

Jurský svět po česku

Populární filmová série o dinosaurech opět vrátila do povědomí široké veřejnosti období jury, geologické periody mezozoika přibližně před 200–145 miliony let. Jura je charakterizována vrcholným výskytem velkých sauropodních dinosaurů, prvních ptáků či dominancí nahosemenných rostlin (mezofytikum). Její význam v České republice však bývá často přehlížen. S dalším geologickým výzkumem dochází k postupnému upřesňování pohledu na juru také v naší zemi, ačkoli některé jurské skutečnosti stále vyžadují potvrzení. V tomto článku prozkoumáme vývoj poznání jurských hornin na našem území a přiblížíme si teoretický obraz „jurského světa“, což může představovat překvapivý pohled na fosilně zajímavé a rozmanité vrstvy tohoto geologického období.

Jurský svět: od Beskyd až po Šluknov
Horniny jurského stáří jsou v České republice přítomné v několika více či méně omezených oblastech (obr. 2). Nejrozsáhlejší povrchové výskyty nalezneme v rámci Vnějších Západních Karpat – především v Beskydech a jejich bezprostředním okolí. Sedimenty této části země se většinou usazovaly v relativně hlubokém moři a ne-

poskytují mnoho fosilních zbytků. Přítomnost vápnatého nanoplanktonu a jiných mikroskopických organismů však přináší celkem přesné informace o stáří karpatských hornin na našem území. V této oblasti lze navštívit také lokality s bohatými fosilními společenstvími.

Prostorově omezené výskyty jury se nacházejí na jižní a jihovýchodní Moravě.

Jednou z nejznámějších paleontologických lokalit je opuštěný lom v Kurovicích, necelých 20 km z centra Zlína. Jihozápadním směrem z tohoto místa leží Cetechovice na Hané, ze kterých též pocházejí cenné fosilie, především hlavonožců – amonitů a belemnitů. Nejjižnější místa s jurskými horninami nalezneme na Pálavě u Novomlýnských vodních nádrží.

Významné jsou i výskyty jury v Brně a nejbližším okolí. Relikty jurských hornin se nacházejí také v Moravském krasu, u obce Olomučany. V neposlední řadě se s nimi setkáme ve vzdáleném Šluknovském výběžku. První stovky kilometrů (nyní skoro 400, dříve nejspíše ještě více) mezi těmito oblastmi mohl v minulosti propojovat mořský průliv. Jeho přítomnost je naznačena hlavně nálezy jurských pazourků v horninách mladších útvarů z okolí Třince, Svitav a dalších míst mezi Moravou a severem Čech (Valečka 2019). Možné propojení mořem ale nebylo dosud spolehlivě prokázáno. Kromě povrchových výskytů je u nás jura známa z vrtů na jižní Moravě. Zdejší nikolčické vrstvy a „divácké vrstvy“, které jsou analogií grestenského souvrství v Rakousku, však na povrch nevystupují.

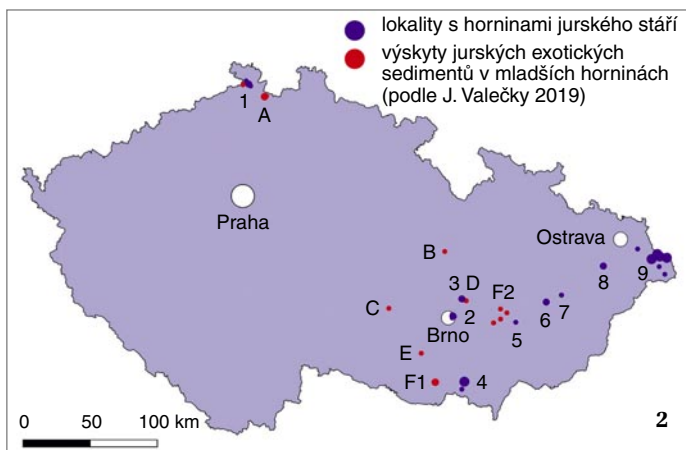
Mořské oko ze spodní jury

Český jurský svět byl čistě mořský. Jeho původní rozsah lze dnes jen těžko rekonstruovat, většina jurských uloženin byla pravděpodobně erodována v pozdějších obdobích. Při výzkumech se tak musíme spolehnout na jejich omezené povrchové výskyty a použití různorodých vědeckých metod zkoumání. Jurské relikty jsou však, pro mnohé překvapivě, časově rozmanité.

Velice zajímavým místem je dávno opuštěný lom u obce Lukoveček ve Zlínském kraji, díky romantickému vzhledu lidově zvaný Mořské oko (obr. 3). V minulosti se zde těžil nevzhledný tmavý vápenec, který byl používán ve Vítkovicích jako relativně chudý zdroj železné rudy. Na úplném počátku 20. století se na toto místo zaměřily pohledy výzkumníků. Mezi nejvýznamnější patřil univerzitní profesor Anton Rzehak (obr. 4), který si jako první povšiml především omezeného výskytu dobývaných hornin. Našel zde specifické fosilie, hlavně mlžů, amonitů a belemnitů. Jejich studiem se mu podařilo prokázat spodnojurské stáří hornin (201,4 – 175 milionů let). Sbírkový materiál z této lokality jsou dnes deponovány v Moravském zemském muzeu (MZM) v Brně.

Šlo o jediný zdokumentovaný výskyt fosiliferálních hornin spodní jury v rámci dnešní České republiky. Nejbližší podobné lokality se nacházejí na Slovensku, přibližně 55 km vzdušnou čarou leží lom Tunežice v údolí řeky Váh. Horniny u Lukovečku jsou nejspíše velkou olistostromou či olistolitem, jak označujeme bloky hornin jiného stáří v rámci odlišných vrstevních sledů. Od dob A. Rzehaka lze v literatuře dohledat pouze jednotlivé zmínky o této lokalitě, např. v textu Miloše Rakúse (1987) ze Slovenské akademie věd, a místních sběrech. Jinak toto unikátní místo leželo relativně stranou zájmu vědecké veřejnosti, zejména kvůli nepřístupnosti bloku vzhledem k pravděpodobně totálnímu vytěžení zdrojových hornin. V současnosti však dokončujeme souhrnný článek popisující faunu hlavonožců ze sbírek MZM (Geist a kol., in prep.).





Oblast/lokality Stáří [milióny let]		Severní Čechy a Sasko	Brno		Olomučany	Jižní Morava	Karpaty
			Hády	Stránská skála			
svrchní jura (malm)	150 tithon						
	155 kimmeridž		?				
	160 oxford		?				
střední jura (dogger)	165 kelovej						
	170 bathon						
	170 bajok						
	175 aalen						

1 Převrácené jurské vrstvy na lokalitě Vápenka u Krásné Lípy (Ústecký kraj) s charakteristickým střídáním dolomitických (světlejších) a jemnozrnnějších nekarbonátových (tmavších) vrstev. Foto A. Novák (Geist a kol. 2022)

2 Povrchové výskyty jurských hornin v rámci České republiky. 1 – severní Čechy (Šternberk, Vápenka, Vlčí Hora, Bílý potok aj.), 2 – Brno (Hády, Stránská skála, Švédské šance), 3 – Moravský kras (Olomučany, Rudice aj.), 4 – Pálavské vrchy a Svatý kopeček u Mikulova, 5 – Cetechovice na Hané, 6 – Kurovice, 7 – Lukoveček, 8 – Štramberk a okolí, 9 – karpatský flyš v okolí Třince (především vendryňské souvrství), A – bývalý lom na vrchu Hvozd a blízké okolí, B – Svitavy, C – Třebíč, D – Rudice, E – Moravský Krumlov, F1 a F2 – horniny karpatské předhlubně. Orig. J. Geist

3 Bývalý lom u Lukovečku na Zlínsku, zvaný dnes Doležalova skála či Mořské oko (podzim 2022). Spodno- a středně-jurské tmavé vápence jsou v současnosti již pravděpodobně vytěženy a nelze očekávat další fosilní nálezy. Foto J. Geist

4 Vysokoškolský profesor, archeolog a paleontolog Anton Rzehak. Narodil se r. 1855 v Nikolčicích na jižní Moravě. Vysokou měrou se zasloužil o vědecký výzkum v této části naší země, jeho důležitost podtrhla i výstava, která byla v r. 2023 instalována v Moravském zemském muzeu. Foto J. Kunzfeld, Archiv města Brna (fond U 5 Sběrka fotografií, sign. XVIII 178), použito s laskavým svolením

5 Zjednodušená stratigrafická tabulka zobrazující stáří jurských hornin na území



České republiky. Spodní jura z Lukovečku není vykreslena. Orig. J. Geist a P. Hýkš

6 Rostrum belemnita druhu *Hibolites hastatus* de Montfort, 1808. Rostrum představuje vnitřní schránku těl těchto druhohorních mořských živočichů, tvarem podobným dnešním olivním. Pro své složení (nízkohořecnatý kalcit) v současnosti poskytuje důležitý zdroj izotopů pro geochemické analýzy. Lokalita Olomučany, sbírky Moravského zemského muzea. Foto P. Hýkš

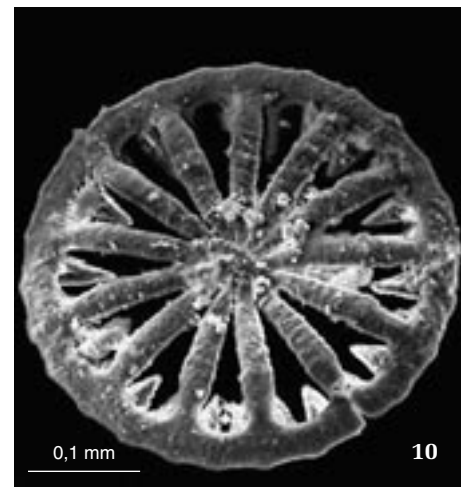
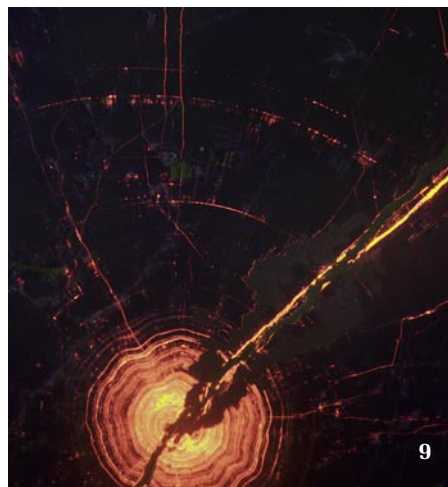
Střední a svrchní jura – pod rouškou tajemství

Od výjimečného Mořského oka se přesuneme k méně unikátním lokalitám z tohoto období. Střední jura je v České republice zastoupena především v severních Čechách a zčásti též v Brně a jeho okolí (obr. 5). Je jistě potřeba zmínit, že v obou oblastech vrstevní sledy pokračují i do mladších stratigrafických stupňů svrchní jury.

V okolí města Krásná Lípa ve Šluknovském výběžku lze nalézt bloky jurských hornin podél lužické poruchy. Ty byly s největší pravděpodobností vyzvednuty z podloží křídových hornin, které se v oblasti vyskytují (křída, jako nejdelší útvar druhohor, trvala přibližně 79 milionů let). Spolu s nimi jsou z podloží vyvlečeny ještě nefosiliferní sedimenty limnického permokarbonu. Díky tektonické aktivitě na lužickém zlomu se nacházejí ve vztčené až převrácené poloze (viz obr. 1) a poskytují nám unikátní vhled do minulosti této oblasti.

Mnoho desetiletí byly zdejší fosiliferní horniny řazeny výhradně do svrchní jury (stupně oxford a kimmeridž). Novější výzkumy však stratigrafický rozsah vrstev notně rozšířily. Dnes víme s jistotou to, co bylo popsáno již ve druhé polovině 19. století, především geology a učiteli Georgem Bruderem a Oskarem Lenzem. Oba totiž popisovali průkazné fosilie náležející střední juře. Dlouhou dobu pak nedošlo k vědecké revizi fosilních nálezů a jejich publikaci v odborných periodikách.

Nejnovější výzkumy provedli Jan Hrbek na amonitech, Katarína Holcová a Magdalena Bohutínská (rozená Holcová) na nanoplanktonu a autor tohoto článku na belemnitech. Díky získaným datům víme, že jsou zde s určitostí zachovány horniny



již od stupně bajok. Prokázáno je i jejich zachování do posledního stupně jury, titthonu (Holcová a Holcová 2016). Možné pokračování sedimentace až do křídy bylo pravděpodobné, ale prokázané nejmladší zachované horniny pocházejí ze středního titthonu (asi 147 milionů let).

V severních Čechách lze pokládat výzkum jurských hornin za dostatečný. Jinak tomu je v jiných oblastech naší vlasti. Výzkumníci z Brna, zejména Miroslav Bubík a Petr Hykš, intenzivně pracují na zjišťování stáří zdejších platformních jurských hornin, především s použitím fosilií amonitů. Již nyní je zřejmé, že se v Brně a okolí vyskytují horniny stupňů keloveje (střední jura), oxfordu a nejspíše i kimmeridže (svrchní jura). Místní vrstevní sledy jsou méně mocné než ty v severních Čechách – ve vrtech byla prokázána mocnost až 150 m. Leží na horninách především devonského stáří a tvoří denudační zbytky (výsledek eroze) původně souvislé vodní plochy, tedy zálivu, moře nebo průlivu, z jurského období.

V neposlední řadě je nutno zmínit oblast Pálavy na jižní Moravě. V kraji vína a lužních lesů na povrch vystupují horniny nejsvrchnější jury. Geomorfologicky jde o bradla – skaliska tektonického původu vzniklá erozí. Velice často se vyskytují s pozůstatky posledního moře na našem území. Omývalo zde břehy v mladším kenozoiku, až do miocénu zhruba před 15 miliony let.

Jurský svět od Brna

Nelze zde opomenout ani unikátní nález dinosaurího zubu z brněnské jury. Zcela ojedinělá fosilie suchozemského obratlovce v mořských sedimentech jako jediná odpovídá laické představě, jak český jurský svět mohl vypadat. Zachování zubu v horninách mořského prostředí však další teoretické podobné nálezy odsouvá mezi dohady a bájně příběhy. Zub byl nalezen před více než 100 lety v dnes již dávno uzavřeném lomu lokality Švédské šance (Brno-Slatina). Znovuobjevil ho až Michal Matějka (P. Hykš, osobní sdělení) a popsal Daniel Madzia, oba tehdy působící na Masarykově univerzitě v Brně. V r. 2014 Daniel zveřejnil nález ze sbírek MU v časopise Acta Palaeontologica Polonica. Navazuje na bakalářskou práci (2013). Protože přesnější určení podle jediného zubu není možné, tato neoficiálně nazvaná Moravská tetanura, podle infrařádu Tetanurae, do kterého by měla patřit, představuje pro veřejnost v daném tématu asi to nejzajímavější, co bylo z Brna popsáno.

Karpatská situace

Samostatnou kapitolou jurských hornin jsou ty pocházející z karpatské soustavy. Většinu sledů Vnějších Západních Karpat tvoří především křídové a mladší sedimenty. Typicky lze tyto horniny popsat jako hlubokomořský flyš (velkých mocností, pro které je charakteristické pravidelné střídání vrstev jílovců, pískovců a vápenců).

7 Lom Kotouč u Štamberka. V okolí tohoto města se nachází více výchozů svrchnojurských a spodnokřídových vápenců, v minulosti těžných. Velkolem poskytuje vhled do vývoje karbonátové platformy v těchto časech (Kołodziej a kol. 2023). Foto M. Kania a M. Szczęch

8 Štamberkský vápenec se zachovanou kolonií korálu rodu *Misistella*. Pro studium těchto organismů je zásadní zkoumání pomocí výbrusů a neleštěných nábrusů (na snímku), které dokážou odhalit jejich vnitřní strukturu a pomoci k bližší identifikaci. Ze sbírky Chlupáčova muzea historie Země, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy. Foto Z. Geistová

9 Výbrus rostrem belemnita o tloušťce 50 mikronů při použití metody katodoluminiscence – optického a elektromagnetického jevu, kdy elektrony dopadající na určitý materiál vyvolávají vyzářování fotonů. Sytě oranžová barva v tomto případě odráží znatelný stupeň diagenese (souhrn mnoha procesů, jež probíhají v sedimentech a mění jejich fyzikálně-chemické vlastnosti), který může silně ovlivnit výsledky geochemické analýzy pro navazující výzkumy paleoekologické a jiné. Foto J. Geist

10 Z brněnské jury kromě fosilií amonitů, belemnitů a ramenonožců pocházejí nálezy unikátních podpůrných elementů vnitřních koster holoturií – sumýšů. Foto P. Hykš a T. Kumpan (2019)

V posledních letech probíhal intenzivní výzkum hraničního intervalu mezi obdobími jura a křída v nejvýchodnější části naší země. Hranice jura/křída dosud není, jako jediná mezi útvary, stanovena (nemá svůj stratotyp). Ve vědeckém světě je nejznámější lokalitou bývalý lom u Kurovic (Zlínský kraj). Před několika lety byl možným kandidátem na definici hranice jura/křída. Zdejší hlubokomořské uložení obsahují také sporadickou (ale zajímavou) faunu, jako jsou především aptychy a rhyncholity (čelistní aparáty hlavonožců), zuby žraloků a vzácně i belemniti (Košťák a kol. 2018). Horniny tohoto intervalu, a tedy i samotné jury, najdeme především v nejbližším okolí města Třinec. Místní hlubokomořské usazeniny obsahují makrofaunu jen sporadicky. Nejčastěji lze

najít stopy po vrtavých organismech (ichnofosilie) a fosilizované mikroorganismy – plankton, dírkonošce a jiné.

Výjimkou potvrzující pravidlo je lom Kotouč u Štramberka (obr. 7). Zdejší horniny obsahují velice bohatá společenstva fosilních organismů, např. korálnatců, plžů, amonitů, belemnitů, korýšů a ostnokožců. Koráli z této oblasti (obr. 8) jsou považováni celosvětově za druhově nejbohatší v rámci svrchní jury (tithon) a křidy (ve spodní křídě pak především stupňů berriasu a valanginu). Složitá tektono-sedimentární problematika vzniku a zachování hornin okolí Štramberka není stále plně vyřešena (Vaňková a kol. 2019, 2021). Nic to však nemění na globální významnosti území z geologického i paleontologického hlediska.

Závěrem

Omezenost jurských hornin v České republice neprávem snižuje jejich význam pro vědecký svět. Díky nejnovějším výzkumům a zahraničním spolupracím mohou poskytnout cenné informace nadnárodního charakteru. Určitě se dočkáme vyřešení otázek ohledně návaznosti české jury na okolní oblasti. Znalosti a inspiraci lze hledat především v sousedních státech. Intenzivnější výzkum, nejen jurského období na našem území, zcela jistě obohatí znalosti o paleogeografické situaci v časech amonitů a „Moravské tetanury“ minimálně v rámci střední Evropy. A třeba jurský svět přestane u nás být pouze snem a děti se o něm budou učit na základních školách.

Doporučená literatura je na webu Živy.

Petr Šesták

Apomixie – nepohlavní rozmnožování za využití semen

Rostliny jsou neuvěřitelně různorodé organismy, které si vyvinuly širokou škálu rozmnožovacích strategií umožňujících jim se šířit a obsazovat nová stanoviště. Kromě tradičního pohlavního rozmnožování, k němuž rostlina potřebuje přenašeče pylu mezi květy, existuje vegetativní (nepohlavní) rozmnožování, které se naučil ve velkém používat i člověk při množení různých kulturních a okrasných rostlin. Na pomezí obou způsobů stojí apomixie, využívající pro nepohlavní rozmnožování semena. Tento článek se pokusí představit apomixii a její jednotlivé typy, poodhalí, jestli by apomixie mohla být člověku prospěšná, a dá nahlédnout do procesu vývoje rostlinného embrya (embryogeneze) a semene.

Vegetativní rozmnožování

Rostliny dokážou vytvářet nové jedince nejen pohlavním rozmnožováním, během kterého dochází ke splynutí pohlavních buněk jednoho (autogamie) nebo dvou různých jedinců, ale také nepohlavní cestou v rámci vegetativního rozmnožování. Druhý typ je výhodný, jelikož umožňuje rychlé šíření do blízkého okolí a zároveň je vzniklý jedinec klonem, tudíž má stejnou genetickou informaci jako mateřská rostlina. Pokud mateřská rostlina nese znak pro lepší přežití v daném prostředí, bude ho nést i její nepohlavně vzniklý potomek. Velkým benefitem je také to, že vegetativní rozmnožování rostlině dovoluje vyhnout se energeticky náročnému a komplexnímu procesu tvorby generativních orgánů, květů, a následnému vyživování embryí a tvorbě plodů a semen. Většina vegetativně se množících rostlin má ale současně schopnost generativní reprodukce a kombinuje oba způsoby. Především proto, že i vegetativní rozmnožování má své nevýhody. Jednou z nich je, že vegetativně vzniklé dceřiné rostliny se špatně šíří na dlouhé vzdálenos-

ti. Vysoká hustota a genetická uniformita takových populací vede k náchylnosti vůči různým chorobám, většímu ohrožení v případě přemnožení hmyzích škůdců a nižší schopnosti adaptovat se na změny prostředí.

Rostliny k vegetativnímu množení využívají různě modifikované kořeny, stonky i listy. Např. lilek brambor (*Solanum tuberosum*) přeměnil část stonku do podzemních hlíz, které v první řadě slouží jako zásobní orgány, ale zároveň, když dojde k jejich oddělení od mateřské rostliny, vyrostou v rostlinu novou (obr. 1). Dalším útvarem sloužícím k rychlému šíření jsou šlahouny (stolony). Pod tímto označením sdružujeme nadzemní stonkové a podzemní oddenkové výběžky, které rostou vodorovně se zemí a v určitém místě zakořeňují a dávají vzniknout nové rostlině. Šlahouny vytváří např. jahodník (*Fragaria*), ostružiník (*Rubus*) nebo pýr (*Elytrigia*). Přeměnou spodní části stonku a listů vznikl podzemní zásobní orgán, který rovněž umožňuje rozmnožování – cibule. Vyskytuje se převážně u jednoděložných, jako jsou cibule



1 Ukázka vegetativního rozmnožování – hlíza lilku bramboru (*Solanum tuberosum*) s vyrůstajícími klíčky. Foto P. Šesták

kuchyňská (*Allium cepa*), česnek kuchyňský (*Allium sativum*), tulipán (*Tulipa*) nebo hyacint (*Hyacinthus*). Častou okrasnou rostlinou pěstovanou na českých zahradách je mečík (*Gladiolus*), u něhož se na první pohled zdá, že také tvoří cibule. Tento útvar se však nazývá cibulová hlíza a jde o ztloustlou bázi stonku bez dužnatých šupin tvořených přeměněnými listy. Poněkud obskurní způsob vegetativního rozmnožování uplatňují některé z druhů nádotě patřících do rodu kolopejek (*Kalanchoe*). Náduť Daigremontova (*K. daigremontiana*) vytváří na okrajích listů nové dceřiné rostliny, které se po dosažení určité velikosti velice snadno odlamují a po dopadu na zem brzy zakořeňují a pokračují v růstu. Schopnosti vegetativního rozmnožování rostlin využívá i člověk v zahradnictví a při množení kulturních plodin – např. řízkováním, hřížením, očkováním nebo roubováním. A jak jsme již uvedli, zvláštní kategorií je apomixie, které věnujeme zbývající část článku.

Krátký náhled do embryogeneze – od opylení a dál

Jelikož apomixie pravděpodobně vznikla odvozením z pohlavního rozmnožování, je pro pochopení jejího fungování nezbytné si nejprve vysvětlit, jak probíhá oplození a vývoj embrya a semene během klasické