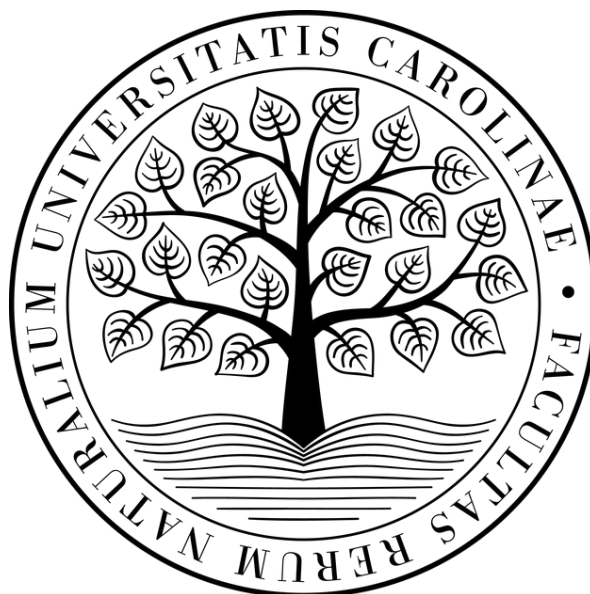


Univerzita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Geologie

Studijní obor: Praktická geobiologie



Renata Hánová, DiS.

Po stopách „šárkových kuliček“ v Praze: podklady k virtuální naučné stezce

In the footsteps of the “Šárka Balls“ in Prague: a groundwork for a virtual educational trail

Bakalářská práce

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

Praha 2020

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, 12. 8. 2020

Podpis

Poděkování

Chtěla bych zde poděkovat zejména svému školiteli doc. RNDr. Petru Kraftovi, CSc. za ochotu, za poskytnutou literaturu, rady a veškerou další pomoc a trpělivost. Díky patří také Janě Bruthansové, RNDr., Ph.D. za poskytnutí fotografií fosilií šáreckých kuliček z depozitářů Národního muzea v době, kdy kvůli složité epidemiologické situaci nebylo možné muzeum navštívit osobně. Děkuji také Mgr. Markétě Kleinové za konzultace v oblasti českého jazyka a stylistiky.

Abstrakt

Smysluplná popularizace musí být postavena na vědeckých výsledcích. Tato práce vytváří podklady pro budoucí virtuální naučnou stezku po Praze, která by popularizovala geologické a paleontologické vědy. Objektem popularizace jsou křemité nodule ordovického stáří původem ze šárckého souvrství (ordovik, darriwilian), které jsou známé také pod názvem „šárcké kuličky“. Téma kuliček je řešeno z hledisek paleogeografie, vzniku kuliček a z hlediska fauny, kterou nodule obsahují. Pro účel popularizace je zvolena virtuální naučná stezka, jelikož současné podmínky zástavby nejsou pro klasickou naučnou stezku vhodné. Práce navrhuje i možná zastavení naučné stezky.

Abstract

A meaningful popularisation should be based on scientific information. This dissertation establishes a groundwork for a future virtual educational trail in the territory of Prague, which would popularise geology and paleontology. The object of such popularisation are siliceous nodules from the Šárka Formation (Ordovician, Darriwilian), which are also known as “*Šárka Balls*”. The issue is discussed using paleogeographical, geological and historical overviews. It describes the nodules, summarises the possibilities of their origin, and describes the fauna found within. A virtual educational trail has been chosen as the means to a successful popularisation due to the high building density in the area, which would make a standard educational trail unfeasible. This study also suggests possible stops on the trail.

Obsah

Úvod.....	1
1. Geologické podmínky	2
1.1. Pražská pánev a její vývoj v ordoviku.....	2
1.2. Paleogeografie pražské pánve	5
1.3. Šárecké souvrství	6
1.4. Křemité nodule neboli šárecké kuličky	8
1.5. Pozdější vývoj pražské pánve	9
2. Fauna šáreckého souvrství.....	11
3. Virtuální naučná stezka	17
4. Diskuze.....	18
4.1. Trasa a obsah virtuální naučné stezky	20
Závěr	23
Bibliografie.....	24

Úvod

Tato práce vznikla za účelem popularizace problematiky tzv. šáreckých kuliček – křemitých nodulí, které mají původ v šáreckých břidlicích a jsou zdrojem kvalitního paleontologického materiálu. Jejím cílem je shromáždění vhodných podkladů k vytvoření naučné stezky po lokalitách, kde byly v minulosti tyto kuličky nacházeny. Cílem práce není přímo vytvořit samotnou stezku, ale jejím účelem je shromáždít odborné podklady pro její vytvoření, aby popularizační texty mohly být odborně správné.

Následující text se nejprve zabývá geologií pražské pánve. Pražská pánev je moderně vědecky důkladně zpracována mnoha autory, zejména Havlíčkem (1981, 1998), ze kterého vycházejí další autoři. Kromě samotné pražské pánve se práce také stručně věnuje paleogeografickému rozložení kontinentů na Zemi, zejména pak perigondwanské oblasti, kam spadá i oblast Barrandienu (terán Perunika). Práce také řeší podobnost Peruniky, Baltiky a Armoriky.

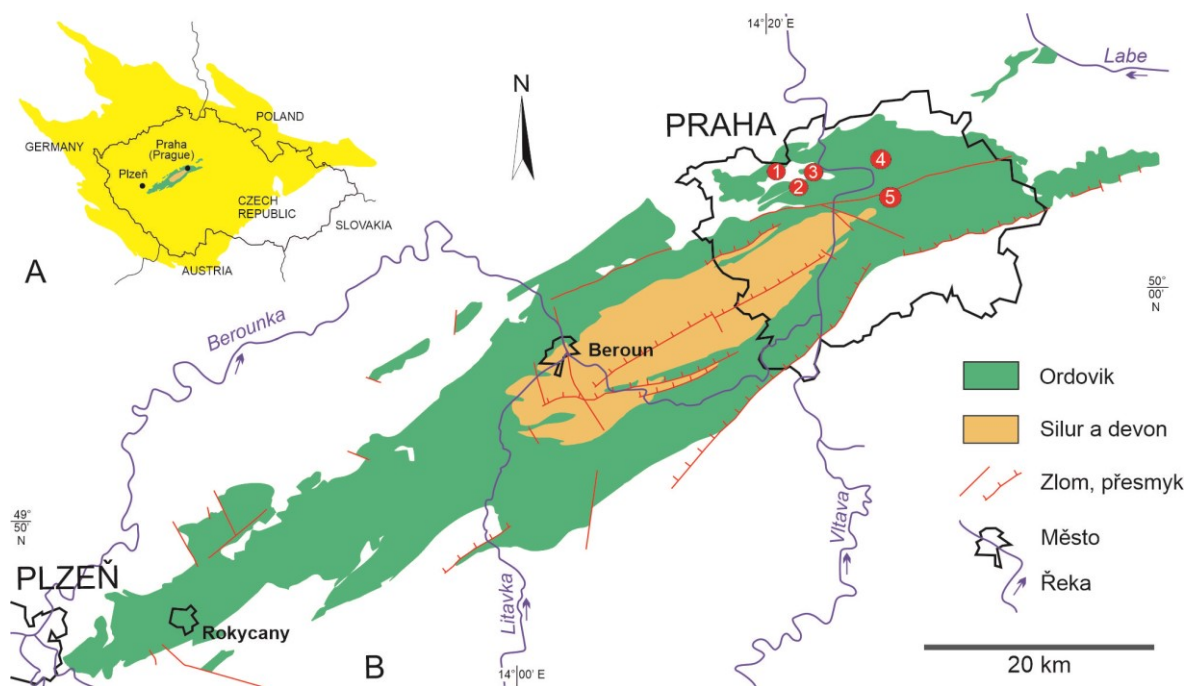
Během první části představí práce také více dopodrobna šárecké souvrství. Zpracovává údaje o vzniku nodulí šáreckého souvrství a jejich možnou podobnost s obdobnými nálezy nodulí z oblasti Francie a Španělska. Touto problematikou se dopodrobna zabývali Loi *et al.* (2009), Loi a Dabbard (2002) a Dabbard a Loi (2012).

Jedna část práce je zaměřena na bohatou faunu šáreckého souvrství. Tato problematika je dobře zpracována Havlíčkem a Vaňkem (1966). Z pozdějších prací je možné jmenovat práci Budila *et al.* (2003). Dále se práce zabývá samotnou virtuální naučnou stezkou. Definiuje naučnou stezku, která je podstatnou součástí popularizace poznatků přírodních věd. Práce dále představuje jednotlivá stanoviště, kudy by mohla stezka vést. Tato stanoviště jsou na místech bývalých paleontologických nalezišť nodulí. Vzhledem k velké zástavbě Prahy je většina lokalit již z paleontologického hlediska nepřístupná. Na polích, kde se kuličky nacházely, jsou dnes často sídliště. Z toho důvodu upřednostňuje tato práce virtuální verzi stezky, řeší jednotlivá úskalí i výhody tohoto formátu a uvádí jaké informace by měly být uživatelům sděleny a jakým způsobem by to mělo být provedeno. Navíc práce rozvíjí možnosti zapojení stezky do hry geocaching, čímž by se zvýšil počet uživatelů a dosah informací.

1. Geologické podmínky

1.1. Pražská pánev a její vývoj v ordoviku

Denudační relikt vulkano-sedimentární výplně pražské pánve (obr. 1) se táhne od Starého Plzece na jihozápadě přes Prahu až ke svému severovýchodnímu povrchovému ukončení u Úval u Prahy a Brandýsa nad Labem. Dále na severovýchod jsou paleozoické horniny pražské pánve překryty svrchnokřídovým platformním pokryvem (CHLUPÁČ *et al.* 2011). Horniny uložené v pražské pánvi spadají do tepelsko-barrandienské oblasti (jednotky) Českého masívu (KACHLÍK 2003). Pražská pánev byla staropaleozoická lineární deprese riftového charakteru s poměrně strmým sklonem svahů (HAVLÍČEK 1982). V osní části je narozdíl od okrajových partií tehdejší pánve výrazně větší mocnost sedimentů (až 2500 m) (HAVLÍČEK 1981). V pánvi se ukládaly v mořském prostředí vulkano-sedimentární jednotky od spodního ordoviku až po střední devon (HAVLÍČEK 1982).



Obrázek 1. A – náhled mapy s vyznačením Českého masívu (žlutě) a denudačního reliktu pražské pánve; B – zjednodušený detail pražské pánve s vyznačením lokalit virtuální naučné stezky (viz kap. 4.1.): 1. Na Salátce; 2. Na Karlovce; 3. Podbaba; 4. Na Pěšínách; 5. Pražačka; (ZICHA *et al.* 2020, upraveno)

Formování pražské pánve začalo už v **tremadoku** na svrchnoneoproterozoickém až kambrickém podkladu (VACEK & ŽÁK 2017). Bazální litostratigrafickou jednotkou je třenicé souvrství, které dokládá, že moře tehdy zasahovalo do dnešních středních Čech a tremadockou

transgresí dosáhlo na jihozápad až k Holoubkovu nedaleko Rokycan. V prvních stádiích vývoje se charakterem jednalo o mělký záliv s šířkou 10–15 km, později se dno pánve začalo rozpadat na jednotlivé podélné segmenty (tektonické kry), které se lišily rychlostí subsidence (HAVLÍČEK 1998). Uvnitř pánve tak vznikly elevace a deprese. Kromě podélných segmentů lze rozlišit i dva základní příčné segmenty – východobarrandienský a západobarrandienský (HAVLÍČEK 1981).

Svrchní tremadok je reprezentován mílinským souvrstvím. Svou rozlohou zabírá menší plochu než podložní třenické souvrství, což je interpretováno jako odraz částečné regrese moře. (HAVLÍČEK 1998)

Arenig (floian a dapingian) je v oblasti pražské pánve reprezentován klabavským souvrstvím, které je mocné až 300 m (CHLUPÁČ *et al.* 2011). Souvrství odráží výrazné paleogeografické změny. Moře postoupilo až k dnešnímu Starému Plzenci (HAVLÍČEK 1998), pokračovalo rozevírání a subsidence pánve, a to zejména v osní části, kde se mezi stabilnějšími bloky prohlubovala úzká centrální deprese, která se předpokládá minimálně do konce ordoviku (HAVLÍČEK & ŠNAJDR 1957). Před koncem arenigu došlo ke krátké dílčí regresi (HAVLÍČEK 1998). V arenigu začaly projevy bazického vulkanismu komárovského vulkanického centra, které ustaly až v kosovu (HAVLÍČEK 1998). V klabavském souvrství dosahuje největších mocností vrstev západní oblast pánve (HAVLÍČEK 1998).

		Stupeň	Regionální stupeň	Souvrství
Ordovik	svrchní	Sandbian	Beroun	Libeňské
			Dobrotiv	Dobrotivské
	střední	Darriwilian	Oretan	Šárecké
			Dapingian	Klabavské
	spodní	Floian	Arenig	
		Tremadocian		Tremadok

Tabulka 1. Stratigrafické členění části ordoviku (ZICHA *et al.* 2020, upraveno)

Následující stupeň **oretan** (GUTTIERÉZ-MARCO *et al.* 2017) (spodní a střední darriwilian), reprezentovaný šáreckým souvrstvím (tab. 1), má opět transgresní charakter. Na rozdíl od arenigu, kdy největší mocnosti mají sedimenty v západní části pánve, dosahuje šárecké souvrství největších

mocností v okolí Prahy, tedy ve východní části denudačního reliktu (HAVLÍČEK 1998). Oretan je velmi bohatý na ferolity, především na bázi souvrství (KUKAL 1962). Významným zdrojem dobře zachované fauny jsou křemité nodule nazývané také podle oblasti výskytu *rokycanské* nebo *šárecké kuličky*, kterým se bude tato práce věnovat v pozdějších kapitolách. Důležitou součástí šáreckého souvrství je i komárovský vulkanický komplex. Komplex začal vznikat již v arenigu a byl plošně nejrozšířenější počátkem období sedimentace šáreckého souvrství a jeho činnost pokračuje až do spodního berounu (HAVLÍČEK 1982).

S dobrotivským souvrstvím (**dobrotiv**, svrchní darriwilian-spodní sandbian) jsou spojeny další paleogeografické změny. Zatímco se centrální lineární deprese dále prohlubovala, okolní pevnina naopak relativně stoupala. To vedlo k výraznému přínosu klastického materiálu a následnému zvětšení mocnosti vrstev (HAVLÍČEK 1998).

V **berounu** (sandbian až spodní katian) se výrazně zvýšila celková subsidence, a tak svou mocností zabírá přibližně dvě třetiny ordovického vrstevního sledu i přesto, že se od ostatních stupňů (i když původně definovaných jako oddělení) svou délkou trvání příliš neliší. Ve svrchním berounu došlo k výrazným deformacím pánve, v oblasti Prahy jsou prokázány dvě vzájemně paralelní zóny elevací, které odděluje centrální deprese (HAVLÍČEK 1998).

Králodvor, reprezentovaný králodvorským souvrstvím, má podle fauny hlubokovodní charakter (HAVLÍČEK 1998). Díky pomalému uzavírání prostoru Rheického oceánu a Tornquistova moře docházelo k jednoduché migraci a výměně fauny (HAVLÍČEK & FATKA 1992). Jedná se o období vulkanického klidu (HAVLÍČEK 1998). Největší množství sedimentů je v králodvorském souvrství zachováno ze východní části pánve (HAVLÍČEK 1981).

Na posledním ordovickém stupni – **kosově** (hirsantian) – jsou zřetelně vidět globální paleooceánologické změny. Díky výraznému ochlazení a vzniku ledovců (BRENCHLEY & ŠTORCH 1989) došlo k poklesu hladiny oceánu až o 100 m (HAVLÍČEK 1998). Tyto události zapříčinily změny ve výskytu a složení fauny (došlo k úbytku druhů trilobitů, ramenonožců, měkkýšů a dalších) a výrazně ovlivnily charakter sedimentů (HAVLÍČEK 1982). Následná událost na přelomu ordoviku a siluru měla anoxický a transgresní charakter (CHLUPÁČ 1988).

1.2. Paleogeografie pražské pánve

V ordoviku se většina kontinentů nacházela na jižní polokouli Země. Největším kontinentem byla Gondwana spolu s Laurencií, Baltikou a Sibérií (TORSVIK & COCKS 2016). Mimo tyto kontinenty se poblíž Gondwany nacházela řada menších kontinentálních bloků. Na okraji Gondwany se nacházela skupina teránů. Mezi tyto terány, které se někdy souborně označují jako peri-gondwanské, bývá často řazena Avalonie (oddělila se od Gondwany počátkem ordoviku), Armorika, Kadomie a Perunika (SERVAIS & SINTUBIN 2009).

Právě pozice pražské pánve a existence Peruniky jako samostatného teránu je velmi diskutované téma, na které se názory různí. Podle Torsvika a Cockse (2016) odděloval Peruniku i další terány od Gondwany rozšiřující se Rheický oceán (TORSVIK & COCKS 2016). Servais a Sintubin ve své práci (2009) došli k závěru, že Perunika není samostatnou mikrodeskou nebo samostatným mikrokontinentem, ale měla by být považována za jeden z více armorických teránů a je možné ji odlišit jen jako paleobiogeografickou provincii (SERVAIS & SINTUBIN 2009). Další práce (HAVLÍČEK *et al.* 1994, FATKA & MERGL 2009) vydělují Peruniku z Armorických teránů a považují ji za samostatný mikrokontinent. Podle nich se Perunika nacházela v mediteránní provincii na okraji Gondwany, její poloha byla však blízká Baltice. Oproti tomu Cocks (2000) se domnívá, že Perunika s Armorikou nebyly příliš separované.

Z paleobiogeografických dat podobnosti sesilního a vagrantního bentosu lze předpokládat, že i přes svou podobnost s armorickou faunou se ve spodním ordoviku nacházela pražská pánev blíže Baltice než Armorika (HAVLÍČEK *et al.* 1994). Oproti pražské pánvi má totiž Armorika složením fauny typicky gondwanský charakter (COCKS 2000), ačkoliv někteří typicky gondwanští ramenonožci se objevují jak v Armorice, tak i v pražské pánvi (HAVLÍČEK *et al.* 1994). Podle Havlíčka *et al.* (1994) jsou si Perunika (pražská pánev) s Armorikou velmi podobné faciálním vývojem a složením asociací fauny. Oba terány se v kambriu nacházely ve vysokých jižních zeměpisných šířkách mezi Gondwanou na jihu a Baltikou na severu a od kambria driftovaly na sever až přes rovník ve svrchním karbonu do nízkých severních zeměpisných šířek, kam se dostaly v permu (HAVLÍČEK *et al.* 1994). Mezi nimi a Baltikou se nacházelo Tornquistovo moře, které bylo

jihovýchodní větvi oceánu Iapetus (KACHLÍK 2003). Ve spodním ordoviku byla pro pražskou pánev paleomagneticky změřena pozice na 28° j. š. (KRS *et al.* 1986).

Od arenigu se začala snižovat do té doby vysoká podobnost fauny pražské pánve s faunou Baltiky. Z toho lze předpokládat, že příčinou bylo omezení migrace mezi pražskou pánví a Baltikou. V oretanu došlo v pražské pánvi k nárůstu počtu avalonských a armorických elementů fauny (HAVLÍČEK *et al.* 1994). Podle některých prací (FORTEY & COCKS 1988) však nejsou změny v rozložení fauny určovány pouze geografickou blízkostí, protože oceány podle nich netvořily neproniknutelnou bariéru. Změny ve složení fauny tak mohly být způsobeny spíše paleoklimatickými změnami (FORTEY & COCKS 1988; HAVLÍČEK 1989).

Koncem ordoviku je opět znatelná migrace fauny mezi Baltikou a pražskou pánví, což indikuje postupné uzavírání Tornquistova moře (HAVLÍČEK *et al.* 1994). Formování Paleoevropy začalo připojováním jednotlivých teránů k Baltice. V první fázi se k Baltice (Baltický štít) připojil dnešní Malopolský štít a pravděpodobně i moravskoslezská oblast, čímž byla uzavřena část Tornquistova moře. Nedlouho poté došlo k amalganci východní Avalonie k Baltice od jihu. Následně během druhé fáze se uzavírá oceán Iapetus kolizí Baltiky (Baltského štítu a Východoevropské platformy) s Laurencií a vznikl tak kontinent Laurusie (KACHLÍK 2003).

1.3. Šárecké souvrství

Souvrství pod názvem „šárecké břidlice“ stanovili R. Kettner s O. Kodymem v roce 1919. Jako typickou lokalitu určili Šárecké údolí v Praze.

Souvrství je odrazem transgrese v podmínkách pražské pánve s různě poklesávajícími bloky. Transgrese následuje po částečné regresi, která proběhla v nejmladším arenigu (KUKAL 1962). Při této regresi se mohly vynořit a erodovat sedimenty klabavského souvrství. S bází šáreckého souvrství se mění charakter sedimentů z nevytříděných sedimentů (jejichž komponenty byly v arenigu přinášeny z nejbližšího okolí) na zralejší siliciklastické sedimenty. Klasy těchto vyžralých sedimentů byly transportovány ze vzdálenějších oblastí (KUKAL 1962).

Osní část pražské pánve obsahuje zejména jílovité břidlice a je obklopena okrajovými, méně mobilními segmenty s menší mocností sedimentů a s převládajícím ukládáním ferolitů (HAVLÍČEK 1998). Ve středu pánve je mnohem vyšší podíl jílových vrstev s malou příměsí písčitého nebo prachového denudačního detritu, v západní části pánve najdeme černé břidlice s rekrystalovanou a paralelně usměrněnou texturou (HAVLÍČEK 1998).

Polohy železných rud jsou jen zřídka fosiliferní a jen vzácně se zde najdou fragmenty schránek ramenonožců (HAVLÍČEK & VANĚK 1966). V severozápadním křídle pražské pánve jsou na bázi šáreckého souvrství fosfátové a oolitové pískovce a ty přecházejí do oolitového krevelu, ve kterém je množství převážně nevytríděného psamitického materiálu (HAVLÍČEK 1998). Především na východě pánve nalezneme ferolity v malých, laterálně omezených tělesech, které však mohou svou mocností zabrat i celý sled šáreckého souvrství (HAVLÍČEK 1998).

Na okraji pánve najdeme zejména oolitové hematity. Směrem k osní části – a tudíž batymetricky hlouběji – vznikaly pelosideritové a chamositové rudy. Podle Kukala (1962) mohly vzniknout ferolity díky špatné cirkulaci vody, čímž stoupl obsah rozpuštěného CO₂ a s tím tak došlo k poklesu pH. Díky tomuto poklesu se pak mohlo usazovat i větší množství sideritu. Pro vznik rud musel být zároveň zamezen přínos hrubšího terigenního detritu. Také byl zajištěn přínos dostatečného množství železa (KUKAL 1962). Zdrojem železa byly pravděpodobně laterické zvětralinny jílových hornin a bazaltových tufů z pobřeží (HAVLÍČEK 1998). Směrem od pobřeží k ose pánve se snižuje četnost a mocnost ferolitových vrstev, které se stále častěji střídají s vrstvami břidlic. Do 50. let 20. století probíhala v pražské pánvi těžba těchto ferolitů (HAVLÍČEK 1998).

Šárecké souvrství je velmi ovlivněné tím, jak se pánev diferenciovala na segmenty o různé subsidenci (HAVLÍČEK 1998). Ve východní části pánve se také výrazně zvyšuje mocnost vrstev šáreckého souvrství na 250–350 metrů (HAVLÍČEK 1998). Objevuje se zde místy také výrazná břidličnatost (HAVLÍČEK 1963). Horniny tu mají větší podíl písčité složky a také vyšší stupeň rekrystalizace, takže například na Žižkově a v Motolském údolí lze pozorovat počínající epizonální metamorfózu (HAVLÍČEK 1998). Na východním břehu Vltavy můžeme pozorovat roubíkovitý rozpad břidlic (např. Krčský les). Nejenom tam, ale i v Motole se také nezdávka objevují laminy

a vločky drob (HAVLÍČEK 1998). V nejvýchodnějším Barrandienu se objevují náznaky epizonální metamorfózy (HAVLÍČEK 1963)

1.4. Křemité nodule neboli šarecké kuličky

Tato část pojednává o hlavním objektu popularizace – o tzv. šareckých kuličkách. Nejprve je důležité si „kuličky“ petrologicky definovat. Podle Kukala (1962) jsou to křemité konkrce s faunou tvořené „převážně jemnozrnným až krypokrystalickým křemenem smíšeným s jílem, karbonátem, organickými zbytky a popř. i jinými součástmi.“ Je však vhodnější je označovat termínem **nodule**. Ty se od konkrce liší tím, že do sebe během růstu neinkorporují klastický materiál okolního substrátu (SELLÉS-MARTÍNEZ 1996).

Křemité nodule šareckého souvrství, jak by se tedy měly správně „šarecké kuličky“ označovat, jsou obvykle až 10 cm velké, eliptické, s častým výskytem velmi dobře zachovalé a málo deformované fosilní fauny (HAVLÍČEK & VANĚK 1966). Jsou tak velmi cenným paleontologickým materiálem, jelikož narozdíl od břidlic zachovávají fosilie bez prostorové deformace (BOUČEK 1926; HAVLÍČEK & VANĚK 1966). Na svém hladkém povrchu jsou někdy rezavě zbarveny limonitem (BOUČEK 1926). Nodule s obsahem průměrně 79 % SiO₂ (KUKAL 1962) se svou odolností liší od okolní horniny. Díky tomu hůře podléhají zvětrávání a můžeme je tak nalézt koncentrované v půdním profilu (BOUČEK 1926). To nám však nedovoluje přesně určit jejich původní stratigrafickou pozici (BUDIL *et al.* 2003).

Kukal (1962) o jejich vzniku napsal, že tyto konkrce byly původně karbonátové a silicifikovaly až sekundárně, pravděpodobně epigenezí. Vychází z několika faktorů, například, že kromě křemitých konkrce jsou velmi hojné i drobné vápnné konkrce, z nichž některé větších rozměrů jsou místy prokřemenělé. Dále upozorňuje na fakt, že vápnné schránky uvnitř jsou často selektivně silicifikované. Dále své tvrzení opírá o to, že nodule mají koncentrickou stavbu, jejíž některé vrstvy jsou bohatší na křemen než jiné. Tyto vrstvy jsou také tvořeny hrubozrnnějším křemenem. Konkrce nad 10 cm jsou téměř vždy karbonátové, a naopak konkrce menších velikostí bývají jak křemité, tak i karbonátové (KUKAL 1962).

Velmi podobné nodule ordovického stáří se kromě pražské pánve nachází i v Armorickém masívu ve Francii a na jihozápadní Sardinii (DABARD & LOI 2012). V Armorickém masívu se nodule tvořené primárně mikrokrytalickým křemenem nacházejí v jinak homogenních prachovcovo-jílovcových faciích (LOI & DABARD 2002). Vznikly během rané diagenese, o čemž svědčí velmi dobré zachování fosilní fauny (LOI *et al.* 1999).

Jejich vznik provázejí podle Loie *et. al* (1999) specifické podmínky – vznikají totiž nejpravděpodobněji při velmi pomalé sedimentaci, jelikož v takové situaci je biogenní křemík vystaven dlouhodobé expozici na rozhraní sedimentu a vody a může se tak lépe rozpouštět. Tuto hypotézu podporuje i fakt, že se v Armorickém masívu v obzorech, které jsou bohaté na křemité nodule, objevují četnější bioturbace. Bioturbace jsou odrazem menšího či pomalejšího přínosu terigenního materiálu, a tedy i pomalejší sedimentací. Vytvoření nodule by mohlo být iniciováno kombinací biogenních a sedimentologických procesů (LOI *et al.* 1999).

První zmínka o nodulích šáreckého souvrství se objevila již v druhé polovině 18. století v *Přehledu geologie z okolí Zbiroha* (JIRASEK 1786). Tato zpráva byla zapomenuta a později v polovině 19. století byly kuličky znovuobjeveny rokycanským učitelem A. Katzerem. Ten své vzorky poslal do Vídně profesorovi A. E. Reussovi, který následně informoval J. Barranda. Barrande se dvakrát neúspěšně pokusil lokalitu najít, nakonec uspěl a o svých nálezech informoval v roce 1856 (KRAFT & MAREK 1992).

Z Prahy v té době byly již známé nodule z lokality ve Vokovicích a další byly nalezeny při stavbě železnice pod Vítkovem (tehdy F. M. X. Zippe označil Vítkov jako „Žižkaberge bei Prag“) (KRAFT & MAREK 1992).

1.5. Pozdější vývoj pražské pánve

Sedimentace v pražské pánvi pokračovala plynule až do konce středního devonu. Pánev nabývala během svrchního ordoviku výrazně větší rozlohy, než zabírá dnes její denudační relikt (KACHLÍK 2003). To je výsledkem procesů pozdějšího variského vrásnění a následné

eroze (KACHLÍK 2003). Poslední doklady sedimentace v pražské pánvi máme z konce středního devonu, kdy došlo k vyzvednutí pánve a pánevního obsahu (CHLUPÁČ *et al.* 1992).

Dnešní vzhled a velikost denudačního reliktu pražské pánve je výrazně ovlivněn plastickými a křehkými deformacemi Variské orogeneze, ke kterým docházelo od svrchního devonu do spodního karbonu. Při orogenezi došlo k horizontálnímu zkrácení přibližně o 10–19 % (VACEK & ŽÁK 2017). Orogenezí, kdy se pod Barrandien z jedné strany podsouvalo Saxothuringikum a z druhé strany Moldanubikum, došlo ke zvrásnění víceméně soudržné výplně pánve, kvůli kterému má dnešní relikt pražské pánve synklinální podobu. Také kvůli tomu je v některých pracích denudační relikt pražské pánve nazýván pražskou synformou (MELICHAR 2004), kde se v křídlech nachází ordovické horniny a osní část je tvořena mladšími silurskými a devonskými horninami. Vrásky jsou v silurských a devonských horninách kratší než v ordovických (VACEK & ŽÁK 2017).

Kromě samotného zvrásnění jsou v paleozoických sedimentech přítomné četné známky křehkých deformací. Nalezneme zde řadu zlomů a přesmyků různých velikostí. Tyto zlomy byly obvykle vícekrát reaktivovány. Několik důležitých přesmyků protíná silursko-devonské horniny. Obecně jsou přesmyky hojnější na jihovýchodním křídle. (VACEK & ŽÁK 2017)

2. Fauna šáreckého souvrství

Fauna šáreckého souvrství je známá převážně z křemitých nodulí, kterým se tato práce věnovala v minulé kapitole. Mimo tyto nodule se fauna nachází i v břidlicích, avšak je kvůli kompakci sedimentu hůře zachovalá (HAVLÍČEK & VANĚK 1966). Na začátku oretanu došlo k migraci vagilní i sesilní fauny do pražské pánve, a tak se mnoho rodů, které známe z jiných oblastí už z arenigu, objevilo poprvé i v pražské pánvi (HAVLÍČEK 1998).

Havlíček (1982) ustanovil euorthisinovou asociaci (s označením společenstvo) podle rynchoneliforního ramenonožce *Euorthisina*. Euorthisinová asociace byla následně kvůli dominanci trilobitů pojata širěji a přejmenována na asociaci *Euorthisina-Placoparia* (HAVLÍČEK & VANĚK 1990). Ta je typická pro tmavé břidlice. Největší diverzita asociace je na Rokycansku v nadloži poloh ferolitů.



Obrázek 2. Trilobit *Ectillaenus sarkaensis*, lokalita Praha – Šárka, sbírky Národního muzea v Praze (foto J. Bruthansová).

Trilobiti šáreckého souvrství byli velmi ekologicky diverzifikovaní i způsobem získávání potravy. Podle Budíla *et al.* (2007) zde lze nalézt všechny trofické typy ve smyslu Forteye a Owense

(1999). Detritofágové, jako je například *Rokycanocoryphe*, se nacházejí zejména v hlubší části souvrství a filtrátoři, jako jsou například dionididi a harpetidi, se vyskytují od báze do střední části souvrství (BUDIL *et al.* 2007). Malí predátoři – *Placoparia zippei* (Boeck, 1827), *Ormathops atavus* (Barrande, 1872) (obr. 3), *Colpocoryphe bohémica* (Vaněk, 1965) (obr. 3) a *Ectillaenus* – žili nezářídka částečně či úplně pod povrchem sedimentu (BUDIL *et al.* 2007). Mezi velké predátory je podle Budila *et al.* (2007) možné s velkou pravděpodobností zařadit velké asaphidy, jako je *Nerudaspis aliena* (Barrande, 1872) a *Asaphellus desideratus* (Barrande, 1872).



Obrázek 3. Trilobiti *Ormathops atavus* (vlevo) a *Colpocoryphe bohémica* (vpravo), lokalita Praha – Šárka, sbírky Národního muzea v Praze (foto J. Bruthansová).

Mimo trilobity jsou výraznou a významnou součástí asociace *Euorthisina-Placoparia* také **ramenonožci**. Ti jsou v šareckém souvrství početně velmi hojní, avšak jsou skupinou s velmi malou diverzitou. Oproti arenigu se počet jejich druhů výrazně snížil (HAVLÍČEK & VANĚK 1990). Dominujícími mezi ramenonožci jsou pouze dva rody: *Euorthisina* (obr. 4), po které byla asociace pojmenována, a *Eodalmanella* (BUDIL *et al.* 2007). Dále se v souvrství objevují i linguliformní

ramenonožci jako je *Wosekella debilis* (Barrande, 1879) a drobná *Paterula circina* Havlíček, 1982 (HAVLÍČEK 1982; MERGL 2002).



Obrázek 4. Ramenonožec *Euorthisina moesta*, lokalita Praha – Šárka, sbírky Národního muzea v Praze (foto J. Bruthansová).

Mlži jsou v šáreckém souvrství dobře zachovaní (POLECHOVÁ 2013). Je odtud známá *Babinka prima* Barrande, 1881, která je evolučně i historicky zajímavým druhem. Nejhojnějším mlžem je ale *Redonia deshayesi* Rouault, 1851 (obr. 5), dále jsou hojně přítomni **plži** (včetně bellerophontidů), reprezentováni druhy *Sinuities sowerbyi* Perner, 1903, *Cyrtodiscus nitidus* (Barrande in Perner, 1903), *Tropidodiscus pusillus* (Barrande in Perner, 1903), *Ptychonema desiderata* (Barrande in Perner, 1907) a *Lesueurilla prima* (Barrande in Perner, 1903) (BOUČEK 1926; HAVLÍČEK & VANĚK 1966). Ze skupiny **hyolitů** jsou přítomny rody *Gompholites*, *Elegantilites*, *Pauxillites* a *Bactrotheca* (HAVLÍČEK 1998). Skupina **hlavonožců** je zastoupena zejména rody *Bathmoceras* a *Cameroceras* (HAVLÍČEK & VANĚK 1966; MAREK 1999). V souvrství jsou známy i nálezy **přílipkoců** *Barrandicella ovata* (Barrande in Perner, 1903) (HAVLÍČEK & VANĚK 1966).



Obrázek 5. Mlž *Redonia deshayesi*, lokalita Praha – Šárka, sbírky Národního muzea v Praze (foto J. Bruthansová).

Dále je velmi hojným prvkem šárecké fauny kmen **ostnokožců**. Tato skupina je v šáreckém souvrství zastoupena karpoidy rodu *Lagynocystites*, *Promitrocystites*, *Mitrocystella* a *Mitrocystites* (obr. 6) a lze například v souvrství nalézt např. i cystoidy rodu *Archeocystites* a *Balanocystites* (HAVLÍČEK 1998). Hvězdice a hadice se vyskytují méně hojně (HAVLÍČEK 1998).



Obrázek 6. Karpoid *Mitrocystites mitra*, lokalita Praha – Šárka, sbírky Národního muzea v Praze (foto J. Bruthansová).

Zajímavým elementem asociace Euorthisina-Placoparia jsou také vzácné nálezy **hrotnatců** zastoupené jediným druhem *Archeolimulus hanusi*, Chlupáč, 1963 (BUDIL *et al.* 2007). V celém souvrství jsou mimo poloh ferolitů široce rozšířeni pelagičtí phyllocaridní **koryši**, zastoupení rodem *Caryocaris* (BUDIL *et al.* 2007; CHLUPÁČ 1970; KRAFT *et al.* 2003), také lze hojně nalézt lasturnatky (HAVLÍČEK 1998).

Graptoliti jsou velmi významnou stratigrafickou skupinou. Šárecké souvrství lze podle výskytu graptoloidů rozdělit na dvě graptolitové biozóny: starší je biozóna s výskytem druhu *Corymbograptus retroflexus* (Perner, 1895), druhou mladší zónou je biozóna *Didymograptus clavulus* Perner, 1895 (KRAFT & KRAFT 1999). Celkový počet druhů graptolitů, které se vyskytují v šáreckém souvrství, je nižší než v podložním klabavském souvrství. Počet druhů graptolitů, který se objevuje na bázi souvrství a je z této stratigrafické jednotky nejvyšší, poté rapidně klesá a většina souvrství obsahuje asociace graptoloidů, které jsou značně ochuzené (BUDIL *et al.* 2007).

Na bázi šáreckého souvrství došlo k výrazné změně společenstev **chitinozoí**. Objevují se do té doby nepřítomné druhy *Cyathochitina campanulaeformis* (Eisenack, 1931), *Sagenachitina oblonga* (Benoit & Taugourdeau, 1961) a další. Oproti tomu zde chybí některé druhy chitinozoí, které se v arenigu hojně vyskytovaly, což podle Parise a Mergla (1984) ukazuje na regresi těsně před

začátkem sedimentace šáreckého souvrství. Z mikroplanktonu jsou také hojná **akritarcha** jako například rody *Pirea*, *Leiosphaeridia* a *Goniasphaeridium* (VAVRDOVÁ 1977). Vůdčím druhem je *Dicrodiacrodium ancoriforme* Burmann 1968 ex Servais, Brocke et Fatka 1996 (HAVLÍČEK 1998).

3. Virtuální naučná stezka

Naučnou stezku definuje Čeřovský a Závěský (1989) takto: „*Naučné stezky jsou vyznačené výchovně vzdělávací trasy vedoucí přírodně i kulturně pozoruhodnými územími a oblastmi. Na nich a při nich jsou charakterizovány některé významné objekty a jevy, které jsou na určených zastaveních zvlášť vysvětleny.*“

Z pedagogického hlediska je výhodou naučných stezek jejich umístění přímo v terénu, mohou tak být formou výchovy k ochraně přírody (ČEŘOVSKÝ & ZÁVESKÝ 1989) a jsou i možným zpestřením vyučování. Naučné stezky však nejsou určené jen pro mládež, ale i pro širokou veřejnost.

Šárecké kuličky vyvětrávají z matečných břidlic a díky své odolnosti se po dlouhou dobu koncentrují v půdním profilu. Proto jsou nejčastějšími nalezišti jejich sekundární lokální nahromadění při povrchu. Jejich dostupnost, respektive sběr fosilií se pak realizoval především na zemědělsky obdělávaných polích, kde se orbou dostaly k povrchu, a zvláště po deštích byly dobře viditelné. Tyto lokality ale na území Prahy musely zpravidla ustoupit rozpínající se výstavbě. Jsou to tedy dnes již zaniklá naleziště pod pražskými sídlišti. Kuličky byly objeveny také při stavbách rodinných domů nebo dálnic, např. na Chodově (HAVLÍČEK 1982).

Virtuální naučné stezky nabývají na popularitě. V České republice se jim věnuje například server dohaje.cz ve spolupráci se stránkou www.taggmanager.cz, která registruje přes 400 jednotlivých zastávek v rámci 64 různých naučných stezek. V těchto případech je stanoviště opatřeno malým štítkem s QR kódem, který uživatele navede na internetovou stránku naučné stezky. Výhodou malého štítku je, že může být instalován i na místech, která nejsou pro velké tabule vhodná. Další výhodou je, že informace si může uživatel přečíst znovu po návratu, aniž by byla nutnost se na místo informační tabule vracet, zároveň je možné informace v případě potřeby aktualizovat nebo rozšířit (https://www.taggmanager.cz/o_nas, 28.7.2020).

Text stezky musí být stručný a srozumitelný a měl by se vyhnout vědeckým pojmům a cizím slovům, která by měla být nahrazena českými ekvivalenty (ČEŘOVSKÝ & ZÁVESKÝ 1989) (například prvohorní místo paleozoický, zkamenělina namísto fosilie, ramenonožec místo brachiopod atp.).

4. Diskuze

„Šárecké kuličky“ jsou velkým unikátem díky prostorovému zachování fosilií (BUDIL *et al.* 2003) a lze na nich díky tomu veřejnosti dobře prezentovat kvalitně zachovanou vybranou faunu. Kukul (1962) hovoří o koncentrické stavbě kuliček, kterou jsem ovšem na „šáreckých kuličkách“ nepozorovala. Jedná se tedy o nodule.

Pro popularizační účel by bylo vhodné přiblížit uživateli mechanismus vzniku nodulí. Jelikož se jedná o nejbližší model, jak ze stratigrafického a funkčního hlediska, tak i pro svoji paleogeografickou blízkost (HAVLÍČEK *et al.* 1994), lze předpokládat, že nodule šáreckého souvrství mohly vznikat stejným nebo velmi podobným způsobem jako vznikaly nodule Armorického masivu. Doposud se bohužel žádný výzkum nevěnoval podobnostem a rozdílům šáreckých a armorických nodulí.

Lokality, kde byly dříve zaznamenány nálezy „kuliček“, se dnes nacházejí uvnitř aglomerací a nejsou i vzhledem ke své nepřístupnosti vhodné pro formát klasické naučné stezky. Proto je zde vhodnější uvažovat nad možnostmi méně formálních stezek, jako je právě virtuální naučná stezka.

Při psaní popularizačního textu je nutné dbát na stručnost sdělení a nezahltit čtenáře přílišným množstvím informací a cizích pojmů. Například pro zjednodušení považuji za vhodné nazývat oblast denudačního reliktu pražské pánve pouze názvem pražská pánev, přestože se v dnešní době už o pánev nejedná. Zároveň je nutné, aby i přes mnohá zjednodušení byl text odborně správný, k čemuž je potřeba sebrat data z vědeckých publikací, jak ukazuje tato práce.

Jedna z možností, jak na stezku upozornit a rozšířit její cílovou skupinu, je zapojit stanoviště stezky do hry Geocaching, kterou lze považovat za netradiční formu popularizace. Geocaching je hra „hledání pokladů“, která má své počátky v roce 2000, kdy několik nadšenců do satelitní GPS technologie vytvořilo první schránku (tzv. cache nebo také keš) a na internet umístili její GPS souřadnice (<https://www.geocaching.com>, 2. 8. 2020). Dnes je do hry registrováno přes 3 miliony uživatelů po celém světě (<https://newsroom.geocaching.com>, 2. 8. 2020). Cílem hry je pomocí GPS souřadnic

najít schránku, ve které se nachází několik drobností a zápisník s přezdívkami předchozích objevitelů schránky.

Existuje několik typů „keší“. U některých je před získáním konečných souřadnic nutné nejprve vyřešit nějakou hádanku či nalézt odpověď na otázku, aby se hráč dostal na další stanoviště. Hra Geocaching tak otevírá možnosti, kterými může přimět uživatele otevřít si ve svém zařízení virtuální naučnou stezku.

4.1. Trasa a obsah virtuální naučné stezky

Výhodou virtuální naučné stezky je její flexibilita, jelikož ji lze oproti tradičním tabulím výrazně rychleji a levněji rozšiřovat a upravovat (<http://www.dohaje.cz/o-projektu.html>, 28. 7. 2020). Jednotlivá stanoviště budou na lokalitách, kde byly v minulosti zaznamenány nálezy křemitých nodulí. Během těchto zastavení bude uživateli přiblížena paleogeografická poloha pražské pánve, její mořské prostředí a paleoekologické podmínky. Uživatel se seznámí s vybranými významnými druhy, které nalézáme ve fosilním záznamu, a s pravděpodobným mechanismem vzniku nodulí.

Často je v literatuře poloha tehdejších lokalit nedostatečně popsána, tudíž je možné si přesné místo lokality jen domýšlet s pomocí geologické mapy. Virtuální naučná stezka povede po několika vybraných lokalitách, jejichž počet je možný v případě pozitivního ohlasu i navýšit. Pro jednoduchou realizaci je vhodné začít s pěti stanovišti, která jsou navržena takto:

1. Jenerálka – cihelna Na Salátce (50,1047N; 14,3547E)

Tato lokalita byla popsána už B. Boučkem (1926). Jedná se o jediný šárecký odkryv břidlic, ve kterých se nodule nacházejí *in situ*. Díky tomu je tato lokalita neopomenutelná.



Obrázek 7. Pohled na jižní stranu odkryvu šáreckých břidlic. Cihelna Na Salátce

2. Dejvice – ulice Na Karlovce (50.1017N; 14.3828E)

Toto je jedna z lokalit, která nemá příliš podrobný popis. Stanoviště by se nacházelo na křižovatce ulic Kozlovská a Na Karlovce.



Obrázek 8. Pohled z Kozlovské ulice na ulici Na Karlovce

3. Podbaba (50.1131N; 14.3938E)

Lokalita na Podbabě je naopak jednou z lokalit s velmi konkrétním popisem polohy (RÖHLICH 1954). Jedná se o západní část obratiště tramvají na zastávce Nádraží Podbaba, kde byly nodule objeveny v roce 1953 při stavebních výkopech.



Obrázek 9. Vlevo obratiště tramvají za zastávkou Nádraží Podbaba, vpravo ulice Podbabská

4. Na Pěšinách (50.1217N; 14.4620E)

Šárecké kuličky byly nalezeny také v Kobyliších „na pahorku na sv. straně ulice Na Pěšinách při ústí ulice U Třešňovky“ (RÖHLICH 1953).



Obrázek 10. Křižovatka ulic Na Pěšinách a U Třešňovky. Pohled z ulice U Třešňovky

5. Pražačka (50.0936N; 14.4756E)

Poslední lokalitou je lokalita Na Pražačce. Tato lokalita se nacházela na severním svahu Žižkova pod budovou škol na východ od Pražačky (RÖHLICH 1960).



Obrázek 11. Pohled na svah z cesty mezi sportovním areálem Pražačka a parkem Krejčárek

Závěr

Smysluplná popularizace musí být postavena na vědeckých výsledcích. Cílem této bakalářské práce bylo tato data shromáždit a vytvořit tím podklady pro budoucí virtuální naučnou stezku po Praze, která by popularizovala geologické a paleontologické vědy.

Za objekt popularizace si tato práce vybrala křemité nodule ordovického stáří původem ze šáreckého souvrství, které jsou známé také podle svého výskytu pod názvy „rokycanské kuličky“ a „šárecké kuličky“. Tyto nodule jsou důležitým zdrojem paleontologických dat, jelikož se v nich nachází příznivě zachovalá fauna. Navíc narozdíl od šáreckých břidlic jsou fosilie v nodulích zachovány bez deformace v důsledku kompakce. Nodule jsou oproti okolní hornině odolnější a nachází se tak často vyvětralé v půdním profilu. Okolnosti vzniku nodulí nejsou zcela objasněny. Proto tato práce uvádí vědecké poznatky na příkladu obdobných nodulí z Armorického masivu a ze Sardinie.

Nodule je vhodné v rámci popularizace představit i v širším geologickém kontextu. Proto tato práce shrnuje paleogeografické poznatky o Zemi v ordoviku a představuje vědecké poznatky o vývoji pražské pánve. Část práce se také věnuje šáreckému souvrství. Důraz je kladen i na paleontologické poznatky o fauně z období sedimentace šáreckého souvrství.

Tato práce není přímou popularizací „šáreckých kuliček“, ale pouze shromažďuje podklady pro budoucí realizaci virtuální naučné stezky. V práci jsou navržena možná budoucí stanoviště stezky (obr. 7–11), která jsou umístěna na bývalých lokalitách, kde jsou známé nálezy křemitých nodulí s faunou.

Použitá literatura

- BOUČEK, B. 1926. příspěvek ku stratigrafii vrstev šáreckých českého ordoviku. *Rozpravy II.třídy české akademie* 35, 1–11.
- BRENCHLEY, P.J. & ŠTORCH, P. 1989. Environmental changes in the Hirnantian (Upper Ordovician) of the Prague Basin, Czechoslovakia. *Geological Journal* 24 (3), 165–181.
- BUDIL, P., CHLUPÁČ, I. & HRADECKÝ, P. 2003. Middle Ordovician at Praha – Červený vrch Hill (Barrandian area, Czech Republic). *Bulletin of Geosciences* 78 (2), 91–98.
- BUDIL, P., KRAFT, P., KRAFT, J. & FATKA, O. 2007. Faunal associations of the Sarka formation (middle Ordovician, Darrwilian, Prague basin, Czech Republic). *Acta Paleontologica Sinica* 46, 64–70.
- COCKS, L.R.M. 2000. The Early Paleozoic Geography of Europe. *Journal of the Geological Society* 157, 1–10.
- ČEŘOVSKÝ, J. & ZÁVESKÝ, A. 1989. *Stezky k přírodě*. 240 pp. Státní pedagogické nakladatelství, Praha.
- DABARD, M.P. & LOI, A. 2012. Environmental control on concretion-forming processes: Examples from Paleozoic terrigenous sediments of the North Gondwana margin, Armorican Massif (Middle Ordovician and Middle Devonian) and SW Sardinia (Late Ordovician). *Sedimentary Geology* 267–268, 93–103.
- FATKA, O. & MERGL, M. 2009. The ‘microcontinent’ Perunica: status and story 15 years after conception, 65–101. In BASSETT, M.G. (ed.) *Early Palaeozoic Peri-Gondwana Terranes: New Insights from Tectonics and Biogeography*. Geological Society of London, Special Publication 325.
- FORTEY, R.A. & COCKS, L.R.M. 1988. Arenig to Llandovery faunal distributions in the Caledonides. 233–246. In HARRIS, A.L. & FETTES, D.J. (eds.) *The Caledonian-Appalachian Orogen*. Geological Society of London, Special Publications 38.
- FORTEY, R.A. & OWENS, R.M., 1999. Feeding habits in trilobites. *Paleontology* 42, 429–465.
- GUTTIERÉZ-MARCO, J., SÁ, A., GARCÍA-BELLIDO, D. & 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. 1963. Tektogenetické porušení barrandienského pelozoika. *Sborník geologických věd, Geologie* 1, 77–102.

- HAVLÍČEK, V. 1981. Development of a linear sedimentary depression exemplified by Prague Basin (Ordovician – Middle Devonian; Barrandian area – central Bohemia). *Sborník geologických věd, Geologie* 35, 7–43.
- HAVLÍČEK, V. 1982. Ordovician in Bohemia: development of the Prague basin and its benthic communities. *Sborník geologických věd, Paleontologie* 37, 103–136.
- HAVLÍČEK, V. 1989. Climatic changes and development of benthic communities through Mediterranean ordovician. *Sborník geologických věd, Geologie* 44, 79–116.
- HAVLÍČEK, V. 1998. Ordovician, 41–79. In CHLUPÁČ, I., HAVLÍČEK, V. & ŠTORCH, P. (eds) *Paleozoic of Barrandien (Cambrian to Devonian)*. Czech geological survey, Praha.
- HAVLÍČEK, V. & FATKA, O. 1992. Ordovician of the Prague Basin (Barrandian area, Czechoslovakia), 461–472. In WEBBY, B.D. & LAURIE, J.R. (eds) *Global Perspectives on Ordovician Geology*. Balkema, Rotterdam.
- HAVLÍČEK, V. & ŠNAJDR, M. 1957. Faciální vývoj skidavu, llanvirnu a llandelia v Barrandienu. *Sborník Ústředního ústavu geologického* 23, *Geologie*, 549–600.
- HAVLÍČEK, V. & VANĚK, J. 1966. The Biostratigraphy of the Ordovician of Bohemia. *Sborník geologických věd, Paleontologie* 8, 7–70.
- HAVLÍČEK, V. & VANĚK, J. 1990. Ordovician invertebrate communities in black shale lithofacies. *Věstník Českého geologického ústavu* 65, 223–235.
- HAVLÍČEK, V., VANĚK, J. & FATKA, O. 1994. Perunica microcontinent in the Ordovician (its position within the Mediterranean province, serise division, benthic and pelagic associations). *Sborník geologických věd, Geologie* 46, 23–56.
- CHLUPÁČ, I. 1970. Phyllocarid crustaceans of the Bohemian Ordovician. *Sborník geologických věd, Paleontologie* 12, 41–77.
- CHLUPÁČ, I. 1988. Possible global events and the stratigraphy of the Palaeozoic of the Barrandian (Cambrian – Middle Devonian). *Sborník geologických věd, Geologie* 43, 83–146.
- CHLUPÁČ, I., BRZOBOHATÝ, R., KOVANDA, J. & STRÁNÍK, Z. 2011. *Geologická minulost České republiky*. 436 pp. Academia, Praha.
- CHLUPÁČ, I., HAVLÍČEK V., KRÍŽ, J., KUKAL, Z. & ŠTORCH, P. 1992. *Paleozoikum Barrandienu (kambrium–devon)*. 296 pp. Vydavatelství Českého geologického ústavu, Praha.
- JIRASEK, J. 1786. Versuch ueber die Naturgeschichte einiger im Berauner Kreise gelegenen Kammeralherrschaften, besonders Zbirow, Tocznyk und der anlienden im Pilsner Kreise gelegenen

Herrschaften Miroeschau und Wosek. *Abhandlungen Koeniglichen boehmischen Gesellschaft der Wissenschaften 1786*, 60–107.

KACHLÍK, V. 2003. *Geologický vývoj území České republiky*. 64 pp. SÚRAO, Praha.

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*, 53–62.

KRAFT, P., BUDIL, P., CHLUPÁČ, I., FATKA, O., KRAFT, J., MIKULÁŠ, R., MERGL, M. & BRUTHANSOVÁ, J. 2003. Fossil assemblages from the Middle Ordovician Šárka Formation at Praha – Červený vrch Hill (Prague Basin, Barrandian area). *Bulletin of Geosciences 78 (2)*. 99–101.

KRAFT, P. & MAREK, J. 1992. Nejstarší zpráva o "Rokycanských kuličkách" a skryjskotýřovickém kambriu. *Časopis národního muzea, řada přírodovědná 160 (1–4)*, 51–55.

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 Bohemian Massif. *Sborník geologických věd, Užité geofyzika 20*, 9–45.

KUKAL, Z. 1962. Petrografický výzkum vrstev šáreckých barrandienského ordoviku. *Sborník Ústředního ústavu geologického, Geologie 27*, 175–223.

LOI, A. & DABARD, M.P. 2002. Controls of sea level fluctuations on the formation of Ordovician siliceous nodules in terrigenous offshore environments. *Sedimentary geology 153*, 65–84.

LOI, A., DABARD, M.P., CHAUVEL, J.J., LE HÉRISSÉ, A., PLEIBER, G. & COTTEN, J. 1999. Les nodules silico-alumineux: une expression de la condensation sédimentaire sur une plateforme distale. *Geomatériaux*, 599–605.

MAREK, J. 1999. Ordovician cephalopods of the Prague Basin (Barrandian area, Czech Republic): a review. *Acta Universitatis Carolinae, Geologica 43*, 413–416.

MELICHAR, R. 2004. Tectonics of the Prague Synform: a hundred years of scientific discussion. *Krystalinikum 30*, 167–187.

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.

PARIS, F. & MERGL, M. 1984. Arenigian chitinozoans from the Klabava formation, Bohemia. *Review of Palaeobotany and Palynology 43 (1–3)*, 33–65.

POLECHOVÁ, M. 2013. Bivalves from the Middle Ordovician Šárka Formation (Prague Basin, Czech Republic). *Bulletin of Geosciences 88 (2)*, 427–461.

- RÖHLICH, P. 1953. Geologicko-paleontologický výzkum příležitostných odkryvů ve Velké Praze. *Zprávy o výzkumech v roce 1952*, 92–99.
- RÖHLICH, P. 1954. Geologicko-paleontologický výzkum příležitostných odkryvů ve Velké Praze (2. část). *Zprávy o geologických výzkumech v roce 1953*, 185–193.
- RÖHLICH, P. 1960. Ordovik severovýchodní části Prahy. *Rozpravy Československé akademie věd, Řada matematicko-přírodních věd 70 (11)*, 1–64.
- SELLÉS-MARTÍNEZ, J. 1996. Concretion morphology, classification and genesis. *Earth-Science Reviews 41*, 177–210.
- SERVAIS, T. & SINTUBIN, M. 2009. Avalonia, Armorica, Perunica: terranes, microcontinents, microplates or paleobiogeographical provinces?, 103–115. In BASSETT, M.G. (ed.) *Early Palaeozoic Peri-Gondwana terranes: new insights from tectonics and biogeography. Geological Society of London, Special Publications 325*.
- TORSVIK, T. & COCKS, L.R.M. 2016. *Earth History and Paleogeography*. 317 pp. Cambridge University Press, Cambridge.
- VACEK, F. & ŽÁK, J. 2017. A lifetime of the Variscan orogenic plateau from uplift to collapse as recorded by the Prague Basin, Bohemian Massif. *Geological magazine 156*, 485–509.
- VAVRDOVÁ, M. 1977. Acritarchs from the Šárka Formation (Llanvirnian). *Věstník Ústředního ústavu geologického 52*, 109–118.
- ZICHA, O., BRUTHANSOVÁ, J. & KRAFT, P. 2020. Epibionts on shells in the Šárka Formation: a sparsely occupied niche in the lower to middle Darriwilian (Oretanian, Ordovician) in the Prague Basin (Czech Republic). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 550*, 1–12.

Internetové zdroje:

- DoHáje.cz: [Online]
Dostupné na: <https://www.dohaje.cz/o-projektu.html>
[Přístup získán 28. 7. 2020].
- Newsroom.geocaching.com: [Online]
Dostupné na: <https://newsroom.geocaching.com/>
[Přístup získán 2. 8. 2020].

Geocaching.com: [Online]

Dostupné na: <https://www.geocaching.com/help/index.php?pg=kb.chapter&id=141&pgid=625>

[Přístup získán 27. 7. 2020].

Taggmanager.cz: [Online]

Dostupné na: http://www.taggmanager.cz/o_nas

[Přístup získán 27. 7. 2020].