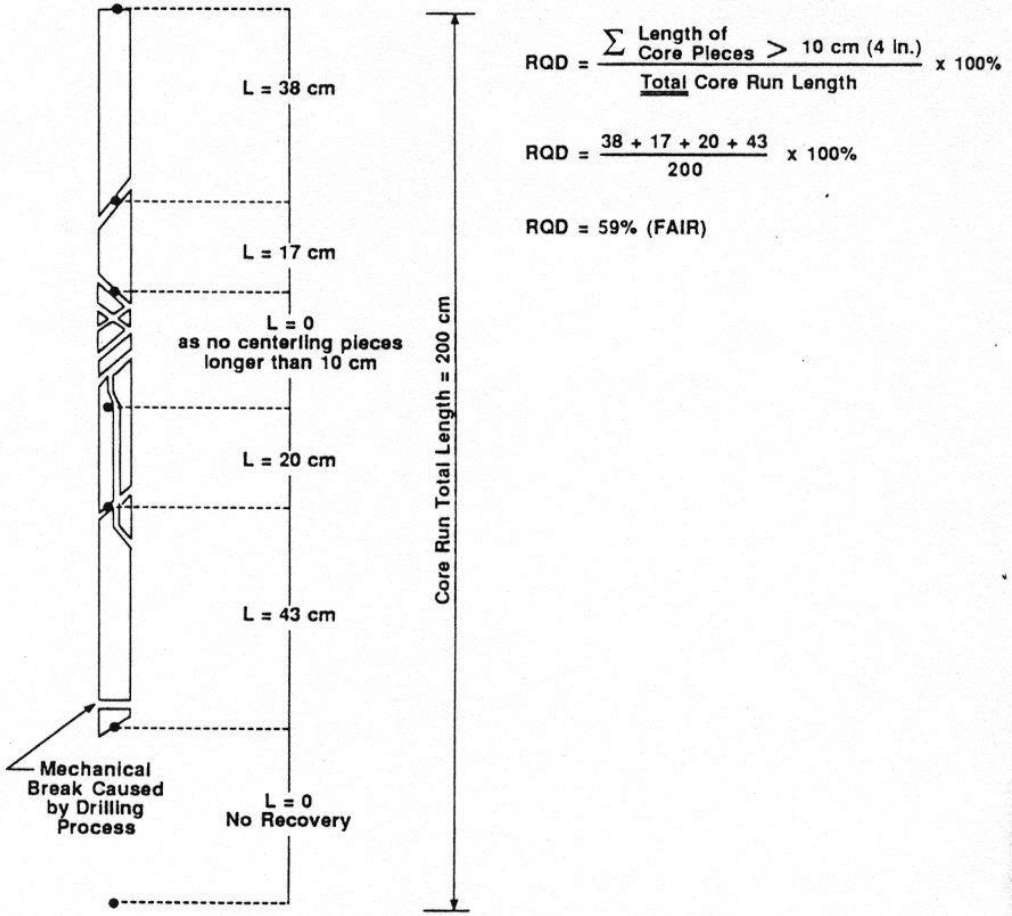
- **Porušení vrtného jádra** při vrtání
- **Vyplavení zeminové výplně diskontinuit** u zvětralých a tektonicky narušených horninových masivů
- **Orientace diskontinuit ve vrtu** – použít karotážní měření, hledat výchozy horninového masivu

Úkolem není veškerou nejistotu odstranit, ale při vyhodnocení s ní počítat a také ji pojmenovat.

Problém se stanovením vzdáleností (rozteče) diskontinuit

- Pravá rozteč diskontinuit
- Index RQD

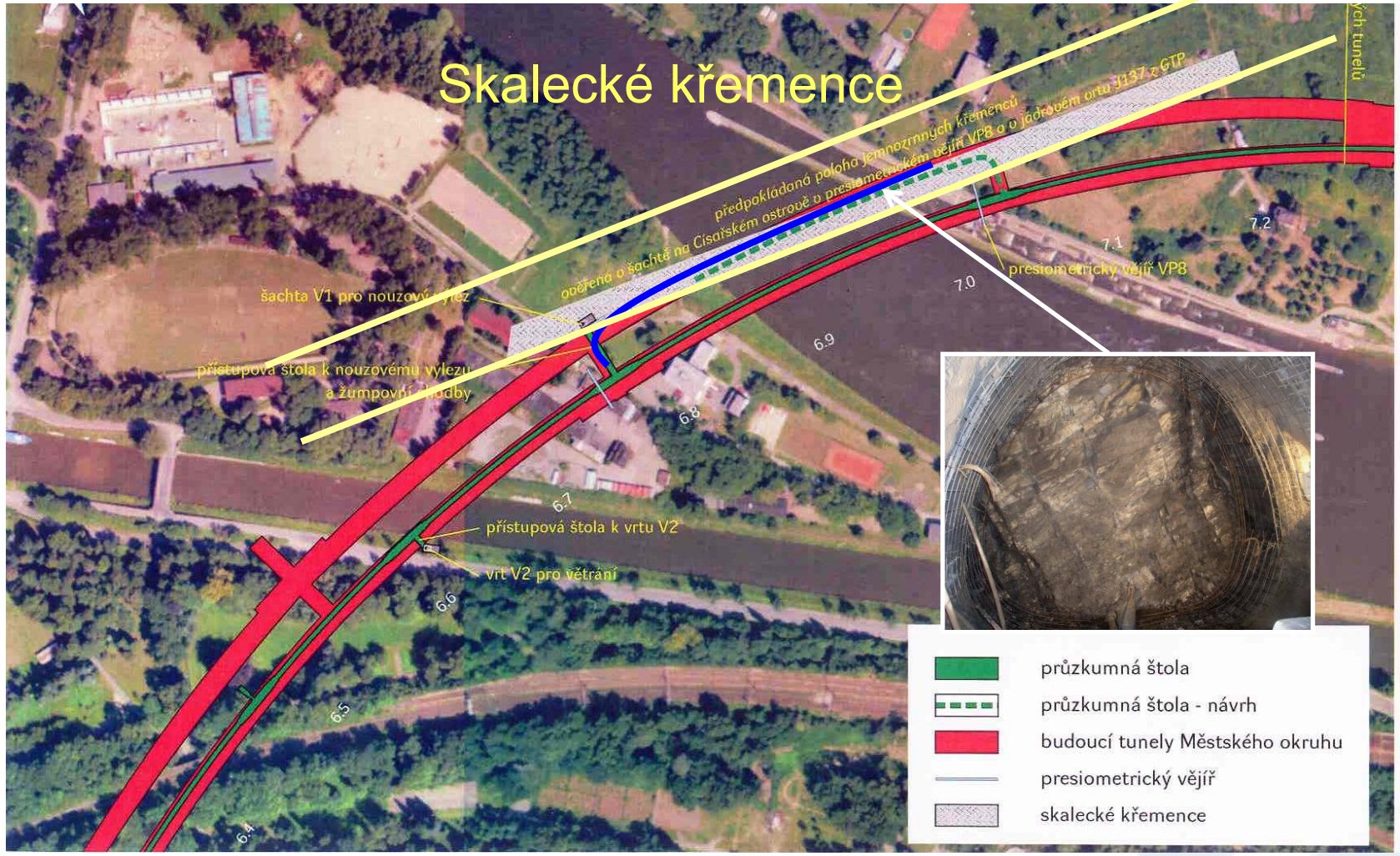




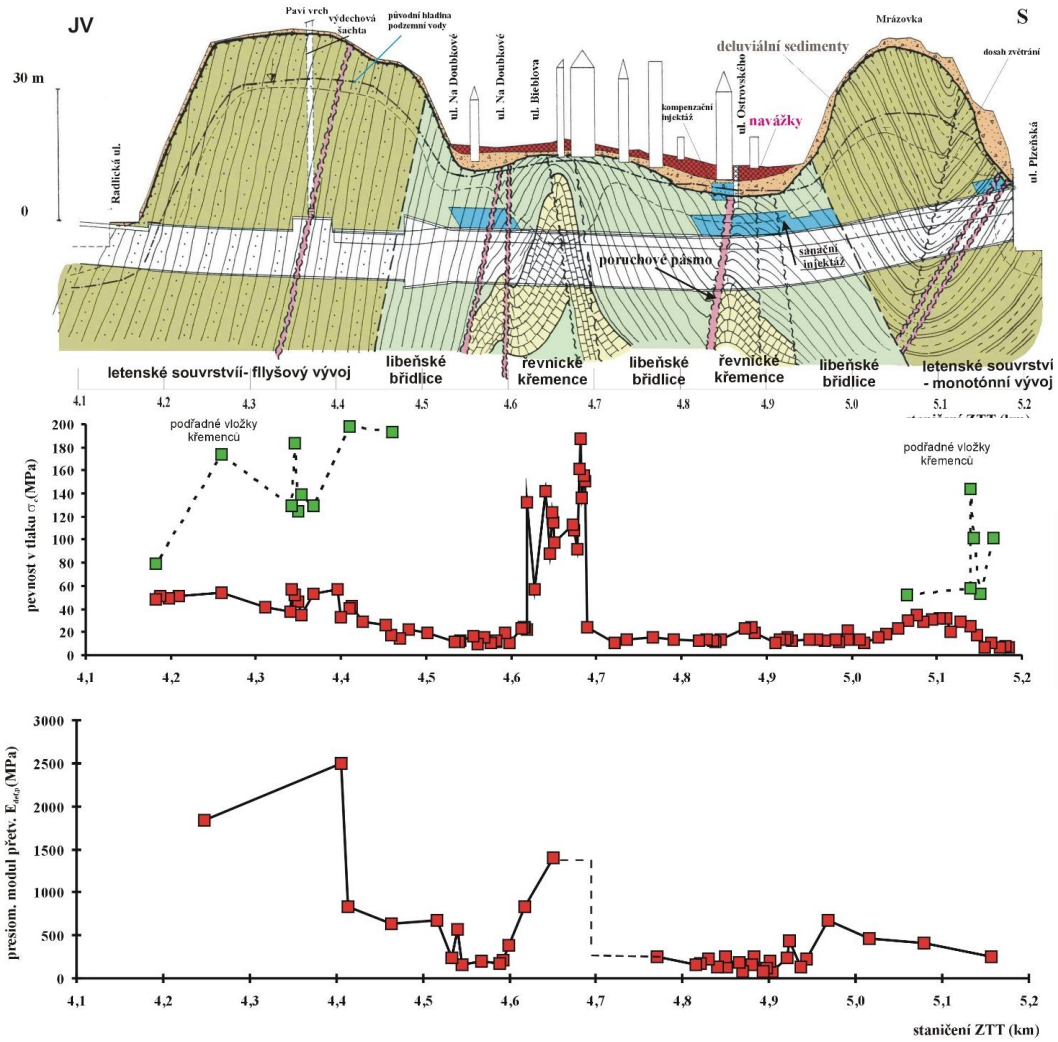
Další příklady limitující interpretaci výsledků IG průzkumu

- **Heterogenita horninového masivu** – nikdy nemůžeme dostat z průzkumu úplný obraz horninového prostředí
- **Umístění průzkumných děl vůči stavbě** (promítání do řezů)
- **Způsob a kvalita vrtných prací**
- **Odběr reprezentativních vzorků pro GT zkoušky**
- **Stanovení GT parametrů horninového masivu**
- **Použití tunelářských klasifikací horninového masivu**

Výskyt skaleckých křemenců souběžně s průzkumnou štolou Blanka v budoucí druhé tunelové troubě



Geotechnické zkoušky a z nich vycházející geotechnické parametry horninového masivu



PODÉLNÝ GEOLOGICKÝ ŘEZ

Západním tunelem Mrázovka

Průběh průměrné pevnosti v jednoosém tlaku horninového materiálu

Průběh průměrných presiometrických modulů přetvárnosti

Geotechnické charakteristiky horninového masivu

IGP průzkum

- **Výsledky zkoušek – naměřené hodnoty**
- **Odvozené hodnoty**
- **Reprezentativní hodnoty pro určité GT celky**

- případně spolupráce s GT projektantem na návrhu charakteristických hodnot pro konkrétní místa výpočtů

GT projekt (řeší projektant podzemní stavby)

- **Charakteristické hodnoty**
- **Parametry použité v numerickém modelu**

Další faktory limitující výsledné zapracování výsledků IGP …. „povzdechnutí“ ☹

- **Projekční podklady** – jako podklad pro průzkum nejsou někdy k dispozici v takovém stupni návrhu, který by odpovídal zpracování projektu IG průzkumu.

- **Čas na zpracování IGP** (vstupy pro vrtné práce, realizace a především vyhodnocení průzkumných prací a geotechnických zkoušek) nebývá dostatečný.

- **Čas na zpracování výsledků IGP do samotného projektu stavby,** pro který je zpracováván …. je asi minimální

Průzkumné štoly

IGP průzkum

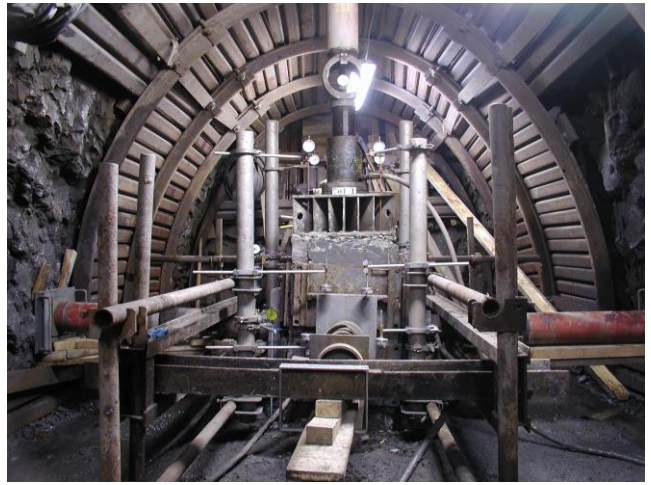
Průzkumná štola umožňuje oproti vrtům zjistit geologické a geotechnické poměry (včetně realizace geotechnických) zk. in situ a to nejen bodově jako vrt, ale v délce samotné podzemní stavby

GT monitoring

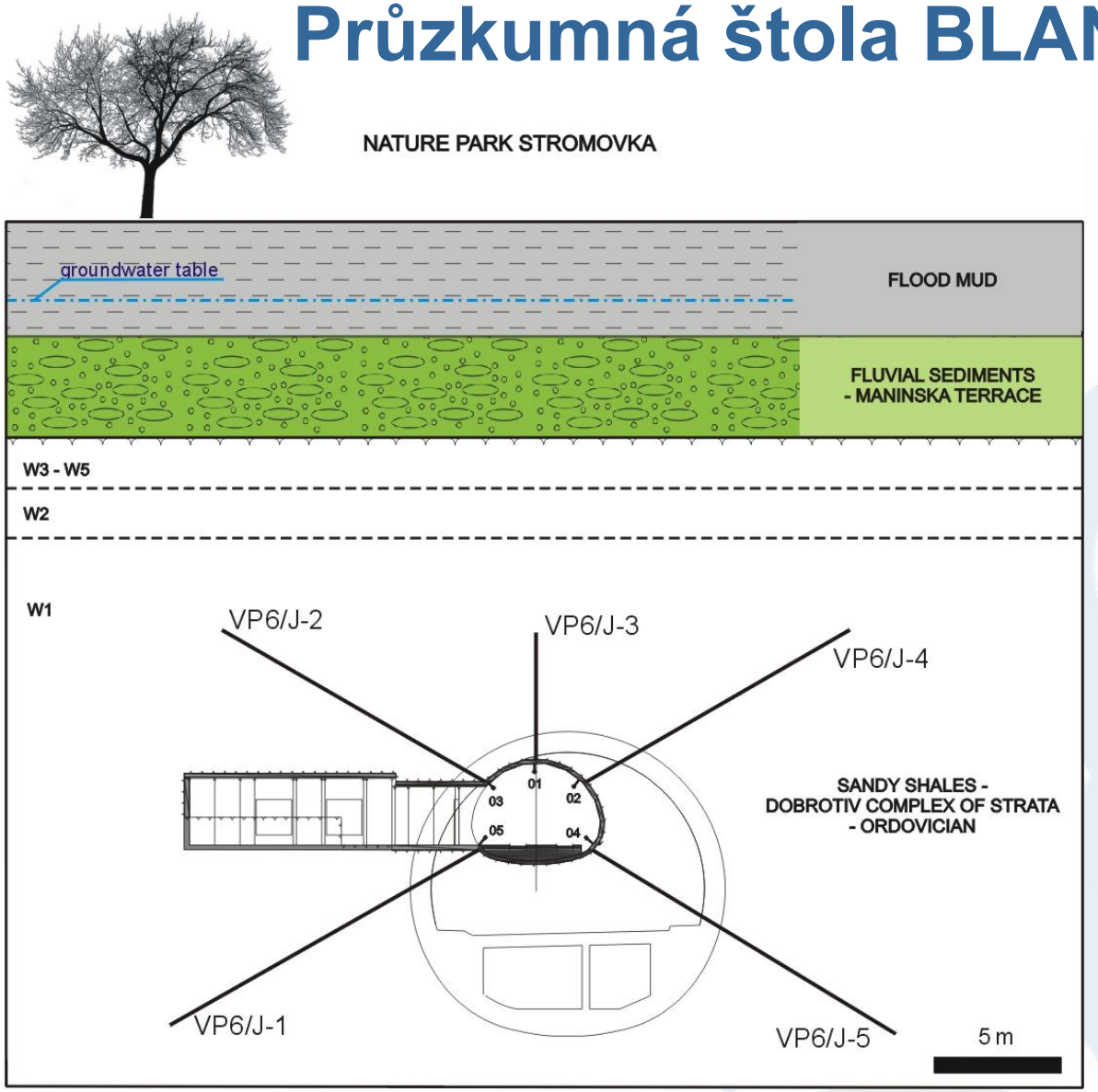
GT monitoring průzkumné štoly umožňuje monitorovat chování horninového masivu a jeho primárního zajištění (obzvlášť u větších pokusných výrubů)

Geotechnický průzkum a monitoring průzkumné štoly BLANKA na stavbě 079 Špejchar – Pelc Tyrolka, 2006





Průzkumná štola BLANKA



Geotechnický průzkum a monitoring průzkumné štoly na stavbě č. 514 Tunel Lochkov, 2004

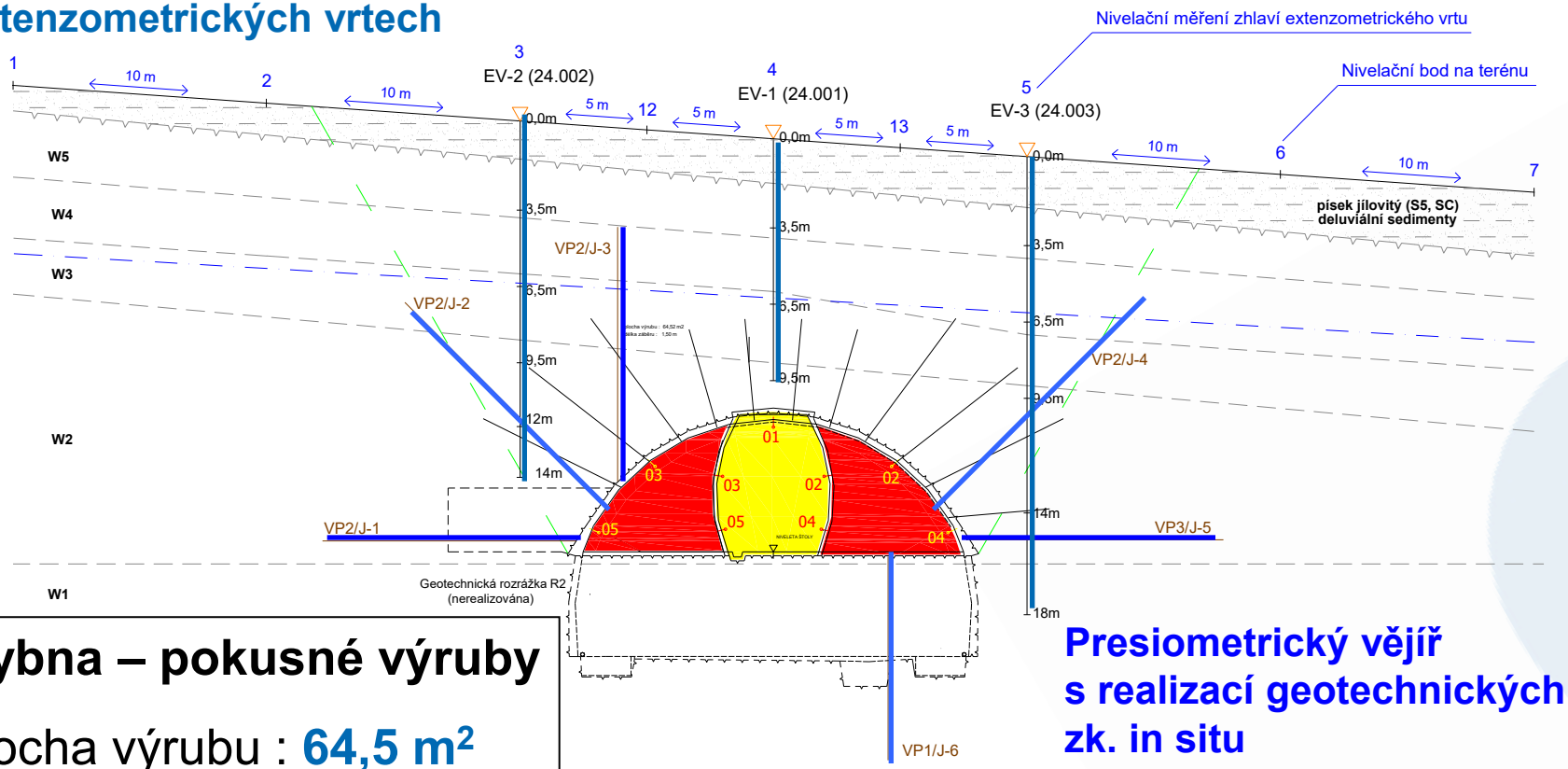
Průzkumná štola na st. 514 Tunel Lochkov

GEOTECHNICKÝ ŘEZ SDRUŽENÝM PROFILEM V 12,935 km

PROFIL G13, NIVELACE TERÉNU
km 12,935

Presiometrické zkoušky provedené v extenzometrických vrtech

EXTENZOMETRICKÝ PROFIL





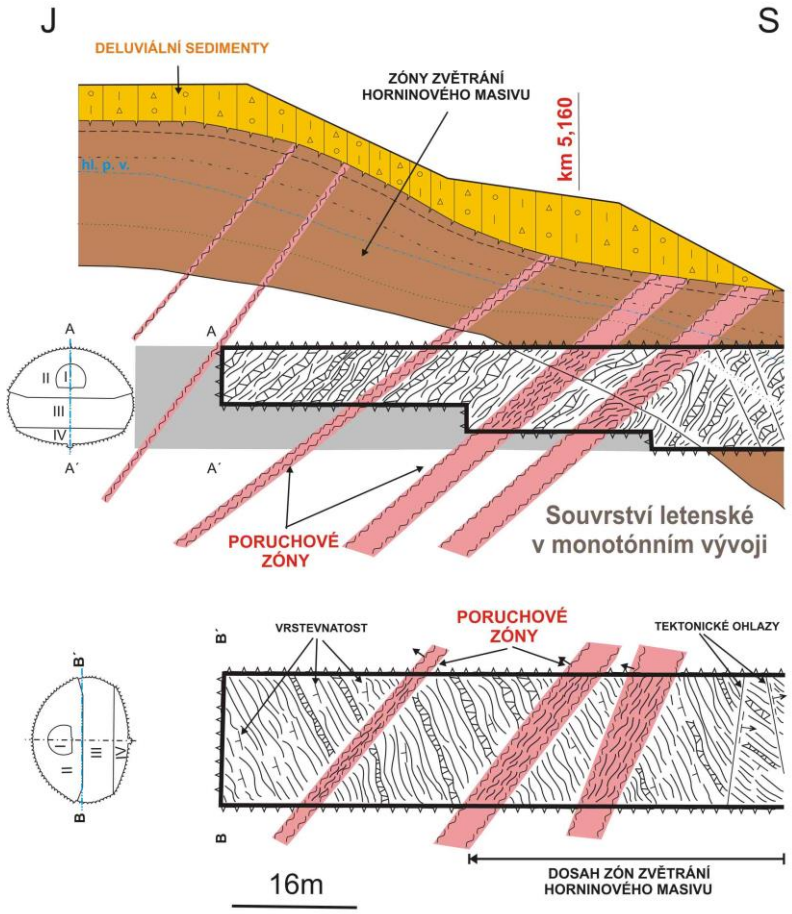
Výhybna – pokusné výruby

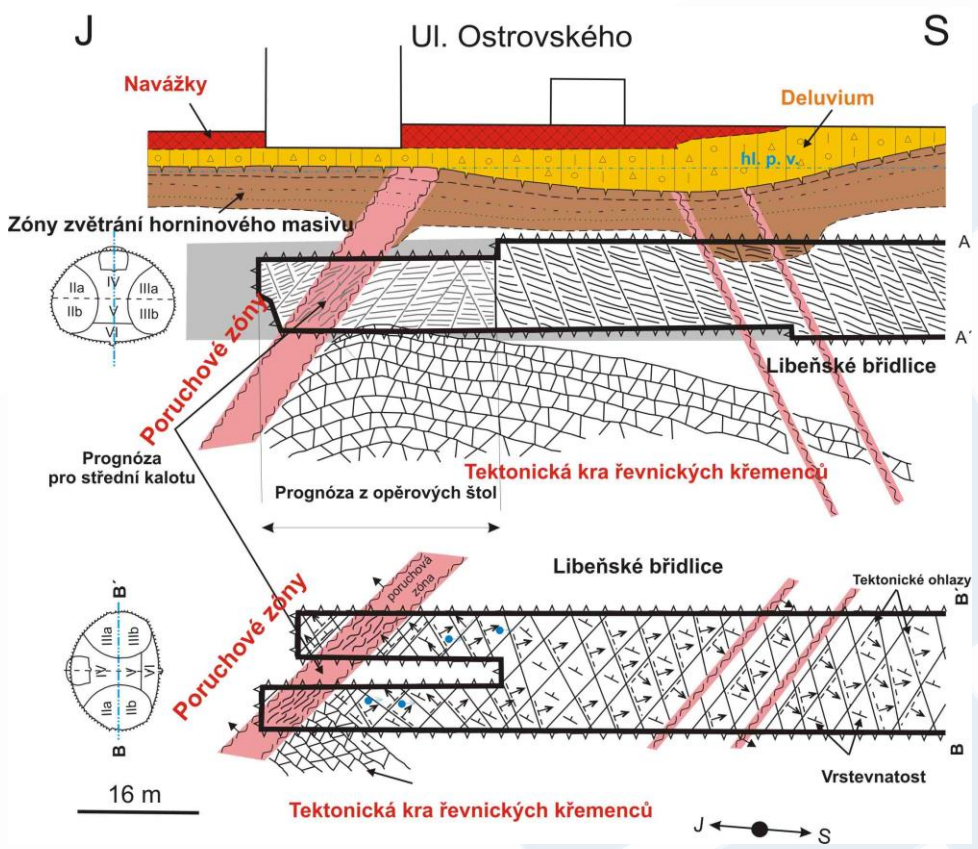
plocha výrubu : **64,5 m²**

Presiometrický vějíř s realizací geotechnických zk. in situ

IG sledování při ražbě tunelu – „odevzdáním závěrečné zprávy IGP proces nekončí“

- neustálá aktualizace prognóz IG poměrů při ražbě – zpřesnění IG modelu





Závěr

Smyslem IG průzkumu

- je poskytnout v procesu navrhování podzemní stavby takové **informace**, které **umožní včas zvolit správné projekční řešení** a **provést adekvátní rozhodnutí**, ve vazbě na zjištěné IG, HG a GT poměry
- Smyslem IG průzkumu je **neustálá spolupráce řešitele IGP a projektanta**
- Smyslem IG průzkumu je vždy **adekvátně a včas odpovědět na otázky**, které v procesu návrhu a výstavby podzemní stavby vznikají

Limity IG průzkumu

- IGP nikdy **neposkytne úplný obraz horninového prostředí** – jedná se o neustálou práci s upřesněním určité představy - prognózy
- Limity a **nejistoty IG průzkumu je třeba znát**, přiznat je a **pracovat s nimi**

Děkuji za pozornost



Průzkumná štola
D3 tunel Kamenná vrata