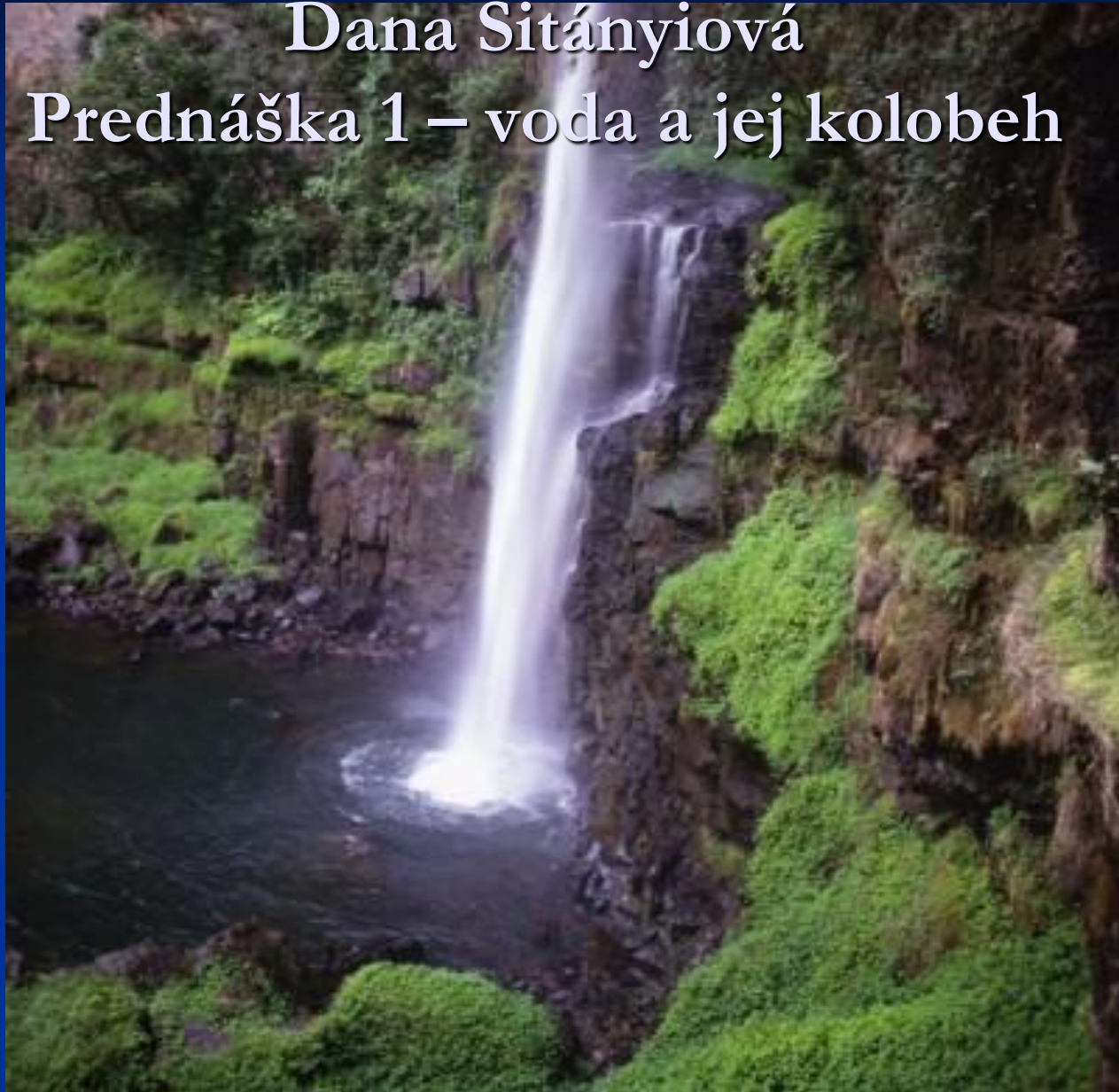


Prírodné zdroje – voda a ovzdušie

Dana Sitányiová

Prednáška 1 – voda a jej kolobeh



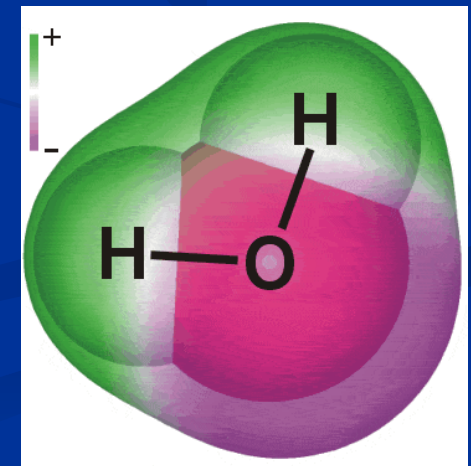
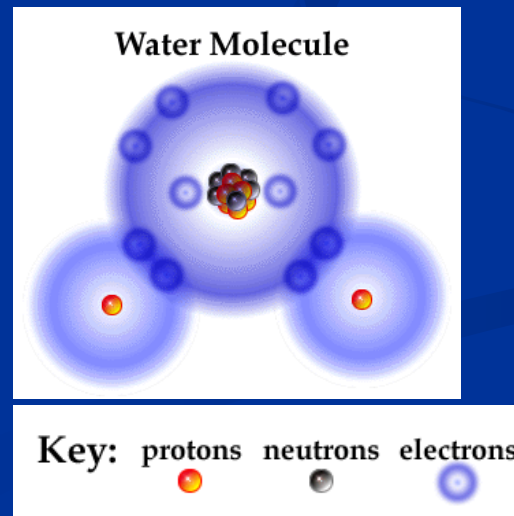
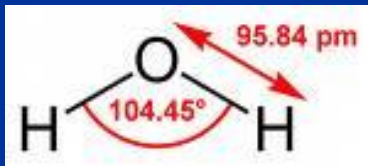
Voda a ovzdušie

Literatúra:

TÖLGYESSY, J., a kol. 1989: Chémia, biológia a toxikológia vody a ovzdušia. VEDA, vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, v Bratislave, 530 s., ISBN 80-224-0034-3.

Čo je voda?

- Voda (chemická značka H_2O) je chemická zlúčenina dvoch atómov vodíka a jedného atómu kyslíka.
- Za normálnej teploty a tlaku je to bezfarebná, číra kvapalina bez zápachu a chuti.

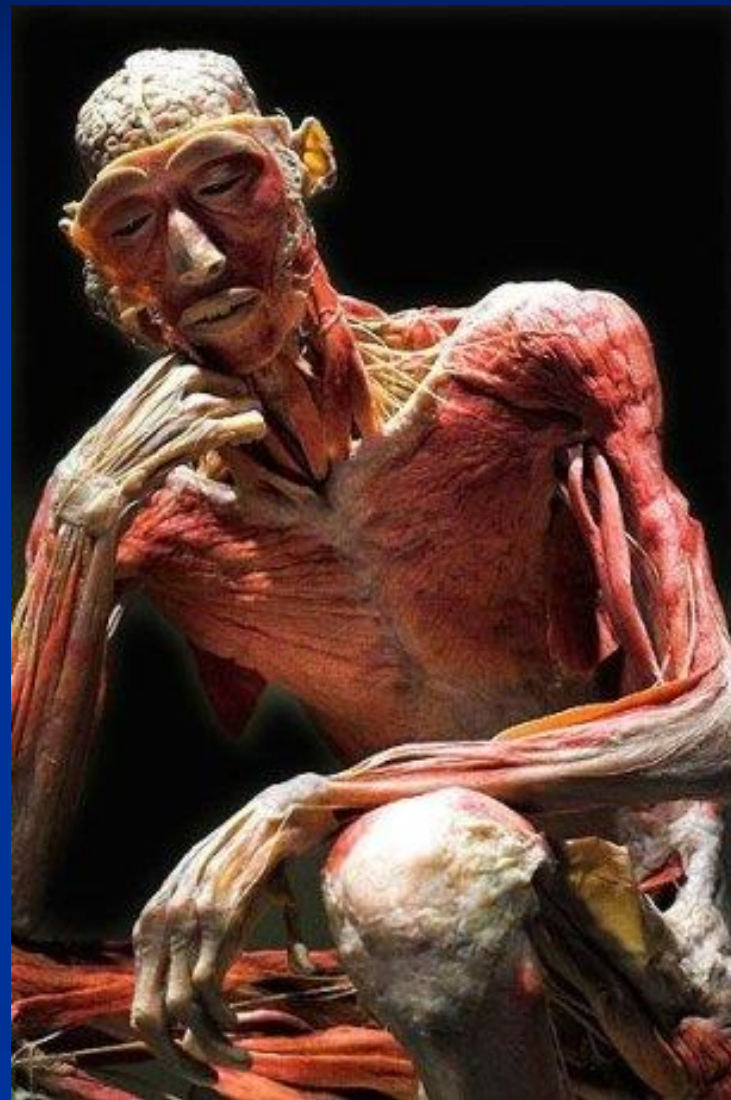


Voda na Zemi

- vodstvo na Zemi = hydrosféra
- asi 96,5 % vody tvoria moria a oceány
- najrozšírenejšia látka na zemi
- základná zložka biomasy
- hlavný prostriedok pre transport živín
- životné prostredie
- stav vody odráža chemizmus prostredia
- pre človeka – biologická potreba, spotreba, poľnohospodárstvo, priemysel, energia, doprava, rekreácia

Niekoľko čísel

- Štyridsaťdva kíl z váhy sedemdesiatkilového človeka tvorí voda. Z toho 28 litrov (kíl) predstavuje vnútrobunková tekutina, 14 litrov mimobunková tekutina, teda krvná plazma a tkanivový mok. Ostatná voda v tele predstavuje približne 1,5 litra vody.



Chemické a fyzikálne vlastnosti

H₂O

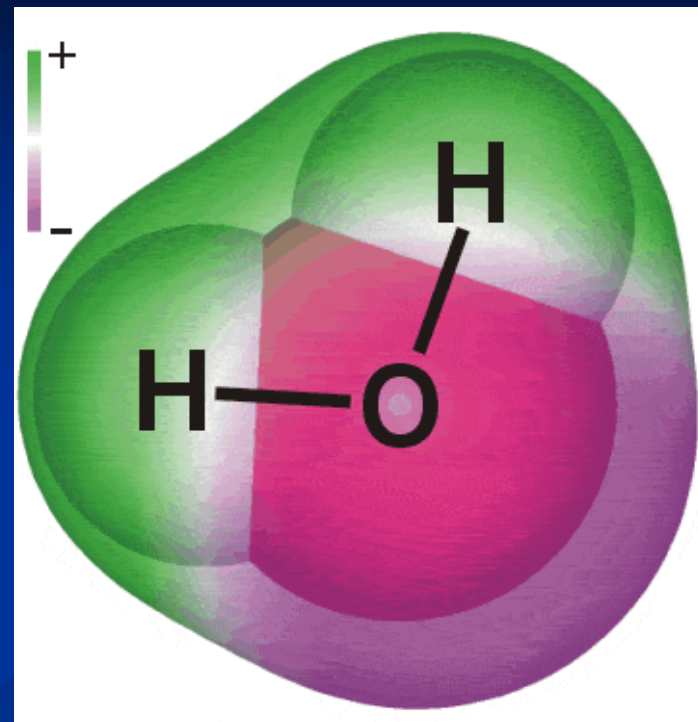
jednoduchá polárna väzba

silne polárna látka → rozpúšťadlo

fázové zmeny: ľad ↔ voda ↔ vodná para ↔ ľad

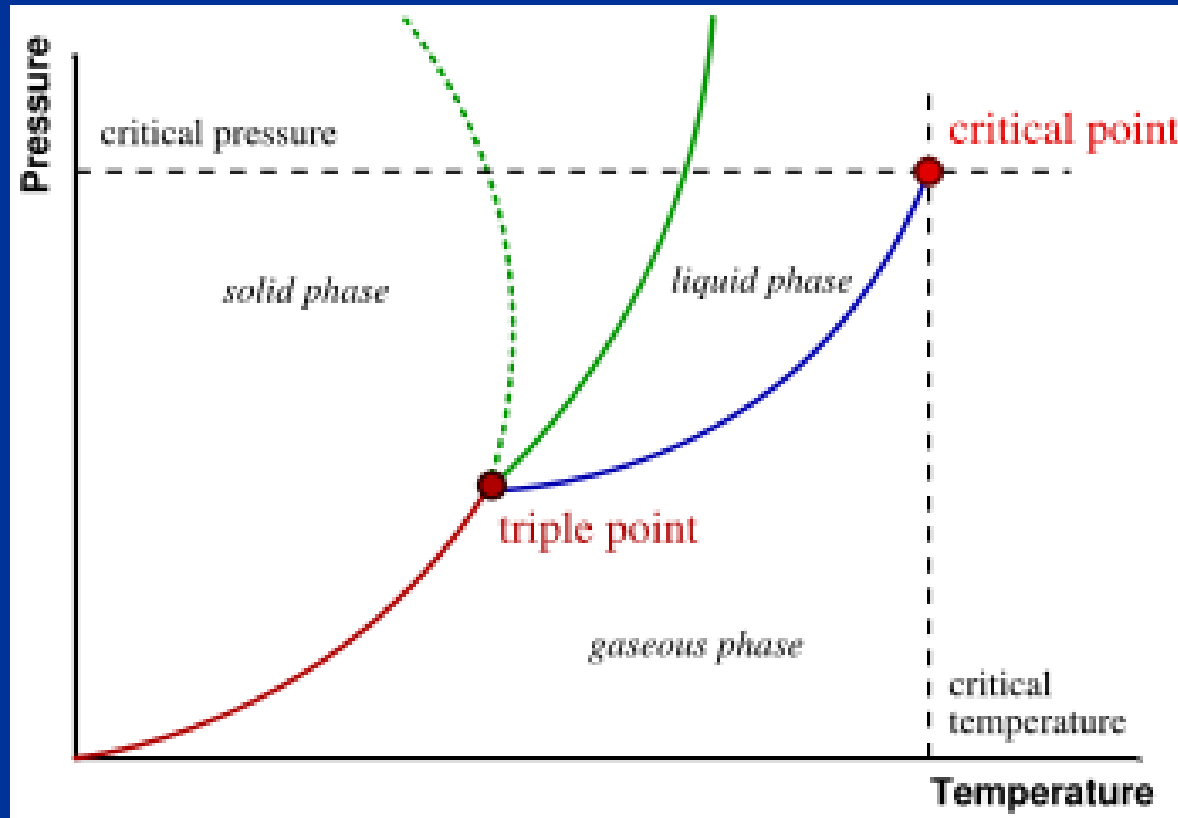
pH < 7 – kyslé, pH > 7 – zásadité

prírodné vody pH = 4,5-8,3



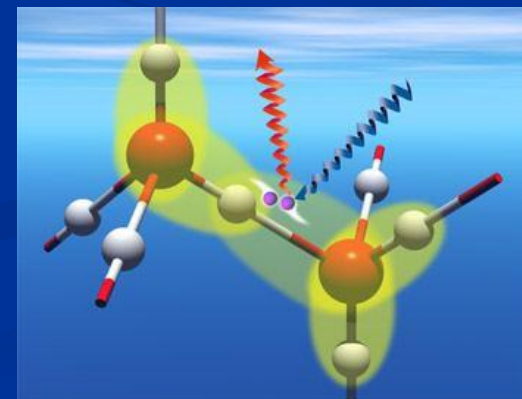
Chemické a fyzikálne vlastnosti

- Trojný bod vody - teplota rovnovážneho stavu vody, ľadu a pary - teda $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, čo je rovné $273,16\text{ }^{\circ}\text{K}$, je základnou teplotou termodynamickkej stupnice.



Chemické a fyzikálne vlastnosti

- Voda má vysokú špecifickú tepelnú kapacitu
- Fakt, že voda môže byť v rovnováhe v troch svojich skupenstvách vytvára najzákladnejšiu podmienku existencie života na Zemi.
- Vodíková väzba (vodíkový mostík) je druh slabej interakcie medzi molekulami. Je silnejšia ako väčšina ostatných medzimolekulových síl.
- Hustota vody sa od 0 °C zväčšuje a pri 3,98 je maximálna, potom plynule klesá



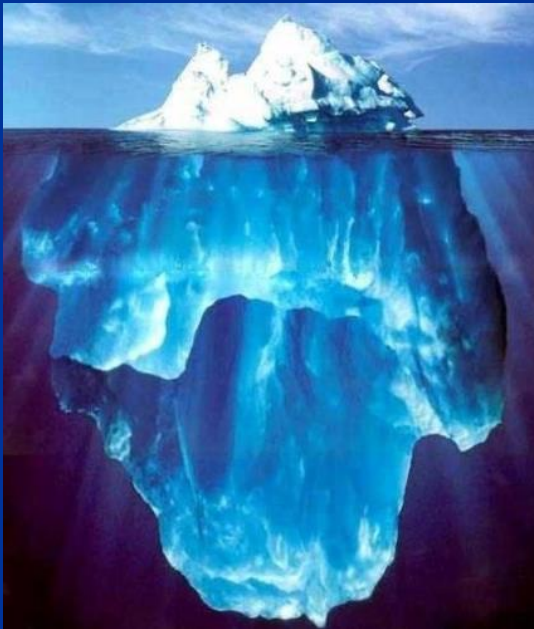
Chemické a fyzikálne vlastnosti

- Voda má viaceré unikátne a veľmi dôležité vlastnosti
- Pri bežných podmienkach (teplote okolo 25°C a tlaku 0,1 MPa) je voda kvapalina, nie plyn!
- Skoro všetky látky s rovnakou, dokonca vyššou, relatívnou molekulovou hmotnosťou ako voda sú za bežných podmienok plyny.
- Bod topenia a varu

	Relatívna molekulová hmotnosť	Bod topenia (°C)	Bod varu (°C)
CH ₄	16	-182	-164
H ₂ O	18	0	100

Chemické a fyzikálne vlastnosti

- Pomocou röntgenovej a neutrónovej difrakcie bolo zistené, že v ľade sú molekuly vody usporiadané do neobyčajne otvorenej štruktúry. Vďaka tejto otvorenej štruktúre je voda jednou z mála látok, ktoré pri tuhnutí zväčšujú svoj objem. Asi o 9,2 % (pri 0°C má kvapalná voda hustotu 1,00 g/ml a ľad má hustotu 0,92 g/ml). Objemové zmeny vody, ktoré vznikajú v okolí teploty mrazu, zintenzívňujú eróznú činnosť vody v prírode. Expanzia vody pri mrznutí má obrovské dôsledky pre život na Zemi.



Chemické a fyzikálne vlastnosti

Kohézne vlastnosti – tvorba vln – pre život dôležitá, pretože vyrovnáva teploty, zabezpečuje rovnomernejšiu distribúciu mikroorganizmov, živín, kyslíka a pod. Vodíkové väzby so zvyšujúcou sa teplotou slabnú, až sa zrušia, preto cicavce kontrolujú svoju teplotu.

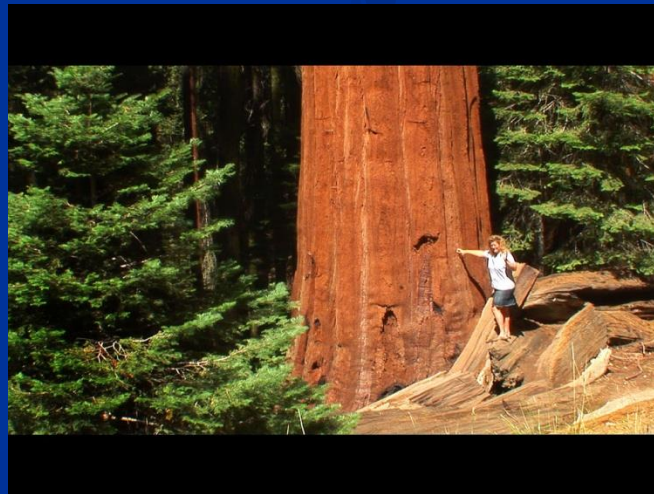
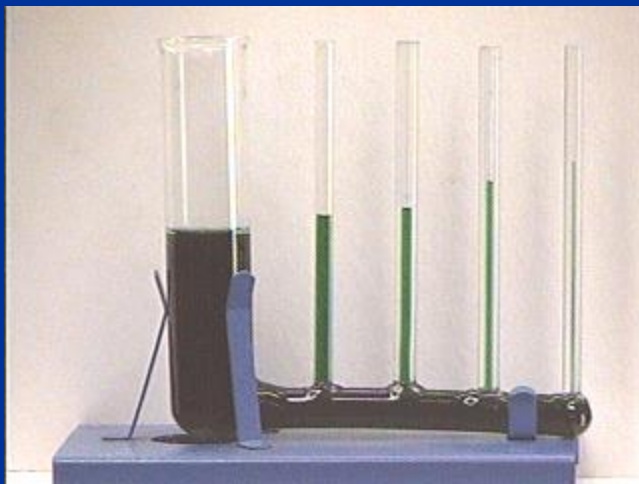
Povrchové napätie vody - voda má pri bežných podmienkach povrchové napätie $72,6 \text{ N/m}$, čo je 2 až 3-krát viac než u iných tekutín (viac má len ortuť: 465 N/m). Povrchové napätie predstavuje silu potrebnú na to, aby sa povrch tekutiny porušil. Vďaka povrchovému napätiu hladina vody stúpne až nad okraj pohára a pritom nepretečie. Umožňuje akvatickým organizmom udržať sa na hladine vody a dáva tvar dažďovým kvapkám.



Chemické a fyzikálne vlastnosti

Bubliny majú veľmi veľký povrch pri veľmi malej hmotnosti. Čistá voda nedokáže vytvoriť samostatné bubliny, na to má príliš vysoké povrchové napätie. S použitím tenzidu je však možné znížiť povrchové napätie na menej ako desatinu, čo robí zväčšenie povrchu jednoduchým.

Kapilárne sily – v dôsledku existencie kapilárneho tlaku pri kvapalinách so zakriveným povrchom pozorujeme zvýšenie alebo zníženie voľnej hladiny kvapaliny vo veľmi úzkych trubiciach – kapilárach. Voda musí napr. v cievach prekonať prekážky ako sú: vlastná tiaž vodného stĺpca, trenie a steny ciev, odpor vzduchových bublín v cievach a pod.



Chemické a fyzikálne vlastnosti

- Vodíkový ión vo vode sa nazýva hydroxóniový ión H_3O^+

- Voda je slabo disociovaná:



- Voda, ktorej $\text{pH} = 7$, pri $25\text{ }^\circ\text{C}$ je neutrálna
- Hodnota oxidačno-redukčného potenciálu rozhoduje o oxidačných a redukčných podmienkach vo vode. Pozitívna charakterizuje oxidačné pomery, negatívna redukčné pomery.
- Oxidačné podmienky sú spojené najmä s obsahom rozpusteného kyslíka.
- Aeróbne podmienky do $+400\text{ mV}$, anaeróbne do -500 mV

Chemické a fyzikálne vlastnosti

- Vodivosť κ (elektrolytická konduktivita = špecifická vodivosť) v $\text{mS}\cdot\text{m}^{-1}$
- Je funkciou obsahu iónov v roztoku, typu rozpustených látok a teploty
- Vo vodách obsahujúcich najmä anorganické látky sa používa ako približná miera koncentrácie minerálnych elektrolytov
- Vo vodách obsahujúcich najmä soli organických kyselín a zásad je približnou mierou koncentrácie minerálnych aj organických elektrolytov

Chemické a fyzikálne vlastnosti

- Významná je rozpúšťacia schopnosť vody
- Len veľmi málo látok sa vo vode nerozpúšťá
- Voda dobre rozpúšťá iónové zlúčeniny
- V dôsledku difúzie sa ióny vo vode dokonale rozptyľujú
- Zvýšením teploty obvykle vzrastá rozpustnosť látok
- Pri znížení teploty sa prebytok látky vylúči v podobe kryštálov
- Rozpustnosť anorganických zlúčenín závisí aj od prítomnosti iných látok
- Vo vode sa dobre rozpúšťajú aj polárne kvapaliny (anorganické a organické kyseliny a alkoholy)
- Nepochárne molekuly uhlíkov sa rozpúšťajú zle
- Rozpustnosť plynov obyčajne klesá s rastúcou teplotou (dôležité napr. pre kyslík)
- Zloženie vodných roztokov sa vyjadruje v hmotnostných koncentráciách g.l^{-1} alebo ako koncentrácia látkového množstva mmol.l^{-1}

Senzorické vlastnosti

- Pôsobia na chuť, čuch, zrak a hmat
- Teplota – 0-100 °C (podzemná voda najmä podľa hĺbky, tečúce sledujú minimá a maximá teploty vzduchu, povrchové stojaté – teplota klesá smerom ku dnu, pitná by mala byť 8-12 °C)
- Chuť závisí od prítomnosti rozpustených látok (Fe, Mn, Mg, Zn, Cu, chloridy, sírany, CO₂), ! Prahové koncentrácie chuti organických látok sú často nižšie ako ich koncentrácie z hľadiska toxicity.
- Pach ovplyvňujú najmä prchavé látky. Primárne zdroje pachu sú: napr. sírovodík, baktérie a iné organizmy, sekundárne vznikajú pri úprave – napr. chlorácii
- Farba je fyzikálnym indikátorom čistoty vody – bezfarebné vo väčších hrúbkach modrá, zelená – vápenaté soli, žltá a hnedá – humínové kyseliny a trojmocné železo.
- Zákal je spôsobený najmä koloidnými látkami a nerozpustenými látkami

Látky znečisťujúce vodu

1. Biologické znečistenie (škodlivé mikroorganizmy):

- siláže, močovka, odpady potravinárskeho priemyslu.

2. Chemické znečistenie:

- ropa a ropné produkty (havárie ropných tankerov, ropovod, úniky minerálnych olejov...),
- fenoly (súčasť odpadových vôd pri spracovaní fosílnych palív),
- hnojivá (nebezpečné sú najmä dusičnany, ktoré sa do vody dostávajú z pôdy),
- pesticídy,
- ťažké kovy (zo skládok odpadov, z odpadových priemyselných vôd a imisií).

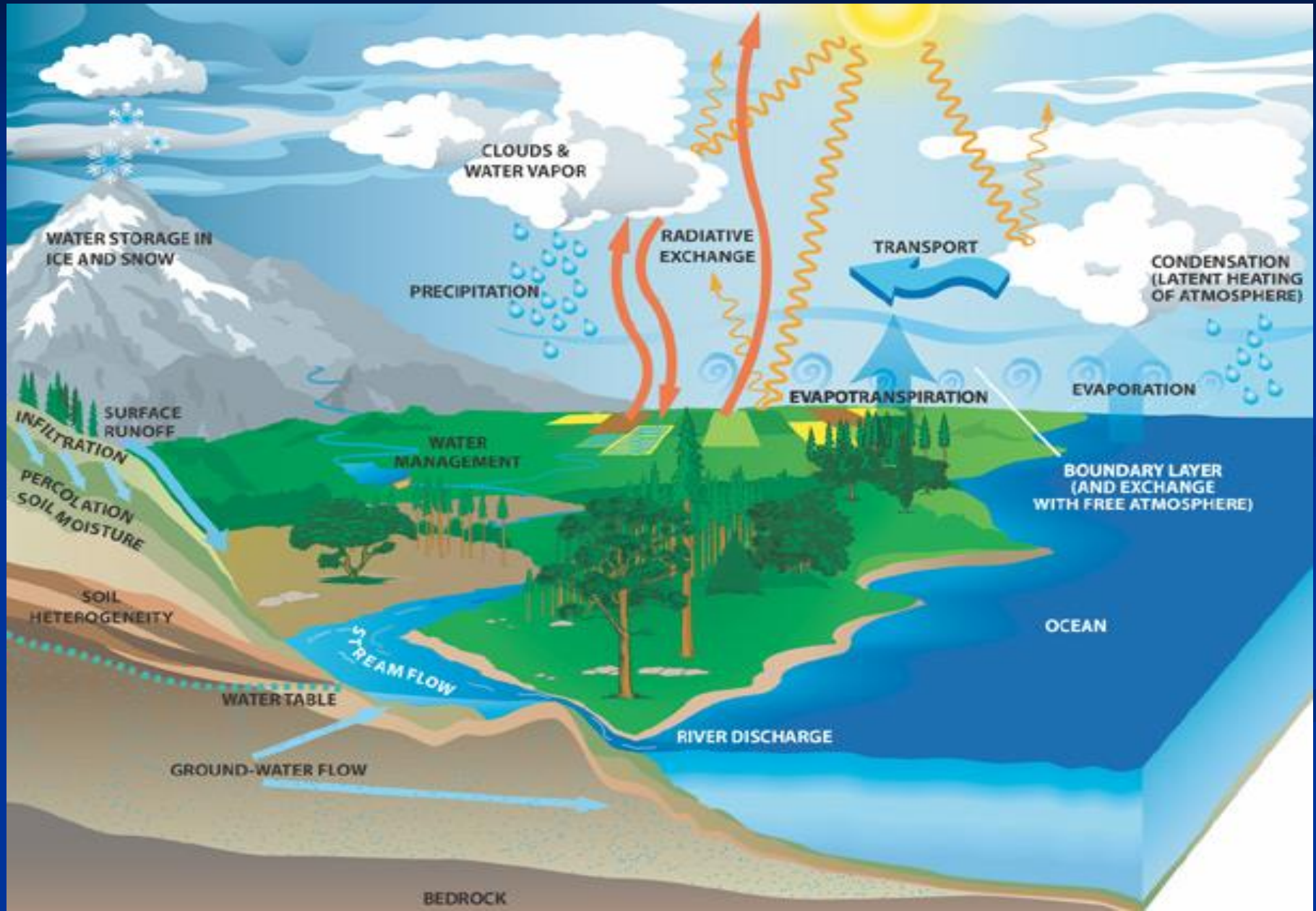
3. Fyzikálne znečistenie:

- rádioaktívne - z jadrových elektrární a pracovísk s rádioaktívnym materiálom,
- tepelné - z chladiacich vôd, mechanické - kalmi z priemyslu.

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...

Kolobeh vody v prírode



Časti obehu

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

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

Zrážky

- Množstvo vody meriame v mm/m^2
- Intenzita dažďa i je množstvo vody, ktoré spadne za jednotku času $i = h/t$ (mm/min)
- Meranie zrážok – zrážkomerom (ombrometrom)
- Na meranie dlhodobého úhrnu a v horách sa používa totalizátor
- Snehové zrážky sa merajú pomocou snehomernej laty a prepočítavajú sa na mm kvapalných zrážok
- Závislosť na nadm. výške a zemepisnej šírke

Zrážky

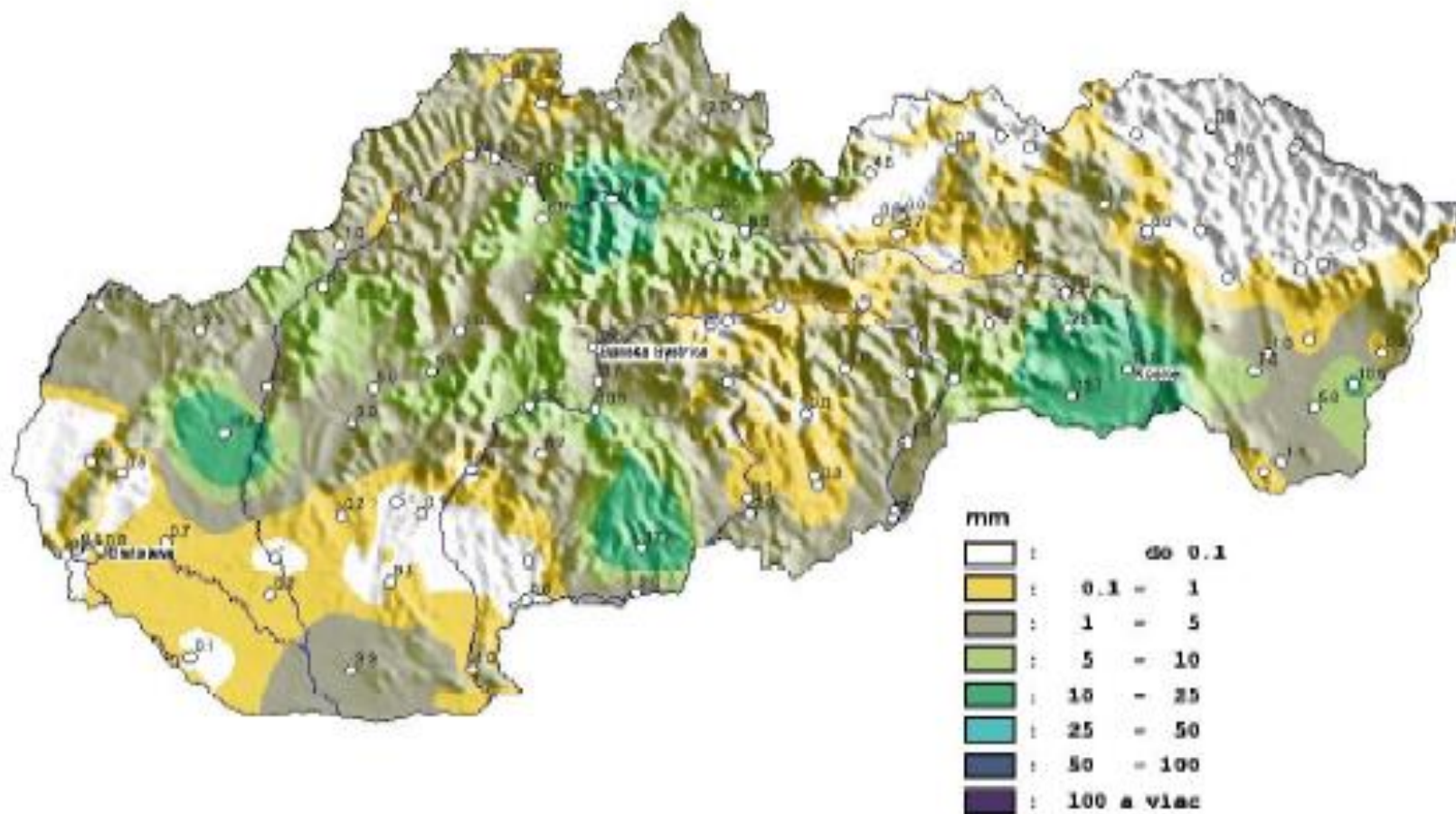
- V SR je priemerný úhrn 780 mm za rok
- Február – 43 mm, jún – 95 mm
- Podunajská nížina okolo 500 mm
- Vyššie polohy okolo 1500 mm
- Snehová pokrývka 30-250 dní
- Zrážkomerné stanice
- SHMÚ

Zrážkomery



Vizualizácia denného úhrnu zrážok

Denny uhrn zrazok za den 01.06.2003 z INTERov a HIPSov(overovacia prevadzka)



Výpar

- Zložitý proces, ktorý závisí od množstva činiteľov - tvar plochy, veľkosť, farba, vegetácia, teplota, sila vetra, vlhkosť vzduchu...

Výpar:

- Z voľnej vodnej hladiny (výparnosť, výparomer)
- Z pôdy (zrnitosť pôdy, vlhkosť pôdy, potenciálny výpar = výparnosť ak je pôda nasýtená vodou)
- Rastlinstvom – transpirácia (transpirčný koeficient)

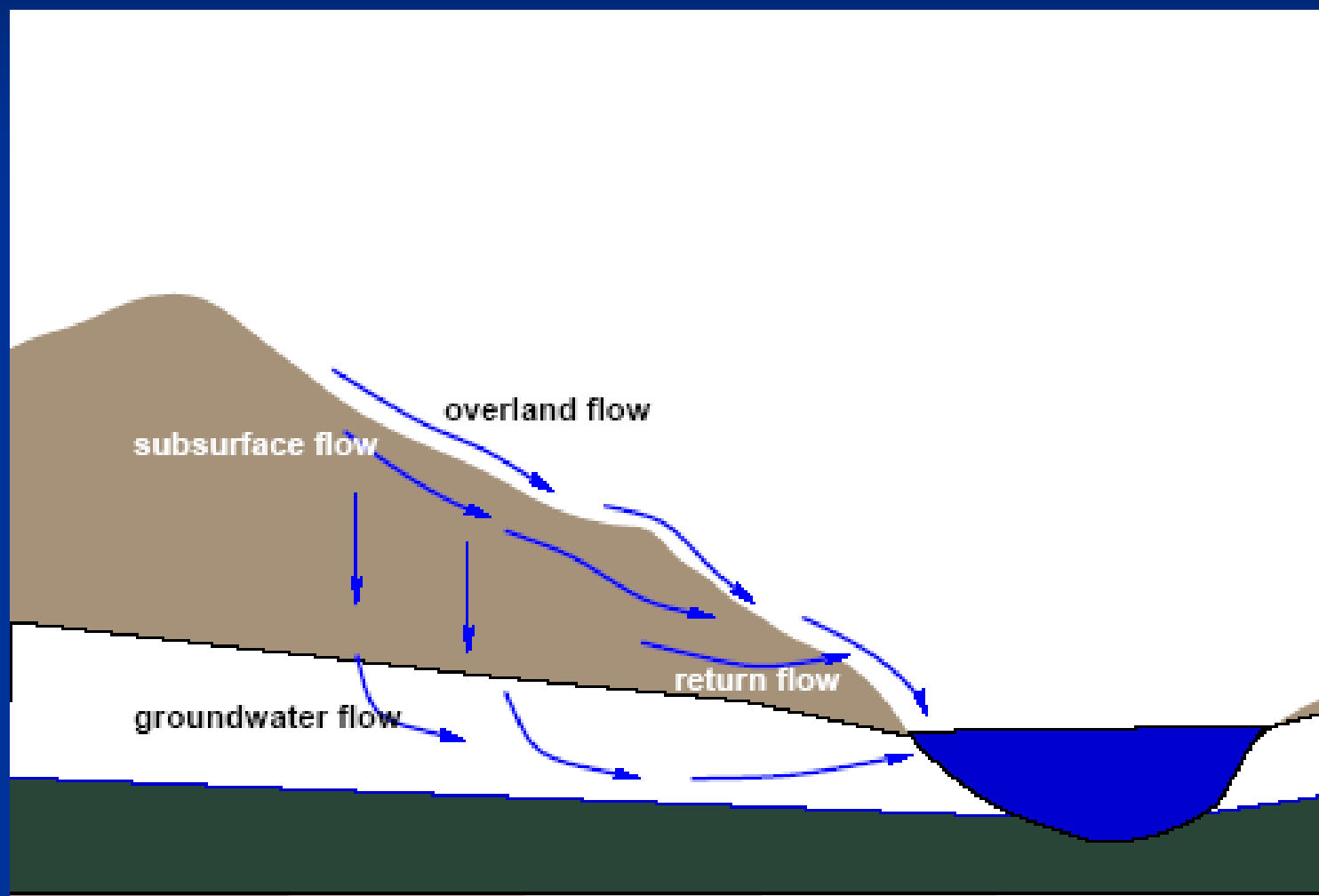
Meranie evaporácie



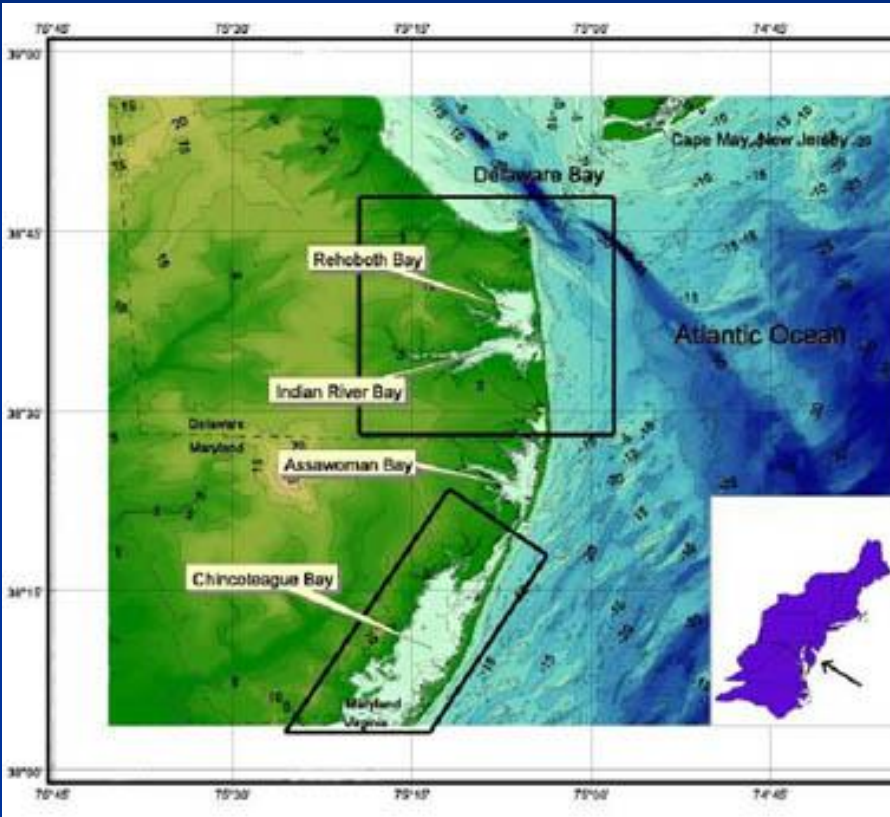
Povrchový odtok

- Prekročenie infiltračnej kapacity pôdy a hornín
→ povrch. odtok
- Voda steká po povrchu vplyvom gravitácie v smere najväčšieho spádu
- Neorganizovane ako dažďový ron
- Neskôr do potokov a riek – riečna sieť
- Hlavný tok v povodí, kde sa voda sústreďuje odvádza vodu z povodia
- Pre odtok sú dôležité morfológické vlastnosti povodia, geologické pomery, pôda, porast, pôsobenie človeka...

Formovanie odtoku



Povrchový odtok



Podpovrchový odtok a podzemná voda

- Podzemná voda je najmä atmosferického pôvodu (vadózna)
- Pohyb v póroch – zeminy, puklinách, kráse
- Pohyb vody pri vsakovaní je riadený gravitáciou, atmosferickým tlakom, molekulárne sily (osmóza, sorpcia), kapilárne sily (fázové rozhrania)
- Dôležitá je sacia sila pôdy, hodnota vlhkosti pôdy, retenčná vodná kapacita

Vertikálna distribúcia vody

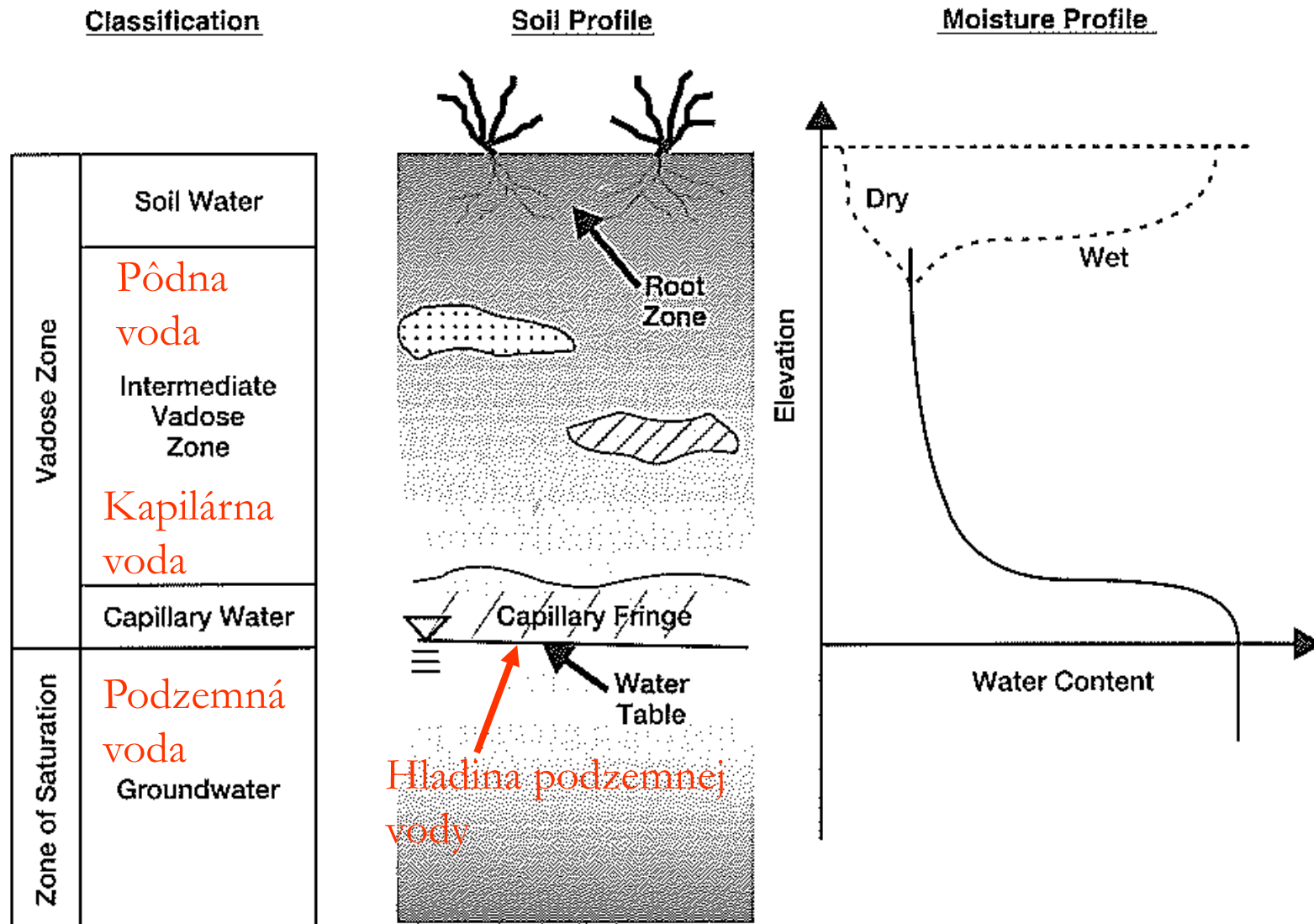
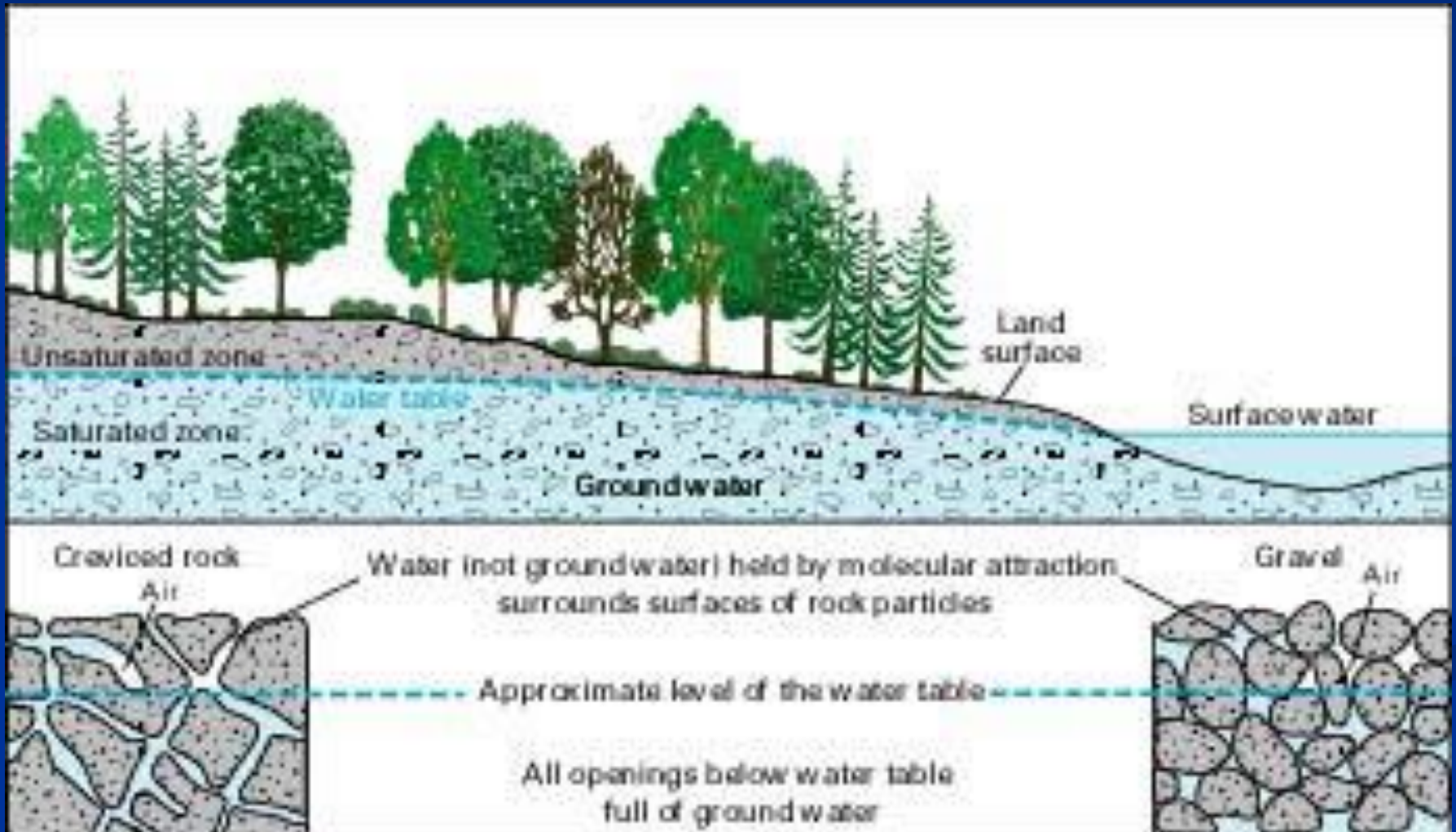


FIGURE 1.2.1 Vertical distribution of water content and classification system

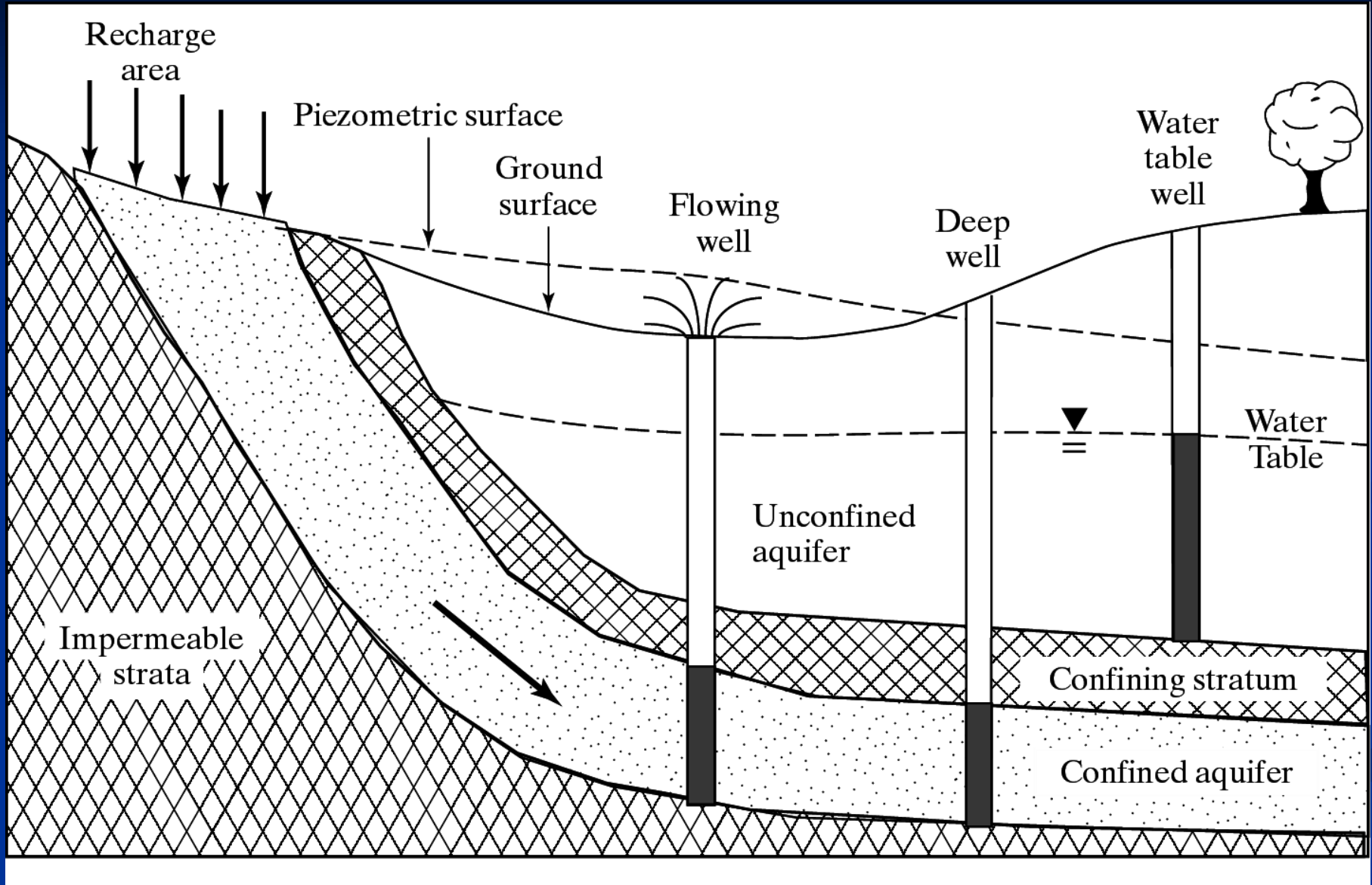
$$k_f = k_p \cdot \frac{g}{\nu}$$

- Typy vody: kryštalická, obalová - molekulárna, kapilárna, gravitačná
- Filtračné vlastnosti: pórovitosť, efektívna pórovitosť, priepustnosť, koeficient filtrácie
 $k_f = k_p \cdot g/\nu \text{ (m.s}^{-1}\text{)}$
- Darcyho zákon $v = k \cdot I \text{ (m.s}^{-1}\text{)}$
- Priepustné horniny – klastické sedimenty, zkrasovateľé horniny a inak rozrušené horniny
- Polopriepustné horniny – hlinité piesky, spraš, rašelina, pieskovce, zlepenec, vápenec
- Nepriepustné horniny – neporušené horniny rôzne

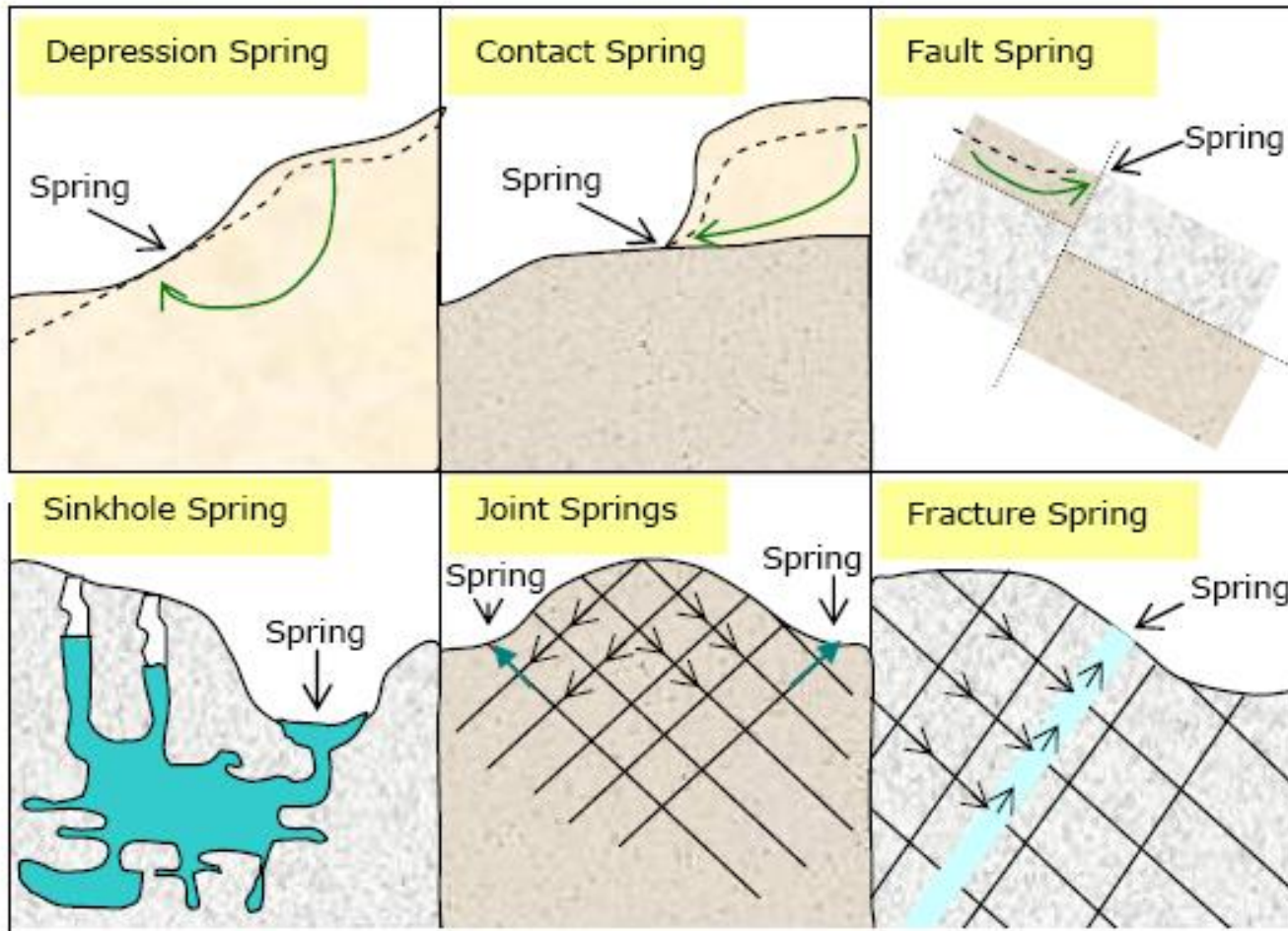
Podzemná voda



Podzemná voda



Typy prameňov



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
- Vyrovnanejší v pórovom prostredí, v krase a puklinovom nepravidelný
- Režim – rozvodnicový, pririečny, prechodný, krasový, umelý (podľa Kamenského)

Voda v nádržiah

- 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

Kryosféra

- Do hydrosféry patrí sem 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 k. je charakt. výskyt vody v pevnom skupenstve vo forme snehu, povrch. a podzem. ľadu. K. tvoria oblasti vyšších zem. šírok a nadm. výšok s negatívnou tepelnou bilanciou.

Hydrologický rok

- **hydrologický rok** (skratka **HR**) = obd. 12 kalendárnych mesiacov je zákl. bilanč. obdobím v hydrol. , na rozdiel od kalend. roku zahrňuje celé zimné, teda prevažne akumuláčné obdobie; predpokladá sa, že zrážky, kt. v HR spadnú, v tomto období tiež odtečú, v súčas. dobe sa u nás používa HR, kt. zač. 1. novembrom a končí 31. októbrom.

e-zdroje pre prednášku

- <http://www.shmu.sk/File/metaklin/cms2003priloha3.pdf>
- <http://www.cimms.ou.edu/~schultz/olympics/images/img60.gif>
- Dr. Robin A. Matthews, Stream Ecology Lecture Notes, <http://ceratium.ietc.wvu.edu/rmatthews/classes>
- <http://piru.alexandria.ucsb.edu/collections/geosystems/geosystems14-13.jpg>
- <http://www.ekoskola.sk>