

Neživá příroda 2

Cvičení 8

Podzemní voda

Exogenní činnost oceánů

Podzemní voda

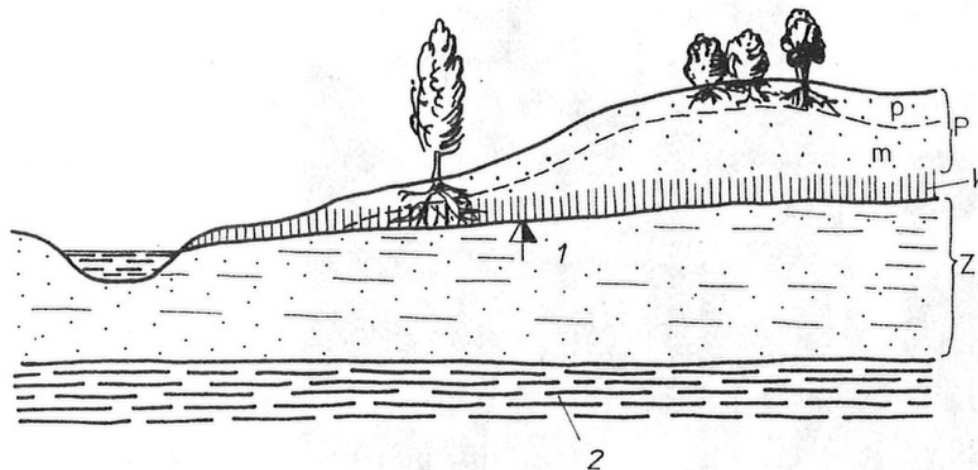
Srážková voda vytváří vsakem do horninového prostředí podzemní vodu. Voda v horninovém prostředí může být **vadózní** (z povrchu) nebo **juvenilní** (z magmatu). Hromadí se v pórech, dutinách nebo puklinách.

Pásma provzdušnění: půdní a kapilární voda bez souvislé hladiny a proudění.

Pásma nasycení: podzemní voda se souvislou hladinou nad nepropustnými horninami (izolátory).

Horniny a zeminy propouštějící vodu jsou **kolektory**. Jsou-li volné prostory vyplněny vodou, mluvíme o **zvodni**.

kolektor + zvoděň = zvodněný systém



Pohyb podzemní vody

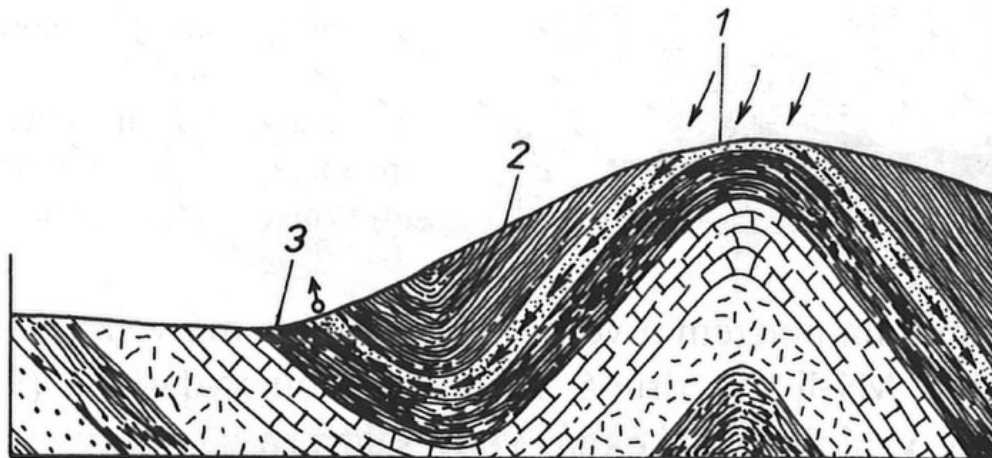
Výška hladiny podzemní vody kolísá v závislosti na srážkách, infiltraci, teplotě a tlaku vzduchu. Hladina většinou kopíruje zemský povrch. Kde se hladina podzemní vody protíná s povrchem vzniká **pramen**.

Typy propustnosti hornin:

- ✓ průlinová – voda prochází póry horniny (písky, šterky, pískovce)
- ✓ puklinová – soudržné horniny se systémem puklin nebo břidličnatosti
- ✓ dutinová (kavernózní) – voda se pohybuje dutinami (krasová oblasti).

Podzemní voda je ve stálém pohybu, obvykle cm/den až m/rok.

Rychlost proudění závisí na porozitě hornin, propustnosti a hydraulickém gradientu.

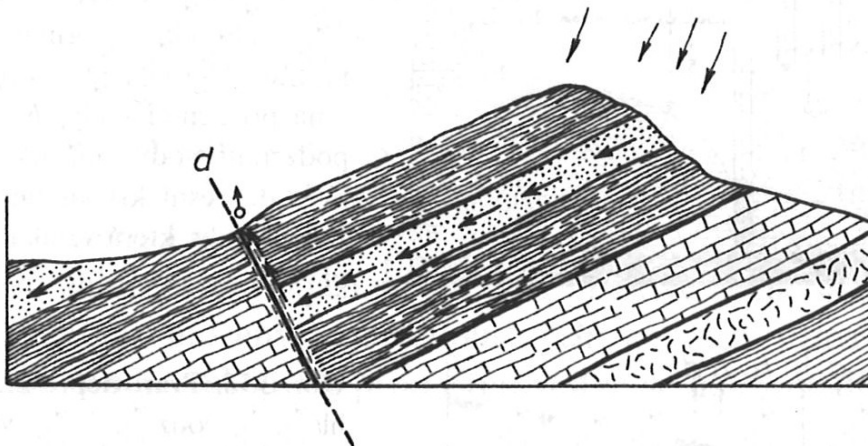
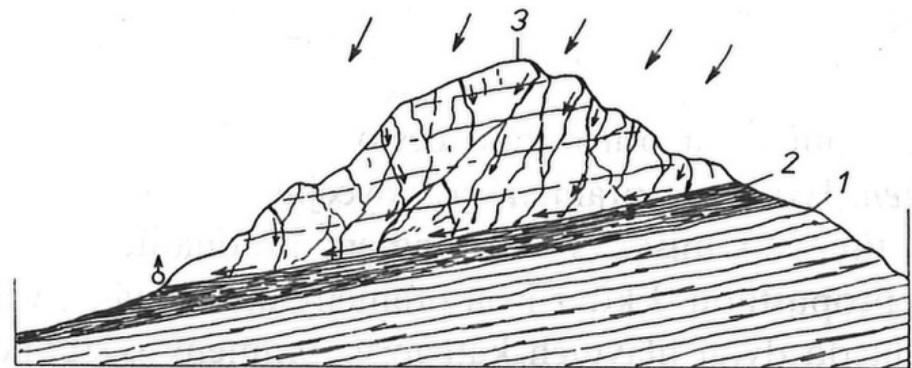


Prameny podzemní vody

Pramen je místo, kde podzemní voda vyvěrá na zemské povrch. Podle mechanismu vývěru a geologické stavby rozlišujeme prameny sestupné a výstupné.

Prameny sestupné

Na horním konci kolektoru vsakuje srážková voda, na spodním konci vyvěrá. Existuje několik typů pramenů: údolní, vrstevní, suťové nebo vyvěračky.



Prameny výstupné

Podzemní voda je podle zlomové linie nebo nepropustné vrstvy nucena vystupovat na povrch.

Vlastnosti podzemní vody

Voda vsakující do horninového prostředí se obohacuje o různé látky. Rozpuštěné látky určují **tvrdost** podzemní vody.

Tvrdost *všeobecná* – vyjadřuje celkový obsah uhličitanů, síranů a jiných solí Ca a Mg.

Tvrdost *přechodná* (uhličitanová) – je určována hydrogenuhličitanu Ca a Mg, lze ji odstranit varem (rozklad na uhličitanu + CO₂).

Tvrdost *trvalá* (síranová) – je určována obsahem síranů Ca a Mg – lze odstranit jen chemicky.

V praxi je důležitá uhličitanová tvrdost vyjádřena v německých stupních tvrdosti (10 mg CaO v litru). Pod 8 něm. st. jsou *vody měkké*, nad 18 něm. st. *vody tvrdé*.

K měkkým vodám řadíme dešťové, říční a jezerní.

Agresivní vody – obsahují volný oxid uhličitý.

Minerální vody obsahují v 1 litru minimálně 1 g rozpuštěných minerálních látek.

Činnost vody v krasových oblastech

Povrchové i podzemní vody mohou snadno rozpouštět uhličitánové, síranové nebo evaporitové horniny a vytvářet velmi specifické **krasové oblasti**.

Rušivá činnost podzemní vody

Rozpouštěním a různými typy eroze jsou převážně ve vápencových horninách vytvářeny četné morfologické tvary, vyvinuté do složitých systémů jeskyň a podzemních toků.

Základem je *reakce vody a oxidu uhličitého s vápencem*, za vzniku rozpustného hydrogenuhličitanu vápenatého.

Tvořivá činnost podzemní vody

Vysrážením rozpustného hydrogenuhličitanu vápenatého vznikají různé krasové tvary (krápníky, sintry). Podzemní toky mohou ukládat podzemní (jeskynní) sedimenty (štěrk, písky, jíly).

Povrchové jevy zvětrávání vytváří tzv. **exokras**, podpovrchová činnost vody formuje tzv. **endokrasové** struktury.

Povrchové krasové jevy I

Povrchová koroze vápenců probíhá nejintenzivněji v prvních okamžicích kontaktu se srážkovou vodou a to v místech, kde voda rychle stéká po vápencovém povrchu. Ploché povrchy a půdní profily zpomalují korozní reakce.

Rozpouštění vápenců neprobíhá rovnoměrně, rychlejší je zejména podél puklin a roli hraje také složení horniny. Na povrchu vznikají hrotovité, hřbetovité nebo žlábkovité útvary označované jako **škrapy**. Jejich hloubka může v humidních oblastech dosahovat až 10 m.

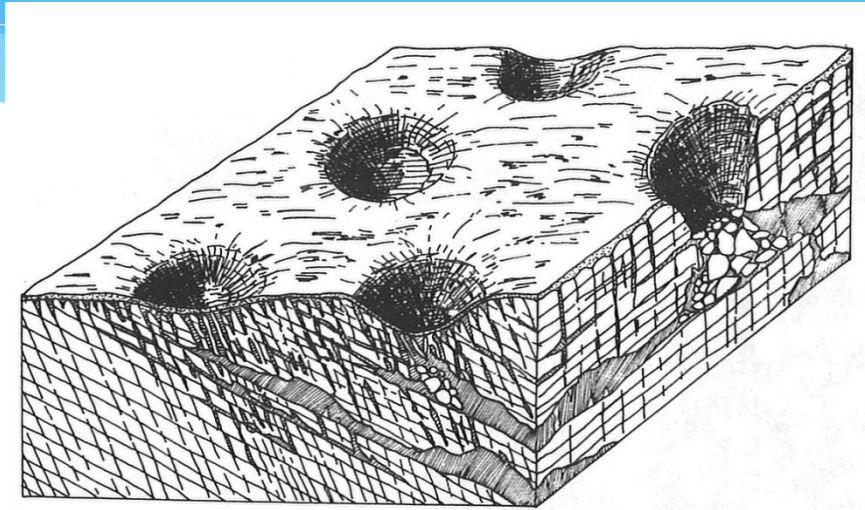


Pokrývají-li škrapy souvislejší území, používá se označení **škrapové pole**. Na dně škrapů se někdy hromadí nerozpustné zbytky s vysokým obsahem železa nebo hliníku, které tvoří hlíny označované jako **terra rosa**.

Povrchové krasové jevy II

Běžným povrchovým projevem rozpouštění krasových hornin jsou kuželovité deprese s kruhovým nebo oválným tvarem označované jako **závrty** (mezinárodní termín doliny).

Hloubka závrťů kolísá od několika metrů až po několik set metrů. Svahy bývají v mírném pásmu středně strmé, v humidních tropických oblastech mohou být i svislé.



Dno závrťů může být pokryto sedimenty, většinou je však propojeno s podzemním systémem. Nejčastěji vznikají závrty rozpouštěním vápenců, méně často je to propadnutím jeskynních stropů. Spojením více závrťů vedle sebe vzniká kotlina s označením **úvala**. V teplejších oblastech mohou vznikat rozsáhlé deprese s označením **polje**.

Povrchové krasové jevy III

Svislé dutiny ústící na povrch se označují jako **propasti**.

Vznikají zřícením jeskynního stropu a jejich hloubka může být od několika metrů do stovek metrů. Některé propasti mohou mít stupňovitý charakter, jiné mohou ústít na dno jeskyně (jeskynní propast). V některých případech dochází k jejich zatopení podzemními vodami.



Povrchové krasové jevy IV

Mnoho výrazných morfologických tvarů vytváří v krasových oblastech povrchová říční voda. V okamžiku, kdy se dostane na podloží rozpustných hornin, dochází k jejímu postupnému pronikání do podzemí.

Místem přechodu povrchového říčního toku do podzemí je **ponor**, který bývá často umístěn na konci **slepého údolí**. Pokud vodní tok vniká do podzemí s velkým spádem, používá se pojem **propadání**. Vodní tok se z podzemí dostává na povrch v místě, které označujeme jako **vyvěračka**.



Rudické propadání



Ponor Punkvy

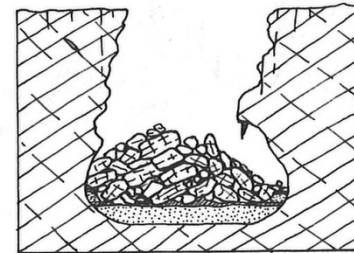
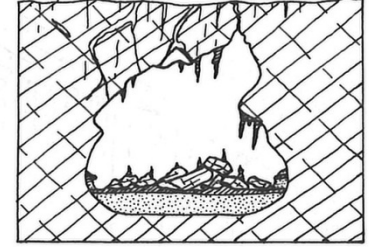
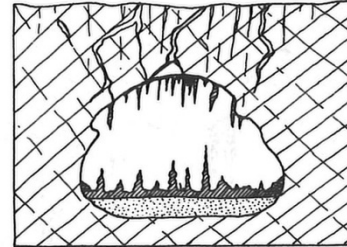


Vyvěračka pod Býčí skálou

Podzemní krasové jevy I

Mezi endokrasové jevy počítáme procesy vedoucí ke vzniku podpovrchových forem a tvarů. Většina z nich je spojena s prouděním podzemní vody nebo chemickými reakcemi těchto vod.

Podzemní voda způsobuje postupné rozpouštění vápenců, zejména podél vrstevnatosti nebo puklin. Během dlouhodobých procesů dochází k rozšiřování podzemních prostor, které vedou až ke vzniku krasových **jeskyní**.



Podzemní vodní tok vytváří říční koryto a působí erozivně i chemicky na okolní horniny. Pokud voda zcela vyplňuje podzemní prostor, vnikají **eforační chodby**. Vířivý pohyb vody v těchto chodbách způsobuje ve stropní části vznik tlakových **obřích hrnců**.

Podzemní krasové jevy II

Voda protékající podzemním prostorem obsahuje rozpuštěný hydrogenuhličitan vápenatý, který se může za určitých podmínek srážet a vytvářet tak vápenaté **sintry**.

Při dlouhodobém srážení vzniká postupně útvar označovaný jako **krápník**. Je tvořen kalcitem a pokud je zásobován skapovou vodou potřebného složení, dochází k jeho postupnému růstu.

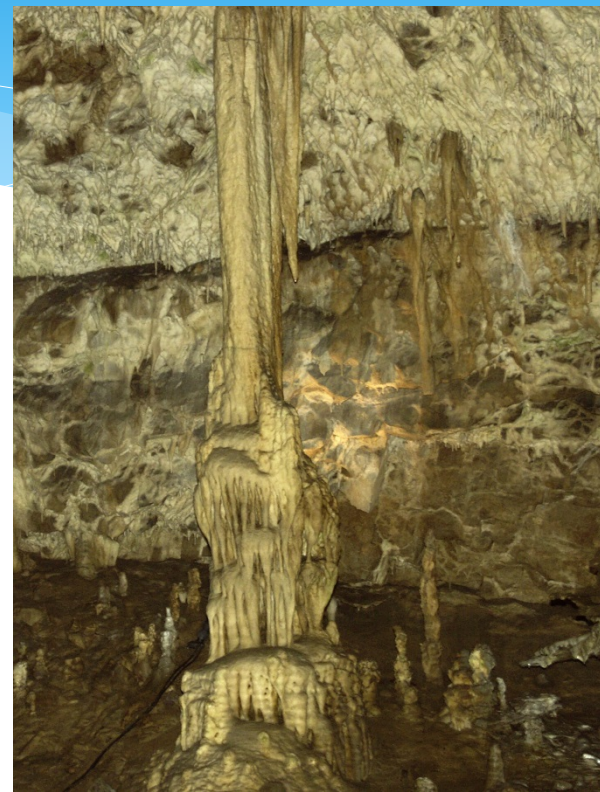


Stalaktity vyrůstají ze stropu jeskyně směrem dolů a mají velké množství forem. Nejjednodušší je tenkostěnné brčko. Běžné krápníky se většinou od stropu směrem ke svému konci zužují, takže mají většinou kónický tvar.

Podzemní krasové jevy III

Tvary krápníků závisí na množství skapové vody, místě jejich růstu, proudění vzduchu a mikroklimatických podmínkách.

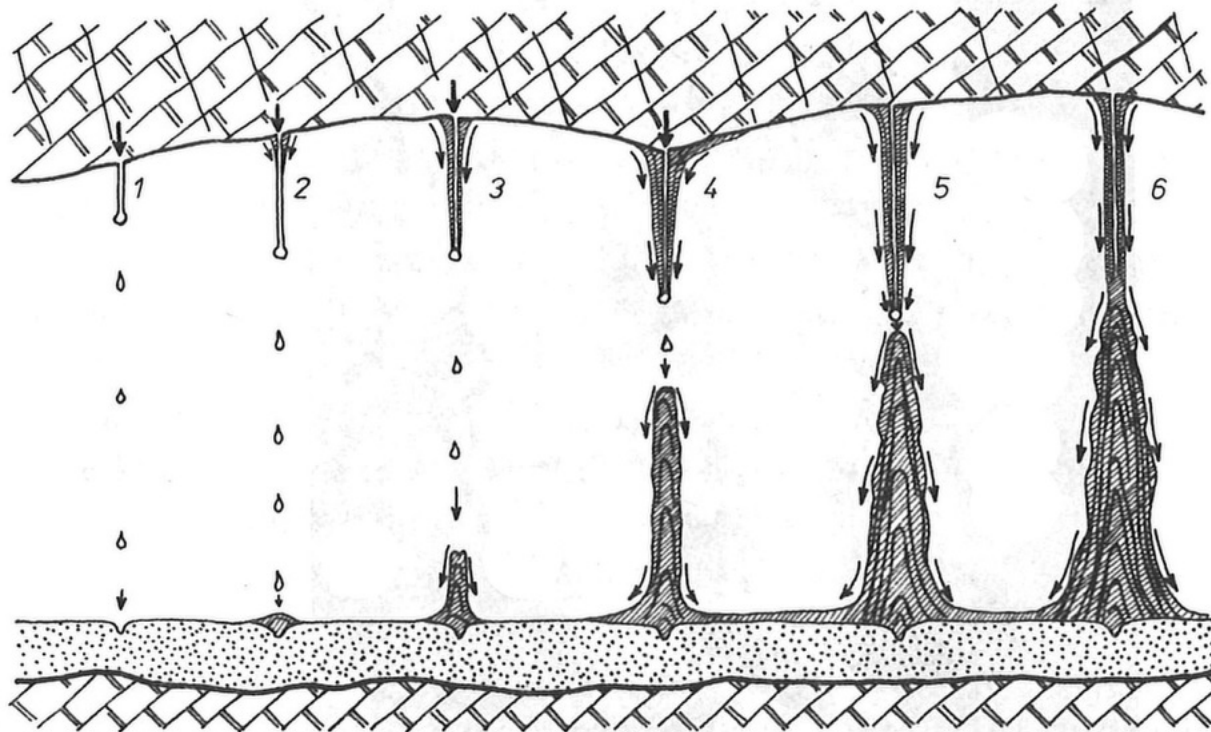
Stalagmity vyrůstají ze dna jeskyně a zdrojem jsou pro ně skapové, stojaté nebo tekoucí vody. Tvar bývá kuželovitý, rozložitý nebo může mít tvar pagod a svícňů. Tyto krápníky nejsou na rozdíl od stalaktitů duté.



Stalagnáty jsou sloupovité krápníky vzniklé propojením stalaktitu a stalagmitu.

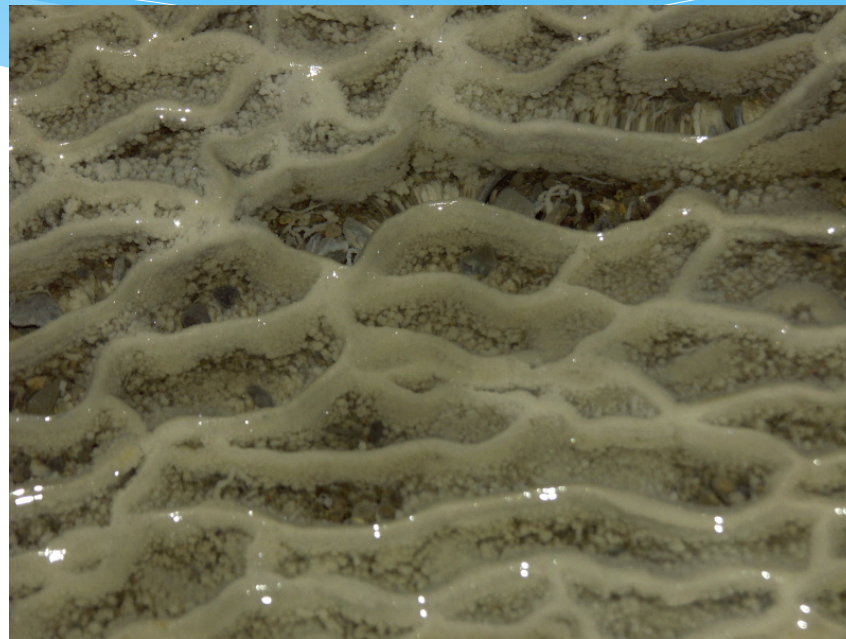
Podzemní krasové jevy IV

Vznik různých typů krápníkové výzdoby:
brčka, stalaktity, stalagmity a stalagnáty.



Podzemní krasové jevy V

Rychlost růstu krápníků a sintrových tvarů je závislá především na množství protékající vody a jejím nasycení rozpustným hydrogenuhličitánem. Obvykle bývají přírůstky do 4 mm za rok.



Kromě krápníků mohou vnikat i jiné sintrové útvary. Na stropěch a stěnách jsou to **sintrové povlaky**, na vodorovném podkladu vznikají **sintrové kůry**. Je-li podklad svažité, vznikají **sintrové hrázky** nebo **misky**. V egutačních jamkách mohou drobné klasty sloužit jako základ pro vznik **jeskynních perel** – sintrových kuliček o velikosti do 3 cm.

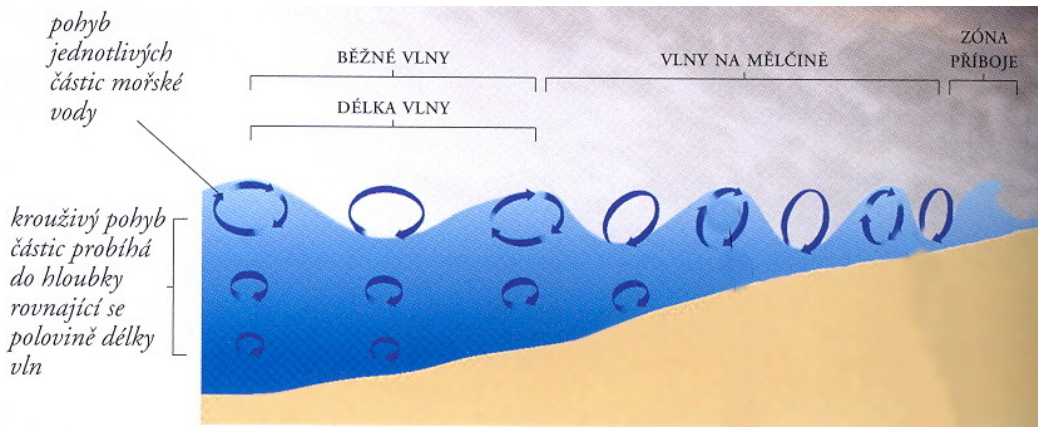
Pohyb mořské vody – vlnění I

Mořská voda je v neustálém pohybu, který je způsoben vlněním mořské hladiny, mořskými proudy a slapovými jevy (příliv, odliv). Soustavná mořská exogenní činnost je patrná především na pobřeží a zahrnuje erozi, transport a sedimentaci materiálu.

Vlnění mořské vody na hranici oceán – atmosféra je vyvoláno větrem (eolické vlny). Vlny přenášejí velké množství energie na poměrně velké vzdálenosti.

Každá vlna na mořské hladině může být popsána vlnovou délkou, výškou vlny (amplituda), periodou vlny (čas, za který projde určitým místem právě jedna vlna, na pobřeží obvykle kolem 10 s) a frekvencí vlny.

Strmost vlny je pak definována jako podíl výšky vlny a její vlnové délky a pokud hodnota překročí $1/7$, vlna se láme.

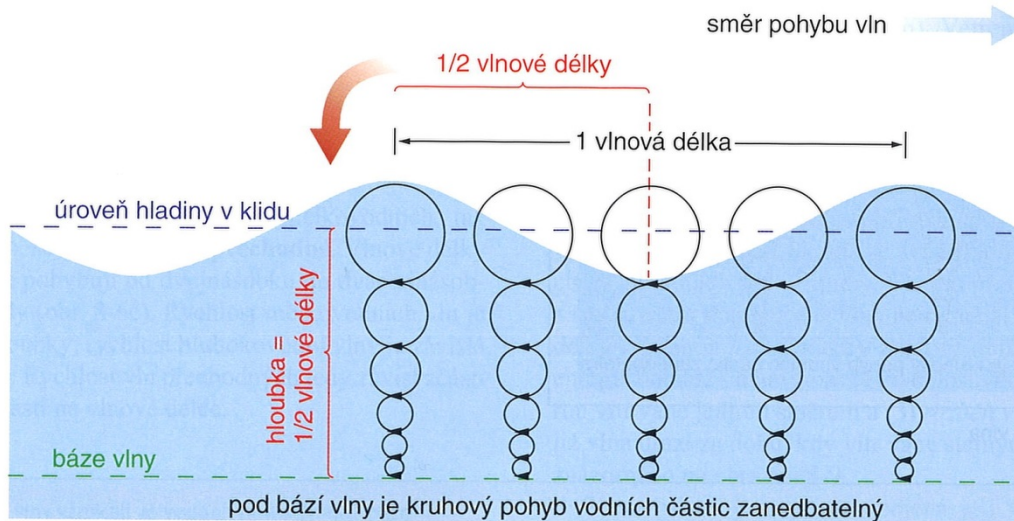


Pohyb mořské vody – vlnění II

Energie vlnění je předávána kruhovým pohybem vln, vlastní voda zůstává na místě.

Poloměr kruhové dráhy odpovídá výšce vlny, směrem do hloubky kruhový pohyb vody slábne až na bázi vlny, tj. v hloubce jedné poloviny vlnové délky povrchové vlny. V závislosti na síle a směru větru vzniká na mořské hladině **nucené vlnění**.

Většinou je maximální výška vln kolem dvou metrů (to odpovídá vlnové délce asi 14 m), v extrémních případech až 30 metrů. Pokud vlny opustí oblast vzniku a poklesne rychlost větru, přecházejí do **volného vlnění**, které je tvořeno stejnoměrnými a symetrickými vlnami.

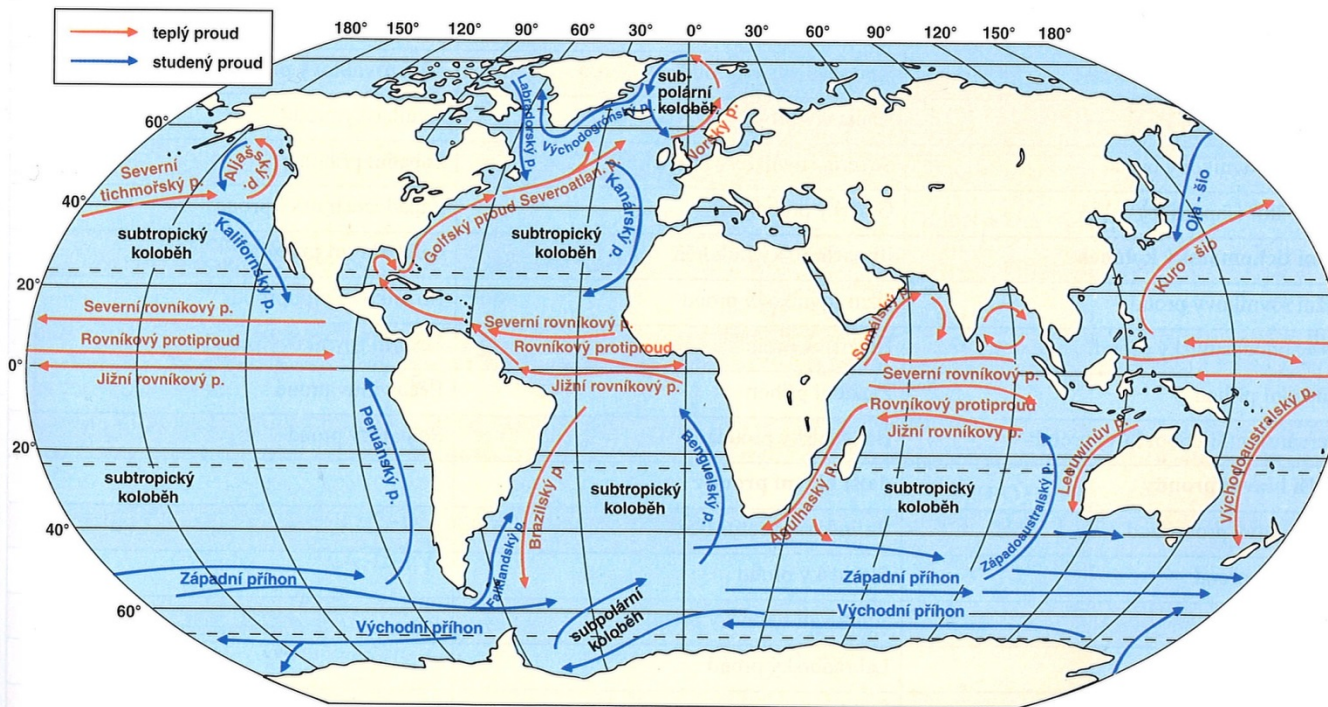


Mořské proudy (povrchové)

Mořské proudy jsou vyvolány větrem nebo rozdíly v hustotě vody. Působí-li vzdušné proudění s dostatečnou intenzitou, vznikají *povrchové* proudy, pokud je důvodem cirkulace různá hustota vody, vznikají *hlubinné* proudy.

Povrchové proudy vznikají třením větru o hladinu, přičemž jsou vodě předány asi jen 2 % energie. Hlavním zdrojem tohoto pohybu je SV (resp. JV) proudění pasátů. Vznikají tak rovníkové proudy pohybující se podél rovníku na západ.

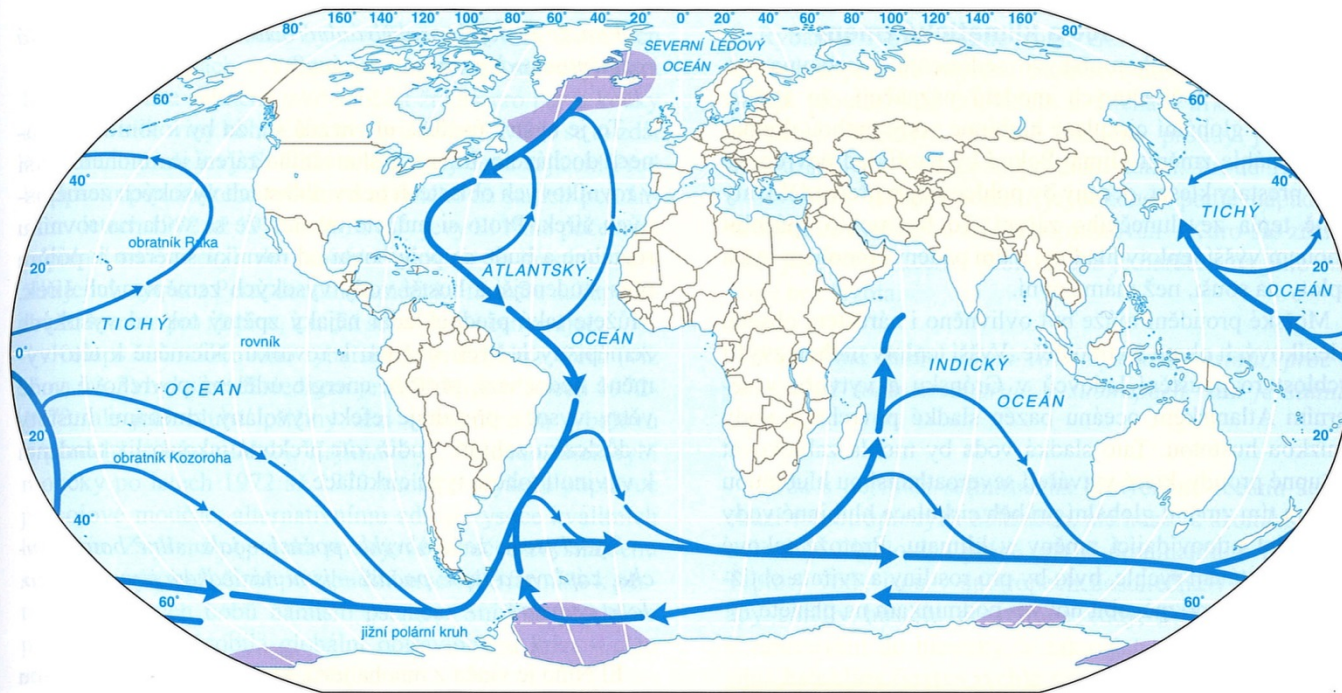
Západní proudy posouvají teplou vodu do vyšších zeměpisných šířek a mezi 30. a 60. stupněm převládá západní proudění větru, takže se povrchové proudy stáčí k východu. Rychlost pohybu povrchové proudů počítáme v km za hodinu.



Mořské proudy (hlubinné)

Hlubinné proudy ovlivňují asi 90 % mořské vody a jsou vyvolány rozdílnou salinitou (hustotou) mořské vody. Někdy se označují jako termohalinní cirkulace.

Mořská voda v polárních oblastech zamrzá, takže se zvyšuje její salinita a díky vyšší hustotě klesá dolů jako sestupný proud. Zde se již hustota vody nemění a pohybuje se do míst, kde voda naráží na nerovnost dna nebo kontinentální svah a vzestupným proudem stoupá k hladině.

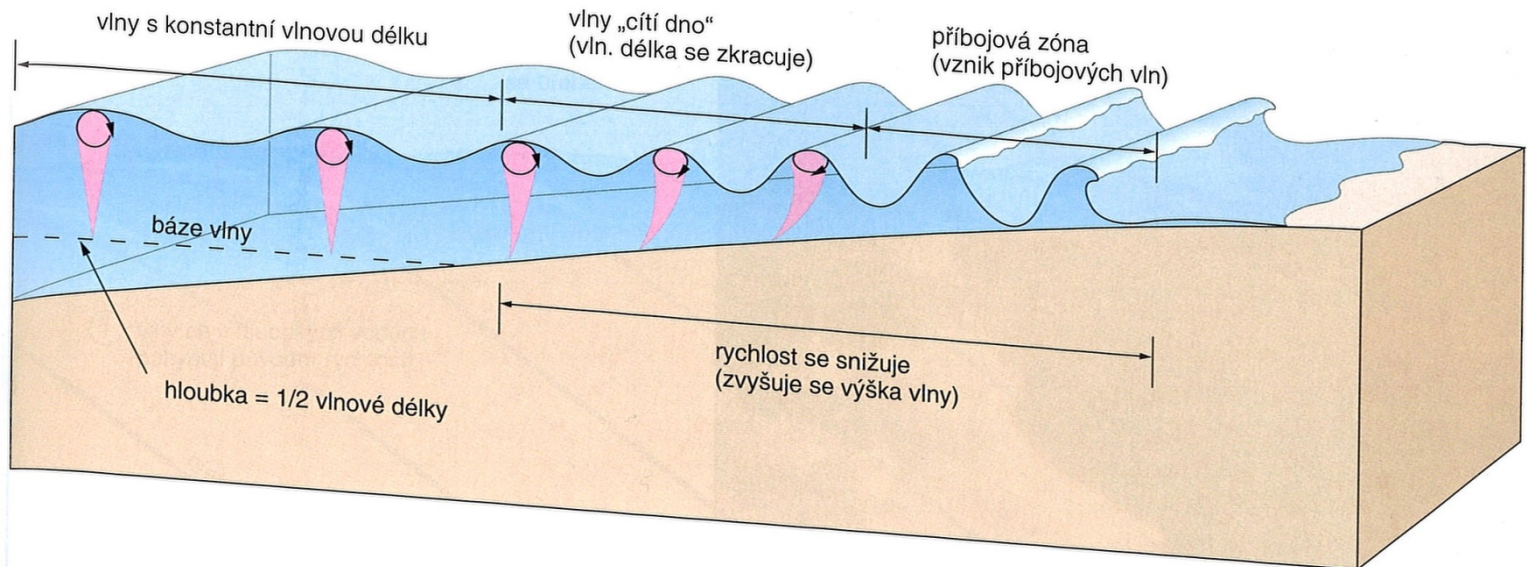


Rychlost pohybu chladné vody v hlubinných proudech je řádově první desítky kilometrů za rok.

Erozní činnost mořské vody I

Pro exogenní procesy na pobřeží je rozhodující okamžik, kdy vlny dorazí k pobřeží a předávají přenášenou energii.

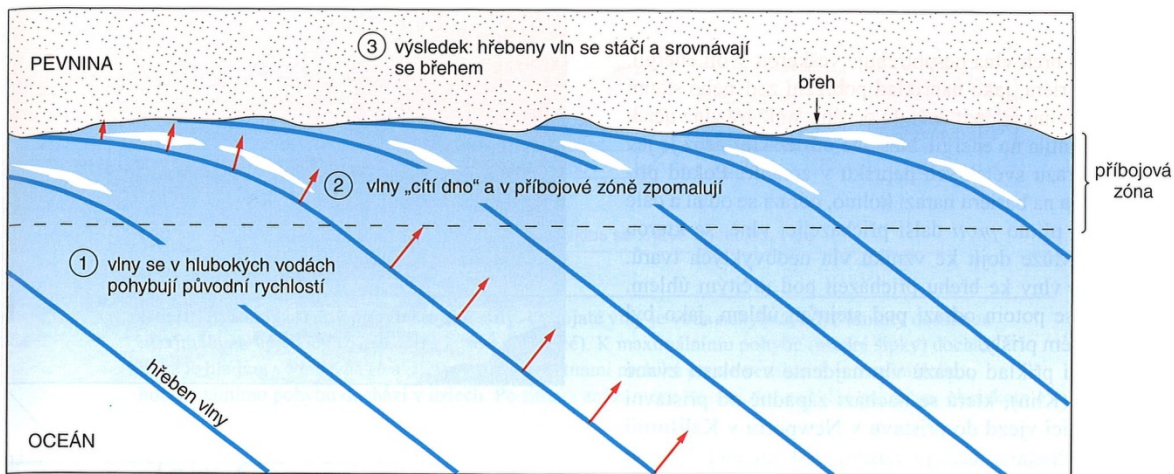
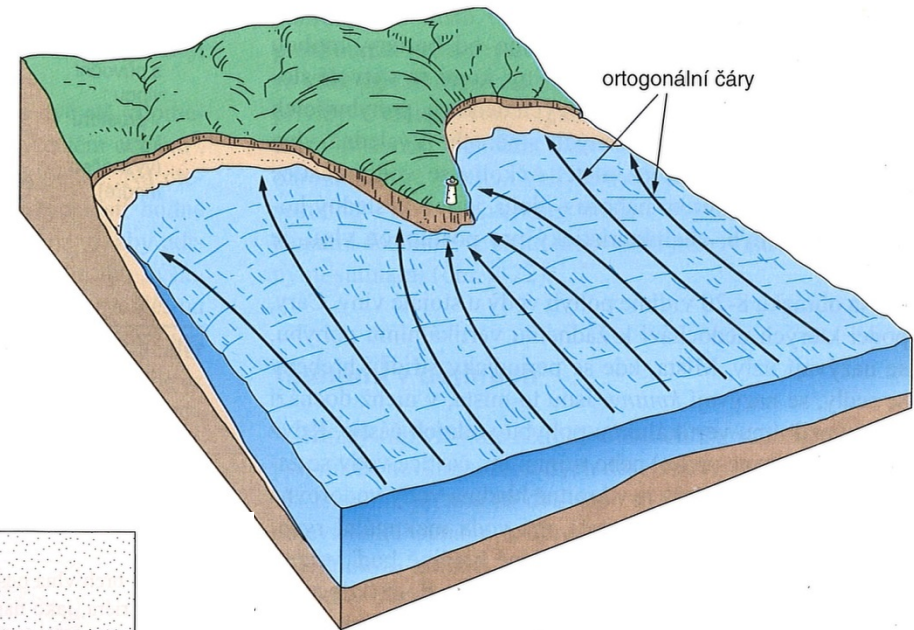
V příbojové zóně dochází k lámání vln vlivem změlčování dna. Vlny se třením o dno zpomalují a zkracuje se jejich vlnová délka. Zároveň dochází k nárůstu výšky vlny a její strmosti.



Erozní činnost mořské vody II

Většina vln nepostupuje k pobřeží kolmo a tak se stane, že v mělčích částech vlna zpomaluje, zatímco v hlubších vodách postupuje svojí původní rychlostí.

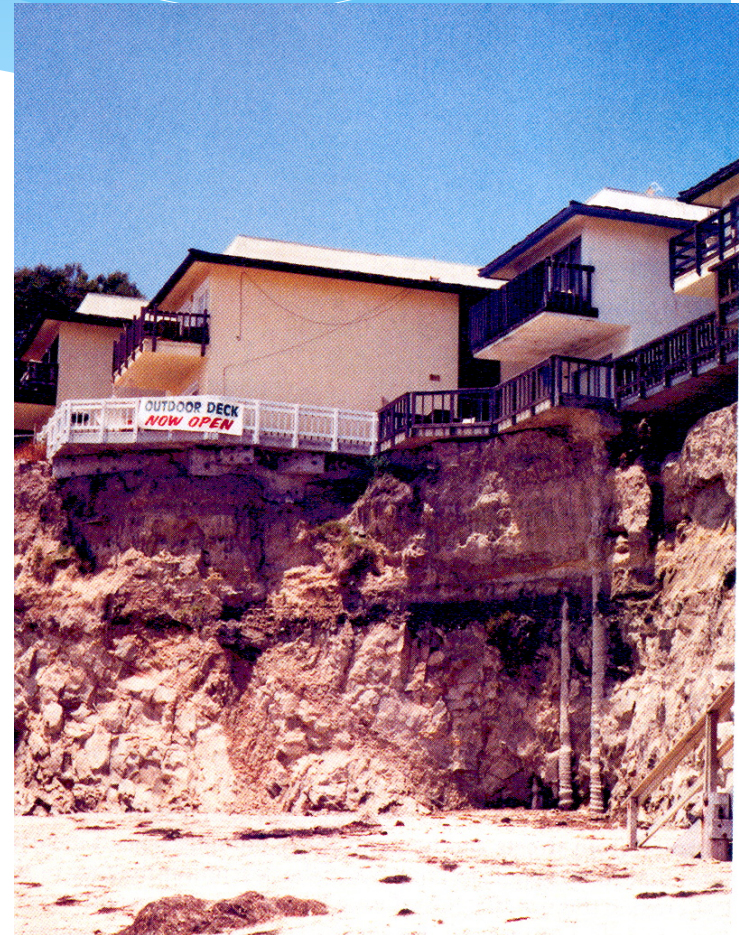
Ohyb vln způsobí, že většina dorazí na pláž kolmo bez ohledu na původní směr. Narazí-li vlna na pevnou překážku (skalní bariéra, kosa) může dojít k odrazu vlny a odražená vlna pak interferuje s protichůdnými vlnami. Za určitých podmínek může vzniknout i vlna stojatá.



Pobřežní eroze I

Erozní činnost moře, způsobená nárazem mořských vln na pobřeží, se označuje jako **abraze**. Výsledek erozivní činnosti závisí na intenzitě vlnobití, tvaru pobřeží a jeho geologické stavbě.

Skalnatá pobřeží jsou tvořena klify (přímořskými sruby), na které působí mechanická energie příboje. Část klifu se erozí zřítí do moře, kde je postupně drcen na menší balvany, štěrk a písek.



Pobřežní eroze II

Odolnější části hornin mohou vytvářet různé geomorfologické tvary – skalní okna a brány, jehly nebo skalní ostrohy.

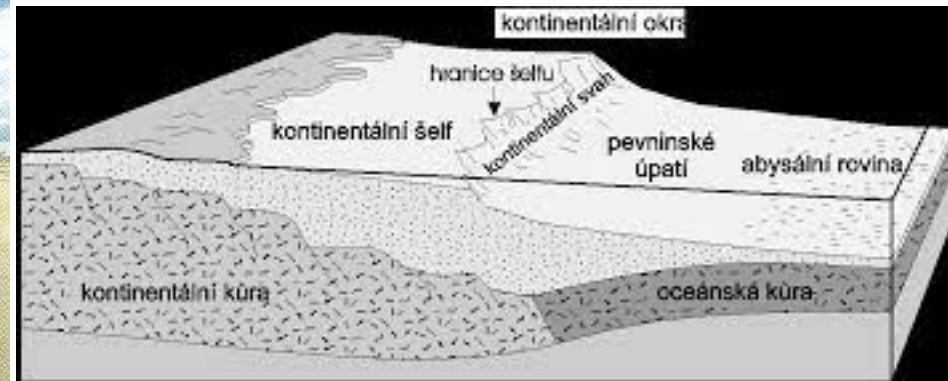


Tvořivá činnost moře

Mořské prostředí je účinným transportérem materiálu a následně i velmi příhodným prostředím pro sedimentaci klastických, chemogenních i organogenních složek. Typ sedimentů vzniklých tvořivou činností moře závisí na konkrétních podmínkách.

Okrajovou část moře tvoří **kontinentální šelf**, který je pokračováním pobřeží směrem do moře, mezní hloubka je kolem 200 m. Tuto oblast označujeme jako **litorální** a její dosah může být i několik desítek kilometrů.

Dále navazuje oblast **batyální** – kontinentální svah. Může být jednoduchý nebo stupňovitý a většinou klesá do hloubek kolem 2 500 m. Na něj navazuje oblast **abysální** představující hluboké oceánské dno.



Sedimenty mělkého moře

Litorální oblast nad kontinentálním šelfem se dělí na pásmo litorální (příbřežní) a neritické (předbřežní). Obrovské množství materiálu přináší do pobřežních oblastí vodní toky.

Litorální pásmo zahrnuje tu část dna, kam dosahuje příboj – to je asi do hloubky 20 m. Dochází zde k sedimentaci převážně hrubozrnného materiálu typu balvanů, štěrků a písků, prostor je ovlivněn kolísáním hladiny při přílivu a odlivu. V nejmělkčích částech plochého pobřeží mohou vznikat čeřiny – jemné písečné vlnky.

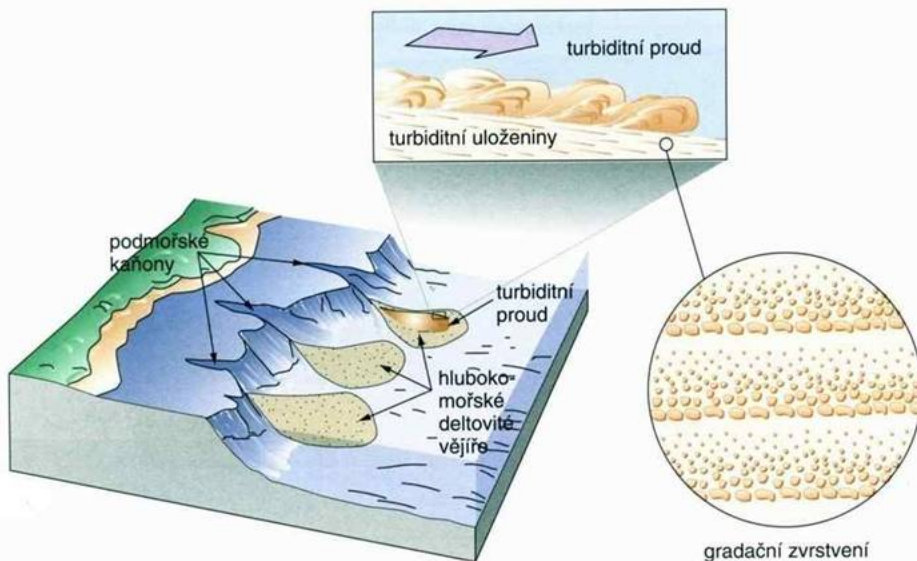
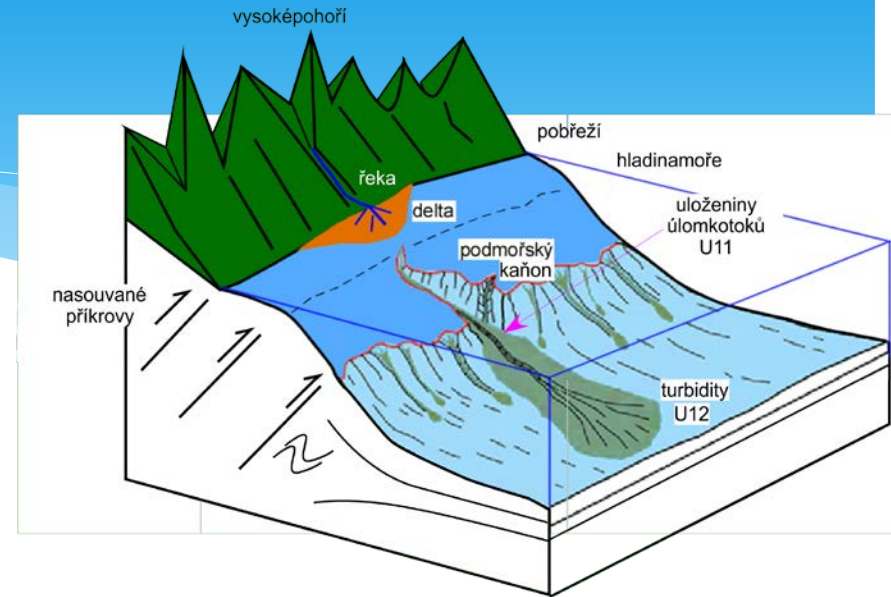


Směrem od pobřeží plynule navazuje **pásmo neritické**, které končí na okraji kontinentálního svahu. Vznikají zde sedimenty šelfového moře.

Z klastických sedimentů jsou to písčité sedimenty, z organogenních sedimentů pak vápnito-jílovitá bahna, úlomky schránek živočichů nebo zde vznikají korálové útesy.

Hlubokomořské sedimenty

Nad kontinentálním svahem v **oblasti batyální** vznikají hemipelagické sedimenty kontinentálního svahu. Jedná se především o jílovité a vápnité sedimenty, případně o úlomky nebo celé schránky živočichů. Sedimenty jsou často přepracovány **turbiditními proudy**, které představují rozsáhlé sesuvy nezpevněných sedimentů.



Na kontinentální svah navazuje **oblast abysální**, která tvoří asi 4/5 oceánského dna. Vznikají zde eupelagické sedimenty složené z drobných schránek planktonních organismů vápnitého nebo křemičitého charakteru. Nejrozšířenějšími sedimenty jsou hlubokomořské rudé jíly, obsahující železité produkty rozkladu podmořského vulkanismu a radioláριοvé bahno.

Souhrn

Důležité informace:

- ❑ Podzemní vody se hromadí v propustných horninách (kolektroech) a vytvářejí zvodeň. Na povrch se dostávají v pramenech.
- ❑ Tvrdost podzemní vody určuje množství rozpuštěných uhličitánů a síranů Ca a Mg.
- ❑ Podzemní a srážkové vody intenzivně formují krasové oblasti, a to na povrchu i v podzemí.
- ❑ Povrch krasových oblastí je specifický, je modelován procesy rozpouštění, vznikají škrapy, závrtý, polje nebo propasti.
- ❑ Podzemní voda vytváří v krasových oblastech jeskynní systémy.
- ❑ Mořská voda přenáší obrovské množství energie, které se uvolňuje při erozi mořského prostředí.
- ❑ Sedimentace v mořském prostředí reprezentuje obrovské objemy různorodého materiálu.