

Karbonátové šelfy

Základní klasifikace: Marinní karbonátové sedimenty

Litologie, struktury a textury

Biogenní karbonátové nárůsty in situ (boundstones; velká škála struktur spojených s růstem horninotvorných organizmů)

Karbonátové slepence (rudstones, vznik často mechanickou destrukcí biogenních nárůstů)

Karbonátové písky/pískovce - kalciarenity (grainstones, packstones; bioturbované, gradace, šikmé, hřbítkovité, konvolutní zvrstvení či laminace)

Karbonátové kaly/kalovce – kalcilutity (wackestones, lime mudstones; bioturbované či laminované)

Sedimentační prostředí

V mělkých mořích tropických oblastí, která jsou izolována od výrazného přínosu terigenního materiálu, může docházet k vysoké biogenní, méně často abiogenní produkci karbonátového materiálu. Taková mělkomořská šelfová prostředí rozkládající se od březní linie k okraji šelfu se nazývají **karbonátové šelfy** či **karbonátové platformy**. Na základě morfologie lze rozlišovat několik typů karbonátových platforem. Nejjednodušší typ je **karbonátová rampa**, která se pozvolna svažuje do hlubokomořského sedimentačního prostředí a je analogií siliciklastického šelfu. Podobné byly i **epeirické platformy**, situované v mělkých epikontinentálních mořích především během mesozoika (dnes takové prostředí díky nízké hladině oceánů neexistuje). Charakteristickým typem karbonátových šelfů jsou **hrozené karbonátové platformy**, které mají často rozsáhlé mělké a ploché předútesové pole a na svých vnějších okrajích karbonátový útes, který se prudce svažuje do pánve. Dalším typem sedimentačního prostředí karbonátových hornin jsou **izolované platformy**, tedy karbonátové lavice či atoly a hlubokovodní **kalové kupy**.

Jak už bylo uvedeno, prostředí **karbonátové rampy** se směrem od pobřeží pozvolna prohlubuje, se sklonem většinou kolem 1°. V závislosti na hloubce se v různé míře uplatňuje dmutí, vlnění a bouřková činnost, které ovlivňují distribuci sedimentů. V příbřežních zónách ramp (*proximální rampa*) s dominantním dmutím sedimentují hrubozrnnější facie v korytech a kalové facie na tidálních plošinách. Při dominanci vlnění vznikají na proximální rampě v místech s největší energií příbřežní valy nebo kopy z hrubozrnných klastů (oolitické či bioklastické šikmo zvrstvené kalciarenity), mezi nimiž a pobřežím vznikají plochy chráněné před vlněním, a od otevřeného moře výrazněji uzavřená prostředí, laguny, kde sedimentují kalové lagunární facie. Lagunární sedimenty nejsou za normálních okolností vlnově ovlivněné díky bariéře. Pokud je v lagunách dostatek kyslíku (laguna např. komunikuje s otevřeným mořem), jsou lagunární kaly výrazně bioturbované, zatímco při nízkém obsahu kyslíku mohou být laminované. Laminace může být také spojena s mikrobiálními koberci, vznikajícími ve vysychajících lagunách. Hluběji, pod bází normálního vlnění (*střední rampa*), vyznívá vliv mělkomořských procesů na přepracování a distribuci sedimentů a roste význam epizodické bouřkové činnosti. Při ní je do klidného prostředí s pomalejší jemnozrnnou sedimentací dopravován z příbřeží hrubší bioklastický aj. materiál ve formě tempestitů, které mohou mít typické hřbítkovité zvrstvení. Pomalá kalová sedimentace bez vložek tempestitů pak probíhá v nejhlubších částech rampy, pod bází bouřkového vlnění (*distální rampa*) u **homoklinálních ramp**. Pokud se však jedná o **distálně strmější rampu**, dochází na svažitých částech běžně k podmořským skluzům a sedimentaci z turbiditních proudů (viz. kapitola hlubokomořská karbonátová sedimentace). V distálnějších částech rampy, v místech s větším přínosem živin

z hlubokovodních vzestupných proudů, mohou vznikat **kalové kupy**. Jedná se o akumulace vápenného kalu, který je zachytáván v síti řasových, mechovkových a dalších nárůstů (vznik vápenců typu bindstone). Kalové kupy představují jakési hlubokomořské útesy.

V místech, kde se láme mělká vnitřní část šelfu v prudší svah, je energie vlnění nejvyšší a za dalších příznivých podmínek (viz) se zde daří tzv. útesotvorným organismům. Intenzivním narůstáním těchto organismů vzniká vlnění odolný **útes**, který tak dává vzniknout tzv. **hrazené karbonátové platformě**. Analogií útesu může být vznik mohutných bioklastických a oolitických mělčin při hraně šelfu. Mezi útesem a pobřežím, stejně jako u mělkomořských siliciklastických sedimentárních systémů a karbonátových ramp, vznikají laguny, kde sedimentuje především jemnozrný materiál. Na rozdíl od rampových lagun mají laguny hrazených karbonátových platform mnohem větší rozlohu. Pokud je útes kontinuální a laguny jsou úplně odříznuty od otevřeného moře, dochází zde k sedimentaci karbonátového kalu. Častá je zde evaporace a ve výrazně aridním klimatu vznikají sabhky, které jsou typické sedimentací evaporitů a mikrobialitů (sedimenty vzniklé růstem bakterií). V případech, kdy není útes celistvý či je výrazné dmutí, projevuje se činnost vlnění či tidálních proudů. Díky nim mimo karbonátových kalů sedimentují, především při vnějším okraji laguny, hrubozrnější facie (s materiálem z rozrušeného útesu). Materiál těchto hrubozrných facií pochází z rozrušovaného útesu (destrukce biotická či mechanická), a mimo vnějšího okraje laguny je především transportován z útesu přes okraj šelfu, kde vytváří útesový **talus** (osyp). Dále jsou pak nelitifikované nebo více či méně litifikované akumulace šelfového materiálu transportovány po karbonátovém svahu do hlubších částí pánve.

Izolované karbonátové platformy jsou podobné hrazeným karbonátovým platformám a lze u nich rozlišit zaútesové lagunární, útesové a předútesové sedimentační prostředí. Významné mohou být také oolitické či bioklastické mělčiny (hluboké první metry, s rozlohou mnoha čtverečních kilometrů) chráněné útesy před vlněním. Na rozdíl od hrazených platform však nekomunikují přímo s pevninou, a rostou na starých potopených platformách (lavice) či typicky na vulkanických elevacích (atoly).

Vztahy k jiným sedimentačním prostředím

Jak již bylo uvedeno, některé typy karbonátových šelfů jsou analogií šelfu siliciklasického. Jsou to především **karbonátové rampy** a **epirické platformy**.

Geografický výskyt

Vznik karbonátových mělkomořských sedimentů je spjat se širokou škálou faktorů, které musí dosáhnout určité rovnováhy, aby mohlo docházet ke karbonátové produkci. Pokud jsou tyto podmínky splněny, karbonátová produkce může dosáhnout závratných rozměrů. Stačí však aby jeden z faktorů změnil svou intenzitu, rovnováha zmizí a karbonátová produkce se zastaví. Hlavním faktorem produkce karbonátů je hloubka vodního sloupce, na které je závislé prosvětlení, míra proudění či prokysličení. Dalším faktorem je vzdálenost od zdroje přínosu terestrického materiálu, který ovlivňuje množství obsahu živiny a míru zakalení. Přínos živin, teplota a prokysličení může být také výrazně ovlivňováno vzestupnými hlubokomořskými proudy (upwelling). Ideální konfigurací pro nejvýraznější karbonátovou produkci (spjatou se vznikem biogenních útesů) je hloubka v prvních metrech, velmi nízký přísun siliciklastického materiálu a živin, vyšší míra proudění a prokysličení. V místech, kde je tato konfigurace dosažena vznikají biogenní karbonátové útesy, tedy nárůstové stavby, složené převážně z bentických organismů, které běžně symbiontují s řasami. Během evoluce života na Zemi se organizmy budující tyto útesy mění, čímž se mění také detailní styl těchto

útesů. V dnešní době a v kenozoiku vůbec převládají koráli a vápnité řasy, v mesozoiku to byli např. koráli, řasy a mlži rudisti, v mladším paleozoiku mechovky s řasami, ve spodním paleozoiku stromatopory, koráli a řasy a na úplném počátku paleozoika, v kambriu, především archeocyāti a řasy.

Sedimenty karbonátových šelfů v geologické minulosti českého masivu

- devonské vápence barrandienu (např. pražské souvrství – koněpruské vápence) a Moravského krasu (macošské souvrství)
- platformní jura v okolí Brna

Literatura

Flügel, E. (2004): *Microfacies of the Carbonate Rocks : Analysis, Interpretation and Application.* – 976 pp., Springer.

Hladil, J. (1996): *Karbonátová sedimentární tělesa.* Skripta. Masarykova universita, Brno.

Kukal, Z. (1986): *Základy sedimentologie.* – 466 pp., Academia.

Nichols, G. (2009): *Sedimentology and Stratigraphy.* – 411 pp., Wiley Blackwell. Druhé vydání.

Tucker, M. E. (2010): *Sedimentary Rocks in the Field. A Practical Guide.* Wiley. Čtvrté vydání

Tucker, M. E. – Wright, P. V. (1991): *Carbonate sedimentology.* – 482 pp., Blackwell Science.