

Dana Sitányiová

Prednáška 7 – voda a jej vlastnosti

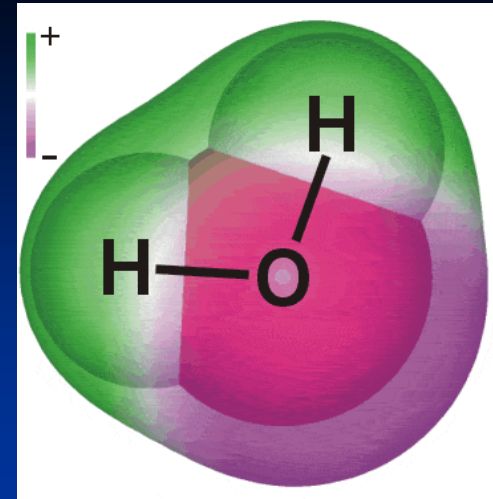


Hydrológia

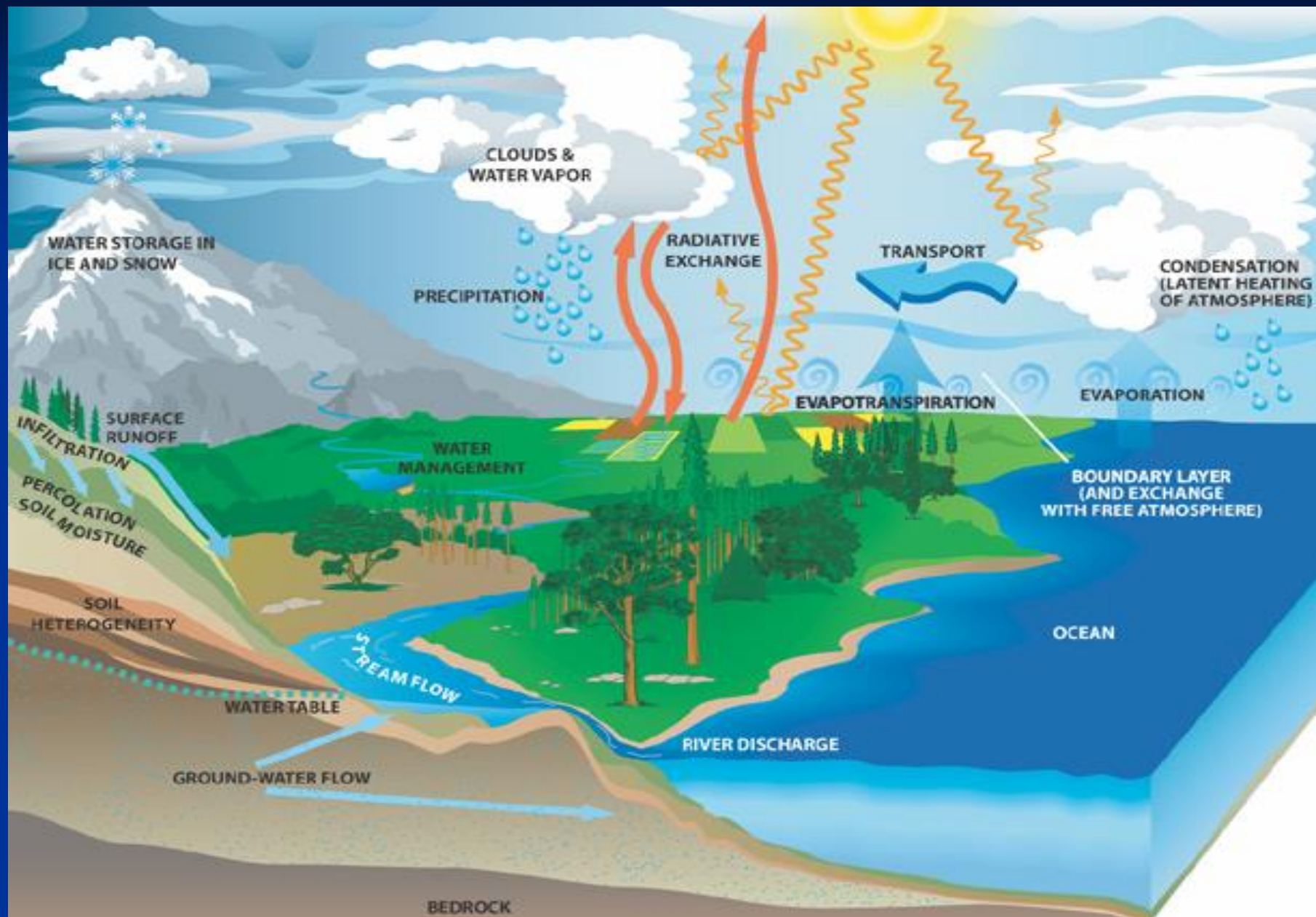
- Veda o zákonitostiach časového a priestorového rozdelenia a obehu vody na Zemi a jej fyzikálnych, chemických a biologických vlastnostiach
- Iné príbuzné vedy: hydrografia, hydrometria, hydrometeorológia, limnológia, pedohydrológia, hydrogeológia...

Voda na Zemi

- Vodstvo na Zemi = hydrosféra
- Asi 96,5 % vody tvoria moria a oceány
- Voda je najrozšírenejšia látka na zemi
- Je aj základnou zložkou biomasy
- Chemické zloženie H_2O , jednoduchá polárna väzba
- Silne polárna látka → rozpúšťadlo
- Fázové zmeny: ľad \leftrightarrow voda \leftrightarrow vodná para \leftrightarrow ľad
- $\text{pH} = -\log a_{\text{H}_3\text{O}^+}$
- $\text{pH} < 7$ – kyslé, $\text{pH} > 7$ – zásadité
- Prírodné vody pH 4,5-8,3



Kolobeh vody v prírode



Časti obehu

- Zrážky
- Výpar
- Povrchový odtok
- Podpovrchový odtok
- Voda podzemná
- Voda v nádržiach (jazerá, moria, oceány)

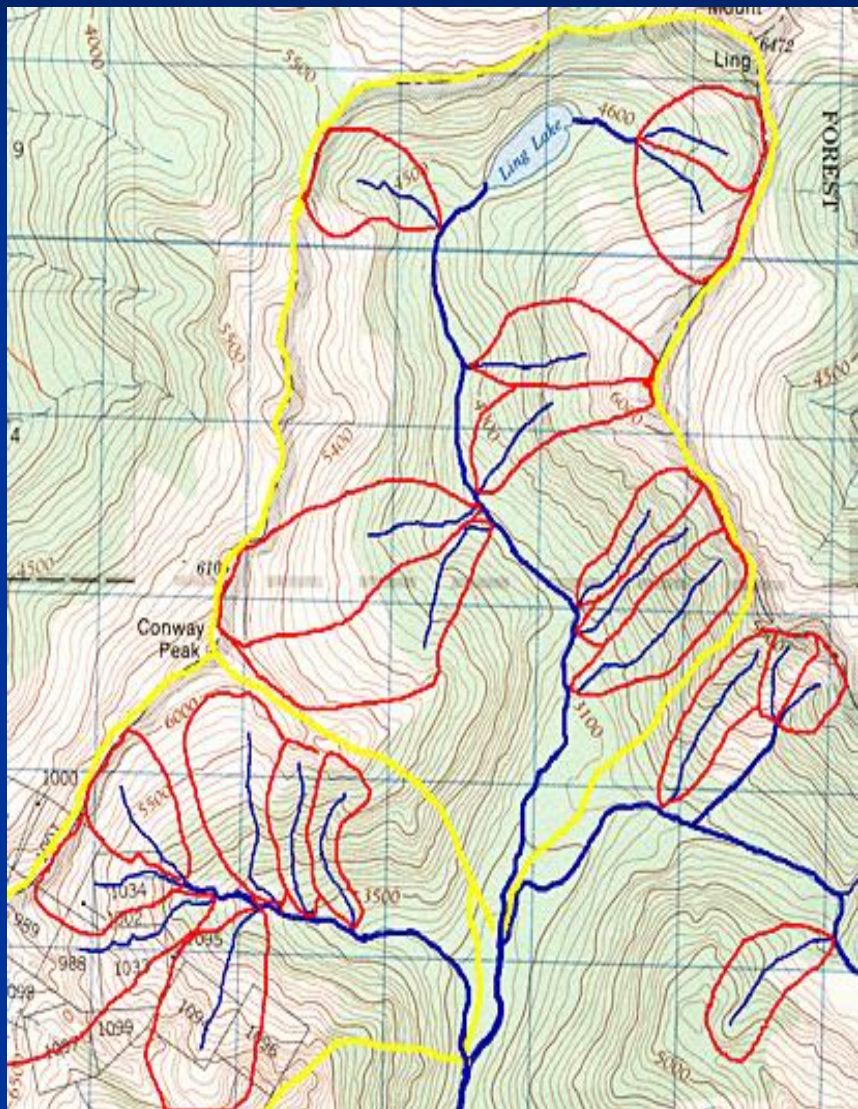
Zrážky

- Atmosféra je nasýtená vodnými parami
- Ak teplota klesne pod rosný bod začínajú sa vytvárať kvapky vody.

Zrážky

- Horizontálne (srieň, rosa, poľadovica)
- Vertikálne (ostatné)
- Kvapalné (dážď, hmla, rosa)
- Tuhé (sneh, krúpy, poľadovica)
- Regionálne – veľké plochy, prívalové – malé plochy

Povrchový odtok



Veľká časť zemského povrchu je ovplyvnená tečúcou povrchovou vodou. Primárnym činiteľom formovania povrchového odtoku je klíma, ktorá podmieňuje nielen množstvo zrážok, ale aj charakter pôdy a vegetácie. Dôležitá je litológia a tektonika geologického prostredia. Horninové prostredie ovplyvňuje infiltráciu vody do podložia, vznik zvetralinového plášťa, hustotu riečnej siete, jej typ a pod. **Povodie** je územie, z ktorého steká voda k určitému miestu na vodnom toku. Určujeme ho podľa topografie, je ohraničené rozvodnicou, ktorá prebieha po najvyšších miestach terénu.

Hydrologický režim riek

Na riekach Slovenska sa výrazne prejavuje výšková zonálnosť, rozlišujeme tri základné typy riek:

1. vysokohorský typ – najvyššie mesačné prietoky sú v máji až júli, najnižšie v januári alebo vo februári – Belá v Tatrách
2. stredohorský typ – najvyššie prietoky v apríli, najnižšie v zime – Hron
3. vrchovino-nížinný typ – najvyššie prietoky v marci, najnižšie v septembri – Nitra

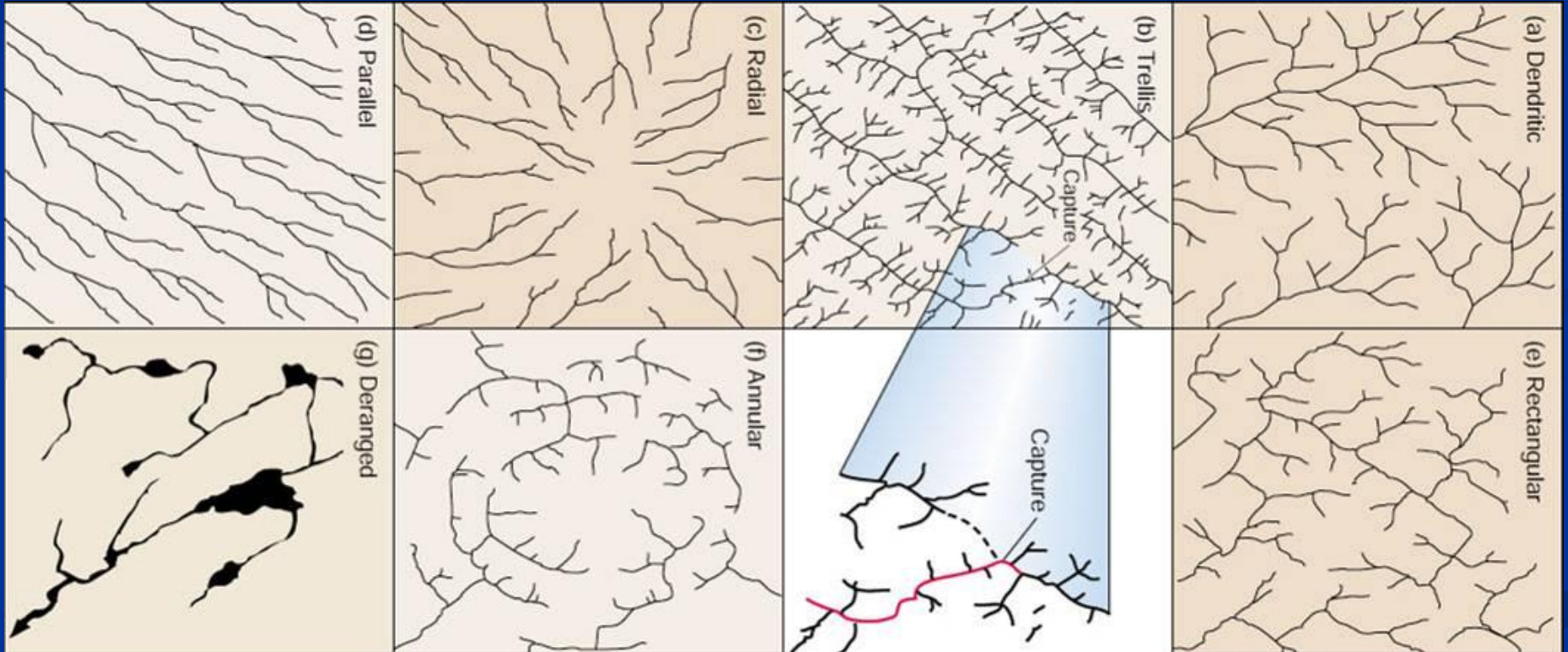
Typy riečnej siete

paralelná

radiálna

mriežkovitá

stromovitá



chaotická

kruhová

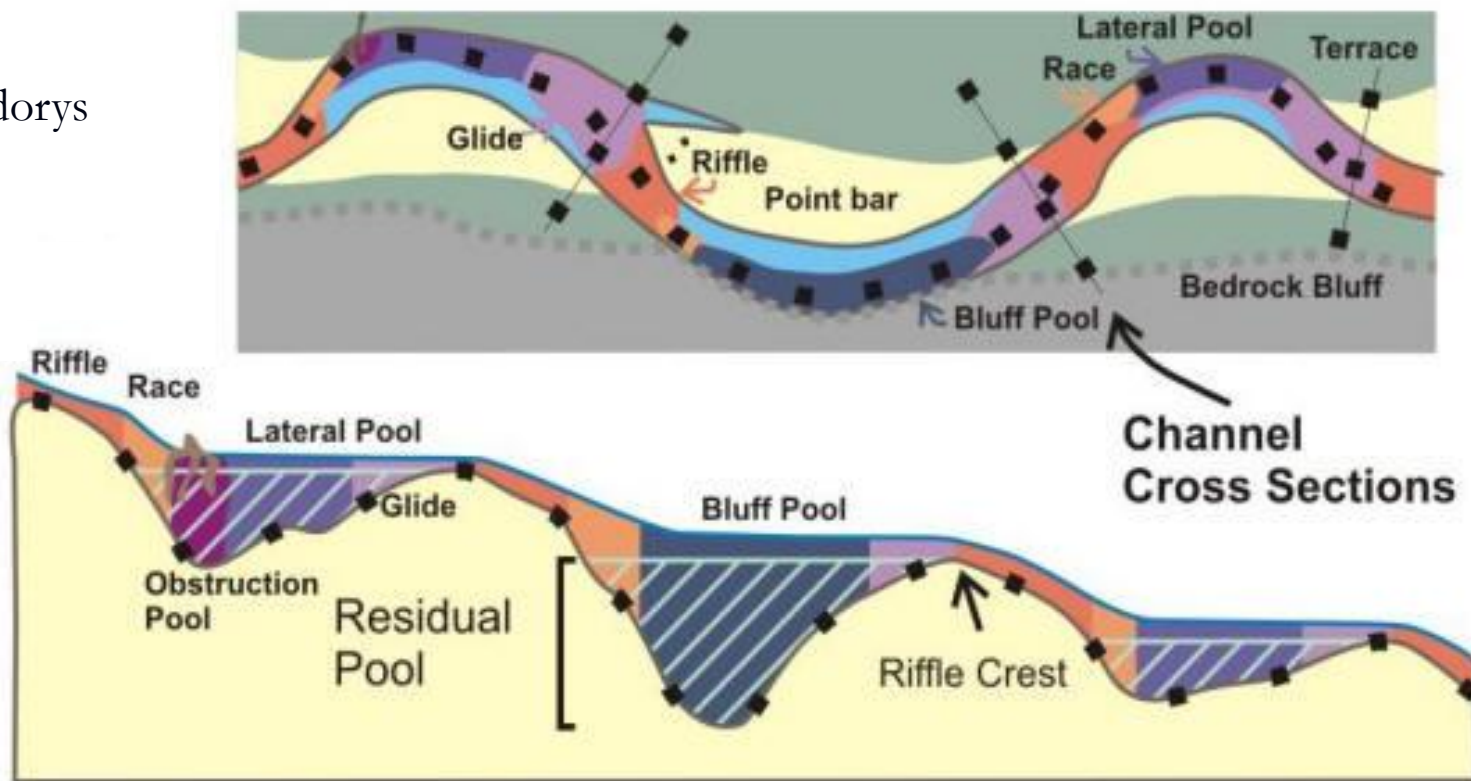
pirátstvo

pravouhlá

Riečny profil

Pôdorys

Pozdĺžny profil



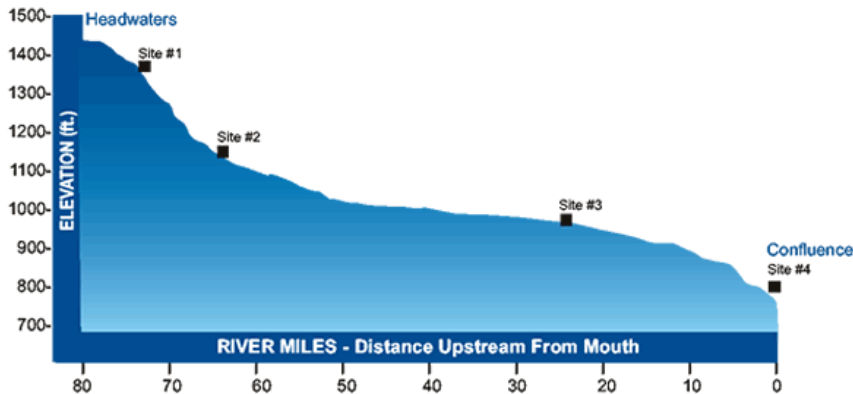
Vývoj toku

Každý povrchový vodný tok má tendenciu modelovať svoj pozdĺžny profil od prameňa (hornej eróznej bázy) až po ústie (dolnej eróznej bázy) tak, aby ho vytvoril s minimom vynaloženej energie. Pozdĺžny profil rieky je charakteristická krivka, ktorú vytvárajú vodné toky (rieky) od prameňa k ústiu. Podľa tvaru krivky sa rozlišuje:

- Nevyrovnaný tok: pozdĺžny profil je zvlnený, rieky ho pretvárajú eróziou a akumuláciou.
- Súhlasný tok: pozdĺžny profil má parabolický tvar. Rieka eroduje rovnomerne.
- Rovnovážny tok: pozdĺžny profil rieky má ideálne parabolický tvar. Rieka už neeroduje. Keďže rieky citlivo reagujú na každú zmenu v povodí, žiadna rieka nemôže dosiahnuť rovnovážny profil - krivka je teoretická.

Spádový profil rieky

LITTLE COTTONWOOD RIVER PROFILE
from the headwaters to the confluence with the Minnesota River



Total elevation drop from headwaters to the Minnesota River = 680 feet
Total Little Cottonwood River stream length = 82 miles
Average gradient = 8.3 feet per mile

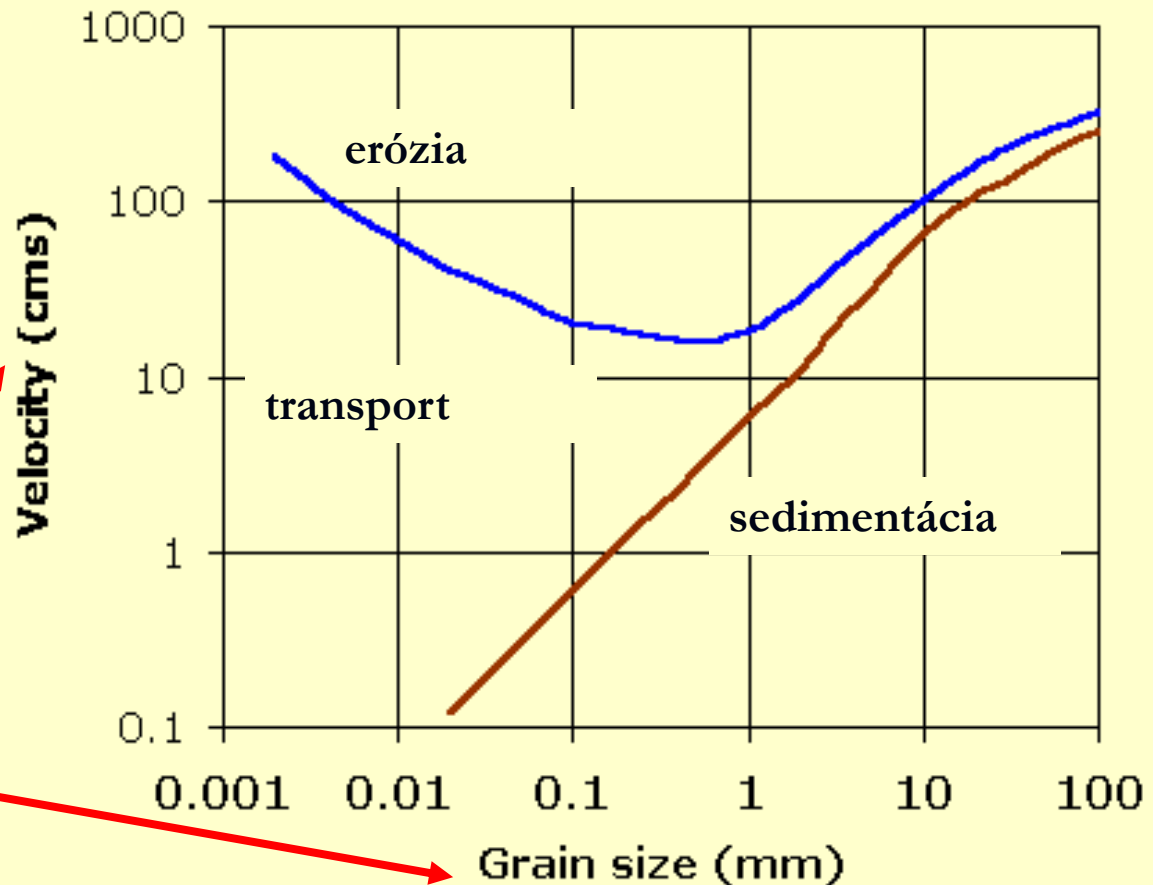
Ak má vodný tok takú rýchlosť, že je schopný unášať všetky plaveniny, má transportačnú rýchlosť. Ak je rýchlosť menšia, materiál sa začne usadzovať na dne koryta. Takáto rýchlosť sa nazýva sedimentačná. Ak je rýchlosť vyššia ako transportačná, má tok „prebytok energie“ a využíva ju na prehlbovanie svojho dna – uplatňuje sa erozívna činnosť toku a rýchlosť sa nazýva erozívna.

Činnosť vodných tokov

- rušivá
- tvorivá
- transportačná

Činnosť závisí
od rýchlosti
vody a veľkosti
častíc

Hjulstromov diagram pre eróziu a sedimentáciu

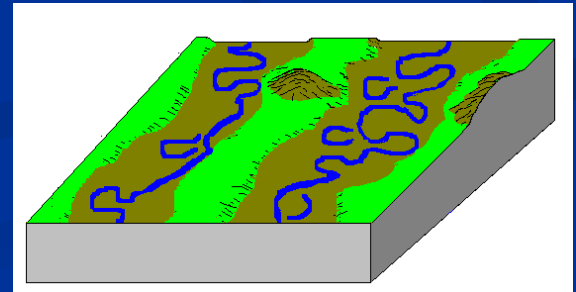
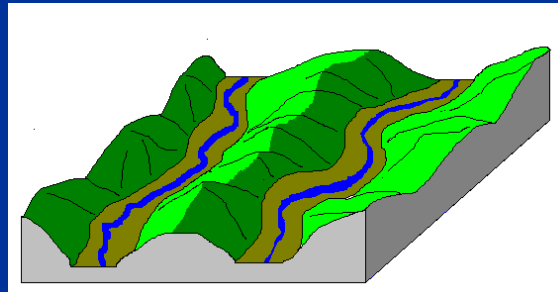
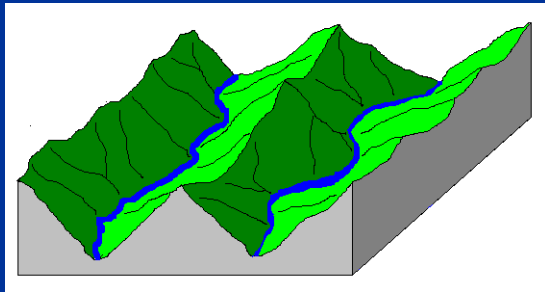


Pri transportačnej činnosti vodný tok premiestňuje materiál. Prachovité a ílovité zrná sú prenášané v suspenzii vznášaním, hrubšie piesčité zrná a drobnejšie štrkovité zrná sú prenášané prevaľovaním a vlečením (trakciou). Menšie kamene a hrubšie štrky sú prenášané vznášaním a klesaním (saltáciou). Materiál sa transportom drobí, opracováva, zaobľuje.

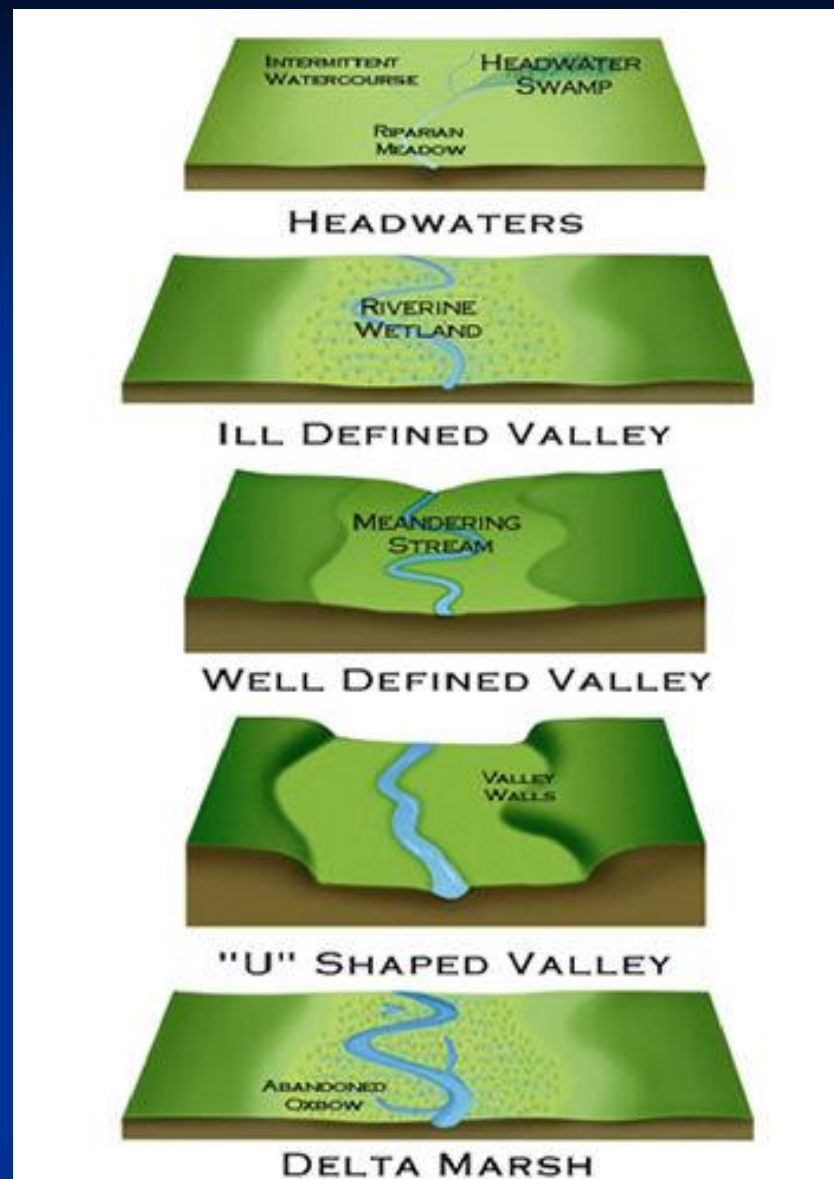
Ak rýchlosť poklesne na akumuláčnú (sedimentačnú), dochádza k ukladaniu materiálu. Zrnitosť akumulácie závisí na spáde vodného toku, resp. jeho úseku.

- **horný tok** (vysoký spád) - slabo opracovaný kamenitý a hrubozrnný materiál,
- **stredný tok** - materiál je vytriedenejší a opracovanejší (štrk a piesok).
- **dolný tok** - materiál je najjemnejší. Zodpovedá drobným štrkom, pieskom, siltom. Zloženie náplavov závisí aj od petrografického zloženia hornín v znosovej oblasti.

- horný tok – rieka dosahuje vysoké rýchlosti prúdenia, prevláda vertikálna erózia, údolie má tvar písmena V
- stredný tok – uplatňuje sa aj bočná erózia a s ňou súvisiace svahové procesy, rieka prehĺbuje, ale aj premiestňuje svoje koryto, vytvára meandre. Miernejší spád má za následok nárast akumuláčnej činnosti a vytváranie aluviálnej nivy, údolie sa rozširuje.
- dolný tok – údolie je široké s mierne konvexnými svahmi, rieka nanáša predovšetkým jemný materiál a hĺbi si koryto vo vlastných náplavoch, pomaly tečúci tok meandruje, vytvára mŕtve ramená, často sa vetví na niekoľko ramien.



K selekcii materiálu dochádza aj v priečnom profile. V priamych úsekoch sa usadzujú hrubé piesky a štrky. Pobrežné plytčiny sú prevažne zložené z pieskov a v najvyšších častiach sa usadzuje jemný piesok a prach. Pri vysokých prietokoch alebo v čase povodní rieka vystupuje zo svojho koryta a prekladá svoj tok. Opakovaním tohto procesu sa v údolí vytvára rovná plocha – aluviálna niva.



Činnosť rieky

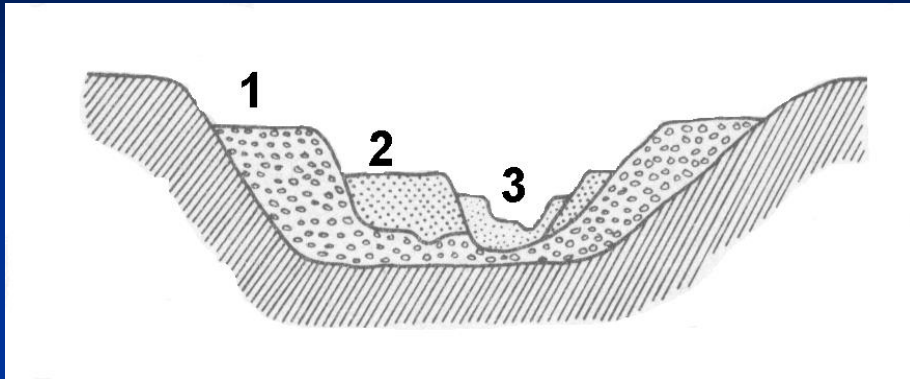
Erózia: hĺbková, bočná, výberová, spätná

Údolia:

- antecedentné , rýchla hĺbková erózia, prielom Váhu pri Strečne, Dunajec v Pieninách
- epigenetické – v mäkkých útvaroch, priamy profil (Hornád, Hron)

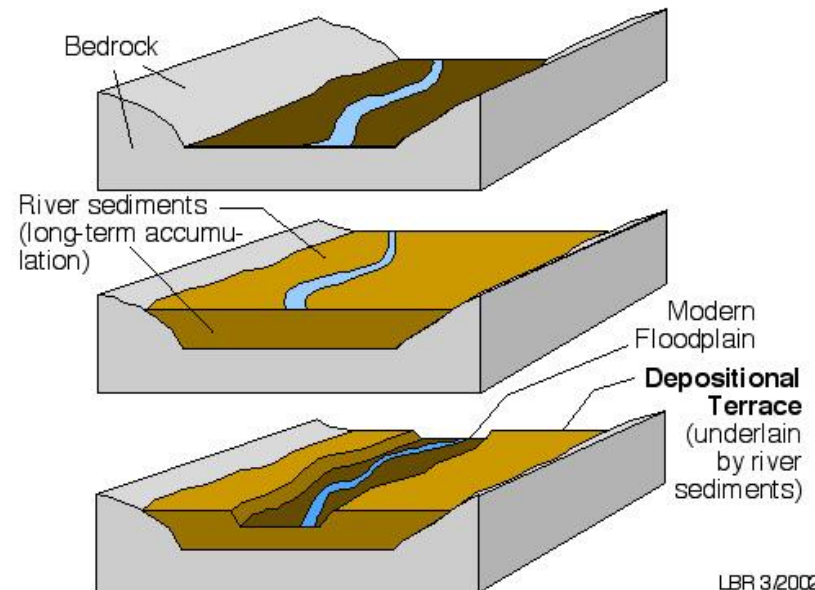
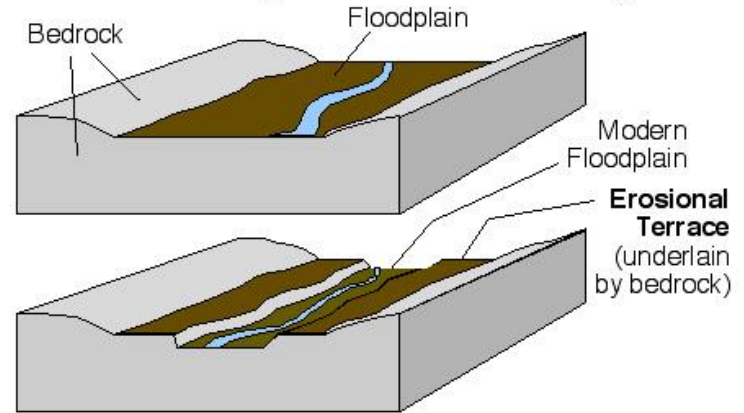
Riečne terasy sú morfológicky výrazné výškové stupne, ktoré vznikli postupným zarezávaním sa povrchového toku do staršieho (predštvrtohorného) podkladu. Predstavujú niekdajšie riečne úrovne, kde v minulosti tiekol vodný tok. Môžu byť vyvinuté súmerne na oboch stranách doliny alebo striedavo na jednom, či druhom svahu.

Terasy – vývoj v čase



Vložené riečne terasy (čísla vyjadrujú vek terás:
1 – najstaršia, 3 - najmladšia)

Terraces: abandoned floodplains that formed when a river flowed at a higher level than it does today.



Riečne terasy



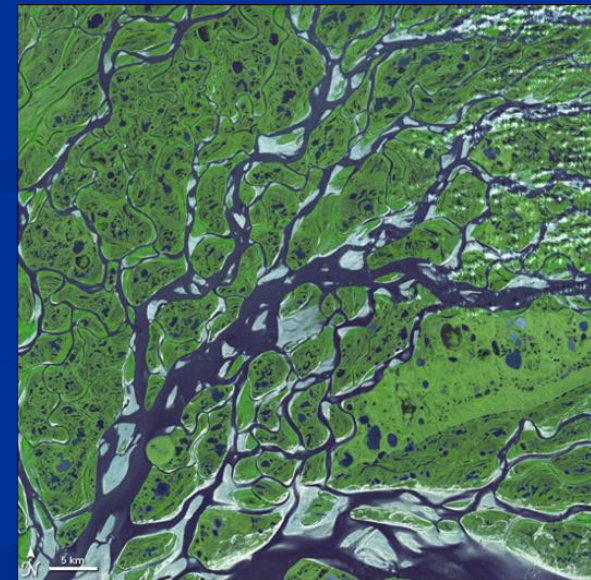
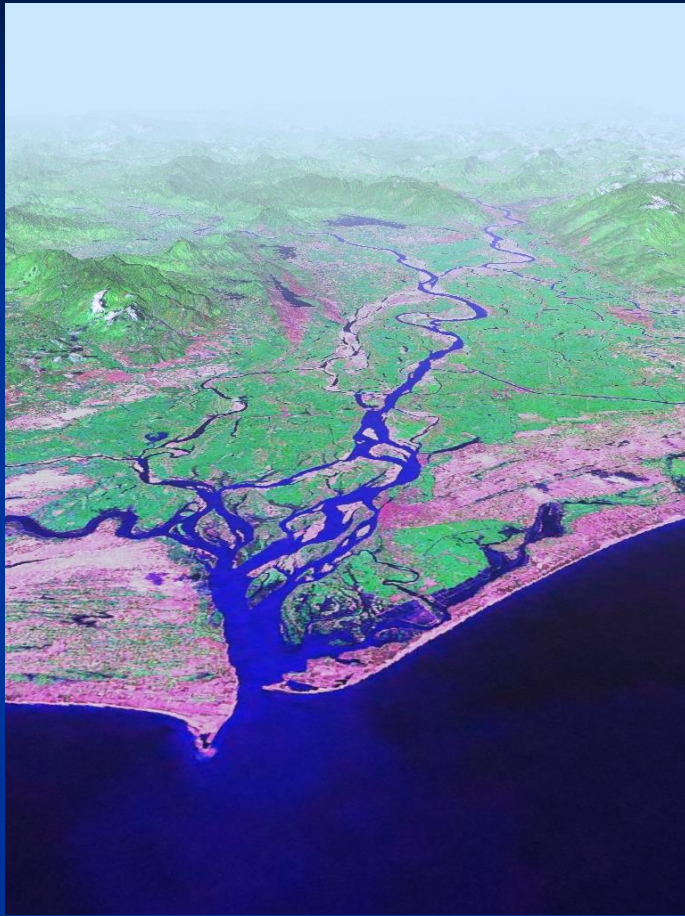
Meander



Meander je odchýlka vodného toku od priameho smeru vo forme oblúka. Meander sa skladá z oblúka, horného ramena, ktoré leží od oblúka v smere proti prúdu, a dolného ramena, ktoré leží od oblúka v smere po prúde. Územie uzatvorené vo vnútri meandra medzi horným a dolným ramenom a meandrovým oblúkom sa nazýva ostroha. Meandre vznikajú v dôsledku bočnej erózie vodných tokov. Zatláčaním prúdnice k niektorému brehu vodného toku dochádza k diferenciácii brehov na nárazový a nánosový breh. Nárazový breh je účinkami nárazov vodného toku podmieňaný a podkopávaný. Má konkávny (dutý) tvar a je často strmší ako protihľý nánosový breh. Nánosový breh je miestom, kde sa usadzujú riečne sedimenty. Má konvexný (vypuklý) tvar a je často viac plochý ako protihľý nárazový breh. Bočnou eróziou sa meandre postupne rozširujú a pozvoľna sa presúvajú smerom po prúde vodného toku.

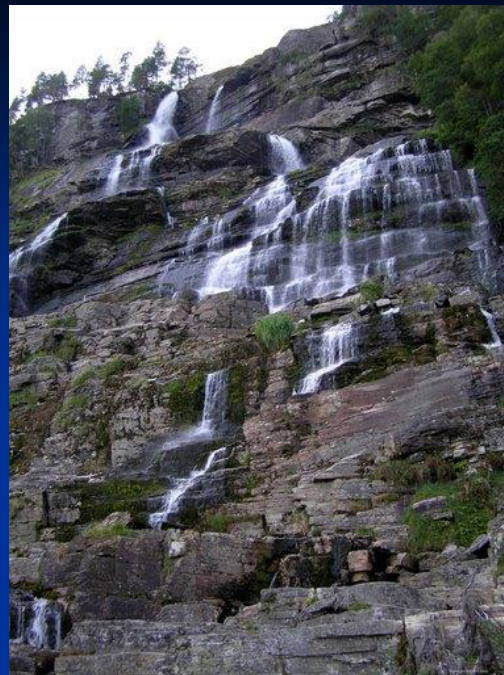
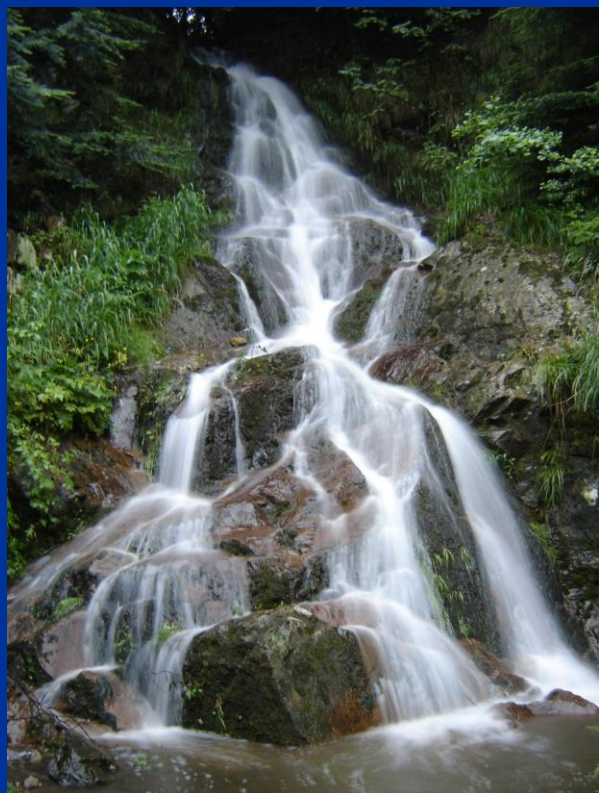
Delta

Delta je rozvetvené ústie rieky do jazera, mora, oceánu alebo inej vodnej plochy. Typickým znakom riečnej delty je značná sedimentácia naplavenín a vetvenie hlavného toku rieky do mnohých ramien a kanálov.



Vodopády

Prevláda spätná erózia a
spodná erózia



Pirátstvo riek

Before

Heatherdale Creek

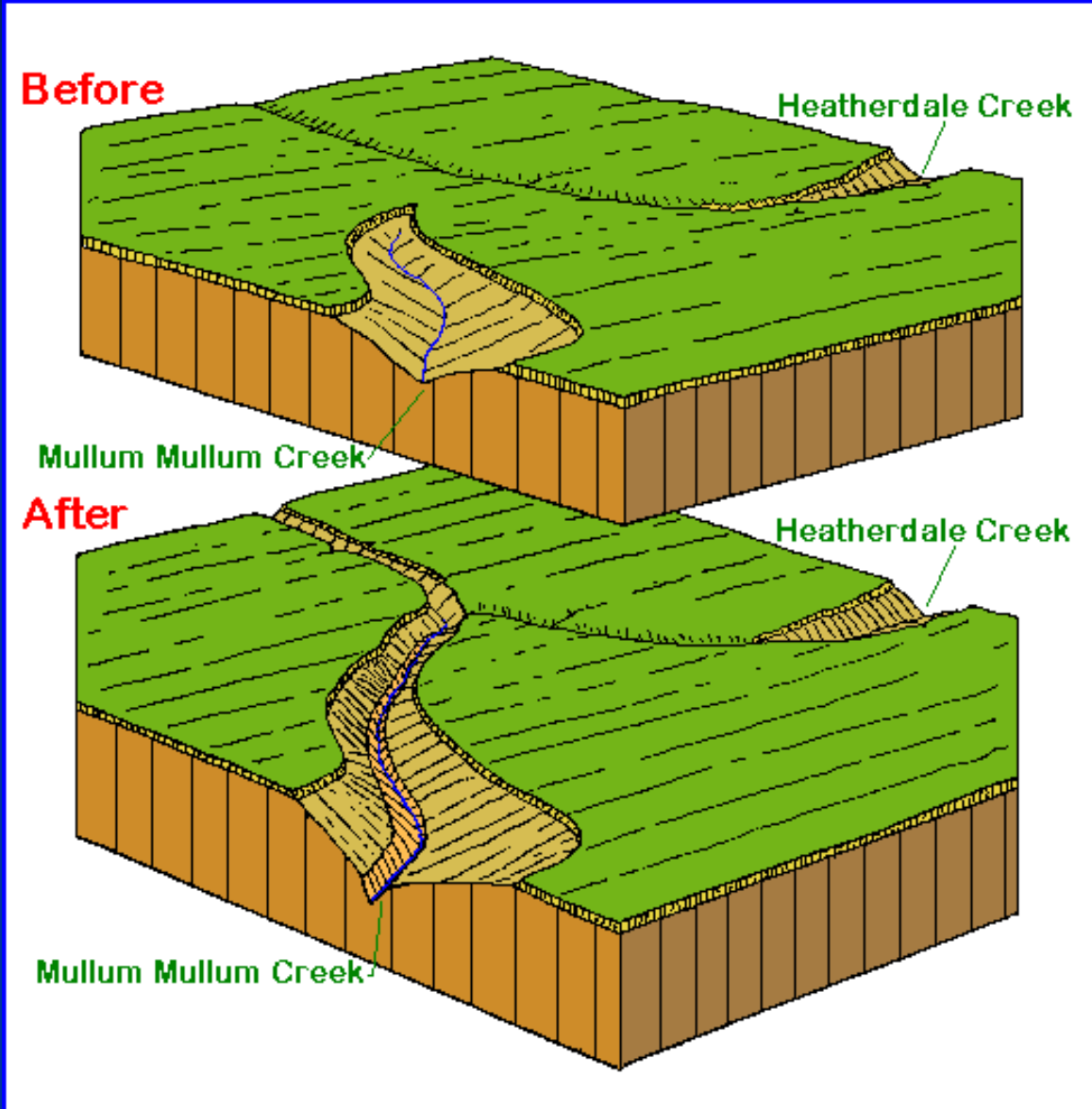
Mullum Mullum Creek

After

Heatherdale Creek

Mullum Mullum Creek

Rieka preberie vodu z povodia iného toku. Je to výsledok spätnej erózie.



Podpovrchový odtok a podzemná voda

- Podzemná voda je voda, ktorá sa nachádza mimo zemského povrchu v horninovom prostredí, nespevnených sedimentoch, zvetralinovom pokryve a v pôde. Väčšina podzemnej vody pochádza z povrchu, kde voda vsakuje do zeme cez póry hornín, alebo cez pukliny, trhliny a skalné dutiny (vadózne vody). Iba menšia časť podzemnej vody má pôvod z vnútra zeme. Tieto vody sa označujú ako juvenilné.
- Pohyb vody pri vsakovaní je riadený gravitáciou, atmosferickým tlakom, molekulárnymi silami (osmóza, sorpcia), kapilárnymi silami (fázové rozhrania)
- Dôležitá je sacia sila pôdy, hodnota vlhkosti pôdy, retenčná vodná kapacita

Vertikálna distribúcia vody

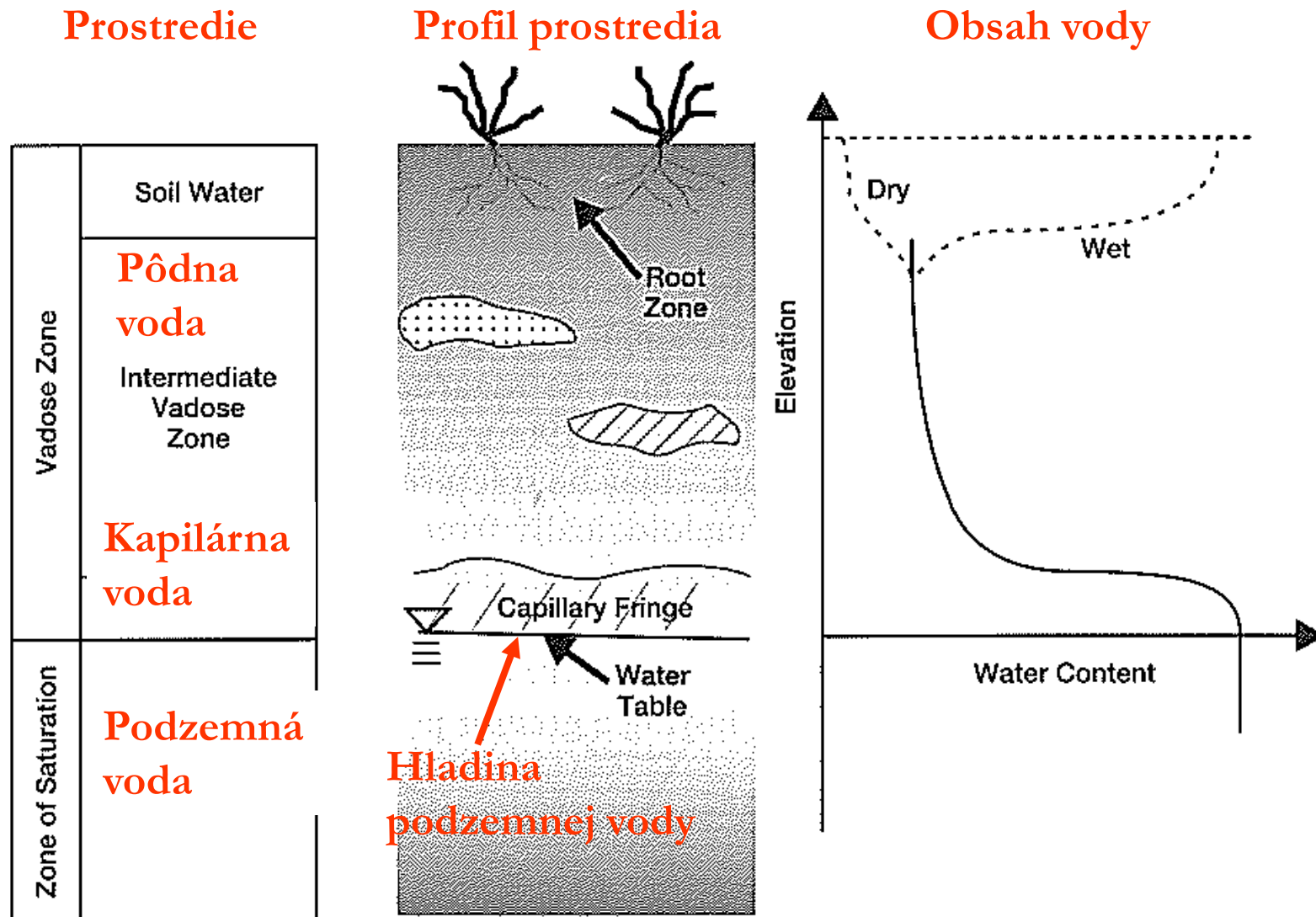


FIGURE 1.2.1 Vertical distribution of water content and classification system

Podzemná voda

Podľa pôvodu: vadózne, juvenilné, reziduálne

Podľa hĺbky: freatické, plytké, profundné (hlboké)

Podľa teploty: studené do 20 °C a teplé (nad 20 °C), (hypotermálne, do 37 °C) teplé či teplice (termálne, do 50 °C) a vriace (termy nad 50 °C).

Podzemná voda: gravitačná, kapilárna, chemicky a molekulovo viazaná

Hladina podz. vody: voľná, napätá

Pojmy: kolektor, izolátor, zvodnenec, piezometrická výška, infiltrácia, prúdenie, odtok

Prúdenie: pórové, puklinové, krasové

$$k_f = k_p \cdot \frac{g}{\nu}$$

- Filtračné vlastnosti: pórovitosť, efektívna pórovitosť, priepustnosť, koeficient filtrácie

$$k_f = k_p \cdot g / \nu \quad (\text{m.s}^{-1})$$

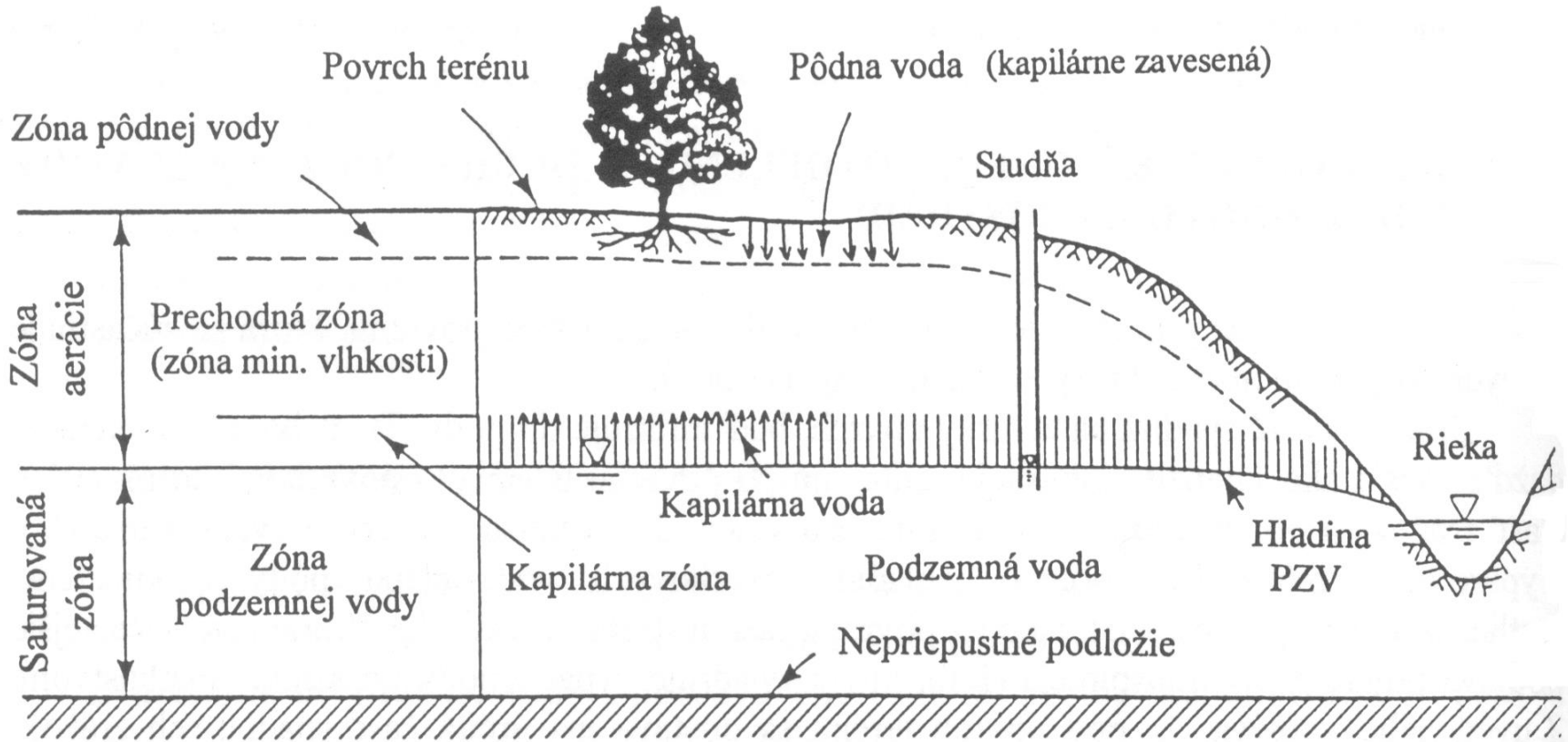
- Darcyho zákon $v = k \cdot I$ (m.s^{-1})

- Priepustné horniny – klastické sedimenty, zkrasovateľé horniny a inak rozrušené horniny

- Polopriepustné horniny – hlinité piesky, spraš, rašelina, pieskovce, zlepenec, vápenec

- Nepriepustné horniny – rôzne neporušené horniny, ílovité sedimenty

Podzemná voda



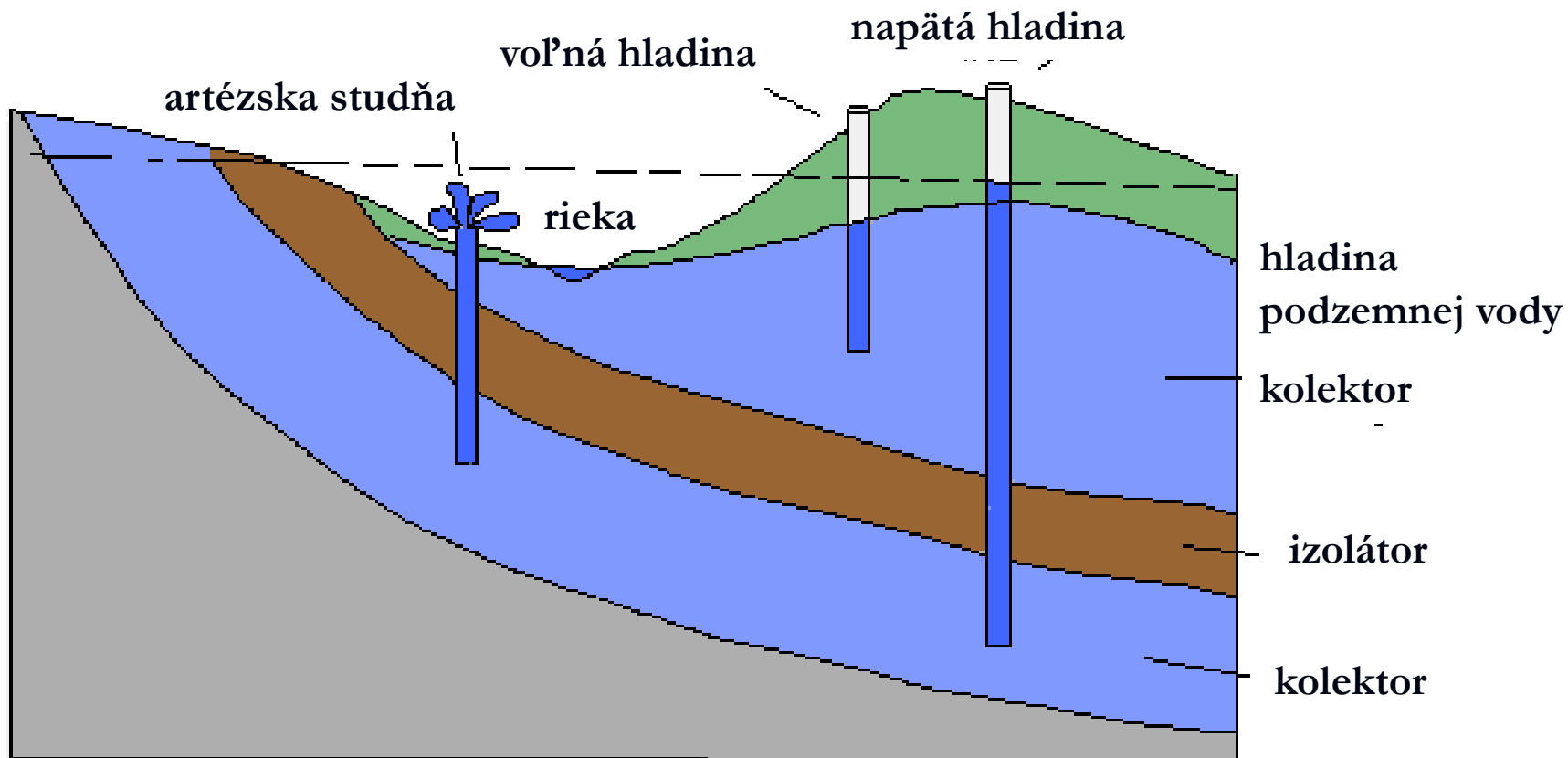
Podzemná voda

Vrchné ohraničenie zvodnenej zóny sa nazýva hladina podzemnej vody. Horniny, ktoré sú schopné akumulovať a prepúšťať podzemnú vodu sa nazývajú hydrogeologické kolektory. Ide o horninové komplexy, ktorých priepustnosť je výrazne vyššia ako priepustnosť okolitých hornín. Horninové komplexy, ktorých priepustnosť je rádovo nižšia ako v ich okolí sa nazývajú hydrogeologické izolátory. Ide o relatívne hodnotenie. Tá istá hornina môže byť izolátorom i kolektorom, záleží to od jej pozície v okolitom prostredí.

Najčastejšími kolektormi sú štrky, piesky, rozpukané a skrasovatené horniny. Izolátormi sú spravidla hliny, íly, jemnozrnné poloskalné horniny, masívne neporušené skalné horniny.

Časť hydrogeologického kolektoru, ktorý je nasýtený gravitačnou podzemnou vodou sa nazýva zvodnenec. Hladina podzemnej vody v zvodnenci môže byť voľná alebo napätá. Pri voľnej hladine podzemnej vody sa tlak na jej povrchu rovná atmosferickému tlaku. Pri napätej je tlak vyšší ako atmosferický tlak. Po prevrtnaní stropného izolátora vystúpi voda vo vrte do výšky voľnej hladiny v okolitej priepustnej hornine. Ak voda vystúpi až nad povrch terénu (voda strieka), ide o pozitívnu výstupnú výšku. Ak sa voda ustáli pod povrchom terénu, ide o negatívnu výstupnú výšku.

Voľná a napätá hladina



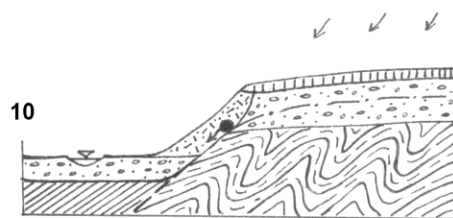
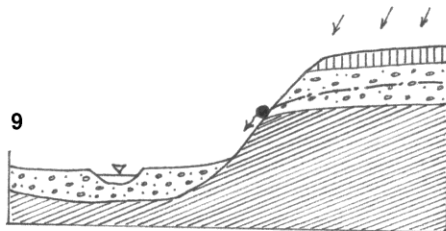
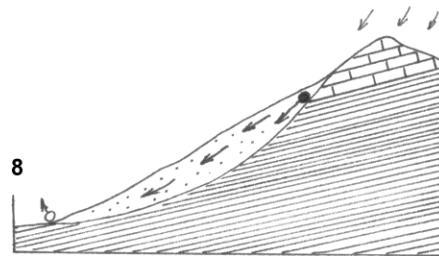
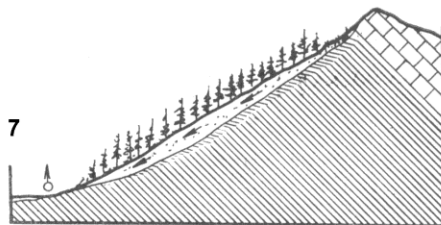
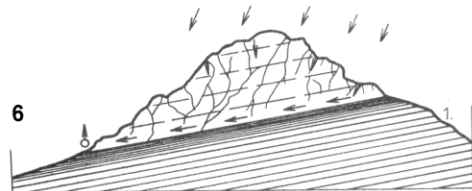
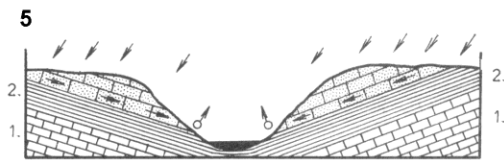
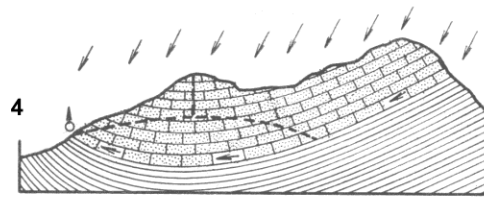
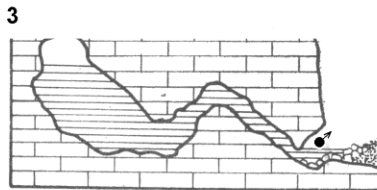
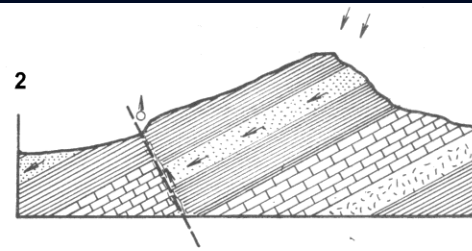
nepriepustné podložie

Pramene

Prameň alebo žriedlo je miesto, kde podzemná voda voľne vyviera na zemský povrch; prirodzené vyvieranie je výtok spodnej vody alebo inej tekutiny na zemský povrch.



Typy prameňov



1, 2 – puklinové a zlomové

3 – krasové

4 – vrásové, pretekavé

5 – údolné

6 – vrstevnaté

7 – sutinové

8 – nepravé sutinové 9 – terasové

10 – skryté terasové

Režim podzemných vôd

- Dynamický proces zmien, ktoré prebiehajú pri obehu
- **Prírodné faktory:** zrážky, výpar, drenáž do tokov...
- **Umelé faktory:** odber, meliorácia, stavebná činnosť...
- Rozkyv hladín = minimálna - maximálna hladina
- Vyrovnanější v pórovom prostredí, v krase a puklinovom nepravidelný
- Režim – rozvodnicový, pririečny, prechodný, krasový, umelý (podľa Kamenského)

Voda a stavebníctvo

Pri stavebnej činnosti dochádza medzi stavbou a vodou často k zložitým vzťahom. Voda je používaná ako bežná surovina pri výrobe stavebných materiálov, slúži na ošetrovanie stavieb i ako zdroj energie. V týchto prípadoch pôsobí v stavebníctve pozitívne. Často však môže byť aj faktorom negatívnym. Takýmto spôsobom sa prejavuje napríklad pri zakladaní stavieb svojimi hydraulickými alebo chemickými účinkami. Niekedy prejaví svoju obrovskú silu pri povodniach a iných živelných pohromách, keď ničí diela vybudované človekom. Vzájomné interakcie medzi vodou a stavebníctvom musia byť upravené tak, aby spolupôsobili harmonicky pri maximálnom využití vody v pozitívnom zmysle a minimálnom zásahu stavby do prirodzeného prostredia.

Voda a stavebníctvo

Podzemná aj povrchová voda obsahuje veľké množstvo rozpustených látok. Niektoré z nich samotné alebo v kombinácii s inými faktormi pôsobia na materiály bežne používané v stavebníctve korozívne až deštruktívne, napríklad na základy stavby, ktoré často dochádzajú do styku s podzemnou vodou s nepriaznivými parametrami. Špeciálnym prípadom agresívnych vôd sú vody pretekajúce v kanalizačných systémoch a rôzne typy odpadových vôd. Aby sa eliminovalo nepriaznivé pôsobenie vodného prostredia na stavbu, treba pri jej projekcii a realizácii myslieť na technické riešenia ochrany pred agresívnym prostredím.

Agresivita vody

Stupeň agresívnosti prostředí	Základné ukazovatele agresívnych prostredí						
	Tvrdosť vody mmol. l ⁻¹	Hodnota pH	Agresívny oxid uhličitý CO ₂ mg. l ⁻¹	Mg ²⁺ mg. l ⁻¹	NH ₄ ⁺ mg. l ⁻¹	SO ₄ ²⁻ mg. l ⁻¹	Celkový obsah solí v roztoku pokiaľ sa odparuje z povrchu betónovej konštrukcie (g. l ⁻¹)
la	<0,53	5,0 - 6,5	10 - 40, > 4 ¹⁾ < 15 ¹⁾	1000 -2000	100 - 500	250 - 500	10 - 20
ma		4,0 - 5,0	> 40 > 15 ¹⁾ < 30 ¹⁾	>200 0	>500	500 - 1000	20 - 50
ha		<4,0	- > 30 ¹⁾	-	-	>1000	> 50

la – low aggressive – slabo agresívne

ma - medium aggressive – stredne agresívne

ha – high aggressive – silno agresívne

1) platí pre klasifikáciu kvapalných prostredí

Voda v nádržiach

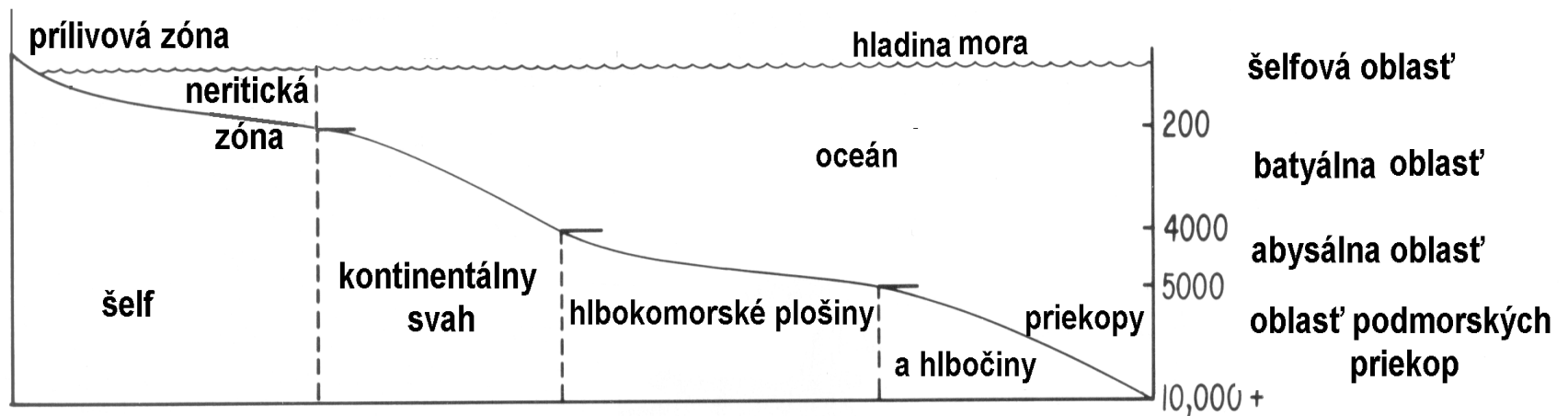
- Jazerá, moria a oceány
- Celkové zásoby vody na Zemi asi 1 385 989 600 km³, z toho sladká voda predstavuje 2,53 %. Oceán asi 96,54 % vody.
- Oceán 361,3 mil. km², čo je 71 % povrchu Zeme
- Na severnej pologuli je viac pevniny ako na južnej
- Svetový oceán tvoria štyri oceány – Tichý, Atlantický, Indický a Severný ľadový oceán.
- Najväčší je Tichý oceán - 178,7 mil. km² (35 % zemského povrchu)

- Voda vo svetovom oceáne je roztok minerálnych a organických látok obohatený o plyny, v ktorej prebiehajú neustále fyzikálne, chemické a biologické procesy.
- Pretože oceán zahŕňa obrovské územie našej planéty dochádza k tomu, že zachytáva aj najviac slnečného svetla a tepla (asi 85 %), je obrovským regulátorom teploty planéty, čo zabraňuje náhlým výkyvom teplôt

Činnosť mora

- Rušivá, transportačná, tvorivá
- Pohyb vody a materiálu vyvolávajú najmä príliv, odliv, morské prúdy a podmorské zosuvy.

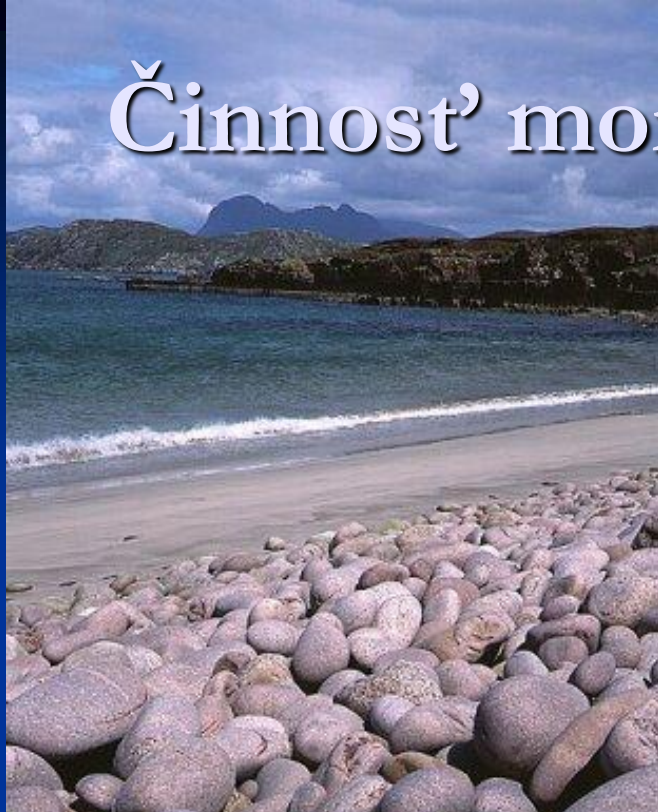
Oblasti:



Pobrežie

- Rušivá činnosť na styku s pevninou
- Mechanická sila vln + chemické zvetrávanie
- Žliabky, jamky, ryhy, jaskyne, brány
- Vznikajú abrázne plošiny, terasy
- Tvorivá – sedimentačný priestor
- Transport materiálu z pevniny

Činnost' mora



Činnost' mora



Jazerá

Jazero je uzavretou prirodzenou nádržou stojatej vody nahromadenej v depresii na zemskom povrchu. Podľa genézy možno jazerá rozdeliť do dvoch základných skupín:

1. jazerá vzniknuté endogénnymi silami:

- vulkanické jazerá, kaldery, jazerá vzniknuté zahradením údolí lávovými prúdmi
- tektonické jazerá

2. jazerá vzniknuté exogénnymi silami

- krasové jazerá
- glaciálne jazerá

3. jazerá vzniknuté riečnou eróziou - v dolných častiach tokov oddelením mŕtvych ramien

4. jazerá eolického pôvodu - medzi piesčitými presypmi

Jazerá



Bajkal

Velké jazerá



Crater lake - kaldera

Kryosféra

- Do hydrosféry patrí aj **kryosféra**, ktorej teplota je dlhšie ako 2 roky neustále pod bodom mrazu /oblasti vyšších zem. šírok, vyšších nadm. výšok s negatívnou tepelnou bilanciou, v súčas. zaberá plochu menej než $\frac{1}{4}$ povrchu pevniny/.
- Ešte sa z nej vyčleňuje **chionosféra** (sféra večného snehu), pre ktorú je charakteristický výskyt vody v pevnom skupenstve vo forme snehu, povrch. a podzem. ľadu. Kryosféru tvoria oblasti vyšších zem. šírok a nadm. výšok s negatívnou tepelnou bilanciou.