

Slovenská Technická Univerzita v Bratislave
Materiálovotechnologická fakulta v Trnave
Ústav bezpečnostného a environmentálneho inžinierstva
Katedra environmentálneho inžinierstva

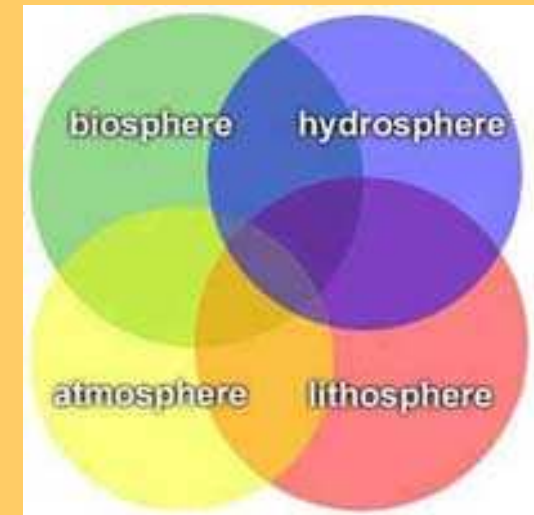
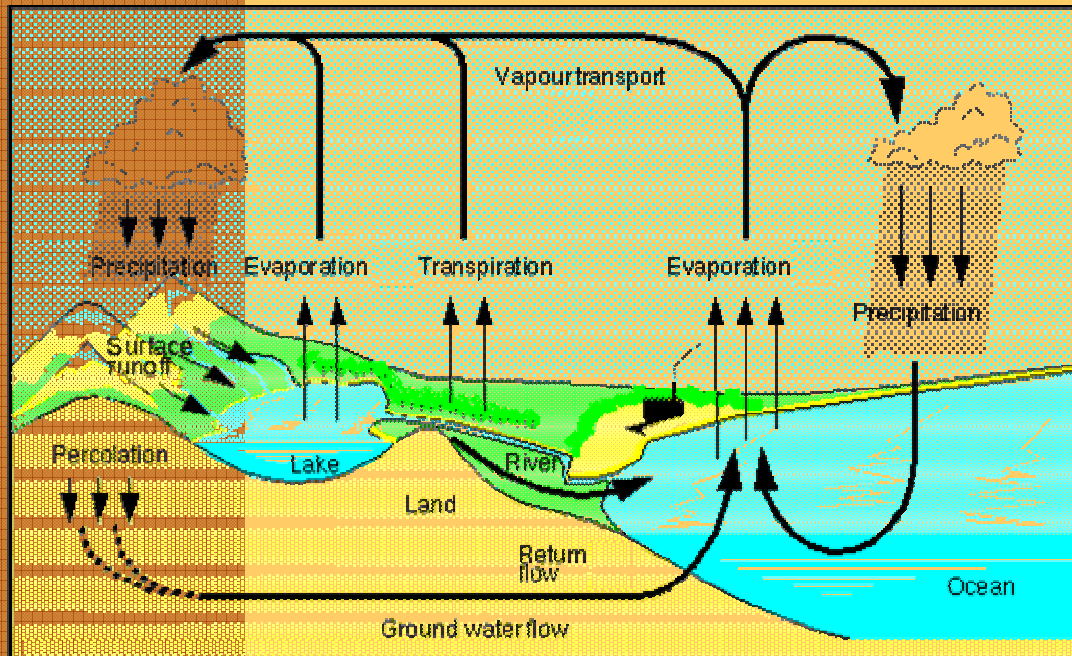
Voda



RNDr. Maroš Sirotiak, PhD.

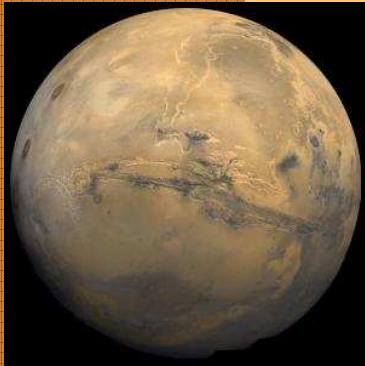
Definícia a funkcie vody

- **Voda** je zložkou geosféry a zároveň otvoreným systémom, v ktorom dochádza k výmene látky a energie medzi ňou, atmosférou, biosférou a litosférou.



- **Voda (kolobeh vody)** je najdôležitejším transportným médium. Je poháňaný slnečnou energiou.

Vznik a vývoj hydrosféry



Anhydrické obdobie

- kondenzácia vodných pár z ovzdušia - horúce dažde, ktoré sa bez zvyšku odparovali
- po dostatočnom ochladení zemského povrchu sa začala voda zhromažďovať v preliačinách

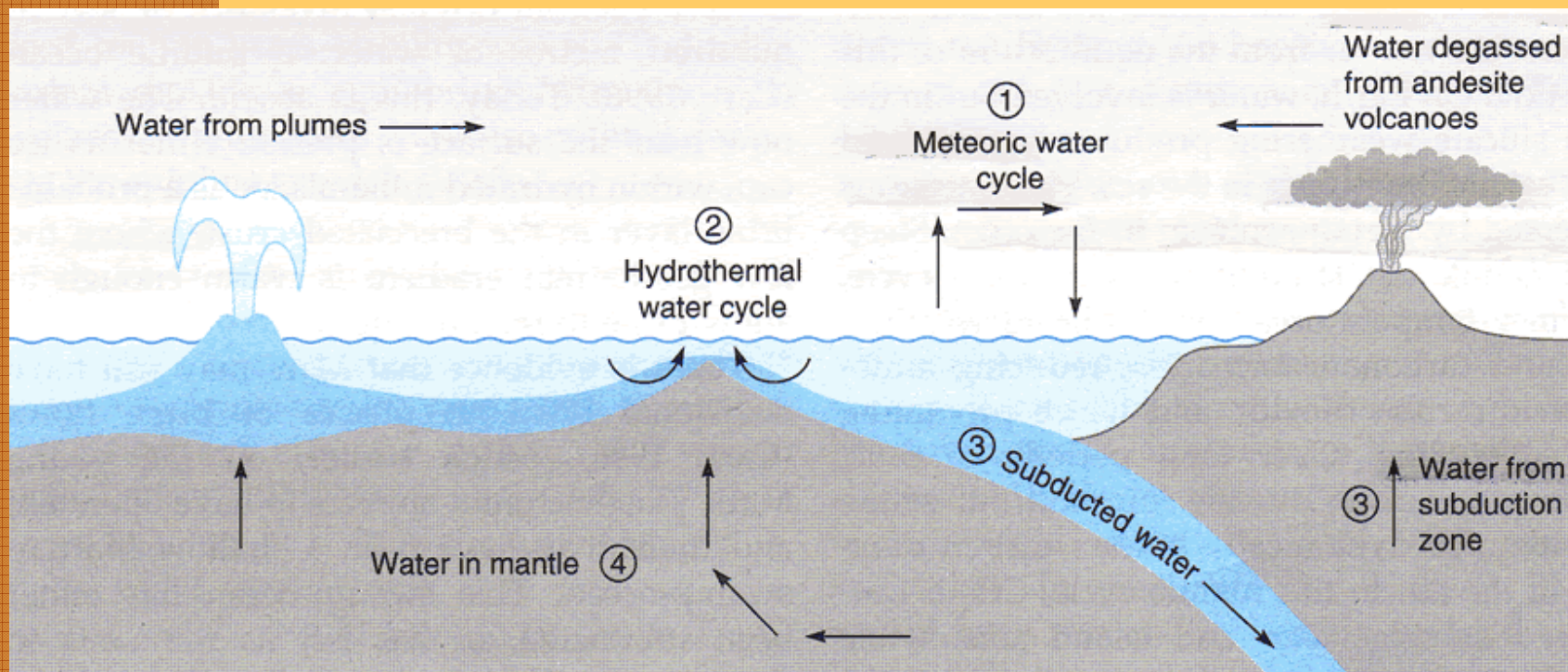


Praoceánske obdobie

- prvé oceány, málo slané
- začiatok eróznej činnosti mora a tečúcich vôd, vznik sedimentárnych hornín

Zloženie hydrosféry

- Vody juvenilné
- Vody recirkulované (*magmatické, metamorfné, fosílné, morské a meteorické*)



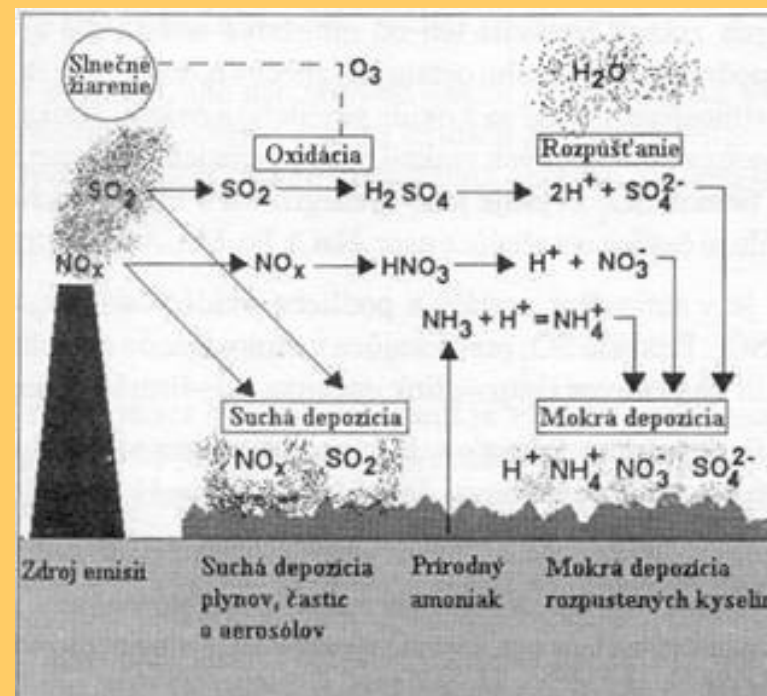
Atmosférické vody

- **Dážď**
- **Rosa** je dážď nepatrnej výdatnosti.
- **Hmla (dymno)** - ochladzovaním prízemného vzduchu pod rosný bod.
- **Mrholenie** vzniká zrážaním hmly.
- **Inovať** vzniká z podchladenej hmly pri styku s tuhými telesami
- **Poľadovica** - ľadový povlak vznikajúci pri daždi z podchladených kvapiek



Atmosférické vody

- Nízka mineralizácia
- plynne znečisteniny ovzdušia (oxidy síry, oxidy dusíka, amoniak a.i.)
- tuhé znečisteniny ovzdušia (častočky prachu, dymu, rastlín, mikroorganizmov a.i.)
- V dôsledku slabej mineralizácie atmosférických vôd a nízkej koncentrácie hydrogénuhličitanov je ich neutralizačná kapacita veľmi nízka. pH atmosférických vôd sa pohybuje v rozmedzí 5-6.



Povrchové vody

- KONTINENTÁLNE

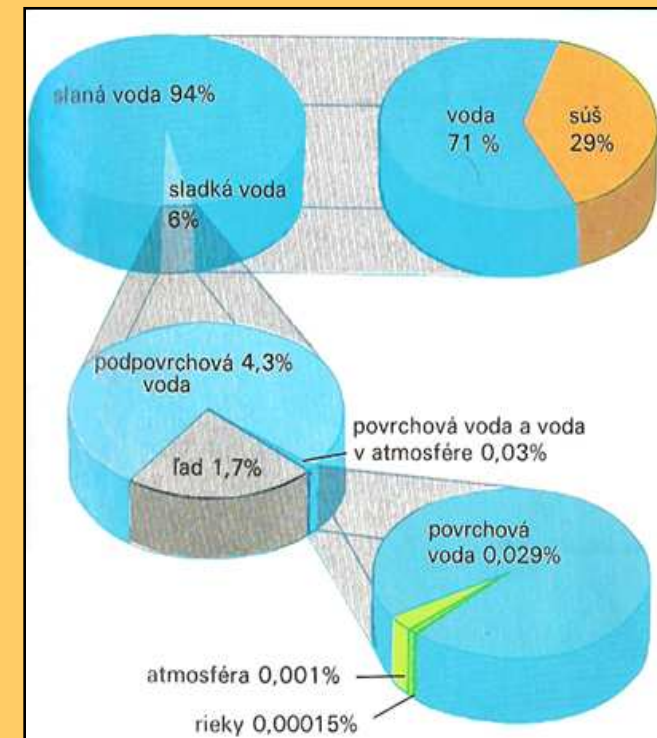
- Stojaté

- *prirodzené* (moria a oceány, močiare)
 - *umelé* (rybníky, priehradné nádrže)

- Tečúce

- *prirodzené* (potoky, bystriny, rieky, veľtoky)
 - *umelé* (kanály, prieplavy)

- MORSKÉ



Povrchové vody - kontinentálne

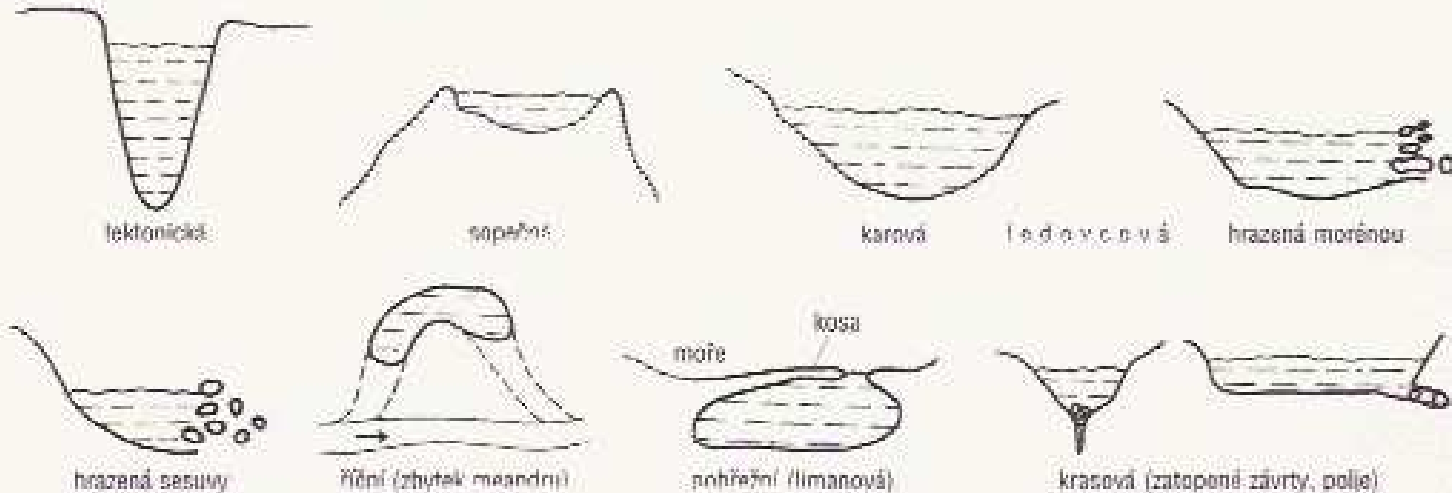
- **Chemické zloženie je určované predovšetkým reakciami medzi atmosférickou vodou, pôdou a horninami**
- **V stojatých vodách zloženie povrchových vôd závisí najmä od hĺbky**
- **V tečúcich vodách zloženie povrchových vôd závisí najmä od dĺžy a šírky toku**
- **Pre život vodných organizmov a samočistiacu schopnosť povrchových vôd je významný obsah rozpusteného kyslíka**

Povrchové vody - kontinentálne

● Jazerá

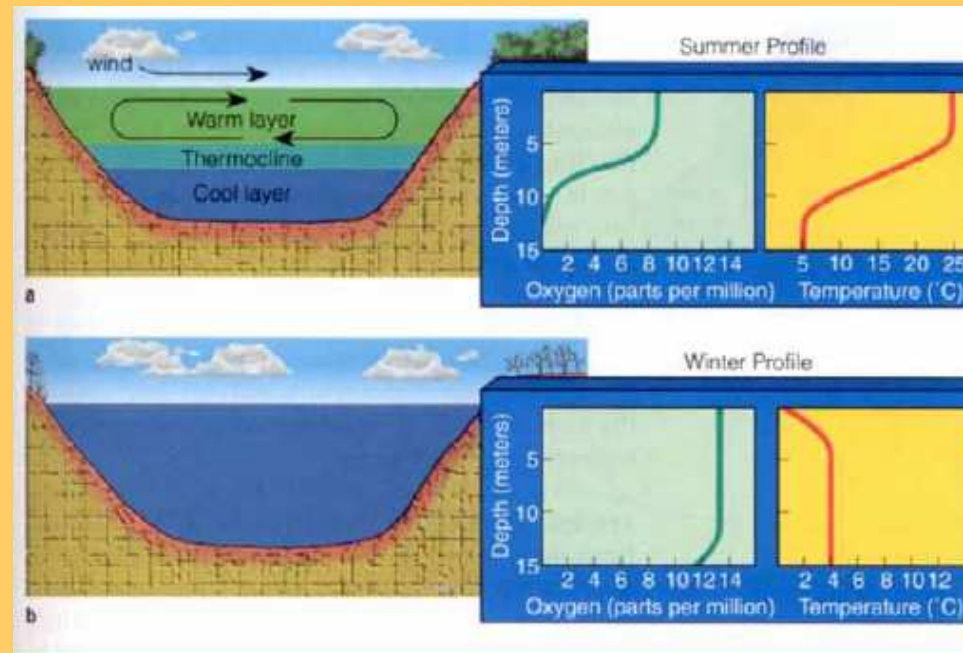
- *Vulkanické, tektonické, ľadovcové, karové, krasové, pobrežné, zmiešaného pôvodu*
- *sladké a slané jazerá*
- *bezodtokové, prietochné, odtokové*

Jezera



Povrchové vody - kontinentálne

Vody jazier sa vyznačujú teplotnou stratifikáciou, menším nasýtením kyslíkom, väčším obsahom živín (eutrofizácia), rozmanitosťou biotopov (zmeny v horizontálnom i vertikálnom smere), postupným zazemňovaním.

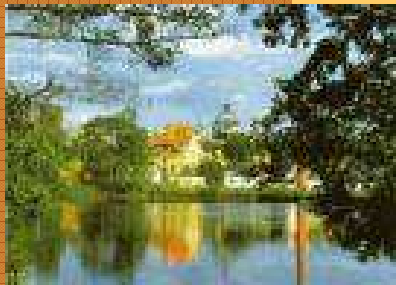


Povrchové vody - kontinentálne



- **Bažiny** - Bažiny sú časti zemského povrchu, kde je pôda presýtená vodou. Predpoklad pre vznik bažín je vyššie množstvo zrážok ako je výpar. Bažiny bývajú trvalo alebo aspoň po väčšinu času v roku zaplavené vodou.
- **Rašeliniská** - Rašeliniská vznikajú v jazerných panvách a na rozvodiach riek a to tak, že zarastajú rašelinníkom a machom. Rašelinník má schopnosť zadržiavať veľké množstvo vody a je schopný rýchlo kolonizovať okolité prostredie.
- **Slatinisko** - Slatiniská vznikajú v oblasti výveru podzemných vôd alebo v oblasti slepých riečnych ramien zarastaním vlhkomilnou vegetáciou. Pôdy väčšinou bývajú chudobné, kyslé..

Povrchové vody - kontinentálne



- **Umelé vodné nádrže a rybníky - Priehrady**
ochranné, vyrovnávacie, viacúčelové

V umelých nádržiach - rybníky, priehrady - sú horšie samočistiace podmienky ako vo vodných tokoch. Ich výstavbou sa narušujú prirodzené biotopy v danej oblasti, tiež prichádza k zmene pomerov podzemných vôd (zdvihnutie hladiny podzemných vôd, narušenie prúdenia podzemných vôd, zvýšená infiltrácia znečistenia z nádrže). Na druhú stranu však z hľadiska šírenia znečistenia vo vodnom toku pôsobia ako „lapače“ znečistenia a vo vodnom toku pod nádržou prichádza k zníženiu obsahu o. i. ťažkých kovov. zaplavené vodou.

Povrchové vody - kontinentálne

- **Vodné toky** - povodie,
- rozvodie,
- riečna sieť



Typy říčních sítí



stromovitá



pérovitá



pravouhla



prstenovitá



radiální



vějířovitá



asymetrická



mřížovitá



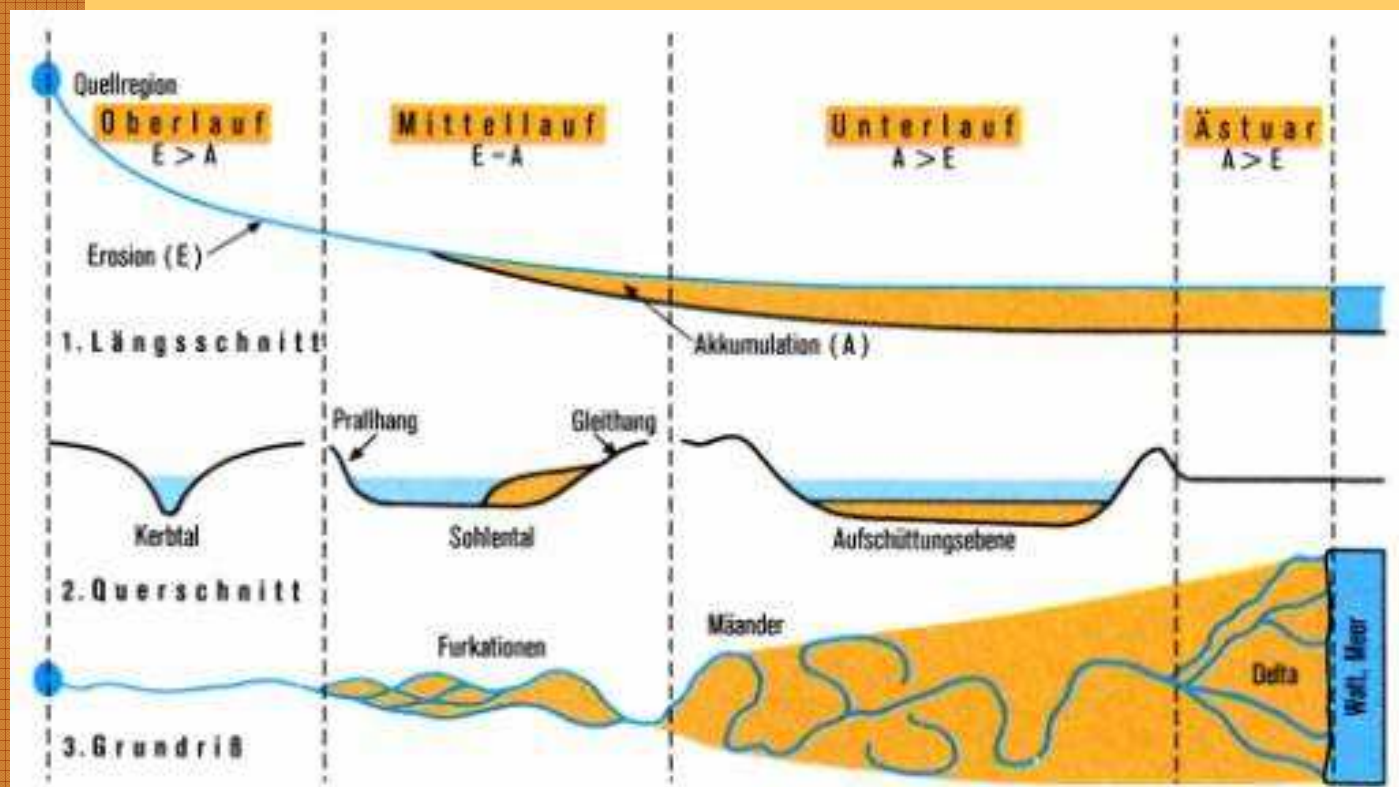
souběžná



šipovitá

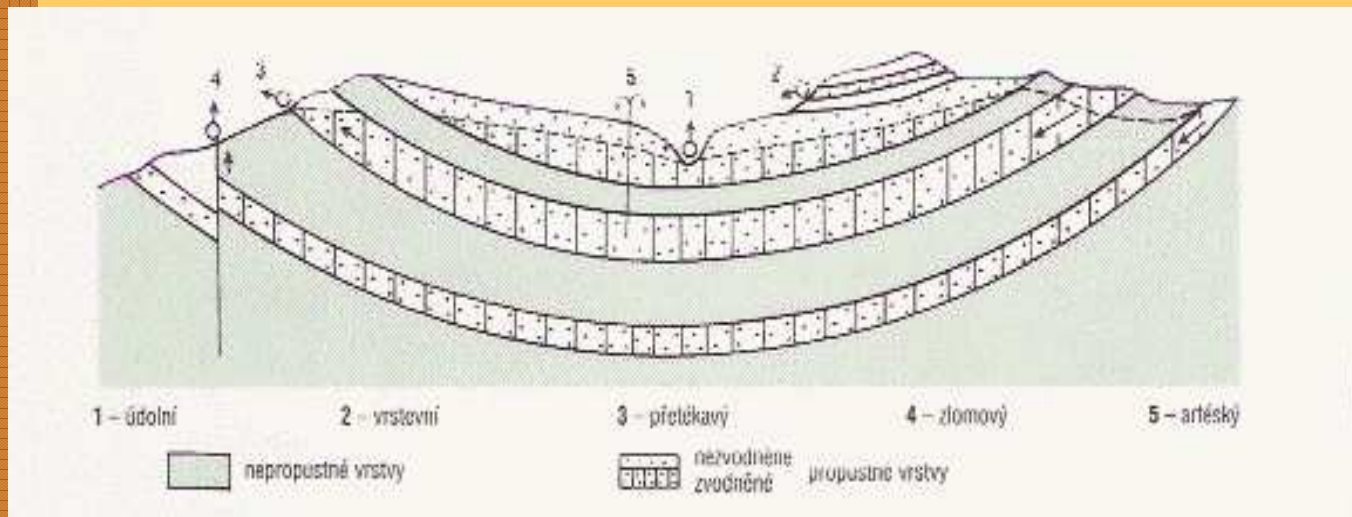
Povrchové vody - kontinentálne

• /



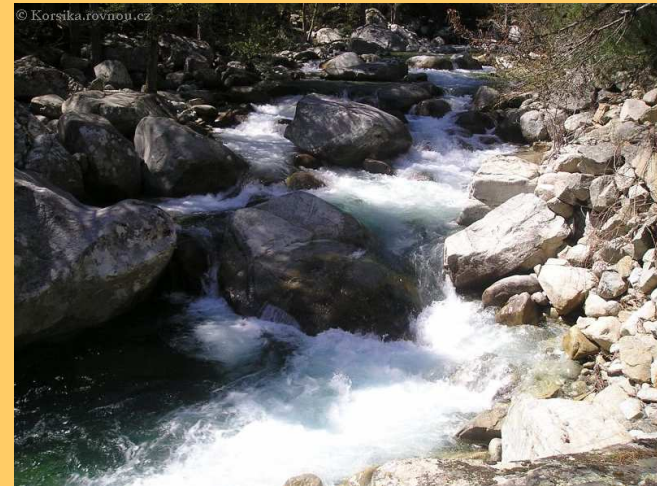
Povrchové vody - kontinentálne

- **Prameniská (Krenál)** zahŕňajú **vlastný prameň (eukrenál)** a **pramenný jarček (hypokrenál)**.



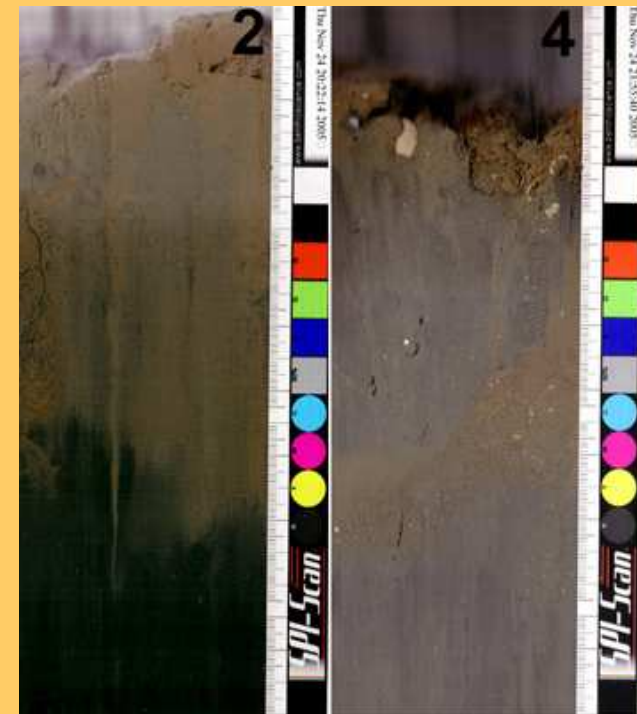
Povrchové vody - kontinentálne

- *bystriny (Epiritrál)*
- *Podhorské toky (Ritrál)* - členia sa na 2 pod zóny: *podhorské potoky (metaritrál)* a *podhorské rieky (hyporitrál)*



Povrchové vody - kontinentálne

- **Nížinné toky (Potamál)** delíme na nížinné **potoky (epipotamál)** a **mížinné rieky (metapotamál)**



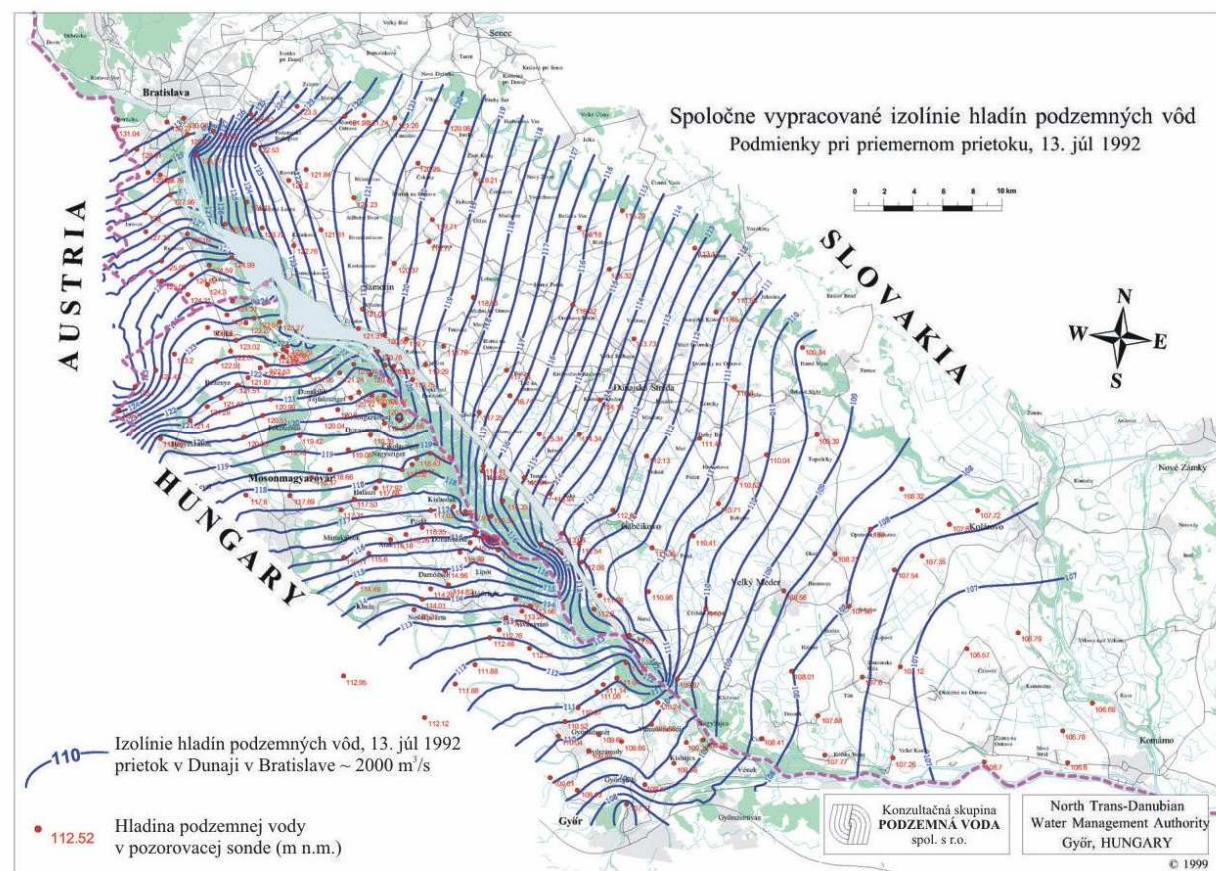
Povrchové vody - kontinentálne

- *Ústie rieky do mora (hypopotamál)*



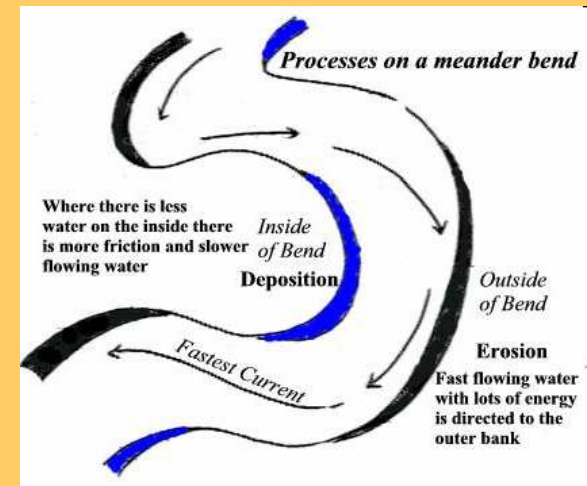
Povrchové vody - kontinentálne

- **Vnútrozemská delta**

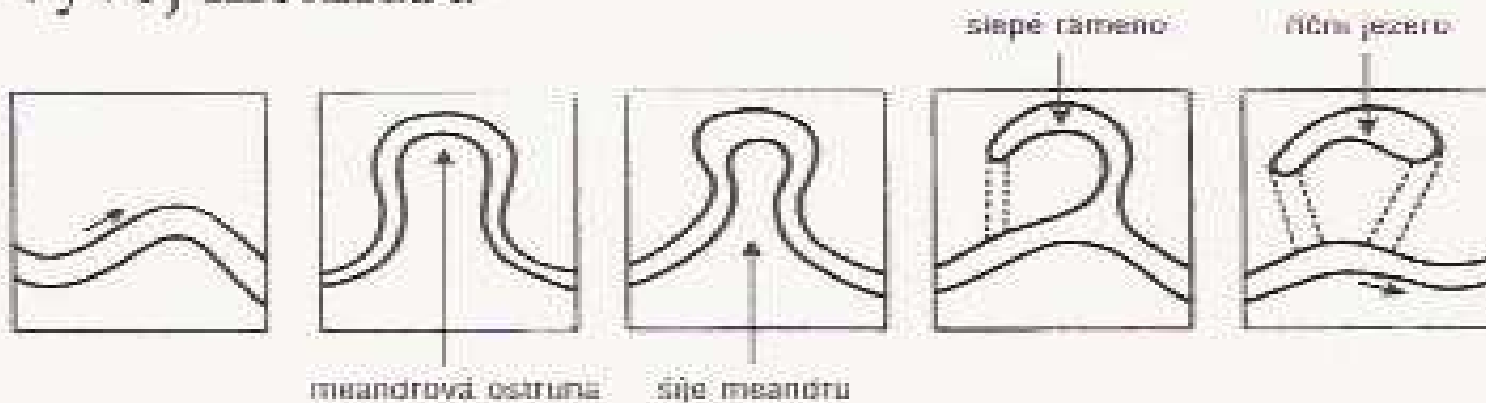


Povrchové vody - kontinentálne

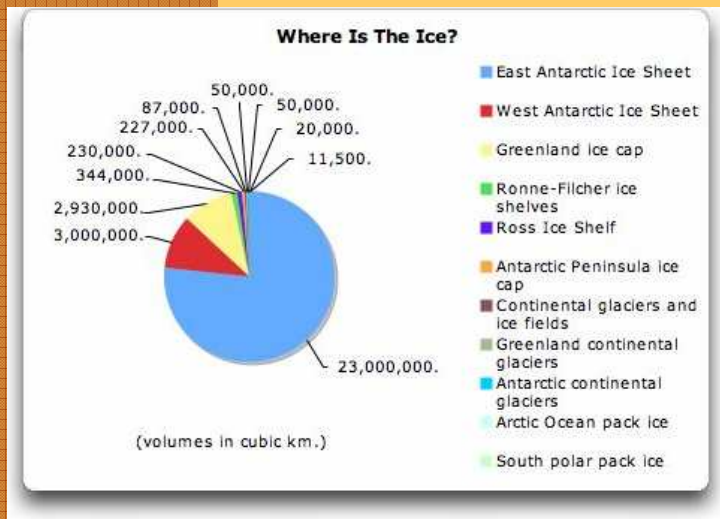
- *Mŕtve ramená*
- *kanále*



Vývoj meandru

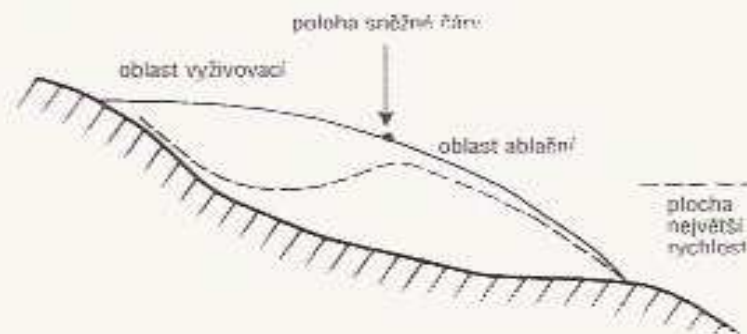


Povrchové vody - kontinentálne



- **Sneh a ľad – pevninské ľadovce, horské ľadovce**

Poloha plochy největší rychlosti v ledovci



Ledovcové údolí

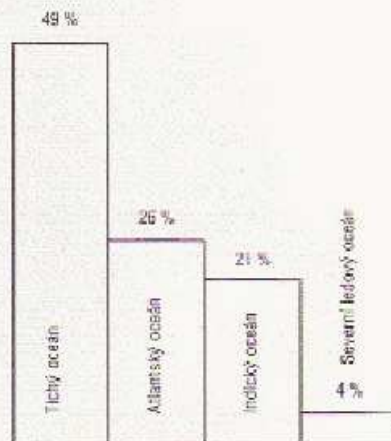


Povrchové vody - mořské

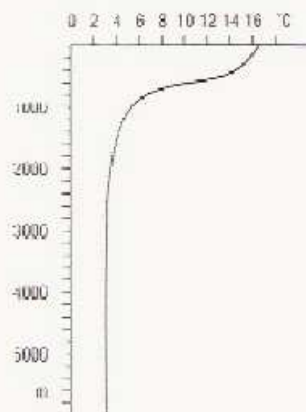


- **moria** – dno tvoří kontinentální zemská kôra
- **oceány** – dno tvoří oceánska zemská kôra

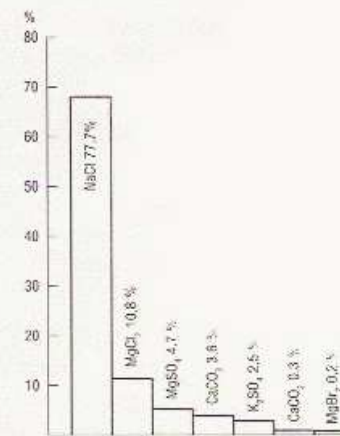
Oceány a moře
(poměr ploch)



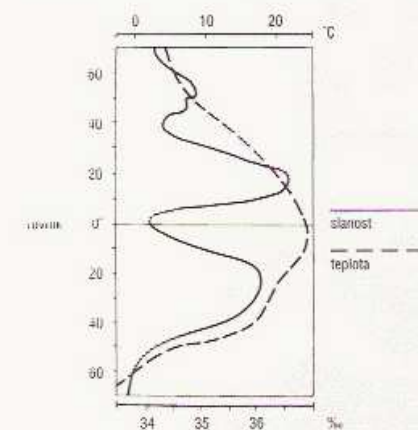
Teplota mořské vody
v závislosti na hloubce



Zastoupení základních solí v %
v oceánské vodě



Slanost a teplota
v závislosti na zeměpisné šířce



Podpovrchové vody

- ***vadózne*** - vznikajú infiltráciou zrážkových a povrchových vôd do zeme a v malej miere aj kondenzáciou vodných pár atmosférického pôvodu pod povrchom)
- ***juvenilné*** (vznikajú kondenzáciou vodných pár unikajúcich z chladnúcej magmy v zemskom vnútri.
- ***Chemicky viazaná voda***
- ***Mechanicky viazaná voda*** - v páse nasýtenia ako podzemná voda, v pásme prevzdušnenia ako pôdna voda.

Podpovrchové vody



- **Pôdna voda** – *gravitačná, kapilárna, adsorpčná*
- **Podzemná voda**
 - Obyčajné podzemné vody – sú vody s nízkym obsahom rozpustených tuhých látok, plynov či mikroorganizmov, ktoré nespĺňajú žiadne z kritérií pre minerálnu vodu .
 - Minerálne vody - *prírodné minerálne vody* (1 g/l rozpustených tuhých látok alebo viac ako 1 g/l oxidu uhličitého), *prírodné liečivé vody* a *prírodné minerálne vody*.

Podpovrchové vody

- **Podzemná voda podľa genézy**
- **Karbonátogénne vody:** pre ktoré je hlavným mineralizačným procesom rozpúšťanie karbonátov.
- Celková mineralizácia sa pohybuje v rozmedzí 0,2 až 0,8 g.l⁻¹ (pri vyšších hodnotách P_{CO2} až 3 g.l⁻¹).
- Prevládajúcimi iónmi sú HCO₃⁻, vo vápencovom horninovom prostredí Ca²⁺, v dolomitovom prostredí je dominantný aj Mg²⁺.
- Medzi karbonátogénne vody možno zaradiť podzemné vody vápencovo – dolomitických komplexov mezozoika, karbonatických brekcií bazálneho paleogénu, kryštalickej vápencov, magnezitových ložísk, vápnitých spraší atď.

Podpovrchové vody

- **Silikátogénne vody:** sa vyvíjajú inkongruentným (nie úplným) rozpúšťaním silikátov.
- Celková mineralizácia je málokedy vyššia ako $0,5 \text{ g.l}^{-1}$. Vo všeobecnosti je celková mineralizácia závislá od hydrodynamických podmienok obehu.
- Dominantnými sú ióny HCO_3^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ v závislosti od charakteru prostredia obehu.
- Silikátogénne vody sa nachádzajú v neovulkanitoch, kryštalických bridliciach a granitoidných horninách jadrových pohorí, kremencoch spodného triasu, viatych pieskoch Záhorskej nížiny, fluvioglaciálnych sedimentoch Vysokých Tatier, deluviálnych, eluviálnych a proluviálnych sedimentoch vytvorených silikátovými horninami.

Podpovrchové vody

- **Sulfátogénne vody:** sa vyvíjajú rozpúšťaním sádrovca alebo anhydritu.
- Celková mineralizácia je limitovaná rozpustnosťou sádrovca alebo anhydritu (2100 mg.l⁻¹ pri pH = 7, teplote 25° C, tlaku 101,325 kPa).
- Hlavnými iónmi sú Ca²⁺, event. Mg²⁺ a SO₄²⁻.
- Sulfánogénne vody sú viazané na akumulácie sádrovca alebo anhydritu. Charakteristické sú vody sádrovcových ložísk v okolí Spišskej Novej Vsi, tiež v minerálnych a termálnych vodách na lokalitách Sklené Teplice, Sliač, Korytnica, Trenčianske Teplice, Bešeňová, Kováčová.

Podpovrchové vody

- **Sulfidogénne vody:** sa tvoria oxidáciou sulfidov. Podmienkou tvorby vôd tohto typu je prítomnosť rozpusteného O_2 a prítomnosť redukujúcich baktérií, preto sú to vody plytko podpovrchové.
- Celková mineralizácia býva vysoká, napr. v banských vodách ložiska Smolník je 25 g.l^{-1} .
- Dominantné sú ióny SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , typické sú vysoké koncentrácie ťažkých kovov a extrémne nízke pH.
- Medzi sulfidogénne vody môžeme zaradiť banské vody sulfidických ložísk a výluhy hald pri sulfidických ložiskách.

Podpovrchové vody

- **Hydrosilikátové vody**: sú väčšinou pôvodne karbonátogénne vody premenené iónovými procesmi, pričom je Ca^{2+} resp. Mg^{2+} vymieňané za Na^+ na ílových mineráloch.
- Hlavnými iónmi v týchto vodách budú HCO_3^- a Na^+ .
- Vody takéhoto charakteru sa bežne vyskytujú v flyšových súvrstviach.

Podpovrchové vody

- **Halogénne vody:** sa vyvíjajú rozpúšťaním halitu (NaCl).
- Rozpustnosť halitu je extrémne vysoká, čím je limitovaná aj celková mineralizácia halogénnych vôd (pri $t = 0$ až 20°C je to 357 až 360 g.l^{-1}).
- Hlavnými iónmi samozrejme budú Na^+ a Cl^- .
- Vyskytujú sa v blízkosti ložísk halitu, napr. Solivary ($M = 292 \text{ g.l}^{-1}$) a Zbudza ($M = 117 \text{ g.l}^{-1}$).

Podpovrchové vody

- *Vody zmiešanej genézy:* napr. *sulfátokarbogénne vody*
- *Fluviálne vody*
- *Fosínle marinogénne vody:*

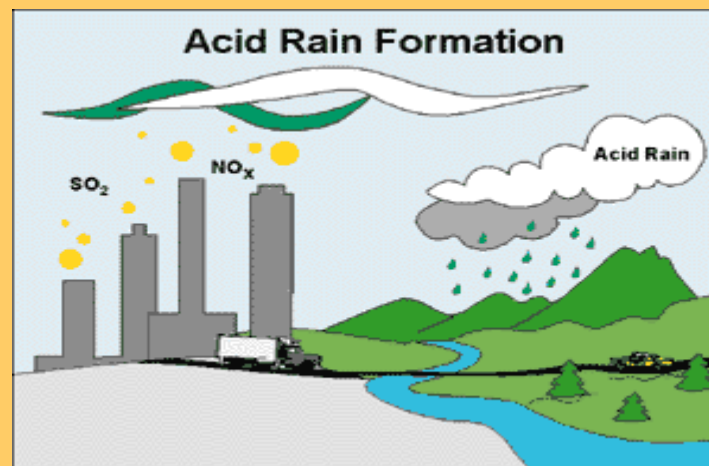
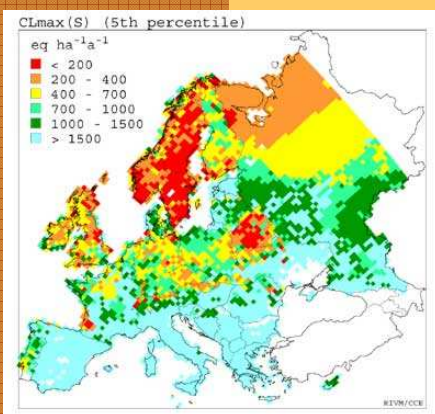
Poškodzovanie hydrosféry

- Znečisťovanie hydrosféry
- Eutrofizácia
- Odbery vody
- Regulácia vodných tokov
- Výstavba vodných diel

Zdroje znečistenia



- **Kyslé dažde** sú spôsobené reakciou atmosférickej vody s oxidmi dusíka a síry, ktoré sú do ovzdušia vypúšťané najmä spaľovaním fosílnych palív. V takejto forme sa znečistenie môže šíriť na pomerne veľké vzdialenosti. Dažde s nižším pH majú väčšiu rozpúšťacu schopnosť, poškadzujú rastliny, zvieratá aj ľudí. Najkyslejší dážď, ktorý bol desať krát kyslejší než ocot spadol pri búrke v roku 1980 vo Wheelingu (USA).



Zdroje znečistenia

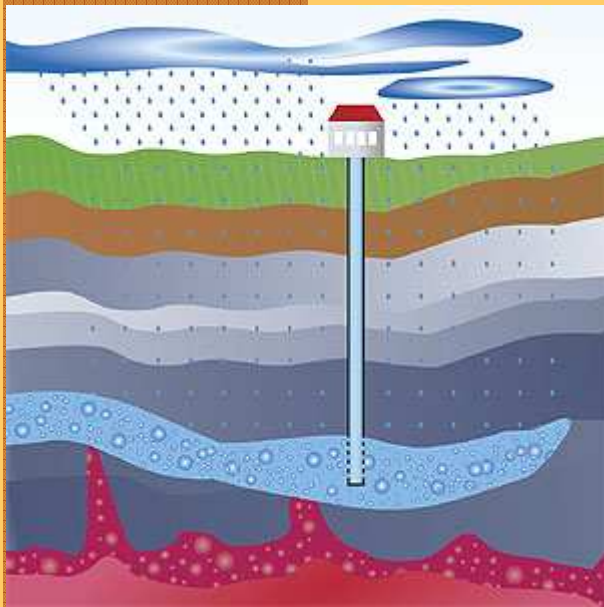


- Pôda je schopná zachytiť a eliminovať väčšinu znečistenia z vôd. Samozrejme že za predpokladu, že sama nie je kontaminovaná a je na nej dostatočný vegetačný kryt. Prítomnosť rôznych pesticídov, nadbytku dusíkatých a fosforečných látok ako aj nedostatočný rastlinný pokryv má za následok, že látky znečisťujúce pôdu prechádzajú aj do povrchovej a podzemnej vody.



Zdroje znečistenia

- **Geologické podložie** má tiež výrazný vplyv na chemické zloženie vôd. Voda sa obohacuje sa rozpúšťaním minerálov, na povrch sa dostáva mineralizovaná v podobe prameňov a vrtov. Problémové je aj tepelné znečistenie vôd, ktoré môže spôsobiť narušenie biologických vzťahov v toku.



Zdroje znečistenia



- **Priemyselná výroba a priemyselné odpady** produkujú špecifické znečistenie v závislosti od druhu priemyslu. Napríklad pri výrobe celulózy sa vypúšťajú sulfitové výluhy, petrochemický priemysel zaťažuje vodné prostredie ropnými látkami. Strojársky priemysel kontaminuje vody najčastejšie ťažkými kovmi a organickými rozpúšťadlami, ktoré sa používajú na odmasťovanie.

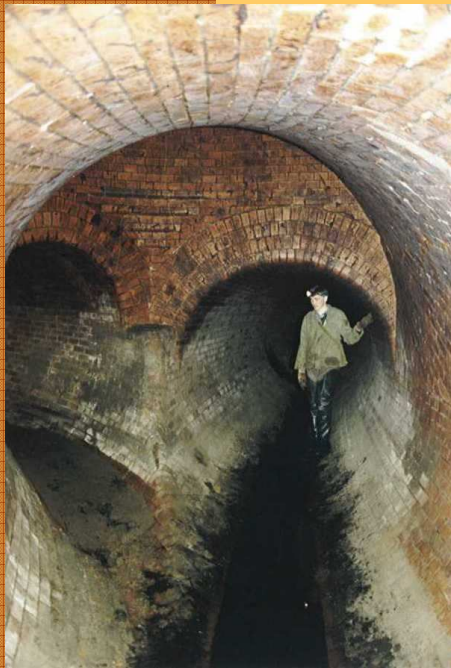
Zdroje znečistenia



- **Poľnohospodárska výroba a poľnohospodárske odpady znečisťujú** povrchové a podzemné vody predovšetkým nutrientmi, t.j. zlúčeninami dusíka a fosforu. Splachmi z polí a prenikaním cez pôdny profil sa do vôd dostávajú aj nebezpečné chemikálie, ktoré toxicky pôsobia na rastliny a živočíchy, čím nepriateľne poškodzujú ekosystém.



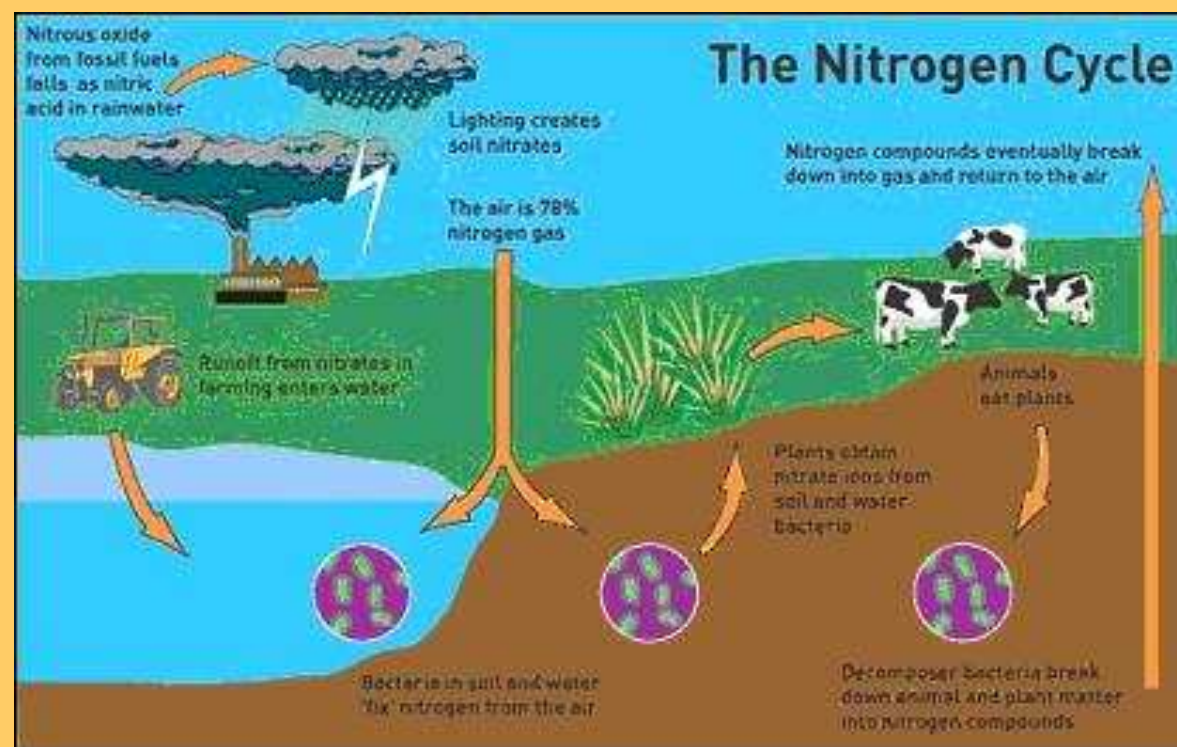
Zdroje znečistenia



- **Vplyv urbanizovaných celkov** (mestá, cestná infraštruktúra a pod.) môžeme rozdeliť do dvoch zdrojov. Prvým je splach s ulíc, ciest a striech, kde sú znečisťujúce látky deponované vo forme prachu. Druhým zdrojom je produkcia splaškových odpadových vôd, čo sú odpadové vody z domácností a sociálnych zariadení závodov (kuchyne, záchody, kúpeľne a umyvárne).

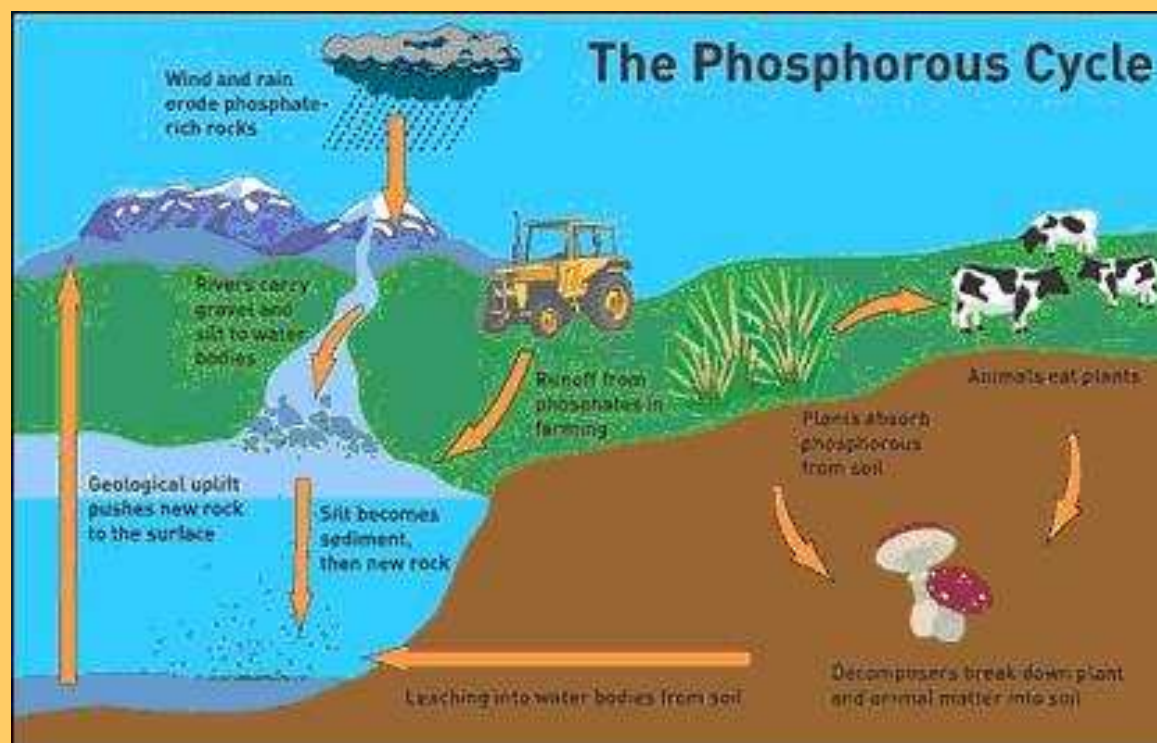
Znečisťujúce látky

- Amoniakálny dusík
- Dusitany
- Dusičnany



Znečišťující látky

- Fosforečnany



Znečisťujúce látky

- **Ťažké kovy**
- **Perzistentné organické polutanty**
- **Rádionuklidy**

Eutrofizácia

- súbor prírodných a umelo vyvolaných procesov vedúcich k zvyšovaniu obsahu anorganických živín v stojatých a tečúcich vodách,
- typ znečistenia vodného prostredia nutrientmi - najmä fosforom a dusíkom, ktoré má za následok nadmerný rast vodných rastlín – vznik vodného kvetu;





AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA

- Tento materiál bol podporený *Agentúrou na podporu výskumu a vývoja* na základe zmluvy č. LPP-0171-07.
- Ilustrácie použité v tomto dokumente sú voľne dostupné na internete.
- Viac na www.prirodnejavy.eu