

Univerzita Karlova
Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Geologie
Studijní obor: Praktická geobiologie



Monika Luptáková

Fosilní asociace dobrotivského souvrství

Fossil associations of the Dobrotivá Formation

Bakalářská práce

Vedoucí práce: doc. RNDr. Petr Kraft, CSc.

Praha, 2019

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 27.5.2019

Monika Luptáková

Poděkování

Děkuji svému školiteli doc. RNDr. Petru Kraftovi, CSc. za odbornou pomoc a věcné připomínky, které mi pomohly k lepší orientaci ve zpracovávané problematice. Děkuji také za výběr vhodné odborné literatury a poskytnuté rady. Dále bych chtěla poděkovat doc. RNDr. Kataríně Holcové, CSc. za užitečné informace týkající se formální stránky bakalářské práce a za další cenné rady.

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na shrnutí základních poznatků o fosilních asociacích dobrotivského souvrství, které je součástí výplně pražské pánve a reprezentuje sedimentaci na přelomu středního a svrchního ordovíku. Hlavní část práce se soustřeďuje na dosud získané a publikované poznatky v širším kontextu okolních paleokontinentů a oblastí peri-Gondwany. Práce stručně popisuje vývoj pražské pánve a její paleogeografii. Zabývá se litologií souvrství a jeho stratigrafickým zařazením. Shrnuje dosud známé a publikované základní poznatky o faunistických asociacích v dobrotivském souvrství včetně jejich paleobiogeografie a paleoekologie. Bakalářská práce představuje základ pro další studium dobrotivského souvrství.

Klíčová slova: ordovik, pražská pánev, společenstva, lokality, stratigrafie, paleobiogeografie

ABSTRACT

The bachelor thesis is focused on the overview about a fundamental knowledge on the fossil associations of the Dobrotivá Formation. This unit represents a distinct level of the Prague Basin volcano-sedimentary infill formed during the boundary interval of the Middle and Late Ordovician. Its main part is composed of the acquired and published data in the wider context of the neighboring paleocontinents and areas of peri-Gondwana. The development of the Prague Basin and its paleogeography is briefly described. The thesis summarizes the lithology of the Dobrotivá Formation, its stratigraphic classification and the recently published knowledge on faunal associations of the Dobrotivá Formation, including their paleobiogeographic and paleoecologic aspects. The bachelor thesis is considered to be a basis for further study of the Dobrotivá Formation.

Key words: Ordovician, Prague Basin, assemblages, localities, stratigraphy, paleobiogeography

Obsah

1. Úvod.....	6
2. Pražská pánev.....	7
2.1 Vývoj	7
2.2 Paleogeografie	9
3. Dobrotivské souvrství	12
3.1 Litologie.....	12
3.2 Stratigrafie	14
4. Fossilní asociace	15
4.1 Bentická společenstva.....	15
4.2 Paleobiogeografie	16
4.3 Paleoekologie.....	18
5. Diskuze	20
6. Závěr.....	21
7. Zdroje.....	22

1. Úvod

Geologický a paleontologický výzkum pražské pánve probíhal již v 18. století. Velký rozmach zaznamenal od 40. let 19. století s výzkumy J. Barranda, shrnutými v rozsáhlém, mnohasvazkovém díle *Systême silurien du centre de la Bohême*. Na ně bezprostředně navázal J. Krejčí svým regionálně geologickým výzkumem a mapováním Čech. Své poznatky shrnul do díla *Geologie čili nauka o útvarech zemských se zvláštním ohledem na krajiny československé* (Krejčí 1877). Další významná etapa nastala v prvních třech dekádách 20. století, kdy Kettner a Kodým provedli komplexní revizi Barrandových a Krejčího výzkumů v oblasti Barrandienu (Kodým 1918; Kettner & Kodým 1922; Kodým 1925 a další). V tomto období také probíhají první moderní biostratigrafické výzkumy B. Boučka, zaměřené na ordovik a silur. Období po 2. světové válce je též poznamenáno intenzivním rozvojem geologických a paleontologických výzkumů. Tato nová, moderní etapa přetrvává do současnosti. Jejími významnými představiteli jsou I. Chlupáč, V. Havlíček, L. Marek, M. Šnajdr a řada dalších, dodnes působících geologů a paleontologů (Chlupáč *et al.* 1992).

Materiál z dobrotivského souvrství popisoval již Barrande v 19. století (Barrande 1872). V 60. letech 20. století probíhal výzkum především šareckého souvrství za účelem vyhledávání ložisek železné rudy a v souvislosti s tím byly prozkoumány i nadložní vrstvy dobrotivského souvrství, zejména v oblasti Ejpovic. Materiál získaný z vrtných prací byl zdrojem pro výzkum, který přinesl řadu nových geologických i paleontologických poznatků. Havlíček a Vaněk (1966) shrnuli biostratigrafická data, získaná mimo jiné ze zmíněných vrtů, do komplexního přehledu, z něhož následně ve svých pracích vycházeli Havlíček a Marek (1973), Havlíček (1981, 1982) a mnozí další.

Předložená práce shrnuje základní poznatky o fosilních asociacích dobrotivského souvrství v širším kontextu okolních oblastí a paleokontinentů. Dále se zabývá litologií a stratigrafií tohoto souvrství.

2. Pražská pánev

2.1 Vývoj

Pražská pánev je Havlíčkem (1981) definována jako úzká lineární deprese ve směru jihozápad – severovýchod. Tuto orientaci mají i současné denudační relikty pánevní výplně sahající od Starého Plzeňe k Brandýsu nad Labem (Havlíček 1981). Pánev vznikla ve spodním ordoviku v důsledku rozpínání Rheického oceánu (Nance 2010). Usazeniny pražské pánve jsou marinní, nasedají převážně na horniny prekambriického stáří a v menší míře také na horniny kambrické. Od spodního ordoviku do středního devonu byla pánev v extenzním režimu, kdy probíhala intenzivní subsidence. Ordovické sedimenty jsou tvořeny především pískovci, prachovci a břidlicemi. Celý vývoj pražské pánve byl v některých obdobích doprovázen submarinním vulkanismem, při němž vznikly například ordovický komárovský komplex nebo horniny silurského svatojanského vulkanického centra (Havlíček 1992).

Obzvláště ve spodním a středním ordoviku docházelo k diferenciaci pánve na řadu podélných segmentů, z nichž některé dále poklesávaly a jiné naopak prodělávaly výzdvih. Zaklesávající segmenty daly během variské deformace vznik hlavním synklinálním strukturám (například synklinála Skalky u Mníšku, synklinála hory Písek u Jinců a další), případně hluboce zakleslým krám (například tektonická kra u Třenic). Naopak ze segmentů s pomalou subsidencí nebo s absencí sedimentace se staly antiklinály (například elevace mezi Berounkou a Kačákem; Havlíček 1992).

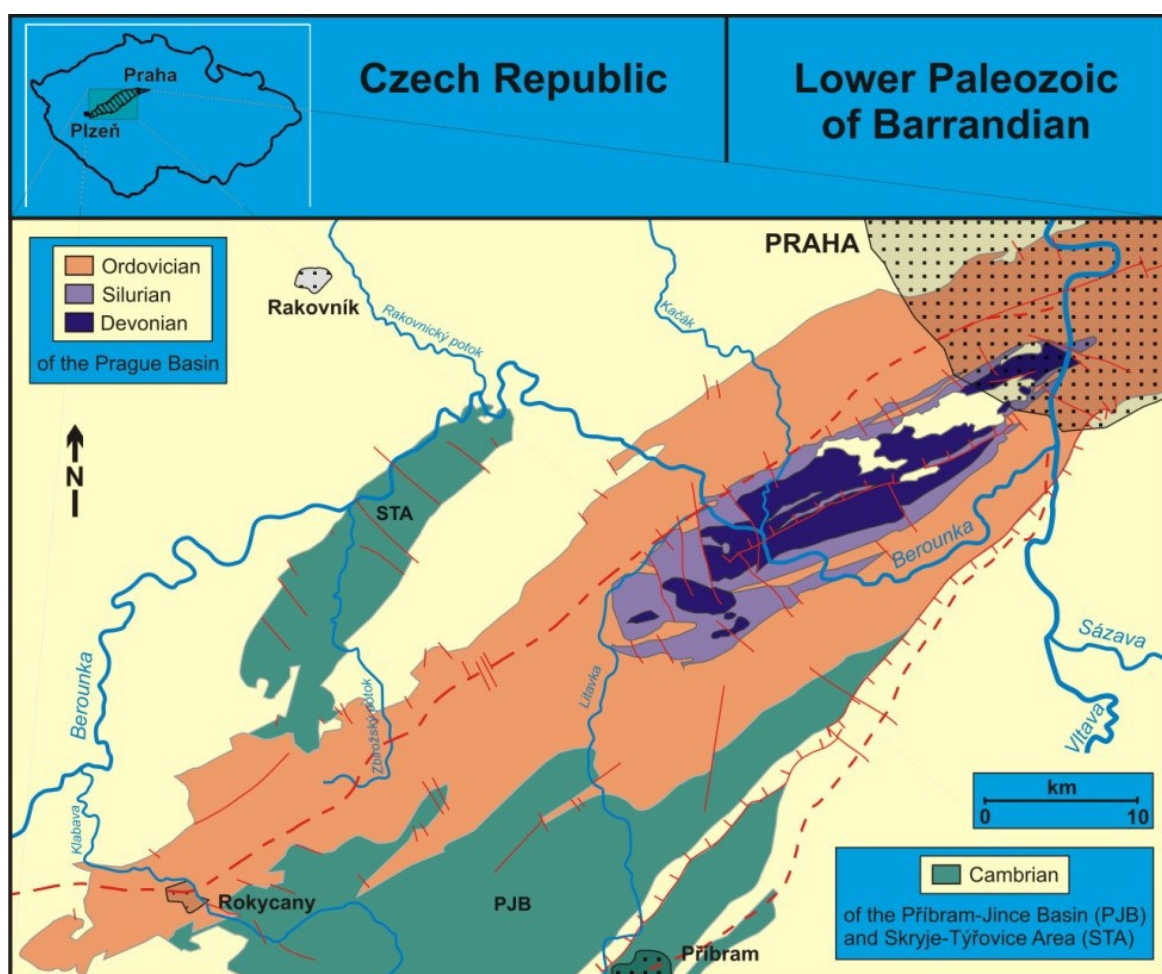
Pražská pánev je rozdělena na dva příčné segmenty, a to západobarrandienský a východobarrandienský. Tyto segmenty se od sebe liší mocností svojí výplně, mírou deformace a mobilitou. Hranice mezi nimi je dobře pozorovatelná díky zřetelným změnám mocností jejich výplně, především v jihovýchodním křídle pánve (Havlíček 1981).

Silurské denudační relikty jsou zachovány mezi Zdicemi a Prahou, nicméně segmentace je v nich dobře patrná (Havlíček 1992). Po dílčí svrchnoordovické (hirmantské) regresi došlo k transgresi a k zaplavení do značné míry peneplenizované pevniny. Ukládaly se černé graptolitové břidlice. Tato sedimentace postupně přešla do sedimentace karbonátové, která pokračovala bez přerušení až do devonu (Kříž 1991, 1992; Chlupáč 2003).

Vývoj pražské pánve byl ukončen v givetu (střední devon), kdy došlo ke kolizi kontinentů Laurussie a Gondwany (Nance 2010). Důsledkem byla variská orogeneze, při níž se

pražská pánev dostala do kompresního režimu, a nastal její výzdvih. V pražské pánvi se počátek tohoto období projevuje náhlou rytmickou flyšoidní sedimentací roblínských vrstev srbského souvrství (Kukal 1964; Kukal & Jäger 1988). V průběhu vrásnění došlo k remobilizaci zlomů a k deformaci vulkanosedimentárních uloženin. Příkladem reverzního tektonického pohybu může být například původně poklesový tachlovický zlom (Havlíček 1981).

Současné rozšíření ordovických, silurských a devonských hornin je znázorněno na obrázku 1.



Obrázek 1: Rozšíření ordovických, silurských a devonských uloženin v pražské pánvi (převzato z Bruthansová & Kraft 2003).

2.2 Paleogeografie

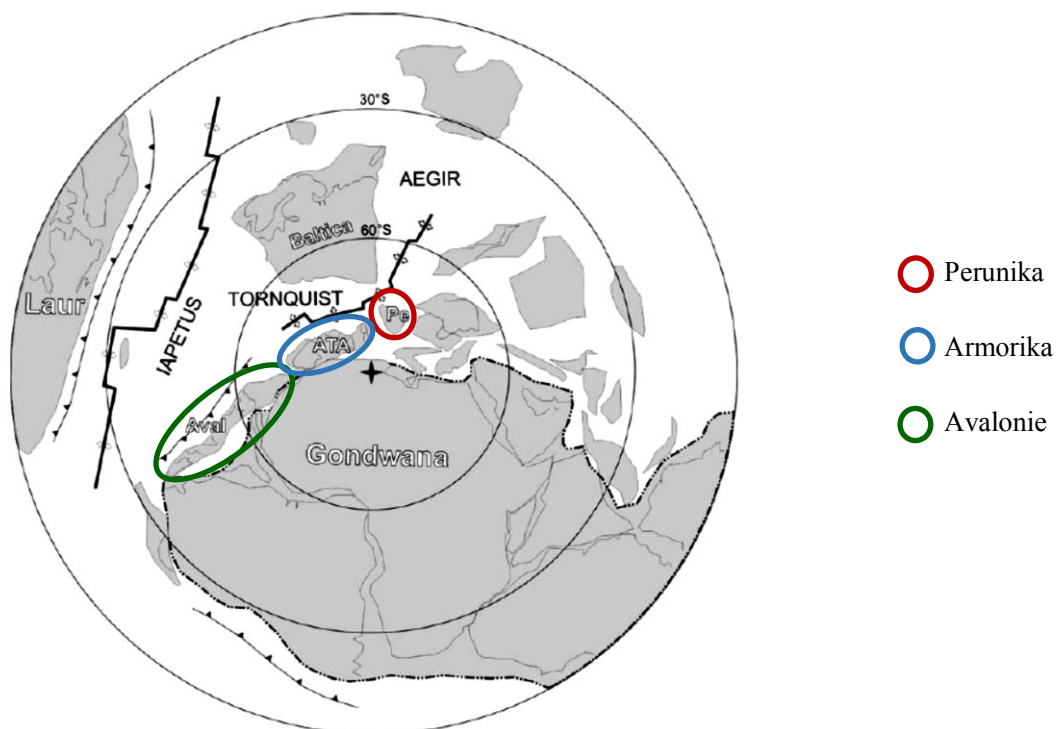
V době svého vzniku (pozdní kambrium; Vacek & Žák 2019) byla pražská pánev situována v jižních zeměpisných šířkách cca 40° (Krs *et al.* 1987). Během ordoviku driftovala do vyšších zeměpisných šířek jižní polokoule (Tait *et al.* 1994, 1995; Krs *et al.* 2001). V období od siluru do devonu pak prodělala drift směrem k rovníku do nízkých zeměpisných šířek (10°–20° jižní šířky ve středním devonu; například Krs *et al.* 2001; Aifa *et al.* 2007; Tasáryová *et al.* 2014).

Paleogeografická poloha pražské pánve je stále předmětem diskuzí. V současné době převažuje názor, že byla součástí armorických teránů (ATA) v oblasti gondwanského šelfu (Franke 2000; Winchester *et al.* 2002; von Raumer *et al.* 2003; Linnemann *et al.* 2004; Žák & Sláma 2018 a další).

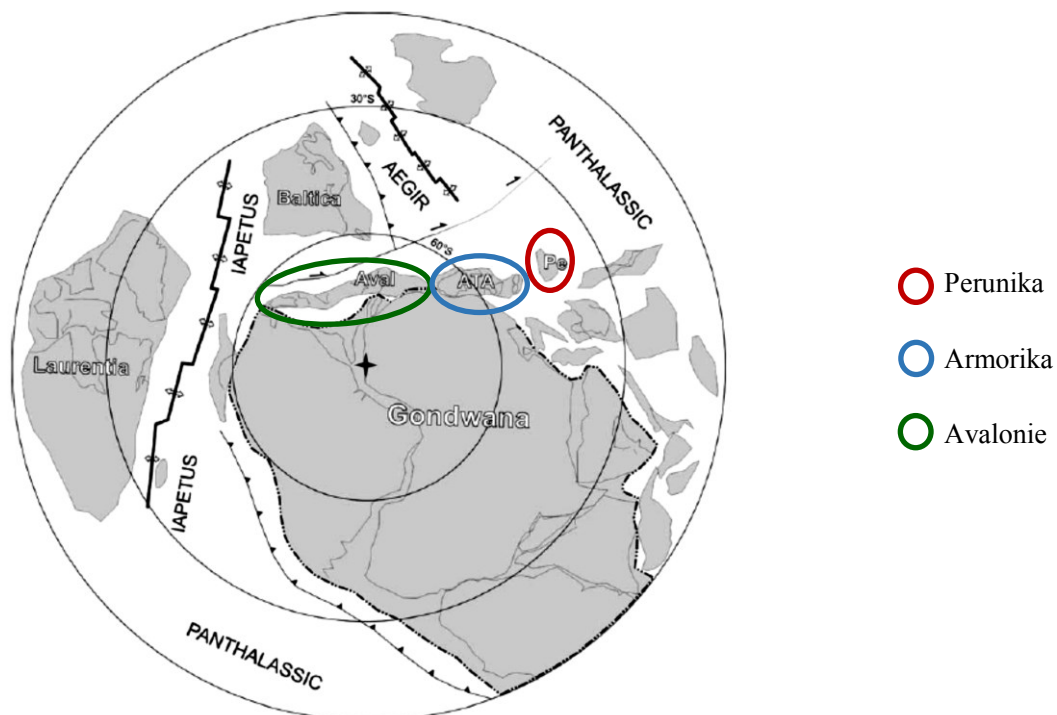
Havlíček a Fatka (1992), Havlíček *et al.* (1994), Fatka a Mergl (2009) a další na základě paleomagnetických, paleoklimatických a paleobiogeografických dat naopak usuzují, že pražská pánev byla součástí mikrokontinentu či mikrodesky zvané Perunika. Podle Havlíčka *et al.* (1994) Perunika vznikla již ve spodním paleozoiku kolizí tří jednotek: bohemika, moldanubika a saxothuringika. V průběhu raného paleozoika se nezávisle na armorických teránech pohybovala směrem k rovníku. Příčinou tohoto driftu mohla být rotace Peruniky (Krs 1986, 1987). Z paleontologického hlediska vykazovala fosilní bentická společenstva Peruniky v kambriu a nejspodnějším ordoviku (tremadok) afinitu k Baltice. S postupujícím časem tato afinita slábla. V dobrotivu a berounu byla fauna Peruniky vzhledem k ostatním oblastem značně endemická. Zároveň se však objevuje řada elementů z Avalonie, Armoriky a také z africké pánve Tindouf, jež byla součástí Gondwany (Havlíček *et al.* 1994).

Pohyb Peruniky a ostatních paleokontinentů je znázorněn na obrázcích 2 až 4.

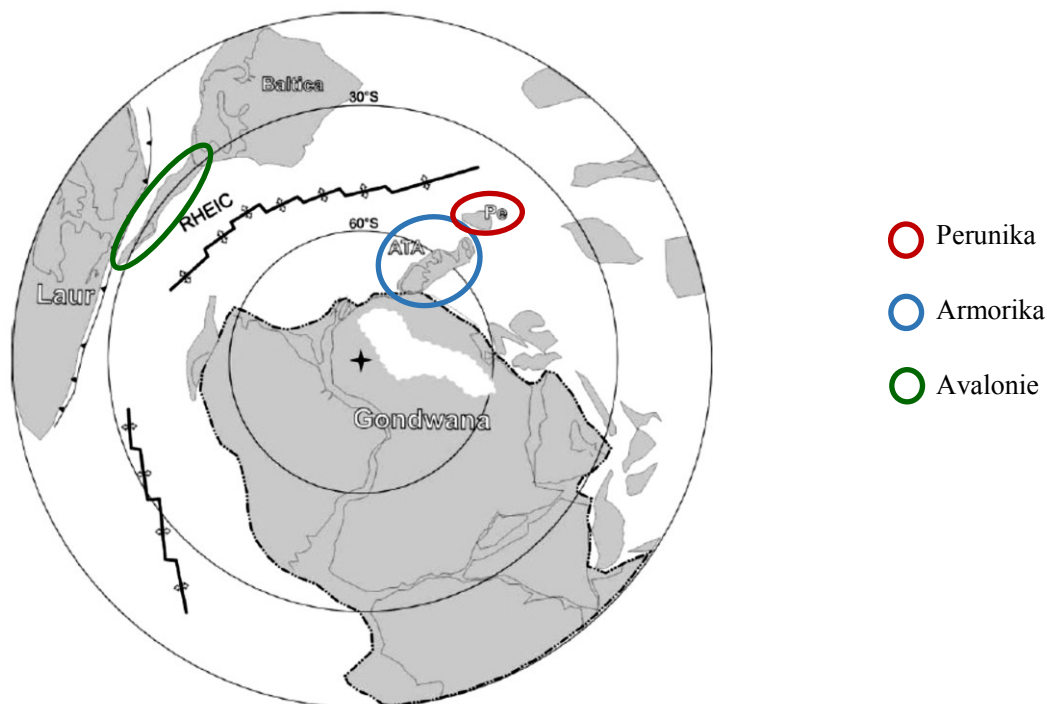
Servais a Sintubin (2009) upozorňují, že deska a mikrodeska jsou termíny paleogeografické, zatímco definice Peruniky jako mikrodesky dle Havlíčka *et al.* (1994) je založena na paleontologických datech doplněných údaji z paleomagnetických měření. Výsledky měření Krse *et al.* (1996, 1997) jsou dle Servais a Sintubin (2009) srovnatelné s měřeními z jiných částí Armoriky. Data od Tait (1999) naznačují odlišnou paleomagnetickou orientaci Armoriky a Peruniky na konci siluru. Měření od Lewandowski (2003) však data od Tait (1999) nepotvrzují.



Obrázek 2: Paleogeografická rekonstrukce pozic Peruniky (Pe), armorických teránů (ATA), Avalonie (Aval), Laurentie (Laur), Baltiky a Gondwany v pozdním kambriu (podle Cocks & Torsvik 2002, 2006; převzato z Fatka & Mergl 2009).

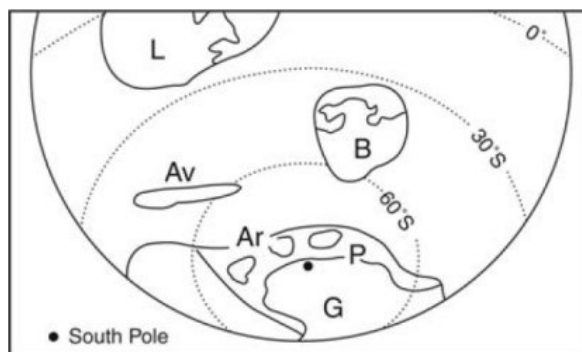


Obrázek 3: Paleogeografická rekonstrukce pozic Peruniky (Pe), armorických teránů (ATA), Avalonie (Aval), Laurentie, Baltiky a Gondwany v raném ordoviku (podle Cocks & Torsvik 2002, 2006; převzato z Fatka & Mergl 2009).



Obrázek 4: Paleogeografická rekonstrukce pozic Peruniky (Pe), armorických teránů (ATA), Avalonie, Laurentie (Laur), Baltiky a Gondwany na přelomu ordoviku a siluru (podle Cocks & Torsvik 2002, 2006; převzato z Fatka & Mergl 2009).

Zároveň Servais a Sintubin (2009) zdůrazňují, že rozdíly v taxonomickém zastoupení fosilních společenstev Peruniky a ostatních teránů či paleokontinentů jsou ovlivněny spíše odlišnými biofaciemi, nežli paleogeografickou pozicí. Z těchto důvodů podle Servais a Sintubin (2009) lze Peruniku v pojetí Havlíčka *et al.* (1994) považovat za paleogeografickou provincii v rámci armorických teránů (obrázek 5), nikoli však za mikrodesku nebo mikrokontinent. Vůči definici armorických teránů nicméně také mají své výtky.



Obrázek 5: Paleogeografická rekonstrukce pozic Peruniky (P), armorických teránů (Ar), Avalonie (Av), Laurentie (L), Baltiky (B) a Gondwany (G) ve středním ordoviku (podle Robardet 2003; upraveno Owens & Servais 2007; převzato z Servais & Sintubin 2009).

3. Dobrotivské souvrství

3.1 Litologie

Dobrotivské souvrství je z petrologického hlediska tvořeno třemi typy hornin: křemenci, černými jílovými břidlicemi a pyroklastiky.

Křemence jsou Havlíčkem a Šnajdrem (1957) považovány za starší část dobrotivského souvrství. V průměru dosahují mocnosti 60–80 m, na Radči až 150 m. Typické křemence jsou mírně nažloutlé, případně šedavé a tvoří masivní lavice. Směrem k ose pražské pánve s přibývajícím množstvím jílovité složky a siltu postupně přecházejí do břidličné facie (Kukal 1957). V severozápadním křídle pánve jsou křemence známy z tektonických ker Bechlova, Rumpálu a Radče a dále pak z izolovaných ordovických synklinál Dlouhé skály, Velízu a Krušné hory. V jihovýchodním křídle pánve mezi Prahou a Jinci zastupují podél Hřebenů celý vrstevní sled dobrotivu (Havlíček & Šnajdr 1957). V severozápadním křídle mezi Sklenou Hutí a Krušnou horou také reprezentují téměř celý vrstevní sled. Od nadložních křemenců libeňského souvrství je dělí jen tenká poloha černých jílových břidlic (Havlíček 1992). Podle Kukala (1957) se od křemenců libeňského souvrství liší množstvím těžkých minerálů a velikostí zrna. Na vrstevních plochách lavic křemenců byly nalezeny hojné sedimentární textury, jako jsou čeřiny, rozmyvy, laminy těžkých minerálů a další. Kukal (1963a, 1963b) na základě výskytu těchto textur předpokládá, že sedimentace křemencové facie probíhala v mělkovodním prostředí v blízkosti pobřeží, případně v deltách nebo na elevacích uvnitř pánve.

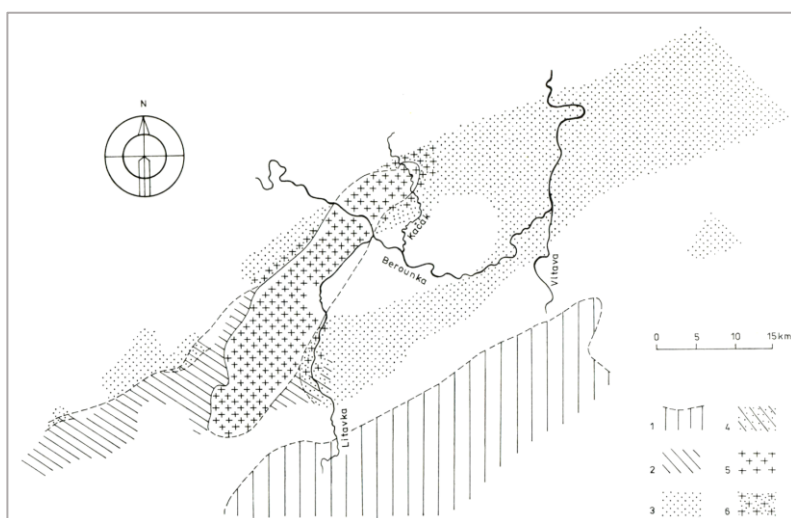
Černé jílové břidlice zpravidla nasedají na křemencovou facii nebo na pyroklastika. Mocnost břidlic je proměnlivá. Mezi Sklenou Hutí a Krušnou horou činí pouze 8–15 m. Naproti tomu mezi Mýtem a Kařízkem dosahují mocnosti více než 350 m (Havlíček 1992). Přechod mezi křemenci a černými jílovitými břidlicemi je zpravidla velmi pozvolný. V širším okolí Mýta a Strašic je souvrství v celé své mocnosti zastoupeno břidlicemi. Místy (například v jižní části Ejpovic) nasedají přímo na břidlice šareckého souvrství, od nichž se liší zvýšeným podílem siltové příměsi, štěpností a odlišnými fosilními asociacemi. Na vrstevních plochách jsou hojné šupinky muskovitu. Na některých lokalitách také obsahují křemité konkrece, v současnosti přesněji nazývané jako nodule (Loi & Dabard 2002), obvykle bez pozůstatků fauny (Kozojedy, Ejpovice a další). V Malých Přílepech a v Praze-Vokovicích se v břidličné facii nalézají písčité nodule s karbonátovým tmelem a se zbytky organismů (Havlíček & Šnajdr 1957). Podle Kukala (1963b) jsou černé jílové

břidlice produktem sedimentace v nevětrané vnitropevninské pánvi, jejíž hloubka se pohybovala maximálně v řádu stovek metrů.

Vulkanická činnost v dobrotivu byla méně intenzivní a také komárovský vulkanický komplex není plošně tak rozsáhlý jako během předchozího věku. Obvykle tvoří podloží křemencové nebo břidličné facie (například u Cheznovic) a pyroklastika do nadložních vrstev prstovitě pronikají. Mezi Cerhovicemi, Chlustinou a Berounem je dobrotivské souvrství tvořeno pouze pyroklastiky (Havlíček & Šnajdr 1957; Havlíček 1992). Studium diabasových polštářových láv u Kařízku a Komárova se zabýval Fiala (1951, 1968).

Ferolity zaznamenal již Lipold (1863). Vyskytují se ve stratigraficky odlišných částech souvrství. Jsou sideritové a převážně tvoří tělesa uvnitř břidlic. V oblasti Ejpvovic se jimi zabýval Petránek (1963).

Rozložení hornin je znázorněno na obrázcích 6 a 7 (legenda je společná pro oba obrázky).



Obrázek 6: Litofaciální mapa spodní části dobrotivského souvrství (převzato z Havlíček 1981).



- TTTT předpokládaná pevnina
- //// černé jílové břidlice
- křemence
- ////+ střídání křemenných pískovců a břidlic
- + + + komárovský vulkanický komplex
- + + + křemenné pískovce s vločkami bazaltových tufů
- ////+ jílové břidlice s vločkami bazaltových tufů
- ← směr přínosu terigenního materiálu

Obrázek 7: Litofaciální mapa svrchní části dobrotivského souvrství (převzato z Havlíček 1981).

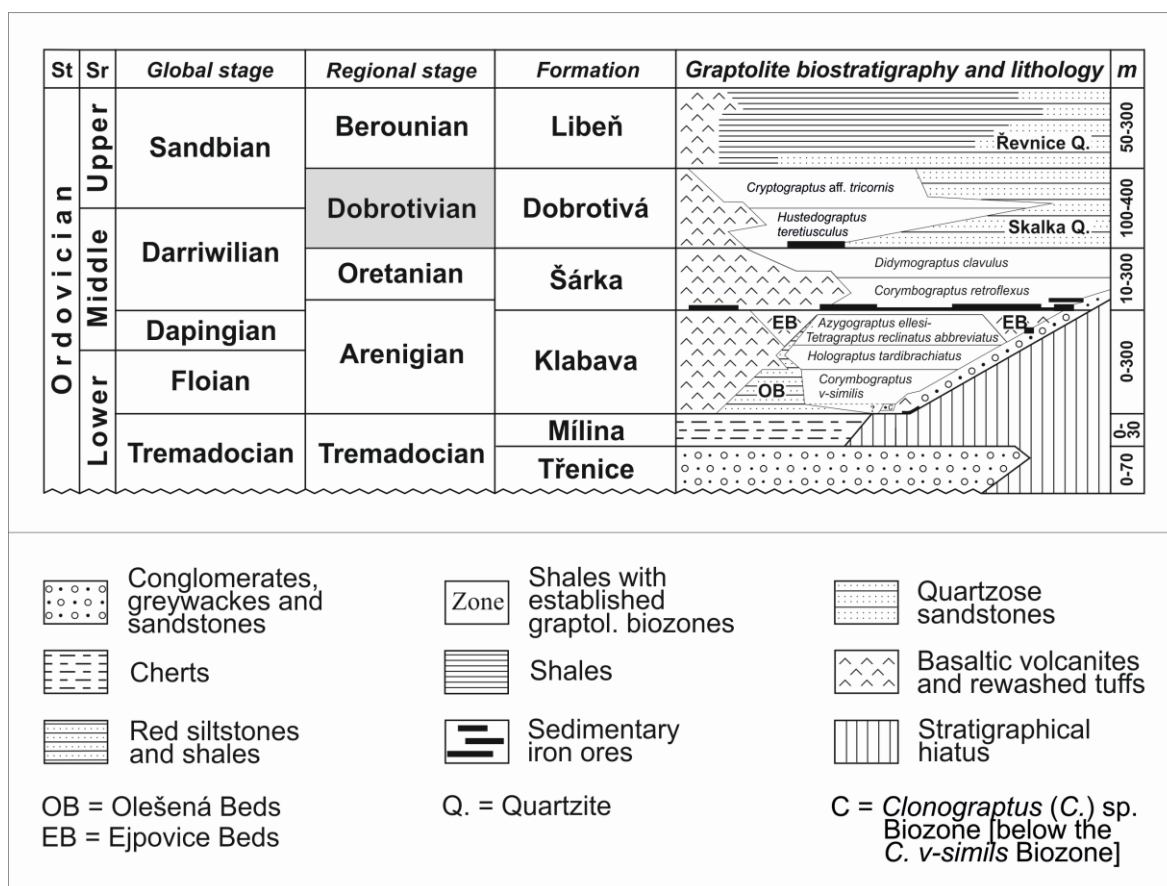
3.2 Stratigrafie

Dobrotivské souvrství bylo poprvé definováno Kettnerem a Kodymem (1919) jako dobrotivské břidlice. Je tvořeno dvěma členy: skaleckými křemenci a dobrotivskými břidlicemi. Břidlice byly nazvány podle Svaté Dobrotivé. Skalecké křemence byly pojmenovány Měskou a Prantlem (1946) podle Skalky u Mníšku pod Brdy.

Souvrství stratigraficky spadá do dobrotivu (Havlíček & Marek 1973; Gutiérrez-Marco *et al.* 2017). Dle mezinárodního dělení spodní část souvrství náleží stupni darriwilian, zatímco svrchní část náleží stupni sandbian (Gutiérrez-Marco *et al.* 2017).

V rámci souvrství jsou vymezeny dvě graptolitové zóny. Ve spodní části souvrství byla Boučkem (1973) stanovena biozóna *Hustedograptus teretiusculus*, ve svrchní části pak biozóna *Cryptograptus aff. tricornis* (Kraft & Kraft 1999).

Stratigrafické členění ordoviku s vyznačením stupně dobrotiv je znázorněno na obrázku 8.



Obrázek 8: Schéma členění spodního a středního ordoviku (upraveno podle Lajblová & Kraft 2014).

4. Fosilní asociace

4.1 Bentická společenstva

Pražská pánev má podobu úzké lineární deprese ohraničené poměrně strmými svahy (Havlíček 1981). Výskyt rozsáhlých plošin mírně se svažujících ke středu pánve je jen sporadický, a proto Havlíček (1982) předpokládá, že pro rozšíření fosilních asociací byl rozhodující spíše charakter substrátu, nežli hloubka.

Sedimentace černých břidlic v dobrotivu kontinuálně pokračovala ze šáreckého souvrství. Mnoho rodů přítomných v šáreckém souvrství se vyskytuje také v dobrotivském souvrství, například *Caryocaris*, *Eoharpes*, *Paterula*, *Tropidodiscus* (*Peruniscus*), *Kodymaspis*, *Parabarrandia*, *Bohemolichas*, *Pateraspis*, *Trinucleoides* a další. Rody, které se již v dobrotivském souvrství nevyskytují, jsou *Asaphellus*, *Babinka*, *Bathycheilus*, *Eodalmanella*, *Euorthisina*, *Novakella*, *Plasiaspis*, *Stapeleyella*, *Uralichas*, a *Mitrocystella*. Naopak rody *Dionidella*, *Dceruska*, *Emmrichops*, *Svobodaina*, *Synek* a *Lehua* se v dobrotivském souvrství vyskytují poprvé (Havlíček & Vaněk 1966).

Na základě moderních výzkumů charakterizoval Havlíček (1982) v dobrotivském souvrství dvě společenstva. V okrajových částech pražské pánve, tvořených křemencovou facií, je hojné skolitové společenstvo prezentované společenstvem s *Tigillites vertebralis*. Dle Boucotovy (1975) stupnice jej zařadil do zóny B.A.1–2. V centrální části pánve se vyskytuje bentické paterulové společenstvo. Svým výskytem je vázáno na facií jílovitých břidlic. Je tvořeno především značně diverzifikovanými trilobity, v menší míře pak mlži, ostrakody, hyolity apod. Běžné jsou také pelagické organismy (mikroplankton, graptoliti, trilobiti cyclopygidní biofacie a další) a epiplanktonní organismy. Sesilní organismy jsou velmi špatně diverzifikované. Sestávají pouze z drobných brachiopodů. Z tohoto důvodu Havlíček (1982) paterulové společenstvo zařadil do zóny B.A.6. V případě, že podloží bylo tvořeno jílovými sedimenty, paterulové společenstvo mohlo obývat také mělčeji situovaná prostředí (Havlíček 1982).

Havlíček a Vaněk (1990) zavedli dva nové termíny. Faunu obývající fotickou, ale špatně větranou zónu mírných svahů střední deprese označili jako „svahovou“ asociaci. Vysoce diverzifikované „svahové“ asociace zastoupené především endobentickými a nektobentickými trilobity a „shelly“ faunou (gastropodi, mlži, hyoliti, karpoidi a další) zařadili do placopariového společenstva. Havlíček a Vaněk (1990) předpokládají, že

placopariové společenstvo se vyvinulo ve velmi podobných životních podmínkách z euotrhisinového-placopariového společenstva přítomného v šáreckém souvrství. Rodové zastoupení trilobitů této asociace v dobrotivském a šáreckém souvrství je velmi podobné. Do paterulového společenstva zařadili pouze epiplanktonní organismy, jako jsou někteří malí brachiopodi (*Benignites*, *Brandysia*, *Paterula*), fylokaridní korýši (*Caryocaris*, *Rhinopterocaris*) a další. Planktonní a nektonní organismy, obývající nejhlubší části pánve, tvoří paterulové společenstvo *sensu* Havlíček (1982).

David a Budil (2015) definovali trilobitové degamellové-zeliszkellové společenstvo. Toto společenstvo je charakteristické nektobentickými, převážně cyclopygidními trilobity, z nichž dominantní je *Degamella princeps*. Z bentické fauny je dominantní *Zeliszkeella oriens*.

4.2 Paleobiogeografie

Spjeldnaes (1961) zařadil český ordovik do mediteránní provincie charakteristické chladnovodním prostředím. Whittington a Hughes (1972) považují český ordovik za součást selenopeltové provincie, a to na základě distribuce trilobitů. Data z paleomagnetických měření Krse *et al.* (1986) nicméně naznačují, že pražská pánev se nacházela v temperátní oblasti (kolem 28° jižní šířky). Příčinou přítomnosti chladnovodní fauny ve středním ordoviku jsou dle Havlíčka a Fatky (1992) chladné povrchové proudy v okolí Gondwany.

Míra provinciálnosti pražské pánve vůči ostatním teránům a kontinentům v průběhu ordoviku kolísala (Havlíček & Fatka 1992; Havlíček *et al.* 1994; Fatka & Mergl 2009). Podle Havlíčka a Fatky (1992) jsou tak zohledněny nejen směr a intenzita oceánských proudů, ale také mění se morfologie Rheického oceánu a Tornquistova moře v té době.

V dobrotivu se pražská pánev vyznačovala vysokou mírou provinciálnosti. V porovnání s faunou Baltiky je rodové zastoupení brachiopodů a trilobitů pražské pánve zcela odlišné (Havlíček *et al.* 1994). Jediným společným elementem jsou brachiopodi rodu *Paterula* (Fatka & Mergl 2009). Migraci fauny dle Havlíčka *et al.* (1994) bránily silné povrchové proudy Tornquistova moře a Rheického oceánu.

Afinita fauny pražské pánve k Avalonii je v dobrotivu oproti předchozímu období nižší. Společnými brachiopody jsou *Paterula*, *Rafanoglossa* a *Tissintia*. Z trilobitů a agnostidů

jsou to pak rody *Bergamia*, *Emmrichops*, *Marrolithus*, *Nobiliasaphus*, *Pricyclopyge*, *Segmentagnostus* a *Sphaeragnostus* (Havlíček *et al.* 1994).

Naopak počet rodů brachiopodů a trilobitů společných pro pražskou pánev a armorické terány je v dobrotivu vyšší. Z ramenonožců jsou to rody *Aegiromena* a *Tissintia*. Společnými rody trilobitů pak jsou *Colpocoryphe*, *Dionide*, *Eccoptychile*, *Eccoptychiloides*, *Ectillaenus*, *Eoharpes*, *Marrolithus*, *Nobiliasaphus*, *Parabarrandia*, *Pateraspis*, *Placoparia* (*Coplacoparia*), *Prionocheilus*, *Selenopeltis*, *Uralichas* a *Zeliszella* (Havlíček *et al.* 1994).

Směrem k pólu a ke kratonické Gondwaně se diverzita fauny českého typu snižovala (Havlíček *et al.* 1994). Brachiopodi původem z Gondwany nicméně tvořili dominantní složku bentické fauny pražské pánve (Fatka & Mergl 2009). Konkrétně se jedná o rody *Tafilaltia* a *Tissintia* (Havlíček *et al.* 1994). Rody trilobitů společné pro pražskou pánev a Gondwanu jsou *Colpocoryphe*, *Degamella*, *Eccoptychile*, *Ectillaenus*, *Marrolithus*, *Placoparia*, *Selenopeltis* a *Zeliszella*. Všichni výše uvedení brachiopodi a trilobiti ovšem byli nalezeni pouze v africké pánvi Tindouf. V pánvích Ghadamis (Tunisko) a Murzúq (Libye), které také byly součástí Gondwany, chybí (Havlíček *et al.* 1994). Dle Havlíčka *et al.* (1994) je příčinou jejich absence chladnovodní prostředí v oblasti těchto pánví.

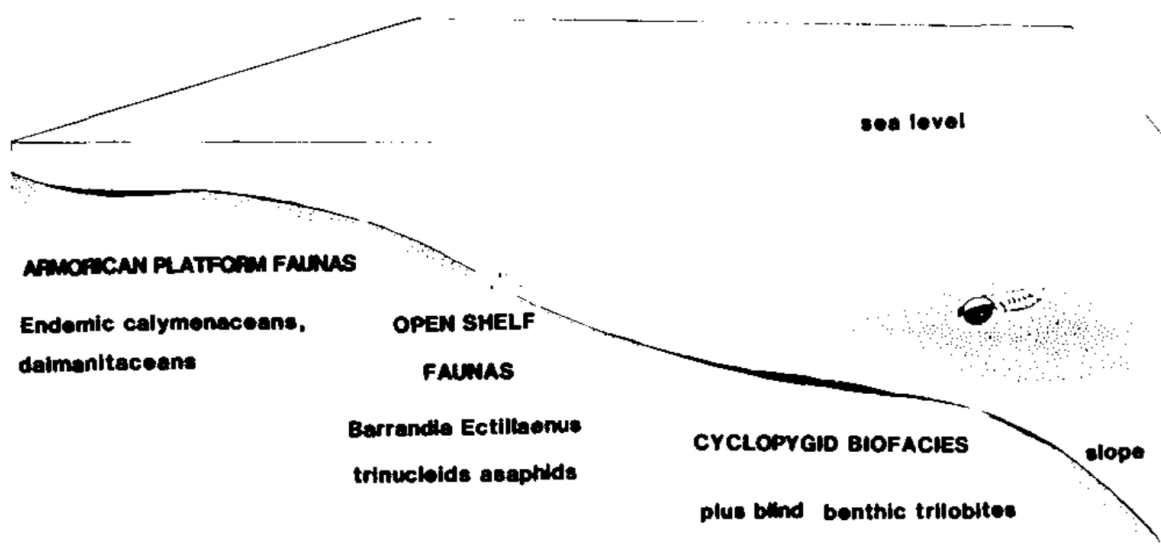
Řada brachiopodů a trilobitů je v pražské pánvi endemická. Například trilobiti rodu *Trinucleoides* jsou mimo oblast pražské pánve neznámí (Fatka & Mergl 2009). Naopak typicky mělkovodní trilobiti rodu *Crozonaspis*, *Neseuretus*, *Eohomalonotus*, *Kerfornella*, *Salterocoryphe* nebo *Ogyginus* byli zaznamenáni v oblasti armorických teránů a kratonické Gondwany, ale v pražské pánvi nikoli (Havlíček *et al.* 1994; Fatka & Mergl 2009). Podle Fatky a Mergla (2009) bylo prostředí pražské pánve v dobrotivu hlubokovodní, nicméně směrem k okrajům Gondwany tomu tak nebylo. Klimatické bariéry se v hlubokovodním prostředí příliš neprojevují. Fatka a Mergl (2009) proto předpokládají, že migraci fauny mohly bránit hlubokovodní proudy, případně přílišná geografická vzdálenost mezi pražskou pánví a ostatními terány.

4.3 Paleoekologie

V dobrotivu bylo prostředí pražské pánve relativně hlubokovodní. Nedostatečně provzdušněné dno pánve bylo pokryto nezpevněnými sedimenty (Havlíček & Vaněk 1990; Havlíček *et al.* 1993). Z tohoto důvodu se podle Havlíčka a Vaňka (1990) například v placopariovém společenstvu nevyskytují téměř žádní brachiopodi, u kterých se předpokládá přítomnost výrazného stvolu.

Fauna trilobitů byla zastoupena zejména cyclopygidy, jejíž dominantní složku tvořily rody *Cyclopyge*, *Degamella* a *Pricyclopyge* (Mergl *et al.* 2008). Podle Fortey (1985) se vyskytovali v hloubce 200–700 m. Naproti tomu podle Mergla *et al.* (2008) žili v hloubce 200–300 m. Na základě morfologie cyclopygidů Fortrey (1985) předpokládá, že byli mesopelagičtí a že žili na vnějším okraji kontinentálního šelfu nebo v jeho blízkosti. Pozice cyclopygidní biofacie na kontinentálním šelfu je znázorněna na obrázku 9.

Cyclopygidní trilobiti se často vyskytují v asociaci s atheloptickými trilobity (Fortey 1985; Fortey & Owens 1987; Mergl *et al.* 2008). Jedná se o trilobity slepé (*Areia*, *Dionide*, *Dionidella*, *Trinucleoides*, *Placoparia*, *Sarkia* a další) nebo téměř slepé (*Colpocoryphe*, *Eccoptychile*, *Ectillaenus*, *Pateraspis*, *Petrbookia* a další; Fortey 1985; Fortey & Owens 1987; Havlíček & Vaněk 1996). Podle Fortey a Owens (1987) byli atheloptičtí trilobiti bentičtí a žili pod fotickou zónou, v hloubce 300 m a více.



Obrázek 9: Pozice cyclopygidní biofacie na kontinentálním šelfu (převzato z Fortey 1985).

Mnoho schránek ramenonožců, jako je *Paterula*, *Benignites primulus* nebo *Brandysia benigna*, bylo nalezeno v poměrně dlouhých lineárních akumulacích (Havlíček *et al.* 1993). Brachiopodi byli ovšem zaznamenáni též v asociaci s bellerophotidem *Tropidodiscus* (*Peruniscus*) *pusillus*, hyolitem *Eumorpholites* (*Gamalites*) *hanusi* či s mlžem rodu *Redonia*. Schránky všech uvedených taxonů se vyskytují také v řadách (Havlíček 1977). Havlíček (1967), Havlíček *et al.* (1993) a další proto usuzují, že tyto druhy žily přichyceny ke stélkám mořských řas. Havlíček *et al.* (1993) se domnívají, že se jednalo o stélky řasy rodu *Krejciella*.

Mergl (1999) zdůrazňuje, že schránky brachiopodů rodu *Paterula* byly nalezeny také v asociaci s cyclopygidními a atheloptickými trilobity. Zároveň poukazuje na skutečnost, že *Paterula* je běžným elementem černých graptolitových břidlic, jež jsou hlubokovodního původu. Podle Mergla (1999) by v případě výše uvedeného způsobu života byla *Paterula* nacházena v asociaci se značně vyšším množstvím rhynchonelliformních brachiopodů a také míra její provinciálnosti by byla vyšší. Uvedené shluky mlžů, brachiopodů, hyolitů, ale i agnostidů *Corrugatagnostus morea* nebo trilobitů *Zeliszella oriens* (Havlíček *et al.* 1993), Mergl (1999) pokládá za „postmortální biogenní akumulace“. *Paterula* dle Mergla (1999) žila v prostředí pod fotickou zónou a termoklinou, ale nad hranicí anaerobních vod u dna.

Schránky linguliformních brachiopodů rodu *Rafanoglossa* byly také nalezeny v řadách, a proto i jim podle Havlíčka *et al.* (1993) lze přisoudit epiplanktonní způsob života. Některé schránky však byly nalezeny ve vertikální poloze k podkladu (Havlíček *et al.* 1993; Mergl 2002). Z tohoto důvodu a také na základě morfologie jejich schránek Mergl (2002) předpokládá, že se brachiopodi rodu *Rafanoglossa* zahrabávali do nezpevněného substrátu.

5. Diskuze

Poslední komplexní model společenstev charakterizovali Fatka a Mergl (2009), kteří se zároveň pokusili vyjádřit prostorové vztahy základních společenstev a biofacií. Kromě skolitového společenstva, paterulového společenstva a placopariového společenstva bylo Davidem a Budilem (2015) nově definováno také trilobitové degamellové-zeliszkellové společenstvo. Toto společenstvo bylo zaznamenáno pouze na lokalitě Džbán v Praze-Vokovicích. Havlíček a Vaněk (1990) v Praze-Vokovicích rozpoznali placopariové společenstvo. Lokalita Džbán byla popsána později, a to Budilem (1999). Vzájemný vztah obou zmíněných společenstev je neznámý. David a Budil (2015) na základě pozorování z lokality Džbán předpokládají, že placopariové společenstvo bylo trilobitovým degamellovým-zeliszkellovým společenstvem postupně nahrazeno. Pro potvrzení tohoto modelu jsou však potřebné podrobné výzkumy.

Na základě výsledků korelace bentických společenstev pražské pánve a ostatních kontinentů provedené Havlíčkem *et al.* (1994) vyplývá, že bentická fauna pražské pánve byla v době sedimentace dobrotivského souvrství z velké části endemická. Do výzkumu byli ovšem zahrnuti pouze brachiopodi a trilobiti. Schallreuter *et al.* (1996) zkoumali ostrakody dobrotivského souvrství a jejich afinitu k ostatním kontinentům, ovšem zaměřili se pouze na Baltiku a armorické terány (ATA). V budoucnu by bylo dobré provést komplexní výzkumy tohoto zaměření také pro další skupiny organismů vyskytující se v dobrotivském souvrství.

Při odvozování hloubky výskytu cyclopygidních a atheloptických trilobitů Fortey (1985) a Fortey a Owens (1987) vycházeli z principu aktualismu. Jimi odvozené hodnoty jsou ale diskutabilní. Měla by být zohledněna i možnost, že zmíněné skupiny trilobitů žily například v zakalených vodách nebo v jeskynních prostorách. To znamená, že by se mohly vyskytovat i v mělkém prostředí. Také Mergl (1999) při určování životního prostředí brachiopodů rodu *Paterula* vycházel z principu aktualismu. Na základě ekologie recentních lingulátních brachiopodů usoudil, že *Paterula* žila v hlubokovodním prostředí (dle autora pod termoklinou).

6. Závěr

Dobrotivské souvrství představuje část výplně pražské pánve, což je úzká lineární deprese riftového původu ve směru jihozápad – severovýchod. Její denudační relikt sahají od Starého Plzeňe k Brandýsu nad Labem. Výplň pražské pánve jsou marinní vulkanosedimentární horniny, jejichž stáří je datováno od spodního ordoviku do středního devonu. Paleogeografická pozice pražské pánve je stále předmětem diskuzí.

Dobrotivské souvrství je tvořeno křemencovou a břidličnou facií. Ve východním segmentu pražské pánve je souvrství zastoupeno převážně křemenci. Směrem k ose pánve přibývá množství siltové složky. Naproti tomu v jihozápadní části je místy celá mocnost souvrství zastoupena černými jílovými břidlicemi. Břidlice jsou oproti křemencům fosiliferní.

Ze stratigrafického hlediska je dobrotivské souvrství dle česko-iberské škály zařazeno do stupně dobrotiv. Podle mezinárodní škály jeho spodní část spadá do stupně darriwilian, zatímco jeho svrchní část spadá do stupně sandbian. V rámci souvrství jsou stanoveny dvě graptolitové biozóny: ve spodní části biozóna *Hustedograptus teretiusculus*, ve svrchní části pak biozóna *Cryptograptus aff. tricornis*.

Fauna pražské pánve byla v dobrotivu zastoupena z velké části trilobity, zejména pelagickými cyclopygidy a atheloptickými trilobity. V dobrotivském souvrství je hojná jak bentická, tak pelagická složka fauny. Některé pelagické formy byly interpretovány jako epiplanktonní.

V 80. letech byla v dobrotivském souvrství rozlišena dvě bentická společenstva: skolitové společenstvo a paterulové společenstvo. V současné době jsou definována čtyři bentická společenstva: skolitová ichnofacie, paterulové společenstvo, placopariové společenstvo a trilobitové degamellové-zeliszkellové společenstvo.

Fauna brachiopodů a trilobitů pražské pánve byla v dobrotivu značně endemická. Oproti přechodným obdobím je množství elementů společných pro pražskou pánev a Baltiku jen minimální. Naopak afinita bentických společenstev k Avalonii, Armorice a Gondwaně vzrostla.

7. Zdroje

AIFA, T., PRUNER, P., CHADIMA, M. & ŠTORCH, P. 2007. Structural evolution of the Prague synform (Czech Republic) during Silurian times: an AMS, rock magnetism, and paleomagnetic study of the Svatý Jan pod Skalou dikes. Consequences for the nappes emplacement. *Geological Society of America Special Paper* 423, 249–265.

BARRANDE, J. 1872. *Système silurien du Centre de la Bohême. Ière partie. Recherches paléontologiques. Supplément au Vol. 1. Trilobites, Crustacés divers et Poisson*. 647 pp. Chez l'auteur et éditeur, Imprimerie de Charles Bellmann, Praha.

BOUČEK, B. 1973. *Lower Ordovician graptolites of Bohemia*. 185 pp. Academia, Praha.

BRUTHANSOVÁ, J. and KRAFT, P. 2003. Pellets independent of or associated with Bohemian Ordovician body fossils. *Acta Palaeontologica Polonica* 48 (3), 437–445.

BUDIL, P. 1999. Nový výchoz dobrotivského souvrství v Praze-Vokovicích (střední ordovik). *Journal of the Czech Geological Society* 44 (1–2), 195–199.

COCKS, L.R.M. & TORSVIK, T.H. 2002. Earth geography from 500 to 400 million years ago: a faunal and palaeomagnetic review. *Journal of Geological Society* 159, 631–644.

COCKS, L.R.M. & TORSVIK, T.H. 2006. European geography in a global context from the Vendian to the end of Palaeozoic, 83–95. In GEE, D.D. & STEPHENSON, R.A. (eds) *European Lithosphere Dynamics*. Geological Society, London, Memoirs 32.

DAVID, M. & BUDIL, P. 2015. Complementary description of the Middle Ordovician trilobite associations at Praha-Vokovice. *Folia Musei rerum naturalium Bohemiae occidentalis. Geologica et Paleobiologica* 49 (1–2), 1–7.

FATKA, O. & MERGL, M. 2009. The 'microcontinent' Perunica: status and story 15 years after conception. *Geological Society* 325, 65–101.

FIALA, F. 1951. Ordovický diabas od Kařízku. *Sborník Ústředního Ústavu geologického, Oddělení geologie* 18, 89–143.

FIALA, F. 1968. Ordovician diabase pillow lavas of the Barrandian area. *Věstník Ústředního ústavu geologického* 43, 169–182.

- FORTEY, R.A. 1985. Pelagic trilobites as an example of deducing the life habits of extinct arthropods. *Earth and Environmental Science Transactions of The Royal Society of Edinburgh* 76 (2–3), 219–230.
- FORTEY, R.A. & OWENS R.M. 1987. The Arenig Series in South Wales. *Bulletin of the British Museum (Natural History), Geology Series* 41 (3), 69–307.
- FRANKE, W. 2000. The mid-European segment of the Variscides: tectonostratigraphic units, terrane boundaries and plate tectonics evolutions, 35–61. In FRANKE, W., HAAK, V., ONCKEN, O. & TANNER, D. (eds) *Orogenic Processes: Quantification and Modelling in the Variscan Belt. Geological Society, London, Special Publications*, 179.
- GUTIÉRREZ-MARCO, J.C., SÁ, A.A., GARCÍA-BELLIDO, D.C. & RÁBANO, I. 2017. The Bohemo-Iberian regional chronostratigraphical scale for the Ordovician system and palaeontological correlations within South Gondwana. *Lethaia* 50, 258–295.
- HAVLÍČEK, V. 1967. Brachiopods of the suborder Strophomenida in Czechoslovakia. *Rozpravy Ústředního Ústavu geologického* 33, 1–235.
- HAVLÍČEK, V. 1977. Brachiopods of the order Orthida in Czechoslovakia. *Rozpravy Ústředního Ústavu geologického* 44, 1–327.
- HAVLÍČEK, V. 1981. Development of a linear sedimentary depression exemplified by the Prague Basin (Ordovician-Middle Devonian; Barrandian area-central Bohemia). *Sborník geologických věd, Geologie* 35, 7–48.
- HAVLÍČEK, V. 1982. Ordovician in Bohemia: development of the Prague Basin and its benthic communities. *Sborník geologických věd, Řada geologie* 37, 103–136.
- HAVLÍČEK, V. 1992. Pražská pánev, 56–115. In CHLUPÁČ, I., KRÍŽ, J., KUKAL, Z. & ŠTORCH, P. (eds) *Paleozoikum Barrandienu (KAMBRIUM – DEVON)*. ČGÚ, Praha.
- HAVLÍČEK, V. & FATKA, O. 1992. Ordovician of the Prague Basin (Barrandien area, Czechoslovakia), 461–472. In WEBBY, B.D. & LAURIE, J.R. (eds) *Global Perspective on Ordovician Geology*. Balkema, Rotterdam.
- HAVLÍČEK, V. & MAREK, L. 1973. Bohemian Ordovician and its international correlation. *Časopis pro mineralogii a geologii* 18 (3), 225–232.

- HAVLÍČEK, V. & ŠNAJDR, M. 1957. Faciální vývoj skidavu, llanvirnu a llandeila v Barrandienu. *Sborník Ústředního Ústavu geologického, Oddělení geologie* 23, 549–600.
- HAVLÍČEK, V. & VANĚK, J. 1966. The Biostratigraphy of the Ordovician of Bohemia. *Sborník geologických věd, Řada paleontologie* 8, 7–69.
- HAVLÍČEK, V. & VANĚK, J. 1990. Ordovician invertebrate communities in black-shale lithofacies (Prague basin, Czechoslovakia). *Věstník Ústředního ústavu geologického* 65 (4), 7–69.
- HAVLÍČEK, V. & VANĚK, J. 1996. Dobrotivian/Berounian boundary interval in the Prague Basin with a special emphasis on the deepest part of the trough (Ordovician, Czech Republic). *Věstník Českého geologického ústavu* 71 (3), 225–243.
- HAVLÍČEK, V., VANĚK, L. & FATKA, O. 1993. Floating algae of the genus *Krejiella* as probable hosts of epiplanctic organisms (Dobrotivá Series, Ordovician; Prague Basin). *Journal of the Czech Geological Society* 88 (1–2), 79–88.
- HAVLÍČEK, V., VANĚK, J. & FATKA, O. 1994. Perunica microcontinent in the Ordovician (its position within the Mediterranean Province, series division, benthic and pelagic associations). *Sborník geologických věd, Geologie* 46, 23–56.
- CHLUPÁČ, I. 2003. Comments on facies development and stratigraphy of the Devonian, Barrandian area, Czech Republic. *Bulletin of Geosciences* 78, 299–312.
- CHLUPÁČ, I., HAVLÍČEK, V. & KŘÍŽ, J. 1992. Vývoj poznání staršího paleozoika Barrandienu, 11–20. In CHLUPÁČ, I., KŘÍŽ, J., KUKAL, Z. & ŠTORCH, P. (eds) *Paleozoikum Barrandienu (KAMBRIUM – DEVON)*. ČGÚ, Praha.
- KETTNER, R. & KODYM, O. 1919. Nová stratigrafie Barrandienu. *Časopis Musea Království českého* 93, 47–57.
- KETTNER, R. & KODYM, O. 1922. Geologické profily Barrandienem, část I. Brdské hřebeny. *Knihovna Státního geologického ústavu Československé republiky* 2, 3–34.
- KODYM, O. 1918. Tektonická studie v údolí Prokopském a jeho okolí u Prahy. *Rozpravy České akademie věd a umění, Třída II* 27 (6), 1–19.

KODYM, O. 1925. Geologické profily Barrandienu, část II. Západní díl svrchního siluru a devonu. *Knihovna Státního geologického ústavu Československé republiky* 9, 19–25.

KRAFT, J. & KRAFT, P. 1999. Graptolite biozones of the Bohemian Lower and Middle Ordovician and their historical development. *Journal of the Czech Geological Society* 44 (1–2), 53–62.

KREJČÍ, J. 1877. *Geologie čili nauka o útvarech zemských se zvláštním ohledem na krajinu československé*. 1035 pp. Vlastním nákladem, Praha.

KRS, M., KRISOVÁ, M., PRUNER, P. & HAVLÍČEK, V. 1986. Paleomagnetism, paleogeography and multi-component analysis of magnetization of Ordovician rocks from the Barrandian area of the Bohemian Massif. *Sborník geologických věd, Užitá geofyzika* 20, 9–45.

KRS, M., KRISOVÁ, M., PRUNER, P., CHVOJKA, R. & HAVLÍČEK, V. 1987. Paleomagnetism, paleogeography and multi-component analysis of Middle and Upper Cambrian rocks of the Barrandian in the Bohemian Massif. *Tectonophysics* 139, 1–20.

KRS, M., PRUNER, P. & MAN, O. 2001. Tectonic and paleogeographic interpretation of the paleomagnetism of Variscan and pre-Variscan formations of the Bohemian Massif, with special reference to the Barrandian terrane. *Tectonophysics* 332, 93–114.

KŘÍŽ, J. 1991. The Silurian of the Prague Basin (Bohemia) – tectonic, eustatic and volcanic controls on facies and faunal development. *Special Papers in Palaeontology* 44, 179–203.

KŘÍŽ, J. 1992. Silurian field excursions: Prague Basin (Barrandian), Bohemia. *National Museum of Wales, Geological Notes* 13, 1–111.

KUKAL, Z. 1957. Petrografický výzkum skaleckých a drabovských vrstev barrandienského ordoviku. *Sborník Ústředního Ústavu geologického, Oddělení geologie* 23 (1), 215–295.

KUKAL, Z. 1963(a). Sedimentární textury barrandienského ordoviku. *Rozpravy Československé Akademie Věd, Řada matematických a přírodních věd* 73 (2), 1–94.

KUKAL, Z. 1963(b). Výsledky sedimentologického výzkumu barrandienského ordoviku. *Sborník geologických věd, Geologie* 1, 103–138.

KUKAL, Z. 1964. Litologie barrandienských karbonátových souvrství. *Sborník geologických věd, Geologie* 6, 123–165.

KUKAL, Z. & JÄGER, O. 1988. Siliciclastic signal of the Variscan orogenesis: the Devonian Srbsko Formation of Central Bohemia. *Bulletin of the Central Geological Survey* 63, 65–81.

LAIBLOVÁ, K. & KRAFT, P. 2014. The earliest ostracods from the Ordovician of the Prague Basin, Czech Republic. *Acta Geologica Polonica* 64 (4), 367–392.

LEWANDOWSKI, M. 2003. Assembly of Pangea: combined paleomagnetic and paleoclimatic approach. *Advances in Geophysics* 46, 199–236.

LINNEMANN, U., MCNAUGHTON, N.J., ROMER, R.L., GEHMLICH, M., DROST, K. & TONK, C. 2004. West African provenance for Saxo-Thuringia (Bohemian Massif): did Armorica ever leave pre-Pangean Gondwana? U/Pb SHRIMP zircon evidence and the Nd-isotopic record. *International Journal of Earth Sciences* 93, 683–705.

LIPOLD, M.V. 1863. Die Eisensteinlager der silurischen Grauwackenformation in Böhmen. *Jahrbuch der kaiserlich-königlichen geologischen Reichsanstalt* 13, 339–448.

MERGL, M. 1999. Genus *Paterula* (Brachiopoda) in Ordovician-Silurian sequence of Central Bohemia. *Věstník Českého geologického ústavu* 74 (3), 347–361.

MERGL, M. 2002. Linguliformean and craniiformean brachiopods of the Ordovician (Třenice to Dobrotivá Formations) of the Barrandian, Bohemia. *Acta Musei Nationalis Pragae, Series B, Natural History* 58 (1–2), 1–82.

MERGL, M., FATKA, O. & BUDIL, P. 2008. Lower and Middle Ordovician trilobite associations of Perunica: from shoreface endemicity to offshore uniformity (Prague Basin, Czech Republic), 275–282. In RÁBANO, I., GOZALO, R. & GARCÍA-BELLINDO, D. (eds) *Advances in trilobite research. Cuadernos del Museo Geominero* 9. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.

MĚSKA, G., PRANTL, F. 1946. O křemencích skaleckých – novém oddílu středočeského ordoviku. *Věstník Státního geologického Ústavu Československé republiky* 20, 29–57.

- NANCE, R.D., GUTIÉRREZ-ALONSO, G., KEPPIE, J.D., LINNEMANN, U., MURPHY, J.B., QUESADA, C., STRACHAN, R.A. & WOODCOCK, N.H., 2010. Evolution of the Rheic Ocean. *Gondwana Research* 17, 194–222.
- OWENS, R.M. & SERVAIS, T. 2007. The Ordovician of the Condroz Inlier, Belgium: Trilobites from the southeastern margin of Avalonia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 245, 272–294.
- PETRÁNEK, J. 1964. Sedimentární železné rudy v ejpovickém ordoviku. *Sborník geologických věd, Řada ložiskové geologie* 2, 39–153.
- ROBARDET, M. 2003. The Armorica 'microplate': fact or fiction? *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 195, 125–148.
- SERVAIS, T. & SINTUBIN, M. 2009. Avalonia, Armorica, Perunica: terranes, microcontinents, microplates or palaeobiogeographical provinces? *Geological Society, London, Special Publications* 325, 103–115.
- SCHALLREUTER, R., KRŮTA, M., MAREK, L. 1996. Ordovician (Dobrotivá Formation) ostracodes and trilobites from Ejpovice (Bohemia) and their relations to faunas of northern and western Europe. *Paläontologische Zeitschrift* 70, 439–460.
- SPJELDNAES, N. 1961. Ordovician climatic zones. *Norsk Geologisk Tidsskrift* 41, 45–77.
- TAIT, J., BACHTADSE, V. & SOFFEL, H. 1994. New palaeomagnetic constraints on the position of central Bohemia during early Ordovician times. *Geophysical Journal International* 116, 131–40.
- TAIT, J., BACHTADSE, V. & SOFFEL, H. 1995. Upper Ordovician paleogeography of the Bohemian Massif: implications for Armorica. *Geophysical Journal International* 122, 211–218.
- TAIT, J. 1999. New early Devonian paleomagnetic data from NW France: paleogeography and implications for the Armorican microplate hypothesis. *Journal of Geophysical Research* 104, 2831–2839.
- TASÁRYOVÁ, Z., SCHNABL, P., ČÍŽKOVÁ, K., PRUNER, P., JANOUŠEK, V., RAPPRIČH, V., ŠTORCH, P., MANDA, Š., FRÝDA, J. & TRUBAČ, J. 2014. Gorstian

palaeoposition and geotectonic setting of Suchomasty Volcanic Centre (Silurian, Prague Basin, Teplá–Barrandian Unit, Bohemian Massif). *GFF* 136, 262–265.

VACEK, F., & ŽÁK, J. 2019. A lifetime of the Variscan orogenic plateau from uplift to collapse as recorded by the Prague Basin, Bohemian Massif. *Geological Magazine* 156 (3), 485–509.

VON RAUMER, J.F., STAMPFLI, G.M. & BUSSY, F. 2003. Gondwana derived microcontinents – the constituents of the Variscan and Alpine collisional orogens. *Tectonophysics* 365, 7–22.

WHITTINGTON, H.B. & HUGHES C.P. 1972. Ordovician geography and faunal provinces deduced from trilobite distribution. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 263, 235–278.

ŽÁK, J. & SLÁMA, J. 2018. How far did the Cadomian ‘terranes’ travel from Gondwana during early Palaeozoic? A critical reappraisal based on detrital zircon geochronology. *International Geology Review* 60, 319–338.