

III. MEZOZOIKUM

III. I. Trias

1 Název

Název poprvé použit v roce 1834, pro sled tří rozdílných vrstev Německu a v západní Evropě, tj. červený pískovec (Buntsandstein), lasturnatý vápenec (Muschelkalk) a pestrý slín (Keuper).

2 Časové trvání

Od 252 do 201 milionů let (= 51 Ma).

3 Stratigrafie

Trias se dělí na tři oddělení. K podrobnému členění v mořských usazeninách se využívají amoniti, kteří během triasu prodělávali rychlý rozvoj. Využívají se i konodonti, kteří v průběhu triasu již vymírají.

4 Paleogeografie a klima

Počátkem triasu existuje jediný superkontinent Pangea, ke kterému se na východě přidružují pevninské celky současné jihovýchodní Asie. V průběhu triasu se objevují náznaky rozpadu tohoto superkontinentu. V místech budoucího severního Atlantiku se objevují zlomová pásma riftové zóny, které se v juře rozšiřují do úzkého Atlantského oceánu a která oddělila Evropu od Severní Ameriky. Na východě Pangey se rozšiřuje a k západu prodlužuje oceán Tethys. Variské horstvo střední a západní Evropy je postupně zaplavováno mořem a zůstávají z něj jen malé plochy souše. Jednou z nich je území Čech a Bavorska, pojmenované Vindelická pevnina (také Vindelický hřbet).

Pangea se rozkládá od jižního až k severnímu pólu. Obrovská rozloha tohoto kontinentu umožňuje vznik širokého pásu aridního klimatu v tropické oblasti s evapority (ložiska soli) a vápenci v mělkých mořích. Humidní oblasti s uhlotvorbou jsou zatlačeny dále od rovníku.

5 Vývoj života

Složení fauny triasu je silně ovlivněno vymíráním na hranici perm/trias. Uvádí se, že na konci permu vymřelo 90 % všech druhů. V uvolněných mořských ekologických nikách dochází počátkem triasu k rychlému rozvoji amonitů, zejména se skupiny ceratitidů. Vymírají nautiloidi s přímými schránkami a objevují se belemniti jako první dvoužábří hlavonožci s částečně vnitřní schránkou. Rozvíjejí se mlži a rychle roste diverzita plžů. Ve spodním triasu zůstávají hojní rynchonellidní a

terebratulidní ramenonožci, avšak jejich význam postupně klesá. Vymírají poslední spiriferidní ramenonožci. Další bentická fauna je zastoupena šestičetnými korálnatci, útesy však tvoří spíše houby a mořské řasy. Lilijice jsou málo diverzifikované, ale jsou hojné a mají i horninotvorný význam. Vyrůstá význam ježovek. Z členovců se v mořích stávají dominantní rakovci.

Na souši ve spodním triasu dominují savcovití plazi, zejména dicynodonti. Ze skupiny therapsidů se ve středním triasu vyvíjejí dravé velké formy, z nichž se během triasu vyvinuli první savci. Diverzita plazů je v triasu vysoká. Dominují tzv. archosauři s delšíma zadníma nohama, ze kterých se v triasu vyvinuli dinosauři a pterosauři. Od středního triasu se stávají dominantní dinosauři, zpočátku menší, ale již během svrchního triasu dosahují značných velikostí. Objevují se první pterosauři a další zvláštní skupiny tetrapodů (krokodýli, želvy, plakodonti aj.). Počátkem triasu se v mořích objevují ichtyosauři, notosauři, plesiosauři a podobní rybožraví plazi, někteří s mimořádně dlouhým krkem. Z obojživelníků jsou známi poslední mimořádně velcí krytolepci. Objevují i první žáby. V mořích se převažují primitivní žraloci a kostnaté ryby.

Rostlinstvo na souši je charakteristické převahou cykasů a jinanů, vedle kterých jsou na sušších místech významné jehličnany. Ve flóře jsou časté kapradiny. Stromovité plavuně a přesličky, tak významné pro karbon a perm, se v triasu zmenšují, přesto plavuň *pleuromeia* dosahuje až dvoumetrové výše.

Biota triasu byla ke konci triasu postižena hromadným vymíráním, které však nemělo takovou intenzitu jako vymírání na hranici perm/trias. Nenávratně mizí konodonti, konulárie a poslední spiriferidní ramenonožci.

6 Trias v České Republice

Čechy ležely na Vindelickém hřbetu a většina území republiky byla souší a oblastí snosu. Tato malá pevnina, která byla pozůstatkem variského horstva, oddělovala mělká epikontinentální moře na SZ od hlubších vod oceánu Tethys na JV. V tethydní oblasti se ukládaly mohutné vrstvy vápenců, které vytvořily některé část současných vápencových Alp v Itálii a Rakousku (např. Dolomity). Oceán Tethys zasahoval jen okrajově k jv. okraji České republiky a jeho uložení z území republiky neznáme. Jezerní a říční usazeniny ze severovýchodního okraje Vindelické pevniny jsou známy z okolí Broumova. Na vrstevní ploše arkózových pískovců bohdašínského souvrství u Červeného Kostelce byly nalezeny asi 20 cm dlouhé stopy dinosaura, nálezy jiné fauny jsou sporné.

III. II. Jura

1 Název

Název je odvozen od pohoří Jura, jako útvar definován v roce 1829. Jeho mezinárodní zkratka je J. V geologických mapách bývá označován modrou barvou.

2 Časové trvání

Od 201 do 145 milionů let (= 56 Ma). Spodní i svrchní hranice jsou definovány biostratigraficky podle amonitů.

3 Stratigrafie

Jura začíná druhou největší transgresí ve fanerozoiku. Klasické rozdělení útvaru bylo na „černou“, „hnědou“ a „bílou“ juru, pojmenované jako lias, dogger a malm. V současnosti má jura tři oddělení s 11 stupni. Pro stratigrafii jury jsou nejvýznamnější amoniti a foraminifery.

4 Paleogeografie a klima

V juře nastává rozpad superkontinentu Pangey. Oceánský prostor oceánu Tethys se rozšiřuje k západu a rozděluje Pangeu na severní a jižní část. Rozevírá se severní část Atlantského oceánu, kterým se odděluje Severní Afrika od Evropy. Na jihu pomalu dochází k rozpadu Gondwany. Vznikají riftové zóny mezi Jižní Amerikou, Austrálií, Antarktidou a Indií, která se začíná vysouvat k severu.

Teplé a vyrovnané klima vedlo k zaplavení šelfů a vzniku rozsáhlých epikontinentálních moří s karbonátovou sedimentací. Za příhodných podmínek docházelo k tvorbě útesů. Tropický pás byl velmi široký, avšak v nitrech velkých kontinentů vládlo aridní klima. I v polárních oblastech bylo mírné klima.

5 Vývoj života

V moři dominují skupiny moderní evoluční fauny, nicméně některé paleozoické skupiny zůstávají stále důležité. Horninotvorný význam mají prvoci ze skupiny nálevníků, zejména *Calpionella*, která dala název kalpionellovým vápencům vzniklým z jejich vápnitých schránek. Ve svrchní juře nabývají na významu foraminifery. V mořích jury byly hojní šestičetní korálnatci, kteří se spolu s řasami a houbami podíleli na tvorbě útesů v mělkých vodách tropických moří. Bohatě se rozvíjejí mlži, zejména ústřice, hřebenatky, ostnovky a mnoho skupin plžů. Amoniti dosahují vrcholu rozvoje s řadou specializovaných typů. Hojní jsou i belemniti, známé jsou i olihně. Místy jsou hojné lilijice, přibývá ježovek a hvězdic. Hojné jsou různé typy terebratulidních a rynchonellidních ramenonožců. Časté jsou povlékové mechovky, objevují se první mechovky cheilostomátní. V moři dosáhly kostnaté ryby maximálních velikostí, ale běžné jsou i menší modernější typy. Žraloci a rejnoci jsou běžní, někteří již velmi podobní dnešním typům.

Na souši dominují dinosauři. Dosáhli v této době maximální diverzity i velikosti. K obrovským býložravým sauropodům patřili *Diplodocus*, *Apatosaurus*, *Brachiosaurus*, k dravým theropodům patřil velký *Allosaurus* i menší *Deinocheirus*. Dalším známým dinosaurem je *Stegosaurus* a mnohé další. Ve svrchní juře byly častí menší pterosauři (např. *Pterodactylous*, *Rhamphorhynchus*). V mořích dominovali velcí plazi: plesiosauři spolu s ryboještěry, specializovanými krokodýly a želvami. Ve vrchní juře se objevují první ptáci (*Archeopteryx*). Savci byli drobní, podobní hmyzožravcům.

V rostlinstvo na souši dominují jehličnany araukariového typu, jinany, cykasy, vyhynulé benetity, v podrostu převládají kapradiny. V suchozemském hmyzu nalezneme zástupce moderních ploštic, brouků, kobylek a vážek a dalšího.

7 Jura v České republice

Jura je značně rozšířena v západní Evropě, s několika epikontinentálními pánvemi, které mají podobný vývoj a podobné fauny. Spodní jura je vyvinuta obvykle jako tmavé břidlice, střední jura mívá oolitické ferolitové usazeniny, svrchní jura má karbonátový vývoj. Vývoj je obecně mělkovodní, litologicky velmi pestrý. Usazeniny jsou velmi bohaté na fosilie. Klasické jsou oblasti Bavorska (litografické vápence) a Anglie.

Čechy byly součástí vindelické pevniny a až na krátkou epizodu ve svrchní juře (stupně kelloway-kimeridž) byly celé Čechy souší. Na konci střední a počátkem svrchní jury vniklo moře podél lužického zlomu úzkým průlivem či zátokou do Čech. Drobné výskyty vápenců a dolomitů u Krásné Lípy patří usazeninám mělkého moře. Je možné, že v severních Čechách existoval průliv propojující moře na SZ v prostoru Německa s oceánským vývojem jury podél jv. okraje Českého masívu. V okolí Brna leží při jv. okraji Českého masívu mělkovodní vápence callonianu a oxfordu. Od Brna pokračují jurské vápence dále k východu pod mladšími jednotkami. Fauna v jurských horninách Českého masívu je poměrně bohatá s vůdčími amonity, mlži, houbami a ramenonožci.

Vápence okraje oceánu Tethys nacházíme i jako izolované tektonické celky odtržené od pokladu, tzv. bradla, v třetihorních příkrovech Západních Karpat. Nejznámější je bradlo Kotouče u Štramberka a bradlo Pavlovských vrchů u Mikulova. Štramberské vápence vznikly akumulací vápencového detritu v blízkosti korálových útesů a jsou mimořádně bohaté na fosilie. Kletnické vrstvy a erstbrunské vápence u Mikulova mají chudší faunu s měkkýši, ježovkami a korály. Jejich materiál má původ z karbonátové plošiny okraje oceánu Tethys.

III. III. Křída

1 Název

Název je odvozen podle velkých ložisek křídý v Německu, Anglii a Dánsku.

2 Časové trvání

Od 145 do 66 milionů let (= 79 Ma).

3 Stratigrafie

Křída se dělí na spodní a svrchní s předělem 100 MA. Starší část spodní křídy se také označuje jako neokom. Rozdělení křídy je v tabulce. Stratigrafické dělení křídy je založeno na foraminiferách a mlžích (*Inoceramus*). Vymírání souvisí s dopadem asteroidu do prostoru dnešního Yukatánu v Mexiku (kráter Chicxulub). Pro hranici křída-paleogén je charakteristická tenká tmavá vrstva v mořských usazeninách bohatá na popel a se zvýšeným obsahem iridia kosmického původu.

4 Paleogeografie a klima

V průběhu křídy dochází k rozpadu superkontinentu Pangea do kontinentů současných. Většina pevnin se nacházela v mírných a středních zeměpisných šířkách. Oblasti pólů zůstaly bez ledových čepiček. Obecně převládalo humidní a teplé klima, jehož důsledkem (i příčinou) jsou rozsáhlé plochy mělkých epikontinentálních moří.

Dochází k rychlému rozšiřování Atlantského oceánu mezi Evropou a Severní Amerikou a zrychlenému odsunutí Jižní Ameriky k západu. Jižní kontinent Gondwana se rozpadá na Austrálii, Antarktidu a Afriku. Indie a Madagaskar se od Gondwany oddělují později. Posunem Afriky k severu se zužuje oceán Tethys a začíná být tektonicky deformována oblast mezi Afrikou a Evropou. Důsledkem je počátek alpinského vrásnění. Zvýšená rychlost rozpínání Atlantského oceánu a nově vznikajícího Indického oceánu má za následek globální zvýšení mořské hladiny při hranici spodní a svrchní křídy. Toto zvýšení je známo jako cenomanská transgrese. Bylo to období s vůbec nejvyšší hladinou oceánu, kterou známe ve fanerozoiku. Předpokládá se hladina o 200 až 300 m výše nežli je v současnosti.

Tektonická aktivita alpinského vrásnění zahrnuje v Evropě predcenomanskou austrijskou fázi na kterou navazuje nejvýraznější bavorská fáze na konci křídy. V severní Americe bavorské fázi odpovídá laramická fáze. Oproti juře je křída tektonicky mnohem aktivnější. Projevuje se zvýšeným vulkanismem a zejména v prostoru Indie rozsáhlými výlevy čedičů, označovaných jako dekánské trapy (tvoří velkou část Dekánské plošiny). Masivní vulkanismus přispěl k postupnému vymírání velkých suchozemských zvířat a změnám v mořské fauně. Dopad asteroidu do karibské oblasti na konci křídy vyvolal jedno z největších hromadných vymírání ve fanerozoiku a vedl ke konečnému zániku dinosaurů, pterosaurů a dalších velkých zvířat, ke změnám ve složení mořského planktonu a vymření některých mořských skupin.

5 Vývoj života

V mořských ekosystémech dominuje moderní evoluční fauna. Dochází k rozvoji planktonických forem foraminifer. Z měkkýšů mají velký význam amoniti. Ve vyšší křídě jsou častí amoniti s rozvinutou až přímou schránkou. Z mlžů jsou významné ústřice. Stratigraficky důležité jsou velcí mlži rodu *Inoceramus*. Běžné jsou různé hřebenatky a ostnovky. Útesotvorný význam mají mlži ze skupiny rudistů. Z plžů jsou častí draví naticidi a věžule. Hojné jsou ježovky, zejména nepravidelné a ve větší

míře se objevují i hvězdice, zatímco lilijice jsou již vzácné. Z mechovek převažují mechovky cheilostomátní. Ramenonožci ustupují, lokálně však mohou být stále hojné terebratulidní a rynchonellidní formy. Z členovců jsou v mořích běžní moderní rakovci.

Na souši je běžný hmyz, objevují se první zástupci společenských blanokřídlých (vosy, mravenci, včely), termitů a motýlů. Jejich rozvoj souvisí rychlou evolucí krytosemenných rostlin od počátku svrchní křídy.

Z mořských obratlovců jsou významní žraloci a to již včetně moderních typů (*Lamna*). Z ryb převládají zástupci skupiny Teleostei, i když známe u zástupce ryb lalokoploutvých. V mořích dominují velcí ještěři s délkou až 12 metrů (*Mosasaurus*).

Mezi suchozemskými obratlovci dominují velcí dinosauři s řadou vývojových větví. Do pozadí pomalu ustupují velcí sauropodi. Draví teropodi jsou zastoupeni na všech velkých kontinentech. Velcí ankylosauři mají silný kostěný trn a pancíře jako ochranu proti velkým teropodům. Zvláštní skupinou jsou rohatí ceratopsidi s mnoha formami. Menšími lehce stavenými dinosaury jsou ornitomidi a maniraptoři. U mnoha skupin menších dinosaurů se předpokládá tělo pokryté peřím. Pterosauři v průběhu křídy dosáhli obrovských rozměrů, někteří měli rozpětí křídel 10 až 12 metrů.

Na počátku křídy se objevují hadi. Známí jsou praví ptáci, již různě ekologicky specializovaní.

Savci jsou v průběhu křídy vzácní, mají malou velikost, ale ve svrchní křídě se rozrůžňují do více vývojových linií, tj. do předchůdců pravých kopytnatců, šelem i primátů. Významní jsou multituberkuláti s charakteristicky utvářenými stoličkami. Na rozdíl od velkých zvířat nebyli savci hromadným vymíráním na konci křídy příliš postiženi vzhledem k malé velikosti těla a předpokládanému nočnímu způsobu života.

Rostlinstvo spodní křídy navazuje na rostliny jurského období. Dominují cykasy, benetity, jinany a jehličnany. V podrostu zůstávají různé kapradiny. V průběhu aptu a albu došlo k rozvoji a rychlé dominanci krytosemenných rostlin, které na konci křídy tvoří již 90 % všech známých druhů rostlin. Mluvíme o hranici mezi mezofytem a kenofytem. Ke krytosemenným patří různé myrtovité typy, vavříny, magnolie a dřeviny podobné platanům a javorům.

6 Rozšíření křídy v České republice

Vývoj ve střední Evropě je odlišný od vývoje v sz. Evropě. Český masív ve spodní křídě byl součástí souše zahrnující většinu území České republiky a Bavorska. Usazeniny křídového stáří jsou až z období svrchní křídy. Známe je z české křídové pánve a z jihočeských pánví. K jv. okraji Českého masívu v průběhu křídy přiléhá mořský prostor oceánu Tethydy. Její křídové celky jsou součástí příkrovů flyšového pásma Západních Karpat, které zahrnují i usazeniny mladšího, tj. paleogenního stáří.

Česká křídová pánev je denudačním zbytkem sedimentačního prostoru v severní polovině Českého masívu. Sahá od Drážďan po sz. Moravu. Po období sladkovodní sedimentace v řekách a průtočných jezerech z počátku cenomanu proniklo moře v průběhu tzv. cenomanské transgrese do celého území pánve, postupně rozšiřovalo svůj areál a prohlubovalo se. Ústup moře nastal během santonu již před koncem křídy. Délka mořské záplavy se odhaduje na asi 10 Ma. Mocnost usazenin je

v řádu několika set metrů, místy až okolo 1 km. Usazeniny leží víceméně vodorovně a jsou minimálně tektonicky postiženy. Výplň tvoří především klastické usazeniny (pískovce, prachovce), často s karbonátovou příměsí (slíny, slínovce, opuky, i vápence).

Nejstarší sedimenty jezerně-říčního původu (stáří apt-spodní cenoman; perucké vrstvy) poskytly jednu z nejbohatších flór křídového stáří ve světě. Kromě mnoha myrtovitých a vavřínovitých rostlin, jehličnanů a kapradin jsou známy i jinany a rostliny rostoucí v brakických vodách (*Frenelopsis*), které vytvářely porosty mangrovového charakteru. Následné mořské sedimenty (glaukonitové pískovce, opuky a slínovce) svrchního cenomanu a turonu obsahují bohaté mořské fauny s mlži, ježovkami, belemnity a amonity. Pozoruhodné jsou tzv. příbojové facie mezi Rakovníkem a Kutnou Horou. Jsou to zachovalé zbytky původního skalnatého pobřeží. Fauna zachovaná v prohlubních pobřežních skalisek je tvořena ústřicemi, měkkýši, ježovkami, žraločími zuby a dalšími spíše menšími fosiliemi. Turisticky atraktivní pískovcová skalní města tvořená kvádrovými pískovci, zejména jizerského souvrství, se rozprostírají při severním okraji české křídové pánve. Zdrojem písku byl vystupující ostrov současných Krkonoš. Kromě ryb nejsou zbytky obratlovců křídového stáří v Čechách časté. Mimo vzácné zbytky mořských ještěřů rodu *Mosasaurus* známe kosti dinosaurů se skupinu iguanodonů a pterosaura *Ornithocheirus*.

Jihočeské pánve, tj. pánev třeboňská a českobudějovická, mají jako nejstarší usazeniny sladkovodní svrchnokřídové sedimenty klikovského souvrství. Poměrně vzácné nálezy rostlin ukazují na teplé a vlhké klima s porosty myrtovitých, vavřínovitých a dalších krytosemenných rostlin.

Křídou Západních Karpat tvoří spodnokřídové vápence a flyšové sedimenty, s častou anoxickou sedimentací a podmořským vulkanismem. Celky byly intenzivně zvrásněné v průběhu alpinského vrásnění. Litofaciální vývoj křídového území je velmi složitý, s mnoha souvrstvími. Nejběžnější fosiliemi jsou amoniti, v mělkovodních usazeninách jsou i bohatší fauny (kopřivnické vápence u Štramberka). Na Pavlovských vrších u Mikulova na jižní Moravě leží usazeniny svrchní křídové na jurských vápencích. Fauna vápenných jílovců klementskeho a nadložního pavlovského souvrství obsahuje mlže, plže, ježovky a ramenonožce.