

## GEOLOGICKÉ POMĚRY TUNELU KLIMKOVICE

Geological setting of the tunnel Klimkovice

Milan Svatuška

GEOtest Brno a.s., Šmahova 112/1244, 659 01 Brno; e-mail: svatuska@geotest.cz

(15–43 Ostrava)

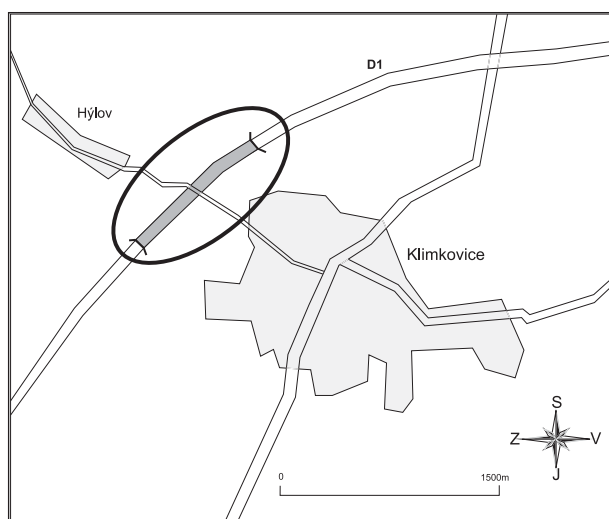
**Key words:** Moravian-Silesian Paleozoic, culm, lithology, tectonic deformations, contoured and poles diagrams

### Abstract

The article presents information concerning a geological setting of the driven part of a highway tunnel at Klimkovice which was set going in May 2008. Even though a geological documentation of the stope was focused mainly on technological aspects of the tunnel construction, a set of collected data enabled an interpretation of geological setting of Hradec-Kyjovice beds of Culm crossed by tunnel structure in considerable detail. Along the whole length of stope of both tunnel tubes (865 and 875 m long respectively) and tunnel junctions a total of 2007 readings of bedding angles and 1909 angle readings at joint systems and dislocations was taken and processed. A geological map and sections along axes of tunnel tubes and junctions were compiled. Facies development along particular tunnel tubes was compared using division of the tunnel routing on fragments based on point and contour diagrams of structural data measured.

### Úvod

V květnu 2008 byl uveden do provozu tunel Klimkovice na dálnici D47 nedaleko Ostravy (obr. 1). Technicky



Obr. 1: Přehledná mapka oblasti.  
Fig. 1: General map of area.

je řešen dvěma tunelovými trubami s pěti tunelovými spojkami. Celková délka tunelu A ve směru Brno–Ostrava je 1 071 m (z toho ražená část 865 m, zbytek byl na obou koncích hlouben v otevřených stavebních jámách s následným přesypáním). Trouba B ve směru Ostrava–Brno dosahuje délky 1 088 m (ražená část činí 875 m).

V tomto příspěvku jsou shrnuty poznatky o litologii a tektonických poměrech horninového masivu, vzešlé ze zpracování geologické dokumentace prací na ražené části díla (Svatuška in Stach et al. 2007).

Práce byly započaty počátkem dubna 2005 ražbou kaloty z ostravských portálů na obou tunelových trubách,

ve květnu 2005 byla zahájena ražba i z portálů brněnských. Kalota (tj. svrchní klenutá část profilu s max. výškou ve středové části cca 6,2 m) byla ražena v plném profilu. S odstupem několika desítek metrů od postupu ražby kaloty probíhalo odtěžování jádra (zbývající část profilu s výjimkou spodní klenby). Těžební práce byly ukončeny dobírkou spodní klenby na obou tunelech koncem května 2006. Tunelové spojky byly raženy v plném profilu, pouze s následným dobíráním a začišťováním spodní klenby. Jmenovitá šířka výrubu tunelových trub v neširším místě (s výjimkou rozšíření v „zálivech“) je dle projektu 13 672 mm, jmenovitá celková výška 10 437 mm. Projektovaná niveleta vozovky stoupá v tunelové trubě A z 263,469 na 268,695 m n. m., v trubě B z 263,465 na 268,699 m n. m. ve směru staničení (od brněnských k ostravským portálům). Osy tunelových trub jsou ve střední části díla navzájem vzdáleny cca 44,5 m, směrem k provizorním portálům ražené části se vzdálenost snižuje na 28,4 m u brněnských a 27,3 m u ostravských portálů.

### Geologické poměry tunelu

Trasa tunelu protíná v mírném oblouku táhlý terénní hřbet, klesající jihovýchodním směrem od vrcholu Mezník (381 m n. m.) až do centra Klimkovic. Přímo nad trasou tunelu dosahuje nadmořská výška terénu zhruba 300 metrů. Maximální výška nadloží tunelu je 31 m.

Území, kterým klimkovický tunel prochází, je tvořeno horninami moravskoslezského spodního karbonu – kulmu. Ten je na lokalitě samotné i v jejím širším okolí zastoupen kyjovickými vrstvami hradecko-kyjovického souvrství, stratigrafického stáří nejvyšší visé – spodní namur. Jedná se o nejsvrchnější a nejvýchodnější litostratigrafickou jednotku kulmu Nížkého Jeseníku.

### Litologie

Z litologického hlediska je možno zdejší horniny kyjovických vrstev souhrnně popsat jako flyšové střídání aleuopelitických a psamitických vrstev o mocnostech od několika milimetrů do několika metrů. Pro podrobnější popis výrubu v trase tunelu byly horniny zařazeny do čtyř základních typů:

Pod aleuopelity shrnujeme jemnozrné horniny, které jsou v převažující míře tvořeny zrnitostní frakcí do 0,05 mm. Čisté pelity, tj. bez výrazné příměsi aleuritické složky, zde nebyly ani rozbory vzorků zjištěny. Převážně pelitické (jílovité) vrstvy jsou tmavě šedé až černošedé, prachovité (aleuritické) zpravidla světlejší. Mohou být výrazně laminárně vrstevnaté i makroskopicky nevrstevnaté, všesměrně zrnitého vzhledu. Ponejvíce v lavicovitých až masivních aleuopelitech bývají také často vyvinuty v hojném počtu konkréce pelokarbonátů, v jejichž složení převažuje siderit a oligonit.

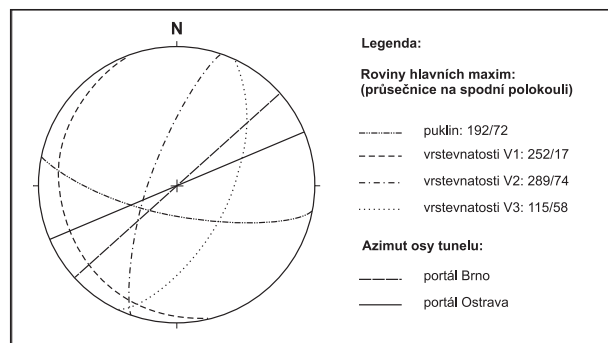
Droby byly v mapě a řezech vymezovány v zásadě tam, kde jejich vrstvy (zejména lavice) naprosto převažují v sedimentačních rytmech. Jako drobu zde definujeme typ pískovce, obsahující v převažující psamitické frakci úlomky hornin a vykazující vyšší zastoupení jílovito-prachovité základní hmoty (matrix).

V ostatních partiích výrubu, kde se aleuopelitické a psamitické polohy rytmicky střídaly, byl podle převažující mocnosti vrstev vymezován drobně či hrubě rytmický flyš.

V minerálním složení hornin byl zjištěn křemen, živce (převažuje plagioklas), slídy (převažuje muskovit), jílové minerály, kalcit. Dále jsou přítomné úlomky hornin: křemence, metakvarcity, sericit-choritické a slídové břidlice, fylity, vápence a mramory. Stálým znakem je poměrně nízký obsah křemene a zpravidla vysoký obsah karbonátu. Místy je podíl karbonátu tak vysoký, že lze hovořit o drobových vápencích. Pelitické horniny mají obsah karbonátu nejnižší. V horninovém masivu byly na mnoha místech zjištěny křemenné žilky na vrstevních spárách i na puklinách či dislokacích. Karbonátové žilky zastíženy nebyly.

### Tektonika

Intenzivnější tektonické poškození hornin bylo zaznamenáno zejména v první třetině ražené části tunelu (ve směru staničení – od brněnských portálů) a potom opět ke konci ražené části stavby. Ve střední části trasy převažují



Obr. 2: Základní strukturální prvky znázorněné „velkými oblouky“.  
Fig. 2: Fundamental structural elements figured by „big arch“.

jen mírnější ohyby vrstev. Trasa tunelu míří šikmo vůči převažujícímu směru struktur (obr. 2).

Vrásy jsou většinou velkých rozměrů, s vlnovou délkou několika desítek, místy až prvních stovek metrů a amplitudou v řádu metrů až desítek metrů. Většinou jsou překocené, s vergencí směrem k východu. Směr vrásových os je nejčastěji S–J až SSV–JJZ. Průběh vrásových os není zcela lineární, v generelu osy mírně upadají jižními směry. Osní roviny vrás jsou zvláště. Ohyby vrstev v zámkových oblastech jsou oblé až špičaté. Podle velikosti meziramenního úhlu je lze klasifikovat od rozvěřených po sevřené až izoklinální. Podle velikosti úklonu osních ploch zde kromě převažujících vrás překocených můžeme rozlišit i vrásky přímé a šikmé, ojediněle i ležaté.

V zámkových oblastech ohybů, kde ramena svírají ostřejší meziramenní úhly, dochází při překročení meze pevnosti horniny (zejména u více kompetentních vrstev) ke vzniku rupturních poškození. Tyto zlomy se většinou vytvářejí v paralelních sériích, odchylojí se ze směru osních rovin ohybů a vyznívají do mezivrstevních skluzů. Na vrstevních plochách, zlomech a často i puklinách jsou stopy pohybů, častá je i výplň podrcenou horninou. Vzdálenost pohybu je však na těchto plochách relativně malá, většinou jen několik cm.

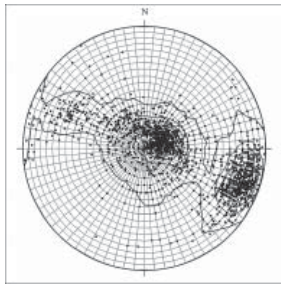
Dislokačními strukturami většího rozsahu jsou vrásové přesmyky, vznikající převážně přetržením či redukcí středního ramene vrás. Tyto struktury jsou v kyjovických vrstvách přítomny ve vcelku typickém vývoji. Převažující část dislokačních ploch charakteru přesmyků má nepřilíživě strmý úklon k Z až ZSZ. Vrásové přesmyky se mohou projevat přítomností několika paralelních přesunových ploch. Místy mohou být skryté do mezivrstevního skluzu.

Mohutnější tektonicky oslabená pásma jsou rozšířena zejména v horninách s převahou aleuopelitických vrstev. Takto poškozené zóny, většinou v zámkových ohybových struktur, mohou dosahovat až několikametrové mocnosti. Pokud jsou tyto ohybové struktury navíc přetrhány vrásovými přesmyky, dochází k dalšímu narůstání mocnosti tektonizovaných zón. V drobách jsou vyvinuty příčné dislokace převážně bez doprovodu výraznějšího porušení. Při výskytu hrubějších drobových lavic bývají mezilehlé, převážně pelitické vrstvy výrazně porušené, „rozklouzané“, stlačené, což je odrazem různé kompetence hornin (tj. odolnosti vůči deformacím), podléhajících horninovým tlakům během vrásnění masivu.

### Hlavní směry odlučnosti hornin

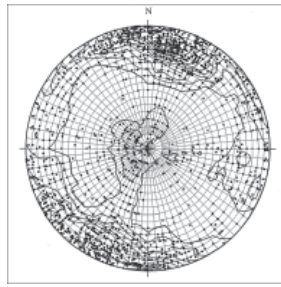
Převažující směr odlučnosti hornin (s výjimkou lokálně rozšířených těles aleuopelitů bez patrné vrstevnatosti) je dán průběhem vrstevních ploch, podle nichž dochází k oddělování jednotlivých vrstev o různé mocnosti. Na obr. 2 jsou tzv. „velkými oblouky“ ve stereografických projekcích znázorněny hlavní směry průběhu vrstevnatosti a puklin společně s vyznačením azimutu osy tunelu.

Na souhrnném konturovém a pólovém diagramu pro plochy vrstevnatosti (obr. 3), k jehož konstrukci bylo použito 2007 měření z celé ražené části tunelu, lze rozlišit dvě výrazná a jedno podružné maximum. Směr a sklon spádnice 252/17 vyjadřuje průměrnou orientaci převa-



Obr. 3: Souhrnný pólový a konturový diagram průběhu vrstevnatosti (2007 měření).

Fig. 3: Summarizing poles and contoured diagram of bedding (2007 measurements).



Obr. 4: Souhrnný pólový a konturový diagram průběhu puklin a dislokací (1909 měření).

Fig. 4: Summarizing poles and contoured diagram of cracks and dislocations (1909 measurements).

žujícího postavení vrstev ve zkoumaném území: průběh vrstev ve směru S–J až SZ–JV s mírnými úklony k Z až JZ. „Roztažení“ tohoto maxima V1 (zejména k úklonům ve směru k J až JV) je odrazem mírného zvlnění tohoto téměř subhorizontálního uložení vrstev. Druhé výrazné maximum V2 (spádnice 289/74) představuje průměrnou orientaci vrstev ve středních ramenech překocených vrás (směr vrstev SSV–JJZ, strmý úklon k ZSZ). Třetí, méně výrazné maximum V3 (spádnice 115/58) reprezentuje k VJV ukloněné vrstvy v ramenech šikmých nepřekocených vrás, které se v zájmovém území vyskytují v daleko menší míře.

Ze souhrnného pólového a konturového diagramu (obr. 4) všech měření na puklinových systémech a dislokacích (použito 1909 měřených bodů) je patrný značný rozptyl naměřených hodnot. Srovnáním s diagramy pro jednotlivé úseky, na které jsme trasu ražené části tunelu rozdělili, lze zjistit, že puklinové systémy se lokálně stácejí v závislosti na průběhu vrstevnatosti. Hlavní příčný puklinový systém P1 je orientován zhruba kolmo na průběh převažující vrstevnatosti (mírně ukloněných i strmě zapadajících překocených vrstev).

### Porovnání geologického vývoje v obou tunelových troubach

Pro sledování změn průběhu strukturních prvků byly obě tunelové trouby rozčleněny na 11 nestejně dlouhých úseků (A1 až A11 v tunelu A, B1 až B11 v tunelu B, obr. 5). Tyto úseky byly vymezeny podle geologické mapy a řezů na základě průběhu vrstevnatosti. Toto rozčlenění umožňuje paralelizovat geologický vývoj vrstev v obou tunelo-

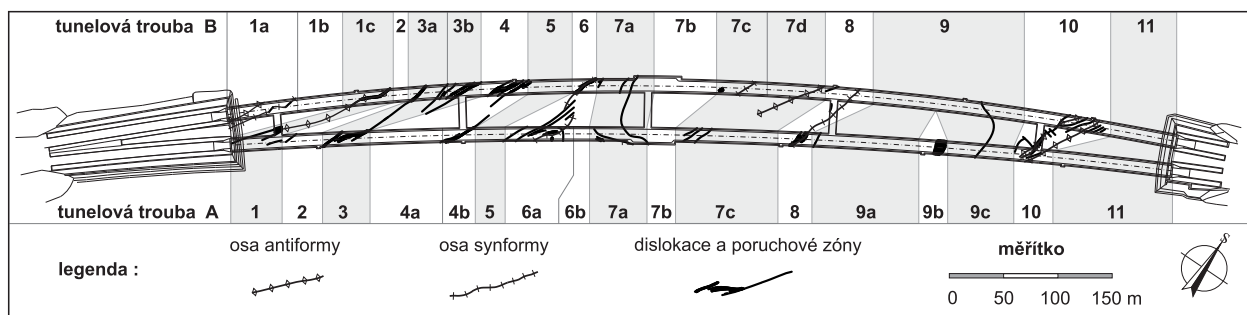
vých troubach a provést jeho porovnání podle strukturních měření. Pro zachycení lokálních změn byly tyto úseky dále členěny na dílčí podúseky (označené malými písmeny, např. B1a). Hranice mezi úseky (podúseky) byly voleny tak, aby změny směru a sklonu vrstev v rámci jednotlivých úseků (podúseků) byly snadno dešifrovatelné v konturových resp. bodových diagramech. V každém podúseku je tedy pouze jeden synformní či antifonní ohyb vrstev (výjimečně úplná vrása), nebo se jedná o úsek bez výraznějších ohybů. (Je zde dávana přednost obecnějšímu označení vrásových ohybů jako „synforma“ a „antiforma“ před termíny „synklinála“ a „antiklinála“, neboť při dokumentaci nebylo hodnoceno, zda vrstvy leží v přirozené či převrácené pozici). Pro jednotlivé úseky (podúseky) a tunelové spojky byly sestaveny bodové diagramy a následně vykresleny konturové diagramy hlavních strukturních prvků. Do jednoho diagramu byla shrnuta měření vrstevnatosti, do druhého pak měření puklin a dislokací. V tomto příspěvku na obr. č. 7 jsou zobrazeny pouze diagramy průběhu vrstevnatosti.

### Úsek 1

Úsek B1a prochází složitou vrásovou strukturou se zvlněnými osními rovinami (zejména v synformní části), struktura je navíc porušována zlomy paralelními s osními rovinami, často přecházejícími do mezivrstevních skluzů. Vrása je překocaná, zavřená, místy až izoklinální, s mírnějšími úklony vrstev v křídlech a vzpřímenými vrstevy ve středním rameni (průměrný směr a sklon spádnice vrstev v západním rameni průměrně 298/17, středním 272/75, východním 352/30). V antifonní části vrásy převládají tence až hrubě deskovité aleuopelity, v synformní pak vrstvy drobně rytmičké flyše. V jádrech ohybů se projevuje poměrně silná tektonizace vrstev.

V úseku B1b se vrstvy mírně ohýbají a dosahují úložných poměrů obdobných jako v západním rameni výše popsané vrásy (asi 305/25). Směr vrstev je zde jen mírně odkloněn od osy tunelu a tak prakticky v celé délce podúseku se ve spodní (resp. jihovýchodní) části výrubu objevují tence až hrubě deskovité flyšové vrstvy, v jejich nadloží pak hrubé desky až tenké lavice aleuopelitů. Úsek je charakteristický mírným úklonem vrstev s lokálními ohyby, místy je přítomno slabé tektonické porušení v zónách paralelních s vrstevnatostí.

Počáteční úsek ražené části tunelu A je možno srovnávat až s úsekem B1c, který prochází překocným až ležatým antifonním ohybem vrstev. Struktura je doprovázená



Obr. 5: Schéma rozdělení trasy tunelu na tektonické úseky.

Fig. 5: Scheme of division of the tunnel routing on tectonical fragments.

tektonizací v jádře ohybu. Východní křídlo antiformy má směr a sklon spádnice cca 290/65. Litologicky převažují hrubé desky až tenké lavice aleuropelitů. Překocný anti-formní ohyb zjištěný v tunelu B je v tunelové spojce TS1 rozlámán paralelními dislokacemi.

V tunelu A (úseku A1) však již ohyb není příliš zřetelný, neboť zde přechází do skryté dislokace charakteru přesmyku (resp. přesmykových ploch víceméně paralelních s vrstevnatostí). Vrstvy jsou zde poměrně strmě ukloněné, průměrný sklon a směr spádnice činí 297/62. V litologii převažují vrstvy drobně rytmického flyše, na začátku úseku v několikametrovém pásmu s výraznou převahou drobových lavic. Později podíl drob klesá až ke konci úseku zcela převládají hrubé desky až tenké lavice aleuropelitů.

### Úsek 2

Poměrně krátký úsek 2 se v obou tunelech vyznačuje strmým zapadáním vrstev (spádnice A2: 294/74, B2: 280/75) bez výraznějšího tektonického postižení. V obou tunelových rourách prochází převážně aleuropelity, které jsou v tunelu A ke konci vystřídány tence až hrubě deskovitými vrstvami flyše.

### Úsek 3

V úseku 3 prochází tunel B vrásou strukturou, nejprve jeho synformní (B3a) a poté antiformní (B3b) částí. Strmé uložení vrstev (v naprosté převaze se jedná o aleuropelity) se po průchodu touto strukturou mění jen mírně (průměrný směr a sklon spádnice v západním rameni vrásky činí 275/85, ve východním 276/72). V tunelu A je tato dílčí vrásová struktura „zhuštěna“ do užší, silně tektonizované a dislokacemi členěné zóny o několikametrové mocnosti. Průměrný směr a sklon spádnice je v úseku A3 292/75. Na rozdíl od tunelové roury B se zde vyskytují i vrstvy drobně rytmického flyše, zejména na počátku úseku a v zónách zvýšené tektonizace hornin.

### Úsek 4

Úsek 4 byl v tunelu A rozdělen na 2 části. Uložení vrstev je v obou podúsecích poměrně strmé, v celé délce bez výraznějších změn (spádnice A4a: 292/78, A4b: 290/77). Ke konci podúseku A4a jsou převažující hrubě deskovité až lavicovité aleuropelity vystřídány pásmem drobně rytmického flyše, kde se projevuje zvýšená tektonizace horniny. Podúsek A4b byl vymezen v oblasti průchodu tunelové roury A dislokační zónou s doprovodnými poruchami, doprovázenou nepříliš mocným pásmem poměrně intenzivně tektonizovaných hornin. Zlomová struktura odděluje aleuropelity od vrstev drobně rytmického flyše, který ke konci úseku přibýváním mocnějších lavic drob přechází do flyše hrubě rytmického.

V tunelu B je tektonizace hornin prakticky v celém úseku B4 výraznější, uložení vrstev je obdobné jako v tunelové rouře A (spádnice B4: 285/75). Do úseku 4 zařazujeme i spojku TS 2, kde bylo zjištěno obdobné uložení vrstev jako v tunelových rourách (spádnice 292/77), výraznější tektonizace hornin zde nebyla pozorována. Litologicky zde stejně jako v tunelové rouře B výrazně převažují aleuropelity.

### Úsek 5

V úseku 5 se v obou tunelech opět vyskytují vrstvy se strmým úklonem (směr a sklon spádnice A5: 287/80, B5: 280/80), bez výraznějšího tektonického postižení. Ve flyšových vrstvách jsou zde výrazně zastoupeny tenké i hrubé lavice drob, místy droby zcela převažují.

### Úsek 6

Úsek 6 je v tunelu B poměrně krátký, prochází zde synformním ohybem vrstev se zlomy paralelními s osní rovinou a přecházejícími do mezivrstevních skluzů. V jádře ohybu je patrná silná tektonizace hornin. Synforma je překocná, otevřená až zavřená. Vrstvy se po průchodu ohybem stácejí k JV (průměrný směr a sklon spádnice činí 225/20). Obdobně jako v předcházejícím úseku se i zde do vrstev drobně rytmického flyše vkládá zóna tence až tlustě lavicovitých drob.

Naproti tomu v tunelu A je tento ohyb složitější vrásově-zlomovou strukturou, zaujímavější mnohem delší úsek než v tunelu B. V podúseku A6a je překocná synforma sevřená až izoklinální, s lokálními přesmyky, mezivrstevními skluzy a provrásněním méně kompetentních vrstev. Počáteční část úseku prochází zprvu lavicovitými aleuropelity a pak i masivními, nevrstevnatými s množstvím karbonátových kongrecí, které se opět objevují v podúseku A6b. Převažující část podúseku A6a vede tektonizovanými tence až hrubě deskovitými vrstvami drobně rytmického flyše. Krátký úsek A6b, vymezený ve vrstvě aleuropelitů bez výraznější patrné vrstevnatosti a s množstvím karbonátových kongrecí, do tunelu B nezasahuje, zřejmě následkem zlomové tektoniky v oblasti ohybu. Spádnice vrstev zde má průměrný směr a sklon 208/18.

### Úsek 7

Úsek 7 je v obou tunelech charakterizován výskytem ploše upadajících až subhorizontálně uložených vrstev. Mění se zde směr zapadání vrstev, v tunelu A převažují mírné úklony k J až JV. Tektonické porušení je zde převážně velmi slabé, v podúsecích A7a, A7b i B7a byly zjištěny skryté dislokace charakteru přesmyků. Celý tento, v porovnání s ostatními, velmi dlouhý úsek má charakter rozsáhlejšího antiformního vyklenutí, v tunelu B (dílkím podúseku B7c) s vloženým mírným synformním prohnutím. Postupný velmi mírný ohyb vrstev lze sledovat i v tunelové spojce TS 3, ležící mezi dílčími úseky A7a a B7a. Na konci úseku (A7c a B7d) postupně dochází k opětovnému nárůstu úklonu vrstev se zapadáním směrem k V až VJV.

Po stránce litologické se obě tunelové trouby v úseku 7 dosti liší. V tunelu A výrazně převažují aleuropelity, v podúsecích A7a a A7b zčásti s výskytem karbonátových kongrecí. V těchto podúsecích byla také vymezena zlomově (přesmyky) ohraničená zóna s vývojem hrubě až drobně rytmického flyše. Začátek úseku v tunelu B (podúsek B7a) prochází vrstvami drobně rytmického flyše s občasným převažujícím zastoupením drobových lavic. Byly zde zjištěny obdobné přesmykové plochy jako v tunelu A. Dále podúsek B7a pokračuje vrstvami aleuropelitů, stejně tak tunelová spojka TS 3. V podúseku B7b, v oblasti mírného antiformního ohybu, prochází horní část výrubu vrstvami

aleuopelitů, zatímco v dolní části se objevují flyšové vrstvy, hlouběji s naprostou převahou deskovitých až hrubě lavičovitých drob. Ke konci úseku se opět ztrácejí. Úsek B7c byl vymezen v oblasti synformního prohnutí s převažujícím vývojem hrubých desek až tenkých lavic aleuopelitů. Úsek B7d prochází opět antifonním ohybem s převahou flyšových vrstev s výrazným zastoupením drobových lavic.

**Úsek 8**

Úsek 8 prochází v obou tunelech synformním ohybem vrstev. V tunelu A je ohybová struktura otevřená až zavřená, šikmá až překocená, s lokálním provrásněním méně kompetentních vrstev a jejich tektonizací. Zlomy paralelní s osní rovinou přecházejí často do mezivrstevních skluzů. V tunelu B prochází úsek otevřeným synformním ohybem vrstev bez výraznějšího tektonického postižení hornin. To nebylo zjištěno ani v tunelové spojce TS 4, kterou ohyb vrstev rovněž prochází. Směr a sklon vrstev je v obou tunelech téměř shodný (spádnice z. ramene ohybu v tunelu A: 114/60, tunelu B: 120/58, spádnice sv. ramene v tunelu A: 235/20, v tunelu B: 235/18). Celý úsek (v obou tunelech i tunelové spojce) je po litologické stránce charakterizován typickým vývojem převážně lavičovitých aleuopelitů, které se v zóně ohybu rozpadají na deskovité.

**Úsek 9**

Úsek 9 je v obou tunelech charakterizován přítomností mírně ukloněných vrstev většinou bez výraznějšího tektonického postižení, zapadajících s větším rozptylem azimutu směrem k JZ. Střídají se zde pásma aleuopelitů, drobně i hrubě rytmického flyše. V tunelu A byl úsek rozdělen na 3 dílčí části. Střední dílčí podúsek A9b byl vymezen v prostředí mocné vrstvy aleuopelitů bez zřetelné vrstevnatosti, se stopami struktur gravitačních skluzů. Horniny ve srovnatelném vývoji nebyly v tunelu B pozorovány. Ve střední části úseku v tunelu A byla zaznamenána i lokálně zvýšená tektonizace hornin.

**Úsek 10**

Úsek 10 prochází v obou tunelech antifonním ohybem vrstev se složitou stavbou, s tektonizovanými pásmy a doprovodnými zlomovými poruchami. V tunelu A je ohybová struktura překocená, zavřená až izoklinální, s lokálním provrásněním méně kompetentních vrstev, zlomy paralelní s osní plochou vyznívají či přecházejí do mezivrstevních skluzů. Obdobné poměry byly zjištěny i v tunelové spojce TS 5. V tunelu B je úsek delší, dislokace charakteru přesmyků zde zapříčiňují opakování ohybu. Antifonna je zde překocená, zavřená, v sz. rameni (na začátku úseku) s mírným (V1), v jv. rameni se strmým (V2) úklonem vrstev. Časté jsou drcené a detailněji provrásněné zóny, jsou však poměrně úzké. Směr a sklon vrstev směrem k Z až ZSZ je v obou tunelech příbuzný (spádnice z. ramene ohybu v tunelu A: 276/25, tunelu B: 246/24, spádnice v. ramene

v tunelu A: 292/76, v tunelu B: 282/77). Ohybová struktura je vyvinuta převážně ve vrstvách drobně rytmického flyše.

**Úsek 11**

Úsek 11 je v obou tunelech charakterizován přítomností vrstev strmě upadajících směrem k ZSZ. Výraznější tektonické postižení hornin bylo zaznamenáno až ke konci úseku, v obou tunelových rourách. V tunelu B bylo lokálně zjištěno větší zprohýbání vrstevních ploch v méně kompetentních (plastičtějších) vrstvách. Na samém konci úseku v tunelu A se vrstvy synformně ohýbají do subhorizontálního uložení (směr a sklon spádnice 140/10), ve směru tunelové roury B bylo možno tento ohyb zjistit ve výkopu pro hloubenou část tunelu. Obdobně jako v úseku 9 se i v celém úseku 11 střídají aleuopelity a vrstvy drobně i hrubě rytmického flyše. Na rozhraní úseků 10 a 11 byla v obou tunelových rourách zastížena několik metrů mocná zóna aleuopelitů s konkrécemi pelokarbonátů.

**Závěr**

Cílem tohoto příspěvku je nejenom podat stručnou informaci o ražbě dálničního tunelu Klimkovice a popsat hlavní výsledky dokumentačních prací z hlediska litologie hornin a tektonických poměrů hradecko-kyjovického souvrství, ale i prezentovat zvolenou metodu zpracování naměřených strukturálních dat. S ohledem na složitou stavbu masívu a poměrně značnou vzdálenost mezi oběma tunelovými troubami prakticky nebylo možno paralelizovat geologickou situaci mezi oběma troubami během ražby. To bylo v plném rozsahu umožněno až statistickým zpracováním množství tektonických měření při závěrečné sumarizaci výsledků, rozčleněním trasy tunelových trub na jednotlivé úseky a zobrazením dat pomocí bodových a konturových diagramů.

Zjištěné výsledky průzkumu zapadají do celkového kontextu geologické stavby hradecko-kyjovického souvrství. Jejich přínos tkví především v objemu dat získaných z téměř 900 m dlouhého geologického profilu a jejich statistickým zpracování.

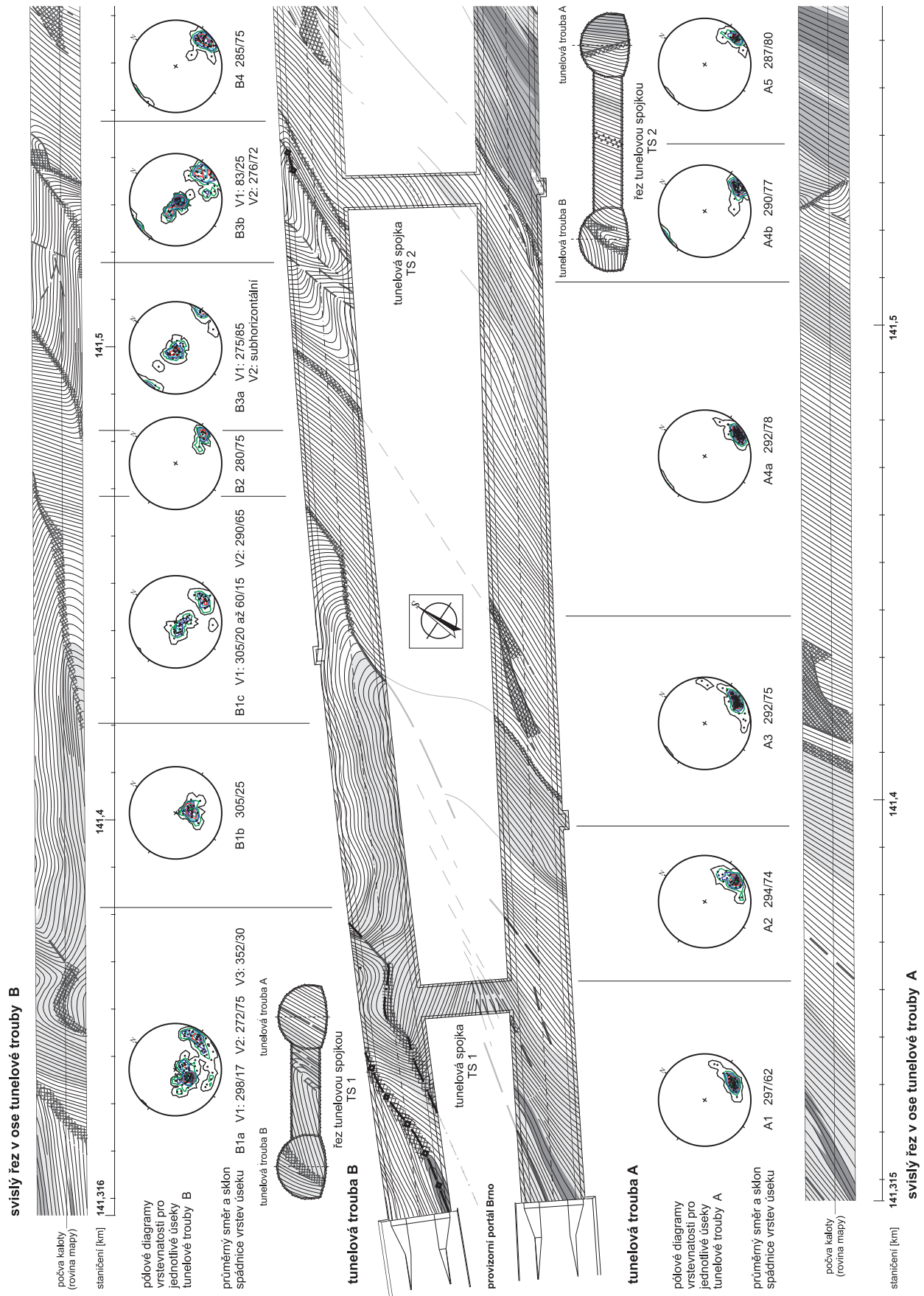


Obr. 6: Legenda k obr. 7.

Fig. 6: Legend to fig. 7.

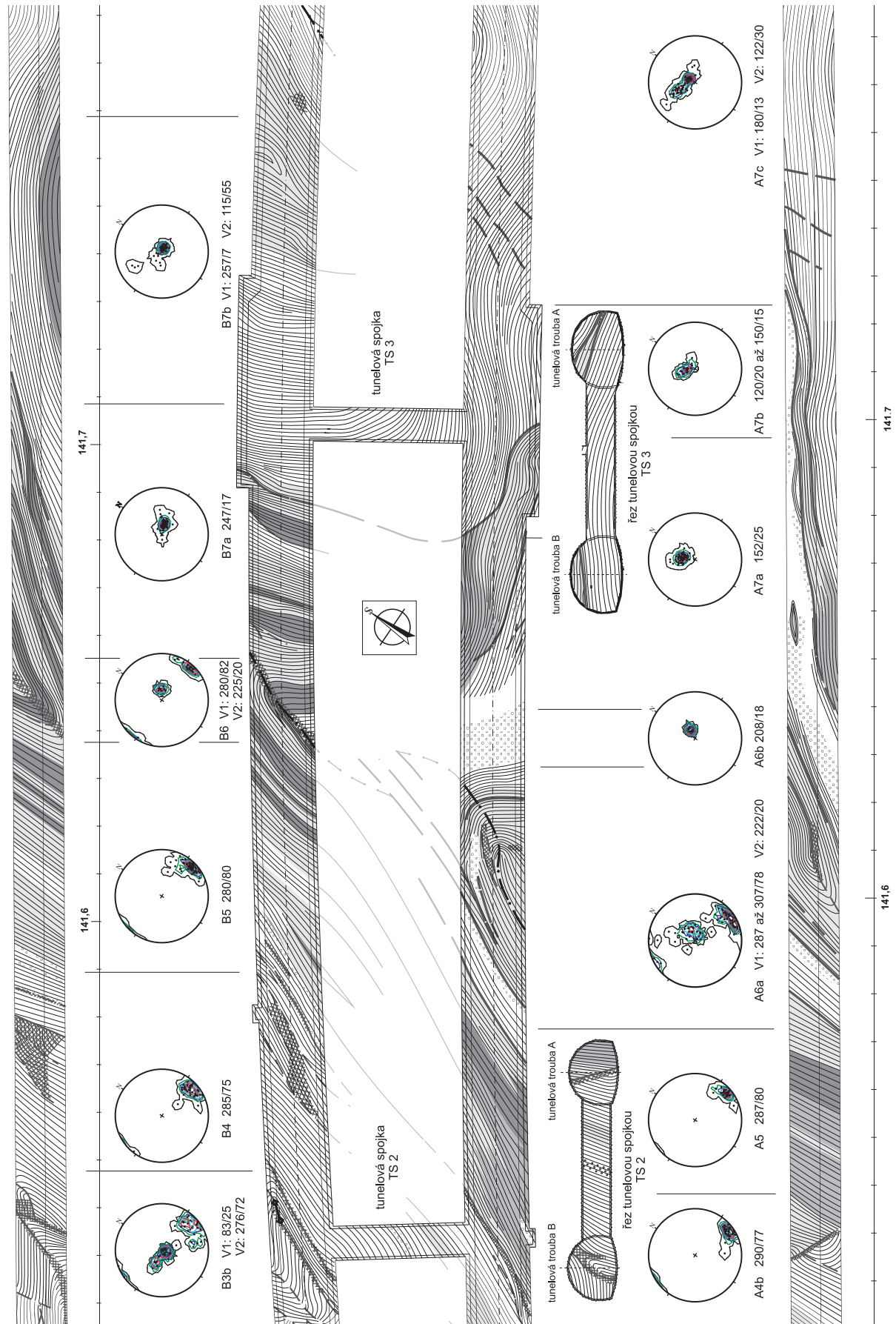
**Literatura**

Stach, J. – Svatuška, M. – Pavlík, I. – Vižda, P. (2007): Závěrečná zpráva o geologickém a geotechnickém sledu ražby tunelu. Monitoring vlivů stavby tunel Klimkovice. Dálnice D47, stavba D 4707 Bílovec – Ostrava, Rudná, SO/PS 601.11, GEOTest Brno, a.s. Brno.

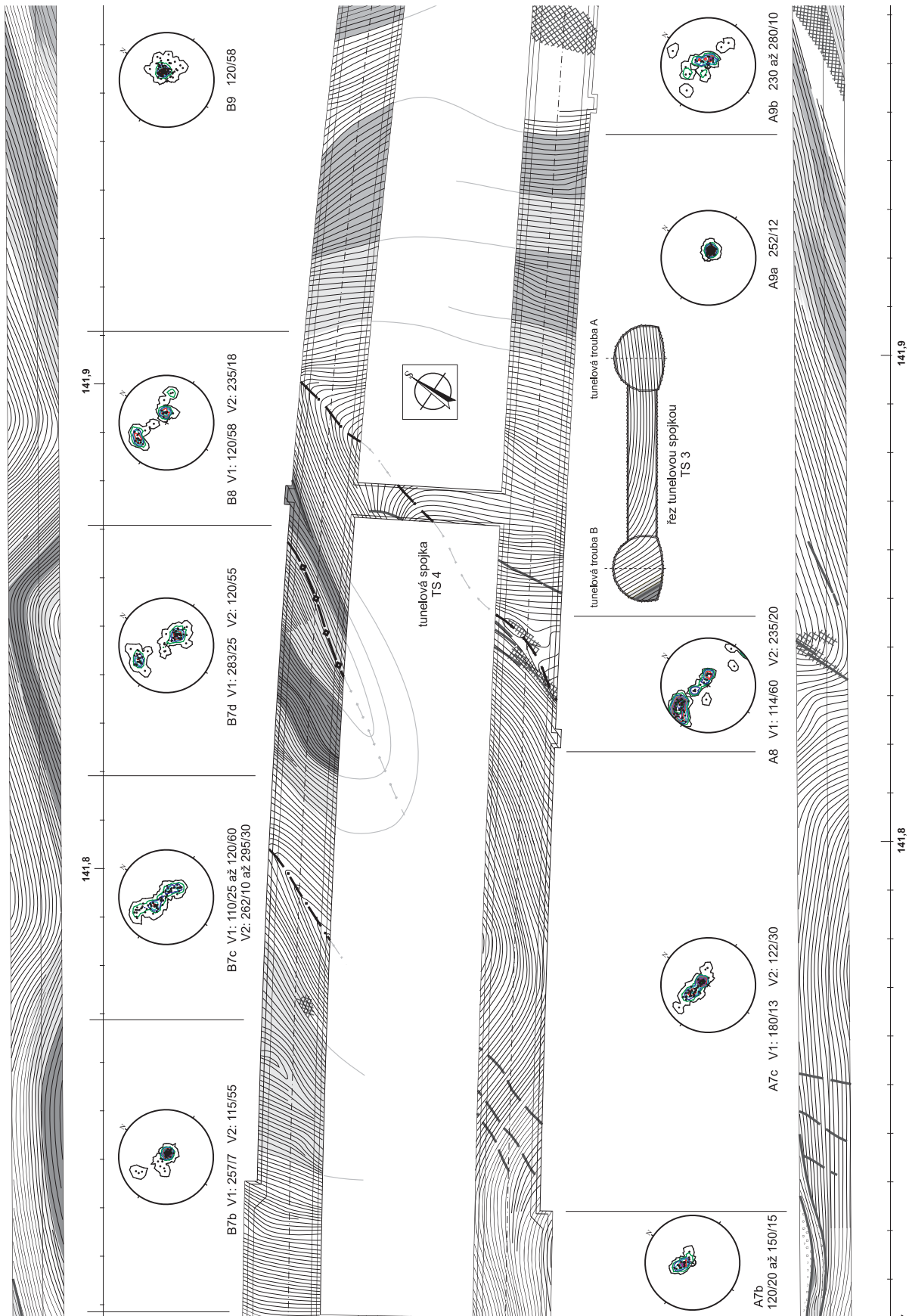


Obr. 7: Geologická mapa tunelu Klimkovice na úrovni počva kaloty a geologické řezy v ose tunelových trub a spojek.

Fig. 7: Geological map of tunnel Klimkovice at the level of the base of the calotte and geological cross-sections along the axes of tunnel tubes and junctions.

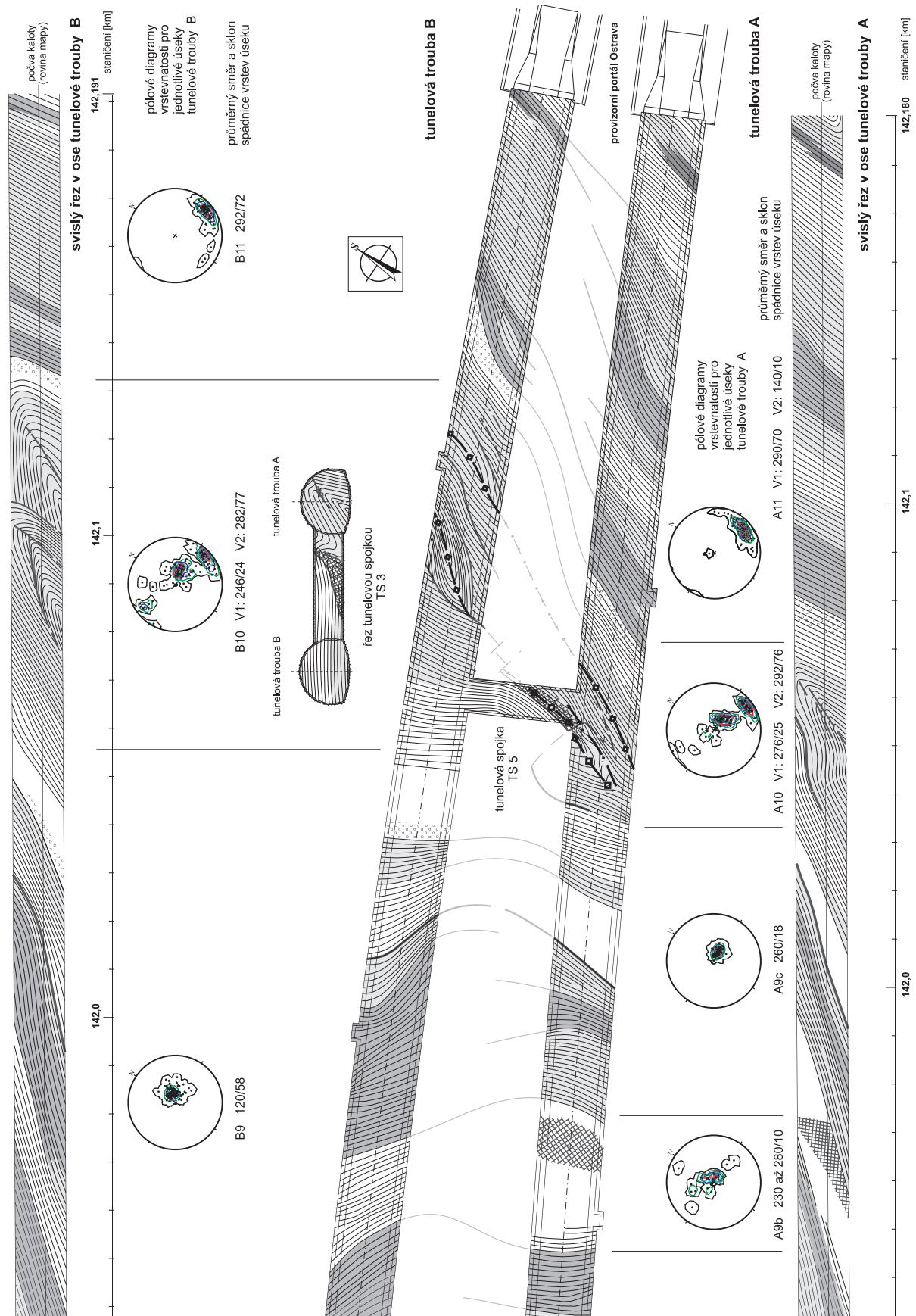


Obr. 7.1: Pokračování obr. 7.  
 Fig. 7.1: Continuation Fig. 7.



Obr. 7.2: Pokračování obr. 7.1.  
Fig. 7.2: Continuation Fig. 7.1.





Obr. 7.3: Pokračování obr. 7.2.  
 Fig. 7.3: Continuation Fig. 7.2.