

Geologie 2

(textová část prezentace)

KGE/GZP 2 resp. GEOL 2

Prof. RNDr. Jan Zapletal, CSc

Katedra geologie PřF UP Olomouc

Geologie – definice a rozdělení

Geologie – je věda o složení, stavbě a vývoji Země (řec. gé- Země, logos-slovo, nauka).

Složení – mineralogie
petrografie

Stavba - obecná geologie
geofyzika

Vývoj - historická geologie
paleontologie

Geologie aplikovaná (např. ložisková, hydrogeologie, stavební geologie).

Obecná geologie

- strukturní (popis geologických struktur).
- dynamická (rekonstrukce pochodů a příčiny).
- Endogenní (vnitřní geol. procesy).
- Exogenní (vnější geol. procesy).

Předmětem studia jsou geologické struktury:

- primární (vrstvy sedimentů, nerostná žíla, pluton, geologická tělesa hornin, magmatických sedimentárních a metamorfovaných).

- Sekundární – vznikají na strukturách primárních nejčastěji deformačními procesy (tektonika).

Primární i sekundární struktury jsou výsledkem geologických procesů, které představují čitelný záznam geologických pochodů. Záznam, tj.složení, texturní a strukturní znaky hornin, jejich paleontologický obsah, celkový tvar, vztah k okolním strukturám. Deformační struktury jsou zdrojem poznatků o geologickém vývoji litosféry (klesající čitelnost záznamu s rostoucím časem).

Historie geologie

Počátky v 16. a 17. století (Leonardo da Vinci (zkameněliny), Agricola, Steno, Lomonosov (význam geologického času, aj.).

Moderní geologie- J. Hutton (1726-1797) a Ch. Lyell (1797-1875). Princip aktualizmu.

Česká geologie – J. Krejčí, D.Stur, F.Pošepný a R. Kettner).

Česká geologie dnes

- Ministerstvo životního prostředí.
- Česká geologická služba (Praha, Brno, Jeseník).
- Česká akademie věd (Geologických ústav, Geonika aj).
- Vysoké školy – katedry a ústavy.
- Organizace prospekční (zaměřeny aplikačně).
- Organizace těžební (těžba nerostných surovin).
- Geofond- centrální archiv geologické dokumentace v Praze.

Země jako planeta



Planetární systém

- Planetární systém je gravitačně řízen centrální hvězdou – Slunce. Planety vnitřní (terestrické) –Merkur, Venuše, Země a Mars, planety vnější– Jupiter, Saturn, Uran, Neptun.
- Průměrná vzdálenost Země od Slunce činí 148 mil.km.
- Pohyby – rotace kolem osy a pohyb v rovině ekliptiky, precese, nutace. Poloměr rovníkový cca 6378 km , polární km 5357 km. Tvar je blízký trojosému rotačnímu elipsoidu.

Fyzikální vlastnosti Země

- Hustota- hodnota se udává v g/cm^3 . Průměrná hodnota Země činí 5,5. Země je planeta. hustotně diferencovaná, hustota narůstá od hodnot 2,6 v zemské kůře k hodnotám v zemském jádře, kde dosahuje 12-15.
- Tlak- geostatický, vyvolaný nadložními horninami. V hloubce 50km $1,3 \cdot 10^3$ MPa, pro jádro je udávána hodnota $4,10 \cdot 10^5$ MPa. V zemské litosféře působí i tlak orientovaný.

Příklady hustoty vybraných hornin

Tab. I. Přehled petrografického složení vybraných hornin a jejich průměrných hodnot objemové hmotnosti.

Hornina	Složení	Objem. hmotnost —gm.cm ⁻³
Granit	kř, K—ži, Na—plg, bi, mu	2,7
Andezit	Na—plg, bi, amf, + — py	2,6
Bazalt	Ca—plg, py, amf, + — ol	2,9—3,0
Peridotit	ol, + — py, amf, rn	3,2—3,5
Pískovec	kř, tmel	2,2—2,6
Vápenec	ka	2,5—2,7
Dolomit	do, ka	2,5—2,7
Jíl	jm, zrna kř, mu, ka, org. zbytky	2,2
Rula	kř, K—ži, Na—plg, mu, bi, + — gr	2,5—2,7
Fylit	kř, jemný mu, bi	2,4—2,5
Serpentinit	se, + — gr, py, chr, mg	2,5—2,7
Eklogit	py, gr, + — amf	3,3—3,4

kř: křemen, K—ži: draselný živec, Na—plg: kyselý plagioklas Ca—plg: bazický plagioklas, bi: biotit, mu: muskovit, amf: amfibol py: pyroxen, ol: olivín, rn: rudní nerosty, ka: kalcit, do: dolomit, jm: jílové minerály, gr: granát, se: serpentin, chr: chromit, mg: magnetit.

Teplota

- Teplotu zemského nitra označujeme jako geothermální. Zdrojem teploty jsou v litosféře radioaktivní prvky a geostatický tlak. Hodnota teploty narůstá ve směru od zemského povrchu k jádru. Teplota jádra cca 4000 ° C.
- Geothermální stupeň – 1°C/ x metrů.
- Geothermální gradient - 1km/x C° teploty.
- Tepelný tok – energie počtu miliwatů (Mw.m^{-2}).

Zemská tíže

- Zemská tíže je výslednicí gravitace a odstředivé síly vznikající při rotaci Země. Gravitační konstanta dosahuje průměrné hodnoty $6,664 \cdot 10^{-8} \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1} \text{ sec}^{-2}$.

Odchyłky jsou v zemském tělese vyvolávány rozdílnou hustotou hmoty hornin. Tyto rozdíly se projevují v hodnotách gravitačního zrychlení (+) nebo zpomalení (-).

Zemský magnetismus

- Země disponuje bipolárním magnetickým polem s póly situovanými v polárních oblastech. Odchylka od pólu rotace se označuje jako deklinace příp. inklinace.
- Magnetické pole Země bývá ovlivňováno jednak sluneční aktivitou, jednak i výskyty magnetických hornin a nerostů v zemské kůře (lze prakticky využít).

- Magnetické inverze – změny polarity magnetického pole Země v geologickém čase (průměrně periody kolem 1 mil. roků).
- Orientace magnetického pole je aktuálně zaznamenávána v magnetických nerostech. Záznam je stabilní, pokud nerost neprojde dalším procesem prohrátí. Kritická hodnota např. pro magnetit je 580°C, hematit 670°C). Metoda studia se nazývá paleomagnetismus.

Radioaktivita

- Radioaktivita - vlastnost, která vychází z nahromadění lehkých minerálů U a Th příp. radioaktivních izotopů běžných litofilních prvků (např. K). Jejich nositeli jsou některé běžné minerály, např. draselné živce, muskovit, leucit, zirkon, apatit aj.).
- Vyšších hodnot radioaktivity dosahují magmatické kyselé horniny, ze sedimentů většinou jíly a jílovce. U metamorfovaných hornin je radioaktivita závislá na vlastnostech výchozích hornin .(protolit).

Stavba Země



Geofyzikální model

- Seismická metoda studia stavby Země – měření průběhu seismických vln zemským tělesem. Metoda nepřímá.
- Vlny podélné (P) a příčné (S), příp. lomené a odražené.
- P a S vlny reagují na hustotu horninového prostředí a stav hmoty (pevná látka – tavenina).

Model Země podle chemických vlastností

- Zemská kůra
- MOHO plocha (cca 30-50km).
- Zemský plášť (svrchní a spodní), hranice mezi nimi 670 km.
- WG plocha -2890km.
- Jádro (vnější a vnitřní).
Hranice cca 5100km.

Model Země podle fyzikálních vlastností

- Litostféra, tj. kůra a část vnějšího pláště, tvoří rigidní (pevný) obal Země dvojího typu:
 - Kontinentální (mocnost 100-200 km)
 - Oceánská (mocnost 60 – 100 km)

Podloží litosféry tvoří až do úrovně 670km plastická astenosféra, níže leží vnitřní plášť.

Zemské jádro

- Zemské jádro je tvořeno ze dvou částí, které se označují jako vnější a vnitřní (jadérko). Jejich hranice leží v intervalu kolem 5000km.
- Vnější jádro je tvořeno taveninami, vnitřní jádro je pevné (rigidní).
- Látkově jsou zde zastoupeny v ryzím stavu prvky Fe a Ni.

Kontinentální litosféra

Kontinentální litosféra je složena ze tří základních vrstev:

- vrstva sedimentárních hornin(ρ 2,5)
- vrstva kyselých magmatických hornin (hustota 2,7).
- vrstva bazických magmatických hornin 3,2).

Oceánská litosféra

Oceánská litosféra má silně redukovanou
vrstvu sedimentů a vrstva kyselých
magmatických hornin chybí. Dominující
jsou bazické horniny.

Kontinentální kůra je proto v průměru lehčí
než kůra oceánská.

Model Země je založen geofyzikálních výzkumech Země (seismika) a vychází z fyzikálních a chemických vlastností hornin, zejména:

- Hustota (směrem od povrchu narůstá od hodnot 2,5 do 12-15 g/cm³). Horniny kyselé (obsah SiO₂ nad 63% jsou lehčí, horniny bazické (obsah SiO₂ pod 52% jsou těžší). Horniny neutrální obsahují SiO₂ mezi 52-63%. Zemské jádro je patrně kovové (Fe, resp. Ni).
- Fyzikální skupenství hmoty– látky pevné (rigidní) a taveniny.

Chemické a fyzikální vlastnosti geosfér - rekapitulace

Zemská litosféra – kůra a vyšší část svrchního pláště je bohatá na silikáty (Si, Al, Na, K, Ca), hustota cca 2,5-2,7. Je rigidní.

Zemský plášť – bohatý na silikáty (Mg, Fe, Ca), hustota cca 3-5. Nižší část svrchního pláště je tavenina (astenosféra), spodní plášť je pevná hmota (mezosféra).

Zemské jádro – bohaté na kovy (Fe, Ni), hustota cca 10-15. Vnější jádro je tavenina, vnitřní jádro pevná hmota.

Litosférické desky - typy

Litosférické desky segmentují zemskou litosféru na jednotlivé, autonomně se pohybující jednotky. Jsou trojího druhu:

- Desky tvořené pouze kontinentální litosférou (např. euroasijská deska).
- Desky tvořené pouze oceánskou kůrou (např. pacifická).
- Desky smíšeného typu, které jsou nejčastější (např. africká, severoamerická, indoaustralská aj.).

Pohyb desek a jejich příčina

- Pohyb litosférických desek vyvolávají konvekční proudy roztavené astenosféry:
- Výstup - riftové struktury(divergentní).
- Sestup – subdukce, kolize (konvergentní).

Divergentní -rift

- vnitrooceánské
- vnitrokontinentální

Vznikají v litosféře tahové zlomy, tvoří se na nich nová litosféra oceánského typu vulkanickou činností. Doprovodné jevy:

- Zemětřesení.
- vyšší hodnoty tepelného toku.

Konvergentní- subdukce a kolize

LK – lit.kontinent., LO- lit. oceánská

- 1) Kontinent – oceán (LK vers. LO).
- 2) Kontinent – kontinent (LK vers. LK).
- 3) Oceán – oceán (LO vers. LO).

Vznikají tlakové deformace na okrajích jednotlivých litosférických desek. Rozhodující je faktor látkového složení okrajů konvergujících desek:

Kontinent – oceán

Kontinent - kontinent

- subdukce, oceánské příkopy, vulkanické ostrovní oblouky, pohoří (orogén), seismická aktivita (LK-LO).
- kolize, pohoří, (orogén), seismická aktivita, vzácně magmatizmus a vyšší tepelný tok, metamorfóza (K-K).
- Subdukce, obdukce, přesun kůry oceánské přes kontinentální, oceánské příkopy a vulkanické ostrovní oblouky (O – O).

Endogenní geologické pochody- rekapitulace

- Magmatizmus (vulkanizmus)
- Seismicita
- Metamorfizmus
- Tektonika

Magmatizmus – procesy spojené s výstupem žhavé taveniny do zemské litosféry a na její povrch.

Seismicita – zemětřesení, krátkodobé pohyby vyvolané šířením seismických vln v zemském tělese.

- metamorfizmus - přeměna hornin primárních: magmatitů, sedimentů a metamorfitů, které tvoří protolit. Proces má povahu rekrytalizace.
- Tektonika - nauka o deformacích litosféry a vzniku sekundárních struktur. Tektonika vytváří pro geologické pochody geotektonické prostředí.

Magmatizismus



Magmatizmus

- Pronikání taveniny (magmatu) zemskou litosférou na zemský povrch.
- Proces se dělí se na:
 - Plutonizmus – magma proniká pouze uvnitř litosféry a tvoří geologické tělesa hlubinná a podpovrchová.
 - Vulkanizmus – magma pronikne až na zemský povrch, kde vytváří povrchové útvary.

Tipy magmatizmu

Magma- převážně , silikátová žhavotekutá hmota, složená z taveniny, pevných krystalů a fluidní fáze (vodní pára a plyny). Teplota 700-1200 °C):

- primární (složením blízka kamenným meteoritům (Mg,Fe), resp. bazaltu).
- kontaminovaná
- zbytková

Magmatizmus

- hlubinný (plutonizmus)
- povrchový (vulkanizmus)

Diferenciace magmatu

Během průniku litosférou se původní ultrabazické magma štěpí krystalizací na složku bazickou a kyselou.

Bazická – minerály bohaté na Mg, Fe, Ca, obsah SiO_2 pod 52%, nízko viskózní (bazalt).

Kyselá – minerály bohaté na K, Na, Ca a obsah SiO_2 nad 63%, středně až silně viskózní. Vyšší obsah SiO_2 zvyšuje viskozitu (granit).

Kontaminací se tvoří magma neutrální s obsahem SiO_2 mezi 52-63 % (např. vulkanit andesit).

Magmatizmus – proces pronikání tavenin k zemskému povrchu, kdy se tvoří magmatická tělesa uvnitř litosféry a na jejím povrchu.

Chemické vlastnosti magmatu

- Chemicky se dělí magma na kyselé, neutrální, bazické a ultrabazické (dle obsahu analytického SiO_2). Ultrabazické mají obsah pod 45%.
- Obsah SiO_2 je dán součtem křemičitanové komponenty ze všech přítomných silikátů i oxidu křemíku.
- Např. živce $\text{K Al Si}_3\text{O}_8$, olivín $(\text{MgFe})_2 \text{SiO}_4$ slídy, amfibol, pyroxen, granát aj.

Plutonizmus - vulkanizmus

- Magmatický krb
- Slepé sopouchy
- Dílčí mag. krby
- Sopouch
- Vulkán
- Lávové proudy

Zdroje magmatizmu

- astenosféra – rofty, subdukční zóny příp. kolizní struktury.
- vnější jádro – tzv. horké skvrny.

Vulkanizmus

- Efuzivní
- Explosivní

Forma výstupu je ovlivněna:

- Chemizmem magmatu (lávy)- primární vlastnost.
- Obsahem plynné složky.
- Viskozitou (kyselá pastovitá), bazická (silně tekutá, fluidní).

Produktem efuzivní činnosti jsou výlevná tělesa lávy ve formě lávových proudů a příkrovů.

Produktem explosivní činnosti jsou pyroklastika.

Pyroklastika

- Pyroklastika dělíme podle velikosti na sopečný:
- popel a prach (pod 0,05 mm)
- písek (0,05 - 2 mm)
- lapili (2mm - 3 cm)
- bomby (3 – 100 cm)
- bloky (nad 100 cm)

Ve zpevněné podobě se nazývají tufy resp. tefra.

Explozivita narůstá s obsahem SiO₂ a plynné fáze v magmatu.

TYPY VULKANICKÉ ČINNOSTI- efuzivní

- havajský typ – výstup fluidního bazického magmatu (bazalty) s minimální explozivní činností, tvorba lávových proudů a lávových jeskyní, parazitické kužely na proudech, plochý kužel (štíťový vulkán) s lávovým jezerem. Příklad: Kilauea, Mauna Loa.
- platóbazalty – enormní výlevy bazického magmatu, široký rozsah a značná mocnost utuhlé lávy, označují se jako štíťové sopky. Příklad: Columbijské plató, Dekkanská plošina.
- lineární typ- výlev bazických láv podél dlouhých zlomových linií. Příklad: Island (Laki), Yellowstone.

- podmořský typ – výlev bazaltických láv a výstupy plynů, polštářové struktury, na styku s mořskou vodou při povrchu vznikají freatické (plynové) erupce, jsou silně explozivní a destruktivní. Příklad: riftové struktury, nový ostrov Surtsey j. Islandu.

TYPY VULKANICKÉ ČINNOSTI - explozivní

- strombolský typ – mírně explozivní projevy, výrony žhavých plynů (fumaroly), bomby, lapilli, popel, magma variabilního chemického složení, výrazný sopečný kužel, parazitické kužely. Příklad: Stromboli, Parícutín (Mexiko).

- peléský typ – výrazný kužel, produkce žhavých plyno-prachových směsí pyroklastik, které tvoří na svazích žhavé „laviny“ (pyroklastické laviny) a kopírují terénní nerovnosti, láva kyselá, viskózní, prudké a destruktivní erupce bohaté na pyroklastika. Příklad: Mt. Pelée (Martinik), Vulcan (Itálie), Mt. Mayón (Filipíny).

- pliniovský typ – výrazný kužel příp. kaldera, produkce převážně jemných pyroklastik (popel a prach), láva kyselá, silně viskózní s vysokým obsahem plynů, tvoří se plyno-prachová horká mračna, která vystupují jako „sloup“ do vysokých výšek (až 25km), vulkanický materiál je roznášen do velkých vzdáleností. Příklad: Vesuv, Krakatau (Indonésie), Pinatubo (Filipíny), Mt. Sv. Helens (USA).

Stratovulkány

Vulkanická tělesa smíšeného typu, které periodicky střídají činnost explozivní s činností efuzivní. Na zemském povrchu vytvářejí výrazné kuželovité formy tvořené pyroklastiky a produkty lávových proudů. Větší vulkány s opakovanou činností vedou ke vzniku kalder. Jde o široké kruhové deprese v centrální části kužele, které vznikají v důsledku rozmetání jeho vrcholové části a nebo tzv. gravitačním kolapsem. V kaldeře se místy tvoří vulkanické dómy.

Doprovodné a postvulkanické jevy

- výrony horkých až chladných plynů : fumaroly, solfatary, mofety
- gejzíry
- minerální vody

- průběh vulkanické činnosti je závislý především na povaze magmatu (kyselé nebo neutrální či bazické), obsahu CO_2 , CO , H_2S , SO_2 , vodních par a dalších skleníkových plynů (fluidní fáze).
- čím vyšší je obsah SiO_2 v tavenině, tím je explozivita intenzivnější, roli hraje i periodicitu aktivity vulkánů, v dlouhých přestávkách se hromadí vysoký objem lávy, který se uvolní náhle velkou erupcí často spojenou s destrukcí sopečného kužele.
- vyhaslé sopky – útvary bez historického záznamu aktivity.

Pompeje a Vesuv

- stratovulkán složený z rozsáhlé kaldery (Monte Somma) a kužele Vesuvu.
- zdánlivě vyhaslý vulkán, který obnovil mohutným výbuchem svou aktivitu v r. 79 n.l, velké množství popele a sopečného prachu zničilo město Pompeje, Stabiae a Herculaneum. svědectví očitého svědka Plinia staršího obsahují dopisy psané jeho synovcem historiku Tacitovi.
- od katastrofy evidováno asi 50 vulkanických aktivit, poslední v r. 1944.
- činnost bývá zahajována explozí po níž následují lávové proudy (klasický stratovulkán).

Etna

- vulkán na přechodu mezi štítovou sopkou a stratovulkánem.
- první projevy již před 1500 n.l., evidováno celkem přes 150 aktivit.
- typické střídání malých a silnějších erupcí.

Havajské ostrovy

- ostrov tvořený 5 vulkány, produkt vulkanizmu horké skvrny.
- v současnosti je aktivní Kilauea ve v. části ostrova.
- během roků 1983-1988 vystoupilo cca 850 mil.m³ lávy, lávové proudy 11km dlouhé, ostrov se zvětšil o 0,4km², aktivita doprovázena seismickou činností a poklesy v kráteru, teplota lávy 1156⁰ C.
- vývoj vulkanické aktivity(1983-1988) proběhl v 50 dílčích událostech, vývoj byl monitorován Havajskou vulkanologickou observatoří, založenou v r. 1912.

A co Česko?

- vulkanizmus v oblasti Českého masivu není v současné době aktivní. Nejmladší vulkán Železná hůrka u Chebu byl činný podle radiometrického datování před 170-400 tisíci lety.
- stáří nejmladší etapy vulkanické činnosti je datováno do neogénu až do středního pleistocénu.
- mladý vulkanizmus proběhl v několika etapách-

- eocén až spodní miocén - 40 až 18mil.let
(Doupovské hory a České středohoří).
- svrchní miocén - 9 - 5 mil.let (oblast krušnohorského a lužického zlomu).
- pliocén až starší pleistocén – 2 - 0,4mil.let
(Chebsko, Nízký Jeseník-Bruntálsko, Uherský Brod).

Vulkanizmus měl převážně bazický charakter (alkalické bazalty).

Postvulkanické aktivity

- výrony CO₂ (podkrušnohorská oblast, Chebsko, Karlovy Vary, Konstantinovy Lázně, Mariánské Lázně) Nízký Jeseník (řada lokalit v povodí řeky Moravice a Bystřice), Teplice n.B., Přerovsko.
- výrony termálních vod (Karlovy Vary).

Pozice vulkánů na zemském povrchu

Rekapitulace

- za posledních 10 000 let bylo na zemském povrchu aktivních cca 1400 vulkánů.
- vulkány se vyskytují zpravidla na hranicích litosférických desek, zejména na konvergentních aktivních okrajích především okolo Tichého oceánu (tzv. ohňový kruh) a riftových zlomech.
- uvnitř desek jsou zastoupeny vulkány horkých skvrn a iniciálních stádií vývoje riftových struktur.

The background is a solid teal color. A faint, stylized graphic of two hands shaking is visible, rendered in a lighter shade of teal. The hands are positioned diagonally across the frame, with one hand on the left and the other on the right, meeting in the center.

Sedimentace

Sedimenty a jejich vlastnosti

- Sedimenty vznikají přemístěním produktů mechanického nebo chemického zvětrávání na místo depozice (sedimentační pánve nebo prostředí).
- Základní vlastností sedimentů je vrstevnatost. Vrstva je homogenní deskovité těleso stejného složení, omezená spodní a svrchní vrstevní plochou.

Vrstevnatost

- Vrstvy deskovité útvary, oddělené tenkou spárouto diastémou. Kolmá vzdálenost mezi diastémami udává mocnost vrstvy.
- Mocnost vrstvy- laminy (do 1cm), desky (do 25cm) a lavice (nad 25cm).
- Vrstvy horizontálně mocnost snižují a vykliňují. Oboustranně vykliňující vrstvy tvoří čočky.

Složením výrazně odlišné vložky uvnitř vrstev se označují jako proplástky (uhlí, sopečný popel aj).

Vrstvy a souvrství

- Souvrství je soubor vrstev stejného složení. Vychází se zejména z látkového složení hornin a jejich mocností.
- Souvrství může být složeno z jednoho nebo více druhů sedimentů. Dvousložkové souvrství musí mít stejnorodý vývoj (různé vrstvy se pravidelně střídají).

Konkordance a diskordance

- Vztah dvou souvrství ležící na d sebou v přirozené pozici:
 - Konkordance znamená postupný přechod spodního souvrství do svrchního (pozvolná změna sedimentace).
 - Diskordance značí ostrou hranici mezi oběma celky, kterou doprovází stratigrafický hiát (přestávka).
 - Diskordance skrytá a zjevná.

Facie

- Facie – souborné označení sedimentů stejného vývoje. V nich se odráží podmínky geografického prostředí, typu sedimentace i životní aktivity případných organismů.
- Facie rozdělujeme na litofacie a biofacie podle převažujících podmínek (f. litorálních písků, lavicovitých vápenců, korálových rifů).

Transgrese a regrese

- Transgrese - postup moře na pevniny při eustatických nebo tektonických událostech (kolísání mořské hladiny při změnách množství vody nebo vertikální pohyby desek nebo jejich částí).
- Regrese – ústup moře z pevniny z podobných příčin.
- Střídání mělkovodního prostředí hlubším a naopak (střídání facií).

Sedimentace v prostředí litosférických desek

- Na deskách s kontinentální kůrou – sladkovodní říční a jezerní sedimentace, mocnost sedimentů bývá omezena. Větší mocnosti sedimentů vznikají na tektonicky založených poklesových strukturách (příkopech), které mohou představovat zárodky intrakontinentálních riftů (recentně Bajkal, Rýnský prolom, východoafrická jezera).

- Sedimentace na pasívních kontinentálních okrajích divergentních desek. Vznik velkých poklesových struktur na mladé oceánské kůře a přilehlých kontinentálních šelfech (např. pobřeží po obou stranách Atlantického oceánu). Velké akumulace sedimentů v mocnostech až do 10 a více km.

- Sedimentace na konvergujících (aktivních) okrajích desek v subdukčním a kolizním režim.
- Subdukční režim – hlubokomořský příkop a předoblouková pánev, zaoblouková pánev:
- Předoblouková pánev – sedimentace mořská, syntektonická (flyš, turbiditní proudy), režim tlakový. Vesměs klastická sedimentace s hojnou dotací vulkanického materiálu Vznik orogénu.

- Zaoblouková pánev – sedimentace marinní nebo jezerní, ovlivněná terrigenními podmínkami. Tahový režim, pánev členitá.
- Kolizní režim – marinní sedimentace flyše a molasy s přechodem do sedimentace sladkovodní. Zánik sedimentačního prostoru, vznik orogénu.

Metamorfóza



Metamorfóza

- Metamorfóza – proces přeměny protolitu magmatických, sedimentárních a starších metamorfovaných hornin. Původní hornina prochází procesem rekrytalizace (blastéza).
- Hlavní faktory: teplota, geostatický a orientovaný tlak, aktivita fluid (chemických roztoků a plynů).
- Počátek rekrytalizace- teplota 150-200°C,

tlak okolo 2 Kb. Přítomnost fluid snižuje teplotu potřebnou pro natavení hornin.

Druhy metamorfózy:

- Kontaktní (teplota)
- Regionální (teplota i tlak geostatický)
- Dynamická (tlak orientovaný)

Metamorfované horniny

- Výchozí hornina, která tvoří tzv. protolit bývá tvořena magmatity, sedimenty nebo již jednou metamorfovanými horninami.
- Základním texturním znakem metamorfitů bývá paralelní textura, které vzniká usměrněným rekrytalovanými minerálů. Makroskopickým projevem této vlastnosti je vznik ploch foliace.

Metamorfnní zónografie

V běžné praxi se užívá jednoduchého schematu pro vyjádření intenzity metamorfnních procesů. Vymezují se tři základní třídy:

- Epizona (fylit, zelená břidlice, kvarcit).
- Mesozona (svor, amfibolit, ruly se slídami).
- Katazona (ruly s granáty, granulity, eklogity, hadce).

Ultrametamorfoza vede ke vzniku migmatitizace.

Ve vývoj větších celků zemské litosféry se uplatňují tyto regionálně geologické metamorfní trendy:

- nízkotlaký (typ Abukuma), asociace minerálů andalusit, cordierit (kontaktní dvůr moldanubického plutonu).
- vysokotlaký (typ Franciscan) asociace minerálů kyanit, silimanit, glaukofan, jadeit, lawsonit (tzv. modré břidlice). Záp. Karpaty-gemerikum.
- středotlaký (typ Barrow), slídy, keprnická a desenská rula Hrubého Jeseníku.

Zemětřesení



Zemětřesení neboli seismicita

- Krátkodobé otřesy zemské litosféry v délce několika sekund či minut.
- Vznikají náhlým uvolněním potenciální energie, nahromaděné v litosféře a astenosféře.

- zemětřesení tektonická (95%), deformace rigidní litosféry vyvolané pohyby v astenosféře.
- menší podíl zemětřesení spojených s vulkanizmem a řícením podzemních dutin.
- hypocentra – mělká (do 50km) střední a hluboká (až do 600-700km).

Hodnocení intenzity seismické činnosti

- měření intenzity přístroji – tzv. magnitudo-vyjadřují se číselně v Richterově stupnici (je neuzavřená).
- hodnocení podle makroseismických účinků. Události se hodnotí podle účinků otřesů a zařazují do stupnice MSK nebo MCS (12 stupňů). Stupně jsou podrobněji slovně definovány.

Záznam měření-Richter

Každý následující stupeň
stupnice představuje 10x
větší max. odchylku
seismografu což
reprezentuje 32x větší
množství uvolněné
energie.

Makroseismická stupnice

- Stupnice MCS hodnocení ve stupních 1-12, které vyjadřují účinek pohybů na zemské povrchu.
- Stupnice popisuje jevy, které jsou vyvolány seismickými otřesy (má velký význam pro hodnocení zemětřesení v minulosti).

Průběh zemětřesení

- některá mají tzv. předtřes jeden nebo více (cca několik dní předem) s nízkou intenzitou otřesů.
- hlavní otřes (často trvá desítky sekund nebo několik minut, příp. se opakuje v malých intervalech), dosahuje max. hodnot dané události.
- někdy i dotřesy (cca i několik měsíců se slábnoucími účinky).

Zdroje zemětřesení

Tektonické pohyby a síly uvnitř Země vyvolávají, hromadí a koncentrují napětí. Jeho náhlé uvolnění způsobuje:

- pohyb horninových mas
- vznik seismických vln

Napětí se vesměs koncentruje podél velkých zlomů či zlomových pásem. Jsou to především hranice litosférických desek.

Některá světová zemětřesení a jejich přímé důsledky

- vertikální pohyby v zemské kůře. Aljaška (1889) až 15m, Chile (1960) 2-3m, Irán (1968) 2,5m, Sumatra (2004) cca 4m.
- horizontální pohyby v zemské kůře Tokio (1923) a Aljaška (1964) 8m, Kalifornie (1945) 5m, Guatemala (1976) 1m, Sumatra (2004) 10m. Vesměs se jednalo o horizontální posuny.

- otřesy zemského povrchu a jeho destabilizace (řícení staveb, narušení komunikací, poškození energovodů, vodovodů a přímých komunikačních sítí, narušení hladiny podzemních vod aj.).

Význačné zemětřesné oblasti Země

- subdukční zóny - pásmo Aleuty, Kamčatka, Japonsko, Filipíny, Východoindické souostroví, západní okraje Střední Jižní Ameriky, evropské Středomoří, Malé Antily.
- riftové zóny - oceánské hřbety, na kontinentech potenciální rifty –Rýnský prolom, Bajkal, údolí Rio Grande ,údolí Rhony,východoafrický prolom.

- mladá pásemná pohoří –alpínská orogeneze: Pyreneje, Alpy, Karpaty, Dinárské pohoří, Taurus, Pontus, Zagros, Himaláje, Apeniny, Sierra Nevada, Atlas, Kordiliery, Andy, Novozélandské Alpy.
- transformní zlomy - San Andreas levantský zlom (Mrtvé moře), severoanatolské zlomové pásmo v Turecku.

Seismicita litosférických desek

Rekapitulace

Seismické projevy jsou koncentrovány podél hranic jednotlivých litosférických desek. Podle intenzity a četnosti projevů to jsou nejčastěji:

- subdukční zóny, kolizní zóny a části transformních zlomů
- kontinentální a oceánské rifty
(sekundární účinek vlny tsunami)

- uvnitř desek při oživení pohybů a otřesů na existujících zlomech, nebo na nově vznikajících zlomech kontinentálních riftů.
- aktivní jsou také na zlomech v mladých pásebných pohořích (Alpy, Karpaty, Andy, Himaláje aj.), jejichž vývoj se odehrál při kolizích desek v mesozoiku a kenozoiku.

Krátkodobé prognózy zemětřesení (výběr některých poznatků)

- období předtřesů a jejich analýza.
- změny v rychlostech seismických vln a hodnotách tepelného toku.
- sledování pohybů povrchu (geodeticky) na významných zlomech.
- náhlé změny hladiny podzemní vody a jejího chemizmu. Měření obsahu radonu, kovů Mn, Cu.

- chování zvířat (reagují na povrchové vlny, které se projevují vibrací zemského povrchu).
- studium ionosférických poruch zachycených na satelitech na oběžné dráze Země (?možnosti vztahu k seismické aktivitě).

Tektonika



Tektonika a geotektonika

- Tektonika- nauka o deformacích geologických těles (sekundární struktury) malých a středních rozměrů.
- Geotektonika – studuje deformace globálních struktur (kontinenty a oceány).
- Tektonické deformace jsou křehké, křehce-duktilní a duktilní.

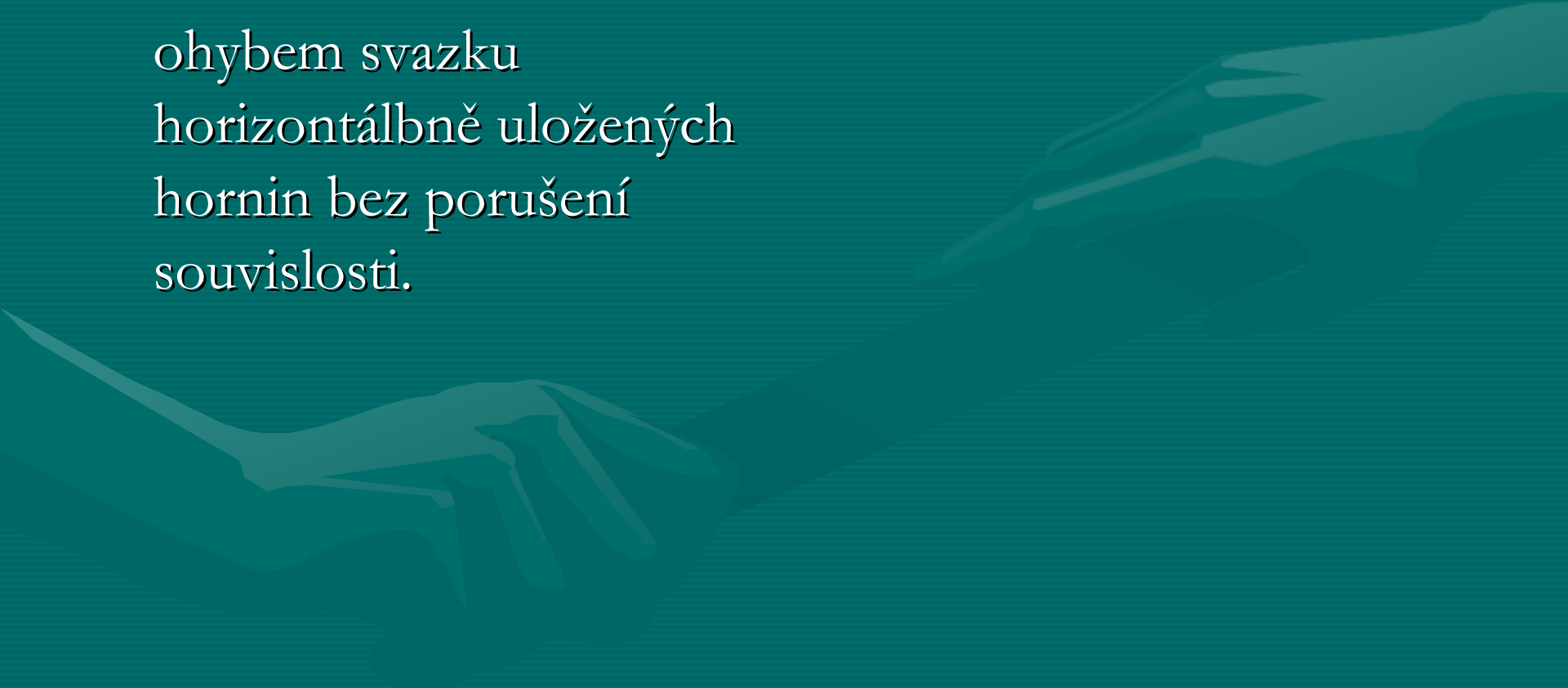
- Základní tendence deformací – tlak a tah.
- Tlaková d., transprese vede ke zkracování zemské litosféry (pukliny, přesmyky, vrásky).
- Tahová deformace, transtenze vede k roztahování litosféry (trhliny, poklesy flexury (ohyb)).
- Struktury dále dělíme na radiální a tangenciální, a spojité a nespojité.

Tektonické struktury spojité

- Vrása vzniká horizontálním stlačením hornin. Je složena z antiklinály (sedlo) a synklinály (koryto). Obě části jsou spojeny středním ramenem.
- Základní prvky vrásky jsou vrásová osa a vrásová rovina.
- Podle polohy vrásové roviny se dělí na přímé, šikmé, překocené, ležaté a ponořené. Směrová tendence vrásové asymetrie se označuje jako vergence (např. jv, sv. aj.).

Flexura

- Flexura – ohyb vzniká radiálním tlakem a ohybem svazku horizontálně uložených hornin bez porušení souvislosti.



Brachyantiklinála a brachsynklinála

- brachyantiklinála) je vrásová klenba, jejíž vrásová osa z jejího vrcholu upadá na obě strany.
- Brachysynklinála je vrásová mísa, ve které osa z okrajů směřuje do jejího středu.
- Obě struktury se jeví v geologické mapě jako eliptické útvary, přičemž v (ba) je ve středu elipsy nejstarší hornina, v (bs) hornina nejmladší).

Tektonické poruchy nespojité

- Struktury v křehkých horninách, při narůstající intenzitě deformace hornin. vzniká prasklina neboli ruptura. Ruptury rozdělují původně primární těleso hornin na části, označované jako tektonické kry.
- Drobné tektonické struktury představují pukliny (tlak) a trhliny (tah). V jílových a prachovitých sedimentech vzniká často břidličnatost (kliváž).

Drobné tektonické struktury

- Puklina – prasklina v horninách vytvořená v tlakovém režimu, její plochy jsou těsně u sebe.
- Trhlina – prasklina v horninách vytvořená v tahovém režimu, je otevřená.
- Kliváž (břidličnatost) tvoří soustavu jemných puklin, podél nichž se hornina rozpadá.

Zlomy

- Zlomy jsou rozsáhlejší praskliny, které často vznikají z puklinových resp. trhlinových zón. Zlomy bývají spojeny s tektonickými pohyby ker. Tektonická kra- segment zemské litosféry omezený zlomy.
- Zlomy lokální a regionální, postihují jedno nebo dvě patra geologické stavby (první desítka km hloubky, první stovka délky).

- Zlomy hlubinné, představují významné struktury transdeskové, které mohou zasahovat až do astenosféry (rifty, zlomy transformní aj.).
- Zlomové plochy se na povrchu jeví jako zlomové linie, obsahují drcené horniny (brekcie a mylonity), místy vyhlazené plochy (tektonická zrcadla).
- Zlomy bývají orientovány ke směrům geologické stavby hornin příčně, podélně nebo kose.

Struktury kerné- radiální tektonika

- Pokles a přesmyk
- Horizontální posun
- Příkop
- Hrát' xenomorfní
- Hrát' automorfní

Příkrovy a násunová tektonika

- Příkrov neboli alochton je horninové těleso, které je tangenciálními silami přesunuto přes jiné horniny (zpravidla starší).
- Autochton tvoří horninový podklad alochtonu.
- Bradlo je denudační zbytek alochtonu, který je od hlavního tělesa oddělen erozí.
- Tektonické okno – místo uvnitř alochtonu, kde na povrch vychází starší tektonické podloží.

Střížné zlomy s horizontálním pohybem

- Pohyb podle vertikálních až subvertikálních zlomů s přechody od křehkých do duktilních hornin. Do hloubky narůstá přetvoření hornin.
- Křehké- ostré horninové rozhraní s brekciemi a mylonity.
- Křehce-duktilní a duktilní –pozvolný přechod mezi horninami (doména), metamorfóza hornin.

Horizontální pohyby bloků

- Pravostranný (dextrální) a levostranný (sinistrální).
- Režim tlakový (transpresní) a tahový (transtenzní).
- Vznik šupinových vějířů typu automorfní hrásti resp. tektonického příkopu.

Geotektonika

- Globální geotektonické koncepce jsou v současnosti založeny na teorii deskové tektoniky
- Vznik a vývoj litosféry kontinentálního a oceánského typu v geologickém vývoji Země byl zejména od proterozoika ovlivňován tzv. Wilsonovými cykly. Hlavní význam spočívá v procesech riftogeneze, subdukce a kolize desek

Riftogeneze, subdukce, kolize

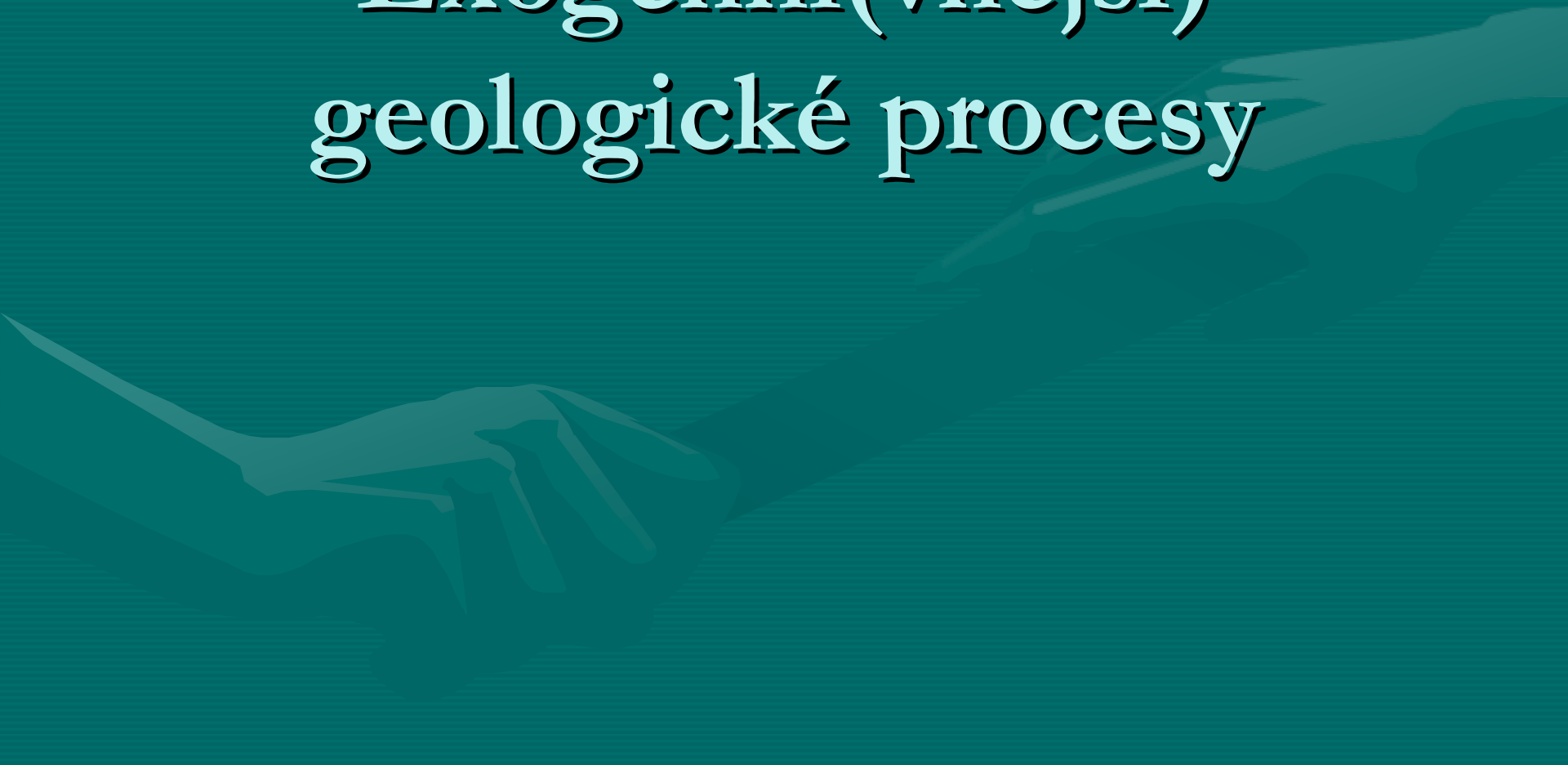
- Riftogeneze – vznik nové oceánské litosféry (současná není starší než 200mil.roků). Starší litosféra zanikla v subdukcích a kolizích a stala se součástí kontinentální kůry).
- Subdukce a kolize – vznik pásem nové kontinentální litosféry a jejich připojení ke starším kontinentům.

Pásemná pohoří(orogény), stavba

- Lineární pásma symetrické stavby s délkou i několik tisíc kilometrů a šířkou stovek kilometrů.
- INTERNIDY – středová nejstarší část pohoří, tvořená zvrásněnými hlubokomořskými sedimenty, často metamorfovanými až do střední až vysoké úrovně. Útržky a kry hornin astenosféry (ulrabazické horniny), plutonizmus kyselý. Přítomnost tektonické sutury(šev), který vymezuje zánik oceánské kůry mezi oběma deskami.

- EXTERNIDY – symetricky položené mladší části pohoří, uložené na kontinentální litosféře, syntektonické mořské sedimenty alochtonů (turbidity, flyš), bez vulkanizmu. Jejich předpolí tvoří posttektonické pánve (molasa) s přechodem marinní sedimentace do sladkovodní (molasa). Molasové sedimenty již nejsou vrásněny.

Exogenní(vnější) geologické procesy



- Procesy ovlivňující zemský povrch, který je modelován především hydrosférou, atmosférou příp. biosférou.
- Pochody se odehrávají v podmínkách zemské tíže, která ovlivňuje pohyb hmot na Zemi.
- Vliv Slunce, Měsíce a příp. dalších mimozemských těles.

Zvětrávání



Zvětrávání

- Zvětrávání – proces změn minerálů a hornin vlivem vnějších geologických činitelů. Má povahu fyzikálních a chemických procesů s příp. vlivem organizmů.
- Fyzikální neboli mechanické zvětrávání vede k rozpadu hornin.
- Chemické zvětrávání probíhá jako chemická reakce při níž se vznikají sekundární minerály.

Fyzikální zvětrávání

- Balvanité a granulární - kongelifrakce, tvorba kamenitých sutí a detritu.
- Mrázové zvětrávání – rozšiřování puklin a trhlin vlivem mrznoucí vody (objem ledu vyšší o 9%).
- Aridní zvětrávání - objemové změny minerálů v hornině v důsledku vysokých rozdílů mezi denními a nočními teplotami.

Chemické zvětrávání

- Rozpouštění, oxidace, hydrolýza, hydratace, karbonatizace.
- $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
- $2\text{FeS}_2 + 7\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$

Hydrolýza - reakce živců v kyselém, vlhkém a teplém prostředí – vznik jílových minerálů.

Chemické zvětrávání - formy

- Lateritické (alitické) - ze zvětralinového substrátu jsou odnášeny Si, Ca, Mg, Na a K. Reziduum je relativně bohaté na oxidy a hydroxidy Fe a Al (červené zbarvení). Tropické a subtropické pásmo střídáním srážek a sucha. Při hojnosti srážek vznikají i jílové minerály.
- Silalitické – odnášeny zejména Fe a Al a hromadí se sloučeniny bohaté na Na a K. Reziduum šedé až šedohnědé, typické pro oblasti mírného pásma.

Vliv organismů na procesy zvětrávání:

- Mechanicky, kořenové systémy rostlin (náletové dřeviny na puklinách a trhlinách) chodby a doupata živočichů.
- Vliv bakterií, mechů a lišejníků na povrch skal. Bakterie aerobní a anaerobní (chemicky). Význam pro vznik půd.

Půdní profil: A-eluviální, B-iluviální, C- navětralé skalní podloží, D- podložní hornina.

Produkty zvětrávání

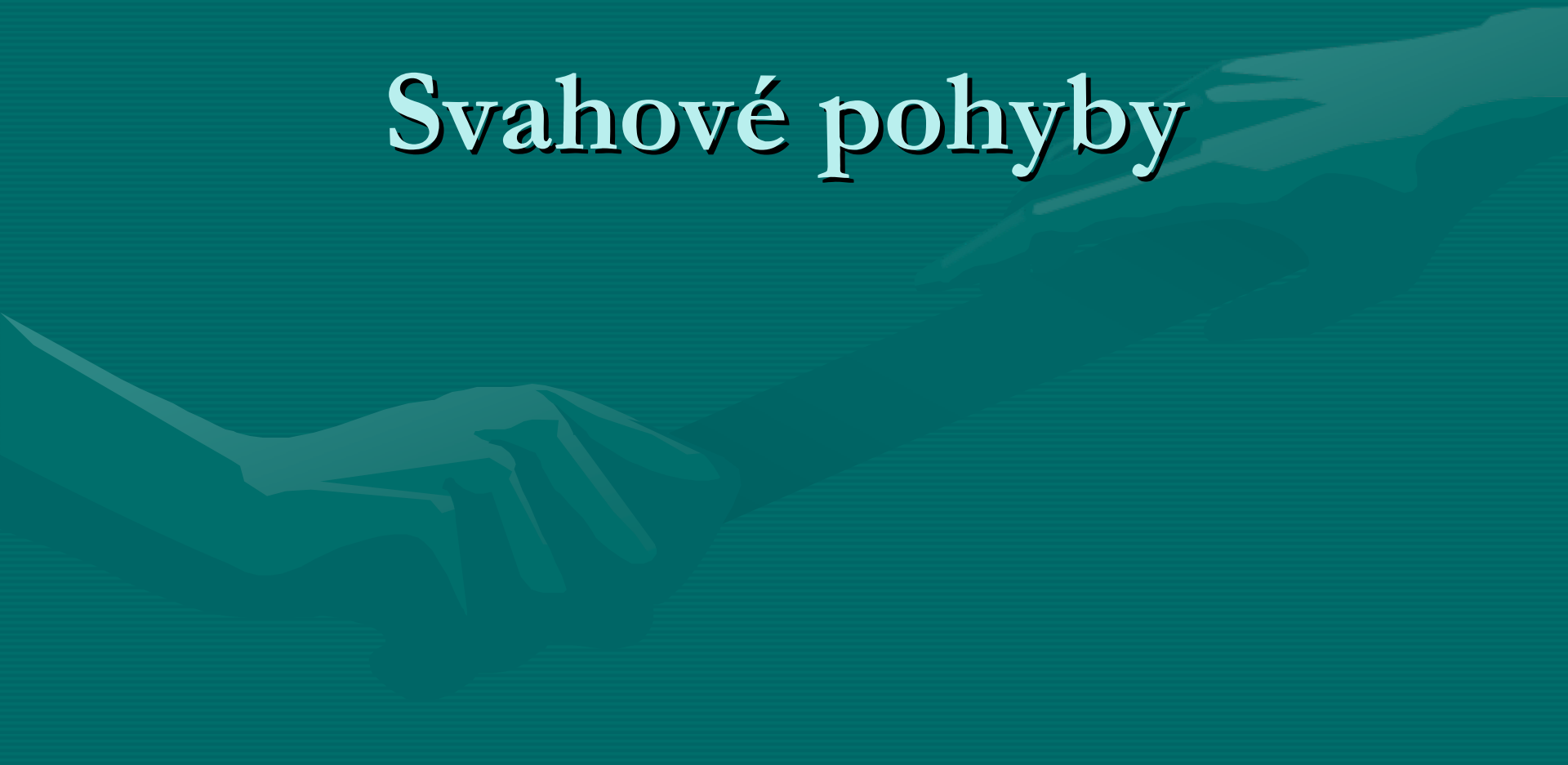
- Eluvium – nepřemístěná zvětralina zůstávající na místě.
- Deluvium – přemístěná zvětralina na svazích.

Selektivní zvětrávání

Selektivní zvětrávání je
výsledkem různé
odolnosti hornin, kdy
jsou z méně odolného
horninového prostředí
vypreparovány její
stabilnější části.

Struktury rozměrů makro- i
mikroreliéfu.

Svahové pohyby



Svahové pohyby

- Pohyby horninových mas po svahu vlivem gravitace:
- Pohyby zvětralin (eluvií a deluvií).
- Pohyby nezpevněných hornin, převážně sedimentů.
- Pohyby pevných hornin, rozvolněných tektonickými puklinami a trhlinami.
- Vznik svahových pohybů bývá silně ovlivněn srážkami (zejména přívalovými dešti), mrazem a dalších exogenních činitelů.

Důležitou roli hraje i strukturně –geologická pozice horninového masivu (orientace směrů vrstev, puklin, trhlin, foliace, ploch odlučnosti aj. nehomogenit).

Svahové pohyby významně přispívají k celkovému snižování a zarovnávání zemského povrchu, které označujeme jako denudace.

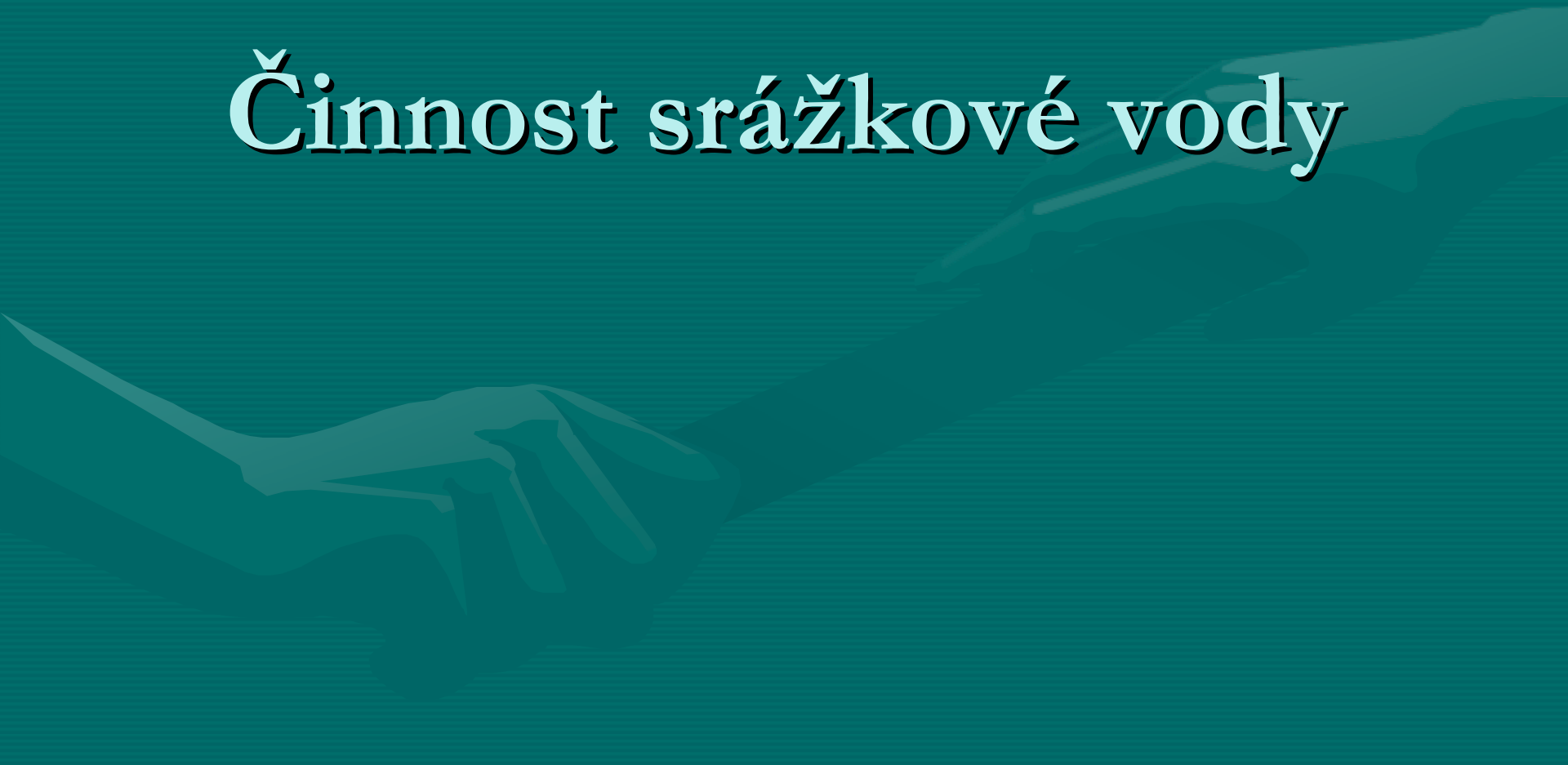
Svahové pohyby zvětralin a nezpevněných hornin

- Hákování vrstev a slézání deluvia(creep)
- Soliflukce
- Sesuvy (pohyb zvětralin po smykové ploše)
- Kamenné laviny (mury)
- Bahnotoky (lahary)

Svahové pohyby pevných hornin

- padání skal v důsledku rozvolňování pevných hornin fyzikálním zvětráváním.
- kerné sesuvy - gravitační pohyb bloků hornin, oddělených puklinami či trhlinami po smykové ploše.

Činnost srážkové vody



Činnost srážkové vody

- Vodní srážky dopadající na zemský povrch se vsakují do podloží, stékají po povrchu a odpařují se do atmosféry.
- Déšť působí na povrchu plošný splach – dešťový ron. Odtokové stružky se nazývají ronové rýhy.
- Ronové rýhy se napojují na suché strže, které odvádějí dešťovou vodu do vodních toků.

Činnost deště v aridním klimatu

- občasné srážky na povrch bez vegetace vyvolávají rychlý odtok a silnou erozi povrchu.
- Badlands – specifické formy reliéfu tvořeného nezpevněnými nebo polozpevněnými sedimenty, kdy se vytváří hustá síť mělkých strží a hřbetů (hloubka strží 10-20m).

Vodní toky



Činnost vodních toků

- Vodní toky – systém pravidelných vodotečí odvádějících povrchovou vodu do oceánů. Vytvářejí relativně stálou říční síť.
- Vývoj říčního údolí - eroze, transport a sedimentace. Vývoj charakterizuje spádová křivka. Svrchní a spodní erozní základna (pramen, ústí).
- Spádová křivka vyrovnaná a nevyrovnaná.

Eroze hloubková a zpětná

- eroze hloubková – rychlý pohyb vody a zvětraliny které jsou unášeny, vyvolává vymílání koryt řek do hloubky.
- eroze zpětná – neustálé prohlubování koryta proti proudu toku směrem do pramenné oblasti.
- říční pirátství – zpětná eroze pronikne do povodí jiného toku odvede jeho vodu.

- Eroze boční – vymílání údolního dna do stran – vznik zákrut a meandrů toku. Profil údolí se mění do tvaru písmene U. Meandry zaklesnuté a volné.
- Volné meandry se tvoří v údolí s říční sedimentací. Naplavené sedimenty řeky (aluvium), které vyplňují údolí, tvoří rovinné údolní dno - údolní nivu.

Transport

- Unášecí schopnost toku závisí na velikosti spádu a množství vody. Nesené a vlečené částice zvětralých hornin jsou nástrojem eroze.
- Unášený materiál je opracován (valouny) a tříděn podle velikosti (granulometrie).
- Postupně se snižuje velikost nesených částic: úbytek sedimentací, rozpad větších zrn na menší a pokles rychlosti proudu.

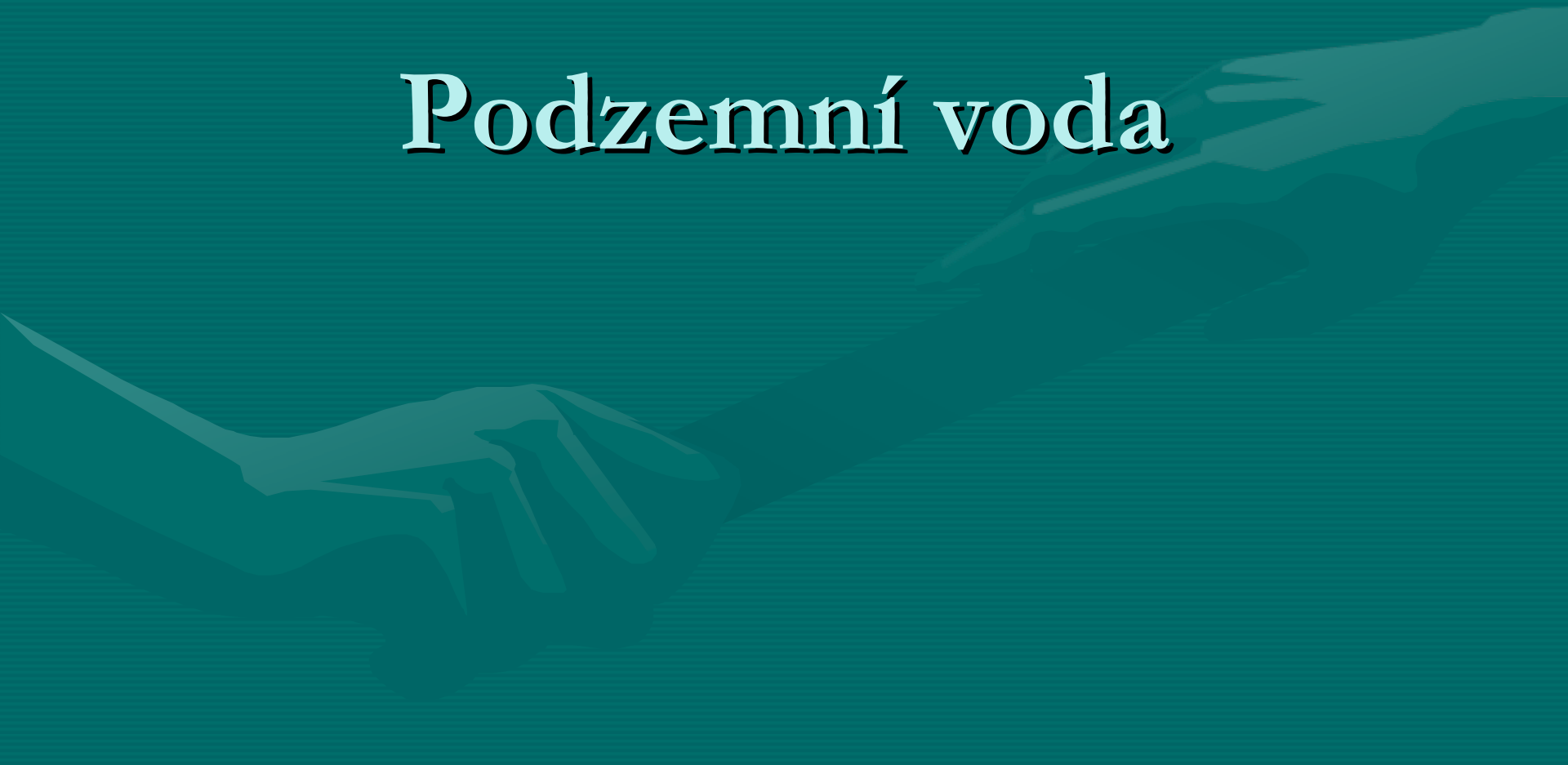
Sedimentace

- Sedimentace – široká údolní niva, zvýšené ukládání sedimentů, nárůst mocnosti aluviálních usazenin (agradace).
- Časté meandry, mrtvá ramena, u větších toků i sít' samostatným ramen v říčním korytu (tzv. divočí říčky).
- Výnosové kužele sedimentů z postranních přítoků, tvorba štěrkopískových tabulí (sandry).
- Existence inunditů – záplavových sedimentů. U velkých toků vznik kontinentální nebo podmořské delty.

Průlomová údolí- hloubkové eroze

- antecedence – vznik průlomového údolí v důsledku kompenzace tektonického zdvihu území hloubkovou erozí (Moravice v Nížkém Jeseníku u Valšova).
- Epigeneze – vznik průlomového údolí je způsoben skutečností, kdy původní koryto založené v měkkých horninách pronikne hloubkovou erozí do odolnějšího podkladu do něhož se dále zahlubuje (Divoká Orlice- Zemská brána).

Podzemní voda



Podzemní voda

- Voda obsažená v horninách zemské litosféry.
- Podle původu je vadozní nebo juvenilní.
- Dělí se na skalní vlhkost, průlinovou a puklinovou.
- Skalní vlhkost je vázána fyzikálně na povrch minerálů a úlomků a uvolňuje se při ohřevu horniny.

Průlinová a puklinová voda

- Průlinová voda vyplňuje intergranulární prostory mezi klasty nezpevněných zvětralin a sedimentů (frakce štěrků a písků). Sedimenty prachové a zejména jílové frakce jsou nepropustné.
- Puklinová voda je vázána na pukliny a trhliny, příp. zlomy v krystalických horninách a zpevněných sedimentech.

Hladina podzemní vody

- Hladina podzemní vody
volná a napjatá
- Depresní kužel
- Artéská voda
- Nasycený horizont
podzemní vody -
kolektor

Voda puklinová

- Voda koncentrovaná především puklinách, trhlinách a zlomech. Voda využívá i ploch odlučnosti, mezivrstevních spár (diastéma) a ploch kliváže. Voda nevytváří zcela spojité systémy, prostupnost zejména u puklin a trhlin bývá omezena do hloubky. V přípovrchových podmínkách bývá filtrační schopnost horninového prostředí omezena.

Prameny

- Sestupný – podzemní voda se dostává na povrch po ukloněné nepropustné vrstvě.
- Vzestupný – podzemní voda je vytlačována hydrostatickým tlakem k povrchu po vhodné geologické struktuře (zlom, rameno synklinály).
- Gejzíry.

Minerální a termální vody

- Tvrdost vody – obsah minerálních látek ve vodě (uhličitany, fosforečnany, sulfáty a chloridy). Německé stupně – 1 stupeň znamená obsah 10mg v 1 litru vody. Do stupně 8 velmi měkká, 8-18 střední, 18-25 tvrdá, nad 25 velmi tvrdá.
- Minerální voda – 1g/litr minerálních látek.
- Termální voda – teplota přes 20° C.

Mráz a ledovce



Činnost mrazu- oblasti periglaciální

- Mráz působí mechanické zvětrávání hornin a má vliv na modelaci georeliéfu, obsah a uspořádání eluvií a deluvií.
- Formy reliéfu: mrazové sruby, mrazové sutě, kryoplanační terasy, polygonální půdy, thufury, pingo, ledové klíny, kryoturbace, soliflukce, kamenná moře.
- Mráz působí intenzivně v periglaciálních oblastech.

Ledovce – oblasti polární (kontinentální)

- Oblasti glaciální – území trvale pokryté souvislou ledovou příkrývkou v polárních oblastech.
- V glaciální oblasti jsou ledovce pouze na pevnině, v oblasti oceánů se vyskytuje mořský led.
- Ledovce na pevninách: kontinentální a vysokohorské.

Ledovce – ostatní oblasti Země

- Ledovce kontinentální se v závislosti na klimatických podmínkách pohybují z oblastí polárních do nižších zeměpisných šířek a zpět (vlivy oscilací klimatu).
- Ledovce vysokohorské se tvoří na libovolných místech tam, kde reliéf přesahuje úroveň sněžné čáry a jsou dostatečné sněhové srážky.

Ledovce - vznik

- Intenzivní sněhové srážky, existence ledovcového karu (trogu) u ledovců horských.
- Ledovcový led (firn), ledovcové splazy a jejich pohyb do nižších poloh. Deterze a exarace, oblíky a nunataky.
- Ledovcový till a moréna. Morény čelní, boční, spodní. Ledovcová brána.

Sedimenty glacilakustrinní a glacifluviální

- Glacilakustrinní sedimenty – přeplavený till uložený v jezerním prostředí před čelem ledovce. Častým sedimentem jsou varvy(páskované jíly).
- Glacifluviální sedimenty –till přeplavený vodním tokem vytékajícím z čela ledovce nebo z ledovcového jezera. Materiál je roznášen do širokého předpolí ledovce a vytváří štěrkopískové plošiny (sandry).

Sedimenty čela ledovce

- Drumlin- zbytky ledovcového tillu spodní morény.
- Esker- sedimenty , podélné hřbítky přeplaveného tillu spodní morény.

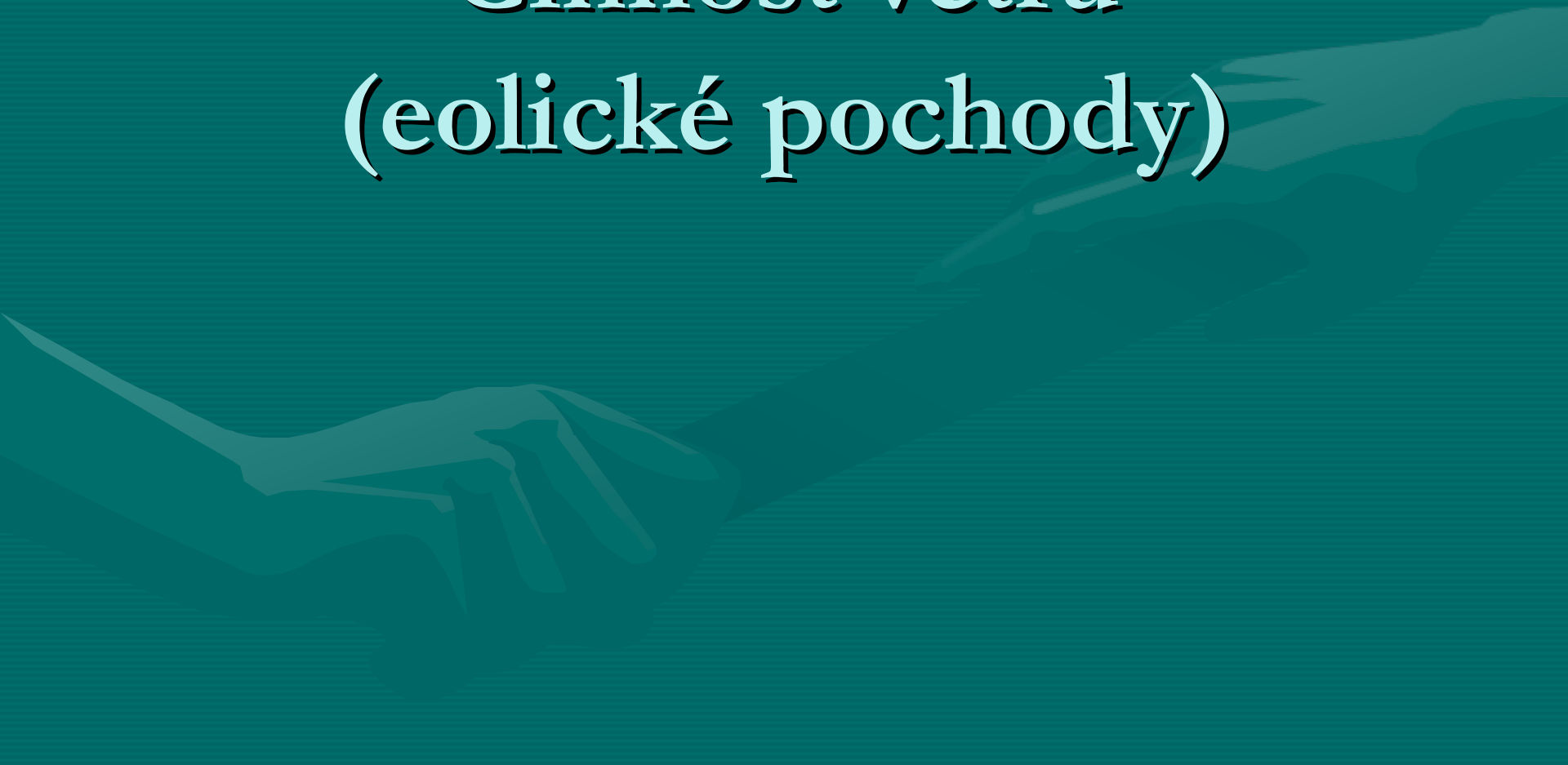
Sedimenty ledovcových jezer

- Specifické páskované sedimenty označované jako varvy neboli páskované jíly.
- Světlá vrstva tvořená pískem odpovídá letní části ročního cyklu cyklu, tmavá vrstva tvořená jílem odpovídá části zimní.
- Výsledný sediment odráží roční periodicitu sedimentace v ledovcových jezerech.

Glacitektonika

- čelo ledovce pohybující se po povrchu vyvíjí značný tlak na sedimenty spodní morény a skalního povrchu a drtí horniny na jemný prach(zakalené tavné vody).
- při oscilacích čela ledovce v důsledku klimatickým změn led deformuje při novém rozšíření starší fluvioglaciální sedimenty („vrásky“, porušení kontinuity vrstev, stlačení sedimentů).

Činnost větru (eolické pochody)



Činnost větru

- Eolická činnost – proudící atmosféra – odnos, transport a sedimentace.
- Odnos (deflace) – unáší ze zemského povrchu nezpevnělé částice zvětralin, zejména jemně písčité a prachové frakce.
- Vítr je jedním z nástrojů denudace zemského povrchu. Odnos se uplatňuje hlavně v oblastech bez vegetačního krytu.

- Transport – větrem unášené částice jsou nesený ve vznosu, saltací (skokově) nebo vlečením.
- Nesené částice jsou nástrojem větrné eroze (koraze).
- Během transportu dochází k zaoblování nesených zrn, jejich třídění podle frakcí a odolnosti neseného minerálu.

Erozní formy

- koraze vytváří typické tvary reliéfu, které zpravidla mívají hřibovitý tvar.
- hrance, okna, viklany.
- skalní města (eroze vodní a větrná).

Akumulační formy

- písečné přesypy (duny).
- duny připoutané (návěj a závěj), duny volné (stěhovavé).
- pohyb volných dun přepadáním zrn písku z návětrné strany na závětrnou.
- Duny pravidelné a nepravidelné (odraz změn směru větru během ročního cyklu).

Spraše a váte písky ČR

- Spraše - pleistocenního stáří (kvartér), vyskytují se zejména v úvalech a sníženinách do nadmořské výšky cca 400m. Vyskytují se v nich fosilní půdní horizonty, které se na nich vytvořily v dobách meziledových.
- Váte písky – Polabí a na jižní Moravě (písečné přesypy).

Krasové jevy



Krasové jevy – podstata a typy forem

- Krasové jevy jsou formy reliéfu, které vznikají rozpouštěním vápence, dolomitu, resp. sádrovce.
- Podstata: $(\text{CaCO}_3) - \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 - \text{novotvořený CaCO}_3$ (zpětná reakce).
- Krasové formy jsou dvojího typu:
 - formy po rozpouštění
 - formy novotvořené

Formy vznikající rozpouštěním

- Formy vznikající převážně dešťovým ronem – škrapy, závrt, geologické varhany, polje, komín (vertikální chodba), mogoty (v tropech).
- Formy vznikající převážně činností vodních toků – chodba (sifon), jeskyně a propast, slepé a poloslepé údolí, ponorná řeka (propadání, vyvěračka), estavela.

Vodní toky v krasových oblastech

- Vodní toky- nevytvářejí na povrchu stabilní říční síť (suchá údolí). Často vstupují do podzemí (propadání) a způsobují vznik podzemních chodeb. V místě výstupu tvoří vyvěračky.
- Vývoj toků má velkou proměnlivost – vznikají proto slepá a poloslepá údolí.
- Estavela – střídání funkcí propadání a vyvěračky.

Formy novotvořené

Vznikají krystalizací z krasových vod při jejich odpařování v jeskyních:

- jsou to zejména: vápnité sintry a krápníky různých forem a tvarů. Stalaktity, slagmity a stalagnáty.
- krápníky kuželovitého tvaru, záclony, drobná brčka, vápnitý sintr.

Stalaktity a stalagmity

- Stalaktity – krápníky visí od stropu a mají podélný vnitřní kanálek. Kanálkem odkapává tzv. skapová voda. Tvar brčka mají krápníky v zárodečném stadiu vývoje, později se tváří širší štíhlé kuželovité tvary.
- Stalagmity – krápníky na dně prostoru, vznikají proti stalaktitu, nemají kanálek a tvoří mohutnější kužely.
- Spojením obou typů vznikají stalagnáty.

Jeskynní výplně

- Prostory podzemních chodeb a jeskyní často obsahují tzv. jeskynní sedimenty.
- Jsou dvojího typu:
 - nánosy sedimentů přinášené z okolních nekrasových území vodními toky (štěrky, písky, prach a jíly).
 - uloženiny ze zdrojů uvnitř jeskyně (kamenné osypy, organické zbytky).

Kras v České republice

- Chýnovská jeskyně u Tábora- krystalické vápence (prekambrium).
- Bozkovská jeskyně u Semil, vápnité a křemité dolomity (silur).
- Český kras u Berouna, vápence (silur a devon).
- Moravský kras u Brna, Javoříčský kras, Mladečský kras na střední Moravě, vápence a dolomity (devon).

- Hranický kras v okolí Teplic n. Bečvou, vápence a dolomity, (devon), termální kras.
- Jeskyně Na pomezí a na Špičáku, Jesenicko, krystalické vápence(devon).
- Jeskyně Turola (Pavlovské vrchy, jeskyně Šipka (Štramberk), jura.

Jezera



Typy jezer

- Jezero – dočasná vodní nádrž, zadržující povrchovou vodu.
- Jezera hloubená, hrazená a umělá.
- Hloubená – založená tektonicky (tektonický příkop, riftová struktura na kontinentu), kaldera, krasová.
- Hrazená – přehrazení vodního toku sesuvem, lávovým proudem, čelní morénou aj přírodní překážkou.
- Umělá – rybníky a přehrady.

Jezerní sedimentace - geografické prostředí

- Sedimenty - geografické prostředí a klima.
- Geografické prostředí – kvalita (např. sopky, ledovce, tektonika) a výšková členitost okolního prostředí.
- Kvalita – typ zvětralin (fyzikální, chemické, organogenní).
- Výšková členitost – zvýšení vede k hroubnutí zrnitosti sedimentů.

Jezerní sedimentace - klima

- Aridní (tropy a subtropy, periglaciál), klastická sedimentace (štěrky, písky, příp. jíly) výrazně převyšuje sedimentaci chemickou.
- Humidní – (subtropy až mírné pásmo (vápence, evapority, organické látky), je v průměru v rovnováze s jemnozrnnou sedimentací klastickou.

Moře a oceány



Moře a oceány

- Povrch Země tvoří 70,8%, průměrná hloubka dosahuje 3 800m.
- Morfologie mořského dna je velmi členitá – hlubokomořské příkopy, podmořské hory a středooceánské hřbety, hlubokomořské roviny a pánve, kaňony aj.

Šelf, kontinentální svah a úpatí

- Šelf – plošina s hloubkou moře 200-250m. Je tvořen kontinentální kůrou.
- Šelf: litorál a sublitorál. Litorál – mezi linií přílivu a odlivu. Sublitorál – čára odlivu až okraj kontinentálního svahu.
- Kontinentální svah a úpatí: bathyál. Svah výrazný stupeň upadající do hloubek cca 2km.

- Kontinentální svah bývá rozbrázděn podmořskými kaňony, kterým je transportován z pevniny hrubší klastický materiál tzv. turbiditními proudy.
- Úpatí tvoří sedimenty výnosových kuželů turbiditních proudů.

Pelagiál a abysál

- Pelagiál – oblasti oceánů ležící na oceánské kůře. Hlubokovodní část bývá označována jako abysál.
- Mořská voda – v průměru 3 promile rozpuštěných solí. Salinita okrajových moří aridních oblastí narůstá (Rudé moře 40), humidních klesá (Baltické 0,8, Černé moře 1,8).

Rušivá činnost moří a oceánů

- Mořská abraze- erozní činnost účinkem příboje, jejímž nástrojem jsou klastické úlomky hornin. Tvorba abrazních plošin a teras.
- Bioeroze organismů příbojového pásma na skalnatém pobřeží i volných klastech (houby, řasy, mlži aj.).

- Podmořská eroze na kontinentálním svahu – vznik podmořských kaňonů vlivem turbiditních proudů.
- Transport sedimentů z kontinentu a šelfu do prostředí kontinentálního úpatí (turbiditní proudy vytvářejí erozní kanály v uložených sedimentech upatí).

Tvořivá činnost moří a oceánů

- Transport a sedimentace klastického materiálu, jeho třídění.
- Litorál – štěrkové a písčné pláže, písčné kosy. Výnosové kužely řek a redepozice říčních sedimentů.
- Bathyál – podmořské delty vodních toků (např. Indus, Colorado).
- Abysál - tvořivá činnost organismů.

- Organismy a jejich podíl na vzniku sedimentů:
 - Pasivně – nahromadění schránek v sedimentech (např. organodetritické vápence silicity – radiolarit aj).
 - Aktivně: životní činností – korálové útesy, ústřičné a mechovkové lavice aj).

Recentní sedimentace

- Průměrná mocnost mořských sedimentů činí cca 500m.
- Rychlost sedimentace je různá, obecně klesá se vzdáleností od pobřeží.
- Pelagiál – sedimenty jílu a bahna s podílem siliciklastického materiálu a schránek mikroorganismů (schránky radiolárií, foraminifer, jehlic hub aj).