



# Závěrečná zpráva

---

**Porovnávací studie trasování VRT v Ústeckém kraji (v rámci VRT Praha – Drážďany) s přihlédnutím k oblasti Chlumce a geologickým specifikům.**


---

**Česká geologická služba**

Klárov 131/3, 118 21 Praha 1

[www.geology.cz](http://www.geology.cz)

BŘEZEN 2023

<b>Název akce:</b>	VRT Praha – Drážďany
<b>Závěrečná zpráva:</b>	Porovnávací studie trasování VRT v Ústeckém kraji (v rámci VRT Praha – Drážďany) s přihlédnutím k oblasti Chlumce a geologickým specifikům.
<b>Objednatel:</b>	Správa železnic, státní organizace Stavební správa vysokorychlostních tratí Dlážděná 1003/7, Praha 1 110 00
<b>Zhotovitel:</b>	Česká geologická služba (IČ 00025798) Klárov 131/3, Malá Strana, 118 21 Praha 1
<b>Číslo rámcové smlouvy:</b>	E618-S-2394/2022, Číslo: 23_616020003
<b>Číslo smlouvy zhotovitele:</b>	
<b>Číslo úkolu zhotovitele:</b>	500526
<b>Odpovědný řešitel:</b>	Ing. Petr Kycl 
<b>Autorský kolektiv:</b>	Mgr. Martin Alexa Mgr. Jan Franěk, Ph.D. Ing. Petr Kycl Mgr. Vladislav Rapprich, Ph.D.
<b>Předkládá:</b>	Mgr. Zdeněk Venera, Ph.D. – ředitel České geologické služby

## Obsah

1	Úvod.....	5
1.1	Vymezení zájmové oblasti.....	5
1.2	Časový harmonogram prací.....	6
2	Dosavadní geologická prozkoumanost posuzovaných tras.....	6
2.1	Projekt Interreg V.A.....	6
2.2	3D geologické modely jako výstup projektu Interreg.....	10
2.3	Projekt IGP – etapa předběžného průzkumu.....	13
2.4	Geofyzikální prozkoumanost jižního portálu krušnohorského tunelu.....	14
2.4.1	Geofyzikální prozkoumanost trasy ZUR (původní E).....	14
2.4.2	Geofyzikální prozkoumanost varianty Mrchový kopec a Pod Bulfem/Holý Vrch (původně F2 – severní část).....	15
2.4.3	Shrnutí GF prozkoumanosti.....	15
3	Popis zón s vyšším rizikem pro stavbu.....	17
3.1	Krušnohorský svah – jižní portál tunelu.....	17
3.2	Varianta ZUR (původní E – západní) mimo portál krušnohorského tunelu.....	21
3.3	Varianta Mrchový kopec a Pod Bulfem/Holý Vrch (původně C+F2 – východní) mimo portál krušnohorského tunelu.....	24
4	Závěrečné zhodnocení geologických poměrů tras.....	26
5	Literatura.....	27

## Seznam obrázků

Obr. 1: Schematická mapa všech variant v roce 2016 (zdroj SŽ, projekt Interreg V A) .....	9
Obr. 2: Umístění a rozsah 3D geologických modelů a odpovídající plánované železniční trasy (černé linie) znázorněné na geologické mapě vytvořené kompilací archivních geologických map jako základ nově zpracovaných geologických modelů. Zobrazeno na topografickém podkladu 1 : 200.000 (ČUZK). Zleva doprava: varianta ZÚR, Mrchový kopec, Pod Bulfem/Holý Vrch.....	10
Obr. 3: Krušnohorský geologický model, dole s odkrytým povrchem a žlutě vyznačenou východní variantou krušnohorského tunelu (Mrchový kopec a Pod Bulfem/Holý Vrch jsou zde sjednoceny) .....	12
Obr. 4: Geologický řez 3D modelem podél trasy tunelu (trasa Mrchový kopec a Pod Bulfem/Holý Vrch jsou zde sjednoceny), se žlutě vyznačeným průběhem krušnohorského tunelu. Scéna je 3x převýšena. ....	13
Obr. 5: Výřez z přílohy č. 2.1 in Schoffer (2022) s navrženými vrty v linii současně řešeném koridoru. ....	14
Obr. 6: Interpretace měření hluboké reflexní seismiky s pomocí seismické tomografie na profilu GF KH-6. Čárkovaná čára značí tektoniku (zlomy), červený obdélník plánovanou trasu tunelu (AZGeo 2022) .....	16
Obr. 7. Geologická situace a průběh posuzovaných variant VRT v oblasti jižního portálu krušno-horského tunelu s vyznačením rudních revírů i jednotlivých důlních děl v okolí Krupky a Telnice. Fialovou linií je varianta ZÚR, zelenou (s přechodem do modré) Mrchový kopec a Pod Bulfem/Holý vrch.....	17
Obr.8 Situační nákres průzkumných štol u dolu ČSA (Horáček, 1994). ....	18
Obr.9: Geologické řezy podél 4 průzkumných štol u dolu ČSA (Horáček, 1994). ....	19
Obr.10: Příklad 2 různých vývojų krušnohorské zlomové zóny (žlutou barvou) u dolu ČSA - SZ-JV geologické řezy, nahoře lokalizace deformace do jedné mohutnější drcené zóny mocné cca 80m, dole distribuce křehké deformace podél mnoha dílčích poruch s celkově výrazně vyšší mocností celé zlomové zóny téměř 300m. Převzato z Bycharové et al. (1988). ....	20
Obr.11: Průzkumná štola Jezeří u dolu ČSA – intenzivní průsaky podzemní vody v krystaliniku, pravděpodobně podél jedné z dílčích poruch krušnohorské zlomové zóny, rok 2018.....	20
Obr. 12: Situace v oblasti východního cípu mostecké pánve. Hnědě lemované polygony označují poddolovaná území, oranžové křížky potom jednotlivá důlní díla, červené linie jsou závěrné hrany lomů z druhé poloviny 20. století a hrany výsypek digitalizované z archivních map – tedy pouze k datu vytvoření daných materiálů.....	21
Obr. 13: Geologická mapa s vyznačením plánované trasy VRT v západní variantě. Polyfázově alterované vulkanické horniny jsou označeny vodorovnou fialovo-žlutou šrafou. Z části jsou zakryty kvarténními sedimenty (světle hnědá barva).....	22
Obr. 14. Geologický řez připravovaný původně pro tunelovou variantu dálnice D8. Je zde patrné, že jižní část tunelu by probíhala v křídových slínovcích, kdežto severní ve složitém prostředí alterovaných vulkanitů. ....	23
Obr. 15: Geo10 středohoří na podkladě topo 200 (ČUZK). Sesuvy – okrové plochy zvýrazněné červenou konturou. Oblast portálu u Vchynic je prostá významných svahových deformací, které se koncentrují na svahy vrchů Lovoš na SV a Ovčín na JZ. ....	23
Obr. 16. Geologická mapa s vyznačením možných variant ve východním vedení trasy VRT. Červeně trasa Mrchový kopec a zeleně Pod Bulfem/Holý Vrch. ....	25
Obr. 17. Schematický nákres situace výskytu vulkanických hornin v oblasti mezi Litoměřicemi a Třebušínem. Plošinu masivu Vrchovina – Dlouhý vrch – Křížová hora tvoří lávová sekvence ve výplni paleóúdolí. Menší izolované vršky v pruhu Myštice – Řepčice pak představují erozní relikt drobných vulkánů s hluboce založenými přírodními drahami.....	25



# 1 Úvod

Na základě objednávky SŽ ze dne 27. ledna 2023, která byla předložena v souladu s Rámcovou smlouvou č. E618-S-2394/2022, zpracovala Česká geologická služba „Porovnávací studii trasování VRT v Ústeckém kraji (v rámci VRT Praha – Drážďany) s přihlédnutím k oblasti Chlumce a geologickým specifikům“.

## Kompletní popis dílčího plnění ČGS v rámci této objednávky bylo:

- Shromáždění a vyhodnocení geologických dat dotčeného území.
- Posouzení a porovnání variant vysokorychlostní trati RS 4 z geologického hlediska.
- Průběžné informování objednatele.
- Zpracování závěrečné zprávy a předání objednateli elektronicky (pdf).

## 1.1 Vymezení zájmové oblasti

Zájmová oblast byla dána trasou ze ZÚR a ze SP ve formátu .shp a .dxf předanou objednatelem po podpisu objednávky. Jedná se o 3 koridory, které byly v předaných dokumentech popsány a v prostředí GIS poměrně složitě strukturovány. Šlo o dílčí názvy úseků „Mrchový kopec, Pod bulfem, Holý vrch, Pod bulfem tunel, koleje, tunel“ apod. Pro sjednocení názvů historických a současných tras slouží tab. 1. Na obr. 1 jsou pak uvedeny trasy řešené do roku 2020 (v původním značení A, C, E, F2) a na obr. 2 pak současné značení tras (od západu k východu: ZÚR, Mrchový kopec a Pod Bulfem/Holý vrch). Další příprava VRT tak počítá s následujícím označením tras (tab. 1):

- ZÚR
- Mrchový kopec
- Pod Bulfem (subvariantně Holý vrch)

Tab. 1: Převodní tabulka původního a nyní používaného popisu tras (variant)

Současný název trasy	Historický název trasy (do cca 2020)	Komentář k trase
ZÚR	E	Rezerva ze „Zásad územního rozvoje ÚK“
–	F2 (jižní část), A	Varianty byly na základě výstupů projektu „Přeshraniční spolupráce pro rozvoj železniční dopravy Sasko – ČR“ (Interreg IVA) opuštěny.
Mrchový kopec	C, F2 (severní část)	Varianta odpovídá původní variantě C v severní části je pak souhlasná s variantou F 2
Pod Bulfem/Holý vrch	F2 (severní část), v jižní části neměla ekvivalent	Varianta se liší se na povrchu v úseku Litoměřice – Roudnice nad Labem, v severní části opět odpovídá F2.

## 1.2 Časový harmonogram prací

V rámci plnění uzavřené objednávky byla mezi 27. lednem a 15. březnem 2023 provedena rozsáhlá rešerše dat z archivu ČGS (Útvar informačních systémů), která se vztahují k zájmové oblasti. Byly dokumentovány a následně reinterpretovány podstatné geologické objekty nacházející se v zájmovém území. To bylo vymezeno zadavatelem (SŽ v zaslaných podkladech – .shp trasy). Zároveň byly využity dostupné závěry projektů ČGS, které se v minulosti zabývaly geologickou problematikou okolí vlastní plánované trasy VRT a jsou zhodnoceny níže.

## 2 Dosavadní geologická prozkoumanost posuzovaných tras

### 2.1 Projekt Interreg V.A

Česká geologická služba realizovala v letech 2016–2020 společný přeshraniční projekt s německým partnerem LfULG (Sasko), SŽ a UJEP s názvem **Přeshraniční spolupráce pro rozvoj železniční dopravy Sasko - ČR**. Projekt byl financován z podpory Interreg V A. Výstupy projektu měly sjednotit geologické postupy a hodnocení geologických rizik na obou stranách hranice, tj. v ČR a SRN pro celý úsek VRT z Litoměřic až do Drážďan v předem definovaných trasách.

Hlavní výstupy projektu směřovaly k poznání geologické stavby ve vybraném koridoru.

Především šlo o následující výstupy:

- 1) Metodika průzkumu a návrh kritérií pro sběr dat, jejich zpracování a vyhodnocení včetně porovnání výsledků dopravních modelů a metodického pozadí
- 2) Analýza a vyhodnocení geologických aspektů VRT a společné posouzení stávajících geologických zón s tektonickými poruchami za účelem zjištění přesnějších znalostí geologických struktur území
  - 2a) Analýza potenciálních rizikových oblastí v místě plánované trasy – tektonicky ovlivněných oblastí, nestabilních oblastí v geologickém podloží, sesuvů, bývalých hornických oblastí, vodou nasycených vrstev
  - 2b) Analýza úrovně znalostí o hlavních typech hornin v místě průběhu trasy
  - 2c) Přeshraniční 3D geologický model zkoumaného území na základě analýzy informací, jakož i vyhodnocení realizovaných hydrogeologických a tektonických mapování i geofyzikálních průzkumů
- 3) Kompendium znalostí z předchozích projektových aktivit v oblasti dopravy, geologie a socioekonomie.

Součástí prací bylo také „Orientační posouzení variantního přechodu VRT Českým středohořím“ vypracované v srpnu 2018. Toto hodnocení stručně porovnávalo zvažované alternativní varianty k tehdejší hlavní trase A – tedy další trasy E, F2 a C, a to pouze z pohledu regionálně geologických vztahů. Trasa E byla v té době prezentována jako nepravděpodobná, a proto byly další výzkumy v rámci tohoto projektu cíleny především do zóny tras F2, A a C.

Níže předkládáme stručné hodnocení tehdejších variantních tras provedené v rámci projektu Interreg V A:

### Trasa F2

- Trasa sleduje průběh dálnice D8, pro jejíž tunelovou variantu již byl připraven hrubý geologický řez (obr. 14).
- Vyjma tektonické hrásti mezi Bílým Újezdem a Bílinkou (VRT bude budována v nižší n.m. výšce než dálnice), se jedná o homogenní prostředí. Severní část ve vulkanických horninách, jižní převážně v křídových sedimentech.
- Střední část probíhá v blízkosti těženého ložiska Dobkovičky (70336), ve kterém probíhá těžba drceného kameniva zahrnující clonové odstřeby.
- V severní portálové části dokumentován sesuv 200×100 m (registrační záznam č. 851) se zaznamenanými pohyby v roce 1957 a v bývalém lomu dokumentováno aktivní skalní řízení (02-41-11 č. 6). Nutno ověřit.
- V širším okolí Opárenského údolí (Velemín) je pravděpodobné zastížení pískovců bazálního křídového kolektoru AB s významnými přítoky podzemní vody (báze křídý je zde v úrovni 200–300 m n.m.).
- Dále na S jsou celkově jednodušší podmínky – převážně izolátory (jílovce, slínovce, vulkanity). Bude nutné zpřesnit průběh tektonických poruch.

### Trasa E- nepravděpodobná

- Od severního portálu (Modlany) až na úroveň Nechvalic a Sezemic prochází trasa miocenními sedimenty s uhelnou slojí. Tento horninový sled je v celé oblasti výrazně postižen starými důlními díly. Jejich průběh vůči trase by bylo nutné důkladně ověřit a tomu adekvátně navrhnout opatření.
- Výskyty porcelanitů v oblasti Nechvalic a Sezemic souvisí s vyhořelými uhelnými slojemi. V této zóně proto můžeme vedle starých důlních děl předpokládat i nestabilní prostory a dutiny po vyhořelých slojích.
- V úseku Sezemice až Bořislav prochází trať tektonickou krou s vulkanickými horninami, které však byly zakleslé pod úroveň miocenního jezera a jsou velmi intenzivně alterované.
- Do zdravých vulkanických hornin se trasa dostává teprve na úrovni Bořislavi, čedičové výlevy jsou zde však proniknuty četnými tělesy znělců. V prostoru Milešovka – Kletečná je možné očekávat velmi heterogenní prostředí!
- V úseku Bílý Újezd – Březno protíná plánovaná trasa tektonickou hrást' s vyzdviženými staršími horninami (starší křídové usazeniny, krystalinikum)
- Bude nutné ověřit ložiska – žádné těžené, ale CHLÚ (Rtyně, Vrahožily)
- U Malhostic, kde trasa přechází Bílinu, je v blízkosti severního portálu starý sesuv č. 20.

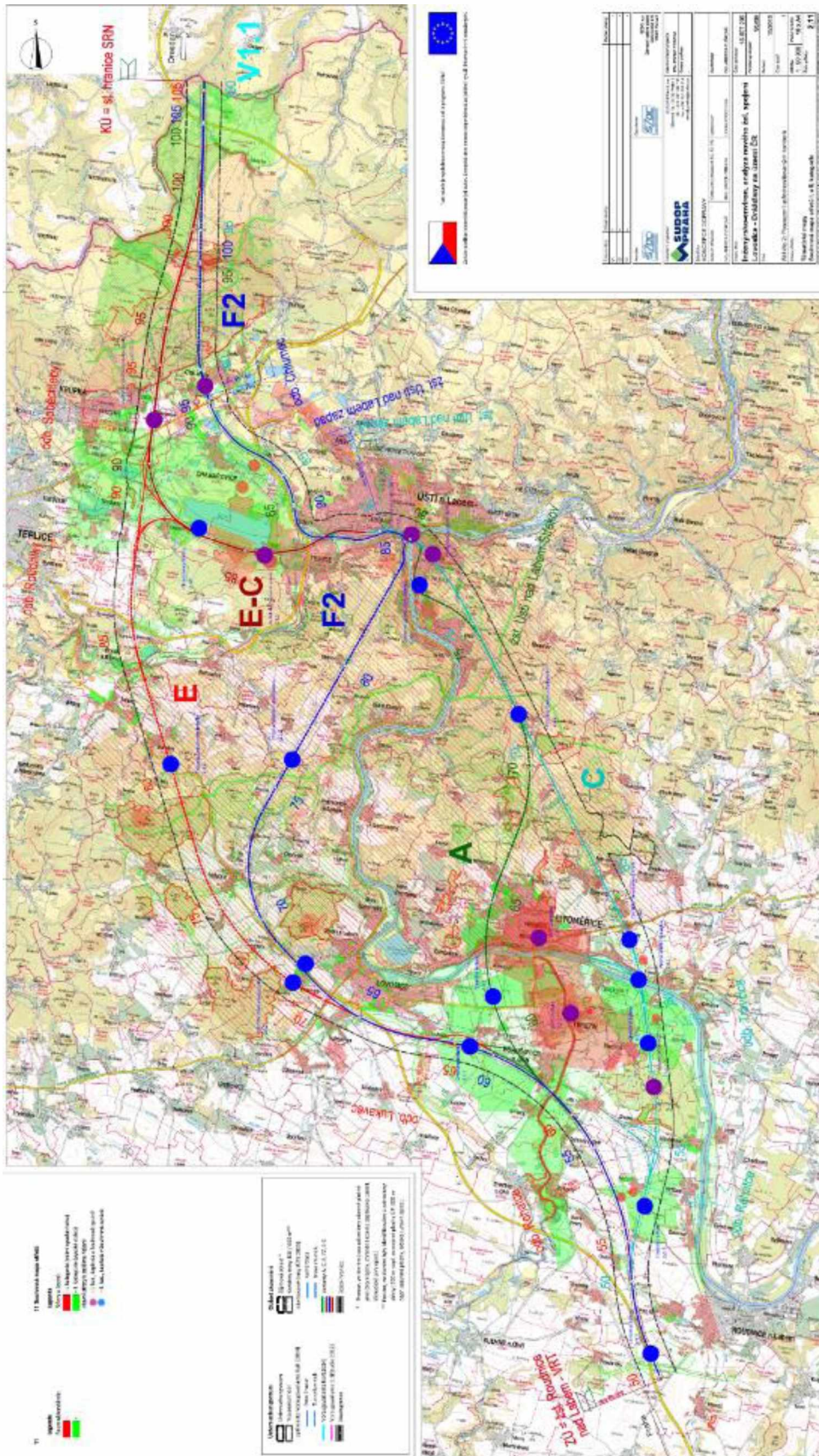
### Trasa C

- Převážná část tunelu probíhá v litologicky homogenním celku. Až po úroveň vrchu Vrchovina (676,5 m n.m.) v zakleslé kře by tunel byl ražen v nejvyšší úrovni křídý nebo v nejspodnější úrovni vulkanické sekvence. Od úrovně vrchu Vrchovina k jižnímu portálu by již ražba tunelu probíhala čistě v křídových sedimentech, v oblasti Dlouhého vrchu navíc překrytých výlevnými vulkanickými horninami.

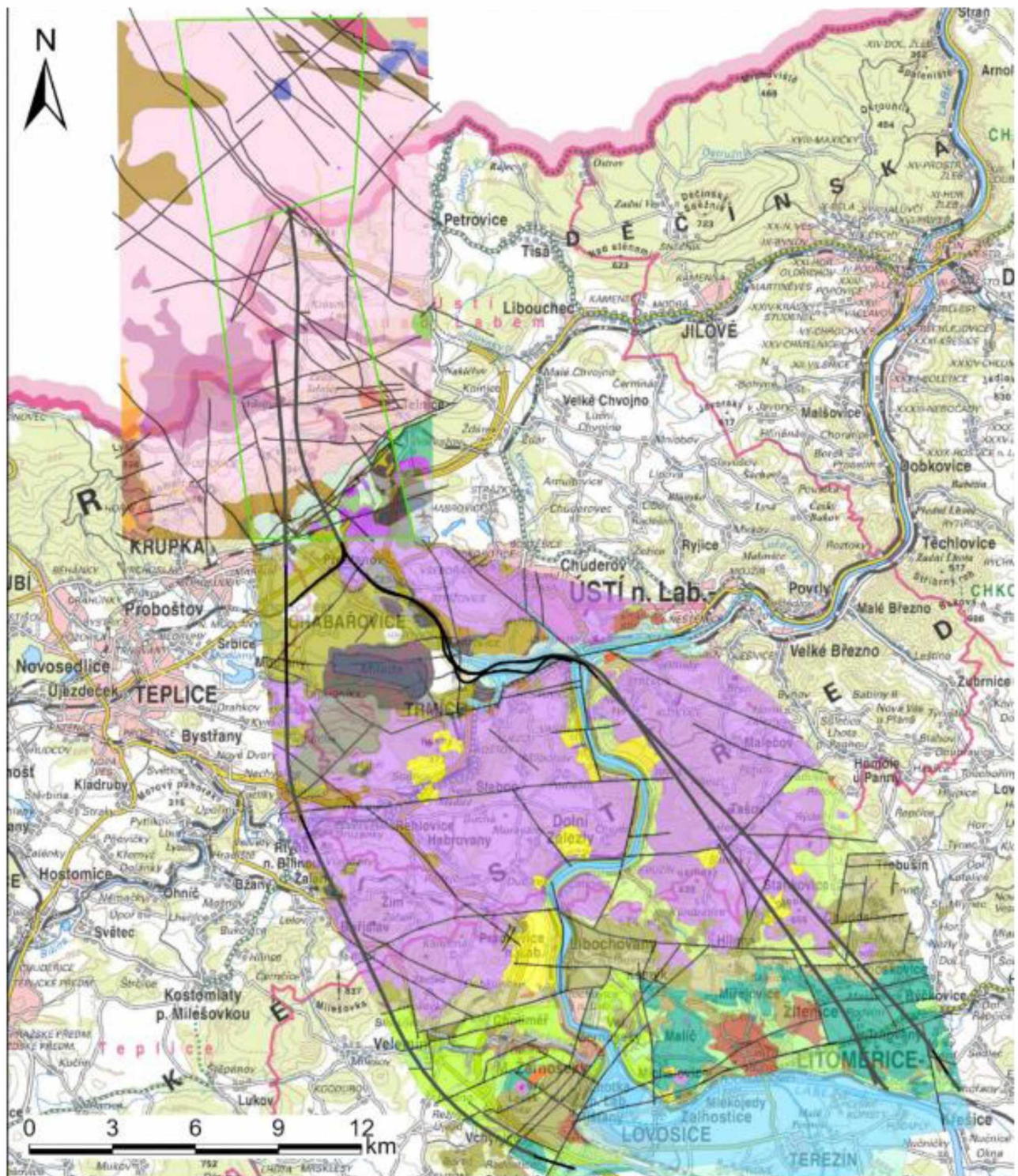


- Významné přírodní dráhy je možné předpokládat pouze v prostoru Nová Ves – Vysoký Ostrý.
- U jižní (Litomeřické) portálové části dokumentované sesuvy (v okolí vrchu Křemín), které je nutno ověřit a prozkoumat jejich skutečné rozsahy a rizikovost.
- V centrální části trasy v. vrchu Matřý dokumentováno významné regionální sesuvné území Čeřeniště s hloubkou smykové plochy až 70 m. Nutnost ověřit, zda smykové plochy nejsou založeny na tektonice, která by mohla negativně ovlivňovat stavbu.
- Jižní portálová část zasahuje do chráněného území geotermální energie Litoměřice I (40028000).
- Mezi Litoměřicemi a Ústím n. L. jsou relativně složité hydrogeologické podmínky – málo zpevněné pískovce kolektoru D, vulkanity, tufy, jílovce, slínovce, tektonika.
- Trasa pravděpodobně bude z části probíhat v pískovcích kolektoru D, kde lze očekávat zvýšené přítoky vody (báze kolektoru D klesá k S z 350 m n.m. od Litoměřického zlomu, po 150 m n.m. u Ústí/L). Zastižení termálních vod z hloubky na tektonice je však nepravděpodobné, povrchové indicie termálních vod zde nejsou.
- V území je velké množství malých mělkých vodních zdrojů (zachycené prameny) z kolektoru D i z vulkanitů – jejichž ovlivnění je v portálových částech trasy pravděpodobné.

V následujících geologických výzkumech se tak práce soustředily spíše do východní části Českého středohoří, protože problematika poddolování a vyhořelých slojí v úseku u Malhostic se jevila jako vysoce riziková pro vedení VRT náchylné na stabilní podloží. Trasa A tak v kontextu hodnocení uvedeného výše stále zůstávala preferovaná.



Obr. 1: Schematická mapa všech variant v roce 2016 (zdroj SŽ, projekt Interreg V A).



Obr. 2: Umístění a rozsah 3D geologických modelů a odpovídající plánované železniční trasy (černé linie) znázorněné na geologické mapě vytvořené kompilací archivních geologických map jako základ nové zpracovaných geologických modelů. Zobrazeno na topografickém podkladu 1 : 200.000 (ČUZK). Zleva doprava: varianta ZÚR, Mrchový kopec, Pod Bulfem/Holý Vrch

## 2.2 3D geologické modely jako výstup projektu Interreg

V letech 2016 až 2020 byly v rozsahu plánovaných tras VRT vytvořeny dva geologické modely – krušnohorský a středohorský. Krušnohorský model byl zkonstruován ve spolupráci se Saskou geologickou službou, přičemž Česká geologická služba tvořila část od portálu u Chlumce po českou hranici. Středohorský model na něj pak přímo navazuje u Chlumce a v šíři všech potenciálních variant pokračuje na JJV až po Litoměřice (viz přehledná schematická mapka níže). Vzhledem k prioritám přípravy jednotlivých úseků VRT byl krušnohorský model doladěn do finální podoby, a to včetně doplňkových terénních geologických a geofyzikálních výzkumných prací. Středohorský model včetně okolí Ústí nad Labem byl pak vytvořen jen v hrubých rysech a téměř výhradně z rešeršních dat, které poukázaly na problematické zóny s relativním nedostatkem dat a s nutností jejich doplnění před finalizací tohoto modelu.

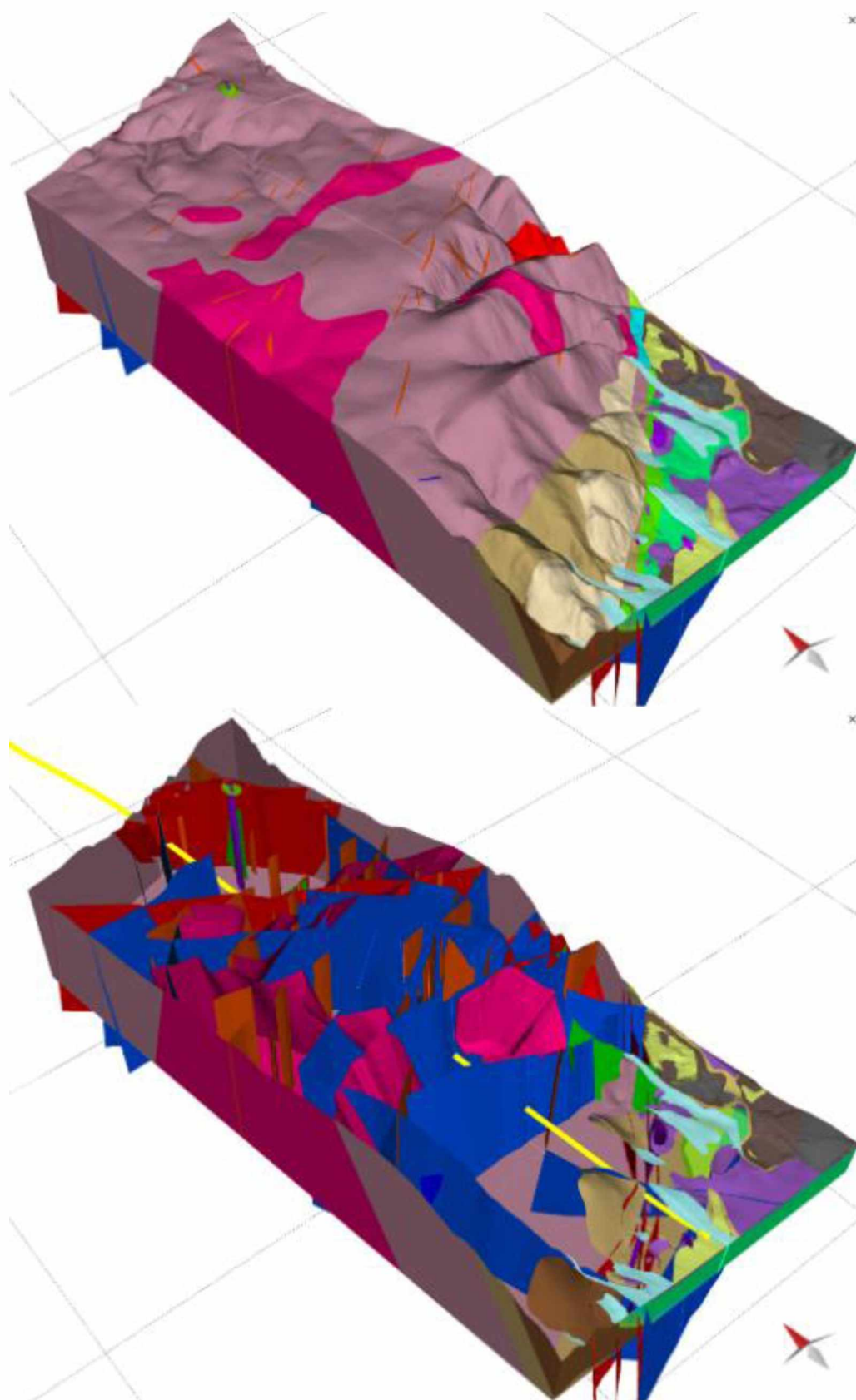
Poloha a rozsah 3D geologických modelů byly vybrány tak, aby splňovaly následující kritéria:

- Plánovaná železnice se nachází přibližně ve střední části modelu.
- Model obsahuje důležité partie zájmového horninového masivu, včetně jeho kontaktů s okolními horninami tam, kde je to nutné.
- Cílem modelu je sjednocená vizualizace geologie a zlomů pod povrchem ve vztahu k plánovaným trasám železnice.

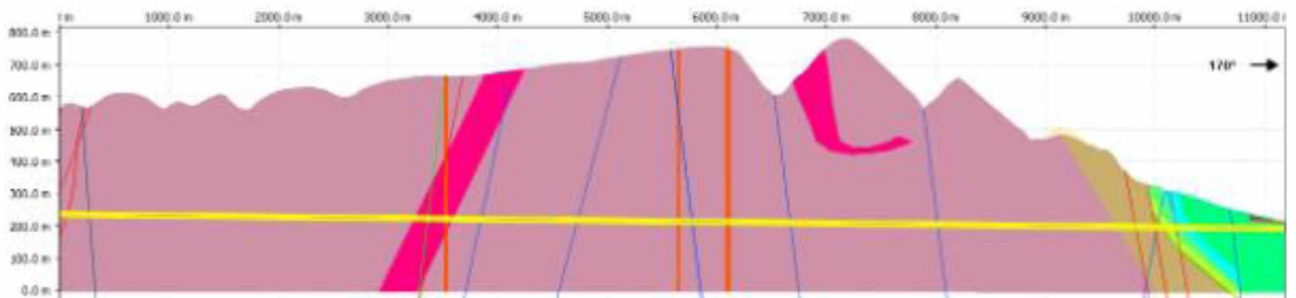
Modelovaná oblast je tvořena variským krystalinickým basementem, který je v jižní části zakryt křídovými sedimenty, diskordantně překrytými paleogenními (převážně oligocenními) vulkanoklastiky a miocenními sedimenty mostecké pánve a vulkanity sousedního Českého středohoří. Hranice mezi variskými krystalickými horninami a složitým sedimentárním pokryvem tvoří krušnohorská zlomová zóna. Vzhledem k důležitosti zlomů pro stavbu tunelů jsou ve 3D geologických modelech přítomny všechny zlomy, které jsou významněji zastoupené v archivních materiálech a / nebo zjištěné novým terénním výzkumem.

Výsledný krušnohorský model je znázorněn na obr. 3, včetně podélného geologického řezu vedeného podél východní varianty VRT (obr.4). Validace modelu může probíhat pomocí technických prací včetně vrtání, geofyzikálních průzkumů nebo podrobného geologického mapování nejvýznamnějších úseků modelované oblasti.

Litologická a tektonická vstupní data pro oba modely jsou často klasicky heterogenní, v případě většiny zlomových struktur například není možné přesněji určit jejich sklon, natož pak mocnost a charakter výplně nebo hydraulickou vodivost. Vzhledem k absenci podrobných hloubkových dat tudíž modely v hlubších partiích ztrácejí na přesnosti a je zde nutno s nimi pracovat jako s expertními odhady hlubší stavby horninového masivu.



Obr. 3: Krušehorský geologický model, dole s odkrytým povrchem a žlutě vyznačenou východní variantou krušehorského tunelu (Mrchový kopec a Pod Bulfem/Holý Vrch jsou zde sjednoceny). Scéna je 3x převýšena.



Obr. 4: Geologický řez 3D modelem podél trasy tunelu (trasa Mrchový kopec a Pod Bulfem/Holý Vrch jsou zde sjednoceny), se žlutě vyznačeným průběhem krušnohorského tunelu. Scéna je 3x převýšena.

## 2.3 Projekt IGP – etapa předběžného průzkumu

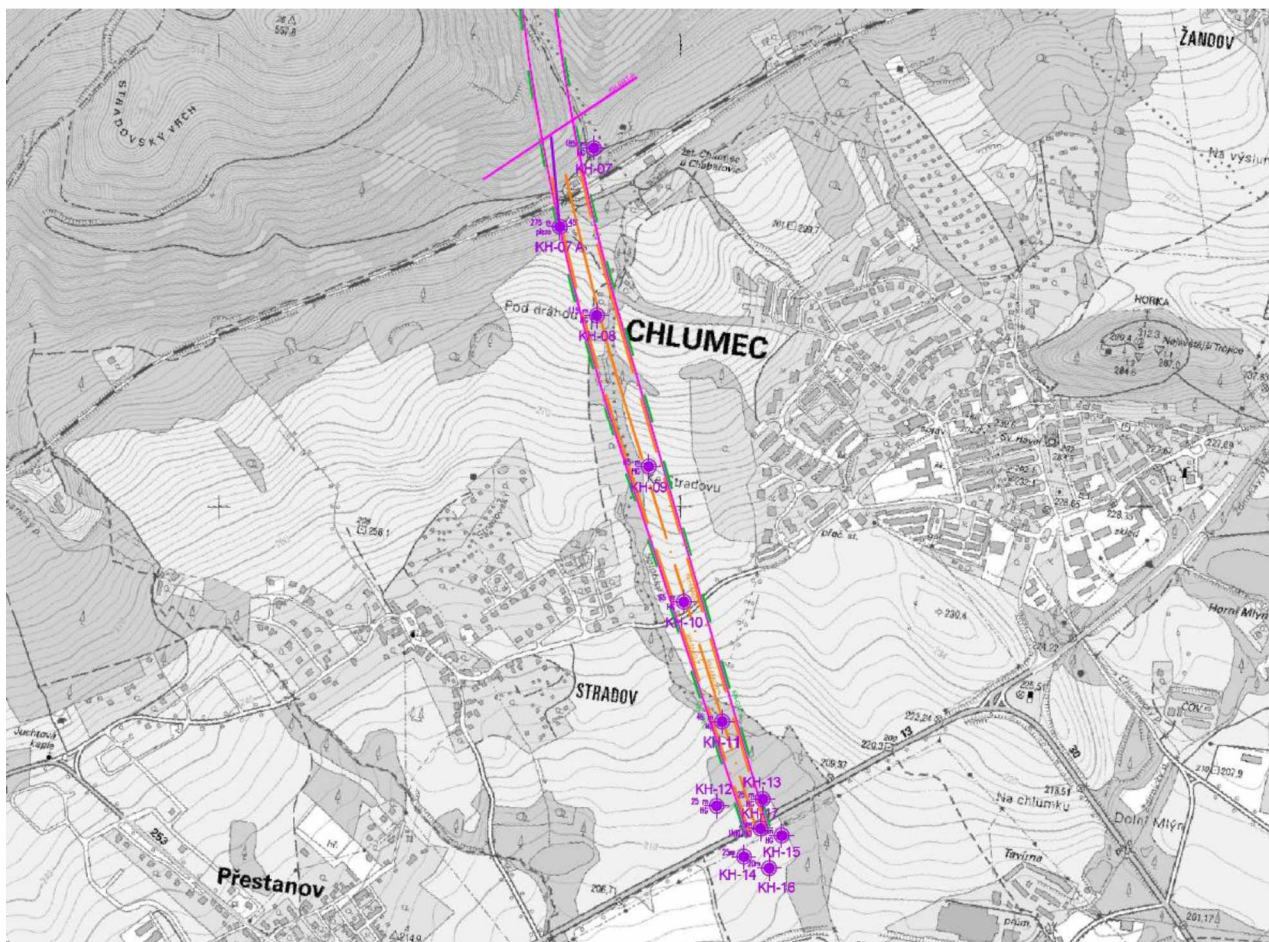
Nejpodrobnější dosud provedenou prací v oblasti krušnohorského svahu je projekt geologických prací s názvem „RS 4 úsek Ústí nad Labem – státní hranice CZ / SRN“; Činnosti geologické služby pro Krušnohorský tunel“ jenž byl sestaven pro fázi předběžného průzkumu (ve smyslu zákona č. 62/1988), zpracovaný Sdružením Krutul – A–C – M RS4 Činnost geologické služby

zastoupené vedoucím účastníkem sdružení AZ GEO, s.r.o. (Schoffer 2022).

V rámci projektu byly navrženy následující práce:

- Technické práce - 6 vrtů jednoduchou jádrovkou s TK korunkou a 10 vrtů dvojitou jádrovkou s diamantovou korunkou (WireLine)
- Presiometrické zkoušky
- Dilatometrické zkoušky
- Hydrodynamické zkoušky
- Geofyzikální práce – povrchová geofyzikální měření a karotáž
- Vzorkovací a laboratorní práce
- Hydrogeologické práce
- Geodetické práce

Projekt geologických prací je robustní, a v rámci etapovitosti navržen adekvátně pro etapu předběžného průzkumu. Na obr. 5 jsou znázorněny navržené vrty do etapy předběžného průzkumu v oblasti krušnohorského zlomu a také do portálové oblasti. Tyto pozice vrtů byly navrhovány v součinnosti s ČGS v rámci činnosti konzultanta, a především na základě výsledků geofyzikálních prací (geoelektrické metody – ERT, VES a seismické metody - MRS). Vznikl tak pro trasu Mrchový kopec a Pod Bulfem/Holý Vrch (původně F2 severní) další materiál, který posouvá realizaci tunelu do časově uchopitelného horizontu.



Obr. 5: Výřez z přílohy č. 2.1 in Schoffer (2022) s navrženými vrtvy v linii současně řešeném koridoru.

## 2.4 Geofyzikální prozkoumanost jižního portálu krušnohorského tunelu

### 2.4.1 Geofyzikální prozkoumanost trasy ZUR (původní E)

Přímo v koridoru plánované trasy varianty E byl proveden pouze průzkum firmou Geodrill, s.r.o. v roce 2015. Celkově se průzkum zabýval oblastí mezi metrážemi 91.100 a 93500. Ta byla celá proměřena metodou dipólového elektromagnetického profilování (DEMP) pomocí přístroje CMD DUO, částečně metodou elektrické odporové tomografie (ERT) a v portálové oblasti také mělkou refrakční seismikou (MRS). Metoda DEMP nese souhrnné informace o rozložení odporů do hloubky až 60 m, celkově jsou tyto výsledky použitelné pro vyčlenění nehomogenních částí a následný průzkum. ERT bylo měřeno ve 3 profilech o celkové délce 900 m, nicméně s malým hloubkovým dosahem a dosti diskutabilní interpretací výsledných modelů. MRS bylo měřeno ve 4 krátkých profilech v portálové oblasti tunelu. Výsledky ukazují mírnou heterogenitu hornin. Mimo to byl v oblasti změřen Českou geologickou službou (ČGS) jeden profil metodou ERT přibližně kolmo na krušnohorské zlomové pásmo. Tento profil pravděpodobně zachytil zlomovou zónu, nicméně kvalita dat (tím pádem i výsledného modelu) byla velmi ovlivněna suchým počasím, velkou chybovostí a také šířkou krušnohorského zlomového pásmo.

## 2.4.2 Geofyzikální prozkoumanost varianty Mrchový kopec a Pod Bulfem/Holý Vrch (původně F2 – severní část)

Na této trase byl proveden obdobný průzkum firmou Geodrill jako u varianty ZÚR (původně E), a to na metrání původního návrhu 90.600 – 91.800. Tzn. metodou DEMP v celé délce, 3 profily ERT v celkové délce 825 m a 4 krátké profily MRS v portálové oblasti. Kvalita výstupů a jejich vypovídající hodnota je obdobná jako u varianty E. V podobných metráních byl v roce 2022 proveden rozsáhlý geofyzikální průzkum firmou AZ GEO, s.r.o. Ten zahrnoval 4 ERT profily GF KH-2-5, z toho dva doplněné vertikálním elektrickým sondováním (VES), jeden profil metodou reflexní seismiky GF KH-6 (s interpretací také pomocí refrakční seismiky), jeden profil metodou odporového profilování (SOP) v kombinaci s VES GF KH-1 a dva profily MRS GF KH-7-8 v portálové oblasti. Mimo to jsou v blízkém okolí k dispozici také ERT profily měřené ČGS, jmenovitě Krus1, Krus2, Krus3, Krus7, Krus8, Tis2, Tis6, Tis07, Tis09, Tis10.

Výsledky geofyzikálního průzkumu firmy AZ GEO velmi dobře mapují oblast mezi metráními přibližně 89.900 až 91.900, především ERT profil GF KH-5 a seismický profil GF KH-6 (obr. 6). Důraz je zde kladen v první řadě na krušnohorské zlomové pásmo, které se podařilo velmi věrně zmapovat pomocí obou metod, a tudíž máme o této oblasti informaci za pomoci dvou fyzikálních parametrů. Celkově průzkum pokrýl vytyčenou oblast a ukázal případné nehomogenity v trase tunelu, kterými je nutno se dále zabývat. Profily měřené ČGS místy odhalily možné zóny porušení, kterým by se případně měl dále věnovat následující geofyzikální průzkum.

## 2.4.3 Shrnutí GF prozkoumanosti

Geofyzikální prozkoumanost varianty ZÚR (E) je v porovnání s variantou Mrchový kopec a Pod Bulfem/Holý vrch (původně F2) naprosto nedostatečná. K dispozici je pouze profil metodou DEMP, který lze použít pro orientační vyčlenění nehomogenních částí a přípravu následného GF průzkumu. Profily ERT jsou jen v části zmiňované metrání tunelu a jejich výsledky jsou přinejmenším diskutabilní. Profily MRS v oblasti portálu nesou informaci o nehomogenitách hornin. Co je důležité, žádná z GF metod nebyla schopna řádně popsat oblast krušnohorského zlomového pásma, které je největším rizikem ražby tunelu. Naproti tomu varianta Mrchový kopec a Pod Bulfem/Holý vrch (původně F2) v oblasti od portálu až po zahloubení do krušnohorského masivu byla řádně proměřena GF metodami, kdy krušnohorské zlomové pásmo bylo do hloubky zmapováno dvěma metodami, a to seismikou a ERT+VES (obr. 6). Vedle toho je již naplánovaný následující GF průzkum zbylé části tunelu ležící na území ČR. Při výběru varianty ZÚR (původně E) by bylo nutné provést GF průzkum alespoň v takovém rozsahu, jako byl proveden firmou AZ GEO u varianty původní F2. K tomu by bylo potřeba vynaložit značné finanční a časové prostředky. Z pohledu GF prozkoumanosti se tedy jeví jako vhodnější varianta Mrchový kopec a Pod Bulfem/Holý vrch (původně F2).

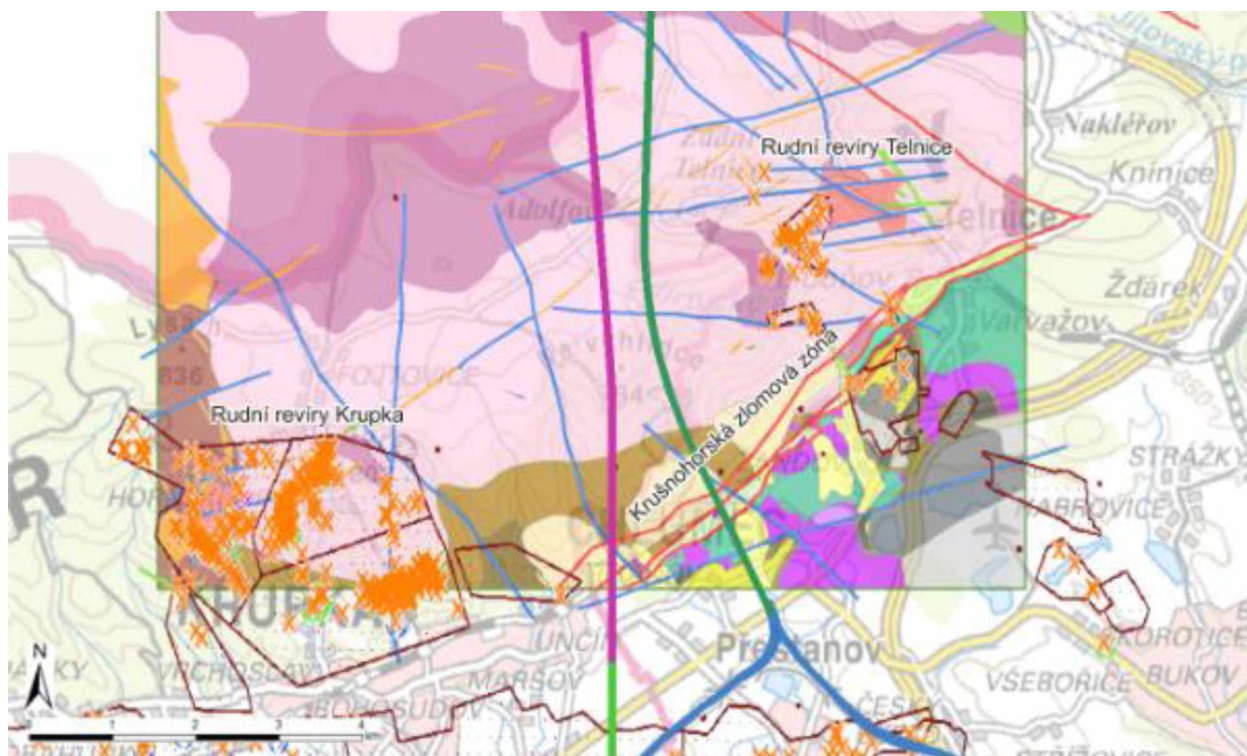




### 3 Popis zón s vyšším rizikem pro stavbu

#### 3.1 Krušnohorský svah – jižní portál tunelu

Nejrizikovějším geologickým prvkem v blízkosti portálové části krušnohorského tunelu je mohutná krušnohorská zlomová zóna, která se táhne od Sokolova na JZ, až po Děčín na SV. Její výplň představuje tektonickou melanz o mocnosti nižších až vyšších stovek metrů s výskytem nesoudržných a místy alterovaných zón. Lokálně lze očekávat kavernózní charakter výplně s kavernami dosahujícími až jednotek metrů mezi velkými bloky zlomově porušených hornin (viz vrty 6133\_WA, 6133\_WN, 6133\_WO). Této zóně se tedy nelze v případě krušnohorského tunelu vyhnout žádnou variantou nicméně je zřejmé, že bude rozdíl ve vedení trasy kolmo na zlomové pásmo nebo šikmo (méně výhodné pro variantu s portálem v Přestanově). Naopak obě varianty shodně probíhají prostorem mezi rudními revíry v okolí Krupky a Telnice, aniž by některý z těchto revírů přetínaly (obr. 12). Zatímco převážná část krušnohorského tunelu prochází komplexem metamorfovaných hornin krušnohorského krystalinika, v zóně mezi krušnohorskou zlomovou zónou a samotným portálem bude tunel (v obou variantách – ZÚR i Mrchový kopec spolu s Pod Bulfem/Holý vrch) probíhat horninově heterogenním prostředím tvořeným krami křídových a miocenních sedimentů vyvlečených podél krušnohorské zlomové zóny. Celý tento pás potom prostupují četné žíly čerstvých, a tudíž velmi pevných, alkalických olivinických bazaltoidů.



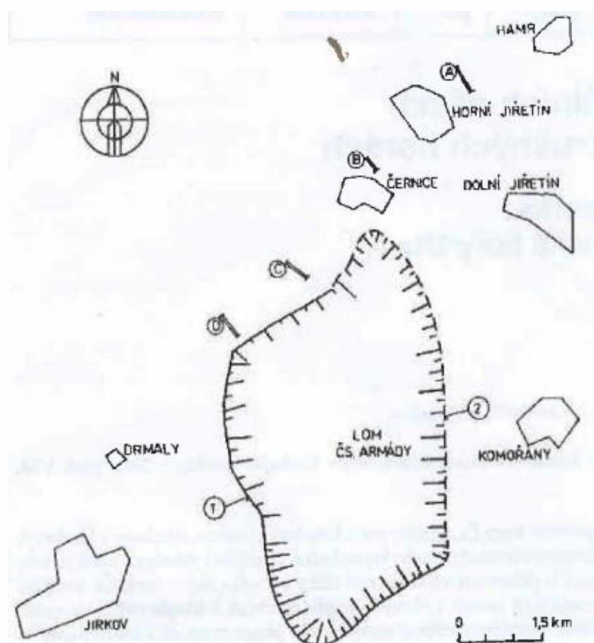
Obr. 7. Geologická situace a průběh posuzovaných variant VRT v oblasti jižního portálu krušnohorského tunelu s vyznačením rudních revírů i jednotlivých důlních děl v okolí Krupky a Telnice. Fialovou linií je varianta ZÚR, zelenou (s přechodem do modré) Mrchový kopec a Pod Bulfem/Holý vrch.

Geologická situace obou variant se pak zásadně odlišuje v úseku přes nejvýchodnější cíp mostecké pánve a přes České středohoří (viz dále).

Pravděpodobně nejkomplicovanější tektonickou zónou, kterou budou tunely VRT procházet, je krušnohorský zlom resp. krušnohorská zlomová zóna, která se nachází hned za jižním portálem krušnohorského tunelu u Chlumce. Této více než 100 km dlouhé struktuře se tunel nemůže vyhnout a zároveň ze širokého okolí plánovaného portálu není známo téměř nic o mocnosti výplně a hydraulické vodivosti této struktury. Nejbližší dostupná podrobná data pocházejí ze zhruba 35 km vzdáleného krušnohorského svahu nad Chomutovem u povrchového hnědouhelného dolu ČSA (obr. 8, 9 a 10). Zde bylo v minulosti provedeno mnoho geofyzikálních i vrtných prací zaměřených na přesné zmapování krušnohorské zlomové zóny, a následně zde byly vyraženy čtyři průzkumné štoly, které tuto strukturu protnuly a podrobně popsaly. Důvodem pro tyto podrobné a velmi nákladné průzkumy byly obavy o sesunutí významné části krušnohorského svahu do dolu ČSA (např. Marek, 1983).

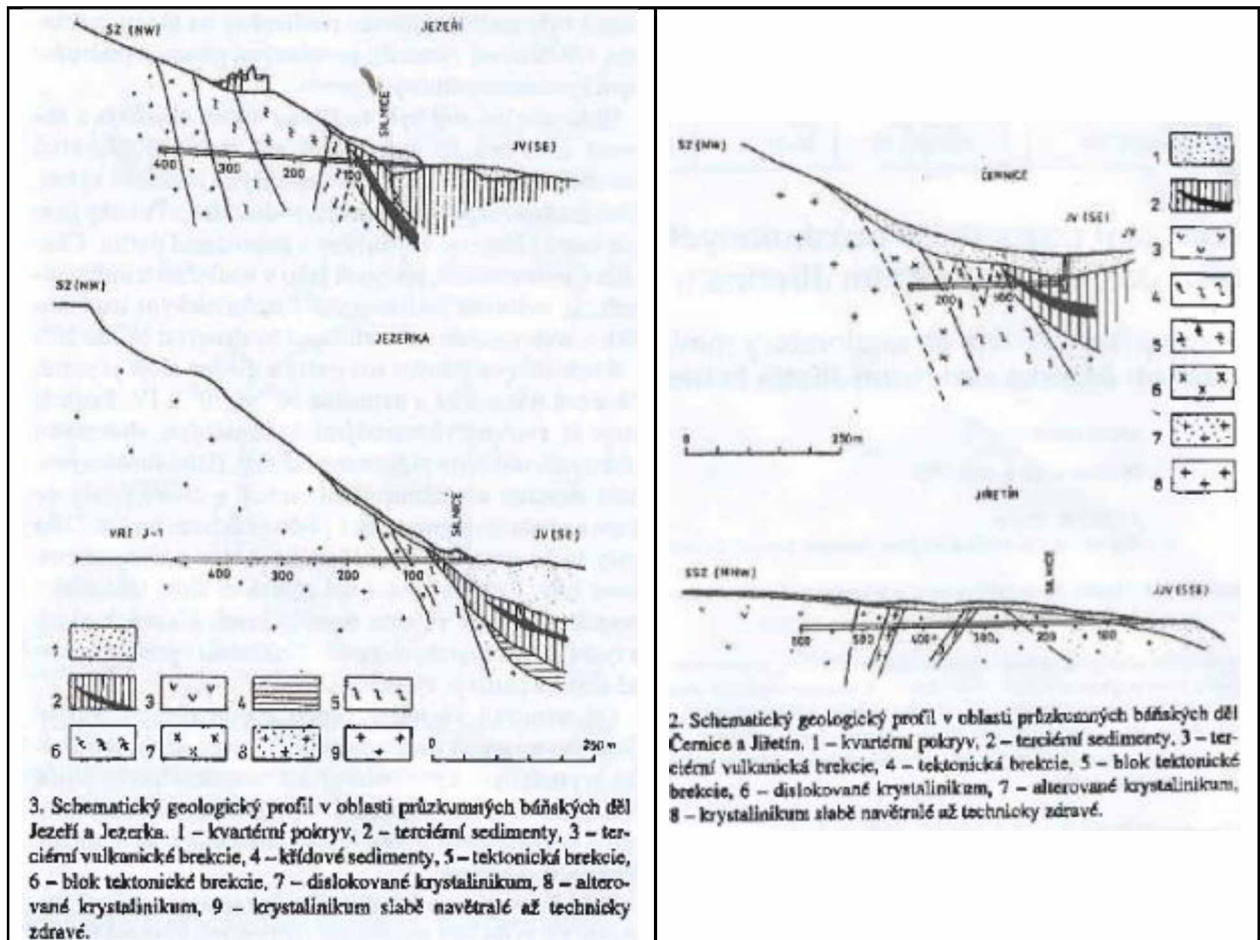
Tyto práce přesvědčivě ukázaly, že Krušnohorská zlomová zóna představuje strmě k VJV ukloněnou heterogenní melanž zón drcených a hydrotermálně alterovaných hornin, které oddělují různě velké bloky krystalinika téměř nepostíženého drcením. Celková mocnost této zóny pak v měřítku kilometrů silně varíruje od zhruba 100 až po vyšší stovky metrů nepravé mocnosti v horizontálním řezu. S ohledem na tyto variace je možné doporučit podrobnější průzkum této zóny také v místě plánovaného portálu u Chlumce, aby bylo možno tunel vést v lokálně co možná nejúžším a relativně pevnějším úseku této zóny.

Výsledky průzkumných prací u dolu ČSA jsou přehledně a stručně popsány v článku Horáčka (1994). Podrobná a velmi rozsáhlá zpráva s primárními daty a interpretacemi je pak uložena v Geofondu (Bycharová et al., 1988).

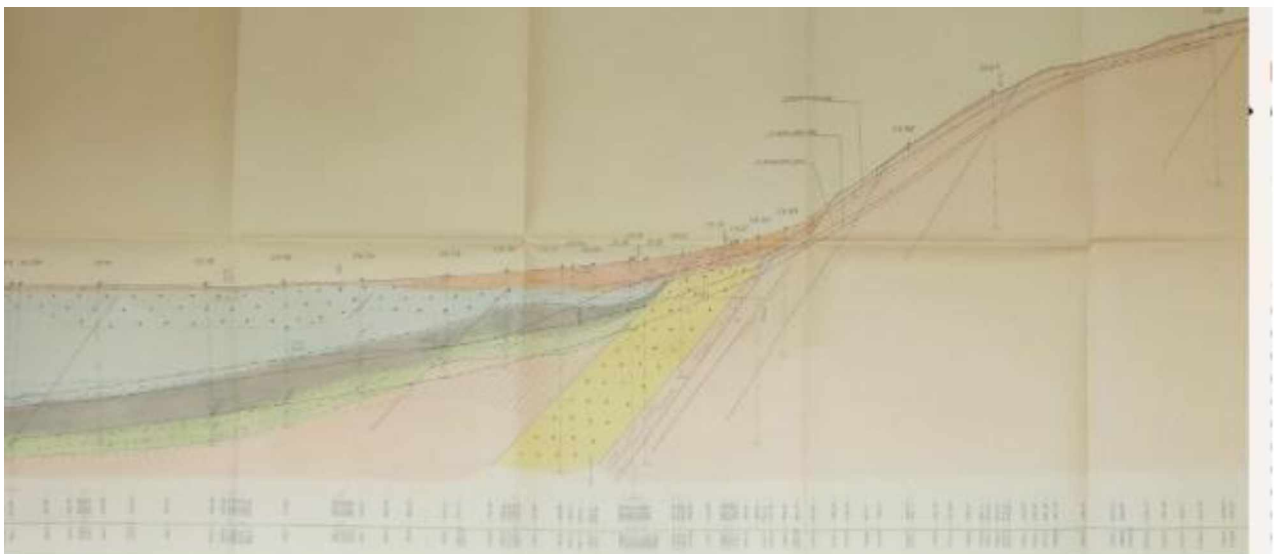


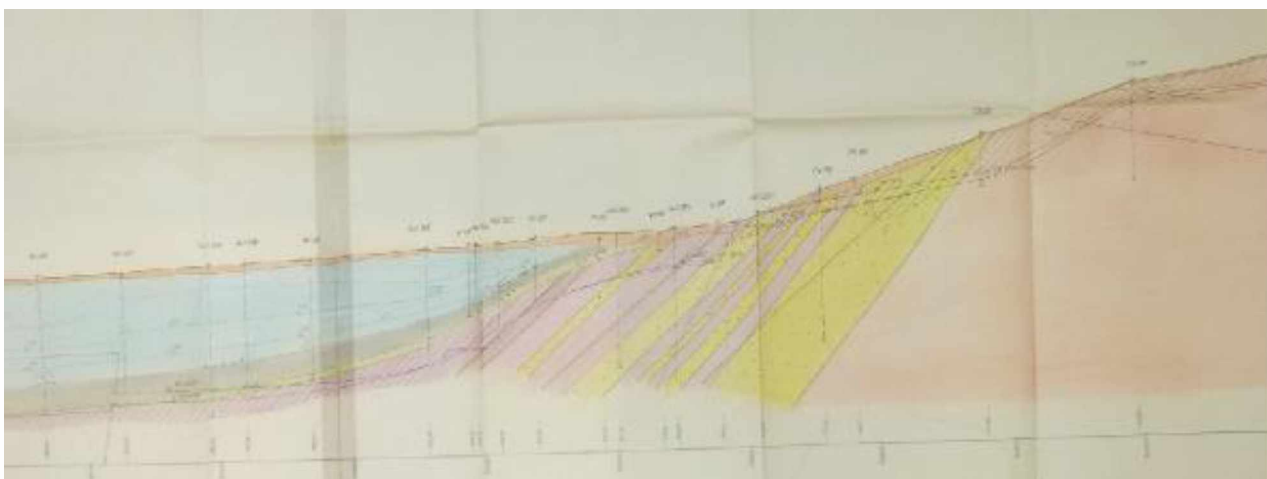
1. Přehledná situace průzkumných děl. A – štola Jiřetín, B – šachta a štola Černice, C – štola Jezeří, D – štola Jezerka, 1 – omezení lomů 1989, 2 – výhledové omezení lomu Čs. armády.

Obr. 8 Situační náčrt průzkumných štol u dolu ČSA (Horáček, 1994).



Obr.9: Geologické řezy podél 4 průzkumných štol u dolu ČSA (Horáček, 1994).





Obr. 10: Příklad 2 různých vývoji krušnohorské zlomové zóny (žlutou barvou) u dolu ČSA - SZ-JV geologické řezy, nahoře lokalizace deformace do jedné mohutnější drcené zóny mocné cca 80m, dole distribuce křehké deformace podél mnoha dílčích poruch s celkově výrazně vyšší mocností celé zlomové zóny téměř 300m. Převzato z Bycharové et al. (1988).

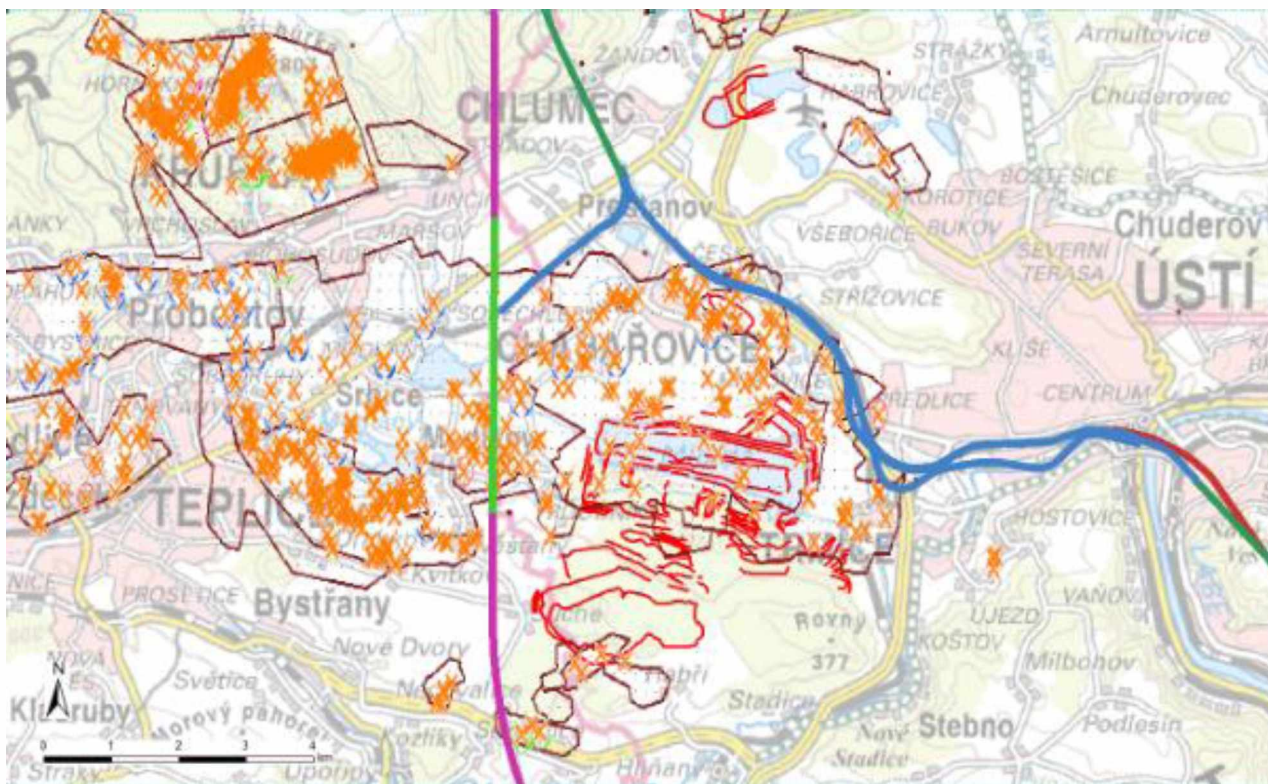


Obr. 11: Průzkumná štola Jezeří u dolu ČSA – intenzivní průsaky podzemní vody v krystaliniku, pravděpodobně podél jedné z dílčích poruch krušnohorské zlomové zóny, rok 2018.

### 3.2 Varianta ZUR (původní E – západní) mimo portál krušnohorského tunelu

Po opuštění komplexu metamorfovaných hornin krušnohorského krystalinika a tektonicky vyvlečených hornin pánevní výplně přetíná povrchový úsek mezi portály Přestanov a Modlany dva důlní (hnědé uhlí) revíry (Modlany a Věšťany) s řadou důlních děl (obr. 12). Celkově tento úsek probíhá poddolovaným územím a krajinou s těžbou výrazně modifikovaným povrchem (relikty povrchových dolů, výsypek apod.).

V následném tunelovém úseku od severního portálu (Modlany/Věšťany) až na úroveň Nechvalic a Sezemic prochází trasa miocenními sedimenty s uhelnou slojí. Tento horninový sled je v celé oblasti výrazně postižen starými důlními díly (Nechvalice, Sezemice – obr. 12). Miocenní souvrství je zde reprezentováno také výskyty porcelanitů, jejichž vznik souvisí s vyhořením uhelných slojí. V této zóně proto můžeme vedle starých důlních děl předpokládat i nestabilní prostory a dutiny po vyhořelých slojích.



Obr. 12: Situace v oblasti východního cípu mostecké pánve. Hnědě lemované polygony označují poddolovaná území, oranžové křížky potom jednotlivá důlní díla, červené linie jsou závěrné hrany lomů z druhé poloviny 20. století a hrany výsypek digitalizované z archivních map – tedy pouze k datu vytvoření daných materiálů.

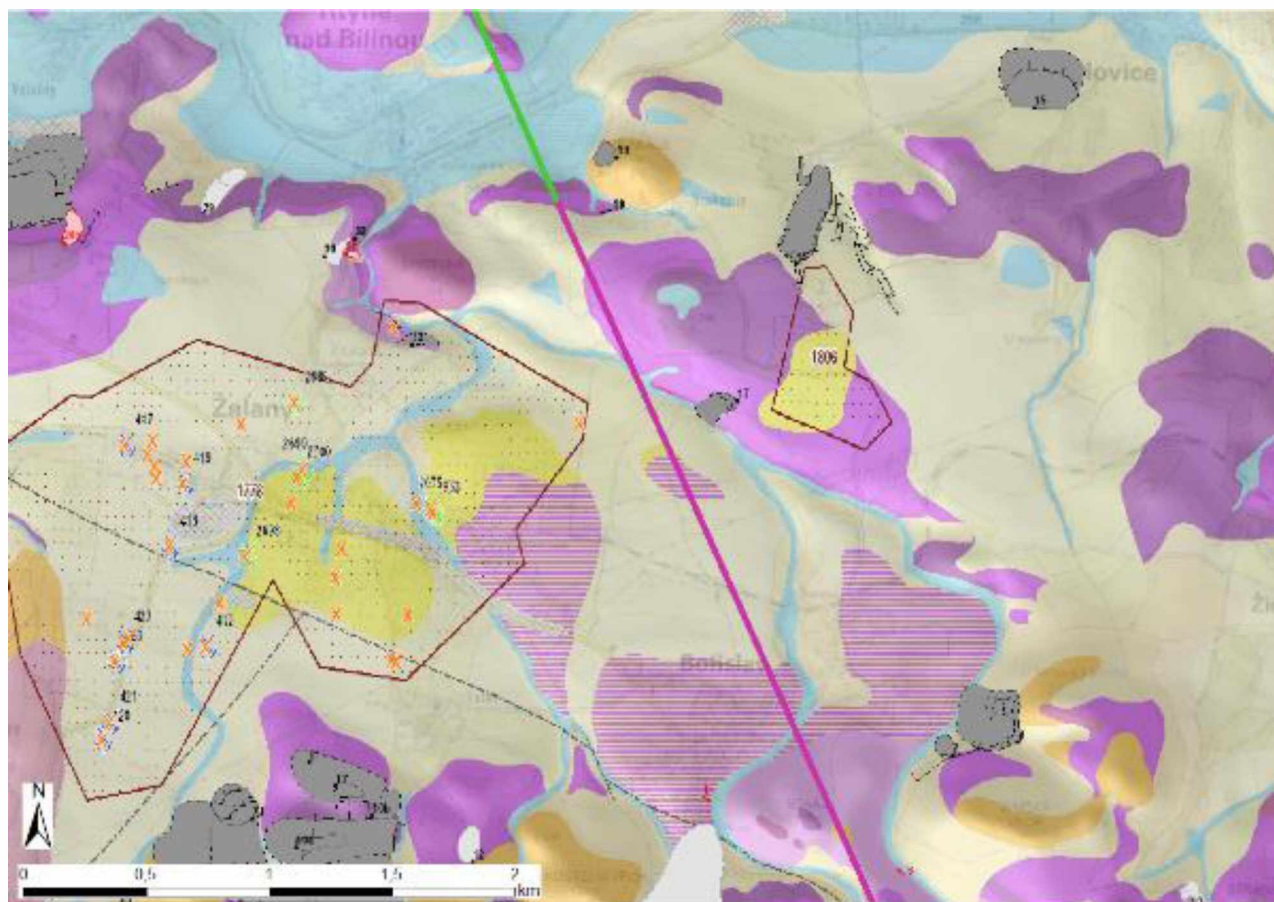
U Malhostic, v povrchovém úseku mezi dvěma dílčími tunely v místech, kde trasa přechází řeku Bílinu, je v blízkosti tunelového portálu evidovaný starý sesuv č. 20. Prakticky veškeré závěrné svahy starých oprámů a těžeben jsou, až na výjimky, postiženy svahovými pohyby a je potřeba počítat s jejich stabilizací v místech dosahu trasy. Jakéhokoliv trasování tunelu, u kterého trasa vyběhává do krátkých povrchových úseků, je v této oblasti z pohledu rizika sesouvání nežádoucí.

V úseku Sezemice až Bořislav prochází trasa tektonickou krou tvořenou polyfázově alterovanými vulkanickými horninami (obr. 13). V důsledku výlevů lávových proudů do vodního (jezerního) prostředí, se alterované partie ve vulkanitech Českého středohoří vyskytují často a na rozsáhlých plochách. V případě hornin v okolí Bořislavi však intenzitu alterací horniny ještě zvýšila cirkulace roztoků podél zlomu oddělujícího České středohoří od zaklesnuté mostecké pánve, a dále ještě reakce již silně alterovaných hornin s vodním prostředím na dně miocenního uhlotvorného močálu, který byl později ještě zaplaven jezerem. Výsledkem této komplexní a polyfázové alterace jsou mimořádně zvětralé a plastické horniny (horniny rozložené do zemin).

Do zdravých vulkanických hornin se trasa dostává teprve na úrovni Bořislavi, čedičové výlevy jsou zde však proniknuty četnými tělesy znělců (s výrazně vyšší mechanickou pevností). V prostoru Milešovka–Kletečná je možné očekávat velmi heterogenní prostředí.

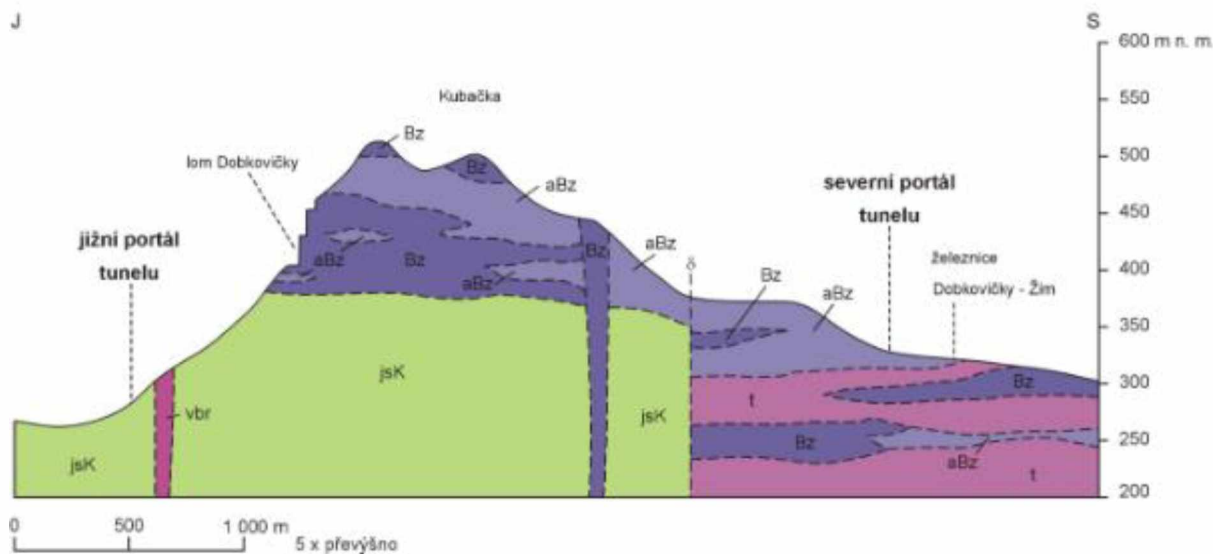
V úseku Bílý Újezd – Březno protíná plánovaná trasa tektonickou hrást' s vyzdviženými staršími horninami (starší křídové usazeniny). V tomto úseku trasa sleduje zamýšlenou, a nakonec nerealizovanou tunelovou variantu dálnice D8, pro kterou byl připraven geologický řez (obr. 14).

V části jižní a v oblasti portálu u Vchynice je potřeba ověřit průběh Litoměřického zlomu a celého zlomového pásma vůči portálové oblasti (obr. 15). Jinak je zde geologická stavba relativně čitelná a na povrchu se nevyskytují dokumentované svahové deformace.

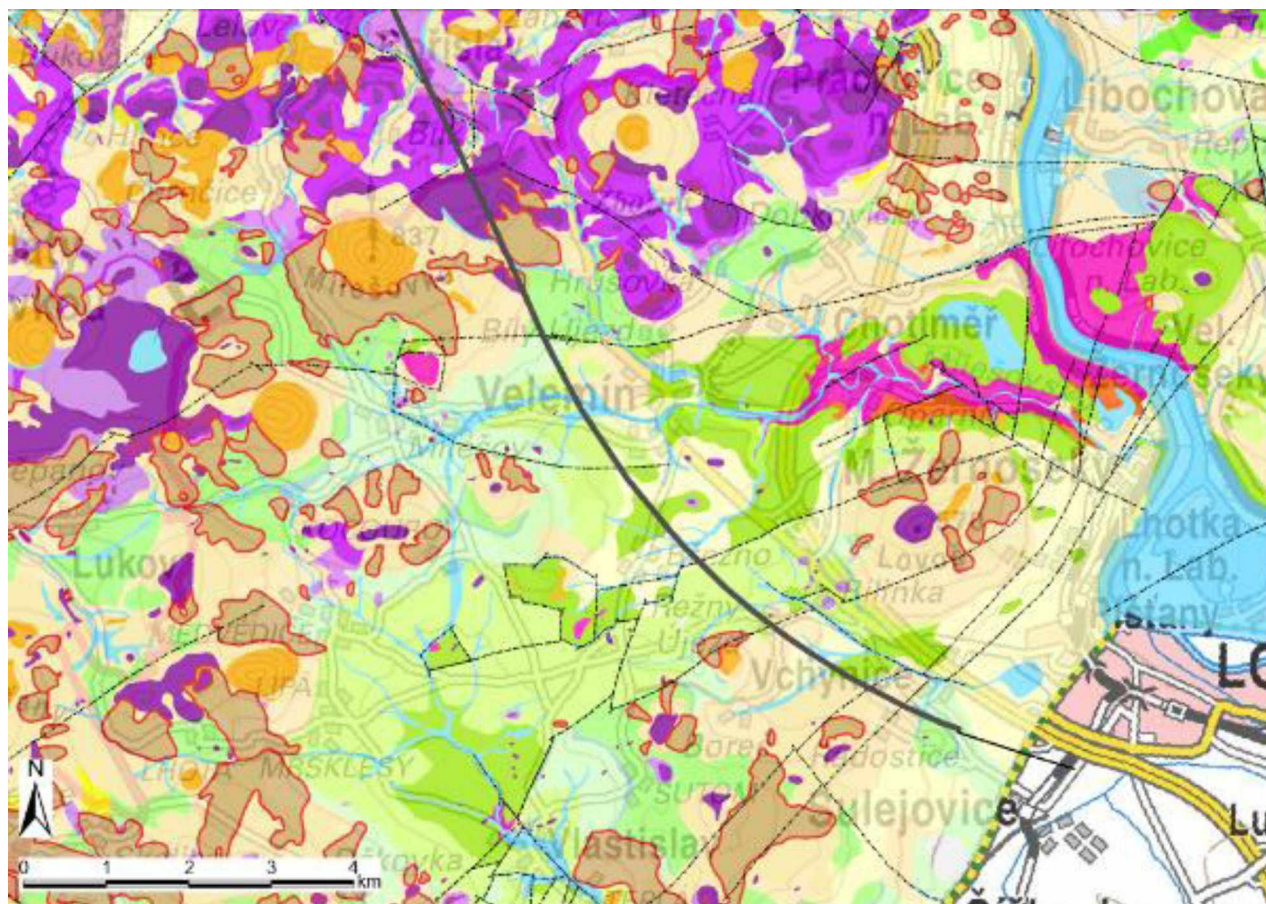


Obr. 13: Geologická mapa s vyznačením plánované trasy VRT v západní variantě. Polyfázově alterované vulkanické horniny jsou označeny vodorovnou fialovo-žlutou šrafou. Z části jsou zakryty kvarténními sedimenty (světle hnědá barva).

**Geologický profil tunelem „Kubačka“ (bez kvartéru)**



Obr. 14. Geologický řez připravovaný původně pro tunelovou variantu dálnice D8. Je zde patrné, že jižní část tunelu by probíhala v křídových slínovcích, kdežto severní ve složitém prostředí alterovaných vulkanitů.



Obr. 15: Trasa ZÚR (jižní úsek). Geo10 středohoří na podkladě topo 200 (ČUZK). Sesuvy – okrové plochy zvýrazněné červenou konturou. Oblast portálu u Vchynic je prostá významných svahových deformací, které se koncentrují na svahy vrchů Lovoš na SV a Ovčín na JZ.



### 3.3 Varianta Mrchový kopec a Pod Bulfem/Holý Vrch (původně C+F2 – východní) mimo portál krušnohorského tunelu

Obě dílčí subvarianty procházejí přes České středohoří ve velmi podobné geologické situaci, proto jsou zde tyto dvě varianty popisovány společně.

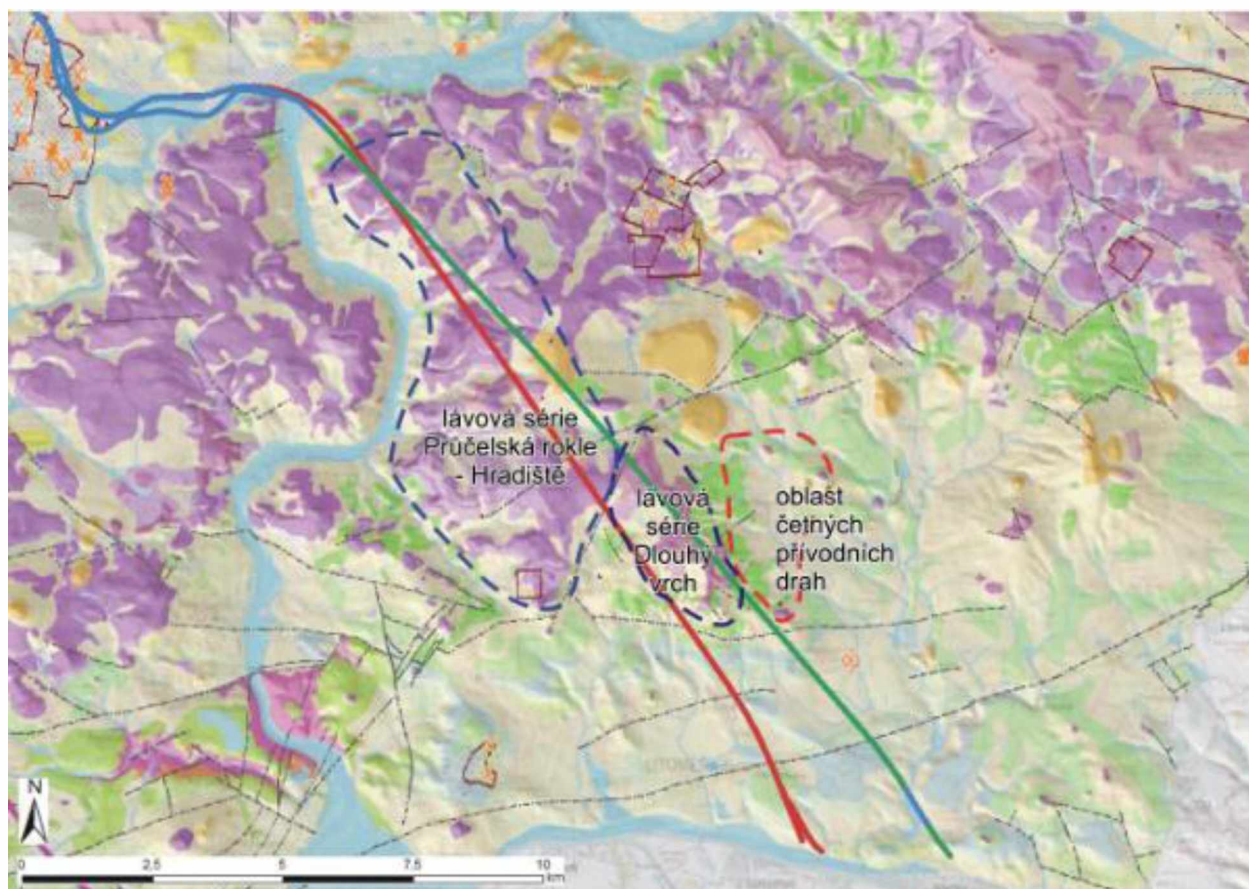
V úseku mezi tunelovým portálem u Chlumce a Ústím nad Labem je navrhovaná trasa vedena s využitím stávajícího dopravního koridoru, který vede po okraji důlních revírů (hnědé uhlí) Chabařovice a Trmice (obr. 12). Z pohledu stability je toto řešení rozhodně vhodnější, než v případě západní varianty v trase ZÚR (původně E).

Převážná část středohorského tunelu v této východní variantě probíhá v litologicky homogenním celku. Až po úroveň vrchu Vrchovina (676,5 m n.m.) v zakleslé kře by tunel byl ražen v nejvyšší úrovni křídly, nebo v nejspodnější úrovni vulkanické sekvence. Od úrovně vrchu Vrchovina k jižnímu portálu by již ražba tunelu probíhala čistě v křídových sedimentech, v oblasti Dlouhého vrchu navíc překrytých výlevnými vulkanickými horninami. Významné přírodní dráhy je možné předpokládat pouze v prostoru Nová Ves – Vysoký Ostrý. Vyšší počet přírodních drah se nachází v zóně východně od Dlouhého vrchu, aktuálně mimo linie plánovaných tras (obr. 16). Z hlediska technologie ražby je výhodnější vést tunel geologicky homogenním prostředím než prostředím s četnými změnami fyzikálních vlastností hornin, jako je tomu v oblastech s vysokou frekvencí přírodních drah prorážejících okolní křídové sedimenty (obr. 17).

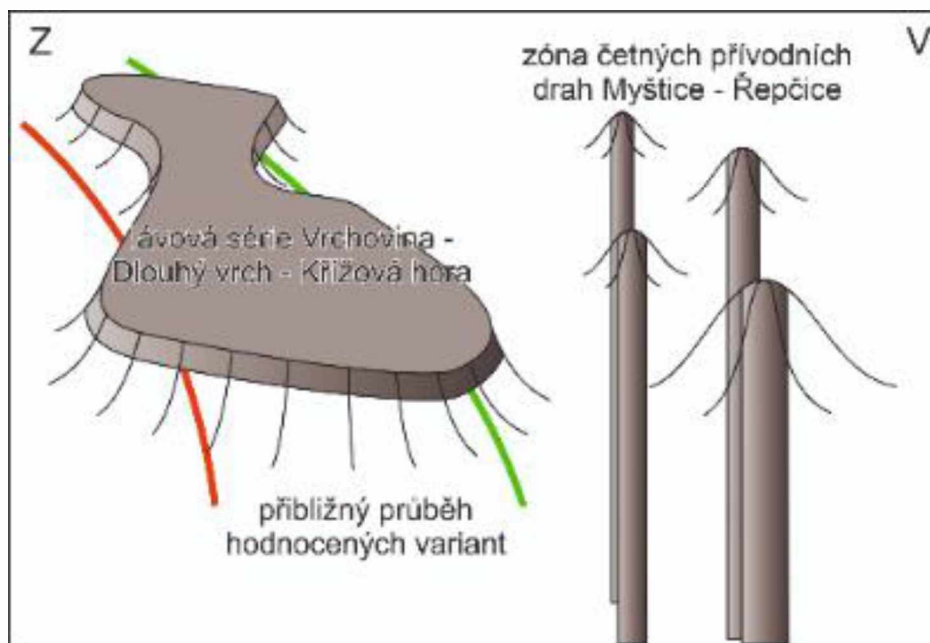
U jižní (Litomeřické) portálové části jsou dokumentované sesuvy (v okolí vrchu Křemín), které je nutno ověřit a prozkoumat jejich skutečné rozsahy a rizikovost. V centrální části trasy v. od vrchu Matry je dokumentováno významné regionální sesuvné území Čeřeniště s hloubkou smykové plochy až 70 m. Je nutné ověřit, zda smykové plochy nejsou založeny na tektonice, která by mohla negativně ovlivňovat stavbu.

Mezi Litoměřicemi a Ústím nad Labem jsou relativně složité hydrogeologické podmínky – málo zpevněné pískovce kolektoru D, vulkanity, tufy, jílovce, slínovce, tektonika. Trasa pravděpodobně bude z části probíhat v pískovcích kolektoru D, kde lze očekávat zvýšené přítoky vody (báze kolektoru D klesá k S z 350 m n.m. od Litoměřického zlomu, po 150 m n.m. u Ústí/L). V území je velké množství malých mělkých vodních zdrojů (zachycené prameny) z kolektoru D i z vulkanitů – jejichž ovlivnění je v portálových částech trasy pravděpodobné. Zastižení termálních vod z hloubky na tektonice je však nepravděpodobné, povrchové indicie termálních vod zde nejsou.

Oblast jižního tunelového portálu je geologicky dosti homogenní. Přesné umístění jižního portálu se tak může podřídit potřebám místních samospráv.



Obr. 16. Geologická mapa s vyznačením možných variant ve východním vedení trasy VRT. Červeně trasa Mrchový kopec a zeleně Pod Bulfem/Holý Vrch.



Obr. 17. Schematický náčrt situace výskytu vulkanických hornin v oblasti mezi Litoměřicemi a Třebušínem. Plošinu masivu Vrchovina – Dlouhý vrch – Křížová hora tvoří lávová sekvence ve výplni paleoúdolí. Menší izolované vršky v pruhu Myštice – Řepčice pak představují erozní relikty drobných vulkánů s hluboce založenými přívodními drahami.

## 4 Závěrečné zhodnocení geologických poměrů tras

V oblasti jižního portálu krušnohorského tunelu (Přestanov vs. Chlumec) jsou mezi oběma variantami v obecném geologickém měřítku minimální rozdíly, tj. že obě trasy musí přejít složitou geologickou stavbu v předpolí krušnohorského zlomu a zlomem samotným.

Ovšem pro trasu Mrchový kopec (současně s trasou Pod Bulfem/Holý Vrch, původně C+F2) je v současné době k dispozici nesrovnatelně větší objem geologických a geofyzikálních dat a současně byl sestaven projekt na další průzkumné geologické práce. Projekt inženýrskogeologického průzkumu ve fázi etapy předběžného průzkumu (Schoffer 2022) je nastaven v souladu s principem hospodárnosti a zároveň cílí na ověření nežádoucích rizik pro stavbu tunelu s cílem získat geologická data pro omezení těchto rizik. Naproti tomu znalosti detailní stavby v místě portálu krušnohorského tunelu trasy ZUR (původně E) jsou v současnosti velmi omezené. Z toho plyne, že trasa Mrchový kopec (současně s trasou Pod Bulfem/Holý Vrch, původně C+F2) je oproti trase ZUR (původně E) v oblasti u Chlumce nejméně o 3-4 roky v předstihu.

V případě varianty ZUR (původně E) se kombinují extrémně nepříznivé geologické podmínky v její části překonávající východní výběžek mostecké pánve a severní okraj Českého středohoří (úsek Unčín–Bořislav), ale poté naopak s mnohem příznivější geologickou situací tunelu přes České středohoří až k jižnímu portálu (úsek Bořislav–Lovosice). Příznivé geologické podmínky jižní části této varianty platí i pro aktuálně nezvažovanou původní variantu F2 (v jižní části) a bylo by možné je zužítkovat i při modifikaci varianty F2 se zaústěním tunelu pod České středohoří v prostoru Řehlovic.

**ČGS se přiklání k názoru, že v oblasti portálu krušnohorského tunelu je z hlediska hospodárnosti a etapovitosti přípravy staveb varianta trasy Mrchový kopec (současně s trasou Pod Bulfem/Holý Vrch, původně C+F2) přijatelnější (tj. realizace portálu západně od Chlumce).** Pro tuto trasu totiž byly realizovány podrobné geofyzikální průzkumy, které napomohly objasnit geologickou stavbu předpolí krušnohorského svahu a také průběh samotného krušnohorského zlomu právě v tomto místě. Zároveň již byl sestaven projekt inženýrskogeologického průzkumu pro tuto trasu v etapě předběžného průzkumu (Schoffer 2022). Pro podrobné geologické porovnání obou variant by bylo nutné doplnit geologická a geofyzikální data zejména ze západní varianty ZUR (původně E), což by mohlo trvat několik let.

V krušnohorském úseku (od portálu po státní hranici) tudíž ČGS doporučuje zahájit předběžný inženýrskogeologický průzkum pro trasu Mrchový kopec (současně s trasou Pod Bulfem/Holý Vrch, původně C+F2) tak, aby nedošlo k „zamrznutí“ celé přípravy stavby. Oblast krušnohorského svahu je bezesporu nejrizikovější a časově nejnáročnější část celé VRT Praha – Drážďany, a proto je potřeba pokračovat v průzkumu vybrané části u Chlumce, u které již existují poměrně dobré základní geologické znalosti (řez z 3D modelu, GF průzkum, projekt IGP s návrhem vrtů apod.). V případě zvažování dalších variantních řešení lze předpokládat zdržení celé výstavby v rozsahu 3–5 let oproti současnému stavu.

**V oblasti vedení tras přes České středohoří jsou geologické poměry tak různorodé, že nelze jednoznačně určit výhodnost té či oné varianty. Jisté ovšem je, že varianta západní (ZUR, původně E) je z geologického pohledu, především v její severní polovině, velmi riziková a**

**složitá, téměř obtížně realizovatelná.** A to z důvodu výskytu značně alterovaných hornin, starých vydobytých ložisek a komplikované zlomové stavby. Naopak trasy východní Mrchový kopec a Pod Bulfem/Holý Vrch (původně C) se prozatím jeví z geologického pohledu jako méně komplikované, a především v trase pod Dlouhým vrchem i méně riziková kvůli možnému výskytu přírodních drah vulkanitů.

## 5 Literatura

Bucharová, Y.; Bureš, V.; Bůžková, H.; Čechová, E.; Herle, V.; Horáček, M.; Lidmila, Pavel; Marek, J.; Muehldorf, J. (1988): Zpráva o výsledcích geologicko-průzkumných prací na úkole Jiřetín – VČSA, realizace I. díl (1–15 dílčích zpráv), II. díl (Závěrečná zpráva). MS Geofond, GF P026591, 143 s. a 1558 příloh.

Horáček, M. (1994): Srovnání poznatků o průzkumných důlních dílech mezi Jezerkou a Horním Jiřetínem v Krušných horách. Sbor. geol. věd – HG,IG, vol. 20, p. 45-51.

Marek, J. (1983) Inženýrsko-geologický průzkumu stability zámku Jezeří v předpolí uhelného velkolomu. Geolog Průzk 25:234–236

Kydl, P., Franěk, J., Rappich, V. a kol. (2020): Přeshraniční spolupráce pro rozvoj železniční dopravy Sasko – ČR. Projekt Interreg V.A. Geologická část. ČGS Praha

Schoffer, T. – Kuvik, M (12/2022): RS 4 – úsek Ústí nad Labem – státní hranice CZ/SRN Činnosti geologické služby pro Krušnohorský tunel. Projekt geologických prací. Projekt předběžného průzkumu. AZ Geo Ostrava