

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

## DIPLOMOVÁ PRÁCE



Radana Kavková

### **Faciální a architekturní analýza kontinentálních sedimentů klikovského souvrvství na lokalitě Hosín-Orty, svrchní křída, českobudějovická pánev.**

Ústav geologie a paleontologie

Vedoucí diplomové práce: Mgr. Karel Martínek, PhD.

Studijní program: Geologie

Studijní obor: Geologie

Praha 2016

## **Poděkování**

Ráda bych na tomto místě v první řadě poděkovala svému školiteli, Mgr. Karlovi Martínkovi, PhD., za jeho ochotu ujmout se role školitele, za trpělivý a shovívavý přístup a cenné rady během tvorby diplomové práce.

Za velkou pomoc a rady při některých terénních výjezdech a následně nesmírnou ochotu mi pomoci během psaní práce bych chtěla poděkovat svému dobrému kamarádovi Mgr. Rólandovi Nadaskayovi.

Dále bych ráda poděkovala Mgr. Stanislavovi Čechovi, který mi poskytl převážnou část literatury o jihočeských pánvích a klikovském souvrství.

Za pomoc s palynologií bych chtěla poděkovat doc. RNDr. Martinovi Košťákovi, Ph.D. a paní Aleně Tiché.

Během všech pěti let mého studia vládlo na fakultě velmi stimulující a přátelské prostředí, proto bych ráda poděkovala všem vyučujícím s nimiž jsem se setkala a díky nimž jsem u studia geologie vydržela.

Také musím poděkovat svým kolegům z práce, kteří mi shovívavě promíjeli, když jsem kvůli studijním povinnostem neplnila vždy na sto procent pracovní normy.

Za psychickou i fyzickou podporu během psaní práce a studia děkuji kpt. Vladimírovi Tučanovi.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů, literatury a dalších odborných zdrojů.

Beru na vědomí, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorského zákona v platném znění, zejména skutečnost, že Univerzita Karlova v Praze má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle §60 odst. 1 autorského zákona.

V Praze dne 22. srpna 2016

Radana Kavková

Název práce: Faciální a architekturní analýza kontinentálních sedimentů klikovského souvrství na lokalitě Hosín-Orty, svrchní křída, českobudějovická pánev.

Autor: Radana Kavková

Katedra: Ústav geologie a paleontologie

Vedoucí diplomové práce: Mgr. Karel Martínek PhD., ústav geologie a paleontologie

Abstrakt:

Klikovské souvrství svrchnokřídového stáří představuje stratigraficky nejnižší a zároveň prostorově nejrozšířenější sedimentární výplň jihočeských pánví. Poskytuje záznam kontinentálních sedimentů. Faciální a architekturní analýza ve spojení s analýzou paleoproudů posloužily ke studiu sedimentárního systému odkrytého na lokalitě Hosín-Orty.

V rámci práce jsou vymezeny především sedimentární facie odpovídající říčnímu prostředí o vysoké energii a sedimentace převážně z trakčního proudu. Zastoupena je rovněž facie odpovídající systému o nízké energii a sedimentaci ze suspenze. Z hlediska analýzy architekturních elementů představuje sedimentární záznam aktivní říční koryta a jejich výplně, případně výplně opuštěných říčních koryt.

Nízký rozptyl paleoproudů svědčí o nízké sinuositě toku. Vertikální agradace koryt, dominance říčních barů ve výplni koryt, poproudová akrece, absence čeřin, pointbarů, laterálně akrečních povrchů a nivních sedimentů odpovídají charakteru divočících řek. Byly vymezeny stratigrafické jednotky A,B,C,D,E,F, které odpovídají buď fluviálnímu prostředí, nebo prostředí opuštěného říčního koryta. Směr říčního toku na základě měření paleoproudů v jednotkách A a B je severozápadní (v případě jednotky A), respektive severovýchodní (jednotka B).

Diskutovány jsou autogenní a alogenní procesy, které mohou mít vliv na sedimentaci a její změny. Rozhodujícím řídícím prvkem sedimentace a jejích změn se zdá být autocykličnost fluviálního systému, jsou však přítomny znaky, které ukazují rovněž na možné tektonické vlivy.

Title: Facies and architecture analysis of the continental deposits of Klikov Formation, Hosín-Orty locality, Upper Cretaceous, České Budějovice Basin

Author: Radana Kavková

Department: Institute of Geology and Palaeontology

Supervisor: Mgr. Karel Martínek, PhD., Institute of geology and palaeontology

Abstract: The Klikov Formation (Upper Cretaceous) represents the lowest stratigraphic unit of the South Bohemian basins. It provides record of continental deposits related to fluvial processes. Analysis of facies and architectures supplemented with paleocurrents data provided a basis for interpretation of depositional system exposed underground on the locality Hosín-Orty.

In this study identifies sedimentary facies corresponding to high-energy river environment with dominance of traction current deposition are identified. Next to this, facies corresponding to low-energy deposition from suspension is preserved. From the perspective of architecture analysis depositional record represent active river channels and their fills eventually fills of abandoned channels.

Low dispersion of paleocurrent values is consistent with a low-sinuosity river. Vertical aggradation of channels, dominance of river bars in channel-fill, downstream accretion, absence of ripples, point-bars, laterally accreted patterns and floodplain deposits correspond with braided river environment. Stratigraphic units A, B, C, D, E, F corresponding to fluvial environment or environment of abandoned channel were distinguished. The direction of river flow is interpreted to northeast in unit A, and northwest in unit B, respectively.

Autogenic and allogenic processes which could have influence on fluvial depositional style and its changes. Dominant mechanism of deposition seems to be autocyclicality of fluvial system but patterns that point to possible influence of tectonic activity are present as well.

## **Seznam zkratek:**

### **Sedimentární facie**

- Cm - (Conglomerate, massive) masivní slepence
- Cp - (Conglomerate, planar cross stratification) slepence s planárním šikmým zvrstvením
- Ct - (Conglomerate, trough cross stratification) slepence s korytovitým šikmým zvrstvením
- Mm - (Mudstones, massive) masivní jílovce
- Sp - (Sandstones, planar cross stratification) pískovce s planárním šikmým zvrstvením
- St - (Sandstones, trough cross stratification) pískovce s korytovitým šikmým zvrstvením

### **Architekturní elementy**

- CHp - (Channel, polyphasic infill) koryta s polyfázovou výplní
- CHs - (Channel, simple infill) jednoduchá koryta
- B - říční bar
- Bf - bedforma
- MM - (Mudstones, massive) masivní prachovité jílovce

### **Ostatní**

- PCB - (Planar cross stratification) planární šikmé zvrstvení
- TCB - (Trough cross stratification) korytovité šikmé zvrstvení

# Obsah

Úvod	3
<b>1 Klikovské souvrství</b>	<b>4</b>
1.1 Jihočeské pánve . . . . .	4
1.2 Klikovské souvrství . . . . .	4
1.2.1 Výchozy klikovského souvrství . . . . .	5
1.2.2 Litologie . . . . .	6
1.2.3 Paleontologické nálezy . . . . .	10
1.2.4 Paleoekologie . . . . .	11
1.3 Vrty v českobudějovické pánvi . . . . .	12
1.4 Lokalita Hosín-Orty . . . . .	12
<b>2 Metodika</b>	<b>15</b>
2.1 Zpracování dat . . . . .	15
2.2 Sedimentologie . . . . .	16
<b>3 Faciální a architekturní analýza</b>	<b>18</b>
3.1 Facie . . . . .	18
3.1.1 Pískovcové facie . . . . .	19
3.1.2 Slepencové facie . . . . .	21
3.1.3 Facie masivních prachovitých jílovců - Mm . . . . .	21
3.1.4 Petrologie . . . . .	23
3.2 Architekturní elementy . . . . .	27
3.2.1 Typy koryt . . . . .	27
3.2.2 Výplně koryt . . . . .	29
3.2.3 Masivní prachovité jílovce . . . . .	29
3.3 Paleoproudová analýza . . . . .	30
3.4 Popis vybraných fotomozaiek . . . . .	30
3.4.1 Fotomozaika 11 . . . . .	32
3.4.2 Fotomozaika 13 . . . . .	32
3.4.3 Fotomozaika 34 . . . . .	34
3.4.4 Fotomozaika 40 . . . . .	34
3.4.5 Fotomozaika 80 . . . . .	34
3.4.6 Fotomozaika 74 . . . . .	34
3.4.7 Fotomozaika propad Cháron . . . . .	35
<b>4 Trojrozměrný model hlavních systémů koryt</b>	<b>36</b>
<b>5 Diskuse - model sedimentace</b>	<b>38</b>
5.1 Fluviální styl . . . . .	38
5.2 Stratigrafické vztahy a možné řídicí mechanismy . . . . .	39
<b>6 Závěry</b>	<b>44</b>
<b>Závěr</b>	<b>45</b>

Seznam použité literatury

46

Příloha 1 - Řezy z modelu koryt

Příloha 2 - Fotomozaika 11

Příloha 3 - Fotomozaika 13

Příloha 4 - Fotomozaika 34

Příloha 5 - Fotomozaika 40

Příloha 6 - Fotomozaika 74

Příloha 7 - Fotomozaika 80

Příloha 8 - Fotomozaika Propad Cháron

# Úvod

Přestože sedimentární výplň jihočeských pánví byla místním obyvatelstvem odedávna využívána jako zdroj surovin k různému využití, bylo sedimentologické studium těchto struktur v minulosti spíše opomíjeno a zastíněno badatelskými záměry v jiných pánvích. Výplň byla dokonce dlouhodobě považována za kompletně třetihorní, a ani dnes není stáří všech souvrství definitivně objasněno a hranice mezi nimi přesně definovány. Oproti dobám minulým je však dnes známo, že převážnou část výplně představují sedimenty svrchnokřídového stáří, které kompletně tvoří klikovské souvrství. Tyto sedimenty jsou kontinentálního původu a ačkoliv byly v minulosti - byť spíše výjimečně - studovány a popsány, přesný charakter sedimentárního prostředí nebyl dosud interpretován.

První kapitola práce poskytuje pohled na jihočeské pánve, na klikovské souvrství a na lokalitu Hosín-Orty. Jsou popsány dosavadní výsledky studií minulých let a to jak z hlediska celkové geologické situace, tak z hlediska původních i současných paleontologických výzkumů.

Další kapitoly práce se věnují praktické studii lokality Hosín-Orty.

Lokalita poskytuje unikátní výchozy klikovského souvrství zachovalé na stěnách bývalého důlního díla. Za použití metod faciální a architekturní analýzy, studia paleoproudů, sledování změn v poměru A/S a studia vztahů mezi geometriemi sedimentárních těles je diskutováno sedimentární prostředí, paleogeografie a stratigrafické vztahy. Výsledky studie jsou podloženy interpretovanými fotomozaikami, měřenými profily a 3D modelem hlavních systémů říčních koryt.

# 1. Klikovské souvrství

## 1.1 Jihočeské pánve

Jihočeské pánve (obr. 1.1) představují dvě SZ-JV protáhlé deprese, jejichž vznik je vázán na procesy saxonské zlomové tektoniky v reakci na alpínské horotvorné procesy. Kromě hlavních zlomových systémů orientovaných SZ-JV byla stavba dotvářena zlomy směrů SSJ-JJZ a S-J (Chlupáč et al. 2011). Výplň pánví tvoří sedimenty křídly a terciéru. Nasedají na zvětralé moldanubikum budované slabě migmatitizovanými biotitickými pararulami, případně granodiority (Malecha a Pícha 1963). Rozsah pánví představuje plochu přibližně  $2300 \text{ km}^2$  (Heřmanová 2014). Mocnosti sedimentů dosahují maxima přes 400 m na jihu obou pánví (Hollan 2011). Na západní - Třeboňskou - a východní - Českobudějovickou - pánev je rozdělují krystalinický lišovský hřbet, přinejmenším dočasně spolu však tyto dvě struktury souvisely. (Chlupáč et al. 2011).

Sedimentace v jihočeských pánvích začala ve svrchní křídě (svrchní turonsanton) a pokračovala do pliocénu. Svrchnokřídové sedimenty tvoří v rámci pánevních výplní nejmocnější polohy, kde místy v Českobudějovické pánvi dosahují až 340 m (Slánská 1976).

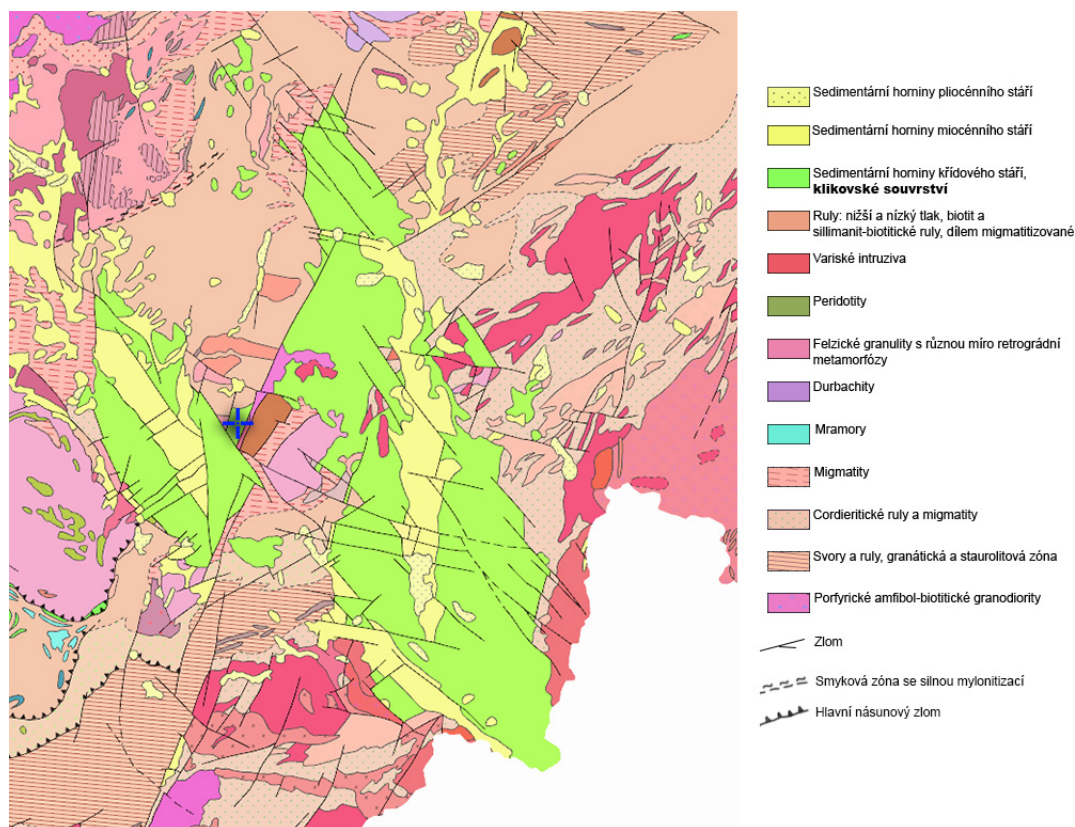
Až do třicátých let byla výplň jihočeských pánví považována za kompletně třetihorní. První nálezy křídových fosilií rovnou na třech místech(- v keramických jílech u Klikova, v deskovitých železných rudách u Hrutova a v keramických jílech u Zlivy) však otevřely novou diskusi pro stratigrafické zařazení některých sedimentárních poloh. (Němejc 1955) Dnes klasická oblast Klikov, ve které dříve probíhala těžba jílovců určených k hrnčířskému použití, je bohužel již zaplavena. Přestože v její blízkosti stále probíhá příležitostná těžba jílovců, fosiliferních vrstev již dosaženo nebylo (Heřmanová 2014).

## 1.2 Klikovské souvrství

Klikovské souvrství tvoří nejstarší a zároveň nejmocnější soubor sedimentů jihočeských pánví. Svou bazí nasedá rovnou na zvětralé moldanubikum (viz výše). V současné době stále není zcela objasněn rozsah sedimentace z hlediska stratigrafie, autoři obvykle uvádějí rozmezí coniak - santon, např. Knobloch (1985) ovšem datuje počátek sedimentace již do svrchního turonu.

Nejvyšší zjištěná a palynologicky doložená mocnost klikovského souvrství byla prokázána u obce Nemanice u Českých Budějovic. Je dokumentována strukturním vrtem GB 4, který dosáhl krystalinického souvrství až v hloubce 347 m (Pacltová 1959).

Do svrchní křídly bylo klikovské souvrství zařazeno na základě fytopaleontologických nálezů (Malecha a Pícha 1963). První souvislé studii se věnoval F. Němejc (1952). Ve stejném období jeho bádání a prezentace výsledků, byla rovněž publikována práce rakouských geologů, kteří v polohách jihočeských pánví zasahujících do dolních Rakous předpokládali serii starší miocénu. Byla zaznamenána "...zajímavá skutečnost, že právě ony sedimenty šedavých lupků a jílu, jakož i různých písků, ze kterých zmíněné otisky pocházely, lze sledovat z oblasti suchdolské přes



Obrázek 1.1: Jihočeské pánve a jejich okolí. Zdroj: geology.cz

České Velenice a Gmünd dále k jihovýchodu do Rakous až do pánve u městečka Horn, kde se noří pod mořský spodní miocén" (Němejc 1955).

Na klikovské souvrství nasedá souvrství lipnické, jehož stáří není paleontologicky doloženo a nelze vyloučit, že alespoň jeho spodní část tvoří sedimenty svrchnokřídové (Malkovský et al. 1974). Průkazný terciérní sled začíná až spodnomiocénním souvrstvím zlivským, kde jsou rovněž zachovány první důkazy mořského vlivu - v mikroflóře jsou zastoupeny rozsivky. Jejich výskyt pokračuje i v nadložním středněmiocénním mydlovarském souvrství, které představuje nejvýznamější terciérní jednotku - zabírá asi 1/4 dnešního povrchu pánví a dosahuje mocnosti až 100 m (Chlupáč et al. 2011). Mydlovarské souvrství představuje nejsaší souvrství s výskytem vltavínů (Trnka a Houzar 2002). Po krátkém stratigrafickém hiátu následuje stále ještě středněmiocénní souvrství domanínské, i zde jsou zastoupeny vltavíny s radiometricky stanoveným stářím 14,8 – 15,2 mil. let. Následuje lednické souvrství již pliocénního stáří, po jehož uložení zřejmě došlo k oživení tektonických pohybů a výzdvihu Českého masivu. V té době došlo zřejmě k rozdělení jihočeských pánví na třeboňskou a českobudějovickou část. Období tohoto tektonického neklidu je provázáno usazováním šterkových a písčítých převážně říčních uloženin, místy značně vltavínonosných (Chlupáč et al. 2011).

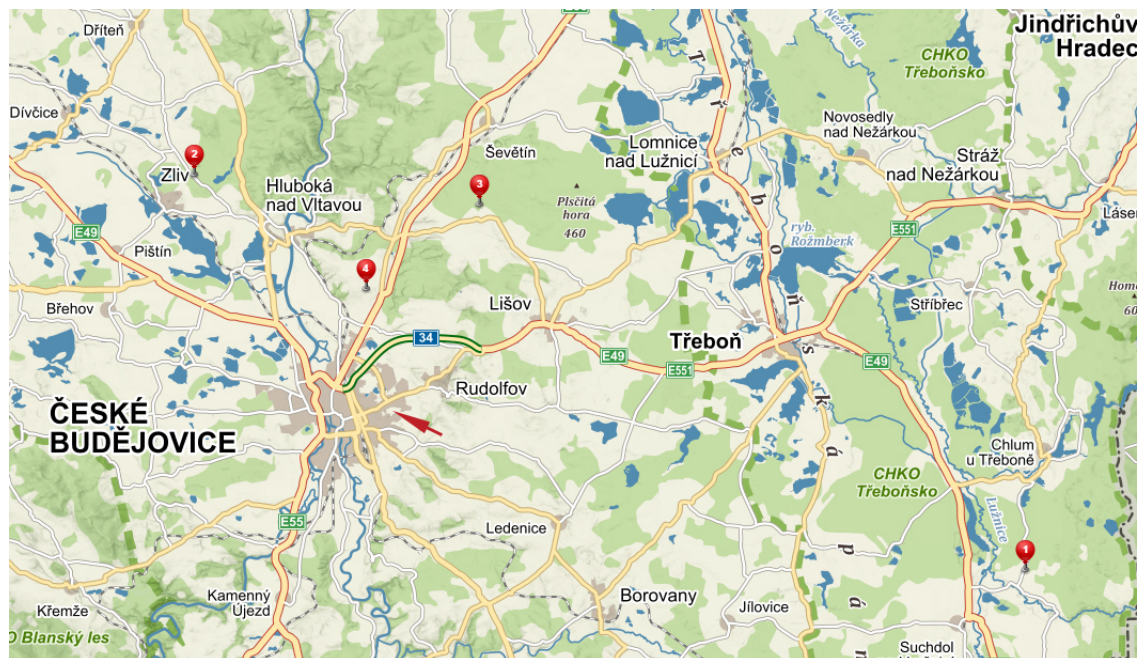
### 1.2.1 Výchozy klikovského souvrství

Mimo podzemní dílo Hosín-Orty jsou ostatní výchozy klikovského souvrství povrchové. Jejich polohy jsou vkresleny do mapy na obr. 1.2. Původní Němejcova

lokalita Klikov, ve které byly nalezeny fosiliferní vrstvy je dnes zatopena. V Klikově nicméně stále probíhá příležitostně těžba jílovců, fosiliferní vrstvy zde však již nalezeny nebyly (Heřmanová 2014). Západně od Klikova v údolí potoka Dačice existuje několik přirozených výchozů. Patrně nejsou fosiliferní, přispěly ovšem k poznání stratigrafie klikovských sedimentů (Špínar 1959).

Povrchová těžba také stále probíhá na lokalitě Zliv - Řídká Blana. V roce 2007 zde byl v při bázi těžební stěny objeven výjimečně dobře zachovalý různorodý soubor mezofosilií s charakteristickým hojným výskytem rostlin normapolového komplexu a jinými druhy rostlin, které mohou mít vztah k dnešním Ericales (Heřmanová 2014).

Naopak neúspěšnou z hlediska fosilních nálezů se zdá být pískovna Kolný. V profilu nažloutlých pískovců, slepenců a štěrků jsou zachovány typické textury fluvialních sedimentů s jílovitými rip-up klasty. Pro svou podobnost se nabízí myšlenka pokusu o korelaci těchto vrstev s vrstvami na lokalitě Orty.



Obrázek 1.2: Výchozy klikovského souvrství v jihočeských pánvích. 1. jílovna Klikov (dnes zatopená), 2. pískovna Zliv-Řídká Blana, 3. pískovna Kolný, 4. Hosín-Orty. Červenou šipkou je označena městská část Českých Budějovic Nové Vráto, v níž byly hloubeny strukturní vrty TSv - 7NVr-1. Zdroj: Mapy.cz

## 1.2.2 Litologie

Ve vrstevním sledu klikovského souvrství se nepravidelně střídají mocné polohy světlých kaolinických pískovců, pestrých mramorovaných jílovců a tmavošedých jílovců až jílovitých pískovců. Často jsou rovněž zastoupeny sedimenty typu red-beds (obr. 1.3).

Polohy **kaolinických pískovců** se poněkud odlišují v různých hloubkách souvrství. Ve svrchních částech jsou tak spíše bělošedé, žlutošedé až rezavě žluté. V částech spodních pak tvoří spíše zelenavě šedé polohy. Z hlediska zrnitosti se

jedná obvykle o středně až hrubě zrnitý materiál, místy až drobně slepencovitý, obvykle nevytříděný. Zastoupeny jsou převážně zrna křemene s proměnlivou příměsí slíd a živců (Malecha a Pícha 1963). Jsou jen velmi málo opracovaná, nebo zcela neopracovaná (Slánská 1963). Z živců byl zjištěn ortoklas, mikroklin i plagioklas. Tmel pískovců je převážně kaolinický, jen zřídka pak železitý. Časté je gradační zvrstvení těchto poloh, kdy hrubozrný až slepencovitý materiál směrem do nadloží zjemňuje dokonce do jílovce (Malecha a Pícha 1963). Sledováno je nicméně místně rovněž gradační zvrstvení. Z akcesorických minerálů je zastoupen především zirkon a turmalín, vzácněji apatit, rutil, disthen, monazit a staurolit. (Slánská 1963).

V třebošské pánvi byly v rámci klikovského souvrství měřeny sklony šikmého zvrstvení pískovců s určením převažujícího směru zhruba k SV. Z toho důvodu se předpokládá, že velký podíl na vzniku těchto pískovcových poloh mohly mít zřejmě žulové masivy v JZ sousedství pánve (Malecha a Pícha 1963).

**Pestré vrstvy** se obvykle nachází zejména ve svrchních částech profilů, kde dosahují mocnosti od několika decimetrů až k 15 m. Barevně mezi sebou jednotlivé části poloh přecházejí a jsou tak zastoupeny rudohnědé, fialové, zelenošedé a hnědošedě šmouhované a mramorované, jemně slídnaté a písčité jílovce (Malecha a Pícha 1963). Zrnitostní složení těchto sedimentů je různé. Nejčastěji se vyskytují jílovce a prachovce, někdy i silně jílovité, nestejně zrnité (jemno až hrubozrné) pískovce. Přechody mezi jílovci a pískovci jsou zpravidla pozvolné. V rámci jedné vrstvy se zrnitost mění nikoliv pouze vertikálním, ale rovněž horizontálním směrem, případně dokonce zcela nepravidelně a to v podobě závalků a hnízd. V minerálním složení se uplatňuje zejména křemen, živce, muskovit a biotit. Běžný je rovněž siderit ve formě jemnozrnných agregátů, nebo drobných klenců či sféroidů (Slánská 1963).

Z akcesorických minerálů je zastoupen především zirkon a turmalín (Slánská 1963).

Černohnědé zbarvení základní hmoty je způsobeno přítomností hydroxidů železa, zřejmě ve formě goethitu. Hydroxidy mohou být rozmístěny jak rovnoměrně, tak i ve formě ostře ohraničených závalků nebo skvrn (Slánská 1963). Zastiženy jsou tyto horniny zejména ve vrtech (Malecha a Pícha 1963).

**Tmavošedé jílovité pískovce** jsou představovány méně mocnými polohami, obvykle dosahujícími jen několik centimetrů, zřídka pak několik málo metrů. Jak do počtu těles, tak do jejich mocnosti jsou v rámci klikovského souvrství zastoupeny jen v podřadném množství. Obsahují proměnlivou písčitou komponentu a přecházejí do jemnozrnných jílovitých pískovců nebo prachovců s hojnou slídou. Tmavé zbarvení této litologie je podmíněno zastoupením uhelné komponenty v podobě jemně rozptýlené uhelné drti. Místy jsou zachovalé zuhelnatělé úlomky křídové flóry (Malecha a Pícha 1963). Často zřetelně zvrstvené pískovce jsou jemno až střednězrné se zvýšeným obsahem slíd a zpravidla s podstatným množstvím sideritu. Ten v podobě jemnozrnných agregátů vyplňuje prostor mezi zrny. Z akcesorií je zastoupen hlavně zirkon a turmalín. (Slánská 1963).

**Tmavé jílovce** jsou zjištěny zejména ve vrtech. Vyvinuty jsou především v hlubších partiích klikovského souvrství. Mají zřetelně vrstevnatou stavbu a jsou prokládány silněji písčitými vrstvičkami (Malecha a Pícha 1963). Pro vrstevní plochy je typický nepravidelný vějířovitý odlom a kulovitý typ závalků. Stejně jako v předchozím typu jsou i v těchto vrstvách zastoupeny uhelné komponenty



se zachovalou flórou (Slánská 1963).

Sedimenty typu **red beds** jsou představovány převážně červeno-hnědými nevytríděnými sedimenty, kdy velikost zrna kolísá od jílovců ke konglomerátům. Zdá se, že se tyto členy objevují ve vrstvách mezi lakustrinními a fluviálními uloženinami. Mají obvykle podstatně širší laterální rozsah než ostatní facie. Zaznamenáno je v těchto polohách pouze gradační zvrstvení. Představy o jejich vzniku jsou vázány k rychlým záplavovým událostem s absolutní dominancí turbiditních proudů a vysokou saturací kyslíku (Slánská 1976).

V širším smyslu je možné rozčlenit klikovské souvrství na dva oddíly - spodní a svrchní - kdy spodní oddíl je budován tmavošedými jílovcí, zelenošedými kaolinickými pískovci a rudohnědými, šedě skvrnitými "pestrými" jílovcí. Mocnost oddílu dosahuje místy i ke 300 m (Slánská 1963). Tento spodní oddíl je vyvinut v celé pánvi českobudějovické a na jihu pánve třeboňské. Sedimenty prodělaly jen krátký transport od zdrojové oblasti. Pod charakteristicky červenavou bází (aleuropelity a jílovité psamity) tohoto oddílu může být místy značně mocné (až 10 m) reziduum metamorfovaných granitoidů (Pešek 2010). Oddíl svrchní je pak reprezentován bělošedými jílovcí, bělošedými až šedožlutými kaolinickými pískovci a světleji zbarvené pestré pískovce. Mocnost je o něco nižší než u spodního oddílu, obvykle k 100 m. Podstatný je rozdíl v květeně těchto dvou oddílů (Slánská 1963). Sedimentace svrchního oddílu probíhala po přestavbě sedimentačního prostoru, která byla zřejmě provázená i krátkou přestávkou v ukládání. Ta mohla nastat vlivem oživení pohybů po starších zlomech směru SSV-JJZ. Možným důkazem pro takové chování může být změna protažení původního sedimentačního prostoru ze směru SZ-JV do směru JJZ-SSV a transgrese svrchního oddílu na krystalinikum ve značné části třeboňské pánve (Pešek 2010).

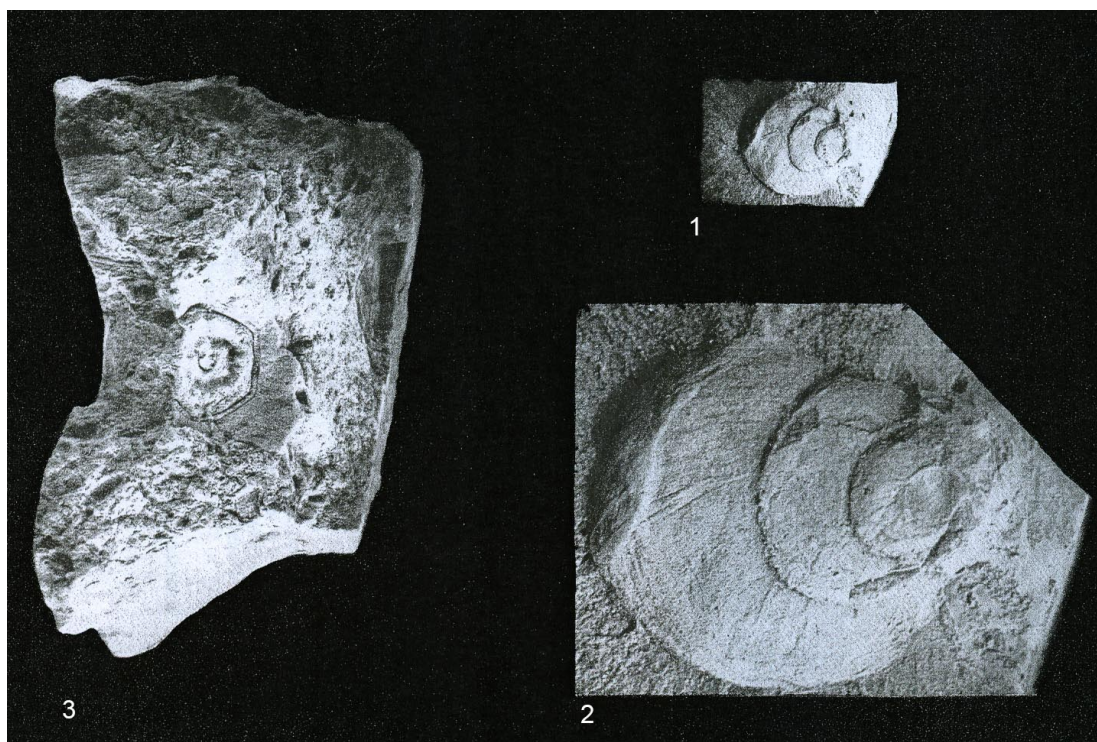
Pro celkovou povahu klikovského souvrství jsou typické rychle se měnící zrnitostní poměry, špatná opracovanost zrn a hojný výskyt živců a slíd. Charakteristická je také cyklická sedimentace, patrná na idealizovaném řezu klikovského souvrství na obr. 1.3. Takový charakter je spojován s rychlým a krátkým transportem a pravidelně se měnící dynamikou prostředí. Zdrojovou horninou pro sedimenty byly zejména horniny granitoidního typu, biotitické, biotiticko-sillimanitické pararuly i ortoruly, často hluboce kaolinicky zvětralé. Typická je rozsáhlá migrace železitých fází, které se uvolňovaly zřejmě zejména při procesu rozkladu biotitové komponenty (Slánská 1963). Zdrojová oblast sedimentů není zcela jednoznačná, například (Pešek 2010) předpokládá hlavní přínos klastik do českobudějovické pánve od SZ a do pánve třeboňské od SV. Na druhou stranu, na základě měření sklonů lamin šikmého zvrstvení v Třeboňské pánvi se zdá, že se zdrojová oblast nacházela od pánvi v JZ směru (Malecha a Pícha 1963). Výsledky měření provedené v dřívější práci na lokalitě Hosín-Orty ukazují rovněž na směr toku k SZ a tedy pravděpodobnou JV zdrojovou oblast (Kavková 2014). V plně vyvinutém sedimentárním cyklu se reflektuje obecný faciální trend, ve kterém typicky dochází k přechodu mezi dvěma extrémními podmínkami s aluviálním vějířem na straně jedné a jezerem na straně druhé. Sedimenty typu red bed představují v tomto cyklu přechodní facii mezi koncovými členy, která byla ukládána převážně v nivním prostředí. Celkový charakter sedimentů tak svědčí o střídavě v lakustrinním a fluviálním prostřední ovlivňovaném tektonickými procesy alpinské orogenese. (Slánská 1976).

### 1.2.3 Paleontologické nálezy

#### Fauna

V sedimentech spodního klikovského souvrství byly nalezeny v polesí "Blana" jádra ulit břichonožců. Z měkkýšů byl popsán mlž *Margaritifera modelli* v šedých klikovských jílech. Zachována jsou v obou případech jen skulpturní jádra, navíc silně postižená deformací, materiál původních ulit byl téměř zcela vyloužen. Vzhledem k povaze zachování bylo umožněno určit pouze rodové zařazení břichonožců (obr. 1.4) (Čtyřoký 1967).

Ze stejné lokality jsou dále popisovány hojné nálezy conchostrat určených jako *Lioestherie blanensis*, a to v několika stratigrafických pozicích. I doposud jsou tyto conchostraty zřejmě známy pouze z jižních Čech. Matoucí byla vysoká variabilita ve smyslu tvaru schránek, vysvětluje se jako součet různých faktorů, z nichž nejvýznamnějšími jsou sexuální dimorfismus, ekologické vlivy a postmortální deformace (Houša a Špinar 1962).

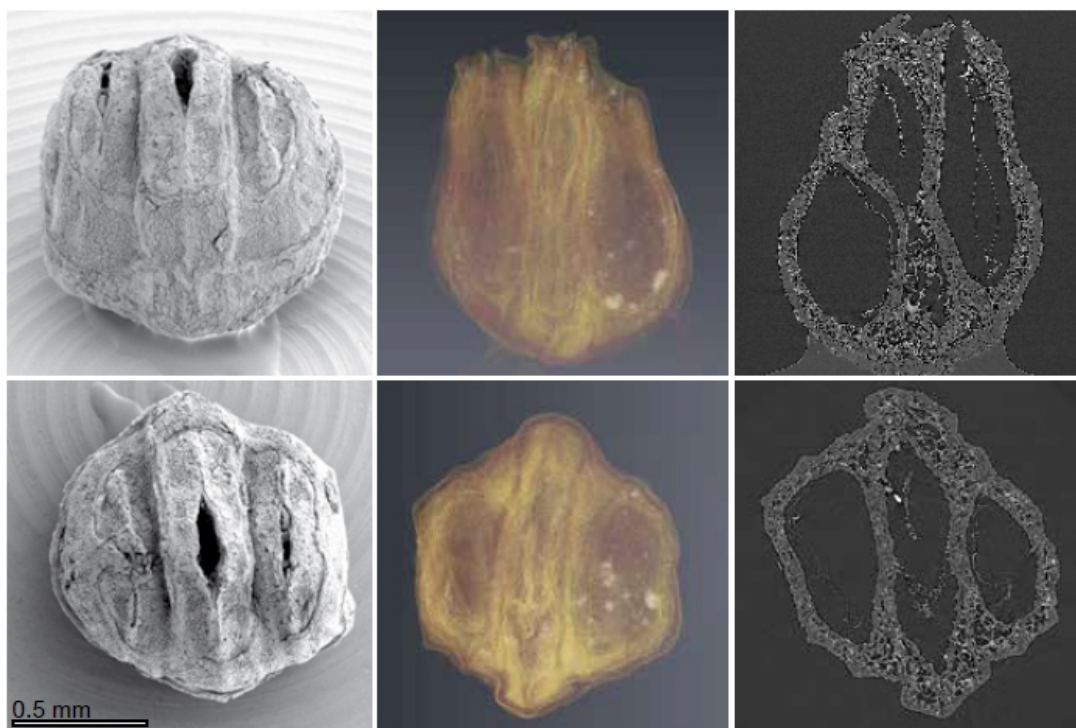


Obrázek 1.4: Nález břichonožců - polesí Blana fotografie 1 a 2 - *Viviparus* ?, fotografie 3 - *Lychnus* ? Upraveno podle Čtyřokého, 1967.

#### Flora

Značná část výzkumu klikovského souvrství se soustředí právě na fosilní flóru, o které pojednávají jak dnes již klasické práce (Němejc 1955) (Pacltová 1959), tak i práce novodobé (Heřmanová 2014) (Váchová a Kvaček 2009) a to ať již v pojetí čistě paleontologickém, tak rovněž s přesahem do dalších oborů, zejména pak paleoklimatologie.

Původními nálezy, které v r. 1938 indikovaly neočekávanou příslušnost souvrství ke křídě, představovalo několik otisků podobných našim cenomanským



Obrázek 1.5: *Budvaricarpus serialis* - Původně popsáný jako jediný plod. Revizí bylo zjištěno, že se jedná o souplodí. Na základě pylu zařazen k normapolovému komplexu, který je pro evropskou křídou typický. Lokalita Zliv - Řídká Blana. Zdroj: Heřmanová 2014

*Araliím* a menších zlomků většího listu, jehož zachovalá rozlišitelná morfologie připomínala některé křídové platany. Tyto nálezy tak představovaly první impuls k zařazení části výplně jihočeských pánví do staršího období, než bylo původně stanoveno. Na základě studie Pacltové (1955) bylo prokázáno s jistotou svrchnokřídové stáří klikovského souvrství, a to nálezem pylu normapolového typu (obr. 1.5). Nově určené stáří sedimentace od coniacu do santonu bylo Knoblochem (1985) ještě rozšířeno o svrchní turon, ačkoliv názory na počátky sedimentace se stále liší.

V pylových analýzách i mezi mezofosiliemi převažují rostliny normapolového komplexu. Naproti tomu mezi makrofosiliemi dominují platanoidní a lauroidní typy listů a rostliny normapolového komplexu zaznamenány nebyly. Tento paradox se dá vysvětlit způsobem zachování a transportem, kdy makrofosilie pravděpodobně rostly v blízkosti řek a neprodělaly výraznější transport, narozdíl od mezo a mikrofosilí, které mohly prodělat transport podstatně delší, čímž došlo k přirozenému vytrídění, v jehož výsledku se různé typy fosilí nacházejí v různých typech sedimentů (Heřmanová 2014).

#### 1.2.4 Paleoekologie

Kombinací metod CLAMP, LMA a nejbližšího žijícího příbuzného bylo možné zjistit poměrně přesně ekologické poměry v době sedimentace klikovského souvrství. Zdá se, že sedimentace probíhala v sezónně suchém subtropickém klimatu, s průměrnou roční teplotou přibližně 15°C (Váchová a Kvaček 2009). Předpo-

kládají se časté požáry na základě hojných fuzitických fosilií (Heřmanová 2014). Subtropické klima popisuje také Zetter et al. (2002) na základě asociace mikropaleontologických nálezů v okolí Gmünd.

### 1.3 Vrty v českobudějovické pánvi

Následující informace pochází ze článku Vlastimila Holuba a Adolfa Malechy z roku 1989 (Holub a Malecha 1989), pokud nebude uvedeno jinak. Jádrový vrt NVr-1 byl vyhlouben v Českých Budějovicích-Novém Vrátně za účelem revize strukturního vrtu TSv-7 z roku 1962 (viz dále). Vzdáleny jsou od sebe pouhých 190 m. Přínos vrtu měl, kromě objasnění diskutovaných názorů na pokračování lhenického permokarbonu lhotické pánvičky k jihu do podloží klikovského souvrství, ověřit ložiskové poměry známých souvrství z hlediska přítomnosti žáruvzdorných jílovců a také potenciálnímu rozšíření slojek antracitického uhlí.

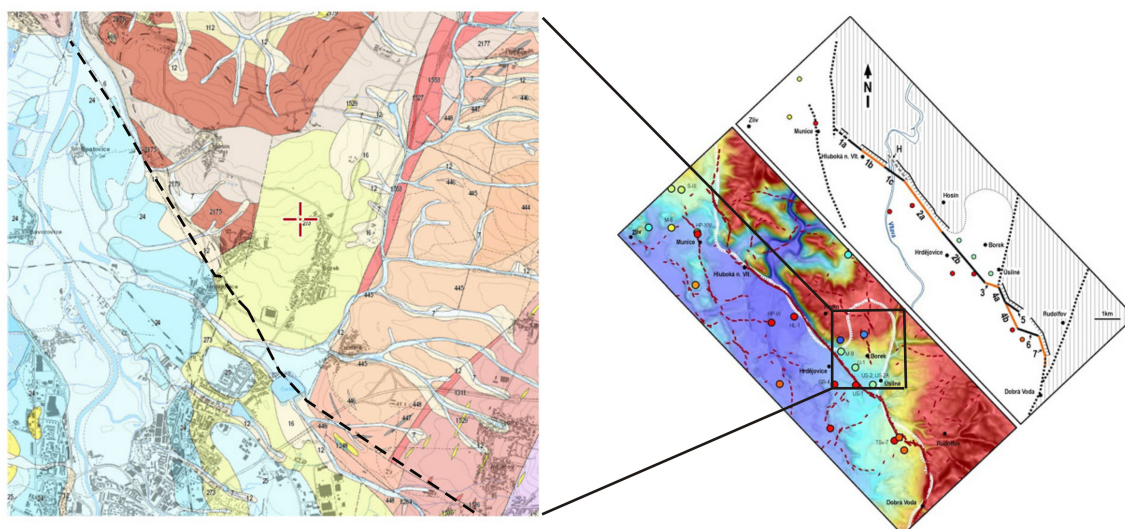
Klikovskému souvrství patří nejvyšších 87 m vrtného profilu, kdy svrchní oddíl má bázi v hloubce 60 – 10 m a jeho nástup je zvýrazněn "mohutnou polohou bělošedých kaolinických pískovců až slepenců o mocnosti téměř 15 m, obsahujících pouze málo hojně a kaolinicky zcela rozložené živce, přerušenu dvoumetrovou vložkou červenorudého jílovce.". Litologicky podobná poloha byla zastižena ještě v hloubce 28 – 36 m, již však bez jílovcové vložky. Převážně se ale ve vrstevním sledu uplatňují červené jílovce místy přecházející až do jílovitých pískovců. Zajímavé jsou vzácné vložky tmavošedých až černošedých jílovců ukazující na krátkodobé změny chemismu. Jedná se o úzce lokální jev, který je navíc znám pouze ze svrchního oddílu.

Bázi spodního oddílu (86,2 – 87 m) představuje slabě jílovitý, obvykle střednězrný a špatně vytríděný šedý pískovec. Obsahuje hojná navětralá živcová zrna a několik milimetrových vložek černošedého, či minoritně rudohnědého písčitého jílovce.

Rozdíly mezi vrtem NVr-1 a TSv-7 jsou představovány zejména rozdílnými mocnostmi svrchnokřídových sedimentů, které ve starším vrtu dosahují 146 m, ze nichž 37,8 m připadá na spodní oddíl. Litologický vývoj je podobný, nicméně ve svrchním oddíle staršího vrtu jsou zastoupeny navíc polohy bělošedých až žlutavých, hrubozrných kaolinických pískovců až slepenců, obsahujících šupinky muskovitu a příměs kaolinizovaných živců. Tyto litologie se vyskytují na dílčích bázích jednotlivých sedimentačních cyklů a pravděpodobně indikují vyšší mobilitu a zvýšenou rychlost sedimentace v této oblasti oproti oblasti vrtu NVr-1. Podobně jako ve vrtu NVr-1 jsou zaznamenány dvě polohy bělošedých jílovitých pískovců, středně až hrubozrných, kdy první poloha této litologie rovněž tvoří bázi svrchního oddílu.

### 1.4 Lokalita Hosín-Orty

bývalé důlní dílo se nachází v tzv. Borecké (pojmenované podle obce Borek) kře, která je od zbytku českobudějovické pánve oddělena tzv. Hlubockým zlomem směru SZ-JV (obr. 1.6). Průzkum potenciální recentní tektonické aktivity na tomto zlomu má význam z hlediska pohledu na seismické ohrožení JE Temelín, nicméně starší i recentní práce ukazují, že stáří deformací je vyšší než stáří nadložních



Obrázek 1.6: Vztah borecké kry a hlubockého zlomu. Upravenou podle Komárka (2012)

vrstev (datovaných do pozdního pleistocénu) a že holocénní aktivita na tomto zlomu, alespoň v jeho studovaném segmentu, je velice nepravděpodobná (Komárek 2012).

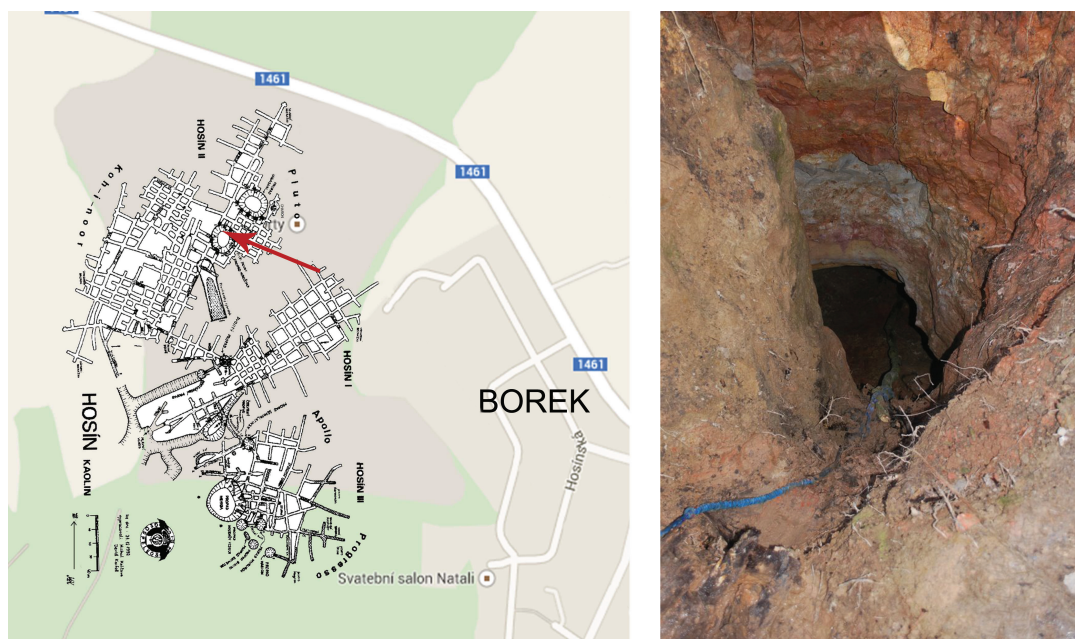
Důlní dílo je situováno asi 1,5 km jihovýchodně od Hosína a 100 m severozápadně od Borku (obr. 1.7). Přestože kaolinu z lokality bylo odedávna využíváno místním obyvatelstvem, vznik samotného důlního díla je spojen až s firmou Hardmuth, která v té době soustřeďovala svůj zájem zejména na produkci kameniny a napodobenin anglické jemné keramiky typu Wedgwood a čínské vzory. Z Vídně se firma přestěhovala do Českých Budějovic v roce 1846, právě kvůli zdejší kaolinové surovině. V roce 1898 firma lokalitu opustila pro zvyšující se nároky na kvalitu. Ještě v letech 1904 - 1906 využívala zdejšího kaolinu firma Jarolím na výrobu umělého mramoru. Důl je definitivně opuštěný od první světové války. (Němeček 1962) V 60. letech byl (firmou Geoindustria České Budějovice) proveden průzkum na zhodnocení zásob, další těžba se ukázala jako nerentabilní. Kaolin obsažený v kaolinických pískovcích je poměrně kvalitní, ale jeho obsah jen málokdy přesahuje 10 váhových procent (Cílek 1988).

První komplexní mapu všech chodeb sestavila posádka ZO ČSS 1 - 05 Geospeleos v čele s M. Kolčavou a D. Kaifošem v roce 1992 (Kaifoš, Kolčava 1993).

Těžba zde probíhala metodou tzv. *chodbicování* - poměrně úzká a vysoká chodba se nerazila najednou v celém profilu, ale po etážích shora dolů. Na čelbách zůstaly dva, tři, ale i pět stupňů, každý okolo 150 cm vysoký, tak jak právě končila těžba (Kaifoš, Kolčava 1993).

První komplexní mapu všech chodeb sestavila posádka ZO ČSS 1 - 05 Geospeleos v čele s M. Kolčavou a D. Kaifošem v roce 1992 (Kaifoš, Kolčava 1993).

Celková délka v současnosti přístupných chodeb činí okolo šesti kilometrů, důlní dílo je rozděleno na části Hosín I, Hosín II a Hosín III. Původně měla každá část nejméně jeden svůj vlastní vchod a zároveň byly části propojené (Němeček 1962). Původní přístupy do částí Hosín II a Hosín III vzhledem k četným sesuvům nadloží znikly a relativně zachován je pouze původní vstup do části Hosín I. Také je možnost se do podzemí dostat skrze propad Hirošima. Vzhledem k



Obrázek 1.7: Plánek systému chodeb v důlním díle Hosín-orty ve vztahu k povrchu. Červená šipka ukazuje na propad - vstup do díla. Propad ukazuje fotografie vpravo. Zdroj: Mapa povrchu podle mapy.cz, plánek podzemí pochází z webových stránek ČSS ZO 1-05 Geospeleos, www.geospeleos.com)

velmi nestabilním podmínkám v této oblasti lze očekávat mnohá překvapení v podobě nových vstupů a zároveň zániku vstupů starých. Dílo se nachází mělce pod povrchem, udává se 8 – 15 m, vlivem propadů lze však v některých místech předpokládat podstatně mělčí podpovrchovou úroveň.

V současné době má důlní dílo status přírodní památky, vchod není zabezpečen a celá lokalita je tak přístupná. Oficiálně je vstup do památky povolen pouze se souhlasem Odboru životního prostředí, zemědělství a lesnictví Krajského úřadu Jihočeského kraje a odboru ochrany horninového a půdního prostředí Ministerstva životního prostředí mimo období zimování netopýrů.

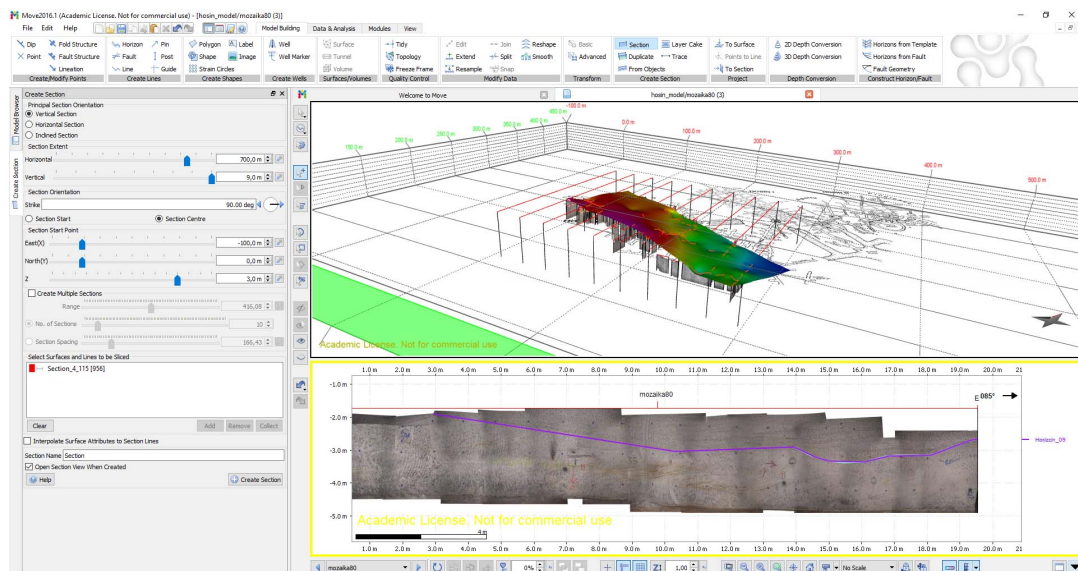
# 2. Metodika

## 2.1 Zpracování dat

Terénní práce zahrnovaly revizi plánu důlního dílna Hosín-Orty a to z pohledu zpřesnění vzdáleností a úhlů směru jednotlivých chodeb za použití laserového dálkoměru *STANLEY TLM100i* a zaměřovací buzoly *Suunto KB-14/360R DG*.

Původní plánek byl následně na základě narýsované předlohy rektifikován v programu *ArcMap*.

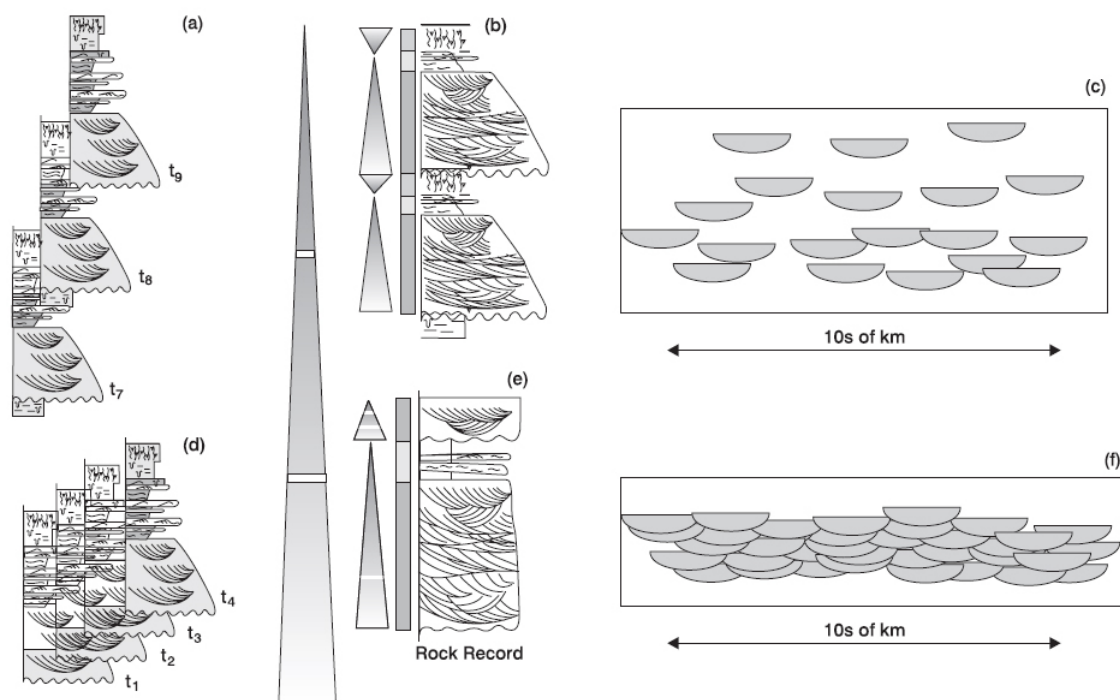
Byly otipovány stěny chodeb tak, aby na sebe architekturní elementy co nejlépe a nejčitelněji navazovaly. Na otipované stěny byla nasprejována bodová síť 1x1 metr (pokud podmínky neurčily jinak). Celkem je dokumentován přibližně 1 km stěn chodeb o průměrné výšce 3,5 m. Stěny byly nafoceny za použití externího blesku a odrazových desek. K odstranění deformací vzniklých během fotografování bylo opět použito programu *ArcMap*.



Obrázek 2.1: Pracovní rozhraní programu MOVE

Z celkového množství téměř 2000 fotografií byly složeny fotomozaiky v programu *Adobe Photoshop*. Celkem bylo tímto způsobem vytvořeno 98 fotomozaiek. Fotomozaiky byly vůči sobě velikostně zcorelovány, aby si vzájemně odpovídaly vzdálenosti bodů na jednotlivých fotografiích, ještě jednou byly už jako celek rektifikovány v programu *ArcMap*, aby se odstranily případné deformace vážené na proces spojování fotografií a následně byly zaneseny pomocí x,y,z souřadnicového systému do programu *MOVE* pro tvorbu 3D modelu (obr. 2.1). V témže rozhraní byly do takto vykonstruovaného modelu zakresleny báze významných hlavních koryt s polyfázovou výplní.

Celkově bylo vybráno 7 fotomozaiek k podrobné faciální a architekturní analýze, elementy byly zakresleny do předloh v programu *Corel Draw X4/14*. Dále bylo zhotoveno celkem 8 měřených profilů na vybraných výchozech. Byly měřeny paleoproudy a to na základě úklonu lamin planárního či korytovitého šikmého zvrstvení, nebo os korytovitého šikmého zvrstvení, pokud je bylo možné na vý-



Obrázek 2.2: Rozdíl v zachování architekturních elementů v sedimentárním záznamu za vysokého (e) a nízkého (b) A/S poměru. Příčné řezy ilustrují pozici říčních v těchto odlišných podmínkách, obr. (c) tak reprezentuje situaci za vysokého A/S poměru, obr. (f) pak za nízkého A/S poměru. Idealizované profily nalevo od profilů (a, d) pak ukazují relativní zachování sedimentů. Sloupce uprostřed pak názorně ukazují míru zachování sedimentů v obou případech. Zdroj: (Ramón a Cross 1997)

choze určit. Paleoproudy byly měřeny v rámci stratigrafických jednotek A a B (viz kapitola 3) zvlášť a zaneseny do směrových růžic v aplikaci *Rozeta*. Z každé jednotky je tak vykonstruována jedna růžice pro šikmé laminy PCB a jedna pro pro šikmé laminy popř. osy TCB.

## 2.2 Sedimentologie

Sedimentární facie byly vymezeny na základě své litologické náplně, sedimentárních struktur a zrnitosti. Data pro určení sedimentárních facií pochází z měřených profilů.

Pro analýzu architekturních elementů byly posuzovány vztahy mezi sedimentárními faciemi z hlediska většího měřítka, konkrétně z pohledu celkových foto-mozaiek.

Pro hodnocení hierarchie vrstev, vrstevních sledů a hranic mezi nimi byl použit přístup podle Bridge (Bridge 2003). Popis sedimentárních facií a interpretace jejich vzniku je založena zejména na přístupu Mialla (1996) a Collinsona, Thompsona (1992).

K doplnění informací o složení a mikrostrukturách byly rovněž zhotoveny čtyři petrologické výbrusy. Ty byly pozorovány pod standartním petrologickým mikroskopem v procházejícím světle za použití paralelních a zkřížených nikolů.

Bylo odebráno 6 vzorků jílovců z nadloží fotomozaiek v Hosíně a ze zářezu nově budované dálnice (při kontaktu s granitem) na palynologii. Všechny vzorky byly bohužel negativní.

Ke zhodnocení kolísání říční hladiny bylo použito konceptu A/S poměru // (obr. 2.2), Kdy A označuje stupeň akomodace a S stupeň přínosu sedimentu. Pozitivní A/S poměr indikuje skutečnost, že přínos sedimentů není schopen vyplnit veškerý dostupný akomodační prostor. Vztah mezi těmito veličinami může být v kladný (pak A/S poměr je větší od jedné), záporný (pak A/S poměr je mezi 0 a 1) nebo rovnovážný (pak samozřejmě A/S poměr je roven jedné) (Baojun a Sitian 1996). Prakticky pak v sedimentárním záznamu vzniknuvším za podmínek vysokého A/S poměru bývá zachována většina z původních architekturních elementů. Vysoká míra agradace má tendenci vytvářet dílčí izolovaná koryta. Sedimentární záznam těchto koryt je kompletně zachován. Také bývá za těchto podmínek zachován sedimentární záznam nivních sedimentů. Naopak při snižování A/S poměru se v sedimentárním záznamu zvyšuje výskyt amalgamace říčních koryt během migrace a avulze koryt, v důsledku čehož je stratigrafický záznam obohacen o elementy s vyšším potenciálem zachování. Čím nižší A/S poměr je, tím více eroduje báze nového koryta svrchní části předchozích sedimentů, zachované části architekturních elementů mají tedy nižší mocnosti. Migrace koryt a relativně vysoký stupeň avulze s ohledem na míru akomodačního prostoru vzrůstá za vzniku laterálně amalgamovaných propojených koryt. (Ramón a Cross 1997)

## 3. Faciální a architekturní analýza

Faciální a architekturní analýza byla provedena v části Hosín II důlního díla Hosín-Orty (viz kapitola 1.4). Do mapky na obr. 3.14 jsou zakresleny polohy jednotlivých dokumentovaných fotomozaiek. Byly vyčleněny facie:

- Pískovce s planárním šikmým zvrstvením (Sp)
- Pískovce s korytovitým šikmým zvrstvením (St)
- Slepence s planárním šikmým zvrstvením (Cp)
- Slepence s korytovitým šikmým zvrstvením (Ct)
- Masivní slepence (Cm)
- Masivní prachové jílovce (Mm)

Dále byly vyčleněny architekturní elementy:

- Koryta s polyfázovou výplní (CHp)
- Jednoduchá koryta (CHs)
- Říční bary (B)
- Bedformy (Bf)

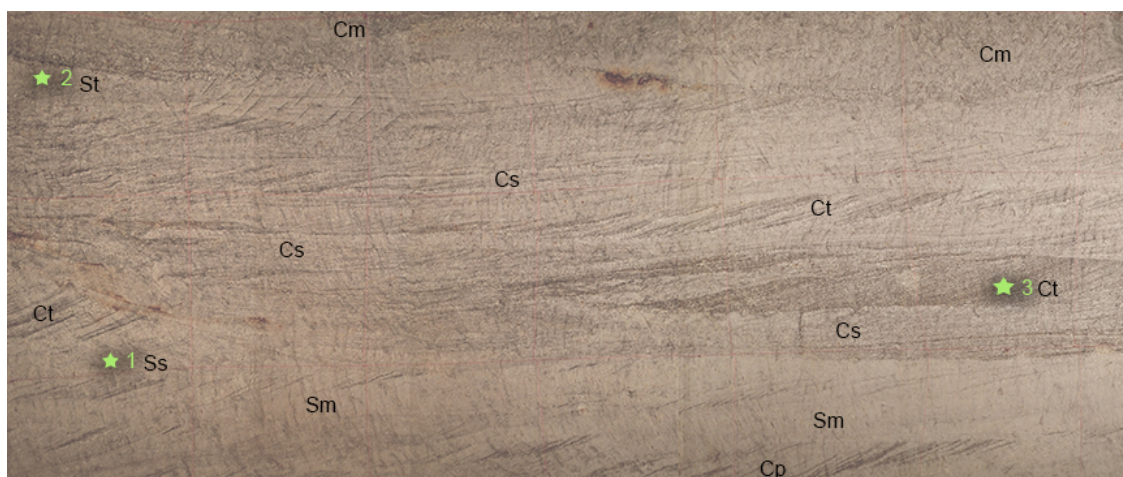
Na základě sedimentárních trendů a jejich změn byly vymezeny stratigrafické jednotky A, B, C, D, E a F, na převážné většině lokality jsou pozorovatelné pouze stratigraficky nejnižší jednotky A a B. Vyšší jednotky jsou odhaleny na propadu Cháron (viz obr. 5.1)

### 3.1 Facie

Sedimentární facie byly určeny ve vybraných 8 měřených profilech o celkové mocnosti 36 m<sup>1</sup>. Nepovinný parametr číslo slouží ke vnucení vlastního čísla. Jinak se používá automaticky zvyšovaná hodnota čítače footnote. Poznámky se umisťují do textového těla stránky. Určující pro jejich rozlišení byla litologie, přítomnost sedimentárních struktur a zrnitost. Vyčleněno bylo 5 facií, z nichž 4 odpovídají sedimentaci z trakčního proudu a 1 facie představuje jílovce sedimentované ze suspense, zřejmě pasivní výplně opuštěných koryt (viz kapitola 5). Zastoupené facie (obr. 3.2) jsou: Pískovce s planárním šikmým zvrstvením (Sp), Pískovce s korytovitým šikmým zvrstvením (St), slepence s planárním šikmým zvrstvením (Cp), slepence s korytovitým šikmým zvrstvením (Ct) a masivní prachovité jílovce (Mm). Na obr. 3.1 jsou vyznačeny polohy, z nichž byly odebrány vzorky pro přípravu mikroskopických preparátů.

---

<sup>1</sup>Nejedná se ale o vertikální rozsah stratigrafie! Pouze o matematické sečtení rozsahu jednotlivých profilů.



Obrázek 3.1: Polohy na fotomozaice č. 2, ze kterých byly odebrány vzorky pro petrologické výbrusy. 1. (střednězrný) pískovec facie St, 2. (hrubozrný) pískovec facie St, 3. slepenec facie Ct. Pro názornosti jsou označeny i některé další facie. Zkratky viz text.

### 3.1.1 Pískovcové facie

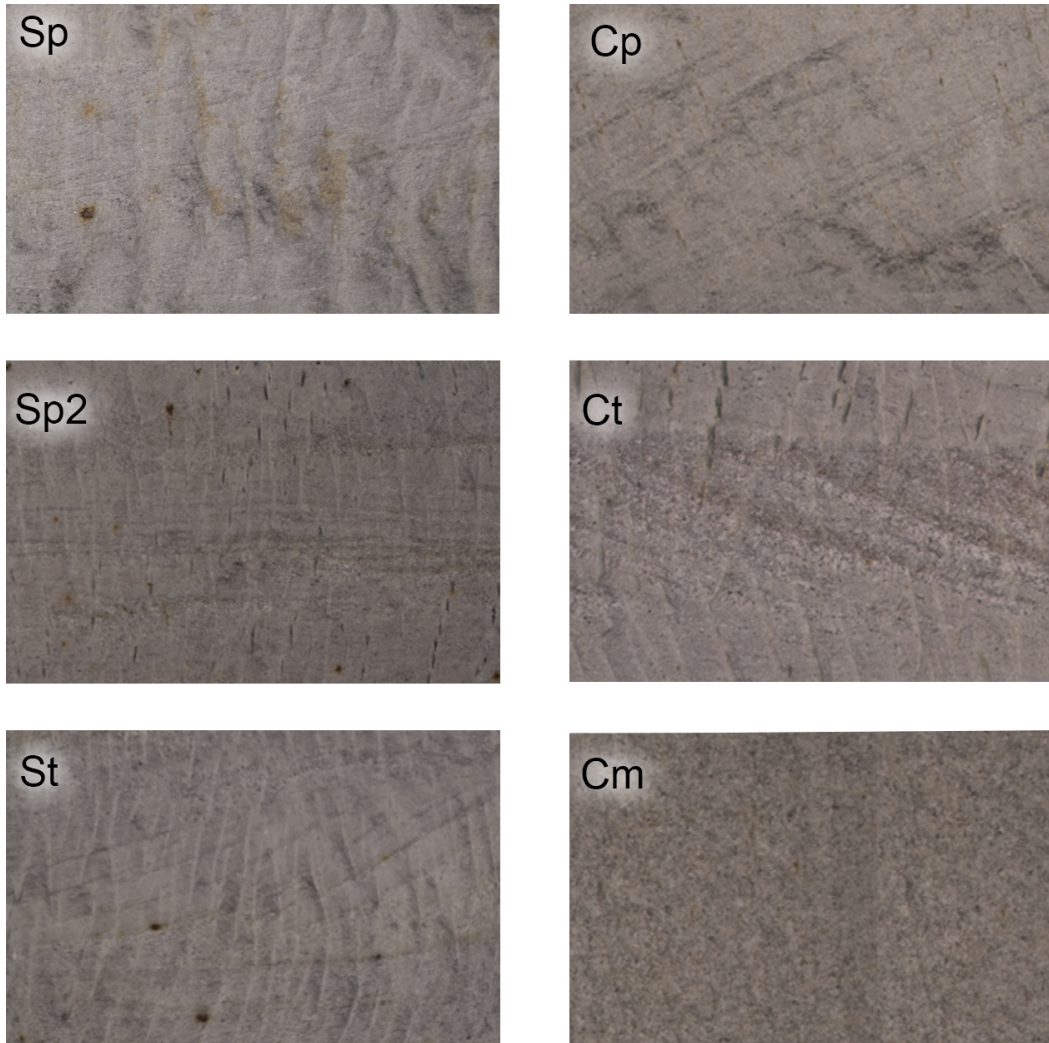
#### Pískovce s planárním šikmým zvrstvením - Sp

Ve facii převládají hrubozrné pískovce, méně častěji pískovce střednězrné. Obvyklá mocnost, které tato facie na studovaných profilech dosahuje je 10 – 25 *cm*, její výskyt je velmi sporadický. Laminy planárního šikmého zvrstvení zapadají obvykle pod úhly od 16 do 25 stupňů. Laminy se nezdávkou vyznačují inverzní gradací, která je typická pro zrnitoky. Vznik této facie je vázán na spodní proudový režim a reprezentuje záznam linguoidních nebo transversálních říčních barů, případně dun s rovnými hřbety.

Zastoupeny jsou rovněž facie Sp s nízkoúhlým šikmým zvrstvením, dosahující mocnosti 25 – 100 *cm*. Mohou být záznamem plochých říčních barů. Takový charakter bývá často spojován s poproudovou akrecí /citeMiall. Méně mocné vrstvy tvořené touto facii mohou rovněž opět představovat záznam dun s přímým hřbetem, zejména pokud je báze takových vrstev erozivní.

#### Pískovce s korytovitým šikmým zvrstvením - St

Facie St se na lokalitě vyskytuje velice často. Mocnost setů se obvykle pohybuje v rozmezí 25–30 *cm*. Zastoupeny jsou ale i velmi drobné sety o mocnosti do 10 *cm* a naopak mocné sety dosahující mocnosti až 75 *cm*. Je tvořena obvykle málo opracovanými zrny křemene a navětralými zrny živce. Matrix může být zcela nebo částečně vymyta. Také se mohou střídát cykly lamin s hojnou matrix s laminami s jejím nízkým podílem. Takový charakter svědčí o pravidelných změnách rychlosti proudění. Pískovce tvořící tuto facii jsou obvykle hrubozrné, vzácně pak střednězrné. Byly zhotoveny petrologické výbrusy z hrubozrné i střednězrné St facie, jejichž detailní popis je podán v kap. 3.1.4.



Obrázek 3.2: Ukázky facií pískovců a slepenců. Sp - pískovec s planárním šikmým zvrstvením, Sp2 - pískovec s nízkoúhlým planárním šikmým zvrstvením, St - pískovec s korytovitým šikmým zvrstvením, Cp - slepenec s planárním šikmým zvrstvením, Ct - slepenec s korytovitým šikmým zvrstvením, Cm - masivní slepenec.

### 3.1.2 Slepencové facie

#### Slepence s planárním šikmým zvrstvením - Cp

Ve studovaných profilech jde spíše o minoritní facii tvořenou zrny křemene a silně kaolinizovanými živci. Mocnost vrstev této facie se pohybuje v rozmezí 25–70 *cm*. Velikost zrn obvykle dosahuje 0,2 – 0,5 *cm* (odpovídá velikosti středně zrnitého slepence). Převládající je podpůrná struktura klastů, mezi nimiž je obvykle jílovito-písčítá nevytříděná matrix. Místy jsou slepence vytříděnější, bez jemnozrnné matrix. Klasty jsou obvykle špatně opracovány, mají subangulární charakter. Tělesa, která jsou tvořena touto facii mají obvykle plochou neerozivní bázi. K ukládání docházelo z proudu o vysoké energii s převahou transportu po dně. Facie Cp je interpretována jako uloženiny dun s rovným hřbetem nebo říčních barů v hlubších částech koryt (Lojka et al. 2016).

#### Slepence s korytovitým šikmým zvrstvením - Ct

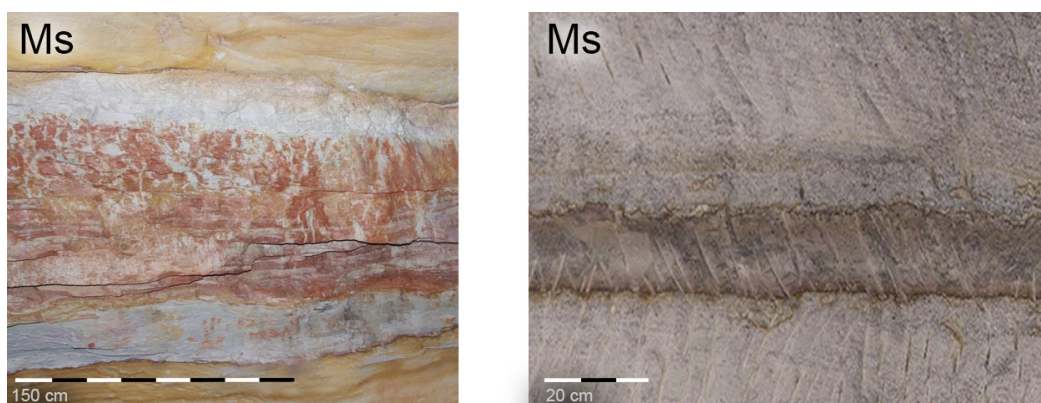
Facie Ct je zastoupena velmi často a to ve všech studovaných profilech. Budují ji málo opracovaná zrna křemene a kaolinizované živce s jílovito-písčítou matrix. Mocnost vrstev této facie se pohybuje od 10 – 70 *cm*. Velikost zrn opět odpovídá středně zrnitému slepenci a dosahuje od 0,2 – 0,5 *cm*. Jsou přítomny polohy těles s podpůrnou strukturou klastů i podpůrnou strukturou matrix. Vznik těles tvořených facii Ct je vázán na proud s vysokou energií s převahou transportu po dně, představuje migraci 3D dun, výplně drobných kanálů a erozních žlabů (Collinson a Thompson 1996).

#### Masivní slepence - Cm

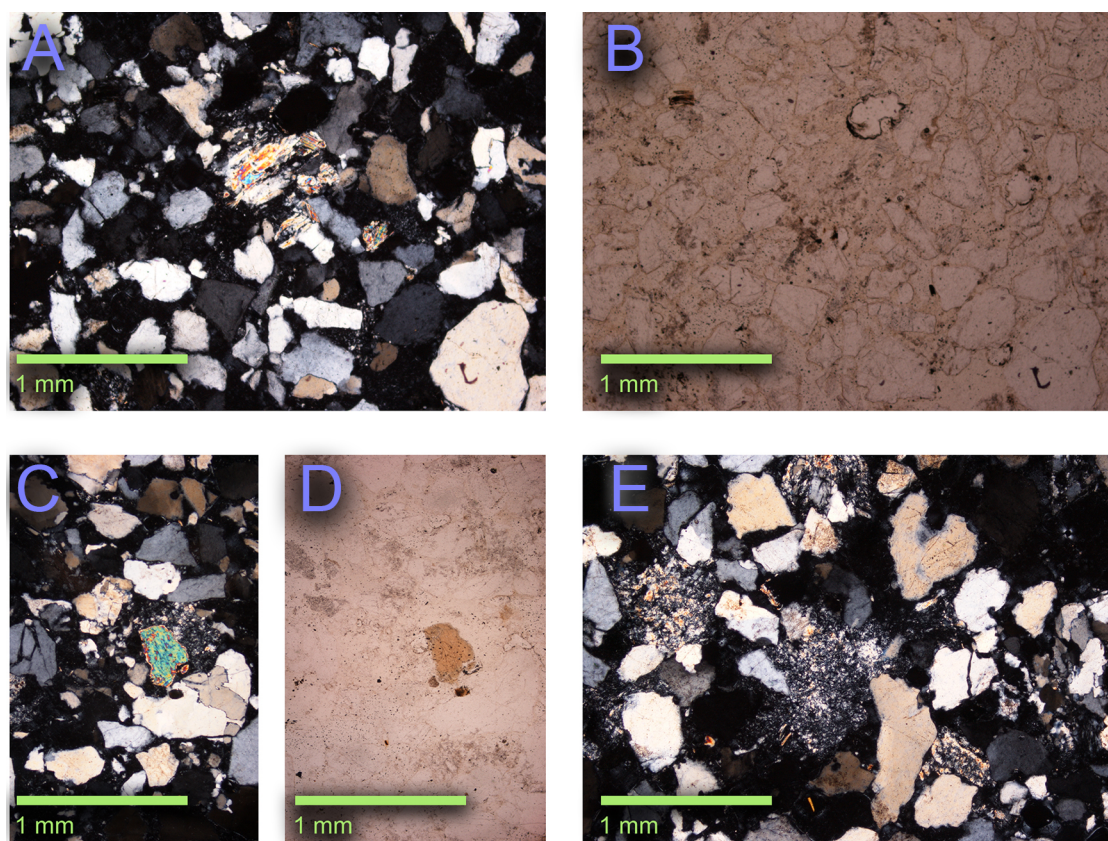
Facie Cm je obvykle zrnitostně dobře vytříděná, uplatňuje se především podpůrná struktura klastů. Velikost klastů je průměrně 0,5 *cm*, vzácné nejsou ani centimentrové valounky, naopak často chybí drobnější klasty a hrubozrnná písčítá matrix. Vrstvy Cm zachycené v profilech dosahují 10 – 300 *cm*. Místy jsou patrné reliktů nízkoúhlého šikmého až subhorizontálního zvrstvení. Typicky vyplňuje facie Cm báze některých koryt. Facie Cm je interpretována jako uloženiny poměrně rychlého proudu o vysoké energii s převahou transportu po dně, nicméně v případě masivních poloh s dominancí matrix a špatného vytřídění je facie zřejmě výsledkem sedimentace z gravitačního proudu, případně hyperkoncentrovaného proudu (Collinson 1996).

### 3.1.3 Facie masivních prachovitých jílovců - Mm

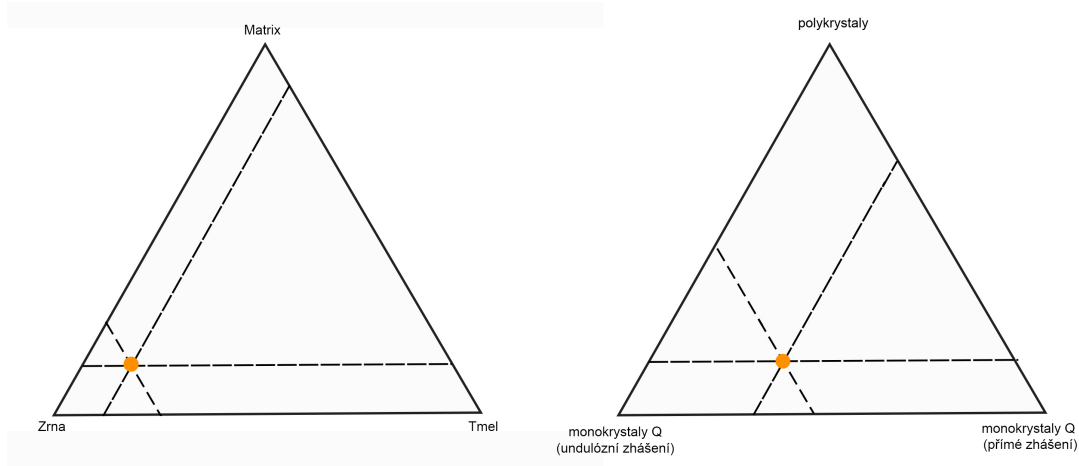
Facie Mm je reprezentována jílovcí s prachovitou příměsí uloženými ze suspense. Laminace je zřetelná pouze náznakem v místech sekundární Fe-oxidace. Ve světle šedých polohách facie Mm působí masivním dojmem bez náznaků laminace. Tvoří deskovitá tělesa o mocnosti až 1,3 *m*.



Obrázek 3.3: Ukázky facie masivních prachovitých jílovců. Fotografie vlevo ukazuje polohu s výraznou skvrnitostí, pravděpodobně pedogenního původu, fotografie vpravo je relikv masivního šedého jílu, pravděpodobně výplň opuštěného koryta



Obrázek 3.4: Mikrofotografie hrubozrnného pískovce: se zkříženými (A) a rovnoběžnými (B) nikoly. Převládají monokrystalická zrna křemene, zrno amfibolu (přibližně uprostřed) v pohledu se zkříženými (C) a rovnoběžnými (D) nikoly, křemitý tmel může být místy mezi zrny křemene zastoupen poměrně hojně (E)



Obrázek 3.5: Složky hrubozrnného pískovce facie St v trojúhelníkových diagramech. Levý trojúhelník ilustruje složení matrix. Pravý trojúhelník znázorňuje zastoupení jednotlivých typů zrn křemene.

### 3.1.4 Petrologie

#### Výbrus č. 1

**Hrubozrný pískovec** z facie s korytovitým šikmým zvrstvením s velikostí zrna průměrně  $150 \mu\text{m}$ , minimálně však  $50 \mu\text{m}$  a s maximem  $500 \mu\text{m}$  (ojedinele), obr. 3.4 a 3.5. Zrna jsou subangulární až mírně zaoblená, vzácně dobře zaoblená, obvykle subsférická (v minimu případů pak diskovitá) a středně dobře vytríděná. V mineralogickém složení detritické složky převažuje křemen - představuje 70 procent. Zastoupena jsou zejména monokrystalická zrna, která z celkové sumy křemene tvoří 90 procent. Většina z těchto zrn - 70 procent - vykazuje undulózní zhášení. Podstatně méně zastoupená polykrystalická zrna jsou rovněž reprezentována především zrny s undulózním zhášením. Obvyklé jsou pevné inkluze v zrnech. Dále jsou zastoupena v menší míře - 5 procent - zrna argilitizovaných živců, muskovitu (1 procento), argilitizovaného muskovitu (1 procento), alterovaného biotitu (pod 1 procento), amfibolu (pod 1 procento). Matrix představuje 15 procent hmoty, ve složení dominuje kaolinit a neidentifikovatelný jíł.

Z diagenetické složky je zastoupen tmel sestávající z mikrokřemene (3 až 5 procent). Primární porozita tvoří cca 10 procent, ve vzorku je ovšem zastoupena rovněž porozita sekundární vznikající vybroušením zrn/matrix během přípravy preparátu. Před výbrusem byly prostory sekundární porozity zřejmě vyplněny kaolinitem.

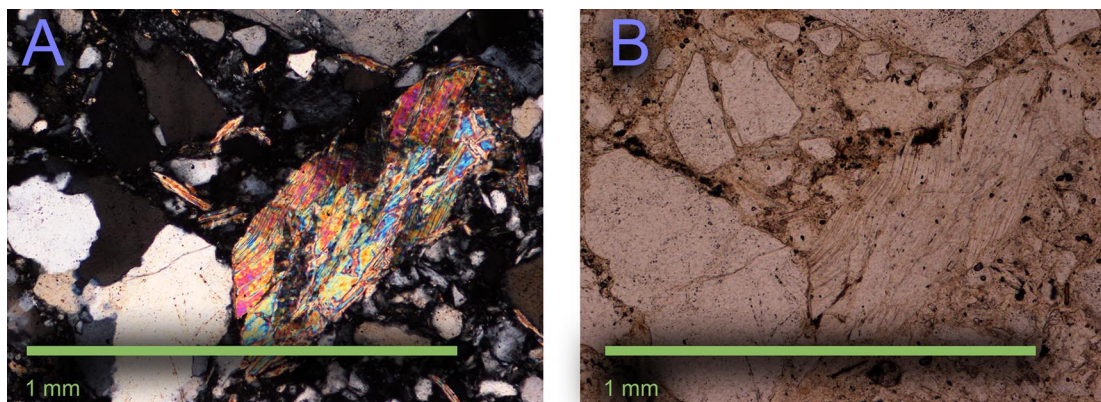
Kontakty mezi zrny jsou bodové až plošné, lze tedy předpokládat nižší stupeň kompakce.

Vzhledem k charakteru zrn lze pokládat blízké krystalinikum jako dominantní zdrojovou oblast. Sporadická zaoblená zrna jsou interpretována jako druhostupňový sedimentární materiál derivovaný z permokarbonu tzv. *blanické brázdy*. Vzhledem k tomu, že polykrystalické agregáty křemene nemají přednostní uspořádání a jednotlivé krystaly jsou poměrně velké, lze stupeň metamorfózy považovat za střední až vyšší. Undulózní zhášení ukazuje na skutečnost, že během metamorfózy nedošlo k úplné rekrystalizaci, její stupeň by tedy mohl odpovídat rulám. Polykrystalická zrna křemene jsou charakteristická pro metamorfity, zrna mono-

krystalická poukazují na granitoidy.

### Výbrus č. 2

**Střednězrnný pískovec** z facie pískovce s korytovitým šikmým (St) zvrstvením s prachovitou matrix a s velikostí zrna průměrně  $600 \mu m$ , minimálně však  $150 \mu m$  a s maximem  $1000 \mu m$ , obr. 3.6 a 3.7. Zrna jsou angulární až subangulární, subsférická. Detritickou složku tvoří z 50ti procent křemen s převahou (80 procent) monokrystalických zrn. Zbylá, větší zrna jsou polykrystalická. V obou případech jsou zastoupeny undulózně i přímo zhášející zrna. Převažují zrna undulózně zhášející. Dále jsou zastoupeny argilitizované živce (5 procent), muskovit (1-2 procent, jemnozrnné lupínky v matrix jsou hojnější, přibližně 5 procent), zastoupen je také chlorit (méně než 1 procento). Matrix je prachovitá s jemně písčitou příměsí, tvoří 40 procent horniny. V jejím složení se uplatňuje kaolinit a další neidentifikovatelný jílový minerál.



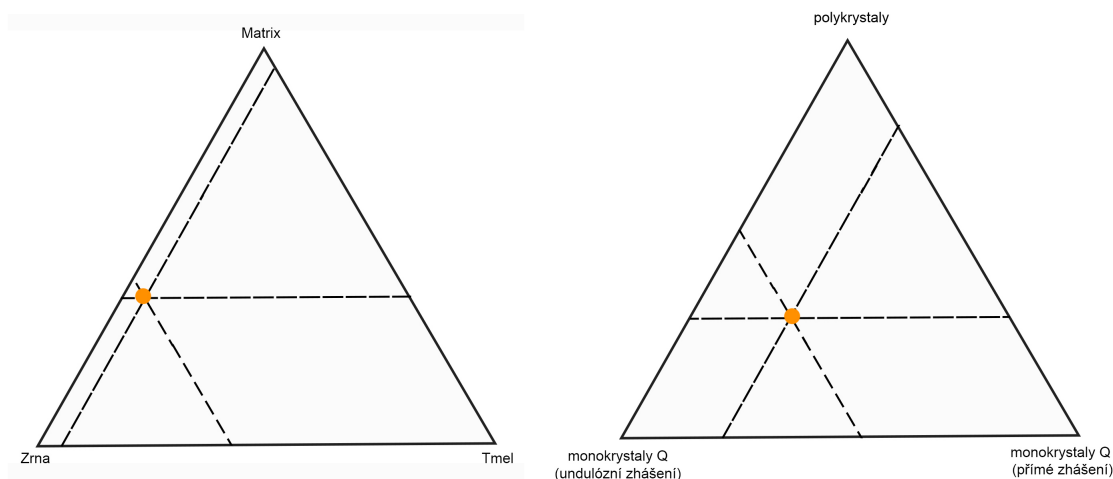
Obrázek 3.6: Mikrofotografie střednězrnného pískovce facie St se zkříženými (A) a rovnoběžnými (B) nikoly. Dominantou snímku je lupínek muskovitu s pestrými interferenčními barvami. Vlevo dole na styku s polykrystalickým zrnem křemene. V okolí jsou zastoupena drobnější zrna křemene.

Z diagenetických složek je zastoupen mikrokřemen, který tvoří tmel (7 procent). Primární porozita dosahuje přibližně 5 procent.

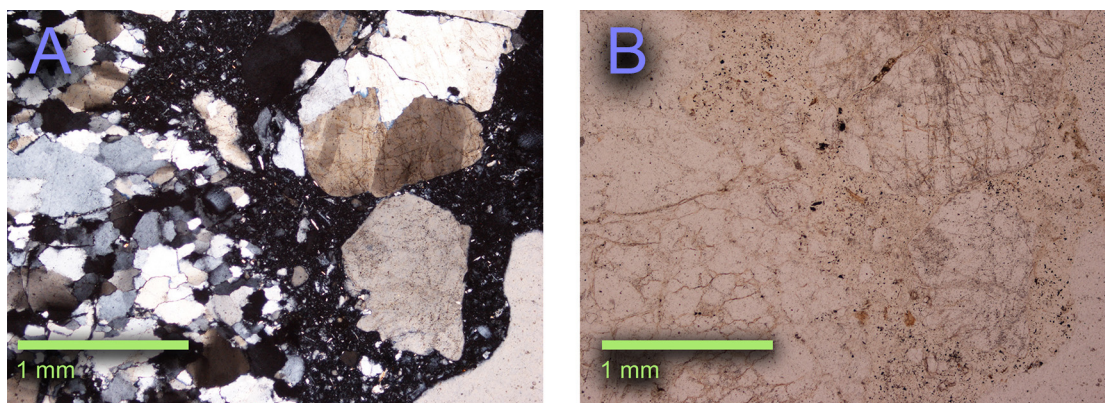
I v tomto případě jsou kontakty mezi zrny bodové i plošné a poukazují na nižší stupeň kompakce.

### Výbrus č. 3

**Slepenec** z facie slepence s korytovitým šikmým zvrstvením (Ct) s velikostí zrna průměrně  $1200 \mu m$ , minimálně však  $200 \mu m$  a s maximem  $3200 \mu m$ , obr. 3.8 a 3.9. Zrna jsou subangulární až mírně zaoblená, subsférická a středně dobře vytríděná. Detritickou složku tvoří ze 70ti procent zrna křemene s převahou (70 procent) polykrystalických agregátů. Ty jsou dvojího typu a to v zastoupení 1 ku 1. Mohou je tvořit vůči sobě dobře omezené velké krystaly - v takovém případě představují zdrojovou horninu ruly - nebo mohou být polykrystaly tvořeny drobnými přerůstajícími zrny, to je případ ukazující na retrográdní metamorfózu. U polykrystalických agregátů převažuje přímé zhášení, naopak u monokrystalů



Obrázek 3.7: Složky strednězrného pískovce facie St v trojúhelníkových diagramech. Levý trojúhelník ilustruje složení matrix. Pravý trojúhelník znázorňuje zastoupení jednotlivých typů zrn křemene.



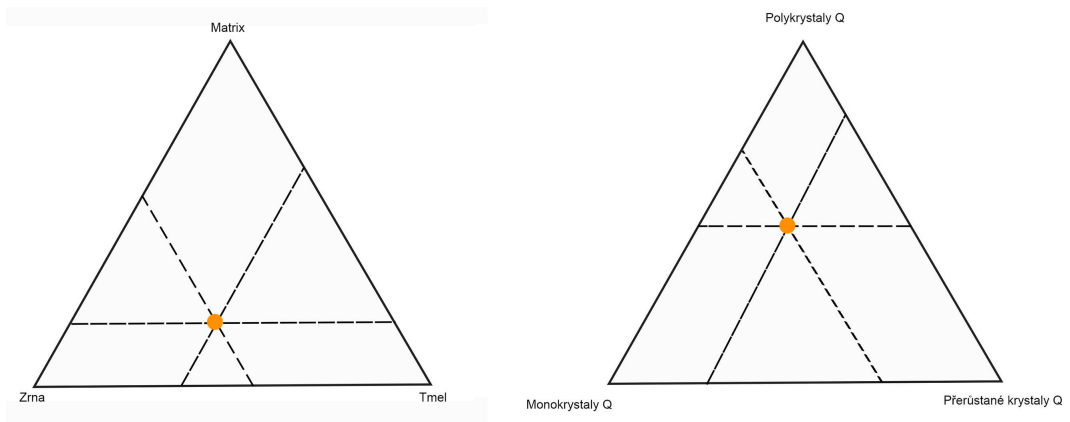
Obrázek 3.8: Mikrofotografie slepence facie Ct se zkříženými (A) a rovnoběžnými (B) nikoly. Vlevo polykrystalický agregát křemene s drobnými, přerůstajícími se zrna. Vpravo nahoře polykrystalický agregát křemene tvořený velkými zrna, vpravo dole monokrystalické zrno křemene

převažuje zhášení undulózni. V některých polykrystalických agregátech křemene pocházejících z rul jsou inkluze apatitu. V detritické složce je dále zastoupen silně argilizovaný živec (pod 1 procento), muskovit (pod 1 procento) a také úlomky hornin zastoupené rulou s muskovitem (rovněž pod 1 procento). Matrix je jílovo-prachovitá, odpovídající složením opět kaolinitu a dalšímu neidentifikovatelnému jílovému minerálu, místy je křemenem silicifikovaná (do 3 procent). Opět je zastoupen tmelem v podobě mikrořemene.

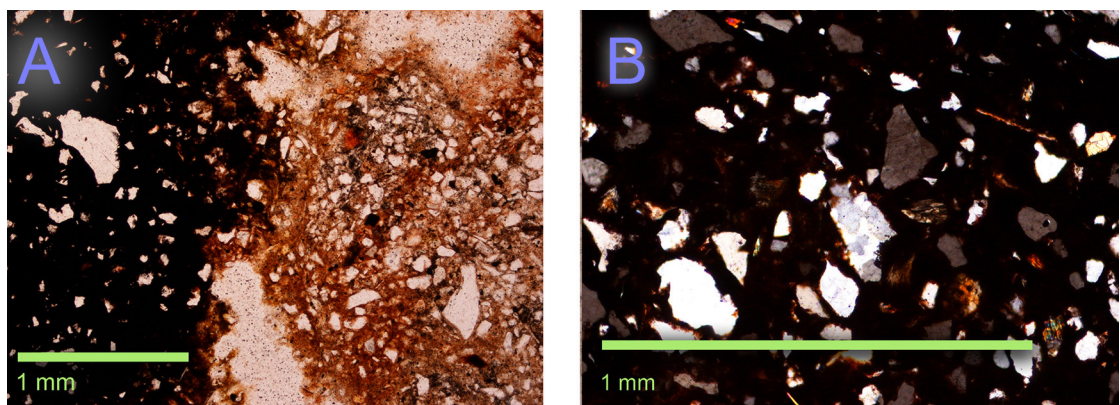
Místy lze pozorovat bodové kontakty zrn, obvykle je však prostor mezi nimi vyplněn tmelem, nebo je prázdný (porozita).

#### Výbrus č. 4

**Prachovitý jílovec** z facie masivních prachovitých jílovců (Mm) s velikostí zrna o průměru přibližně 40 – 60  $\mu\text{m}$ , obr. 3.10 a 3.11. Zrna jsou zejména angulární,

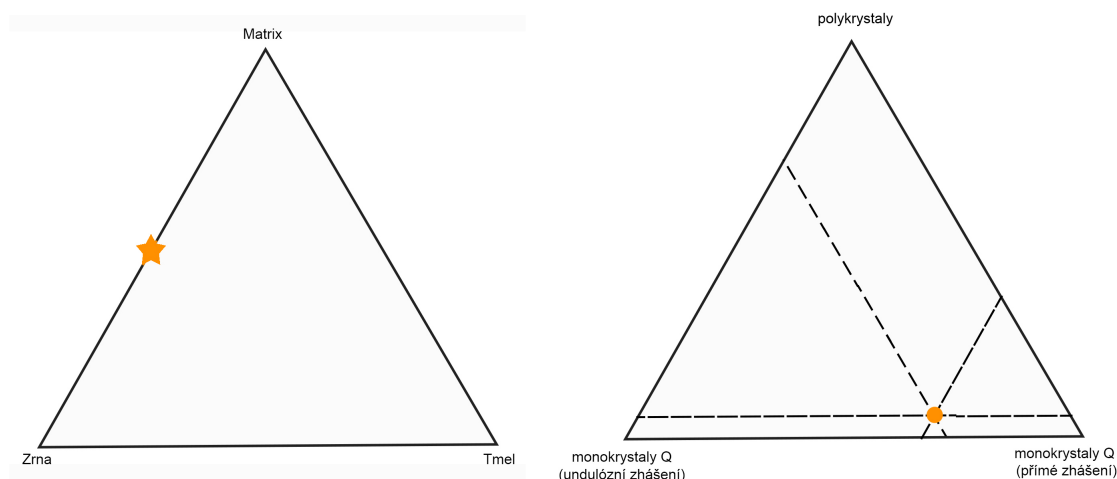


Obrázek 3.9: Složky slepence facie C<sub>t</sub> v trojúhelníkových diagramech. Levý trojúhelník ilustruje složení matrix. Pravý trojúhelník znázorňuje zastoupení jednotlivých typů zrn křemene.



Obrázek 3.10: Mikrofotografie prachovitého jílovce facie M<sub>m</sub> s rovnoběžnými (A) a zkříženými (B) nikoly. Výrazná proměnlivost distribuce zrn (A) je zřejmě důsledkem pedoturbace.

větší mohou být subangulární. Stupeň vytríděnosti je střední. V rámci detritické složky opět dominuje křemen (40 procent), z 95 procent monokrystalický. Zrna jsou silně naleptána a zbarvena diagenetickým pigmentem, tato skutečnost má souvislost pravděpodobně s terciární diagenézí, nebo křídovou pedogenezí. Dále je přítomen muskovit, ovšem v množství menším než jedno procento. Zastoupeny jsou i opakní minerály reprezentované oxidy Fe. Matrix tvoří neidentifikovatelný jííl, který představuje 50 procent horniny. Nejsou přítomny žádné znaky, které by poukazující na výraznější kompakci horniny. Ve výbrusu jsou patrné stopy po pedoturbaci.



Obrázek 3.11: Složky masivního prachovitého jílovce facie Mm v trojúhelníkových diagramech. Levý trojúhelník ilustruje složení matrix. Pravý trojúhelník znázorňuje zastoupení jednotlivých typů zrn křemene.






## 3.2 Architekturní elementy

Architekturní elementy byly studovány již dříve v převzatých mozaikách 1-4 (Kavková 2014), nově byla studie doplněna o mozaiky 11, 13, 34, 40, 74, 80 a mozaiku *Cháron*. Jsou rozlišeny typy koryt a jejich výplně, dále se vzácně objevují masivní prachovité jílovce (obr. 3.12).

### 3.2.1 Typy koryt

#### Koryta s polyfázovou výplní - CHp

Koryta s polyfázovou výplní představují výrazné a pro svůj laterální rozsah a mocnost snadno rozlišitelné architekturní elementy s výraznou erozní bází, při níž jsou velmi často zachovány útržky jemnozrnných hornin, tzv. rip-up klasty a to buď ferikrety, nebo jílovce. Erozní reliéf báze koryt je 70 – 130 cm. Poměry šířka/mocnost dosahují hodnot od 8:1 do 15:1. Zřetelný je trend postupného relativního zjemňování sedimentu do nadloží. Ve spodní části koryt typu CHp se nachází výhradně slepencové facie, zastoupeny zejména fací Cm, mohou být však zastoupeny rovněž facie Cp a Ct. Báze těchto koryt obvykle bývá symetrická, v případě asymetrického tvaru se může jednat o tektonickou deformaci. Výplň CHp

	Architekturní element	Popis
Koryta		Koryto s polyfázovou výplní (ChP) častý multilaterální a „multistorey“ vývoj (- koryta jsou vrstvena vertikálně nad sebou) výplň: ChS báze je erozní, někdy s rip-up klasty jílovce výplně do nadloží mohou zjemňovat
		Jednoduché koryto (ChS) výplň: elementy B, BF neerozivní, horizontální báze
Výplně koryt		Říční bary (B) facie Sp, St, Cp, Ct netypický Cm neerozivní, rovná báze
		Bedformy (BF) zejména St a Ct facie báze je erozivní
		Masivní prachovité jílovce (MM) facie Mm neerozivní, rovná báze

Obrázek 3.12: Architekturní elementy rozlišené v sedimentárním záznamu důlního díla Hosín - Orty.

tvoří elementy CHs (dále v textu) Vzhledem k charakteru erozní báze, výskytu rip-up klastů a s ohledem na geometrii těles je vznik CHp zřejmě vázán na proces avulze.

### **Jednoduchá koryta - CHs**

Jednoduchá koryta tvoří výplň koryt s polyfázovou výplní. Erozní reliéf báze koryt je 20 – 40 cm. Poměry šířka/mocnost dosahují hodnot přibližně 9:1, zastoupena jsou ale i koryta, jejichž poměr šířka/mocnost dosahuje až k hodnotám 20:1. V závislosti na tom, v jaké vertikální vzdálenosti od báze CHp se nalézají, lze označit za převažující buď slepencové, nebo pískovcové (směrem do nadloží) facie. Ty tvoří v těchto korytech elementy říčních barů a bedforem (dále v textu), zastoupeny jsou tak facie Cp, Ct, Cm, Sp i St.

### **3.2.2 Výplně koryt**

#### **Říční bary - B**

Říční bary jsou budovány faciem Cp, Ct, Sp, St kdy v rámci jednoho baru mohou být zastoupeny všechny tyto facie. Obvykle platí, že směrem od báze koryta, které tyto říční bary vyplňují, do nadloží stoupá poměr pískovcových facií. Na základě dominující facie lze odvodit hydraulický režim a energii proudu, kdy o dynamičtějších hydraulických podmínkách svědčí facie slepenců a naopak. Podobně se mění také množství matrix mezi valouny či zrny budujícími bar, kdy vrstvy s vymytou matrix mohou představovat reaktivaci sedimentace a zvýšení rychlosti proudu.

Tyto elementy mají rovnou, neerozivní bázi, v korytě se z vertikálního hlediska nacházejí nad obvykle zachovalým štěrkovým reziduem. Podle pozice v korytě je možné rozlišovat tzv. mid-channel (lavice ukládané v prostřední části koryta) a tzv. bank-attached (lavice přiléhající ke břehu) (Miall 1996). Původně konkávní vrchní části barů (tak, jak jsou známy z recentních říčních systémů) jsou často erodovány nadložními elementy a proto nejsou zachovány.

Často může docházet ke skládání barů ve složená tělesa. Vznikají amalgamací buď jednotlivých těles říčních barů, nebo jiných složených barů (Smith et al. 2006).

#### **Bedformy - Bf**

Elementy Bf jsou tvořeny nejčastěji faciem Ct, St, méně často faciem Cp a Sp. Narozdíl od říčních barů mají bedformy erozivní bázi. Představují produkt migrace dun po dně říčního koryta. Podle prostrového tvaru dun se nejčastěji rozlišují duny s rovným hřbetem (tzv. 2D duny) a duny se zakřiveným hřbetem (tzv. 3D). Duny mohou migrovat po dně koryt, ale i po povrchu říčního ponořených částí všech říčních barů. Sedimentární záznam stěhování dun představují různé typy šikmého zvrstvení - v případě 2D dun planární, u 3D korytovité šikmé zvrstvení.

### **3.2.3 Masivní prachovité jílovce**

Elementy budované výhradně facií masivních prachovitých jílovců, jsou zachovány vzácně. Nicméně lze za jejich pozůstatky považovat rovněž některé jílovcové

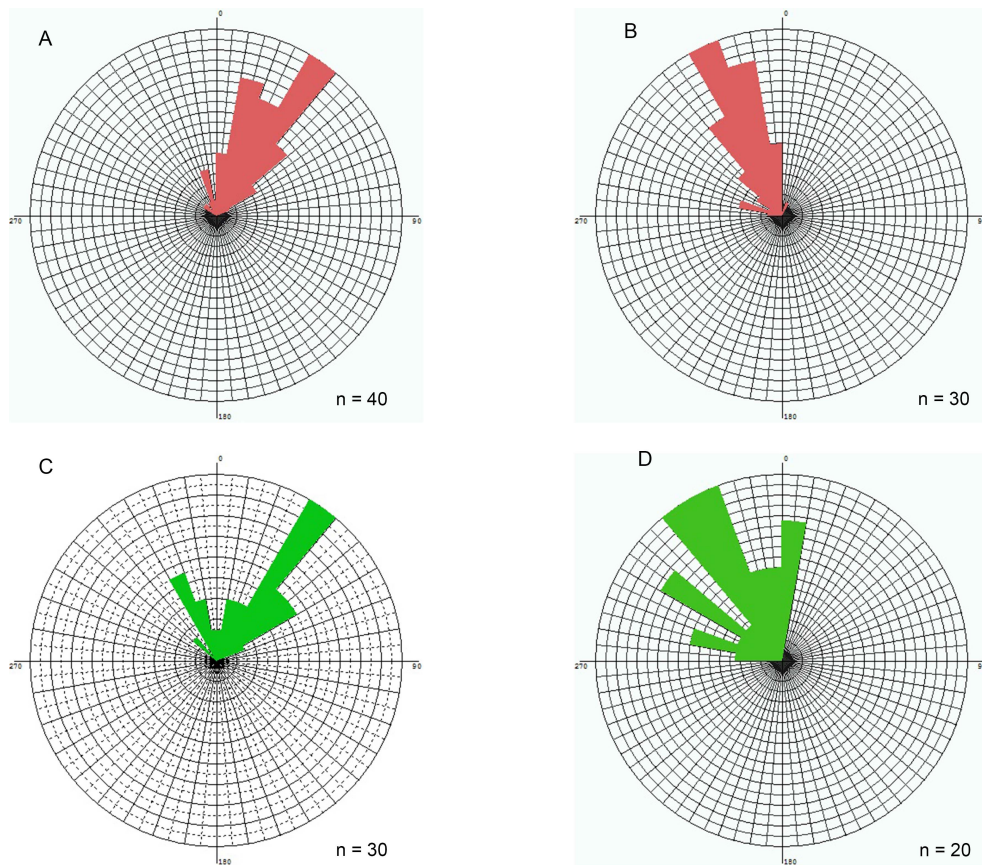
rip-up klasty, které se poměrně často vyskytují při bázi elementů CHp, popř. CHs. Souvisle je element zachován na mozaice č. 40 a na mozaice *propad Cháron*. Materiál budující tyto elementy je oxidovaný, na mozaice *propad Cháron* díky přítomnosti rozptýlených oxidů a hydroxidů Fe dosahuje pestrých červených odstínů s hojnými pedoturbacemi. Na rozdíl od předchozích architekturních elementů reprezentují tyto sedimenty příklad ukládání ze suspense. Stopy po vegetaci případně další makrofosilie nebyly nalezeny. Z velmi dobré vytríděnosti a pozice vůči ostatním architekturním elementům lze tyto jílovce interpretovat jako pasivní výplně částí opuštěných koryt (více viz kap.5).

### 3.3 Paleoproudová analýza

V říčním prostředí je právě proudový režim významným faktorem, který ovlivňuje distribuci sedimentu a také tvar jednotlivých architekturních elementů. Směr paleoproudění lze rekonstruovat obvykle na základě imbrikace, rozbohem šikmých zvrstvení, nebo bazálních proudových stop. Lze tak dojít k poměrně přesné představě o tom, jaký byl směr transportu materiálu v proudu. Na lokalitě je nejčastějším typem zvrstvení TCB. Směry paleoproudění byly šetřeny měřením azimutu lamin a os TCB. Kontrolně byly proměřeny rovněž směry sklonu lamin PCB. V jednotce A bylo provedeno měření úklonu lamin a os ve 40 setech TCB a 30 setech PCB, výrazně převládající směr proudění je SV, přičemž jsou zachycené stejné hodnoty jak u říčních barů tak u bedforem, z toho lze usuzovat trend poproudové akrece říčních barů. Severně polarizovaný trend pokračuje i v jednotce B, nicméně v tomto případě se zdá, že převažuje SZ směr. Vzhledem k tomu, že báze jednotky se ve většině dokumentovaných chodeb nachází blízko jejich stropu, nebylo vždy možné se dostat ke všem vypovídajícím měřitelným plochám. Bylo by ale zajímavé porovnat převažující zastoupení paleoproudů v jednotlivých korytech mezi sebou, ačkoliv omezené množství dat v tuto chvíli neukazuje na žádné výrazné změny mezi jednotlivými koryty. Měření paleoproudů v jednotce B bylo rovněž ztíženo skutečností, že výplň je často budována facií masivních slepenců. Z těchto důvodů se v jednotce B povedlo změřit směry proudění pouze u 30 os a lamin TCB a 20 lamin PCB a Směrové růžice ilustrující směry paleoproudů ukazuje obr. 3.13.

### 3.4 Popis vybraných fotomozaiek

Na lokalitě bylo vymezeno celkem 6 stratigrafických jednotek, A, B, C, D, E, F. Obsah jednotek odpovídá buď říčnímu prostředí (A, B, D, F), nebo prostředí opuštěných říčních koryt (C, E). Přejechod mezi jednotkami A a B je představován výraznou změnou hrubosti sedimentu a výrazným erozním rozhraním mezi oběma jednotkami. Změny jsou zachyceny rovněž v rozdílných směrech naměřených paleoproudů v obou jednotkách (viz výše). Hranici mezi stratigrafickou jednotkou A a B tvoří tzv. *multi-storey* říční pás, který je reprezentován bázemi do sebe se vzájemně zařezávajících koryt (viz obr. 4.3). Některé báze těchto koryt jsou poměrně rozsáhlé a relativně dobře sledovatelné. Byla tak vymezena koryta 1, 2 a 3, s nimiž se dále pracovalo rovněž při tvorbě 3D modelu (kap. 4). Kromě těchto koryt je na mozaice 11 zachyceno "koryto z", to je však na sledovatelné jen na



Obrázek 3.13: Směrové růžice znázorňující směry paleoproudění: A - směry paleoproudění v jednotce A na základě dat z měření os a lamin TCB, B - směry paleoproudění v jednotce B na základě dat z měření os a lamin TCB, C - směry paleoproudění v jednotce A na základě dat z měření lamin PCB, D - směry paleoproudění v jednotce B na základě dat z měření lamin PCB. Z růžic je patrná nižší přesnost výsledků dosažených při měření směru úklonu lamin PCB.

poměrně malé části výchozů a v 3D modelu s ním již nebylo pracováno.

Výrazný je přechod mezi jednotkou B a C, kdy jednotka C představuje výplň opuštěného říčního koryta. Hranice mezi jednotkami je horizontální, tvoří ji náhlý přechod od slepencových facií jednotky B do facie masivních prachovitých jílovců jednotky C. Horizontální je následně i přechod z jednotky C do jednotky D, kterou opět představují říční sedimenty. Hranicí mezi jednotkami D a E je opět horizontální náhlý přechod ze slepencových facií do facie masivních prachovitých jílovců. Hranice mezi jednotkami E a F je již postižena deformací, opět se ale jedná o přechod s facie masivních prachovitých jílovců do slepencových facií říčních sedimentů.

Vzhledem k vertikálnímu rozsahu díla Hosín Orty jsou na většině fotomozaiek zachyceny pouze jednotky A a B. Celý sled vymezených stratigrafických jednotek je zachycen na fotomozaice Cháron. To je možné díky zborcení stropu v tomto místě.

K podrobnějšímu popisu architekturních elementů byly vybrány fotomozaiky s pokud možno co nejčitelnějším sedimentárním záznamem, který zároveň reprezentuje nejobvyklejší trendy v blízkém okolí. Fotomozaiky jsou číslovány podle jejich umístění a číselného označení v programu MOVE (datový výstup je součástí příloženého CD-ROM nosiče). Všechny fotomozaiky s měřenými profily jsou součástí přílohy.

### 3.4.1 Fotomozaika 11

Fotomozaika 40 měří 9 *m* a její mocnost dosahuje 3,2 *m*. Zastoupeny jsou stratigrafické jednotky A a B.

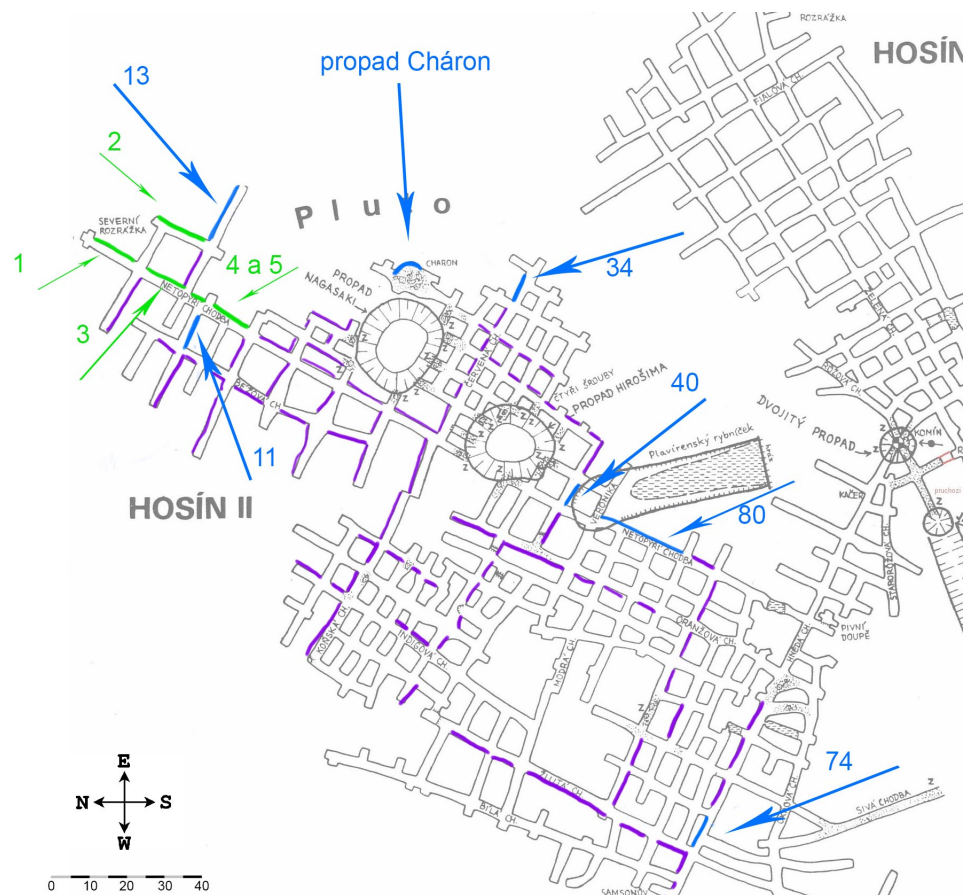
jednotku A reprezentují elementy CHs se svými výplněmi, říčními bary a dunami. Směrem do nadloží výplně zjemňují.

V jednotce B jsou zachycena koryta 2, 3 a z. Záznam koryta 1, které se zařezává do výplně koryta 3 již není na fotomozaice zachycen (je s ním však počítáno v 3D modelu). Hranici mezi jednotkami A a B tvoří nejspodněji uložená báze koryta 2 a do něj se zařezávající koryto 3.

### 3.4.2 Fotomozaika 13

Fotomozaika 13 měří 13 *m* a její mocnost dosahuje 3,5 *m*.

Může být problematické vymezit hranice mezi jednotkami z důvodu rozestupu významných erozních bází představovaných níže jednotkami koryt 2 a 3, výše pak korytem 1. Mezi nimi je se nachází přes metr mocná vrstva sedimentů, které odpovídají elementům CHs a jejich výplním. Rozestup mezi bázemi se rozšiřuje směrem k jihovýchodu. Výplň koryta 1 u báze je zdeformovaná. Vzhledem k tomu, že elementy pod i nad touto postiženou výplní jsou zachovány bez obdobných struktur, se v tomto případě nejedná o deformační struktury způsobené zatěžováním nezpevněného sedimentu v podloží, ani o důsledek raně postsedimentárního zatížení dané vrstvy nadloží, reprezentuje pravděpodobně tento záznam tzv. seismity - synsedimentární struktury struktury tektono-seismického původu, jež jsou výsledkem vibrační likvifikace (Allen 1982).



Obrázek 3.14: plán podzemí s vyznačenými výchozy, ze kterých byly zhotoveny fotomozaiky (fialově, zeleně a modře). Modře jsou označeny fotomozaiky, které byly blíže analyzovány a profilovány. Zeleně jsou označeny výchozy, které byly analyzovány v dřívější práci (Kavková 2014).

### 3.4.3 Fotomozaika 34

Fotomozaika 34 měří 8,4 m a její mocnost dosahuje 2,8 m. Zastoupeny jsou stratigrafické jednotky A a B.

Elementy CHs v jednotce A jsou vyplněny záznamy říčních barů a dun, ve spodní části jednotky jsou dobře patrné produkty zrnitoků na laminách šikmého zvrstvení ve smyslu inverzní gradace.

V jednotce B jsou zastoupena koryta 1 a 3. Koryto 3 se zařezává do výplně neznámého podložního koryta s neobvyklým vývojem, kdy hrubozrnná výplň náhle velmi ostře přechází do výrazně jemnozrnnější. Může se jednat o sedimenty hustotního proudu.

### 3.4.4 Fotomozaika 40

Fotomozaika 40 měří 5,2 m a její mocnost dosahuje 3 m. Zastoupeny jsou stratigrafické jednotky A a B. Přejít mezi jednotkou A a jednotkou B je dán bazí koryta 1, s dobře vyvinutou vrstvou masivních prachovitých jílovců. Pozice této vrstvy se zdá být nepůvodní - při bližším pohledu je patrná místy až 20 cm mocná vrstva slepenců s rip-up klasty pod tímto jílovitým obzorem. To by nasvědčovalo tomu, že celý jílovitý obzor byl během fluidní epizody podemlet a možná i posunut jako jednolitá křava ze své původní pozice. Rip-up klasty ve slepencové vrstvě jsou ze stejného materiálu a zřejmě pocházejí z jílovitého obzoru.

Jednotka A je budována elementy CHs, jejichž výplň je charakteristická nepříliš zřetelným a často nízkouhlým šikmým zvrstvením. Směrem do nadloží sedimentární výplň nepatrně zjemňuje.

### 3.4.5 Fotomozaika 80

Fotomozaika 80 měří 21 m a její mocnost dosahuje 3 m. Zastoupeny jsou stratigrafické jednotky A a B. V jednotce A jsou mimo jiné zastoupeny polohy facie Ct s mocnými (cca 0,5 m) laminami definovanými inverzní gradací (produkt zrnitoků).

Dominantní jsou výrazné erozní báze koryta 2 a pravděpodobně koryta 3. Definování koryta 3 vyplývá z okolních vztahů, kdy je možné bázi tohoto koryta sledovat relativně bez porušení dále na sousedních výchozech, ačkoliv vztahy jsou někdy problematické a není možné tak situaci zhodnotit se stoprocentní jistotou. Koryto 2 je určeno na základě pozice mezi korytem 3 a korytem 1, které není na fotomozaice zachyceno a i v terénním výchozu se v této lokalitě ztrácí prudkým vystoupaním ke stropu lokality. Nicméně vzhledem k charakteru sedimentárního záznamu hypotetické koryto 3 může představovat koryto zcela jiné. Shodné paleoproudy v případě říčních systémů s nízkou sinuositou nemohou být považovány za jednoznačné kritérium k určení příslušnosti koryta.

### 3.4.6 Fotomozaika 74

Fotomozaika 74 měří 7 m a její mocnost dosahuje 3,4 m. Zastoupeny jsou stratigrafické jednotky A a B. V jednotce A jsou zastoupeny elementy CHs interpretované jako říční bary a duny. Narozdíl od obvyklého trendu jednotky A není

patrné postupné zjemňování sedimentu. Velikost zrn v celém profilu kolísá bez ohledu na pozici v profilu.

Hranice mezi jendotkami A a B je tvořena bází koryta 1, která se zařezává do neznámého koryta. Obě koryta mají při svých bázích hojně jílovité rip - up klasty, které v případě koryta 1 pokračují jako drobné reliktly i výše do výplně.

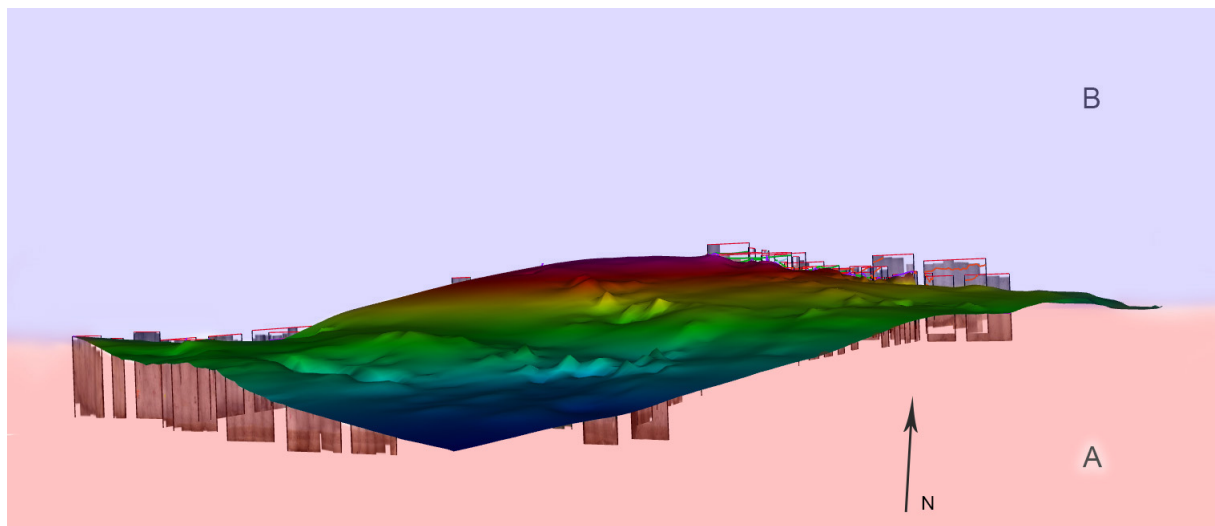
### 3.4.7 Fotomozaika propad Cháron

Fotomozaika propad Cháron má v porovnání s ostatními fotomozaikami významný vertikální rozsah, její mocnost dosahuje k 9 m. Laterální rozsah je přibližně 5 m. Morfologie mozaiky je zejména ve svých vyšších částech opticky zkreslena, neboť se nejedná o plochý, nýbrž kruhový výchoz. Jednotky E a F tak působí prohnutě, ačkoliv ve skutečnosti jsou jejich báze horizontální (byť v případě jednotky F erozivní).

Propad Cháron podává svědectví o sedimentárních trendech nad horizonty A a B. Díky tomuto cennému výchozu tak lze určit horizonty C, D, E a F. Záznam horizontu B končí mocnou vrstvou masivních prachovitých jílovců, zřejmě usazených v dočasně opuštěném rameni. Na masivní prachovité jílovce nasedá horizont D reprezentovaný dobře vytríděnými drobnozrnnými slepenci ve facii korytovitého šikmého zvrstvení. Jednotlivé sety se vzájemně hojně seřezávají. Směrem do nadloží je patrné častější kolísání zrnitosti, přibývá hrubých poloh slepenců (s četnými valounky dosahujícími 1 cm) s náznaky korytovitého šikmého zvrstvení, často nízkoúhlého. Horizont E představuje druhou polohu masivních prachovitých jílovců. Je již prostoupena recentními kořínky rostlin. Erozně na ní nasedá poslední horizont F, reprezentovaný mocnou vrstvou slepenců s valouny.

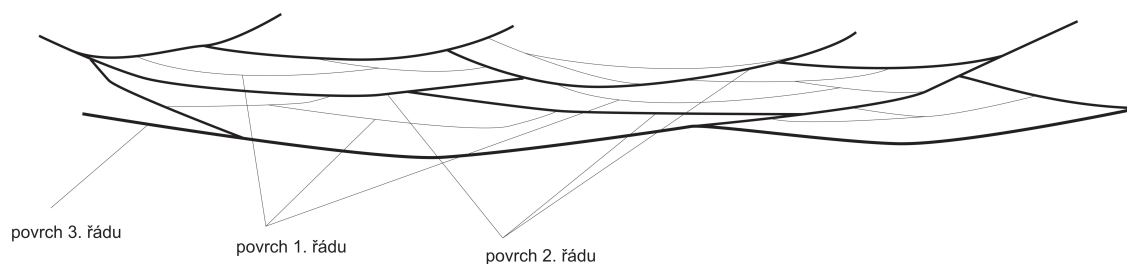
## 4. Trojrozměrný model hlavních systémů koryt

Do programu MOVE byly zaneseny fotomozaiky s vyznačenými liniemi určujícími hranici mezi stratigrafickými jednotkami A a B. Linie byly proloženy plochou použitím metody ordinary kriging. Ilustrativně je tak odhalen trend poklesu celé hranice mezi stratigrafickými jednotkami A a B směrem k jihu (viz obr. 4.1).



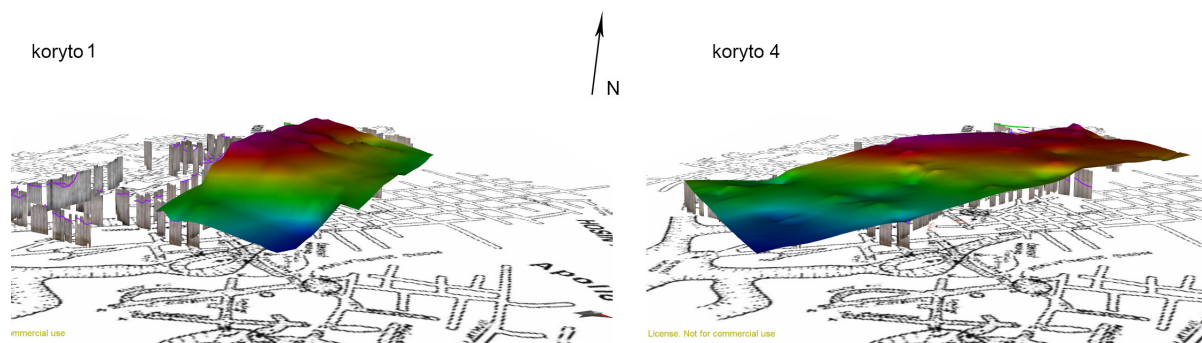
Obrázek 4.1: Hranice mezi stratigrafickou jednotkou A a B. Pro lepší názornost je model trojnásobně převýšen. Patrný je pokles celé hraniční plochy směrem k jihu.

Celá stratigrafická jednotka B je charakteristická výraznými erozními bázemi vzájemně se do sebe zařezávajících koryt. Některá z koryt jsou poměrně rozsáhlá a navíc relativně dobře sledovatelná napříč důlním dílem. Stejným způsobem, jako při prokládání hranice mezi jednotkami A a B, byly proloženy plochou rovněž linie sledující tato významnější koryta. Dostatek linií pro sestavení věrohodnějšího modelu poskytovala koryta 1, 2 a 3. U všech je patrný trend svažování přibližně jižním směrem tak, jako je tomu i u celé báze jednotky B (obr. 4.3). Součástí přílohy (příloha 1) jsou řezy kolmé na plochy těchto koryt. Je tak možné sledovat, jak se v prostoru vyvíjí jejich vzájemný vztah.



Obrázek 4.2: sekvenční řády (na obr. označeny jako povrch 1., 2. a 3. řádu) vymezené ve stratigrafické jednotce B.

Vztah mezi plochou představující hranici mezi stratigrafickými jednotkami A a B a mezi dominantními koryty jednotky B lze vysvětlit zavedením sekvenčních hranic více řádů ve stratigrafické jednotce B (viz. obr. 4.2) Hranici mezi jednotkami A a B je možné vyložit jako *multi-storey* říční pás (plocha 1. řádu), ve kterém nelze přímo identifikovat jeho bazální plochu. Ta je tvořena erozními bázemi vzájemně se seřezávajících koryt (plocha 2. řádu), jejichž výplně představují plochu 3. řádu.



Obrázek 4.3: Model koryta 1 a koryta 3, obě s tendencí se svažovat směrem k jihu. Pro lepší názornost je model trojnásobně převýšen.

# 5. Diskuse - model sedimentace

## 5.1 Fluviální styl

Fluviální styl říčního systému je interpretován na základě faciální a architekturní analýzy a analýzy paleoproudů.

Sedimentární facie jsou charakteristické převahou štěrkových poloh. Pískovcové facie, především pak hrubozrnné, jsou zastoupeny rovněž, ovšem pouze v stratigraficky nejnižší jednotce A. Materiál byl ukládán na dně koryta během transportu trakčními proudy za vzniku elementů říčních barů a dun. Materiál ukládaný ze suspenze se v sedimentárním záznamu zachoval ve formě facie masivních prachovitých jílovců. Mocná vrstva tvořená touto facií je zachována v jednotkách D a F

V rámci celého fluviálního systému byly vyčleněny tyto facie:

- Pískovce s planárním šikmým zvrstvením - Sp
- Pískovce s korytovitým šikmým zvrstvením -St
- Slepence s planárním šikmým zvrstvením - Cp
- Slepence s korytovitým šikmým zvrstvením - Ct
- Masivní slepence - Cm
- Masivní prachovité jílovce - Mm

Sedimentární facie jsou sdruženy do architekturních elementů s různým rozsahem a tvarem, přičemž společně jsou interpretovány jako poměrně komplexní výplně říčních koryt.

Velké polohy s facií Sp byly pravděpodobně formovány transverzálními nebo linguoidními bary, případně mohou představovat produkt migrace dun s rovnými hřbety. Ty mohly migrovat po dně říčního koryta, ale také po povrchu říčního baru. Facie St poskytuje záznam o migraci 3D dun po dně koryta, nebo povrchu říčního baru.

Facie Gm, je zastoupena jako štěrkové reziduum při dně koryta, je interpretována jako výplň erozních žlebů. V některých případech je facie Gm zastoupena Gm s vysokou proporcí matrix, takový charakter může být výsledek sedimentace z gravitačního proudu (Miall 1996).

Facie Gp reprezentují záznam migrace dun s rovným hřbetem, častěji ale představují polohu interpretovanou jako záznam migrace říčního baru.

Facie Gt jsou záznamem migrace 3D dun, které mohou tvořit polohy na dně koryta, ale často také pokrývají poproudovou akreční plochu říčního baru a jsou tedy součástí souhry dvou systémů migrujících bedforem různého měřítko.

Střídání pískovcových a slepencových facií ukazuje na proměnlivý průtok. Náhlá významná převaha slepencových facií v jednotce B (viz dále) může být výsledkem epizody tektonické reaktivace zdrojové oblasti a intenzivnější subsidence vázané na procesy saxonské tektonogeneze v alpsko-karpatském předpolí, ale uvažovat lze také klimatické změny, nebo pouze autocyklicitu sedimentárního systému.

Facie Mm představuje jedinou facii se sedimentací ze suspense. Vyplňuje architekturní element MM, jedná se pravděpodobně o výplně opuštěných říčních koryt (nebo pouze opuštěných částí koryt, například při snížení vodní hladiny). Tento element je zachován vzácně, je zastoupen v jednotkách C a E (viz fotomozaika *propad Cháron*), kde představuje jejich jedinou výplň, dále je deskovitá poloha tohoto elementu zachována sporadicky na rozhraní jednotek A a B (viz fotomozaika 40). V tomto případě se pozice této vrstvy nezdá být zcela původní - při bližším pohledu je patrná místy až 20 cm mocná vrstva slepenců s rip-up klasty pod tímto jílovitým obzorem. To by nasvědčovalo tomu, že celý jílovitý obzor byl během avulze podemlet a popřípadě i posunut ze své původní pozice.

Opuštěná koryta a sedimentace v nich byly pravděpodobně zastoupeny i v průběhu sedimentace ostatních jednotek, jejich záznam však byl pravděpodobně erodován během avulzních událostí a nebyl tak zachován. O existenci těchto sedimentů mohou však svědčit místy zachovalé jílové rip-up klasty při bázi některých koryt.

Byly vymezeny architekturní elementy:

- Koryta s polyfázovou výplní - CHp
- Jednoduchá koryta - CHs
- Říční bary - B
- Bedformy - Bf
- Masivní prachovité jílovce - MM

Typické pro architekturní elementy je vertikální navrstvení koryt. Elementy interpretované jako záznamy říčních barů představují dominantní výplně koryt, zpravidla nejsou zachovány jejich vrchní části, proto nemají v sedimentárním záznamu typický konkávní tvar. Tato eroze je ovšem pro říční bary v sedimentárním záznamu typická (Bridge 2003). Vertikální skládání koryt, výskyt říčních barů, poproudová akrece, absence čeřin, jesepů, laterálně akrečních povrchů a nivních sedimentů odpovídají charakteru divočicích řek. Analýza paleoproudů vykazuje významnou převahu severovýchodního (jednotka A), popř. severozápadního směru (jednotka B). Nízký rozptyl paleoproudů ukazuje na nízkou sinuositu toku, taková skutečnost přispívá k interpretaci říčního stylu jako divočicího. 3D model hlavních systému koryt zachycující hranici mezi jednotkami A a B ukazuje pokles této hranice směrem k jihu. Jako vysvětlení se nabízí synsedimentární subsidence u jižního tektonického okraje pánve.

## 5.2 Stratigrafické vztahy a možné řídicí mechanismy

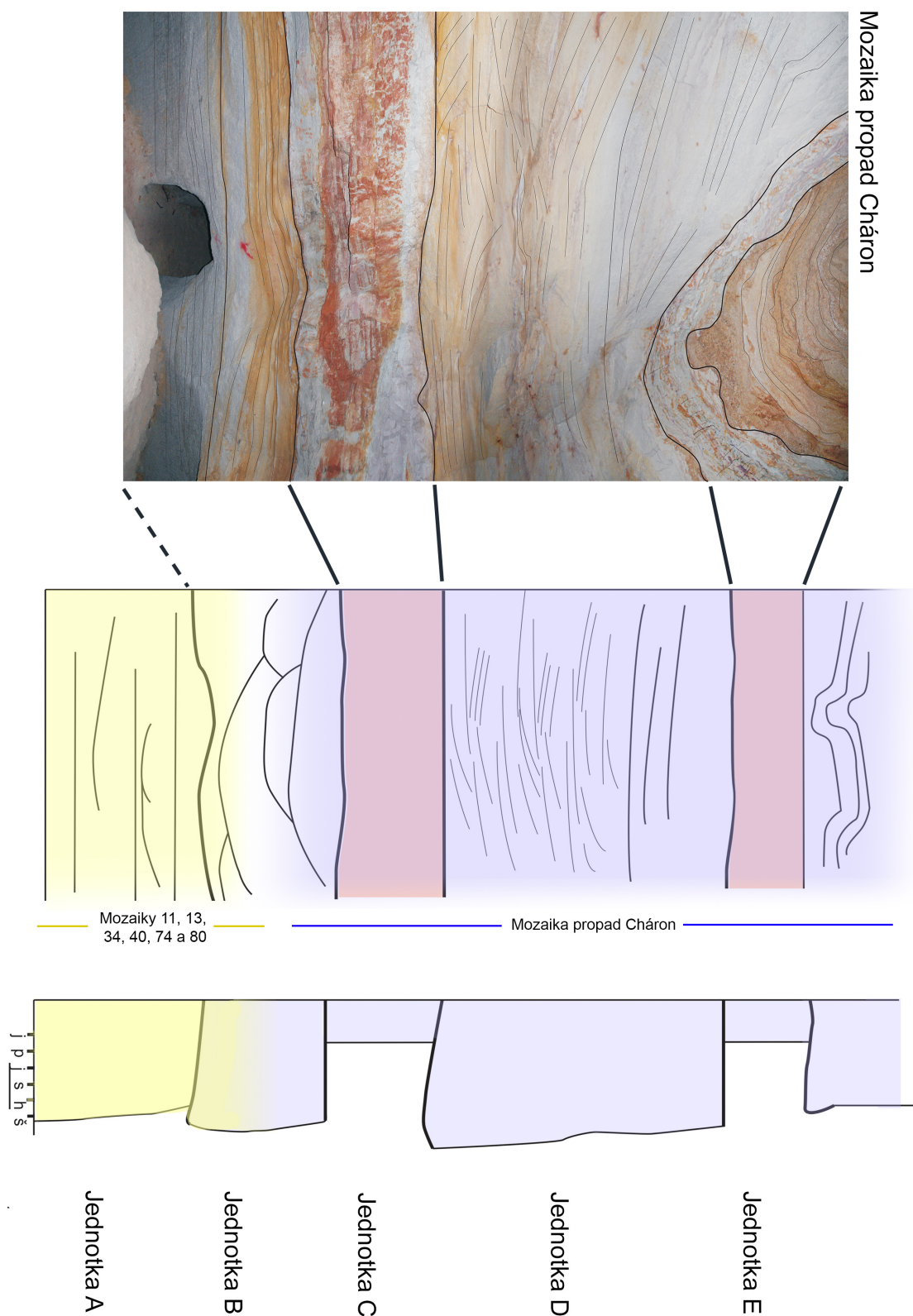
Kompletní vertikální vývoj studované lokality je ilustrován na fotomozaice *Propad Cháron*. Sled začíná jednotkou A, která je charakteristická užšími, nepřilíš mocnými koryty s výplní dun a říčních barů. Typické rozměry koryt jsou od 20 do cca 50 m, poměry W/T dosahují průměrně Obvyklé je zjemňování zrnitosti směrem do nadloží až k hranici s jednotkou B.

Hranice mezi jednotkami A a B je zřetelně tvořena erozními bázemi mocnějších koryt. Ty mají často zachovány rip-up klasty při jejich bázi a jsou charakteristické masivní štěrkou výplní v nižších polohách. Masivní štěrková výplň může mít náznak zvrstvení, obvykle pak nízkoúhlého. Celá jednotka B je tvořena vertikálně agradujícími koryty s obvykle hrubozrnnou výplní, jejichž uspořádání je za daných podmínek obtížné dešifrovat. Koryta jsou do sebe často zařezávána a určení laterálního rozsahu jednotlivých poloh je proto problematické. Vzhledem k masivní povaze výplní a obecně nízké sinuositě říčního systému nelze o odlišení jednotlivých poloh využít orientace paleoproudů, taková metodika by vyžadovala podstatně vyšší počet měření z širší oblasti než jich má k dispozici tato práce. Zatímco jednotka A je tvořena v podstatě čochovitou geometrií architekturních elementů, jednotka B je charakteristická svou multi-storey výplní v níž jsou zastoupeny výrazné erozní báze vzájemně se seřezávajících říčních koryt s nižšími W/T poměry než je tomu u jednotky A. Alternativní interpretací je, že bazální plocha jednotky A, která není na výchoze odhalena, vypadala podobně. Takový trend (který je doprovázen postupným zjemňováním výplně) u sedimentárního záznamu divočící řeky popisuje např. Leleu (2009). Pokud je ve štěrkových polohách při bázi jednotky B přítomno zvrstvení, pak se často vyznačuje přítomností synsedimentárních deformačních struktur. Ty by mohly být výsledkem vibrační likvifikace tektono-seismické geneze, nebo úniky vody (Allen 1982).

Rip-up klasty při bázi koryt ukazují na existenci uloženin ze suspense, vzniknuvších například ve slepých korytech. Těch mohlo být značné množství, tyto struktury však mají v systémech s vysokou energií jen nízký potenciál k zachování, proto je obvykle nelze sledovat v sedimentárním záznamu a jejich přítomnost tak bývá podhodnocována. Náchylnost těchto poloh k erozi je názorně ukázána na fotomozaice 40 (příloha 5), na přechodu mezi jednotkou A a B. Přestože se výplň opuštěného koryta zachovala v podobě deskovitého tělesa, je patrné její podemletí (viz výše v kap. 5.1), které svědčí o celkové nestabilitě. Lze předpokládat, že většina architekturních elementů odpovídajících výplni opuštěných koryt byla erodována a v lepším případě zachována pouze jako reliktů v podobě jílových rip-up klastů.

Směrem do nadloží výplň jednotky B poněkud zjemňuje, je snazší od sebe odlišit jednotlivé architekturní elementy (CHs s výplní B a Bf). Náhle je sedimentace přerušena jednotkou C reprezentovanou facií masivních prachovitých jílovců. Vzhledem k vysoké vytríděnosti a jemnozrnosti této facie se nabízí možnost interpretovat ji jako záznam opuštěného koryta. Pokud ale říční systém ústil do blízkého jezera, lze také uvažovat možnost dočasného zvýšení hladiny a zaplavení celého říčního systému. Taková možnost však není obecně pro divočící toky příliš typická, v malých a členitých pánvích (kterou pánev českobudějovická je) k ní ovšem docházet může. V rámci jednotkou C se mění barevnost prachovitých jílovců. Červené skvrnitě jíly mezi šedými byly delší dobu vystaveny subaerickému zvětrávání, nesou známky pedogeneze. Šedé vrstvy jílovců byly pohřbeny dalšími sedimenty hned po uložení.

Na jednotku C s masivními prachovitými jílovcí navazuje jednotka D reprezentovaná štěrkovitými polohami facií s korytovitým šikmým zvrstvením. Směrem do nadloží této jednotky se relativně zvyšuje kolísání zrnitosti a přibývá jak hrubších tak naopak jemnějších poloh. Mění se také zastoupení architekturních elementů, kdy v nižších polohách jednotky jsou zastoupeny zejména elementy s



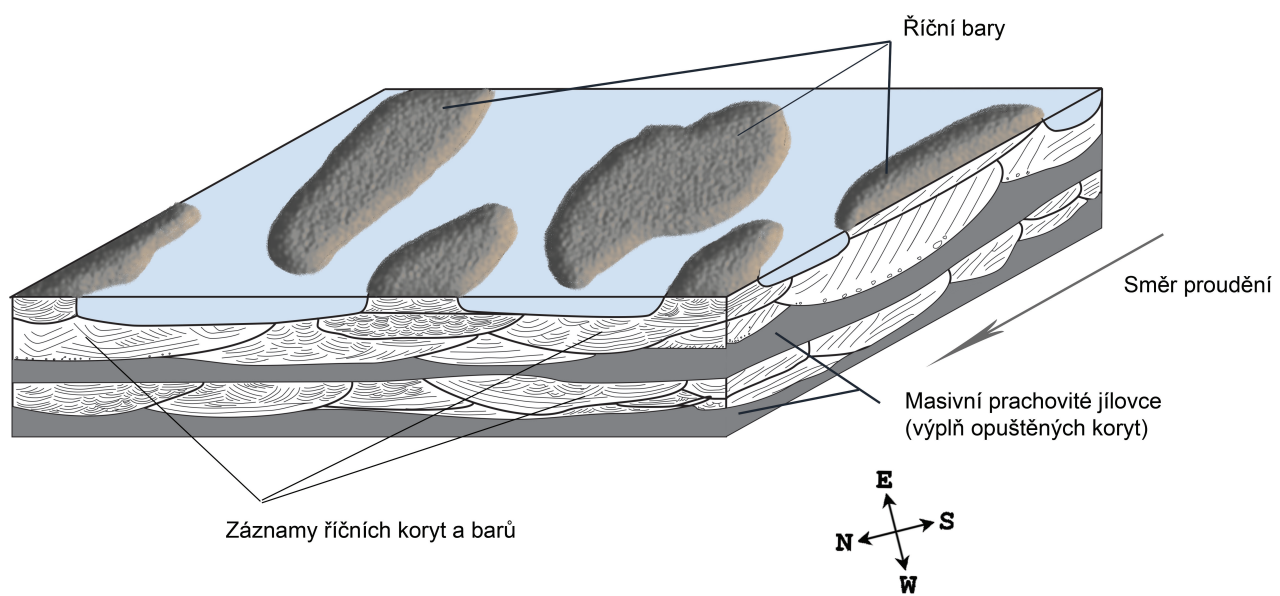
Obrázek 5.1: Stratigrafické jednotky vymezené na lokalitě Hosín-Orty. Fotomozaika propad Cháron vlevo reprezentuje jednotky B - F. Jednotka A není na propadu Cháron již patrná. V rámci schématu jsou naznačeny rozsahy fotomozaiek z hlediska obsahu stratigrafických jednotek.<sup>41</sup>

erozivní bázi (zřejmě produkt migrace 3D dun), zatímco směrem do nadloží začínají převládat elementy s plochou, neerozivní bázi (říční bary). Tyto změny lze vysvětlit snížením unášecí schopnosti proudu.

Sedimentace jednotky D končí hranicí s druhou polohou masivních prachovitých jílovců (jednotka E). Zda se jedná o výplň opuštěného koryta, nebo dočasného jezera je opět otazné. Při své vrchní části proniká do jednotky E nadložní jednotka - takové chování může být chápáno jako zátěžová synsedimentární deformační struktura způsobená nerovnoměrným rozložením hustoty nadložní jednotky. Poslední jednotka, jednotka F se zdá být litologicky dost odlišná. Celý její záznam je provázen řadou deformačních struktur, může se jednat o konvolutní zvrstvení, ale také o případné pleistocénní kryoturbace. Jednotka F se nachází již velmi mělce pod povrchem a je tak pravděpodobně posledním členem sedimentární sukcese.

Trendy ve vertikální sukcesi mohou být výsledkem alogenních, nebo autogenních procesů. Z alogenních procesů lze uvažovat klimatické a (nebo) tektonické změny. Alpínská orogeneze by mohla být příčinou tektonického neklidu a tím změny charakteru sedimentace (Malkovský et al. 1974). V jednotce B jsou navíc často zachovány synsedimentární deformační struktury seismického charakteru. Výrazné změny směru paleoproudů mezi jednotkou A a B by rovněž podporovaly hypotézu tektonických změn. Musely by však proběhnout před sedimentací jednotky C, která je již uložena horizontálně a nezdá se být tektonicky postižena. Autogenní procesy, které mohly řídit architekturu, jsou vázány zřejmě zejména na procesy avulze, která je výsledkem zanesení původního koryta sedimenty. V čase pak dochází k reokupaci těchto starých koryt obvykle provázené seříznutím svrchních vrstev sedimentární výplně představované říčními bary.

A/S poměr je obecně nízký ve všech jednotkách, jejichž výplň představují říční sedimenty (A, B, D, F), což koresponduje s interpretací říčního stylu jako divočího. Relativní změny A/S poměru mezi jednotkami sice jsou, nicméně zřejmě jsou vázány především na autocyklicitu fluvialního systému, kde mohlo docházet k pravidelným avulzím a stěhování divočí plošiny. V případě jednotky B lze, vzhledem k výrazné změně paleoproudění uvažovat také o tektonickém vlivu, který může zapříčinit významné změny A/S poměru (Scherer et al. 2015).



Obrázek 5.2: Hypotetický model fluviálního prostředí na lokalitě Hosín-Orty.

## 6. Závěry

Byly vymezeny facie:

- Pískovce s planárním šikmým zvrstvením - Sp
- Pískovce s korytovitým šikmým zvrstvením -St
- Slepence s planárním šikmým zvrstvením - Cp
- Slepence s korytovitým šikmým zvrstvením - Ct
- Masivní slepence - Cm
- Masivní prachovité jílovce - Mm

Facie Sp, St, Cp, Ct a Cm odpovídají fluviálnímu prostředí. Vzhledem k vysoké hrubozrnosti lze předpokládat vysokou energii systému s převahou transportu sedimentu po dně. Facie Mm představuje polohy ukládané ze suspense a tedy velmi klidné prostředí.

Byly vymezeny architekturní elementy:

- Koryta s polyfázovou výplní - CHp
- Jednoduchá koryta - CHs
- Říční bary - B
- Bedformy - Bf
- Masivní prachovité jílovce - MM

Architekturní elementy jsou typické pro říční sedimenty. Charakter elementů svědčí o existenci více koryt fungujících v říčním pásu najednou. V čase se koryta překládají a vzájemně seřezávají starší sedimenty. Říční koryta vertikálně agradují.

O vysoké energii proudu svědčí kromě hrubozrnosti sedimentu rovněž poznání, že nejsou zachovány sedimenty reprezentující nivy. Taková skutečnost nasvědčuje obecně nízkému A/S poměru, který je pro říční systémy s vysokou energií typický.

Díky získaným terénním datům bylo možné zhotovení 3D modelu v programu MOVE byl zhotoven 3D model zachycující v prostoru vývoj hlavních systémů koryt v horizontu B. Na modelu je patrný trend poklesu báze koryt směrem k jihu. Taková skutečnost ale nekoresponduje s převažujícím směrem paleoproudů horizontu B, který je severozápadní. Zřejmě se může jednat o vliv synsedimentárních subsidencí při jižním tektonickém okraji pánve.

Byly rozlišeny stratigrafické jednotky A, B, C, D, E a F na základě charakteru sedimentární výplně. Jednotky A, B, D a F reprezentují fluviální sedimenty, jednotky C a E jsou interpretovány jako sedimenty opuštěných koryt, jejichž zachování je vázáno na zvýšený A/S poměr.

V rámci měření paleoproudů byly změřeny laminy a osy TCB a laminy PCB ve dvou stratigrafických horizontech. V rámci jednotlivých horizontů mají směry

proudění velmi nízký rozptyl. Rozptyl hlavních směrů proudů mezi oběma horizonty se liší přibližně o 60 stupňů. Zatímco směry proudění v jednotce A ukazují severovýchodní trend, pro jednotku B jsou typické severozápadní směry proudění. Vysvětlení této skutečnosti může být v tektonice vázané na alpínskou orogenezi.

Říční styl je interpretován jako divočící, předpokládá se malý podíl vegetace a tím celková nestabilita celého říčního pásu umožňující časté avulze a kompletní odplavení případných nivních sedimentů. V záznamu jsou místy patrné synsedimentární deformační struktury, interpretované jako tzv. seismity - deformační struktury tektono-seismického původu. přítomnost těchto struktur je jedním z argumentů pro existenci tektonického vlivu na sedimentaci, nicméně jako dominantní řídicí vliv na sedimentaci a její změny je uvažována zejména autocykličnost fluvialního systému.

# Seznam použité literatury

- (Allen 1982) ALLEN J. R. L. *Sedimentary structures. Their character and physical basis*. (Volume II). Elsevier. 529 p.
- (Baojun a Sitian 1996) BAOJUN Liu, SITIAN Lu *Basin analysis, global sedimentary geology and sedimentology*. Proceeding of the 30th international geological congress Beijing, China, 1996
- (Best et al. 2003) BEST James L., ASHWORTH Philip J., BRISTOW Charles S., RODEN Julie, *THREE-DIMENSIONAL SEDIMENTARY ARCHITECTURE OF A LARGE, MID-CHANNEL SAND BRAID BAR, JAMUNA RIVER, BANGLADESH*. Journal of Sedimentary Research July 2003 vol. 73 no. 4 516-530
- (Bridge 2003) BRIDGE John S. *Rivers and floodplains*. Blackwell Publishing 2003 ISBN 0-632-06489-7
- (Bridge a Lunt 2005) BRIDGE John S., LUNT Ian A. *Depositional models of braided rivers*. Published Online: 30 MAR 2009 DOI: 10.1002/9781444304374.ch2
- (Cílek 1988) CÍLEK Václav *Zpráva o výzkumu historického podzemí v Hosíně u Českých Budějovic*. Č.Kras XIV, 1988, Beroun
- (Collinson 1996) COLLINSON J. D. *Alluvial sediments*. in READING, H.G. (Ed.). *Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy*. 3rd Edition. Blackwell Publishing. 688p
- (Collinson a Thompson 1996) COLLINSON J. D., THOMPSON D. B. *Sedimentary structures*. 2nd edition. Chapman and Hall. ISBN 0-412-44560-3
- (Čtyřoký 1967) ČTYŘOKÝ Pavel *Nález břichonožců ve svrchní křídě jižních Čech*. Časopis pro mineralogii a geologii, r. 12, č. 3/1967
- (Heřmanová 2014) HEŘMANOVÁ Zuzana *Systematika a paleoekologie svrchnokřídových rostlin klikovského souvrství v jižních Čechách*. dizertační práce, 2014 Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta
- (Hollan 2011) HOLLAN Tadeáš *Sedimenty jihočeských pánví – mocnosti a petrofyzikální vlastnosti*. Bakalářská práce, 2011 Masarykova univerzita v Brně, Přírodovědecká fakulta
- (Holub a Malecha 1989) HOLUB Vlastimil, MALECHA Adolf *Předběžné geologické výsledky vrtu NVr-1 v Českých Budějovicích-Novém Vrátně*. Zprávy o geologických výzkumech v roce 1989 Ústřední ústav geologický ISBN 80-7075-059-6
- (Houša a Špinar 1962) HOUŠA Václav, ŠPINAR Zdeněk *Senonian conchostracans (Conchostratca) from South Bohemia*. Sborník Ústředního ústavu geologického, svazek 27-1960 - oddíl paleontologický Praha 1962, Nakladatelství Československé akademie věd

- (Chlupáč et al. 2011) CHLUPÁČ Ivo, BRZOBOHATÝ Rostislav, KOVANDA Jiří, STRÁNÍK Zdeněk, *Geologická minulost České republiky*. Academia 2011 ISBN 978-80-200-1961-5
- (Kavková 2014) KAVKOVÁ Radana *Říční systémy s nízkou sinuositou na příkladu sedimentů klikovského souvrství na lokalitě Hosín-Orty, svrchní křída, českobudějovická pánev*. Bakalářská práce PŘF UK, 2014
- (Kaifoš, Kolčava 1993) KAIFOŠ David, KOLČAVA Michal *Hosín*. Speleo 13/1993
- (Knobloch 1985) KNOBLOCH Ervin *Paläobotanisch-biostratigraphische Charakteristik der Klikov-Schichtenfolge (Oberturon-Santon) in Südböhmen*. Sborník geologických věd, Geologie 40, 101-145
- (Komárek 2012) KOMÁREK Lukáš *Neotektonická aktivita hlubockého zlomu*. Diplomová práce, Masarykova Univerzita v Brně, Ústav geologických věd Brno, 2012
- (Leleu et al. 2009) LELEU Sophie, HARTLEY J. Adrian, WILLIAMS P. J. Williams, *LARGE-SCALE ALLUVIAL ARCHITECTURE AND CORRELATION IN A TRIASSIC PEBBLY BRAIDED RIVER SYSTEM, LOWER WOLFWILLE FORMATION (FUNDY BASIN, NOVA SCOTIA, CANADA)*. Journal of Sedimentary Research, 2009, v. 79, 265–286 Research Article DOI: 10.2110/jsr.2009.034
- (Lojka et al. 2016) LOJKA Richard, ROSENAU A. Nicholas, SIDORINOVÁ Tamar, STRNAD Ladislav, *Architecture, paleosols and cyclicity of the Middle-Late Pennsylvanian proximal fluvial system (Nýřany Member, Pilsen Basin, Czech republic)*. Bulletin of Geosciences, volume 91, issue 1; pages: 111 - 140
- (Malecha a Pícha 1963) MALECHA Adolf, PÍCHA František *Geologický vývoj jihozápadní části třeboňské pánve*. Věstník ÚÚG, roč. XXXVIII, 1963 str. 297-310
- (Malkovský et al. 1974) MALKOVSKÝ M., BENEŠOVÁ Z., ČADEK J., HOLUB V., CHALOUPSKÝ J., JETEL J., MULLER V., MAŠÍN J., TÁSLER R. *Geologie české křídové pánve a jejího podloží*. Ústřední ústav geologický and Academia, Praha. 262 p.
- (Miall 1996) MIALL Andrew *The geology of fluvial deposits*. Springer 1996 ISBN 978-3-662-03237-4
- (Němeček 1962) NĚMEČEK Karel *Závěrečná zpráva Hosín, surovina kaolín*. MS P 14061 Geofond, Praha
- (Němejc 1955) NĚMEJC František *Paleobotanická studie k otázce stratigrafie uloženin jihočeské pánve*. Sborník Ústředního ústavu geologického 1957, Paleontologie 22, 335–377.
- (Pacltová 1959) PACLTOVÁ Blanka *Některé rostlinné mikrofosilie ze sladkovodních uloženin svrchní křída (senon) v jihočeských pánvích*. Sborník Ústředního ústavu geologického 1959, Paleontologie 24, 48-83

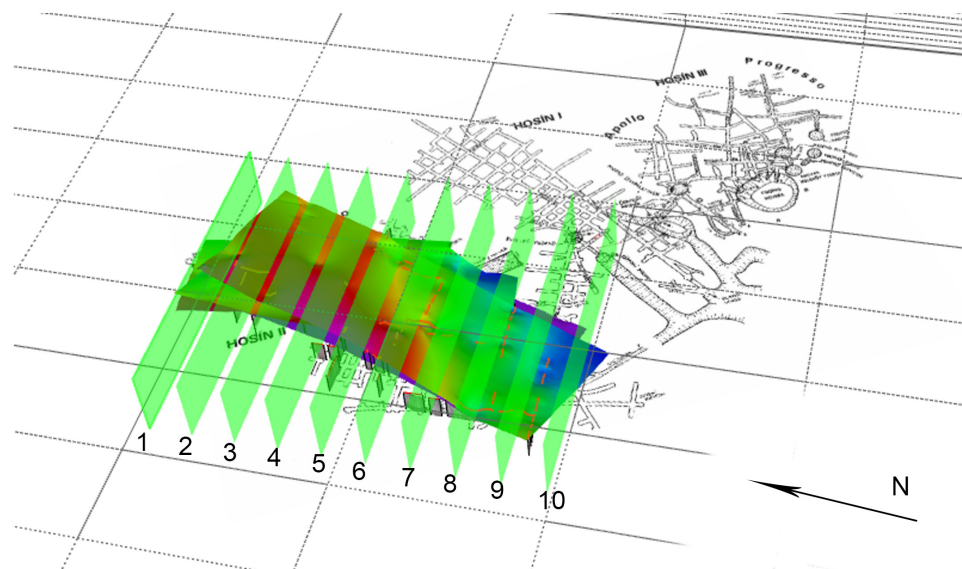
- (Pešek 2010) PEŠEK Jiří *Terciérní pánve a ložiska hnědého uhlí České republiky*. Vydavatelství České geologické služby Praha 2010
- (Ramón a Cross 1997) RAMÓN J. C., CROSS T. *characterization and prediction of reservoir architecture and petrophysical properties in fluvial channel sandstones, middle magdalena basin, columbia*. C.T.F Cienc. Tecnol. Futuro [online]. 1997, vol.1, n.3, pp.19-46. ISSN 0122-5383.
- (Scherer et al. 2015) SCHERER Claiton M. S., GOLDBERG Karin, BARDOLA Tatiana *Facies architecture and sequence stratigraphy of an early post-rift fluvial succession, Aptian Barbalha Formation, Araripe Basin, northeastern Brazil*. Sedimentary Geology 322 (2015) 43–62
- (Slánská 1963) SLÁNSKÁ Jarmila *Výsledky petrografického průzkumu klikovského a mydlovarského souvrství*. Věstník ÚÚG, roč. XXXVIII, 1963 str. 367-386
- (Slánská 1976) SLÁNSKÁ Jarmila *A RED-BED FORMATION IN THE SOUTH BOHEMIAN BASINS, CZECHOSLOVAKIA*. Sedimentary Geology, 15 (1976) 135-164 Elsevier
- (Smith et al. 2006) SMITH G. H. Sambrook, ASHWORTH P. J., BEST J. L., WOODWARD J., SIMPSON C. J. *The sedimentology and alluvial architecture of the sandy braided South Saskatchewan River, Canada*. Sedimentology (2006) 53, 413–434
- (Špínar 1959) ŠPINAR Zdeněk, *Příspěvek k poznání stratigrafie sedimentů okolí Klikova v jižních Čechách*. Věstník ÚÚG, roč. XXXIV, 1959
- (Šumberová et al. 2006) ŠUMBEROVÁ Kateřina, LOSOSOVÁ Zdeňka, FABŠIČOVÁ Martina, HORÁKOVÁ Viera *Variability of vegetation of exposed pond bottoms in relation to management and environmental factors*. Preslia 78: 235–252, 2006
- (Trnka a Houzar 2002) TRNKA Milan, HOUZAR Stanislav *Moldavites: a review*. Bulletin of the Czech Geological Survey, Vol. 77, No. 4, 283–302, 2002
- (Váchová a Kvaček 2009) VÁCHOVÁ Zuzana, KVAČEK Jiří *Paleoclimate analysis of the flora of the Klikov Formation, Upper Cretaceous, Czech republic*. Bulletin of geoscience, vol. 84, 2, 2009
- (Zetter et al. 2002) ZETTER R., HESSE M., HUBER K. H. *Paleoclimate analysis of the flora of the Klikov Formation, Upper Cretaceous, Czech republic*. Bulletin of geoscience, vol. 84, 2, 2009

#### **Internetové zdroje:**

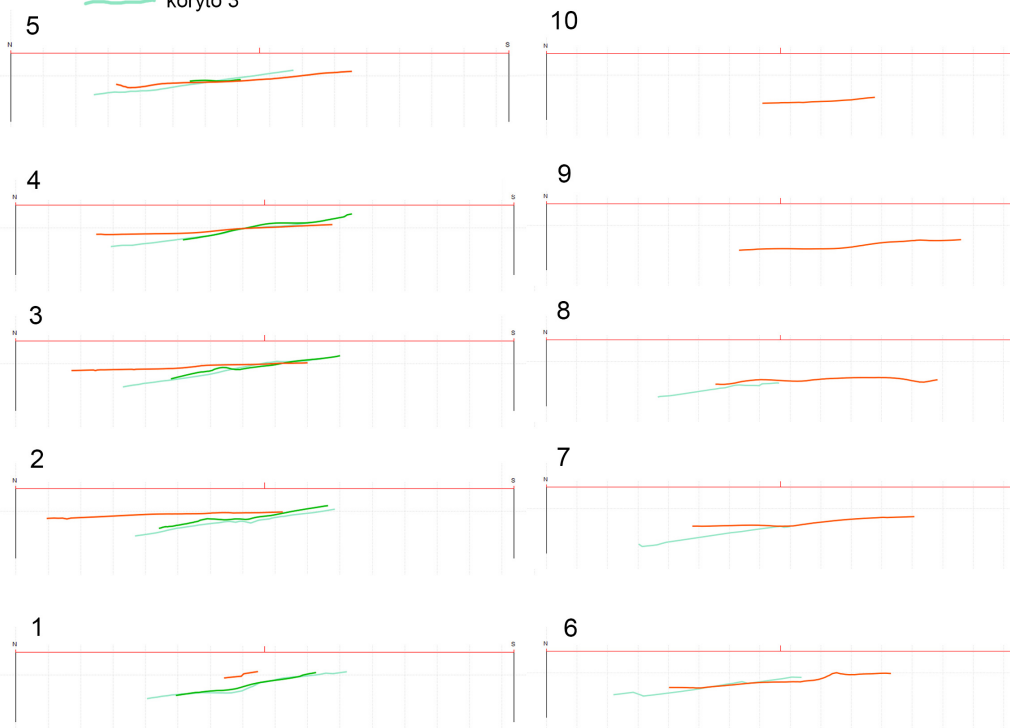
- <http://www.geology.cz/extranet> - Webové stránky ČGS
- <https://mapy.cz> - Mapy.cz
- <http://old.speleo.cz/soubory/speleo/sp13/hosin.htm> - Elektronický archiv časopisu Speleo
- <http://www.geospeleos.com/> - Webové stránky ČSS ZO 1-05 Geospeleos

# Příloha 1 - Řezy z modelu koryt

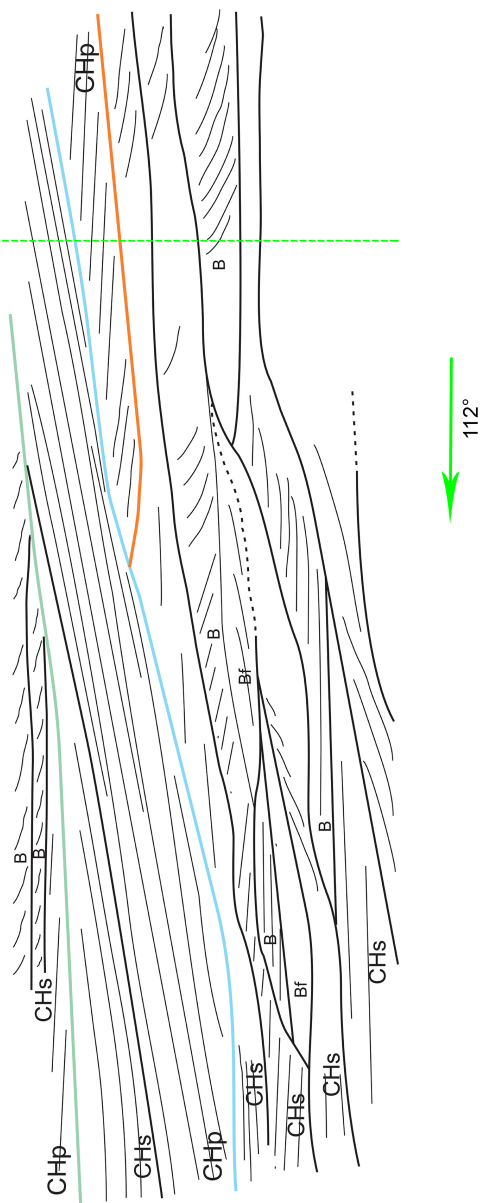
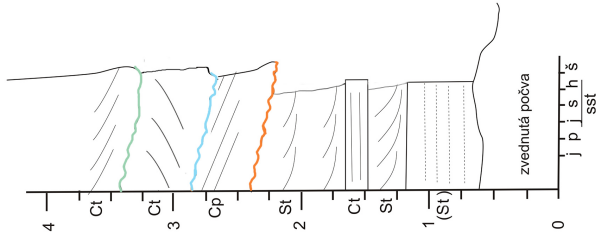
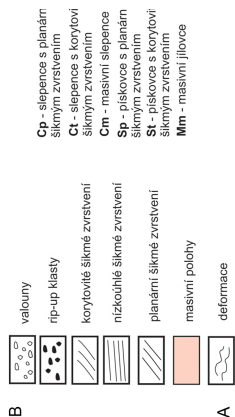
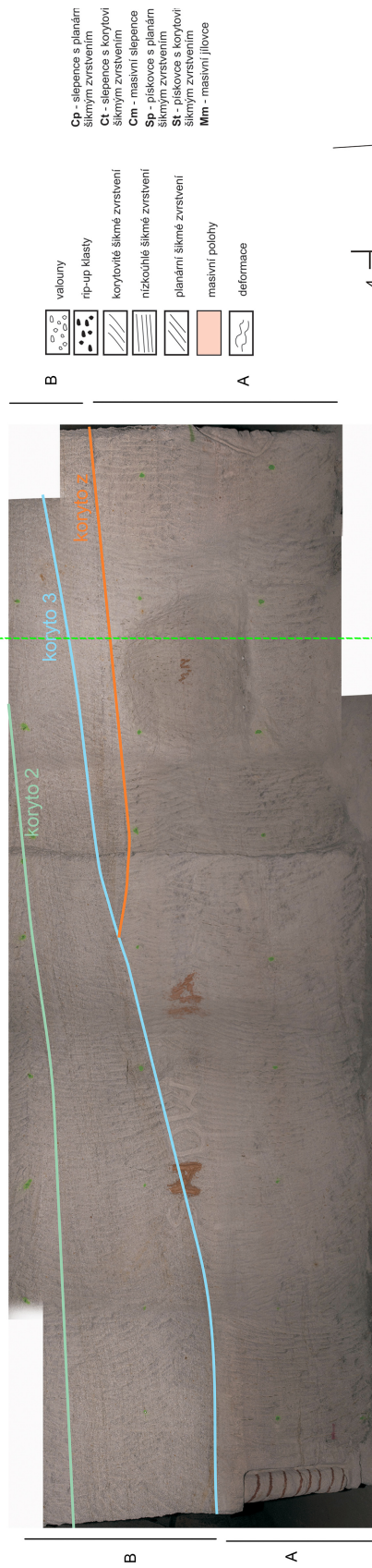
Řezy kolmé na plochy koryt 1, 2 a 3. Pro lepší čitelnost 2.5násobně převýšeno. Na řezech je patrný vztah mezi bází jednotky B a multi-storey koryty, které tvoří její výplň. Znázorněna jsou vzájemně se seřezávající koryta 1, 2 a 3. Díky tomuto seřezávání může být báze jednotky B tvořena bází různých koryt.



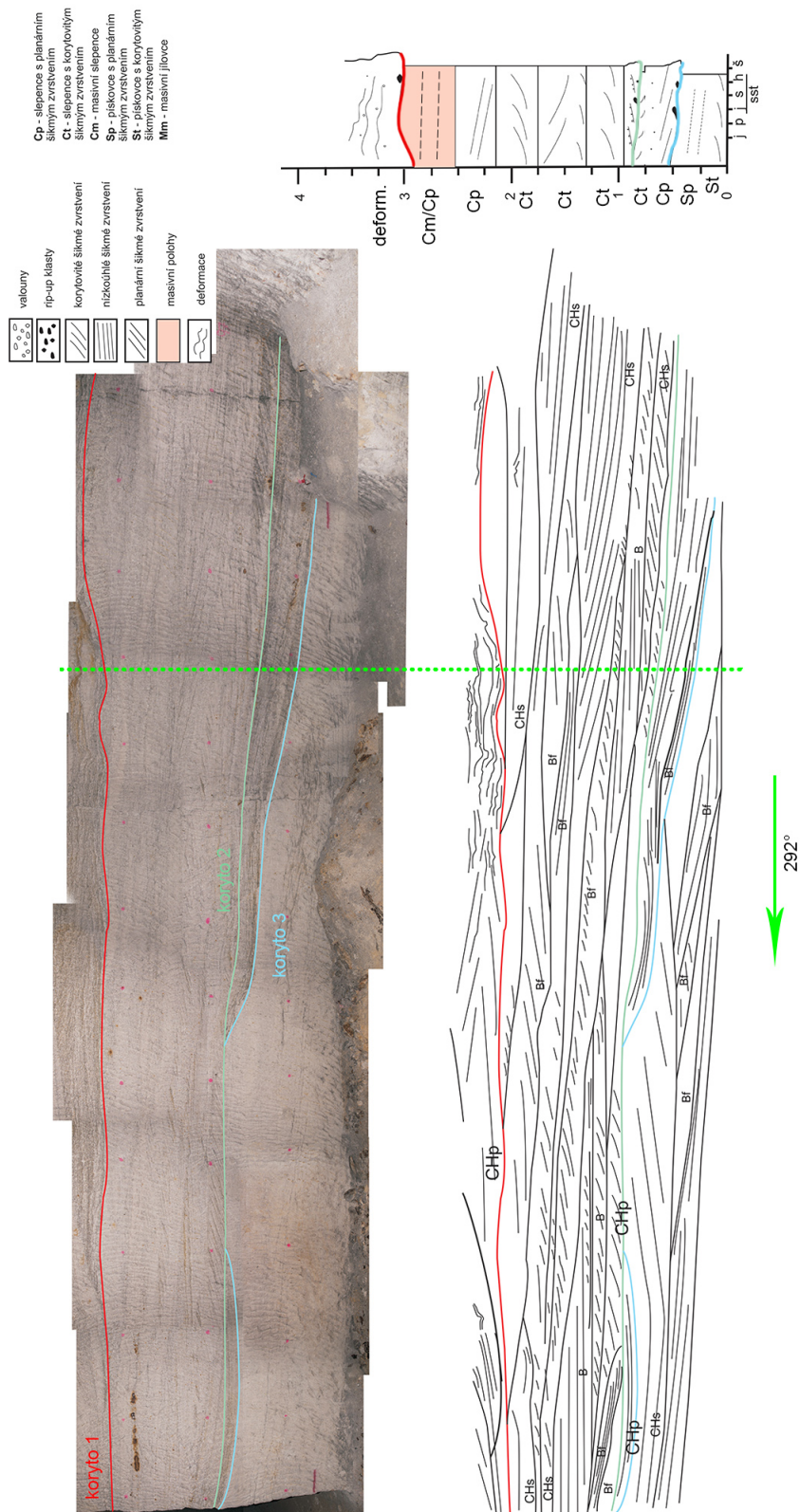
-  koryto 1
-  koryto 2
-  koryto 3



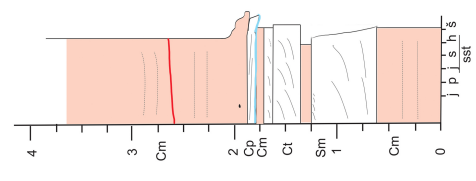
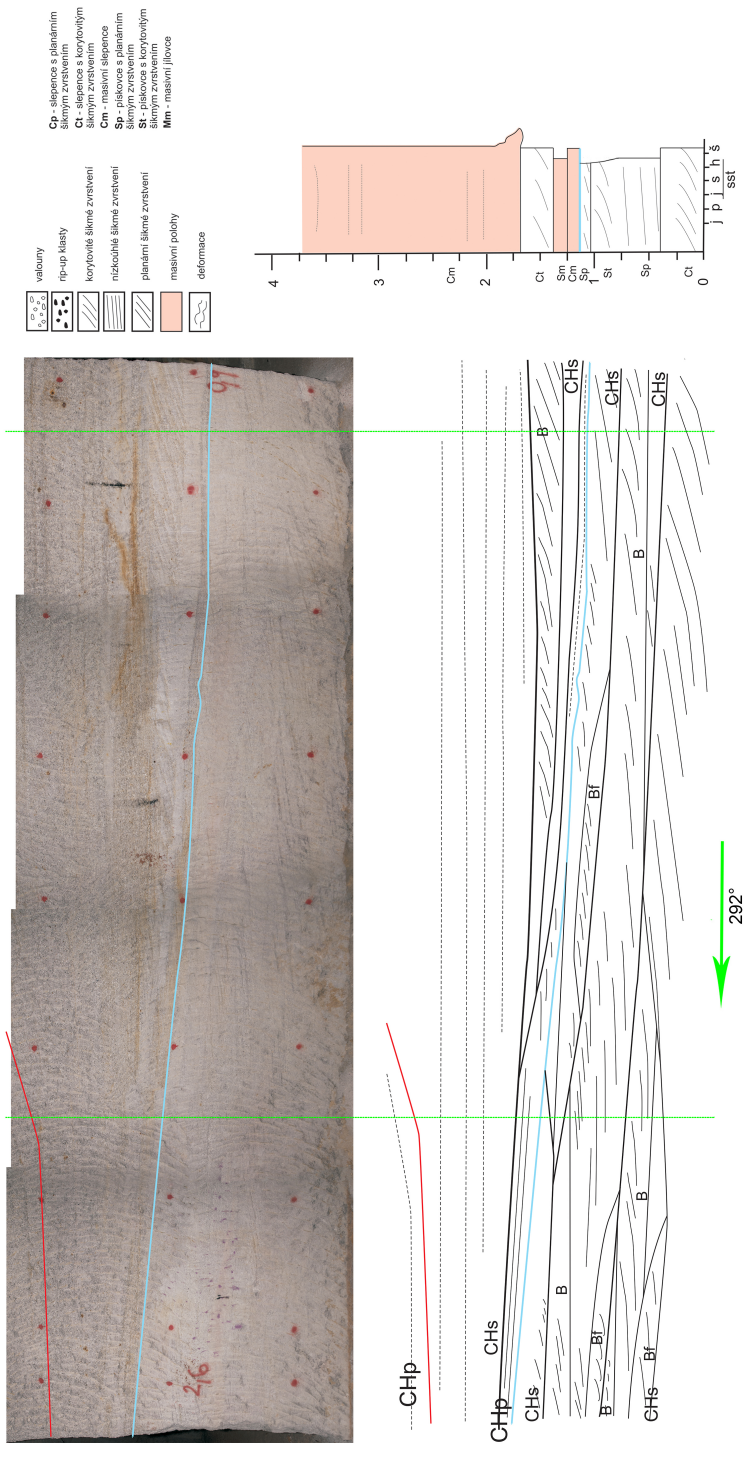
# Příloha 2 - Fotomozaika 11



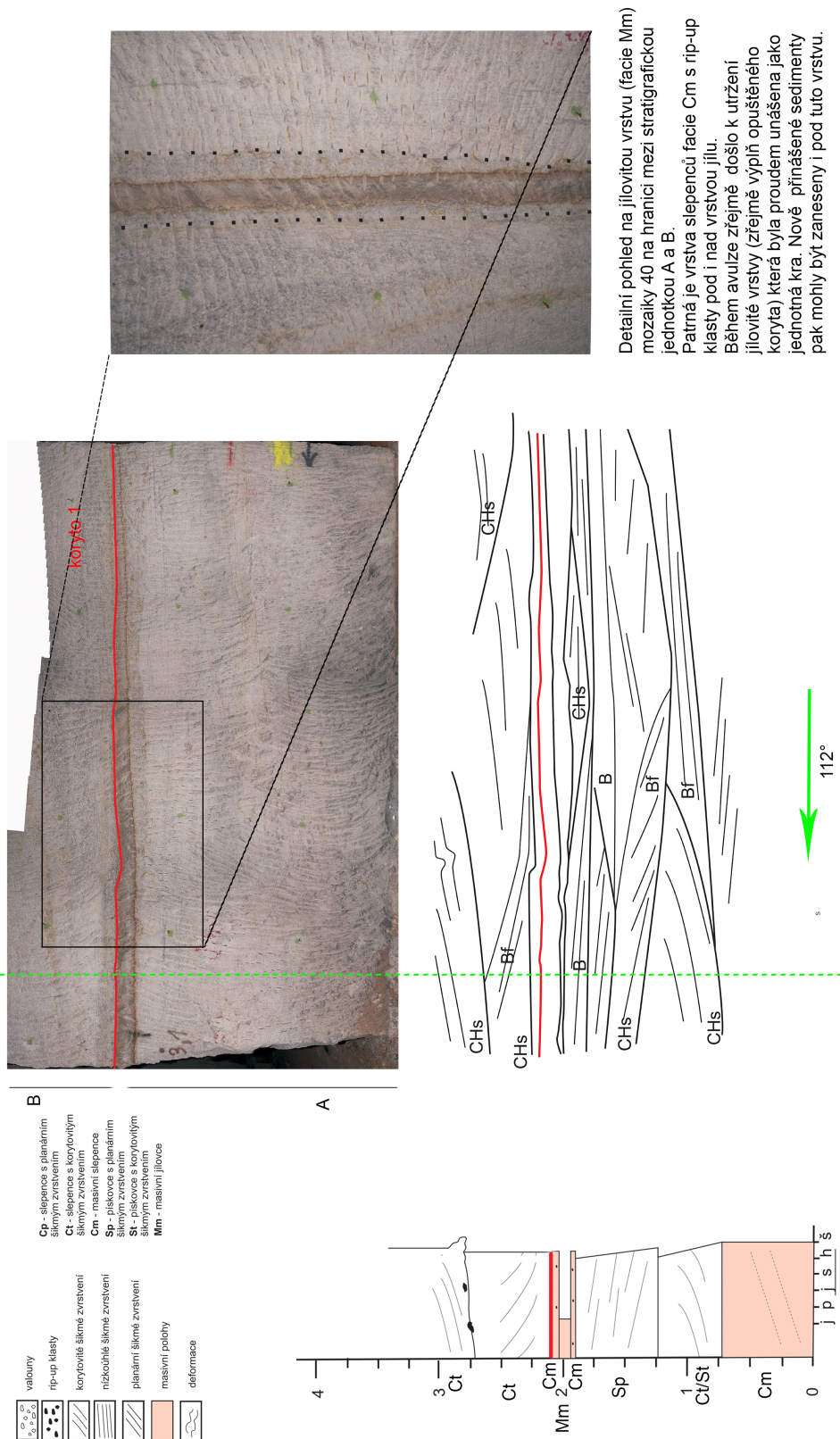
# Příloha 3 - Fotomozaika 13



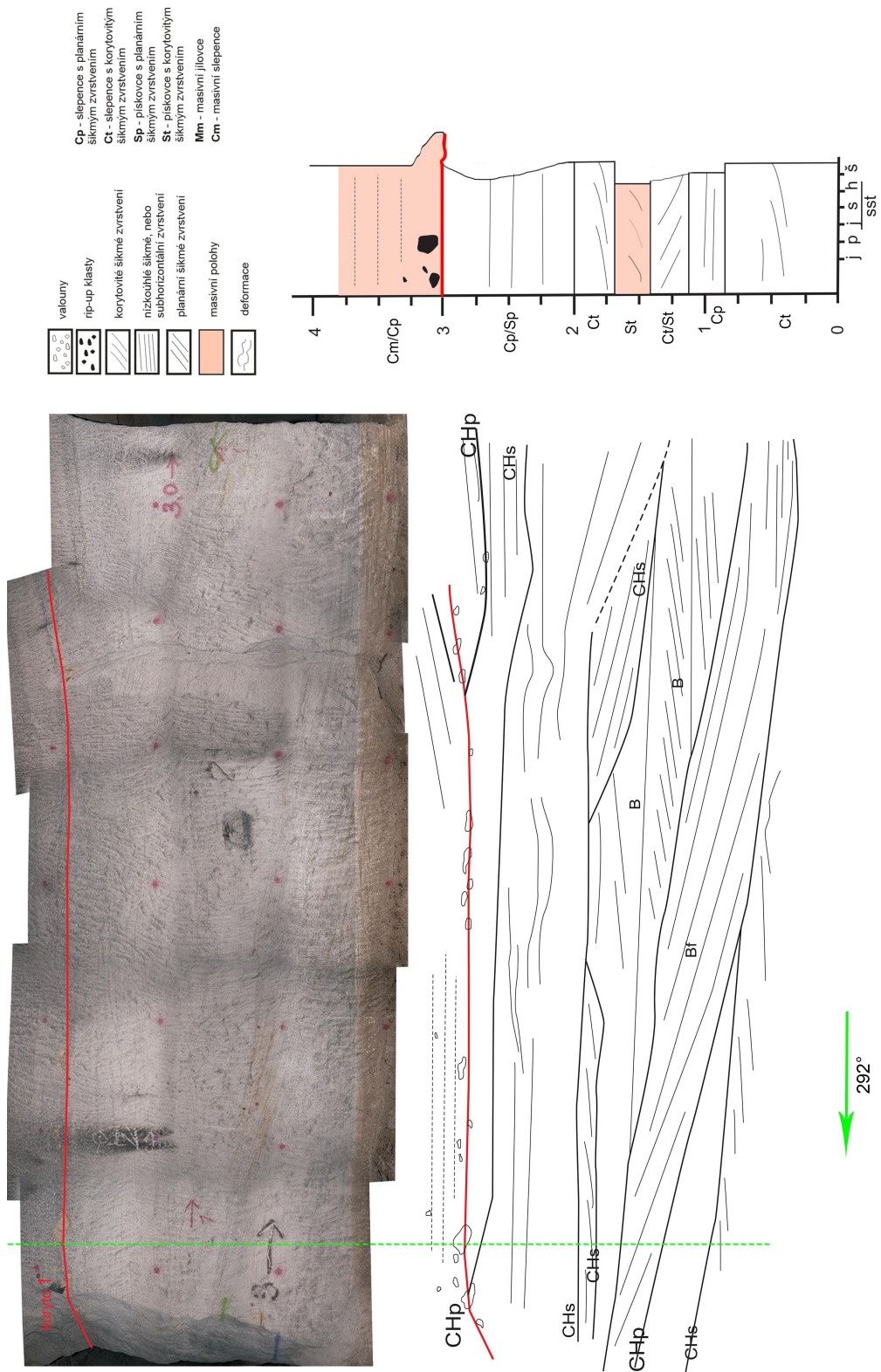
# Příloha 4 - Fotomozaika 34



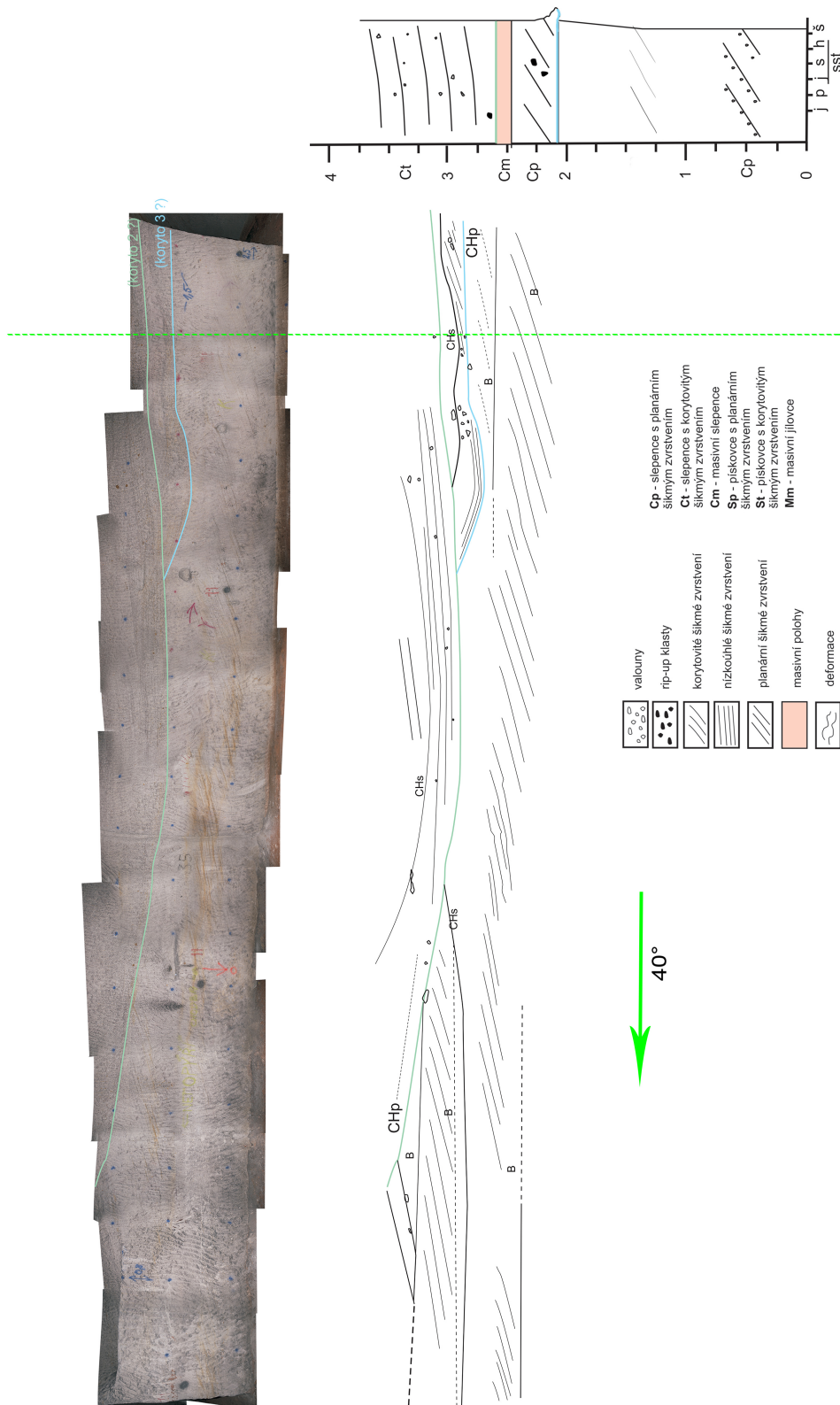
# Příloha 5 - Fotomozaika 40



# Příloha 6 - Fotomozaika 74



# Příloha 7 - Fotomozaika 80



# Příloha 8 - Fotomozaika Propad Cháron

