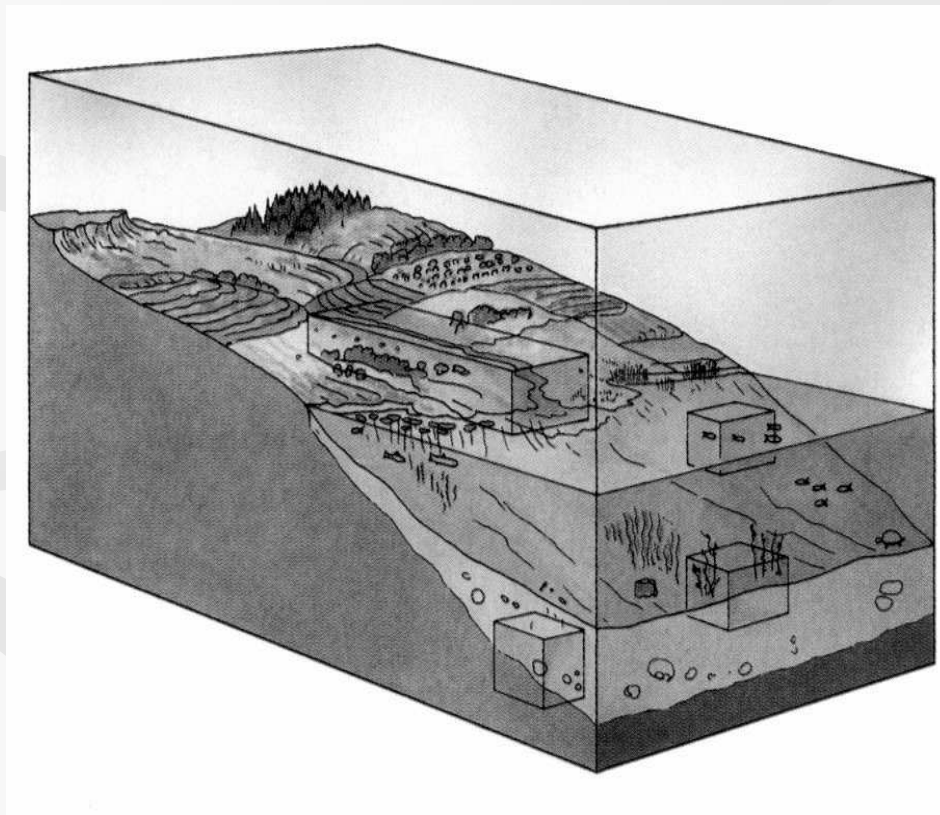


Zemské systémy a cykly

- dříve ve vědách o Zemi samostatné studium jednotlivých částí (geologických jednotek, oceánů, atmosféry)
- dnes studium jako celku, Země je nahlížena jako jednotný systém

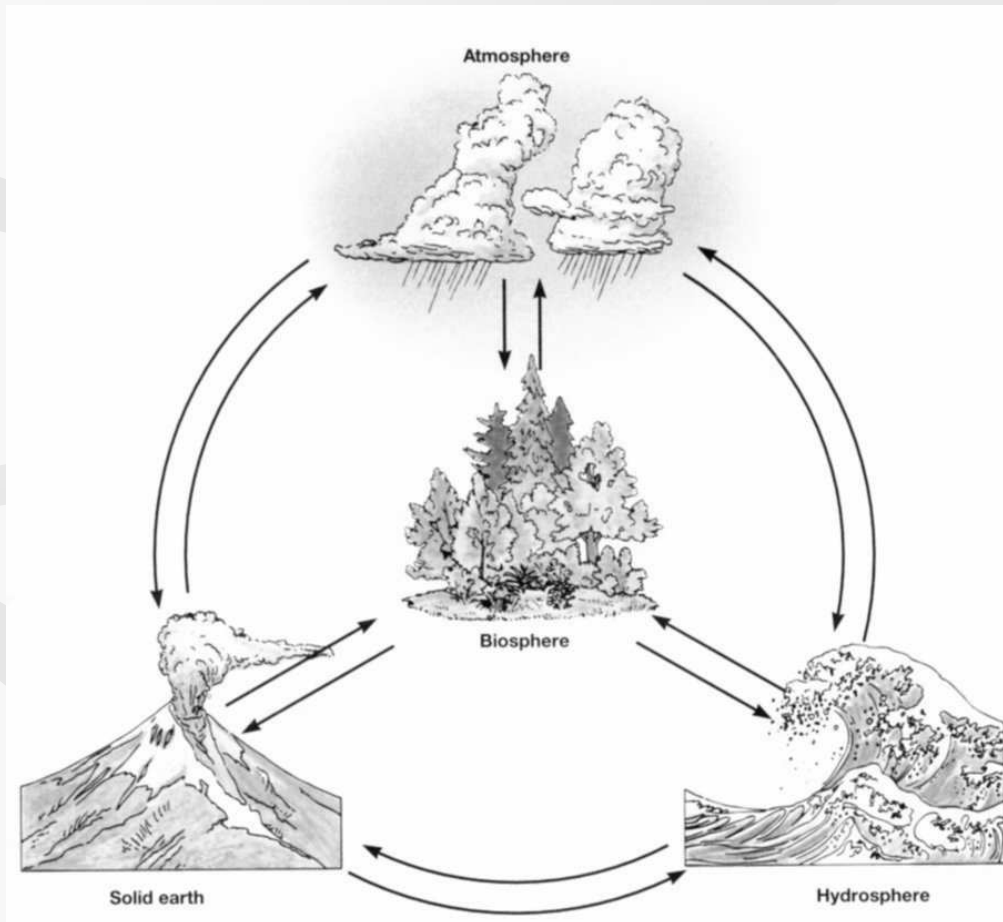
Koncepce systémů



- **Systém je jakákoliv část Vesmíru („Všehomíru“),** kterou pozorovatel vymezí (velký, malý, jednoduchý, složitý – od atomů po celý Vesmír): jezero, vzorek horniny, oceán, sopka, horský hřbet, kontinent, celá planeta; list je součástí stromu, strom je součástí lesa.
- **Začínáme od malých podsystémů,** pochopení jejich funkce je však možné jen v kontextu celého systému.

Zemský systém

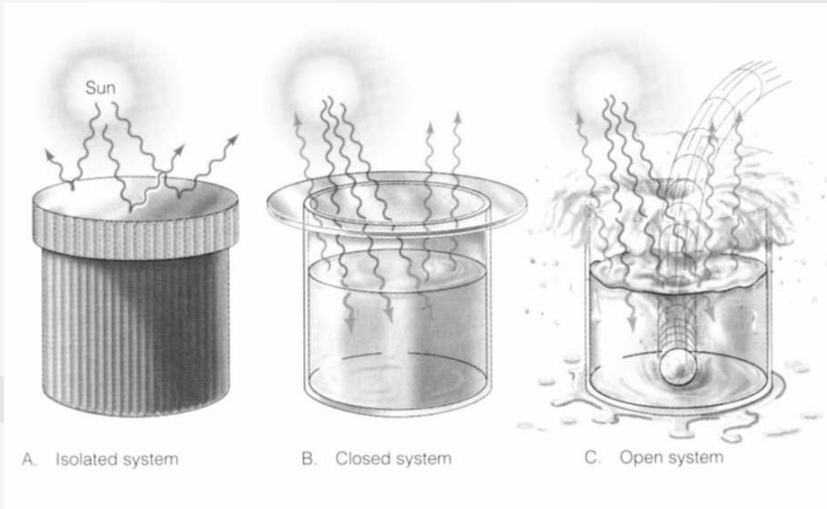
Zemský systém se skládá z menších podsystémů, které spolu intenzivně „komunikují“



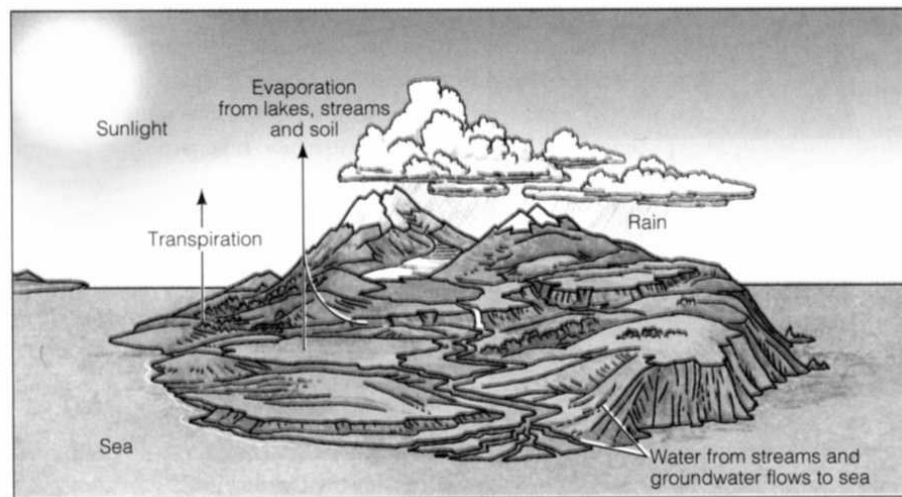
- atmosféra
- hydrosféra
- biosféra
- litosféra

Ty mohou být rozděleny na další podsystémy – hydrosféra = oceány, ledovce, vodní toky, podzemní voda.

Systemy



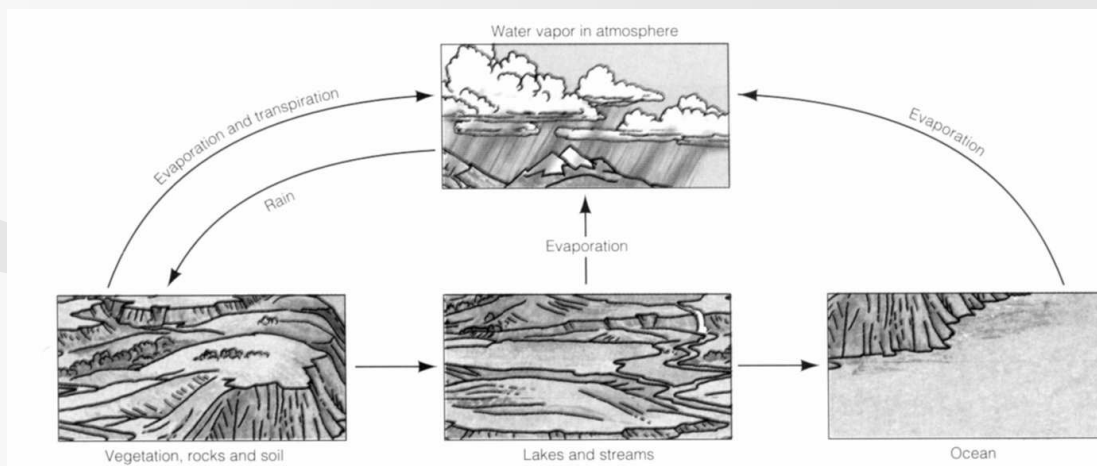
- Izolovaný
- Uzavřený
- Otevřený



Otevřený

„Box“ modely

Systemy se obvykle zobrazují jako „box“ modely (snad „krabičkové“). Výhodou je jednoduchost a pohodlí. Ukazují:



- rychlost toků hmoty a energie z a do systémů
- celkové množství hmoty a energie v systému

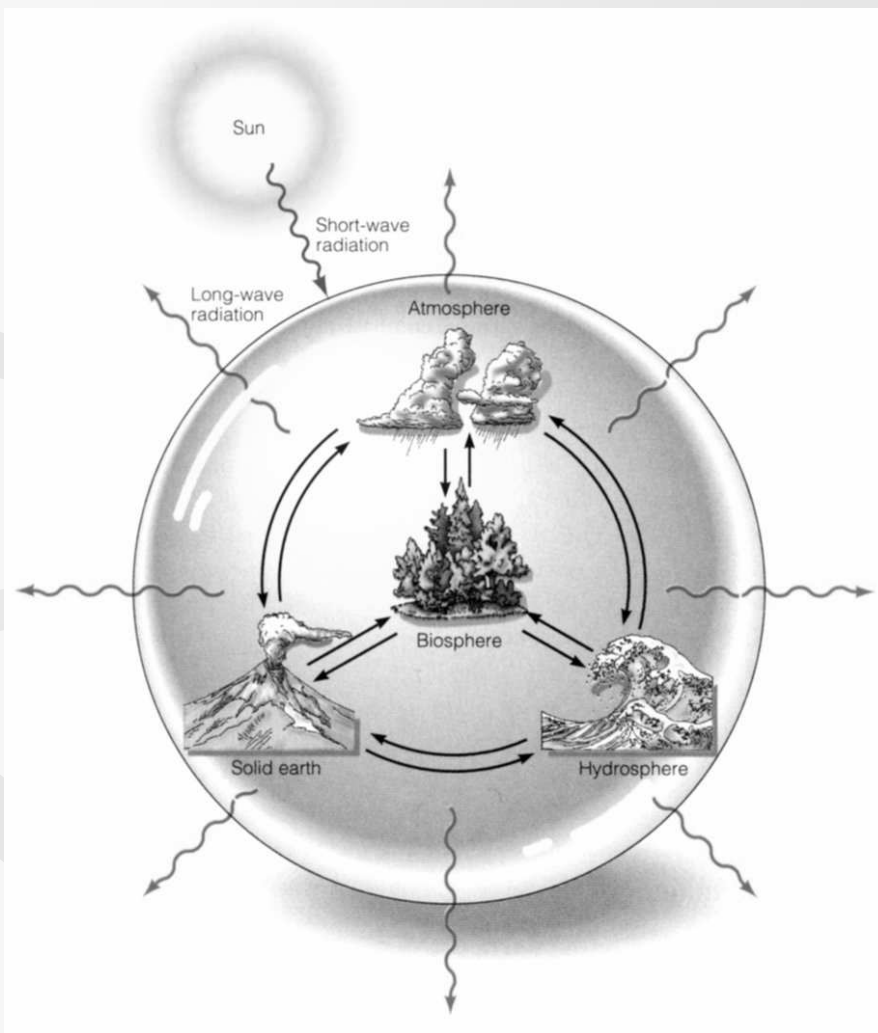
Rezervoáry, doba zdržení, vstupy, výstupy, stacionární stav. Velikost rezervoáru je dána celkovou bilancí (vstupy – výstupy)

$$r = k \times m$$

Čím provázanější jsou podsystémy a čím jich je víc, tím vyšší stabilita (mnoho cest, jak reagovat na vnější vychylování).

Mnoho cyklů a cest se vzájemně překrývá.

Život v uzavřeném systému



- **množství hmoty je stálé a konečné** (omezené zdroje, omezené možnosti zbavit se nepohodlných látek)
- **změny v jedné části systému se projeví v ostatních částech** (podsystemy jsou otevřené) – stavy jemně vybalancovaných a provázaných stacionárních stavů (řetězové přizpůsobení: vulkanická erupce v Indonésii může uvolnit tolik popela do atmosféry, že může dojít ke změně klimatu a záplavám v Jižní Americe a suchům v Kalifornii a tím ovlivnit cenu obilí v západní Africe).

Dynamické interakce mezi systémy

Cyklování a recyklování

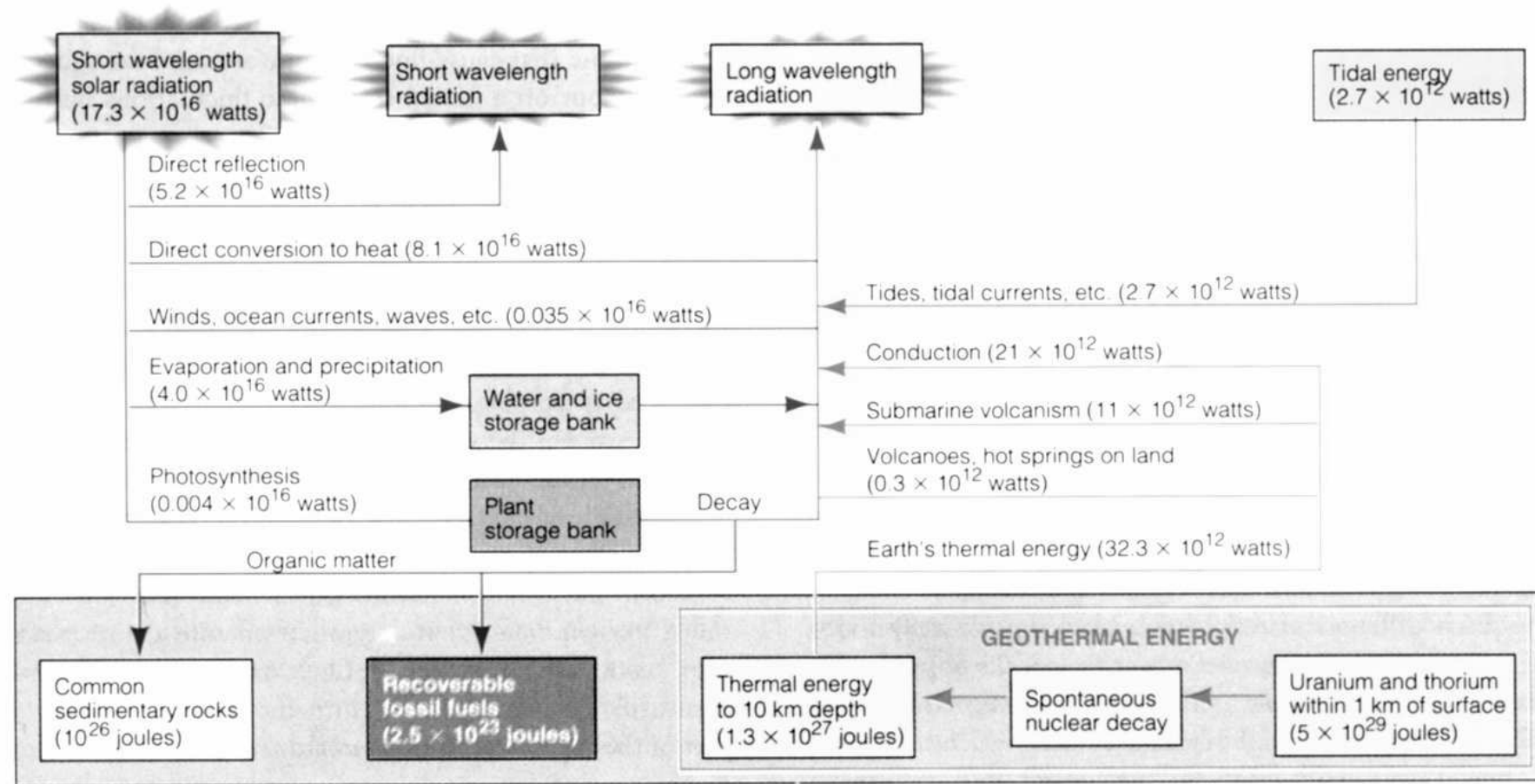
Neustálý tok hmoty mezi rezervoáry. Jak to, že...

- je složení atmosféry konstantní?
- se nezvyšuje ani nesnižuje salinita oceánů?
- je složení hornin 2 miliardy a 2 miliony let starých stejné?

Přirozený tok hmoty na Zemi: cykly. Hmota přechází mezi rezervoáry, různé části toků se vzájemně vyrovnávají (jsou obsaženy zpětné vazby): Množství hmoty, které „přiteče“ je rovno množství hmoty, které „odteče“.

Energetický cyklus

Zahrnuje externí a interní zdroje energie – pohání globální systém a všechny jeho podcykly. Celkový „rozpočet (příjmy a výdaje)“ energie je vyrovnaný. Pokud by nebyl, Země by se buď přehřívala nebo chladla až do dosažení rovnováhy.



Energetické vstupy

Celkový příjem 174 000 teraW ($174\,000 \times 10^{12}$ J/s) (člověk užívá 10 teraW za rok)

Sluneční záření 99,986 % z celkového množství – pohání vítr, déšť, oceánské proudy, vlny; fotosyntézu.

Geotermální energie 23 teraW (0,013 % z celkového příjmu) – vulkanická činnost, horninový cyklus

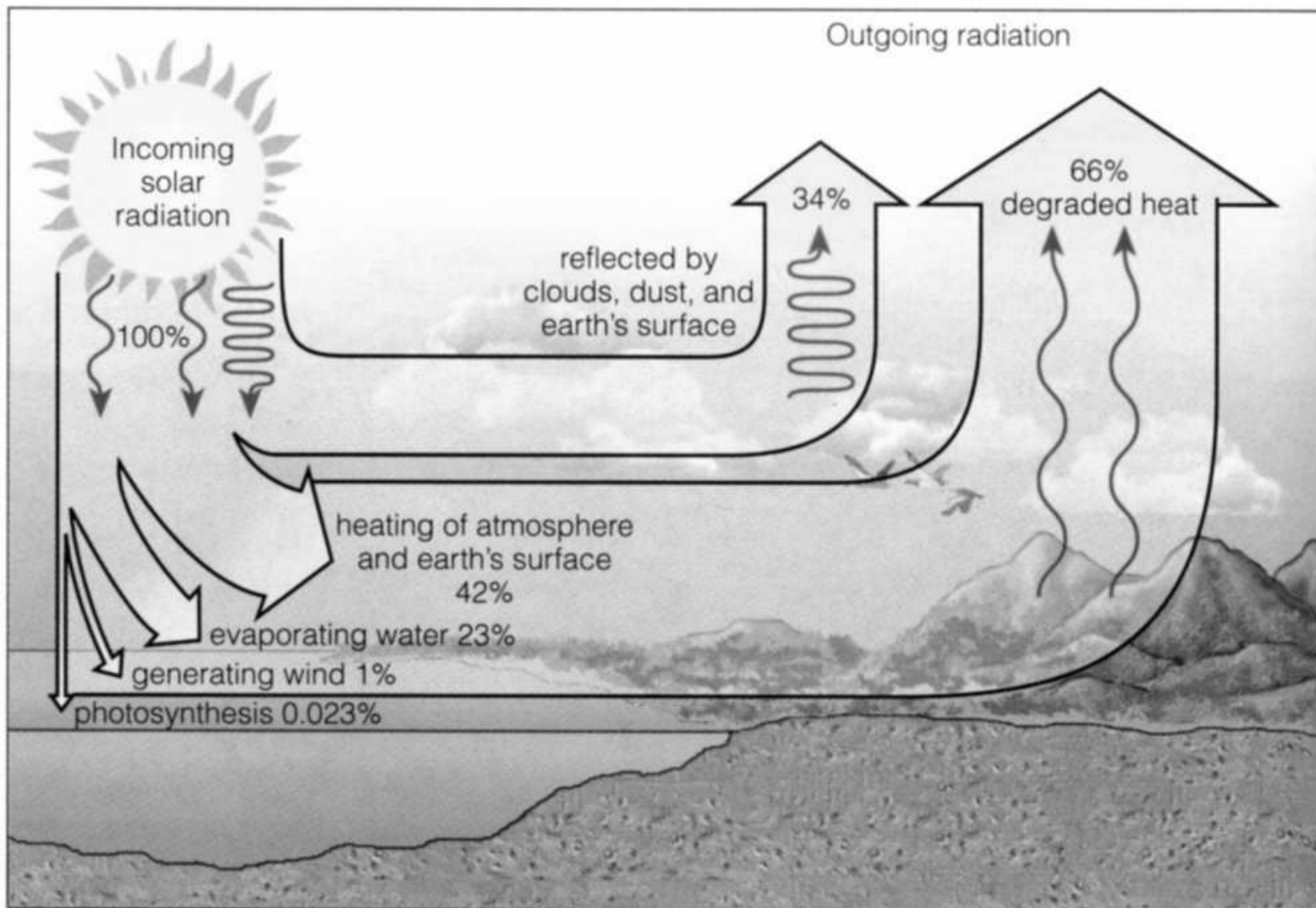
Energie přílivu 3 teraW (0,002 % z celkového příjmu) – rotace Země a gravitační přitažlivost Měsíce; pohyb vodní hmoty vůči horninám působí jako „brzda“ zemské rotace

Energetické výstupy

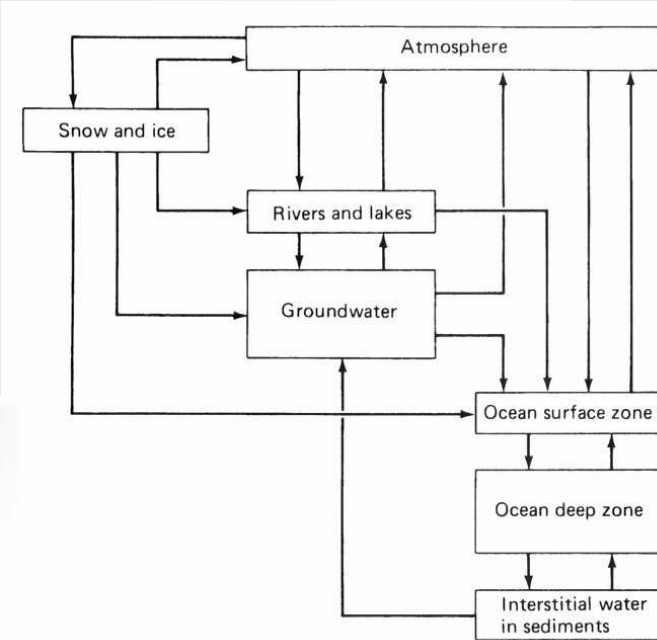
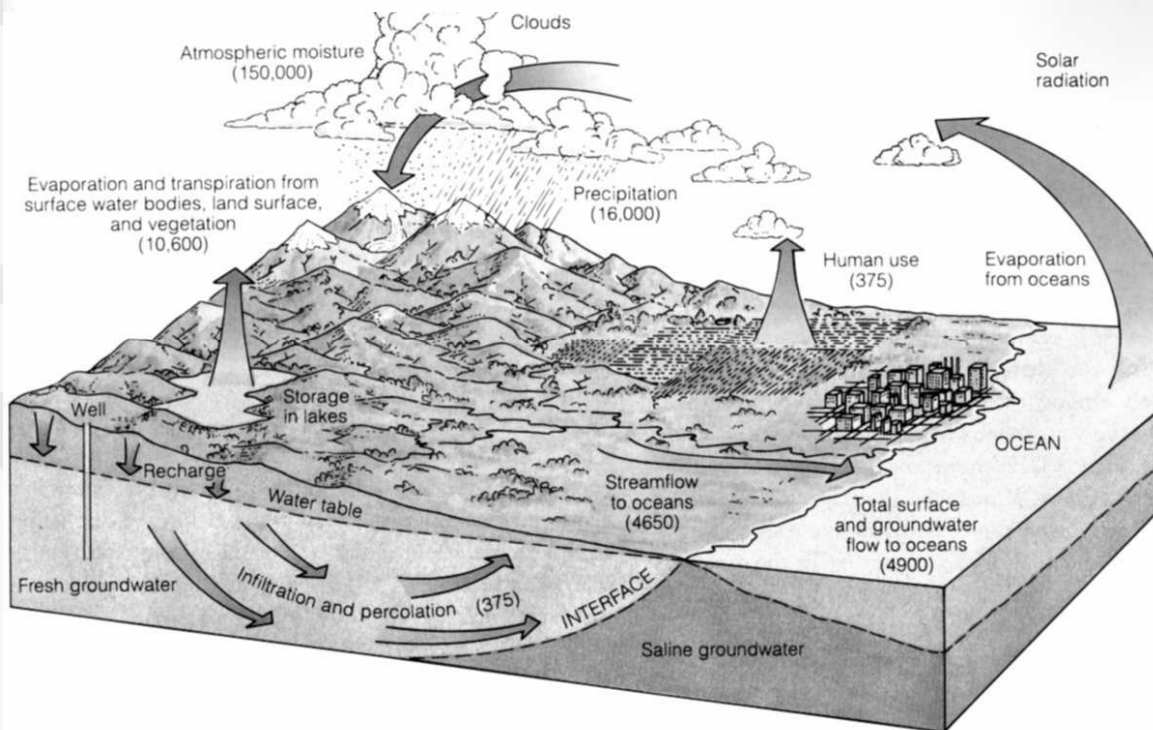
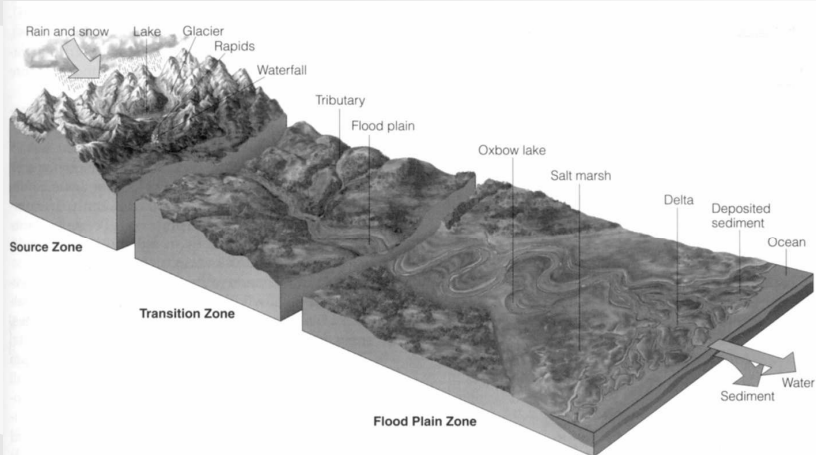
Odras kolem 40 % slunečního záření je nezměněno odraženo zpět (albedo)

Degradace a znovuvyzáření 60 % slunečního záření absorbováno, přechází nevratně z jednoho rezervoáru do druhého až skončí jako teplo, které je opět vyzářeno v dlouhovlnné (infračervené) oblasti.

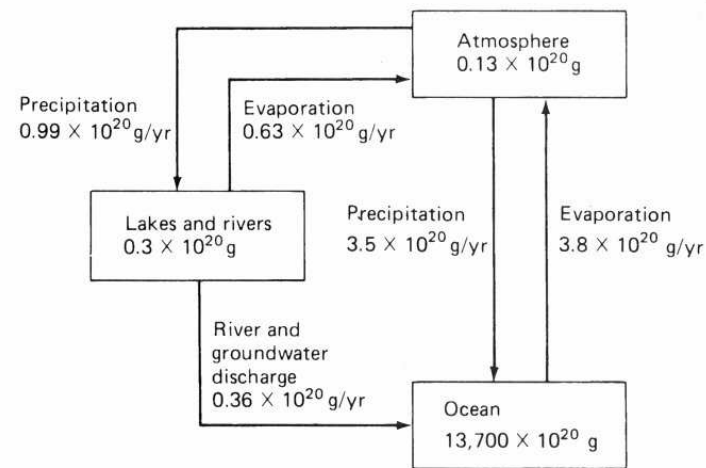
Energetický cyklus



Hydrologický cyklus



SUN



Hydrologický cyklus

Cesty

Odpaření (evaporace)

Srážky → **přímé odpaření**

→ **zachycení rostlinami** → **odpaření („vypocení“)**

→ **povrchový odtok**

→ **vsakování (infiltrace)** → **mělký oběh**

→ **rezervoár podzemní vody**

Rezervoáry

- **Oceán 97,5 %**
- **Ssladké vody 2,5 %**
 - **1,85 % (74 % sladkých vod) stále zmrzlé polární pokrivy**
 - **0,64 % (98,5 % zbytku) podzemní voda**
- **00,01 % atmosféra, povrchová voda (toky, jezera)**

Hydrologický cyklus

