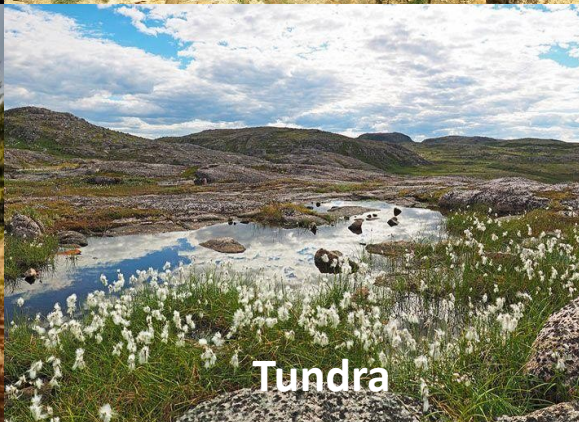
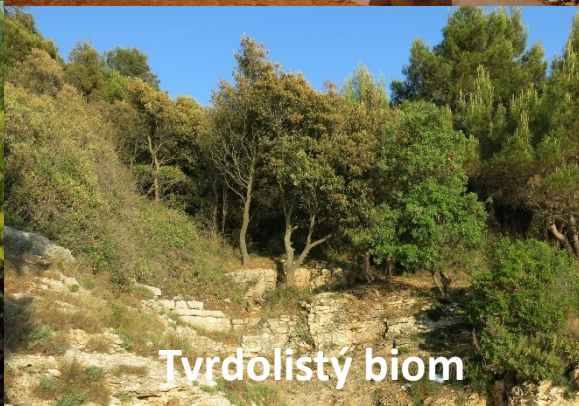


Terestrické prostředí

Opět velice heterogenní prostředí

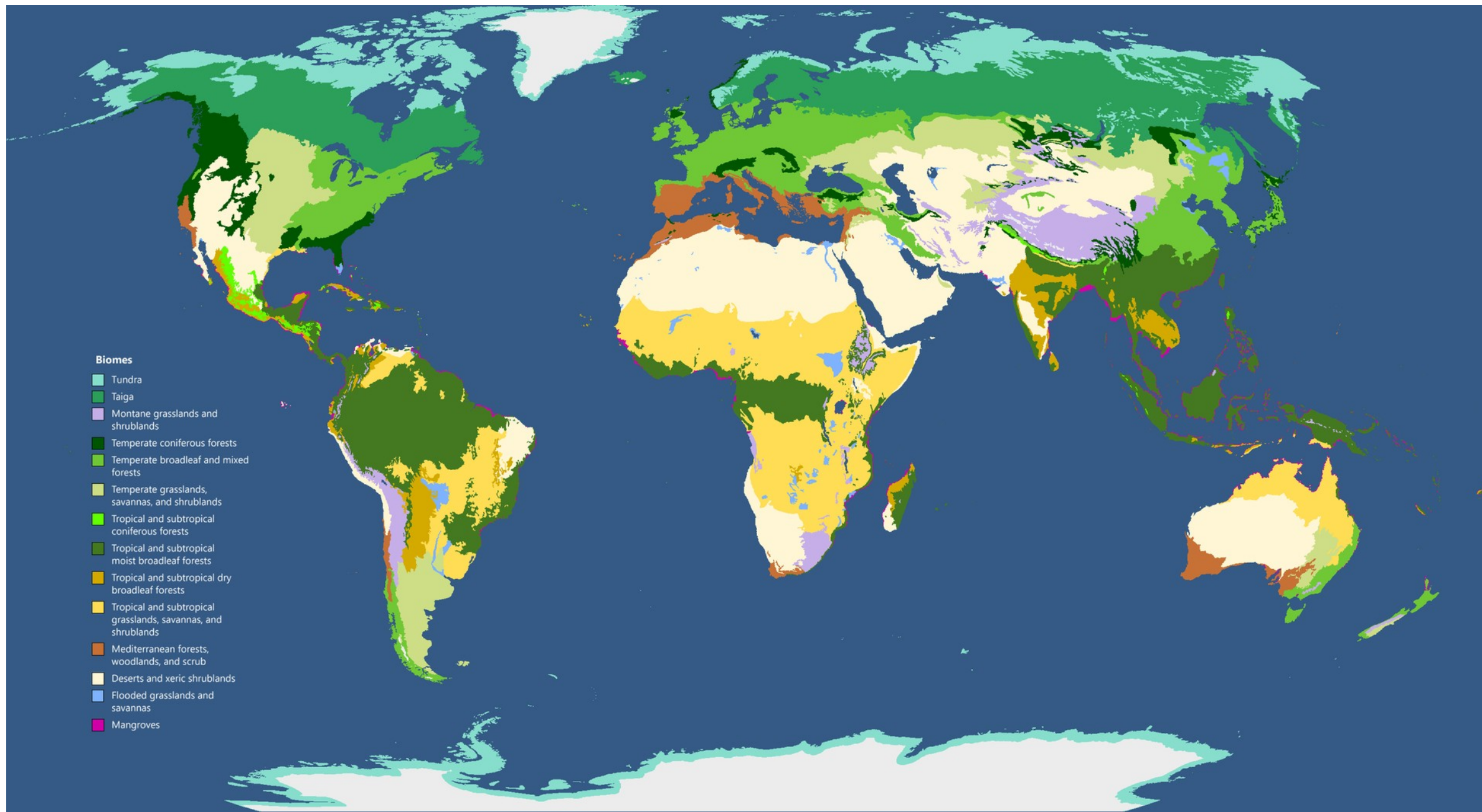


Různé typy prostředí odpovídají tzv. biomům !

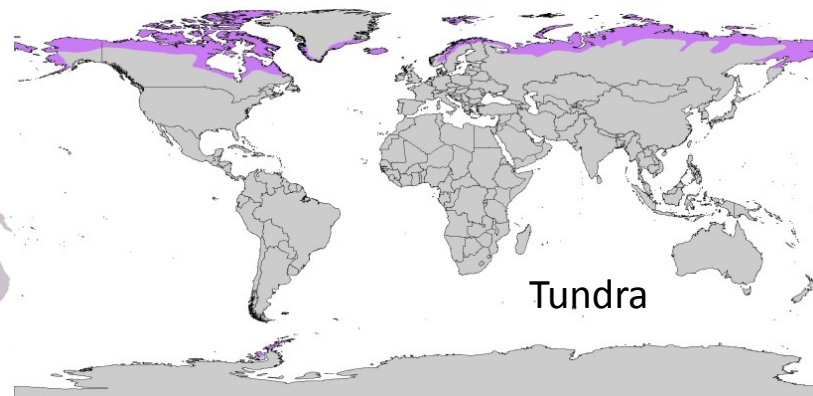
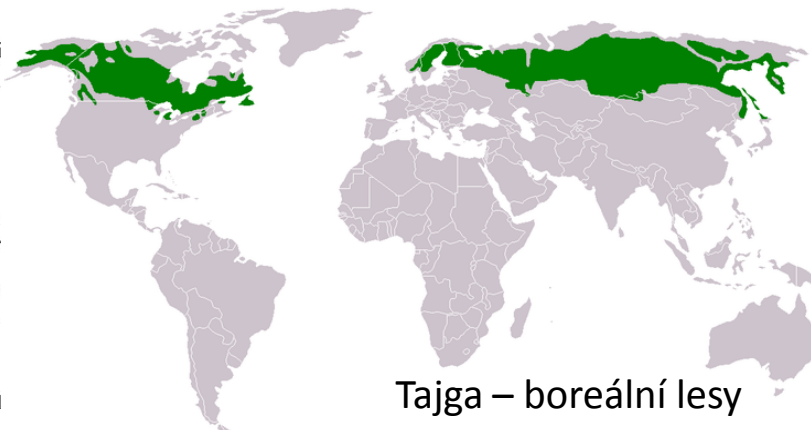
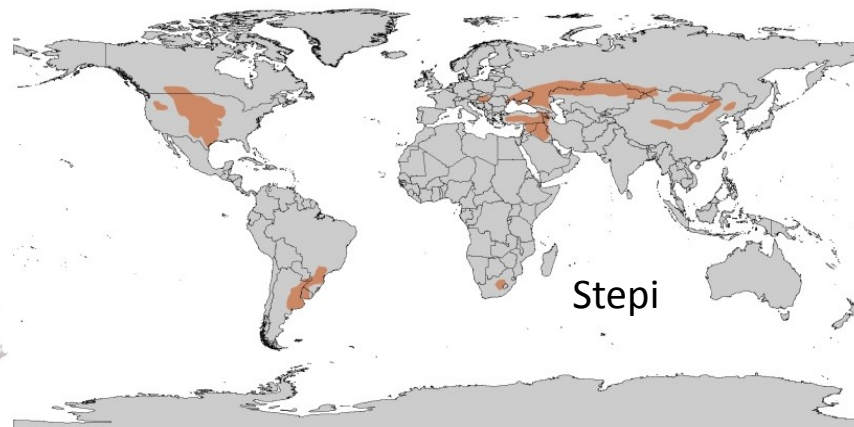
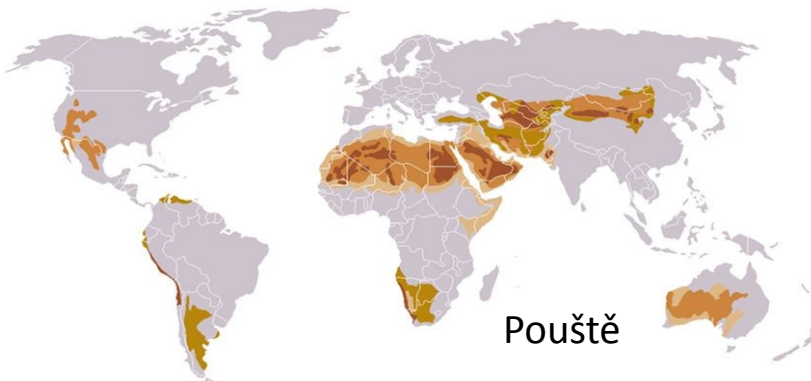
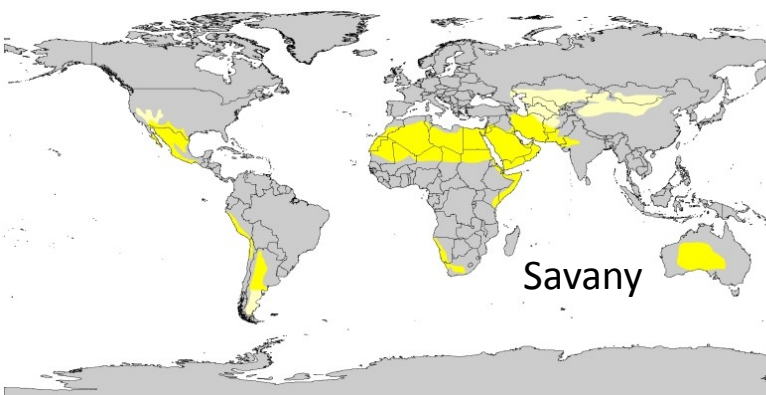
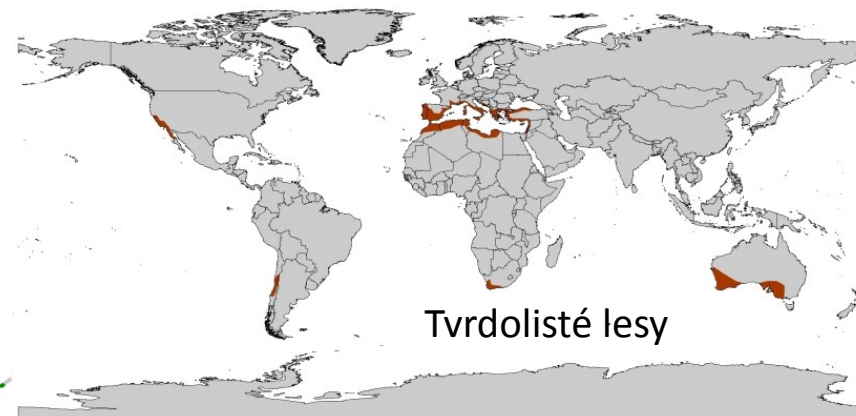
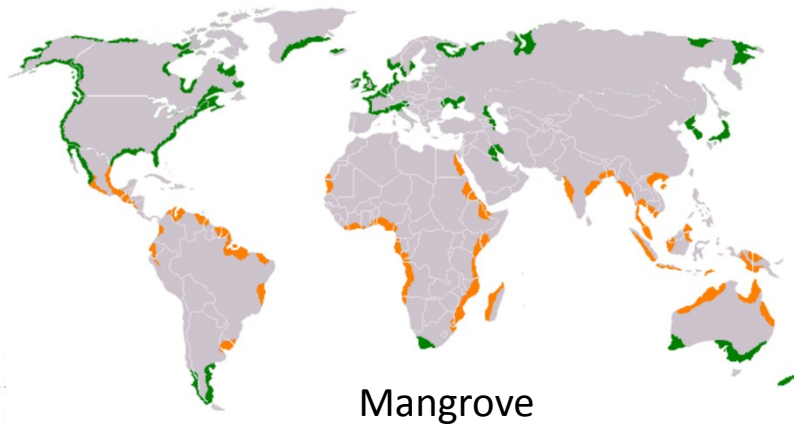
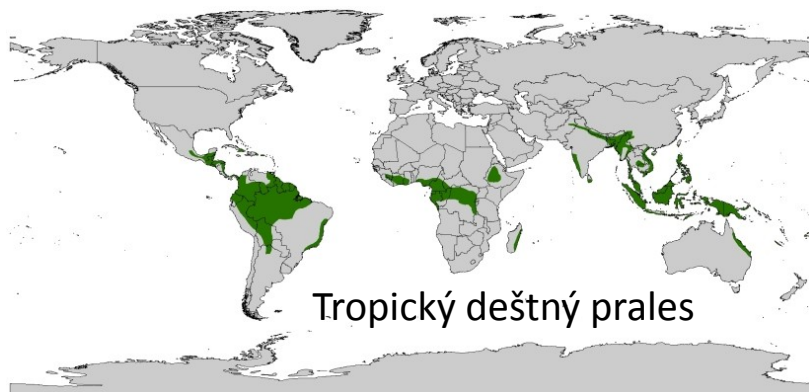
Co je to biom ?

- Biom představuje **dílčí oblast biosféry**, charakterizovanou určitým **typem biotických a abiotických podmínek** – zejména **klimatickými a hydrologickými faktory a půdními a geologickými poměry**, které dávají vznik určitým charakteristickým **typům rostlinných a živočišných společenstev**.
- Obecně jsou biomy **ekosystémy velkého rozsahu**, které mají obvykle rovnoběžkový průběh. Mezi **biomy** patří tropické deštné lesy, sezónní tropické lesy, savany, ...

Mezinárodní členění biomů dle WWF

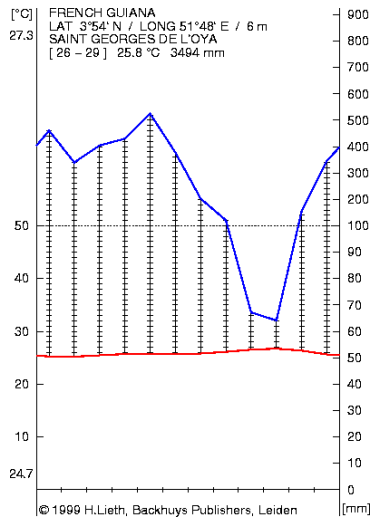


Srovnání rozšíření vybraných terestrických biotů

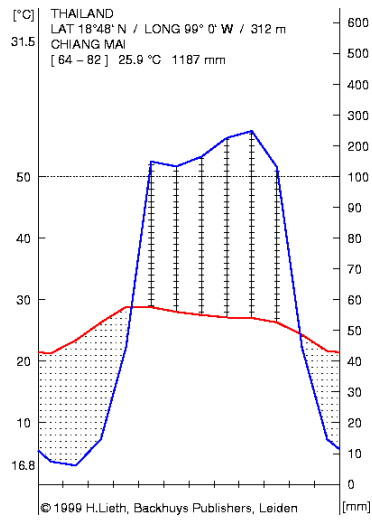


Srovnání klimatických charakteristik vybraných biomů

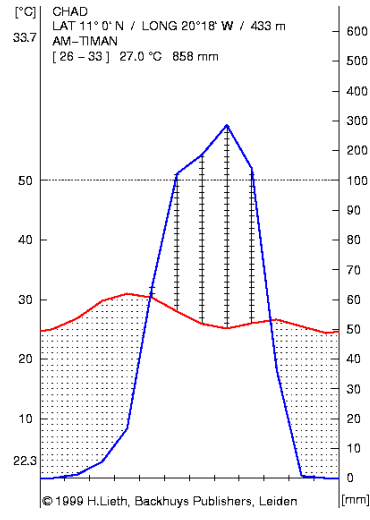
Tropický deštný les



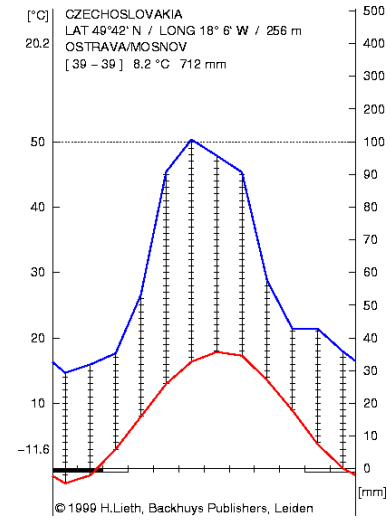
Tropický sezónní les



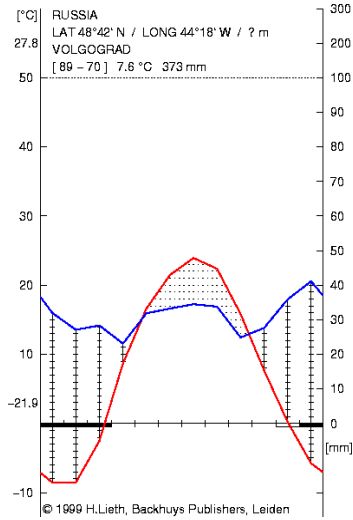
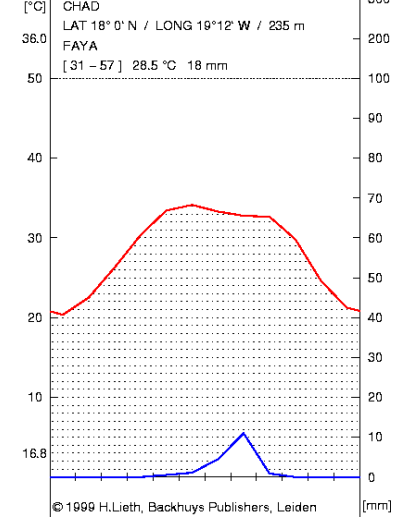
Savana



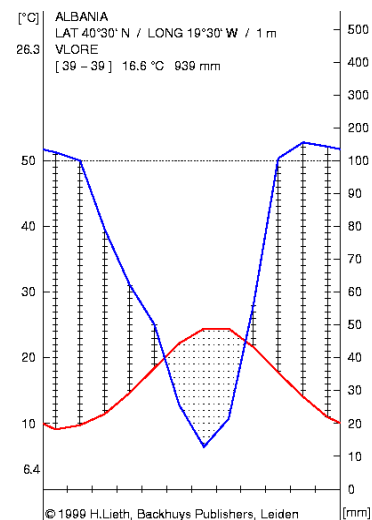
Lesy mírného pásma



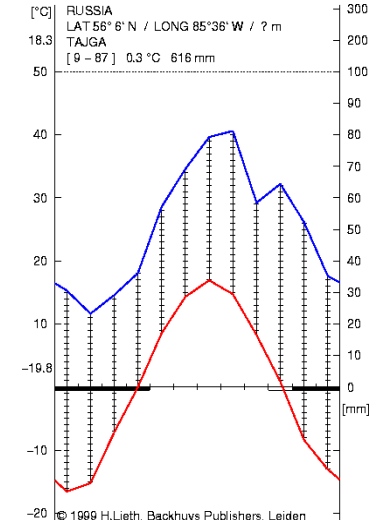
Poušť



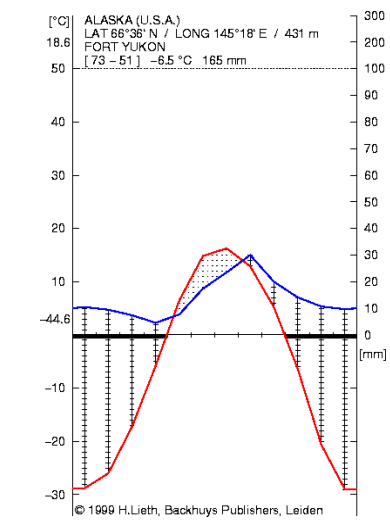
Stepi



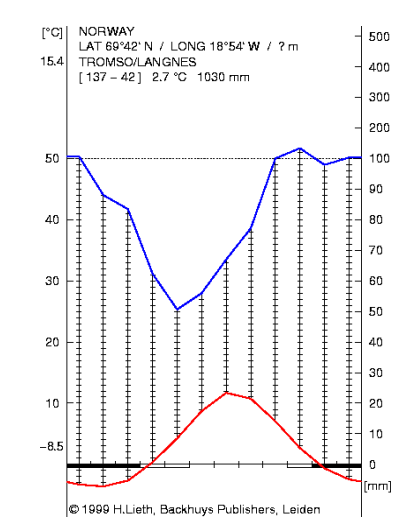
Tvrdo listý biom



Tajga



Tundra - Aljaška



Tundra - Norsko

Současná klasifikace z roku 1998 rozlišuje 14 suchozemských, 12 sladkovodních a 5 mořských biomů (ekoregionů).

Suchozemské biomy

- [Tundra](#)
- [Subpolární lesy](#) (tajga)
- [Vysokohorské trávníky a křoviny](#)
- [Jehličnaté lesy mírného pásma](#)
- [Listnaté a smíšené lesy mírného pásma](#)
- [Trávníky, savany a křoviny mírného pásma](#)
- [Tropické a subtropické jehličnaté lesy](#)
- [Tropické a subtropické vlhké listnaté lesy](#)
- [Tropické a subtropické suché listnaté lesy](#)
- [Tropické a subtropické trávníky, savany a křoviny](#)
- [Středomořské lesy a křoviny](#)
- [Pouště a suché křoviny](#)
- [Mokřadní trávníky a savany](#)
- [Mangrovy](#)

Sladkovodní biomy

- [Velká jezera](#)
- [Velké říční delty](#)
- Polární řeky a jezera
- Vysokohorské řeky a jezera
- Pobřežní řeky mírného pásma
- [Lužní řeky a mokřady mírného pásma](#)
- Horské řeky mírného pásma
- Tropické a subtropické pobřežní řeky
- Tropické a subtropické lužní řeky a mokřady
- Tropické a subtropické horské řeky
- [Vysychavé řeky a bezodtoká jezera](#)
- [Oceánské ostrovy](#)

Mořské biomy

- Polární moře
- Šelfy a moře mírného pásma
- [Upwelling](#) mírného pásma
- Tropické [upwelling](#)
- [Tropická korálová moře](#)

Charakteristika suchozemského ekosystému

Suchozemské ekosystémy se vyznačují několika klíčovými vlastnostmi:

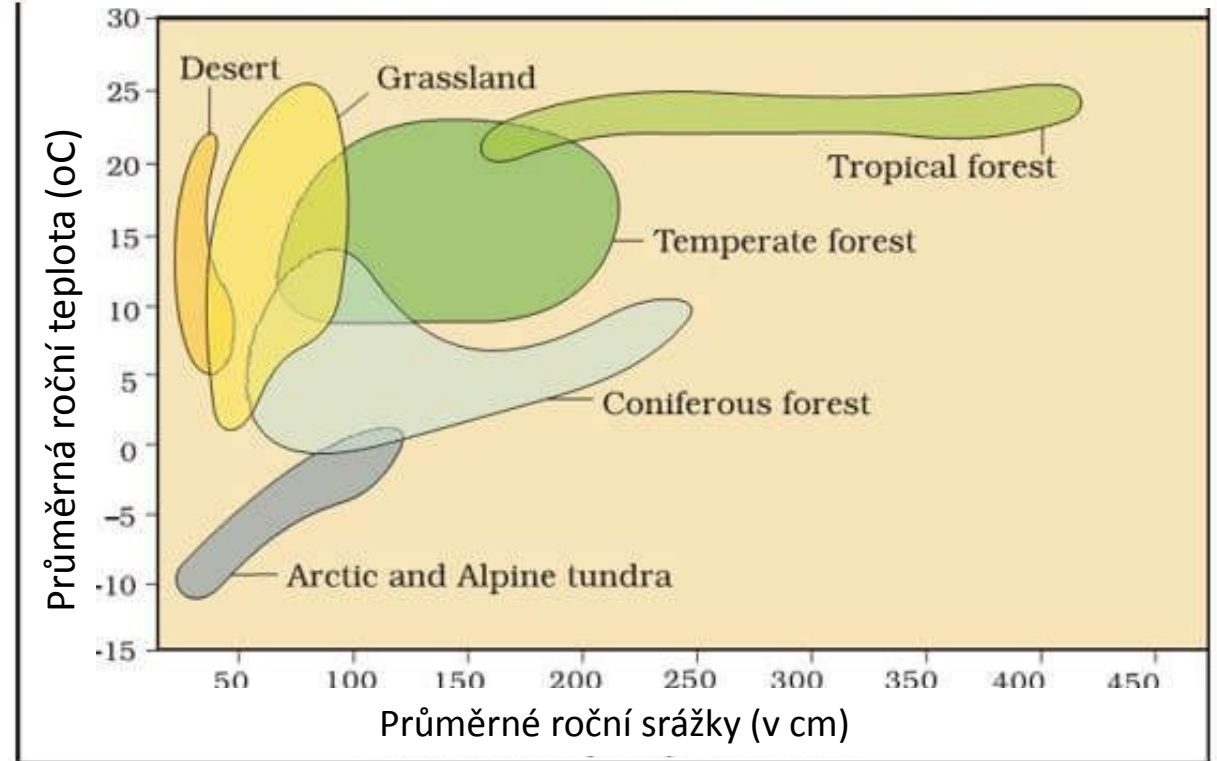
- **Nižší dostupnost vody:** Ve srovnání s vodními ekosystémy mají suchozemské ekosystémy **nižší dostupnost vody**, což vede k většímu významu ochrany vody a **adaptace organismů**.
- **Větší teplotní výkyvy:** Suchozemské ekosystémy zažívají **významné teplotní výkyvy na denní i sezónní bázi**, což má dopad na adaptace organismů v nich.
- **Hojnost světla a plynů:** Díky průhledné atmosféře je větší dostupnost světla a základní plyny, jako je oxid uhličitý pro fotosyntézu, kyslík pro dýchání a dusík pro různé biologické procesy, jsou v suchozemských ekosystémech snadněji dostupné.
- **Převaha půdy:** Na rozdíl od vodních ekosystémů se suchozemské ekosystémy vyznačují převážně přítomností **půdy, která hraje zásadní roli při podpoře rostlinného života a celého ekosystému**.
- **Rozmanitost typů ekosystémů:** Suchozemské ekosystémy zahrnují širokou škálu prostředí, včetně **tundry, tajg, listnatých lesů mírného pásma, tropických deštných pralesů, pastvin a pouští**, z nichž každé má své vlastní jedinečné vlastnosti a obyvatele.

Tyto vlastnosti společně utvářejí dynamiku a biologickou rozmanitost suchozemských ekosystémů a ovlivňují distribuci a adaptaci organismů v nich.

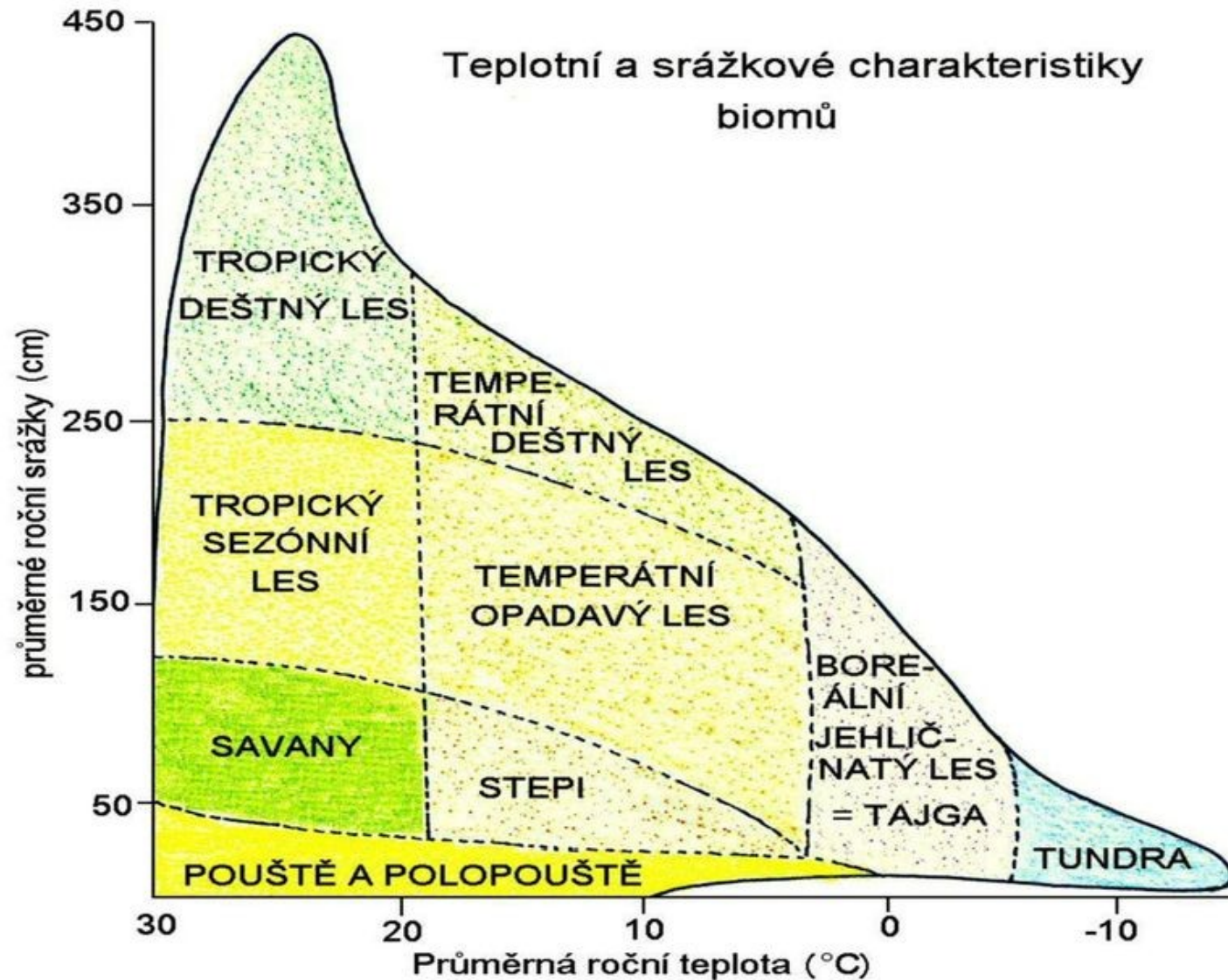
Suchozemské ekosystémy a vodní ekosystémy a biomy



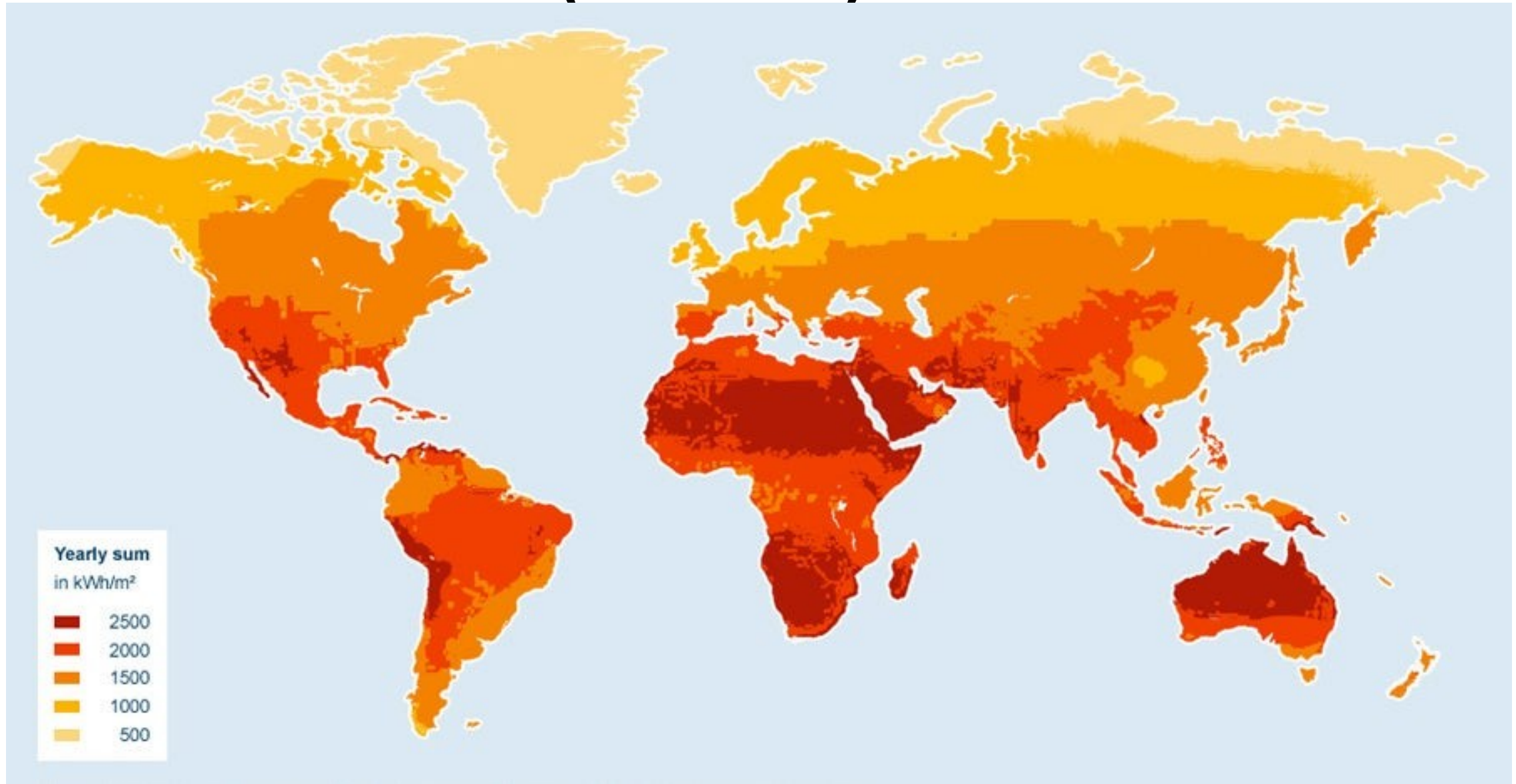
I Distribuce biomů s ohledem na roční teplotní a srážkový režim



Teplotní a srážková charakteristika biomů



Globální distribuce slunečního záření (kWh/m²)



Globální distribuce povrchové teploty na Zemi

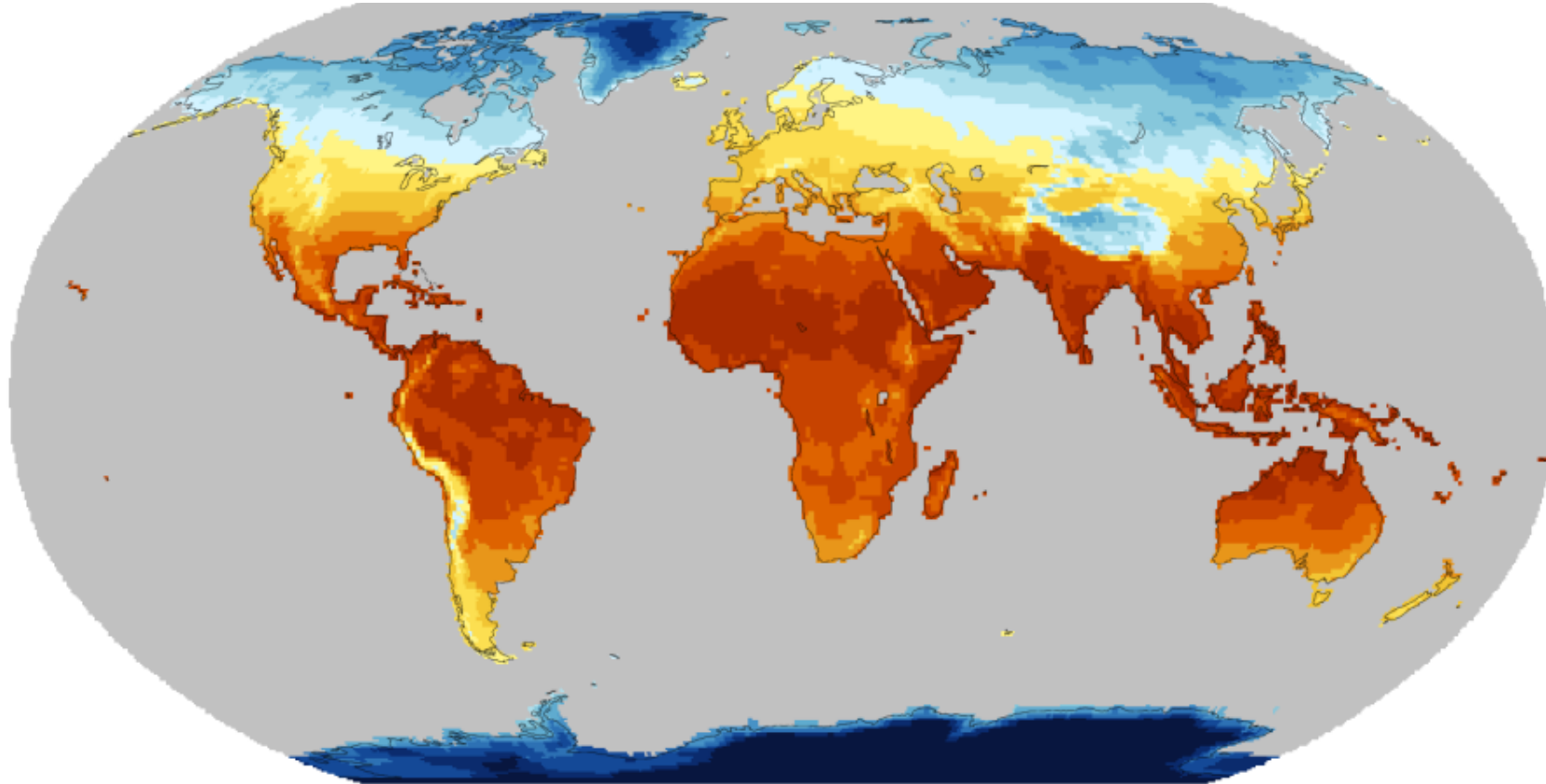
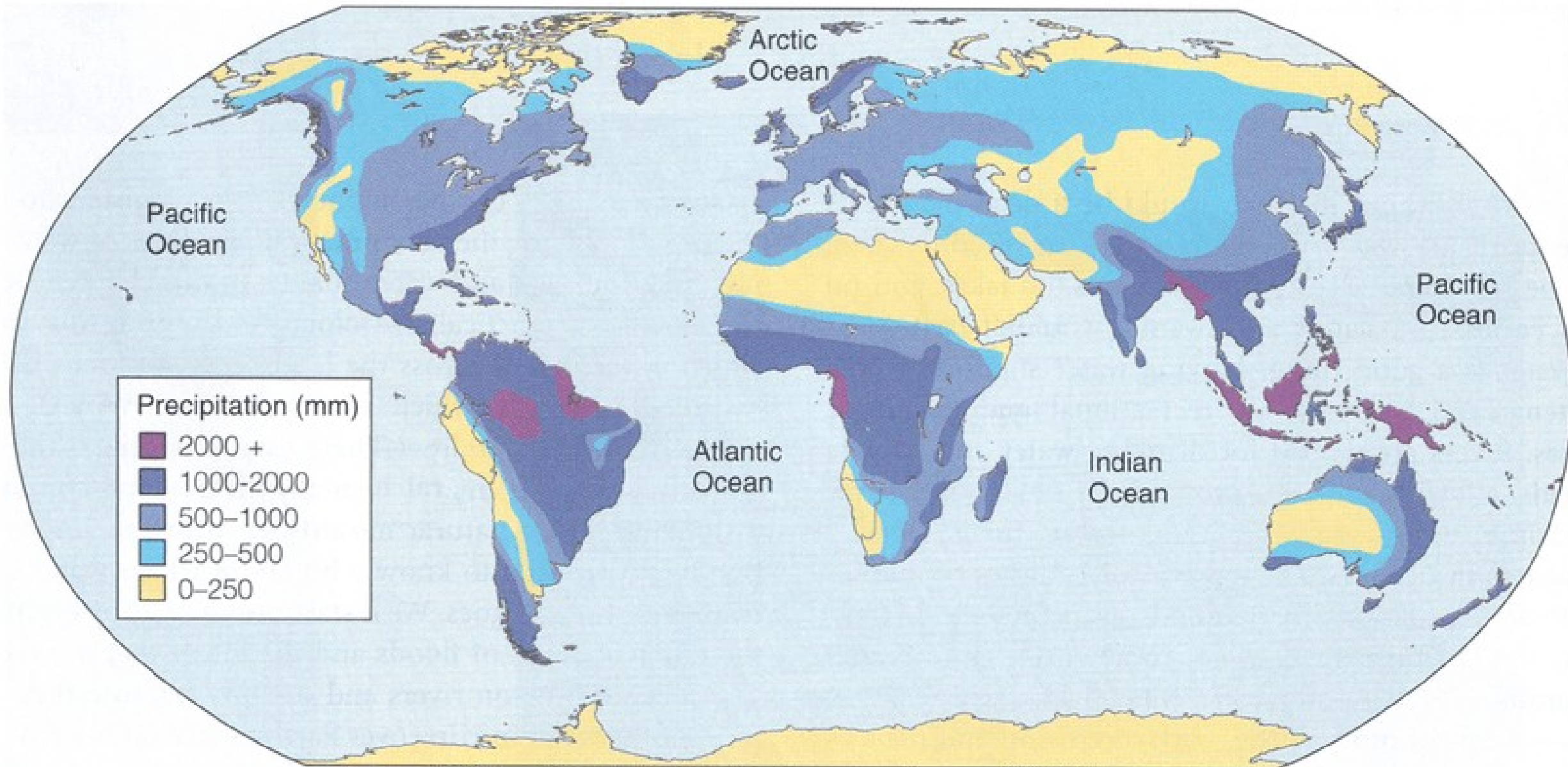


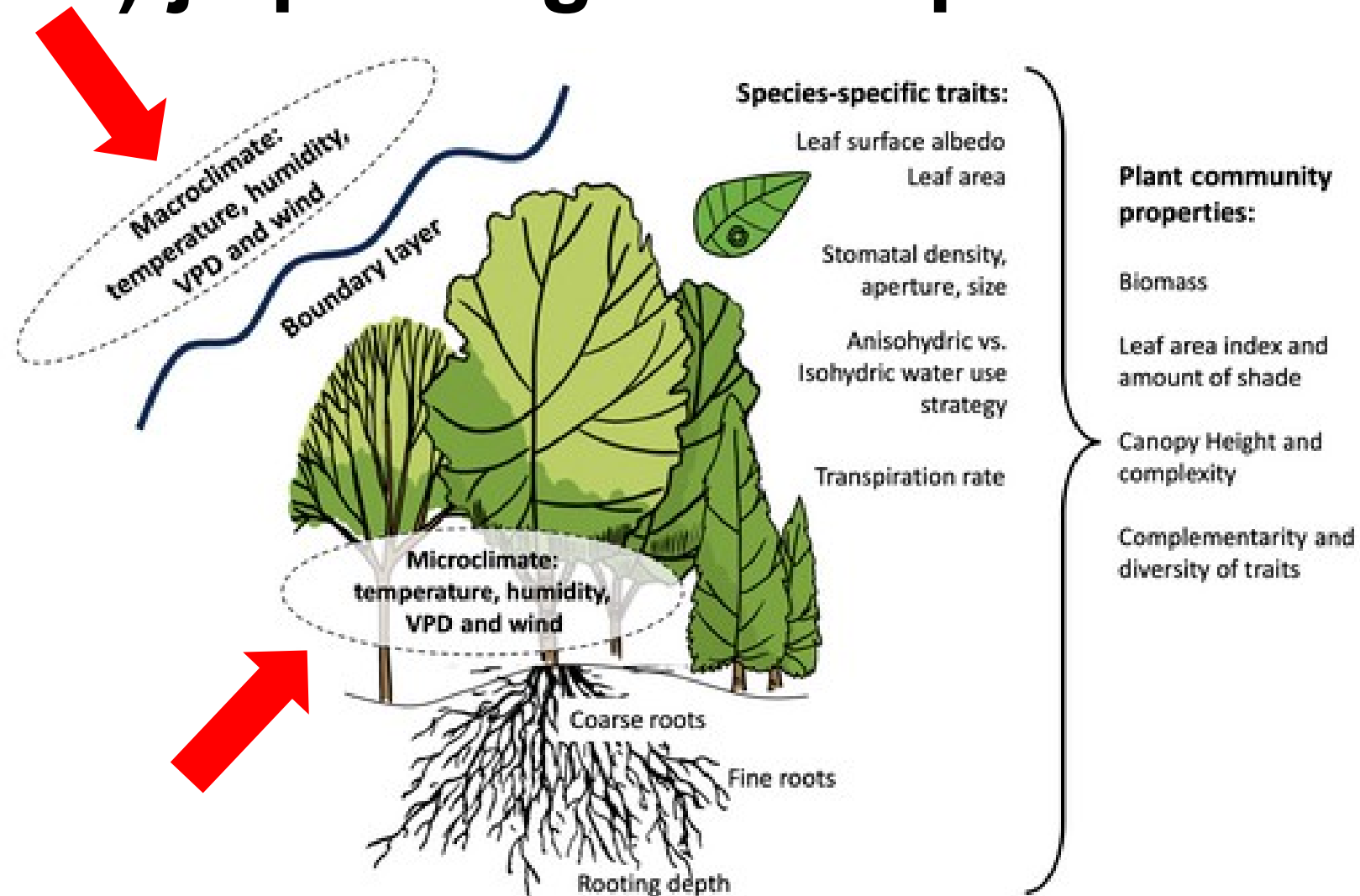
figure credit: National Center for Atmospheric Research, climatedataguide.ucar.edu (D. Schneider)



Globální distribuce srážek

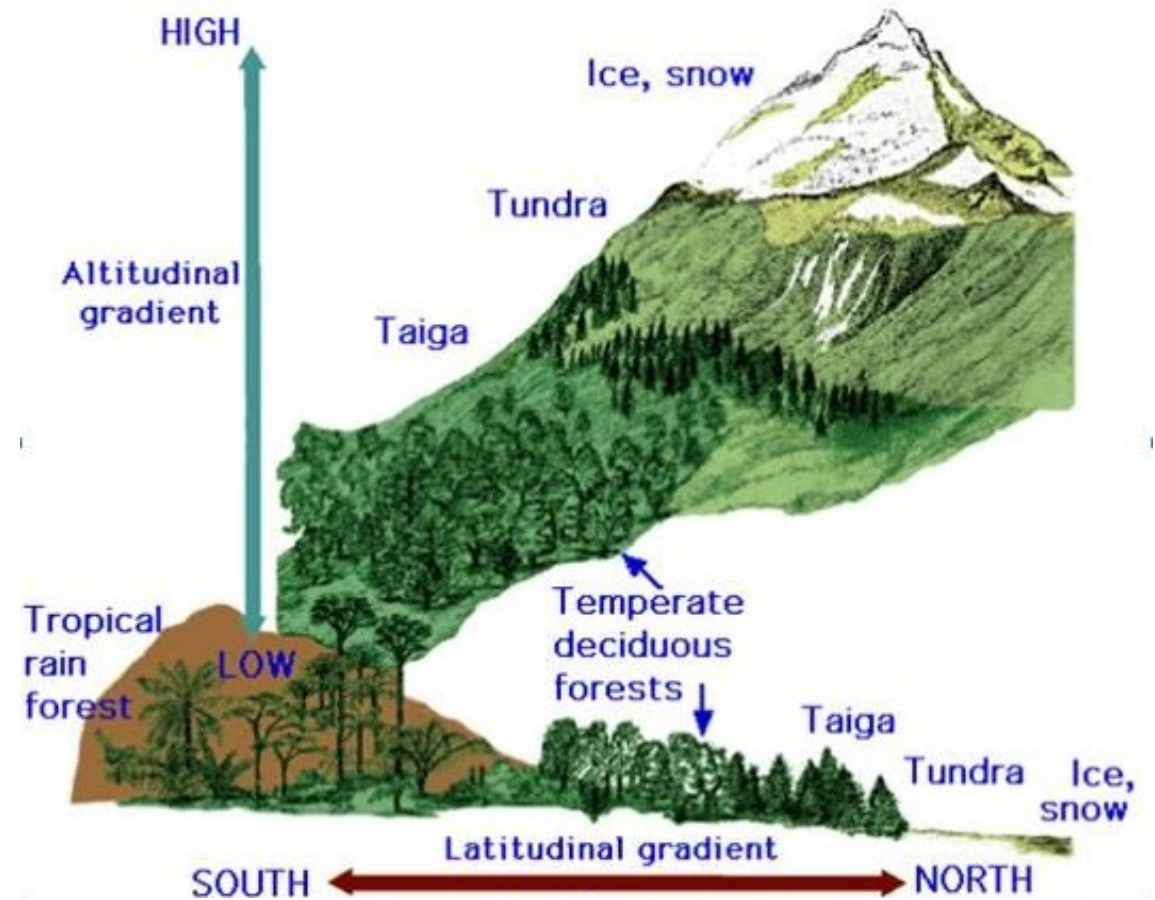
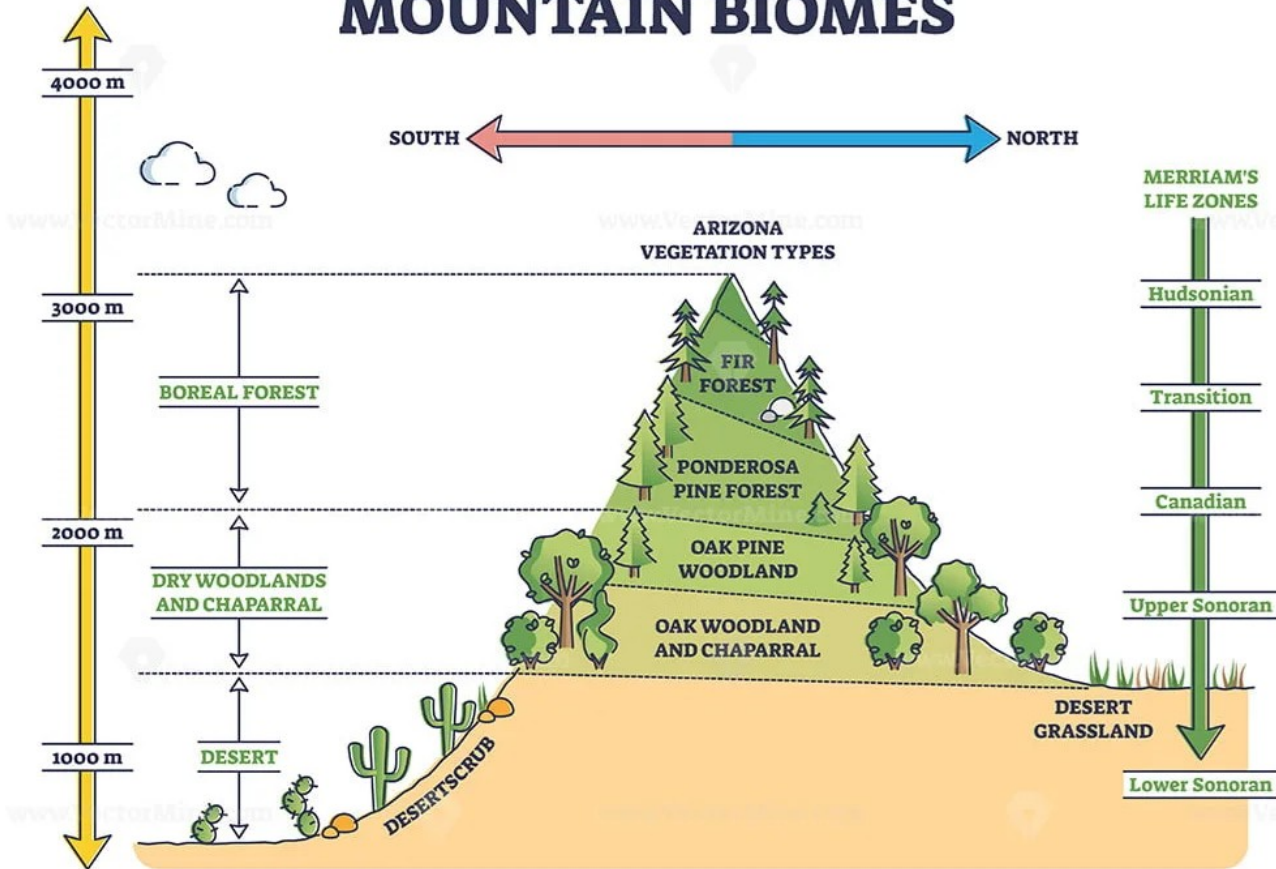


Správná kombinace tepla a vlhkosti (srážek) je pro vegetaci naprosto zásadní !



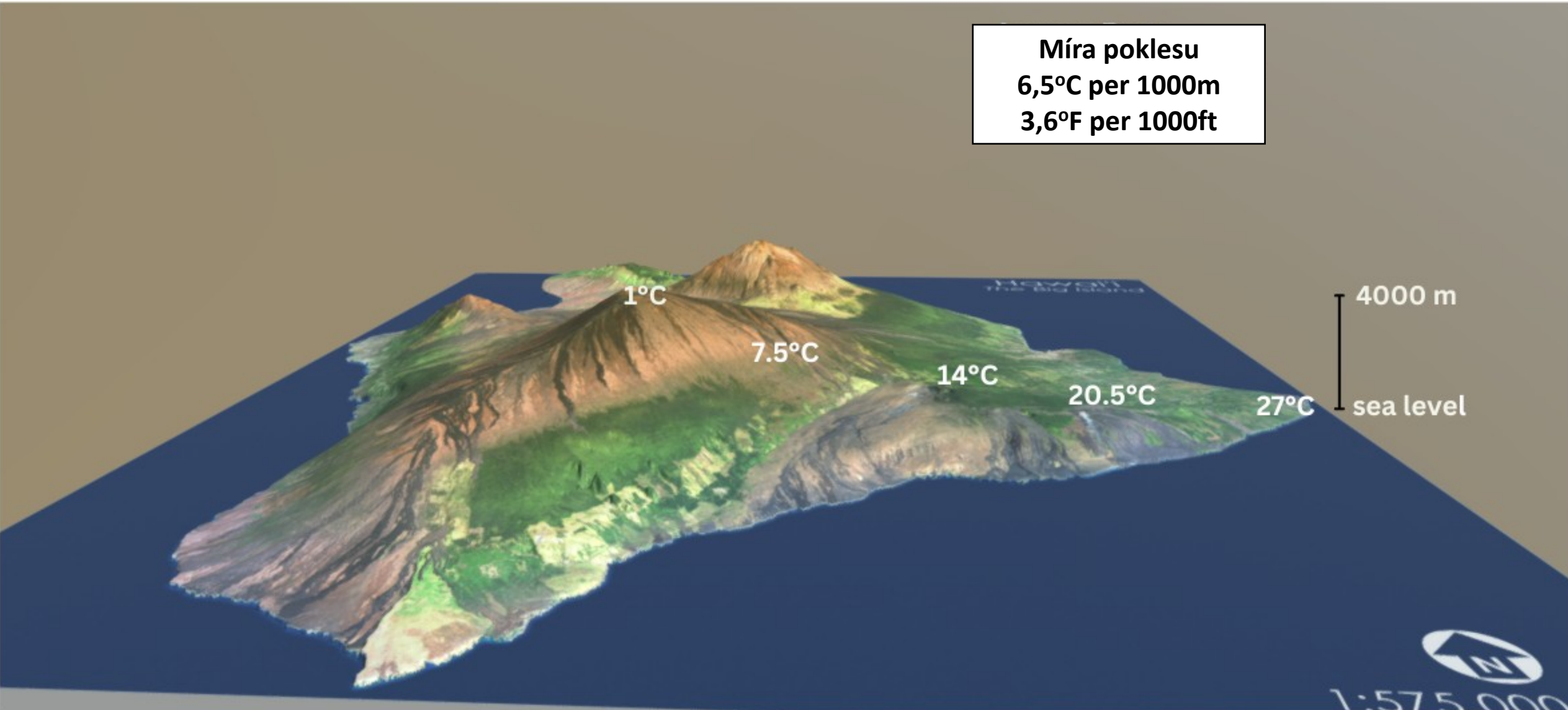
Horské biomy s nadmořskou výškou a škálou životních zón

MOUNTAIN BIOMES

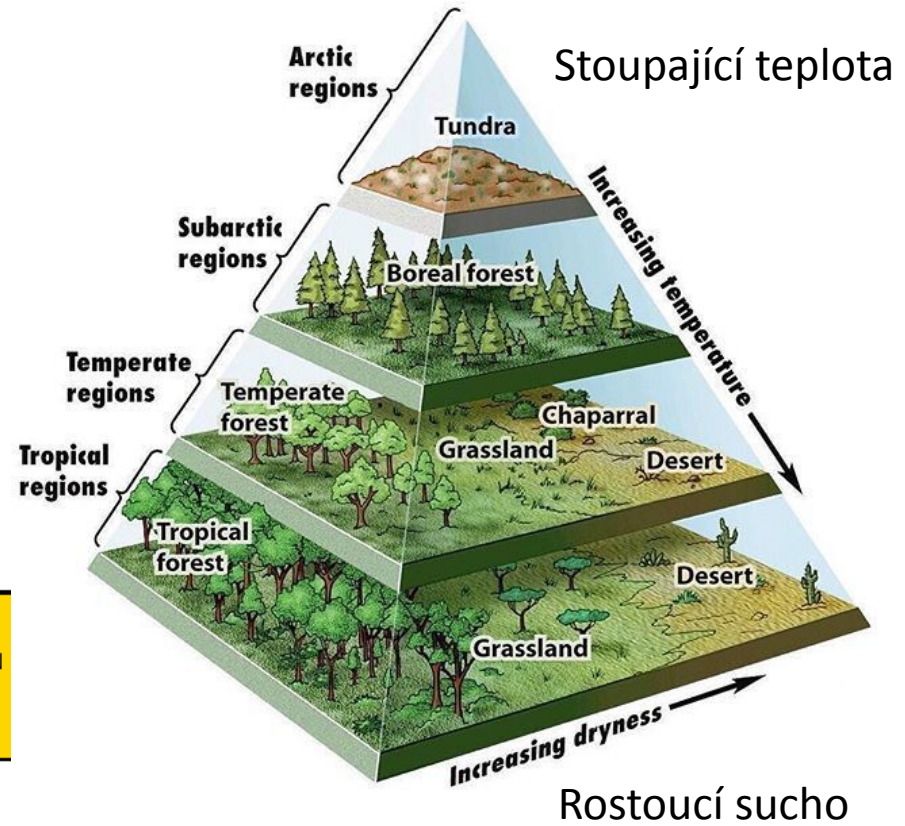
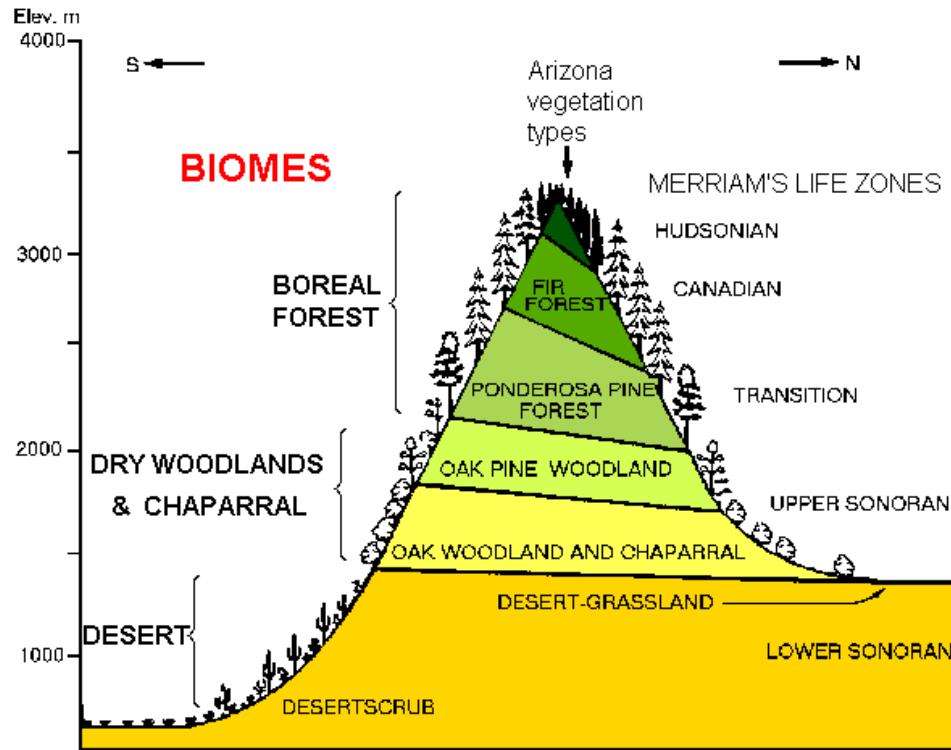


Pokles teploty s nadmořskou výškou

Míra poklesu
6,5°C per 1000m
3,6°F per 1000ft

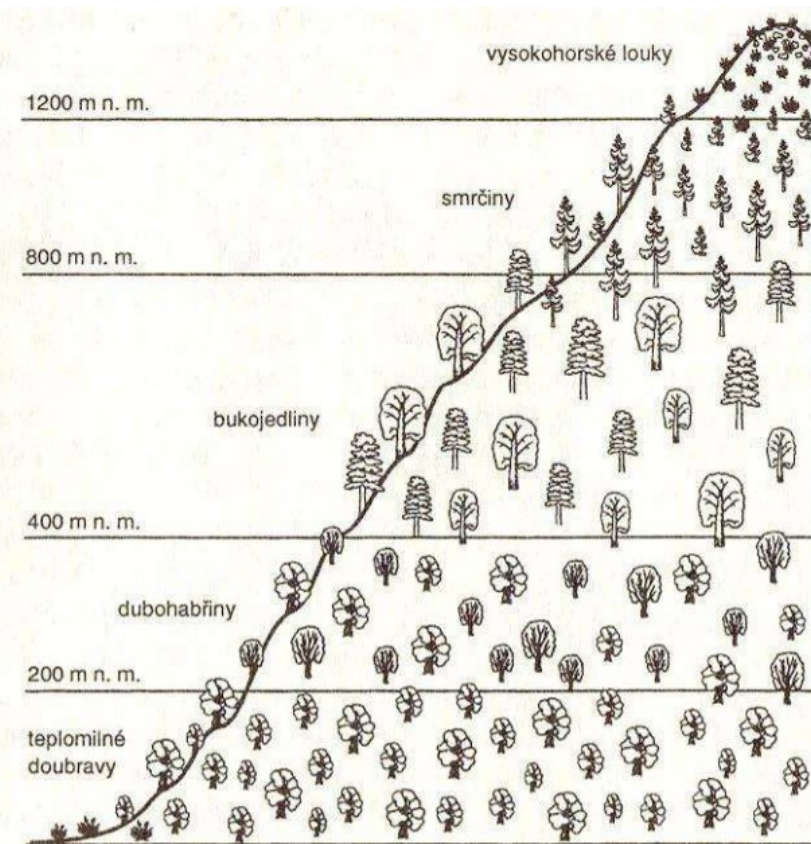
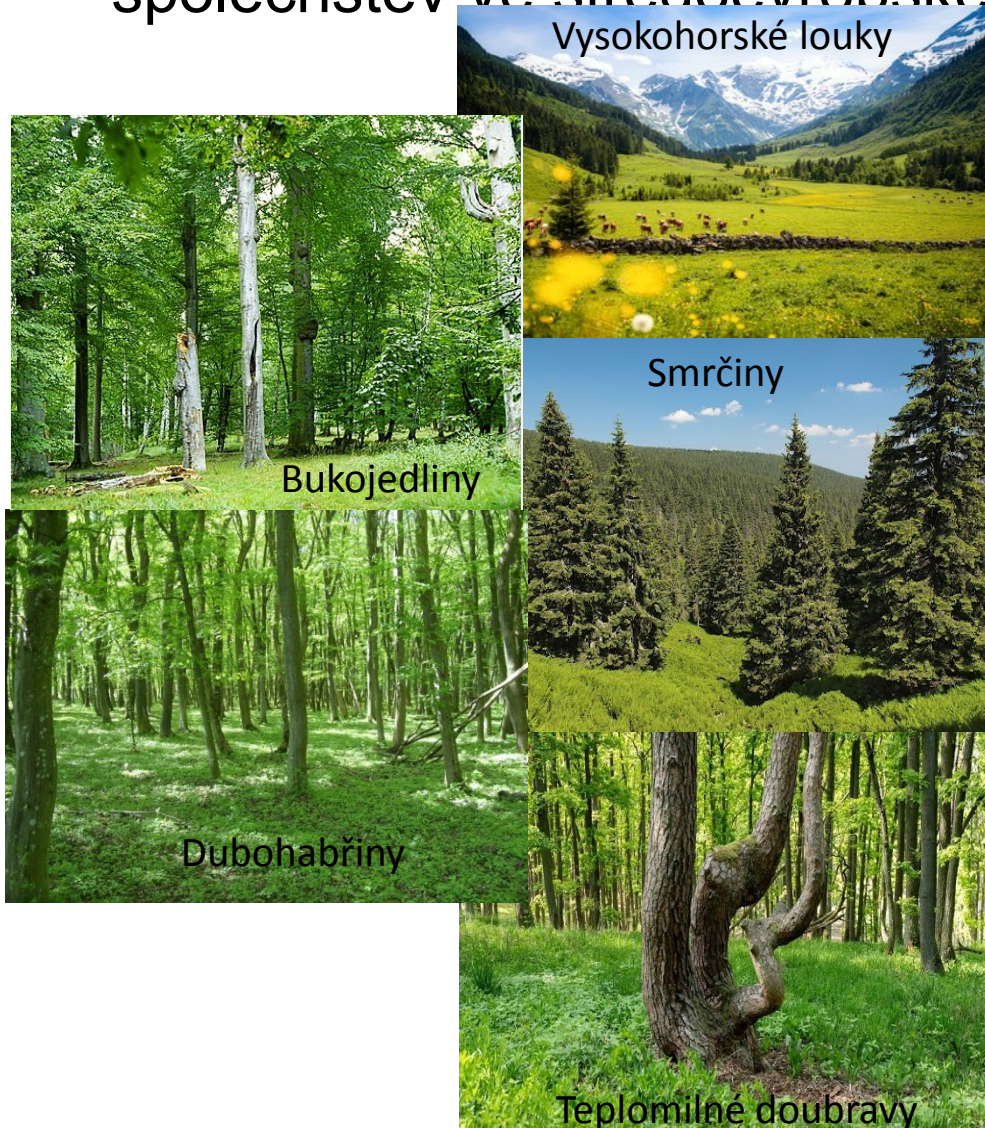


Příklad: horské biomy



Příklad: vztah organismů a prostředí

(vztah mezi nadmořskou výškou a složením rostlinných společenstev ve středoevropské krajině)



Vysoké hory – zasněžené vzcholy



Masif Mont Blancu, 4807m



Kilimandžáro, 5895m



Mont Everest, 8848 m



Fudžisan, 3776m

Proč klesá teplota s výškou ?

Vzdušný obal Země – atmosféra, se skládá z několika vrstev. Ta nejspodnější z nich, začínající hned od zemského povrchu, se nazývá **troposféra**. Nad póly sahá do výšky kolem 9 km, v našich zeměpisných šířkách dosahuje do výšky kolem 11 km, ale nad rovníkem je její mocnost dokonce až 18 km. V této vrstvě atmosféry se vyskytují jevy, které nejvíce ovlivňují počasí na Zemi. **Zajímavou vlastností troposféry je její teplotní gradient – pokles teploty vzduchu se zvyšující se nadmořskou výškou. Proč tomu tak je?**

Na vrcholcích hor je běžným jevem, že teplota vzduchu je zde mnohem menší než v nížinách. Přitom jsou polohy ve vyšších nadmořských výškách blíže ke slunci, které je má tedy lépe ohřívat. Navíc **teplý vzduch stoupá díky své menší hustotě směrem vzhůru a měl by ohřívat vzduch ve větších nadmořských výškách.**

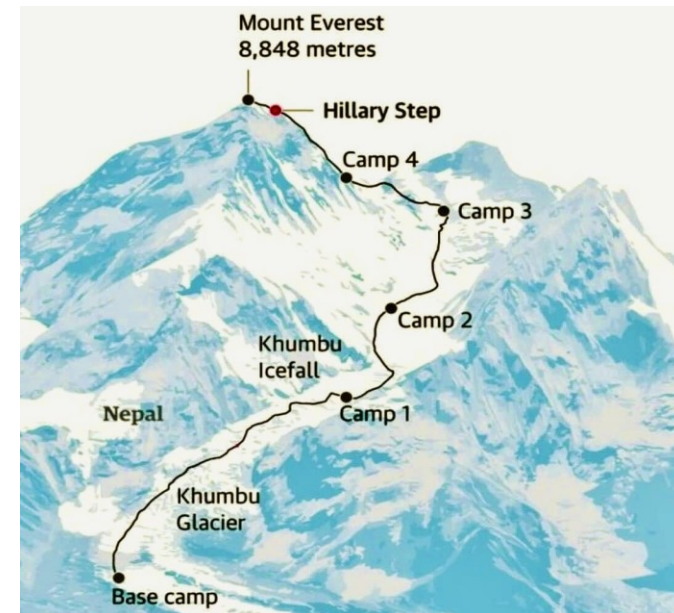
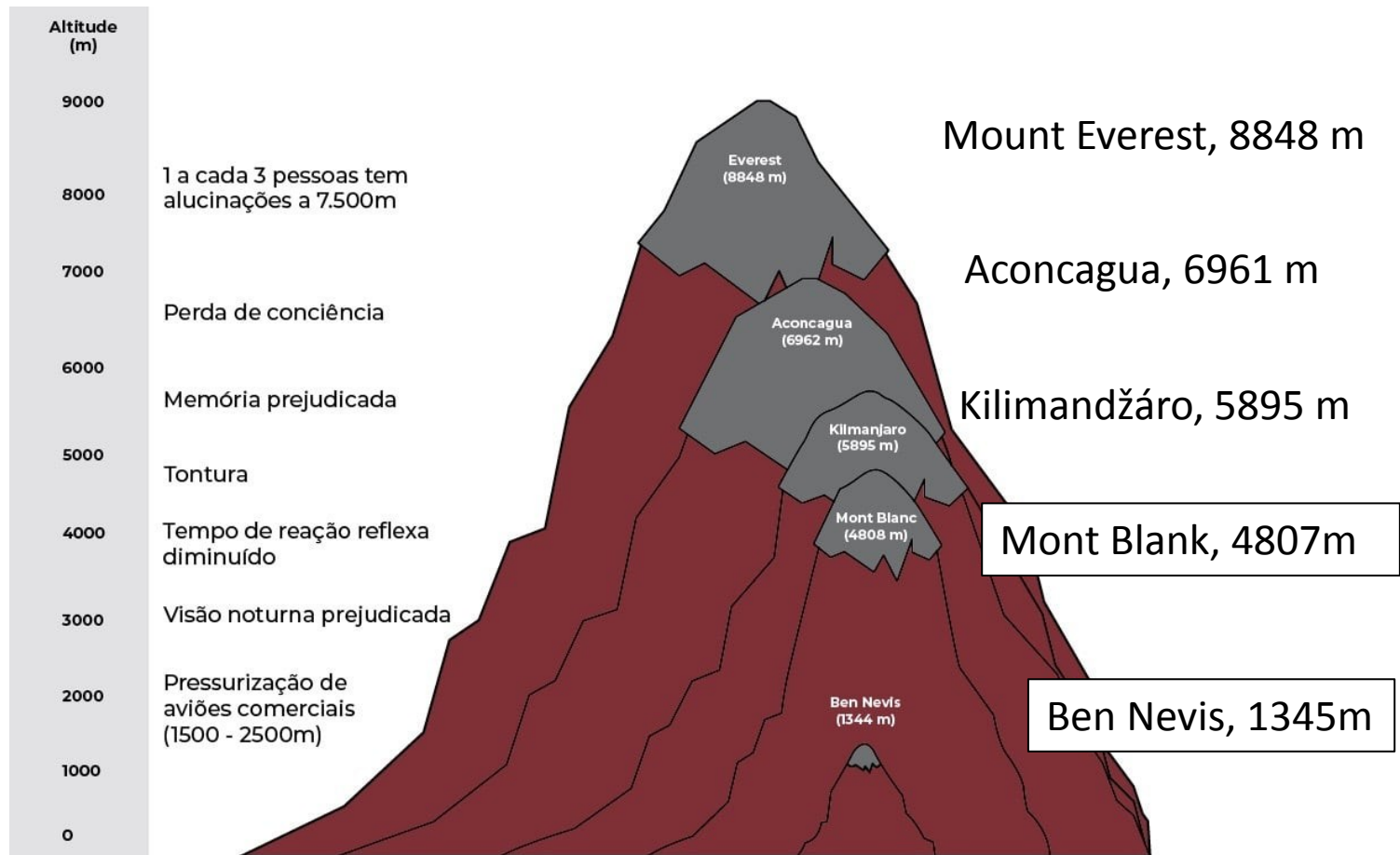
Přesto pozorujeme, že **průměrný pokles teploty vzduchu s výškou je 0,65 °C na 100 m.** Případně se někdy přibližně udává **pokles 1°C na 150 m výšky.**

Tloušťka atmosféry: nad póly sahá do výška 9km
V našich zeměpisných šířkách: do výše 11km
Nad rovníkem. Do výše až 18 km

Pokles teploty s výškou
je cca 0,65°C/100m

Přibližně se udává: 1°C na 150m výšky

Srovnání výšky velehor



Velehory v tropech a na severu

Denali 6910, USA, Aljaška
Úpatí: tundra, boreální les
Vrchol: teplota až -70°C

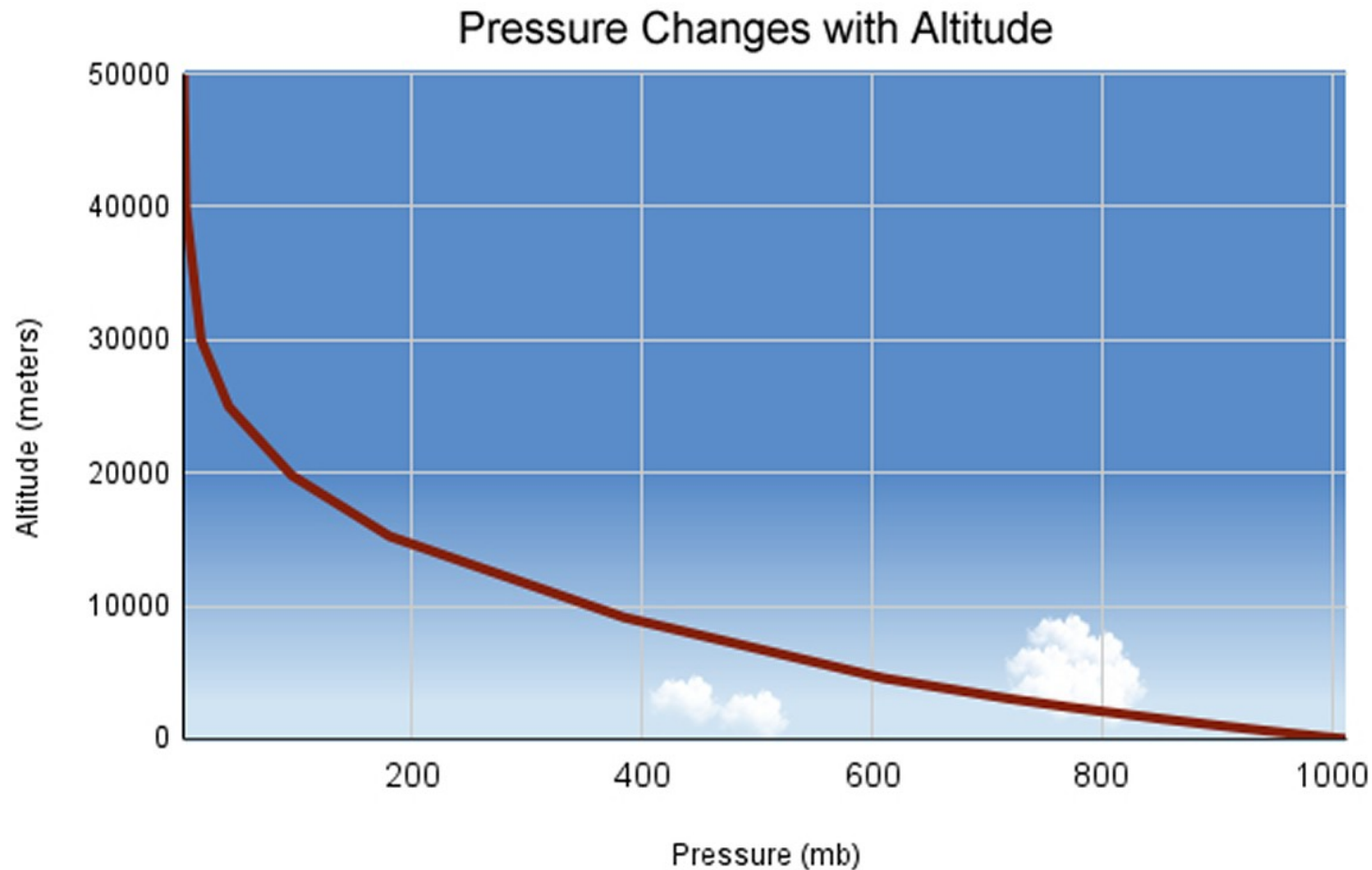
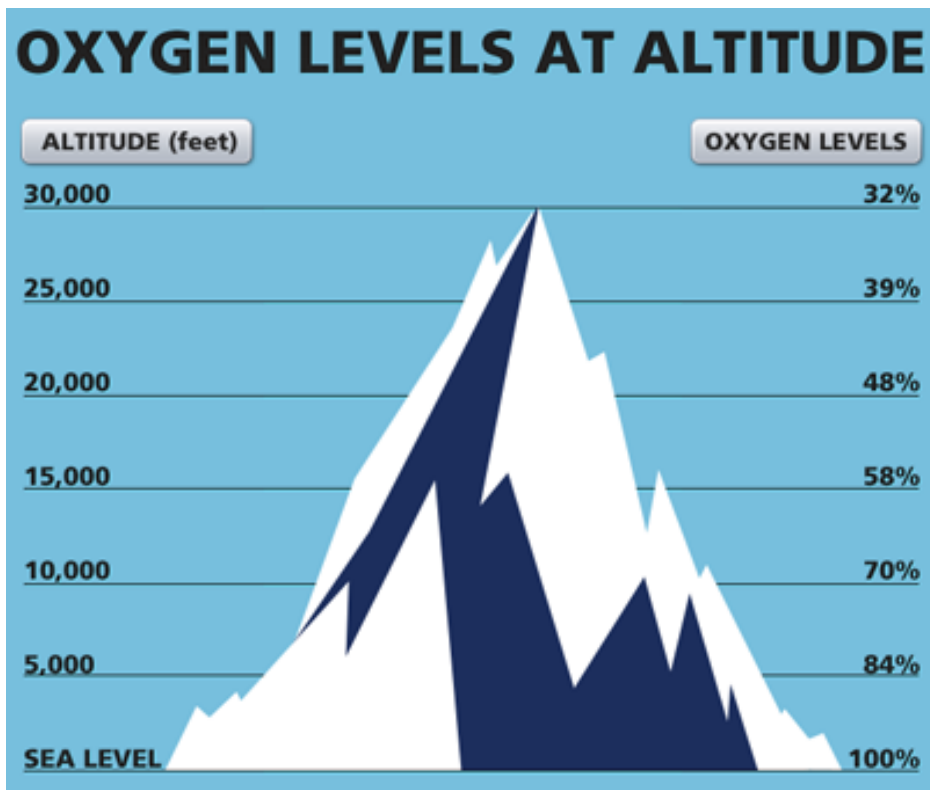


Kilimandžáro, 5895 m,
Keňa, rovníková Afrika
Úpatí: savana., tropický les
Vrchol: teplota až -20°C

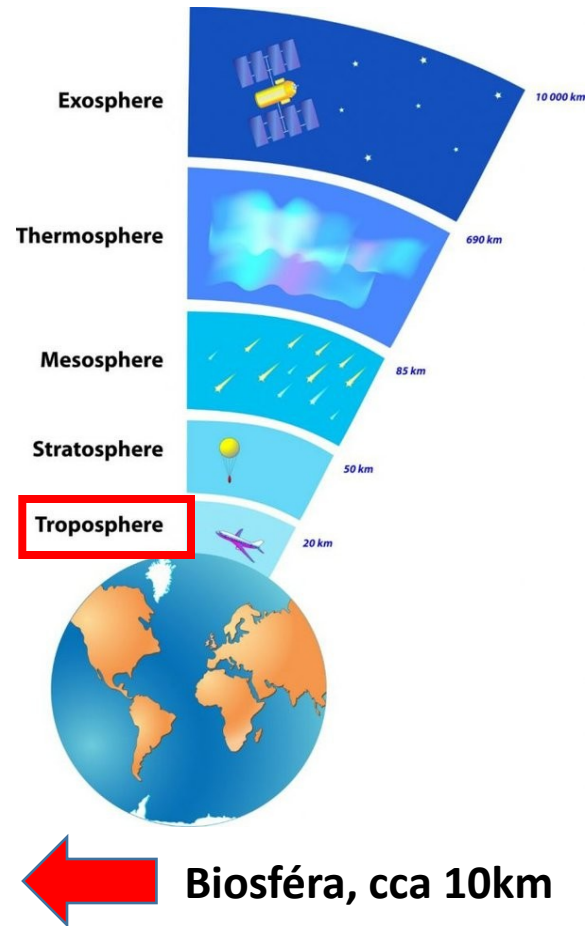
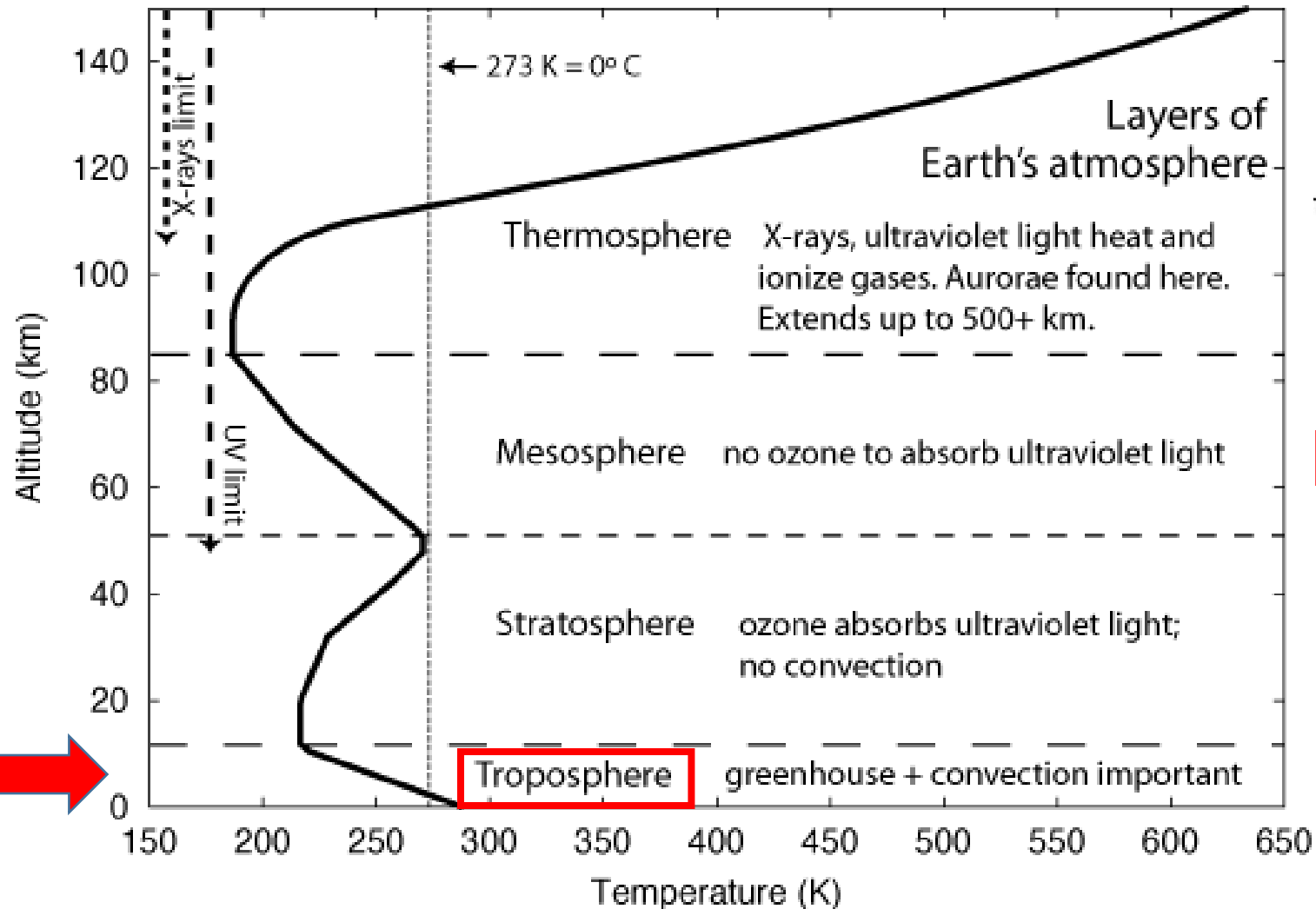
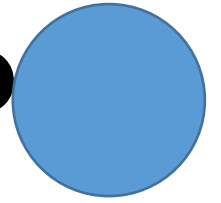


Vertikální teplotní gradient však není neměnný. Závisí jak na zeměpisné šířce - v tropech je jiný než ve středních zeměpisných šířkách a nebo v polárních oblastech, tak na denní i roční době. A také na nadmořské výšce a poloze daného místa i na geologickém podloží a charakteru vegetačního krytu povrchu.

Pokles koncentrace O_2 a tlaku (mb) s výškou

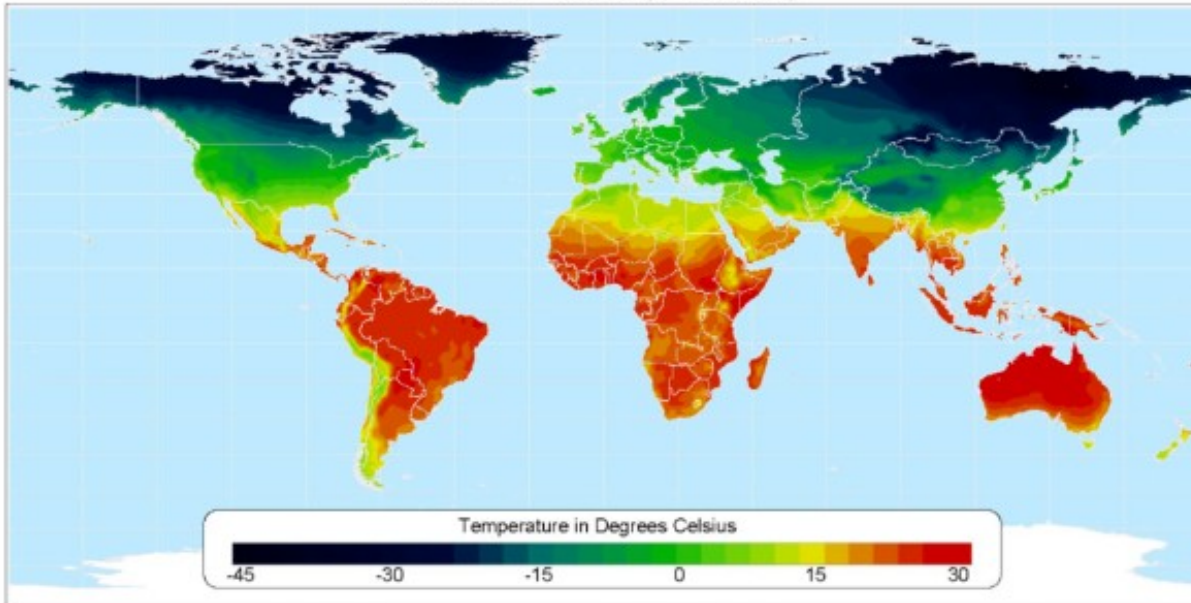


Změny teploty v atmosféře s výškou



Globální srovnání teploty během zimní a letní sezóny (severní polokoule)

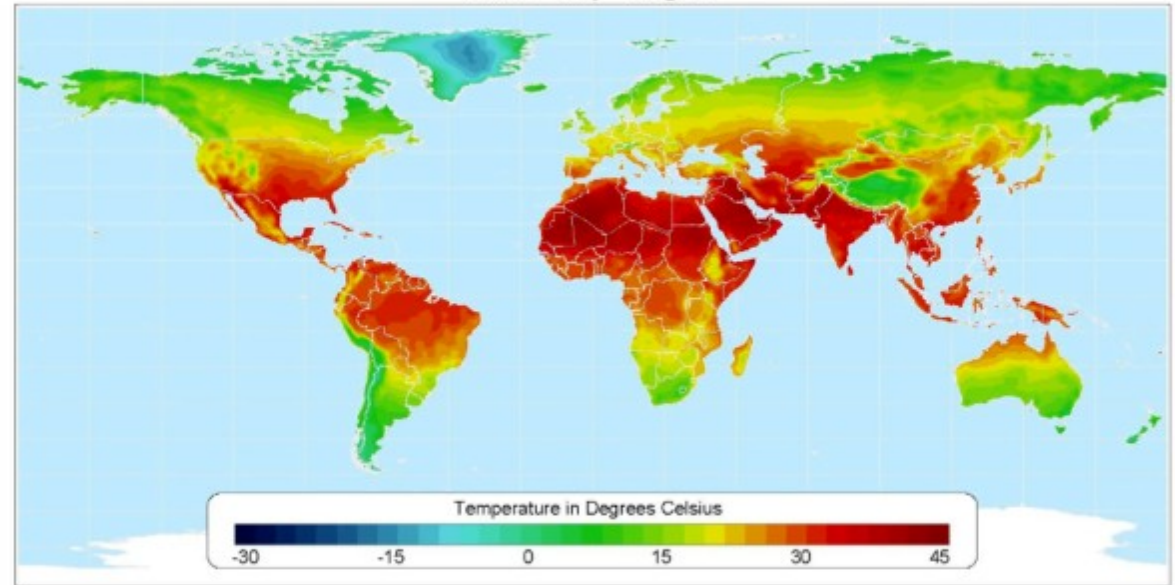
Average Temperature
December - January - February



Data taken from: CRU 0.5 Degree Dataset (New, et al.)

Atlas of the Biosphere
Center for Sustainability and the Global Environment
University of Wisconsin - Madison

Average Temperature
June - July - August

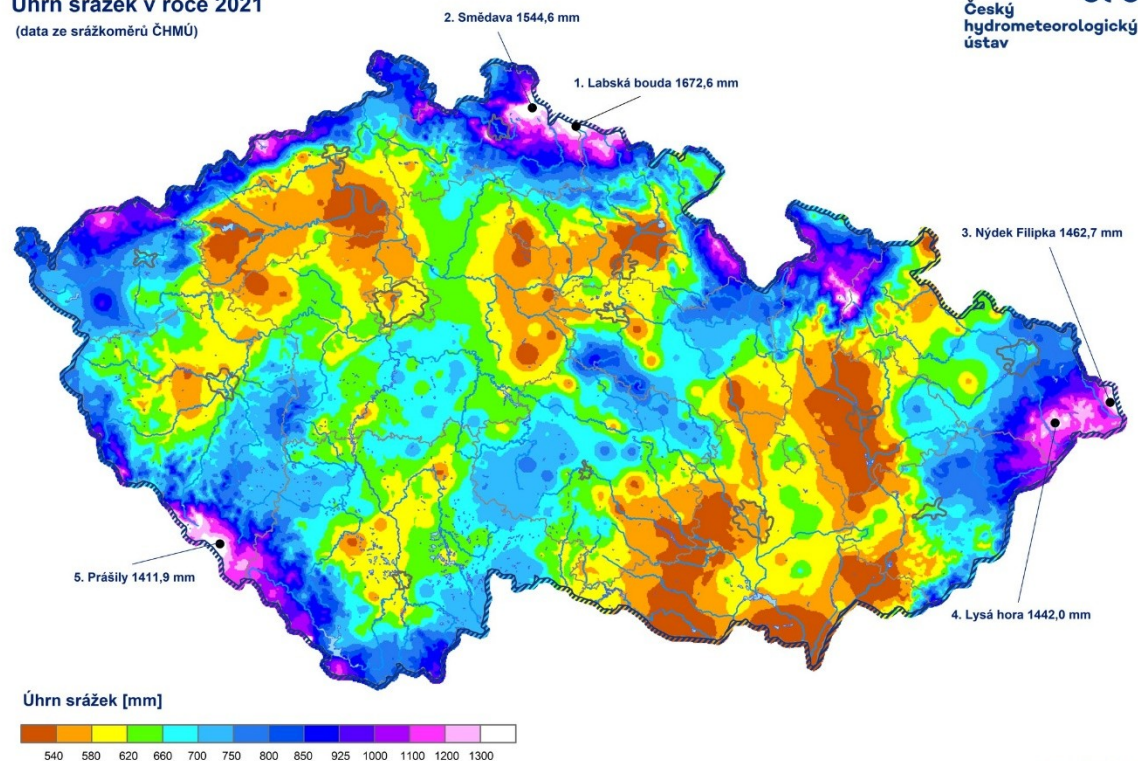


Data taken from: CRU 0.5 Degree Dataset (New, et al.)

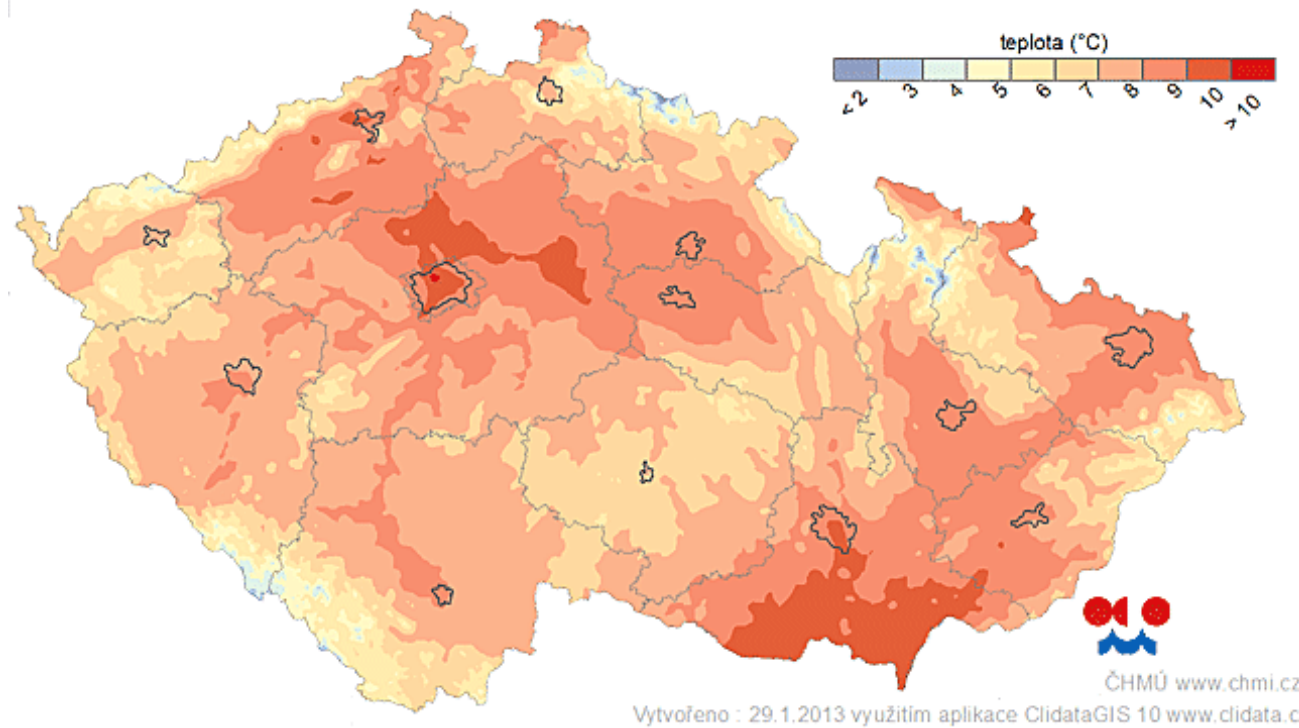
Atlas of the Biosphere
Center for Sustainability and the Global Environment
University of Wisconsin - Madison

Úhrn srážek v ČR

Úhrn srážek v roce 2021
(data ze srážkoměrů ČHMÚ)



Teplota vzduchu v ČR



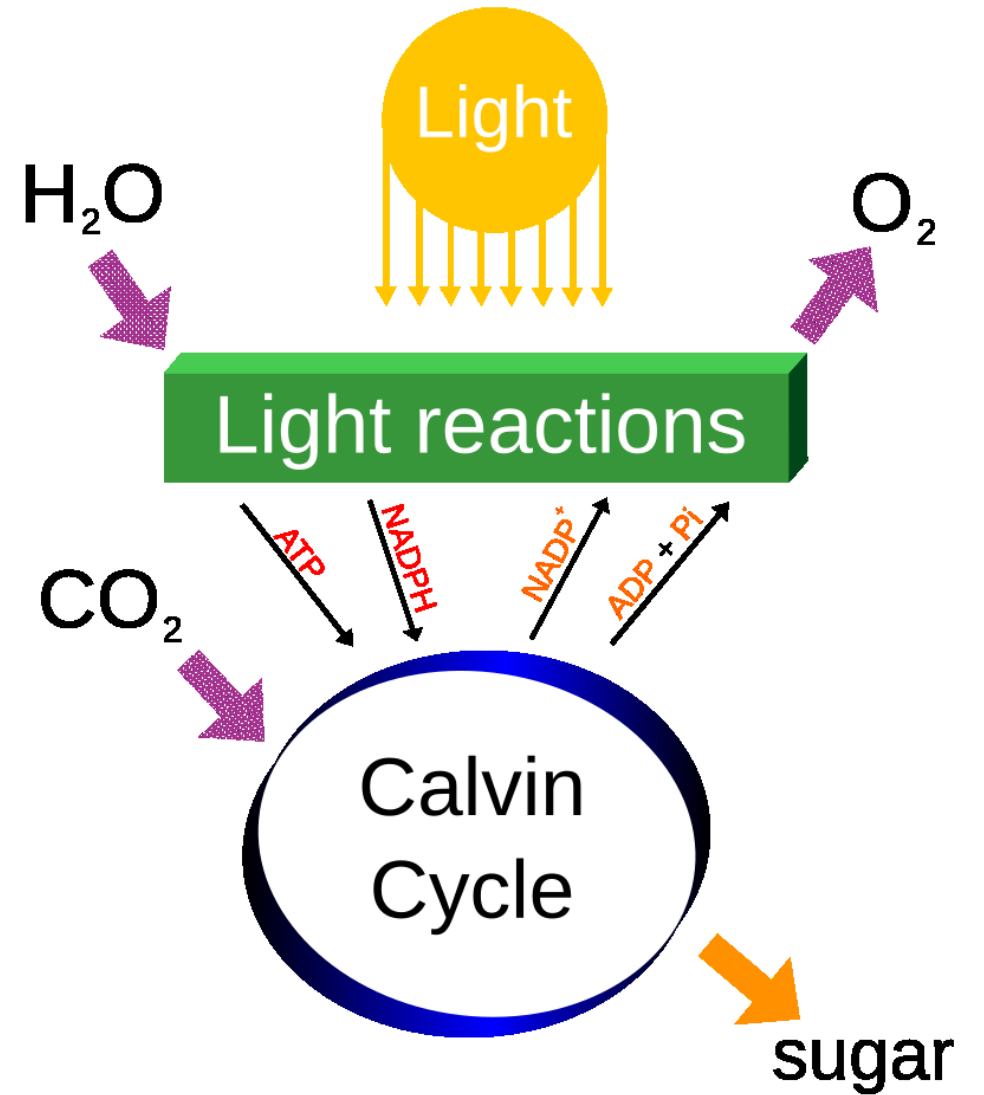
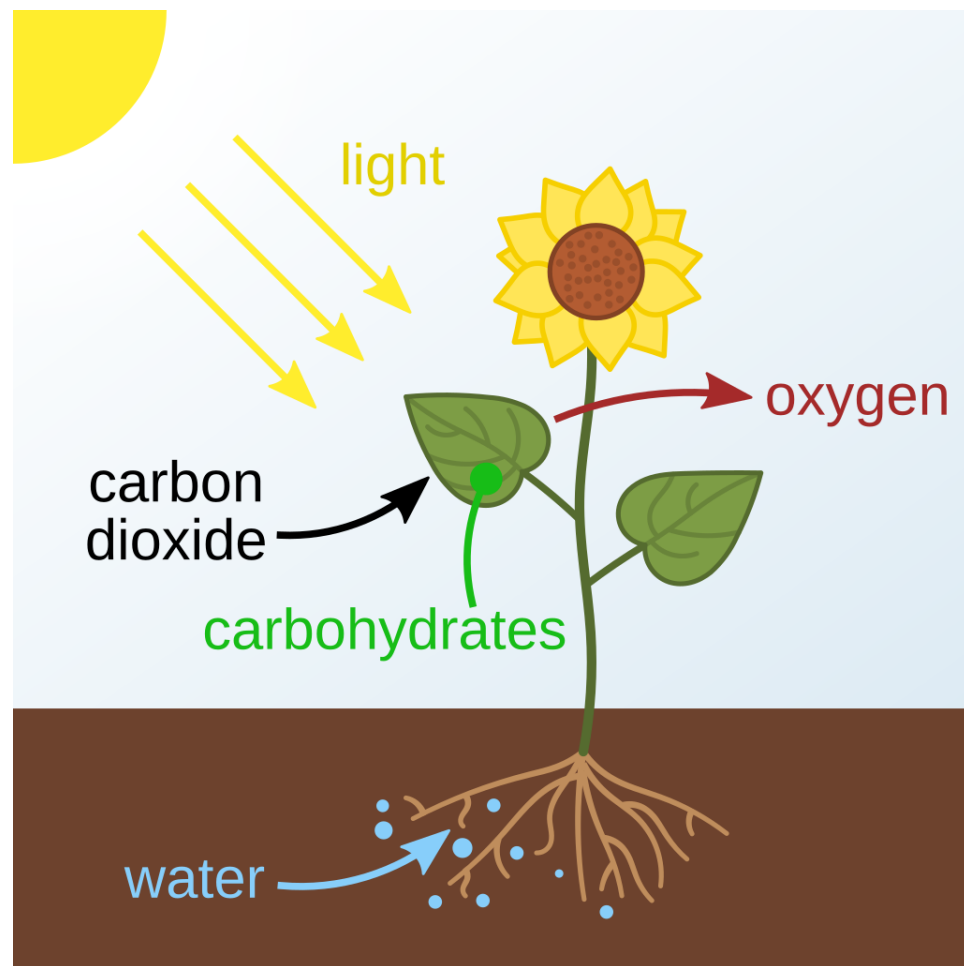
Průměrná roční teplota se v Česku pohybuje mezi **5,5 °C až 9 °C**. Nejchladnějším měsícem roku je **leden**, kdy i v nížinách klesne průměrná měsíční **teplota pod 0 °C**. V průměru o **20 °C teplejší než leden je červenec**, který je nejteplejším měsícem roku.

Světlo a rostliny



Intenzita světla ovlivňuje produkci primárních producentů - rostlin, délku stonku, barvu listů a kvetení. Obecně lze říci, že rostliny rostoucí při slabém osvětlení mají tendenci být vřetenovité se světle zelenými listy. Podobná rostlina pěstovaná ve velmi jasném světle má kratší, lepší větve a má větší, tmavě zelené listy.

Schéma fotosyntézy u rostlin.



Fotosyntéza mění sluneční světlo na chemickou energii, štěpí vodu a uvolňuje O₂ a využívá CO₂ a vytváří cukry – uhlovodíky.

Fotosyntéza

- **Fotosyntéza** je systém biologických procesů, kterými **fotosyntetické organismy**, jako je většina rostlin, řas a sinic, **přeměňují světelnou energii**, obvykle **ze slunečního světla**, na **chemickou energii** potřebnou k pohonu svého **metabolismu**.
- Jako fotosyntézu obvykle označuje **kyslíkovou fotosyntézu**, což je proces, při kterém **vzniká kyslík**. Fotosyntetické organismy **ukládají chemickou energii** takto produkovanou v **intracelulárních organických sloučeninách** (sloučeninách obsahujících uhlík), jako jsou **cukry, glykogen, celulóza a škroby**.
- Aby bylo možné využít tuto uloženou chemickou energii, buňky organismu **metabolizují organické sloučeniny prostřednictvím buněčného dýchání**.
- Fotosyntéza hraje rozhodující roli při **produkci a udržování obsahu kyslíku** v zemské atmosféře a **dodává většinu biologické energie nezbytné pro složitý život na Zemi**.

SVĚTLO A FOTOSYNTÉZA

- Světlo je základní předpoklad pro **fotosyntézu**. Ta je **nezbytná pro primární produkci**, která je na začátku všech potravních řetězců.
- **Světelný kompenzační bod fotosyntézy nastává při takové hustotě záření, kdy množství CO₂ vázaného ve fotosyntéze se rovná množství CO₂ vydávaného dýcháním**. Minimální průměrná denní hustota ozáření musí ležet nad tímto bodem. Je dán i časově (ráno / večer). Pozitivní látková bilance musí být tak velká, aby stačila i na noc.
- Stín tolerující rostliny dosahují maximální fotosyntézy při 1/4 plného slunečního záření; stín netolerující rostliny nikdy maxima nedosahují a se zvyšujícím se zářením zvyšují i fotosyntézu.

Světelný kompenzační bod



řasy



mechorosty



kaprad'orosty



kvetoucí rostliny

Fotosyntetické strategie rostlin

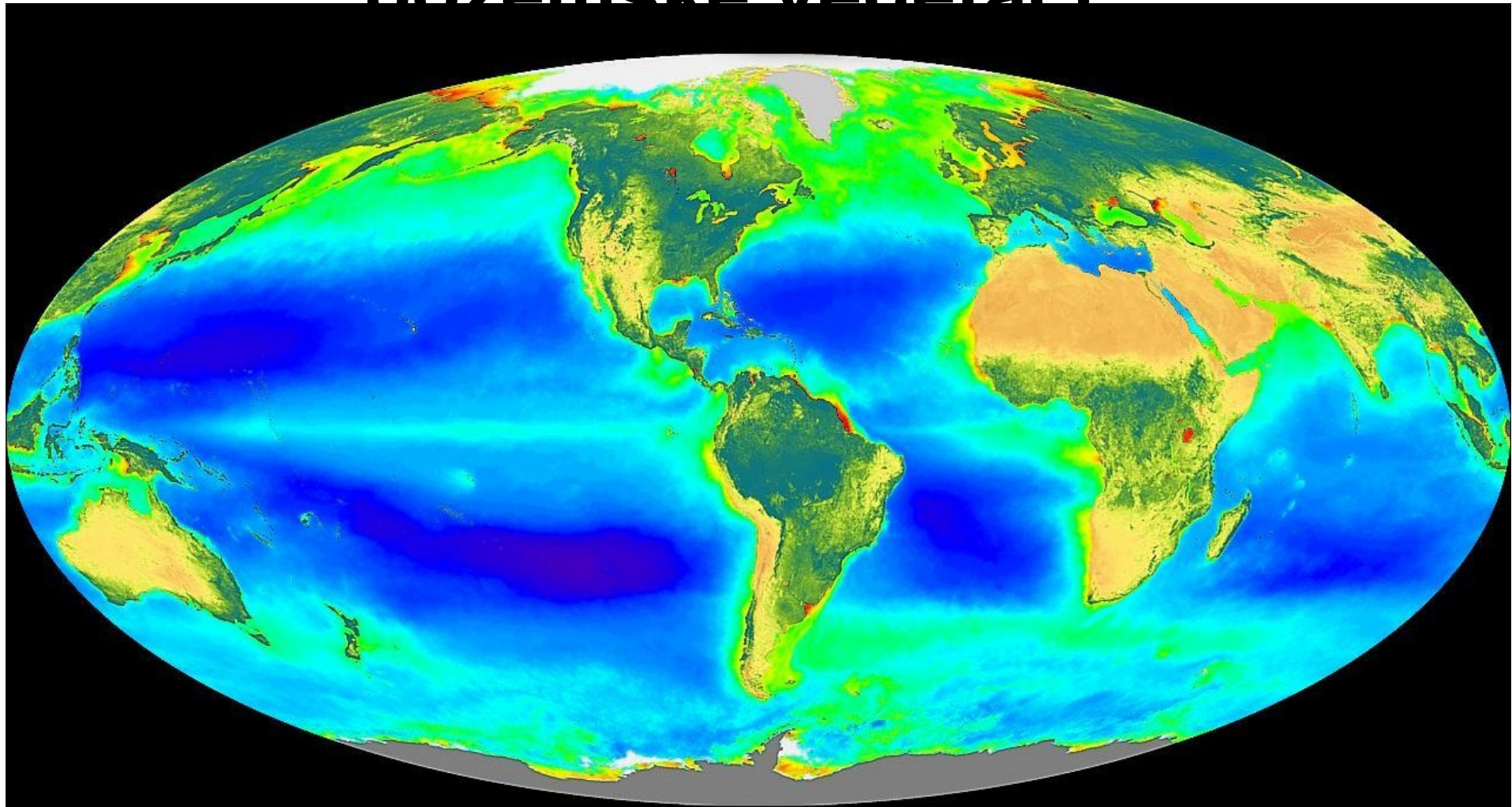
C3 rostliny. CO₂ ze vzduchu je nejdříve konvertován na kyselinu 3-fosfoglycerovou (má 3 uhlíky). **U těchto rostlin existuje fotorespirace (dýchání na světle),** které znamená **ztráty výtěžku fotosyntézy.** Jsou to rostliny mírného klimatu. Při vysokých teplotách převládá fotorespirace nad Calvinovým cyklem.

C4 rostliny. První sloučeniny produkované z CO₂ mají 4 uhlíky. Mají odlišnou anatomickou skladbu listu, která jim umožňuje využívat i nízké koncentrace CO₂ a pro recyklaci CO₂ produkovaného respirací. Na tyto pochody mají i fyziologickou adaptaci – **rozdílný biochemický cyklus.** Efektivním získáváním a recyklací CO₂ dokáží **využít vysokou intenzitu záření pro produkci.** Jsou to většinou **tropické trávy (kukuřice, cukrová třtina),** ale i rostliny **slanomilné** nebo např. ruderální rostliny prašných stanovišť (“ucpané” průduchy). Mají vysoké tepelné optimum fotosyntézy a upřednostňují písčité (nejílovité) půdy. **Předpokládá se jejich větší rozšíření při globálním oteplování.**

CAM (crassulacean acid metabolism) rostliny. **Otevírají průduchy v noci a brání se tím ztrátě vody.** CO₂ je “uložen” v organických kyselinách a ve dne je pak využíván. Jsou adaptovány na suché pouštní oblasti (**sukulenty**). Mohou “přepínat” na C₃ nebo C₄ režim. Naše šrucha (*Portulaca oleracea*) je rostlina, která naopak umí fakultativně přepnout na CAM režim.



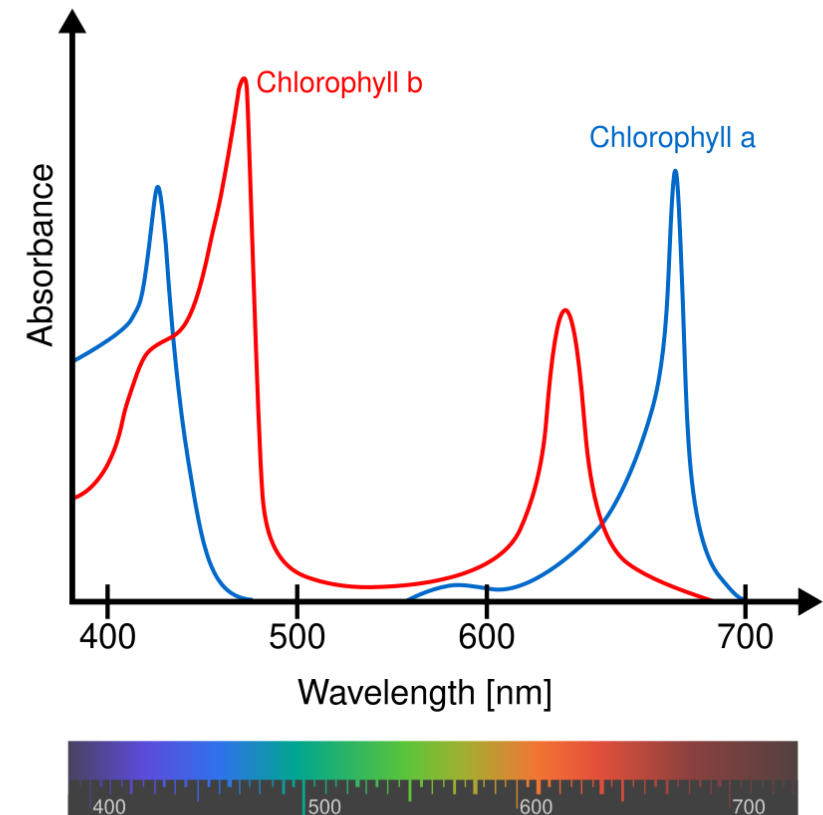
Mapa ukazuje globální rozšíření fotosyntézy, včetně oceánského fytoplanktonu a pozemské vegetaci



Tmavě červená a modrozelená označují oblasti s vysokou fotosyntetickou aktivitou v oceánu a na pevnině.

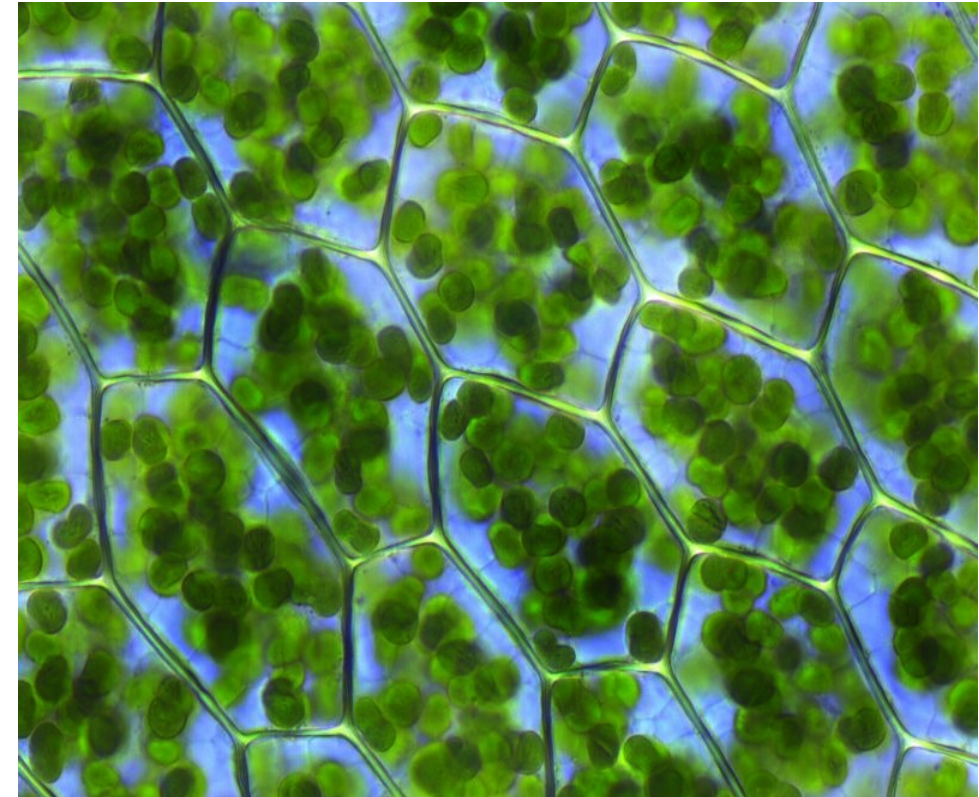
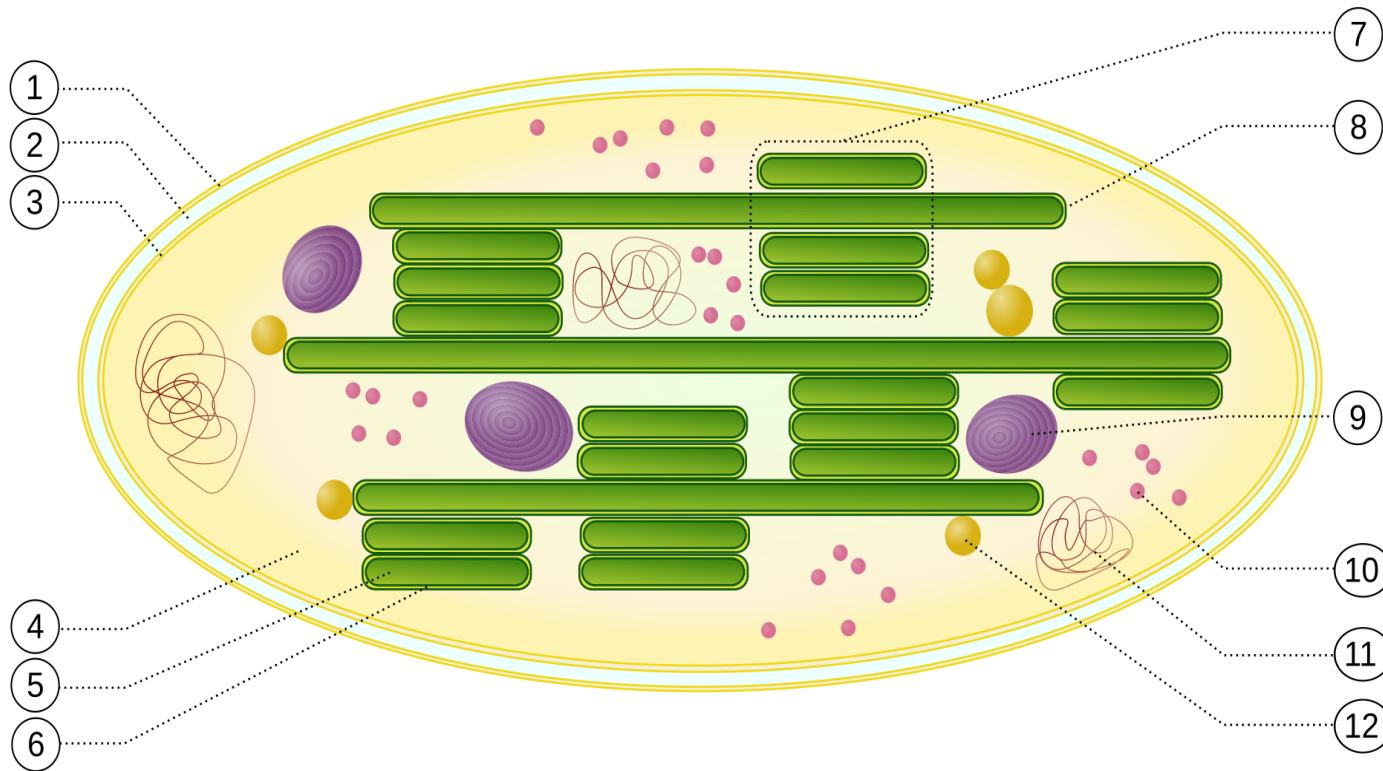


List je primárním místem fotosyntézy v rostlinách.



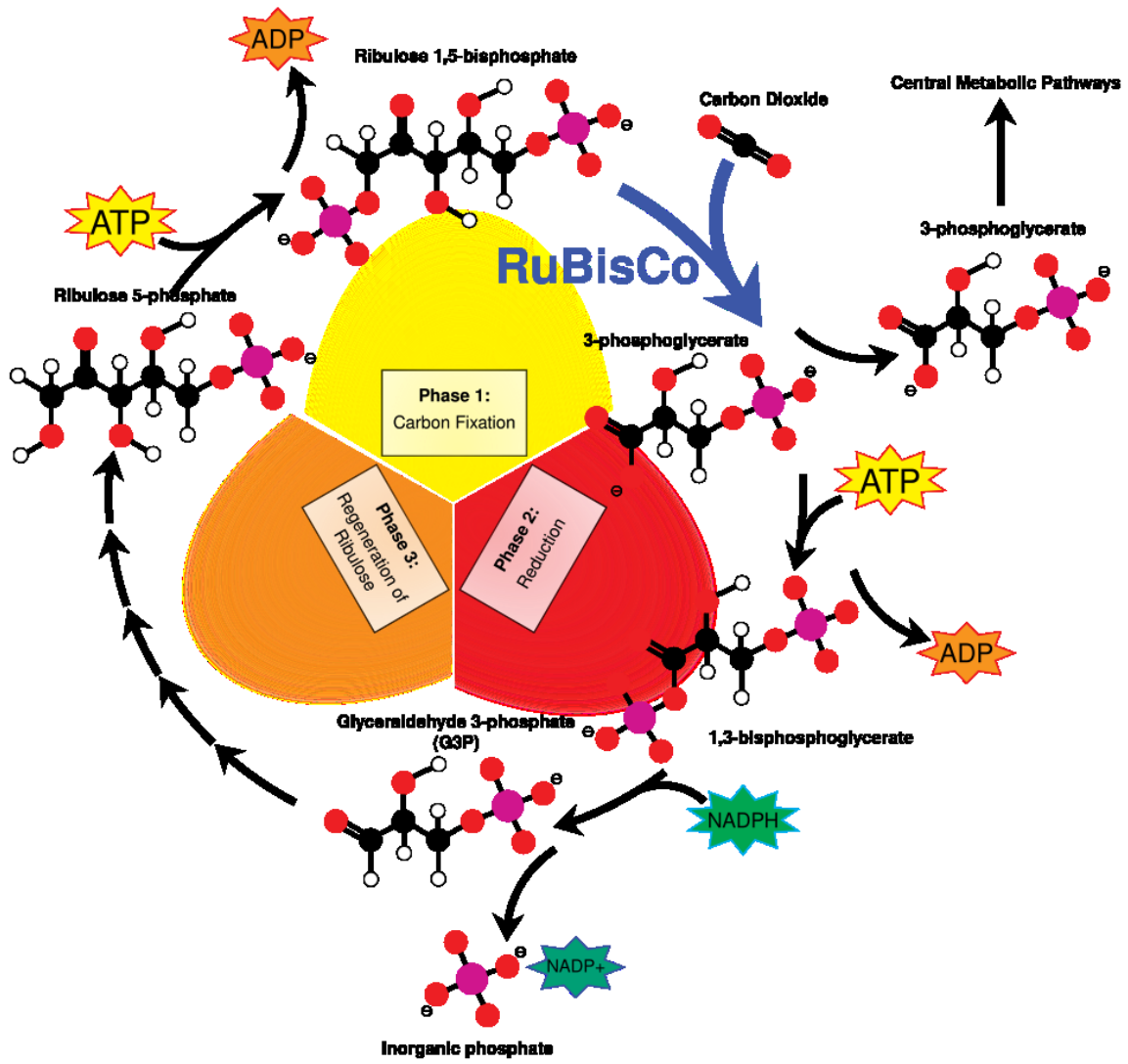
Absorbance spektra volného chlorofylu a (modrý) a b (červený) v rozpouštědle.

Struktura chloroplastu



Ultrastruktura chloroplastu: vnější membrána mezimembránový prostor vnitřní membrána (1+2+3: obálka) **stroma** (vodná tekutina) **lumen thylakoidu** (uvnitř thylakoidu) **thylakoidní membrána granum** (hromada thylakoidů) **thylakoid** (lamela) **škrob** **ribozom** **plastidová DNA** **plastoglobule** (kapka lipidů).

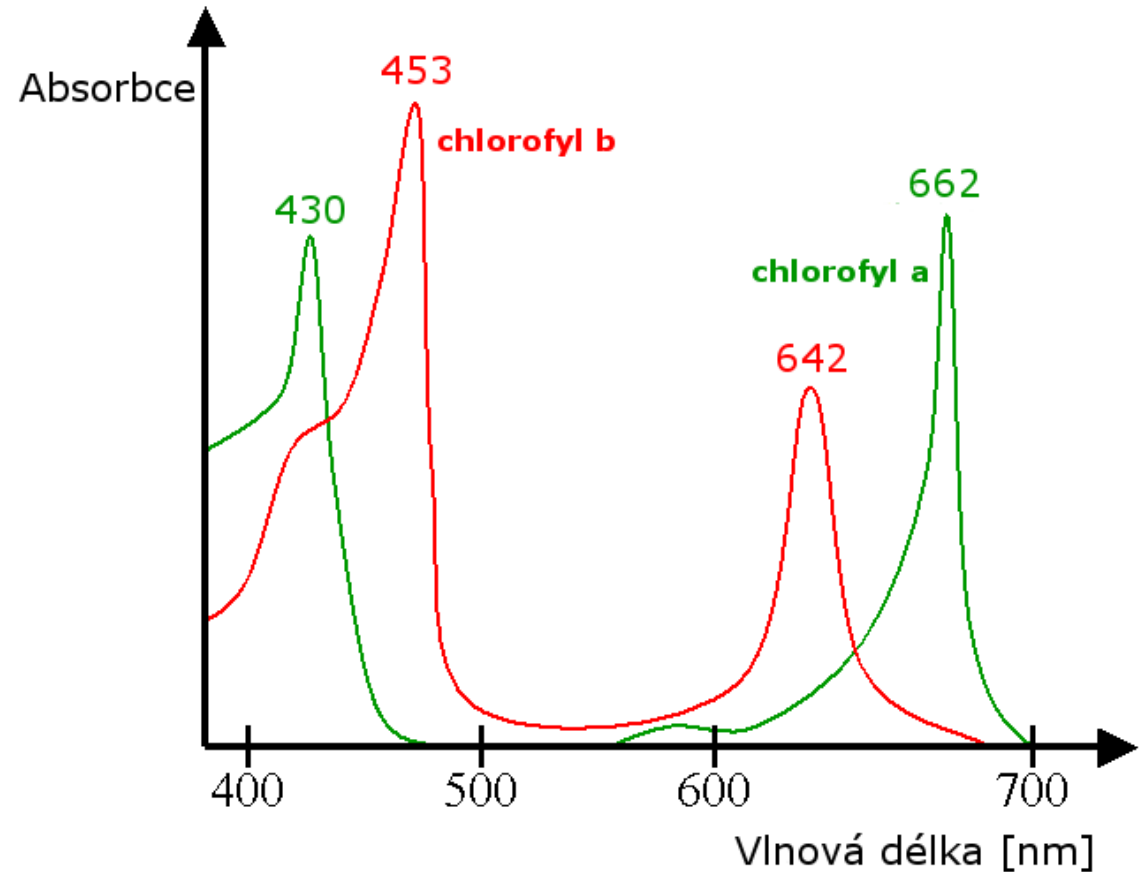
Schéma Calvinova cyklu a fixace uhlíku



Prof. Melvin Calvin

Chlorofyl

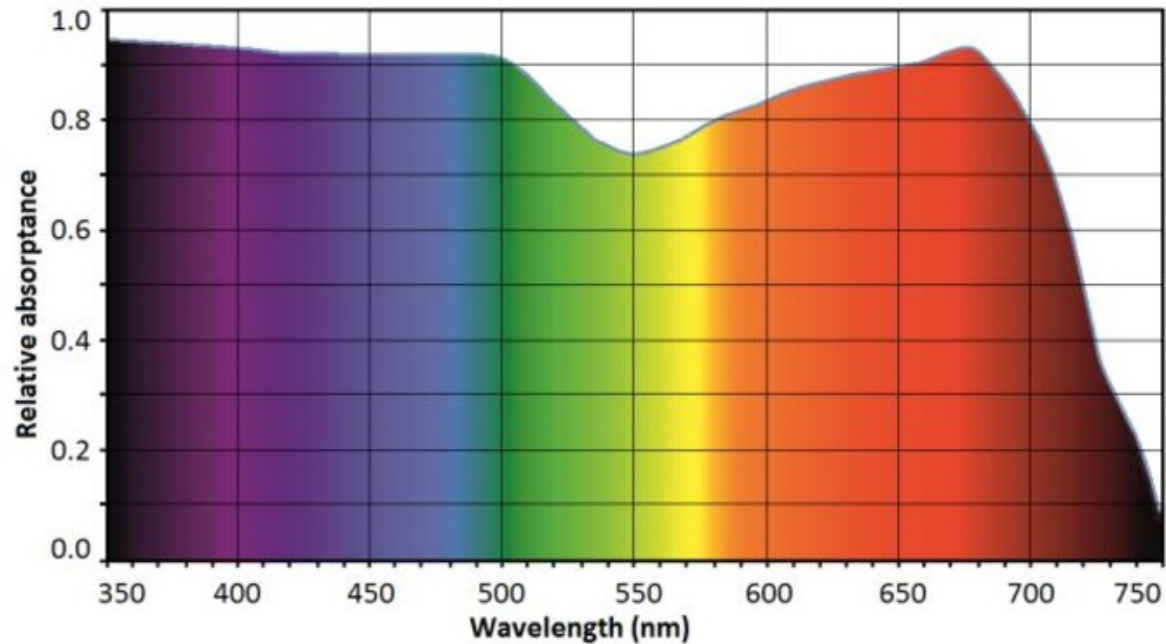
- **Chlorofyl je zelený pigment** obsažený v zelených rostlinách, sinicích a některých řasách.
- **Chlorofyl** v průběhu fotosyntézy **absorbuje energii světelného záření a používá ji k syntéze sacharidů z oxidu uhličitého a vody.**
- **Chlorofyl** při fotosyntéze **transformuje energii světelných kvant na biologicky zpracovatelnou - na makroergní chemickou vazbu.**
- **Uvedená reakce je tak zdrojem energie pro všechny další biochemické a biologické reakce na této planetě.**
- **Chlorofyl je zelený, protože absorbuje modrou a červenou část světelného spektra a ostatní odráží;** tím se jeví jako zelený a udává tak základní barvu všem fotosyntetizujícím rostlinám.



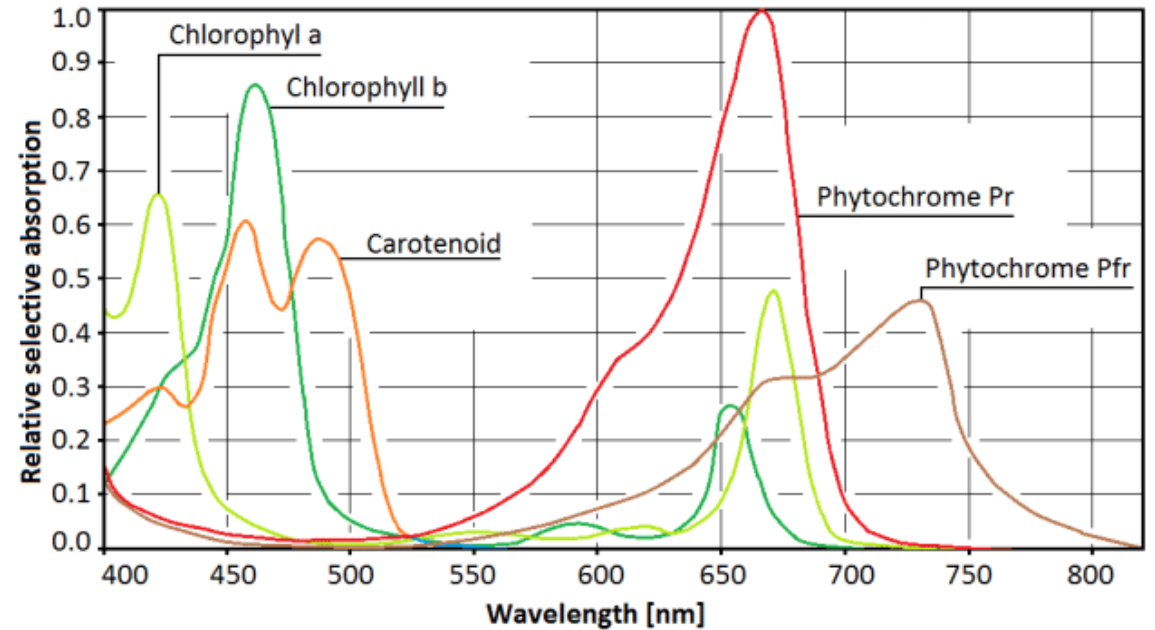
Absorpční spektrum chlorofylu a b

Absorbance rostlin

Průměrná spektrální absorpce rostliny.



Absorpční spektra různých druhů rostlinných barviv.



Otázka za milion !

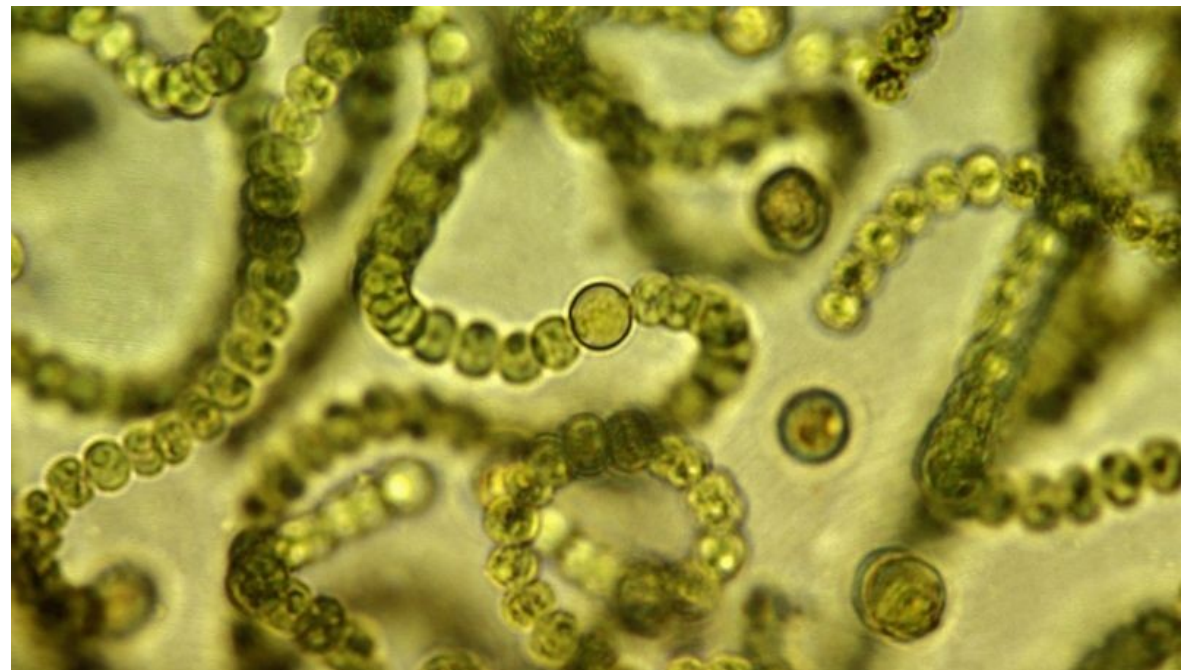
Existují fotosyntetizující živočichové ?

Když mohou existovat masožravé rostliny ? Proč ne !



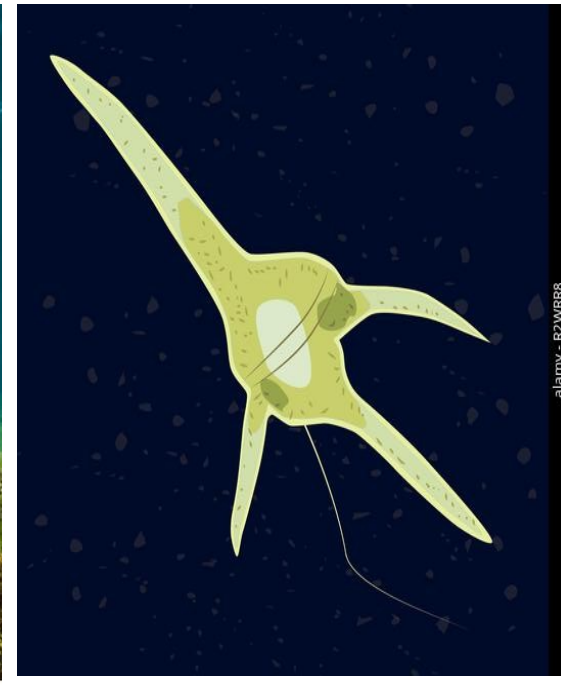
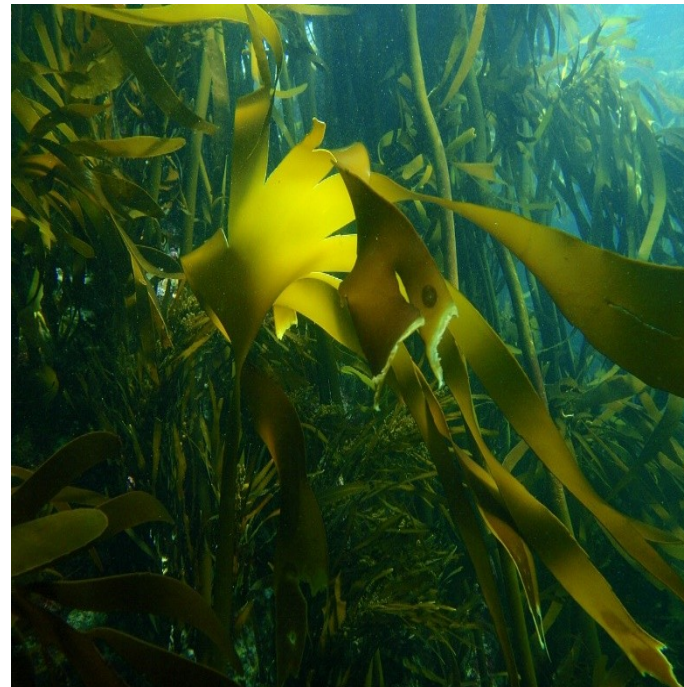
Fotosyntéza u živočichů

- Někteří živočichové **obsahují zelené barvivo chlorofyl** schopné zachycovat sluneční záření
- Ve všech známých případech se jedná o **pohlčené symbiotické řasy nebo sinice**, které jsou součástí příslušných organismů
- **Energie z fotosyntézy slouží jako doplňkový zdroj energie**



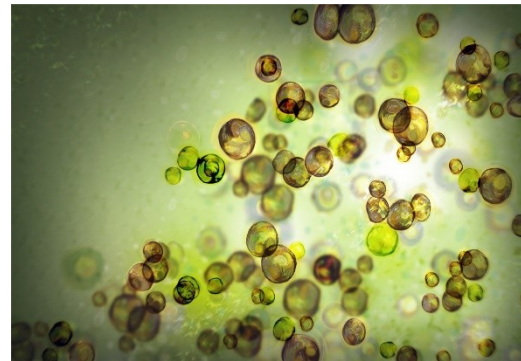
Fotosyntéza u živočichů ?

- Normální **heterotrofní organismy**, které získaly **schopnost fotosyntézy**
- **Sekundární a terciální endosymbióza** u krásnooček (**Euglena**) a hnědých řas (**Ochromphyta**), obrněnek (**Dinophyta**) a dalších organismů
- Pohlčení fotosyntizujících hnědých řas nebo ruduch eukaryotickým organismem



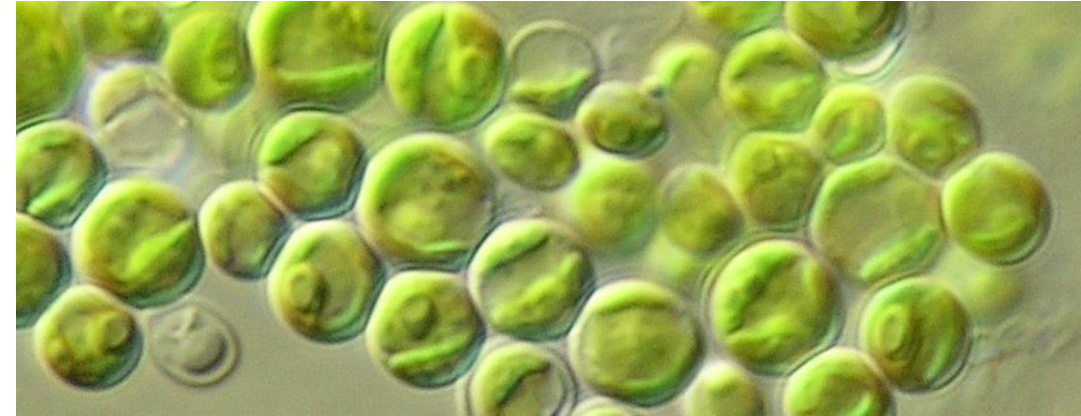
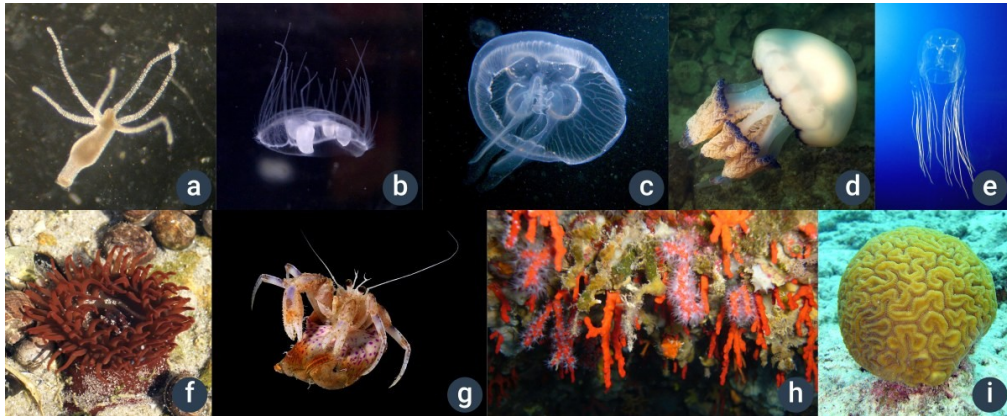
Fotosyntéza u živočichů - příklady

Houbovci



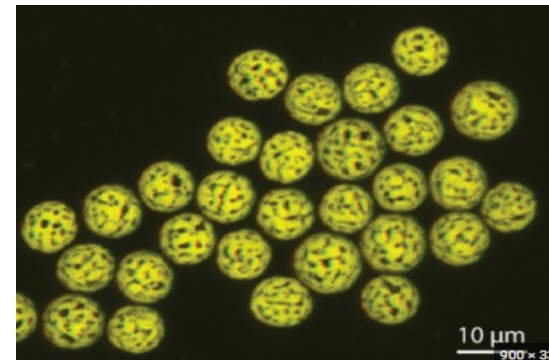
Symbiodinium, Chlorella

Žahavci



Symbiodinium, Chlorella

Zéva obrovská



Symbiodinium

Nahožábřý plž *Elysia chlorotica* – řasa *Vaucheria litorea*

Elysia chlorotica „krade plastidy“ v pohlcené řase posypanky *Vaucheria litorea*

Tento jev označujeme jako **kleptoplastidie** !

Týká se **trávicích buněk**, v nichž mohou **pohlcené chloroplasty** uvolněné ze strávené řasy **přežít až 9 měsíců** (to je často déle než je délka života samotné řasy)

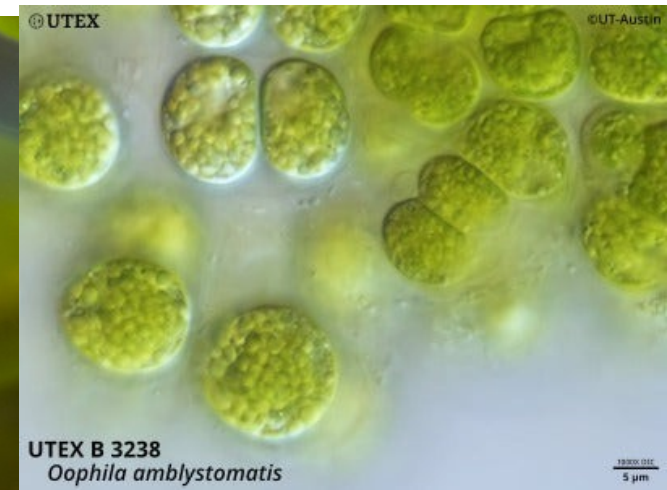
Plž tak **získává geny pro klíčové molekuly** zapojené do **fotosyntézy**, včetně **enzymů syntetizujících chlorofyl** v genomu plže

Jedná se jeden z **prvních případů horizontálního přenosu genů** mezi **dvěma mnohobunečnými organismy !!!**



Americký mlok Axolotl skvrnitý – *Ambystoma maculatum*

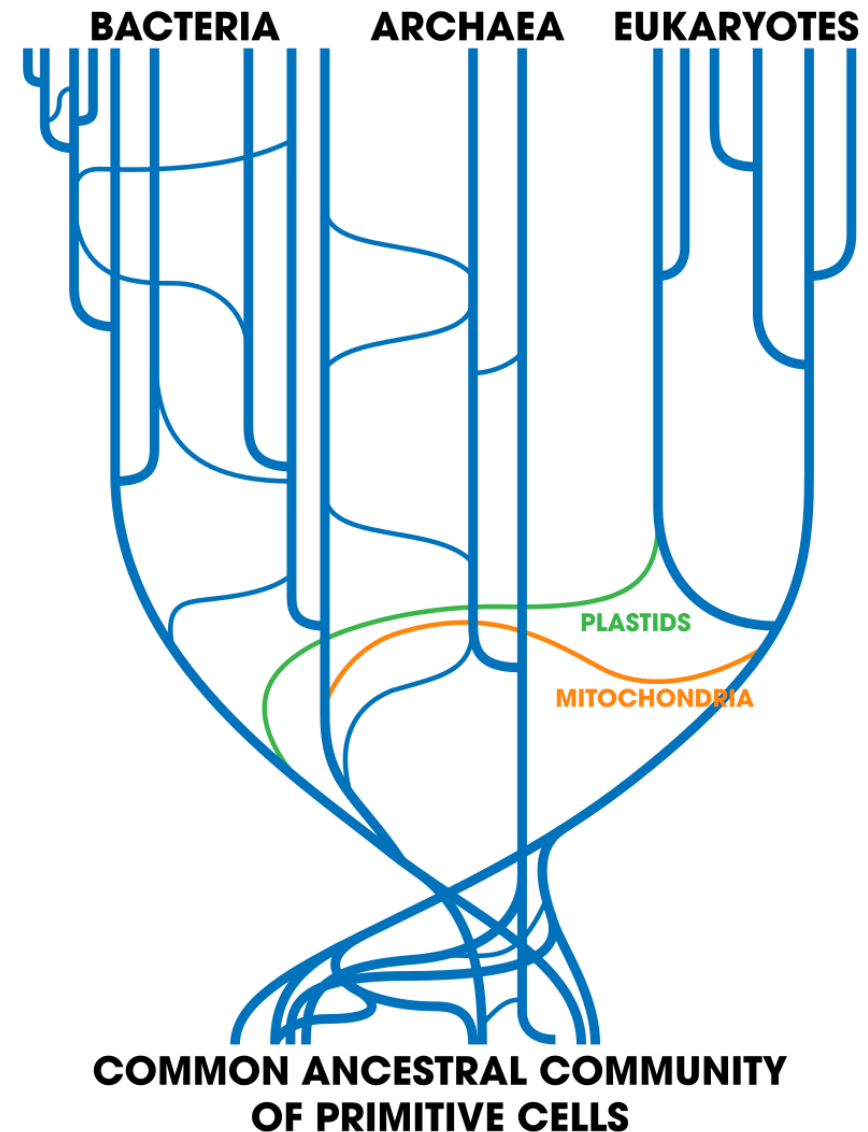
- V roce 2012 se na seznam „zelených“ živočichů zařadil jako první obratlovec Axolotl skvrnitý – *Ambystoma maculatum*
- Vyznačuje se **typickými „zelenými“ vajíčky** s vyvíjejícími se embryi
- Během **ontogenetického vývoje** symbiotická řasa *Oophila ambystomatis* **evidentně fotosyntetizuje a pomáhá vyživovat** emrbyo mloka
- Jednobuněčná endosymbiotická řasa **v průběhu ontogenetického vývoje mloka pravděpodobně vymizí**
- **Dospělý mlok se živí jako typický heterotrof !!!**



Horizontální přenos genů

Horizontální přenos genů (HGT) nebo laterální přenos genů (LGT) je pohyb genetického materiálu mezi organismy jinak než ("vertikálním") přenosem DNA z rodiče na potomstvo (rozmnožování).

HGT je důležitým faktorem v evoluci mnoha organismů. HGT ovlivňuje vědecké chápání evoluce vyššího řádu, zatímco významněji posouvá perspektivy bakteriální evoluce.



Světlo a jeho vliv na organismy

Různé organismy vnímají různých rozsah spektra. Člověk vnímá zrakem **elektromagnetické vlnění o vlnové délce 400 – 750nm**.

Přesněji řečeno, tento rozsah je viditelným světlem pro člověka.

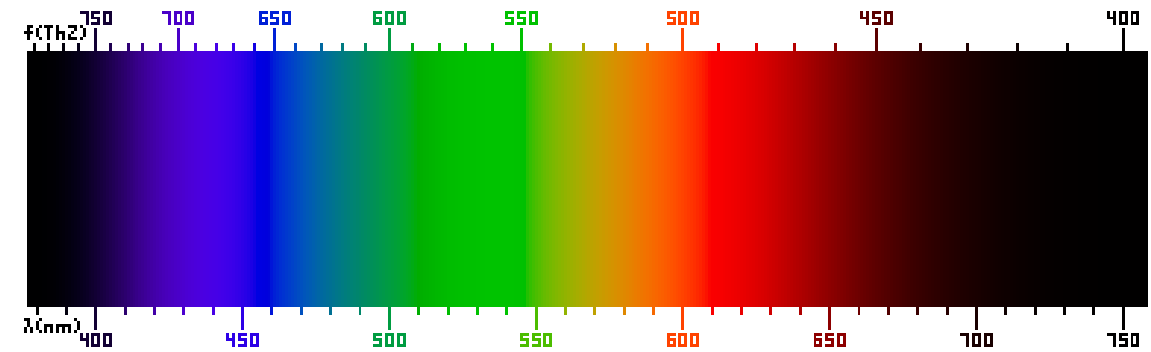
Některé druhy živočichů vnímají rozsah jiný:

Na příklad **včely** jej mají posunut směrem ke kratším vlnovým délkám (**ultrafialové záření**), naopak někteří **plazi** vnímají i **infračervené záření**.

Světlo působí na organismy:

- **vlnovou délkou**
- **délkou působení**
- **stupněm polarizace**
- **směrem osvětlení**

Fotoperioda je příčinou periodických jevů - **biorytmů**.



Člověkem viditelné záření



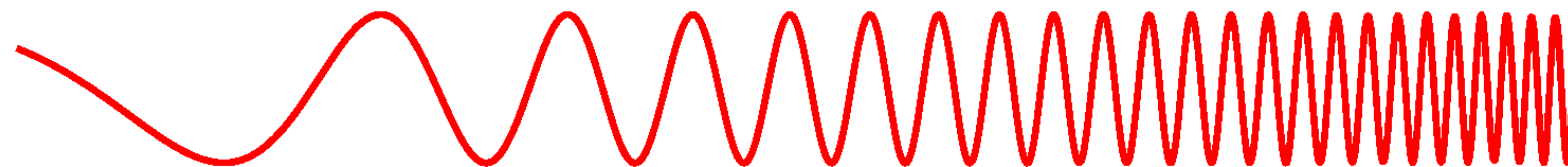
Včela a ultrafialové záření



Plazi a infračervené záření

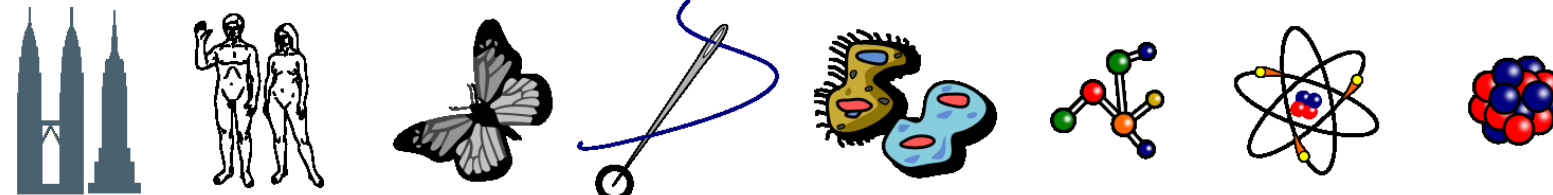
Celé spektrum elektromagnetického záření !

Projde Atmosférou?



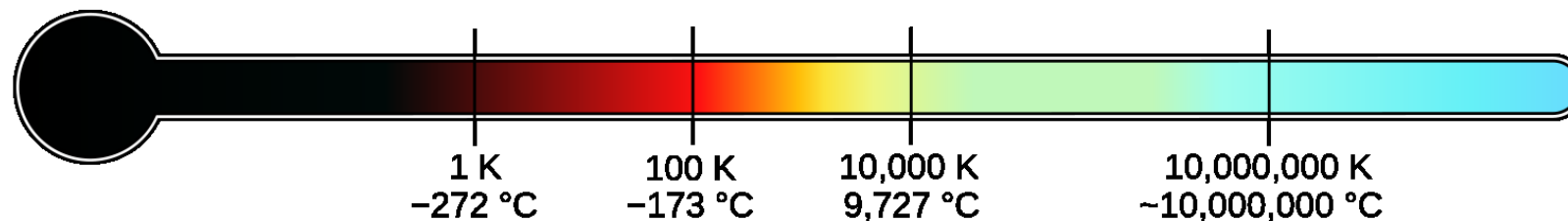
Druh záření
Vlnová délka (m)

Rádiové	Mikrovlnné	Infračervené	Viditelné	Ultrafialové	Rentgenové	Gamma
10^3	10^{-2}	10^{-5}	0.5×10^{-6}	10^{-8}	10^{-10}	10^{-12}



Budovy	Lidé	Motýli	Hrot jehly	Prvoci	Molekuly	Atomy	Jádra atomů
--------	------	--------	------------	--------	----------	-------	-------------

Frekvence (Hz)

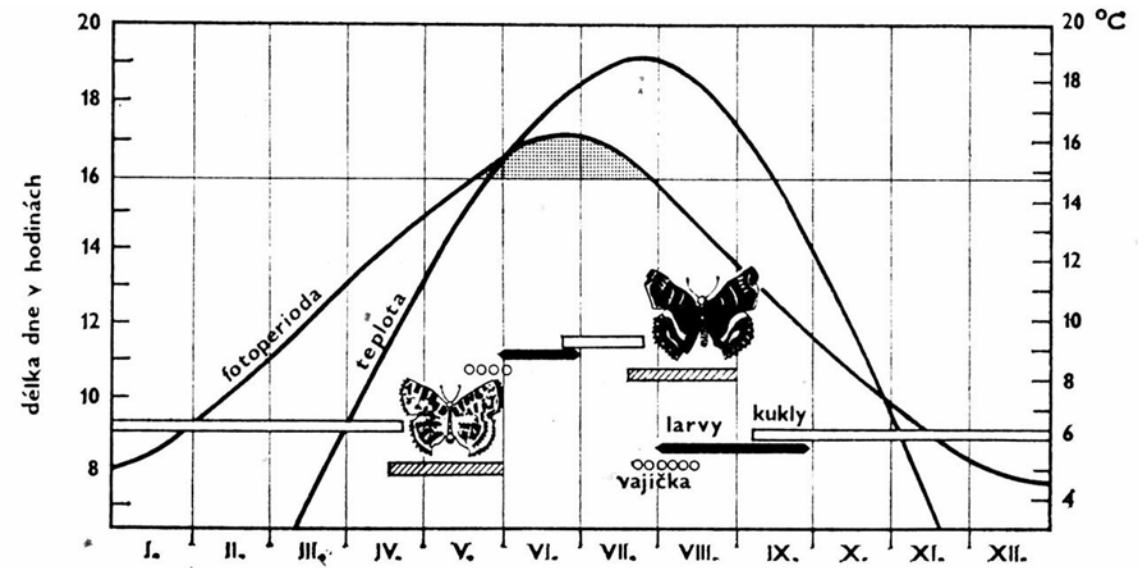


Fotoperiodismus

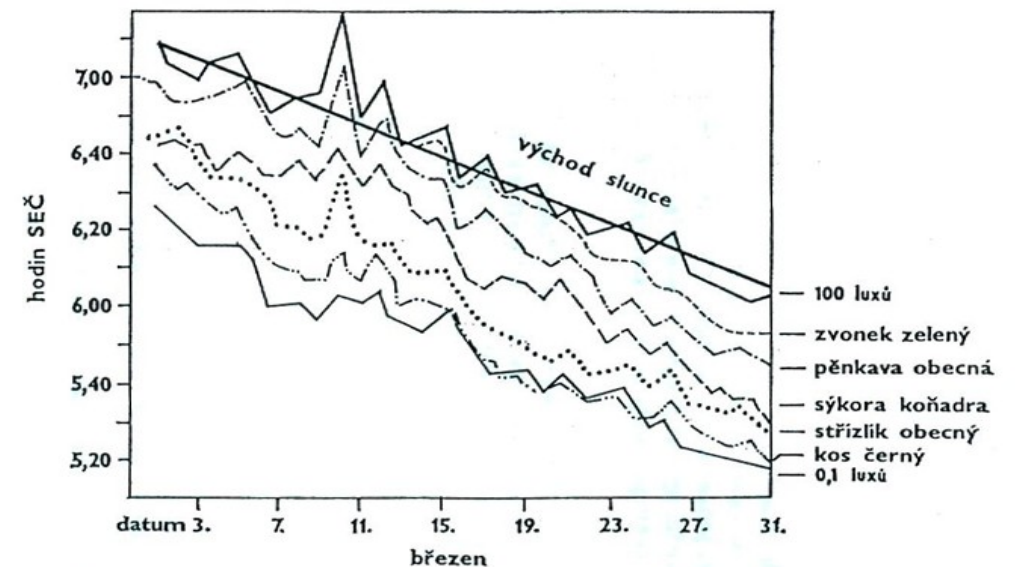
- **Fotoperiodismus** je fyziologická nebo behaviorální reakce organismu na délku světla a tmy (tzn. na **fotoperiodu**). Tento biologický proces nastává u rostlin i zvířat. Fotoperiodické reakce se dají s velkou přesností předpovědět.



- V oblasti zvířat **určuje délka světla a jeho intenzita** (někdy spolu s teplotou prostředí) **řadu procesů**, mj. změny v zabarvení srsti či peří, migraci, počátek hibernace i období říje. U rostlin se fotoperiodismus projevuje např. dobou kvetení nebo obdobím klidu.



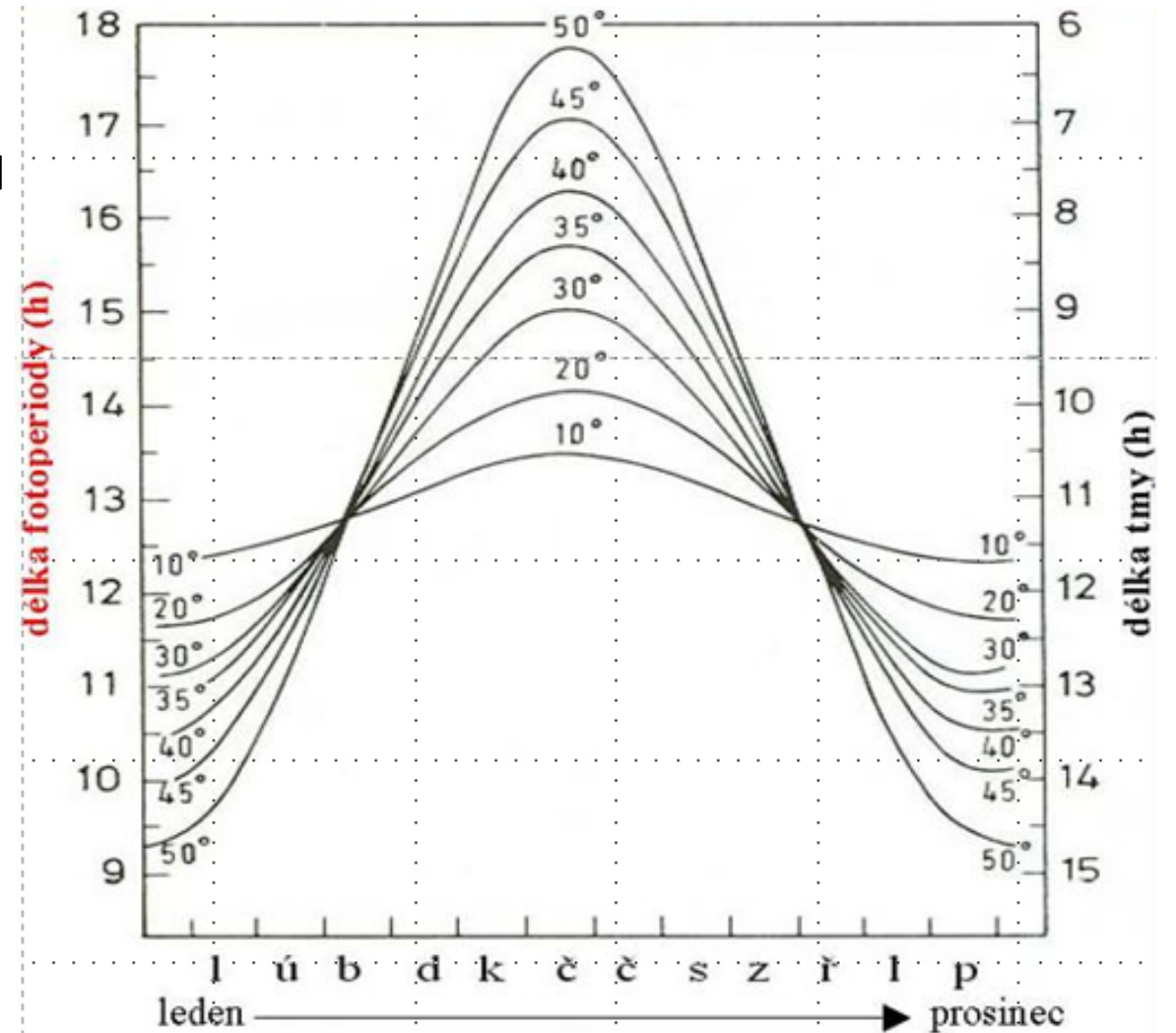
Sezónní dimorfismus Babočky sítkované (*Araschnia levana*)



Závislost zpěvu některých pěvců na **intenzitě světla**

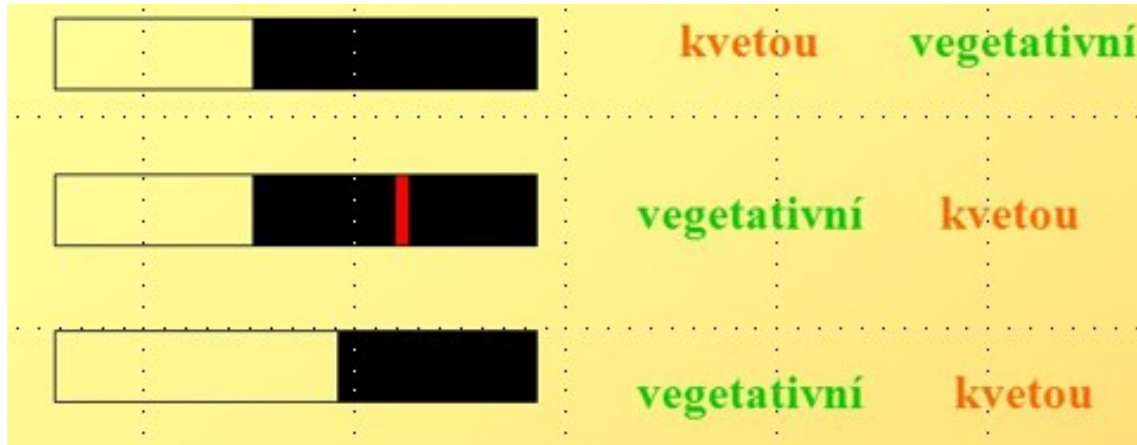
Změny fotoperiody během roku

- **Fotoperiodismus** – evoluční adaptace na sezónní změnu klimatu dle fotoperiody (délka dne)
- **Fotoperioda** – počet hodin světla za 24 hodin (délka dne)
- Fotoperioda má vliv na :
 - Kvetení
 - Dormanci pupenů
 - Tvorba zásobních látek
 - Opad listů

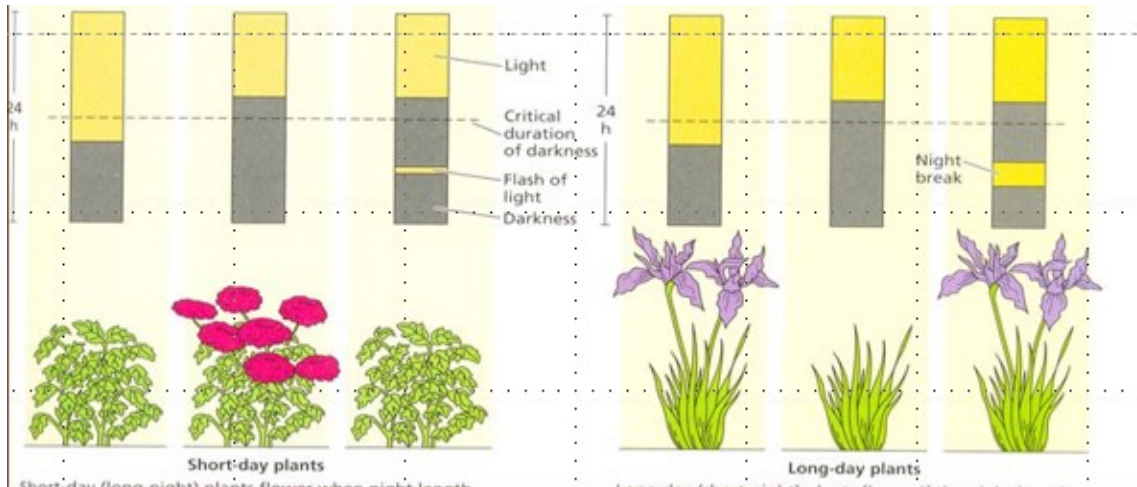


Efekt fotoperiody a přerušení tmy na kvetení fotoperiodicky citlivých rostlin

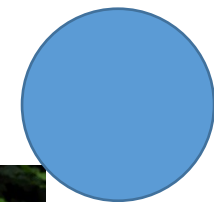
Rostliny: krátkodenní X dlouhodenní



Délka noci (temností fáze je mnohem důležitější než délka dne)



Rostliny dlouhodenňí versus krátkodenňí



Blín černý



Adaptace rostlin
mírného pásma a subtropů

Dormance, klíčení, tvorba
vegetativních rozmnořovacích
orgánů, stárnutí



Svlaček Ipomoea



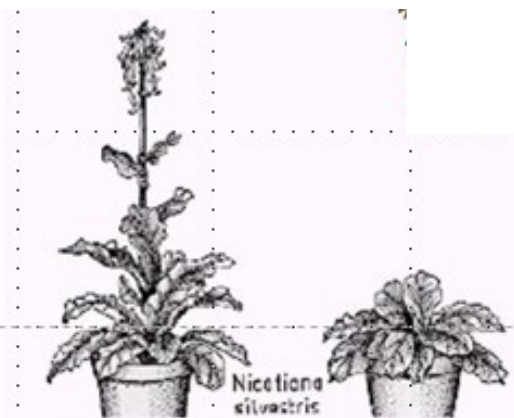
dlouhý den krátký den

Obr. 12-3. Dlouhodenňí rostlina *Hyoscyamus niger* z dlouhého dne s prodlouženými internodiemi a založenými květy v úžlabích horních listů; srovnání s vegetativní růžicí listů.

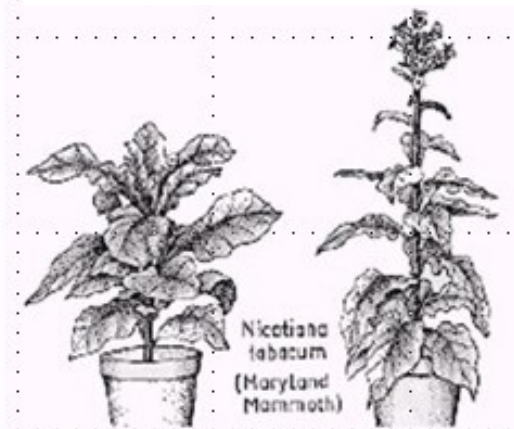


krátký den dlouhý den

Obr. 12-4. Krátkodenňí rostlina *Pharbitis nil* vystavena jednomu krátkému dni ve fázi děložních listů kvete, kdežto kontrola z dlouhého dne roste jako vegetativní.



dlouhý den krátký den



dlouhý den krátký den

Obr. 12-5. Dlouhodenňí tabák *N. glauca* a krátkodenňí tabák *N. glauca* na dlouhém dni (vlevo) a na krátkém dni (vpravo).

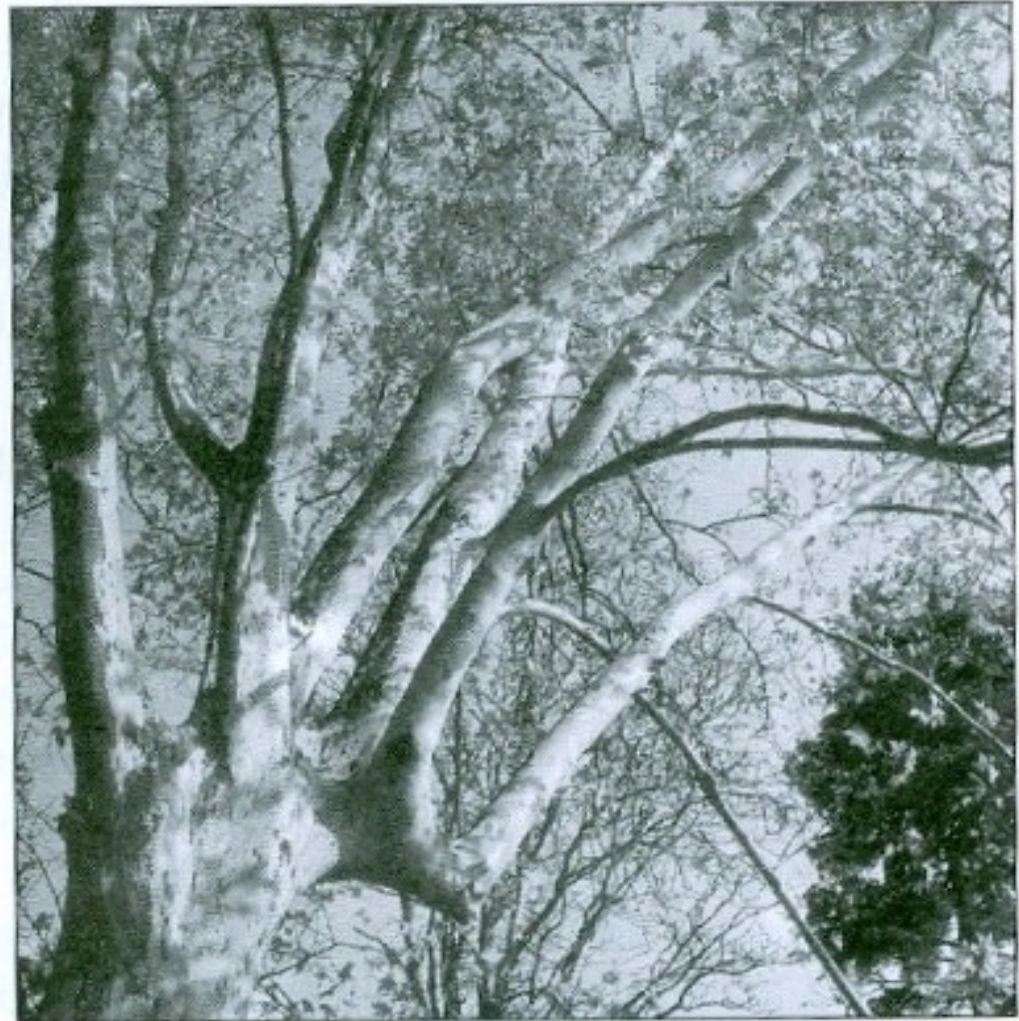


Tabák lesní

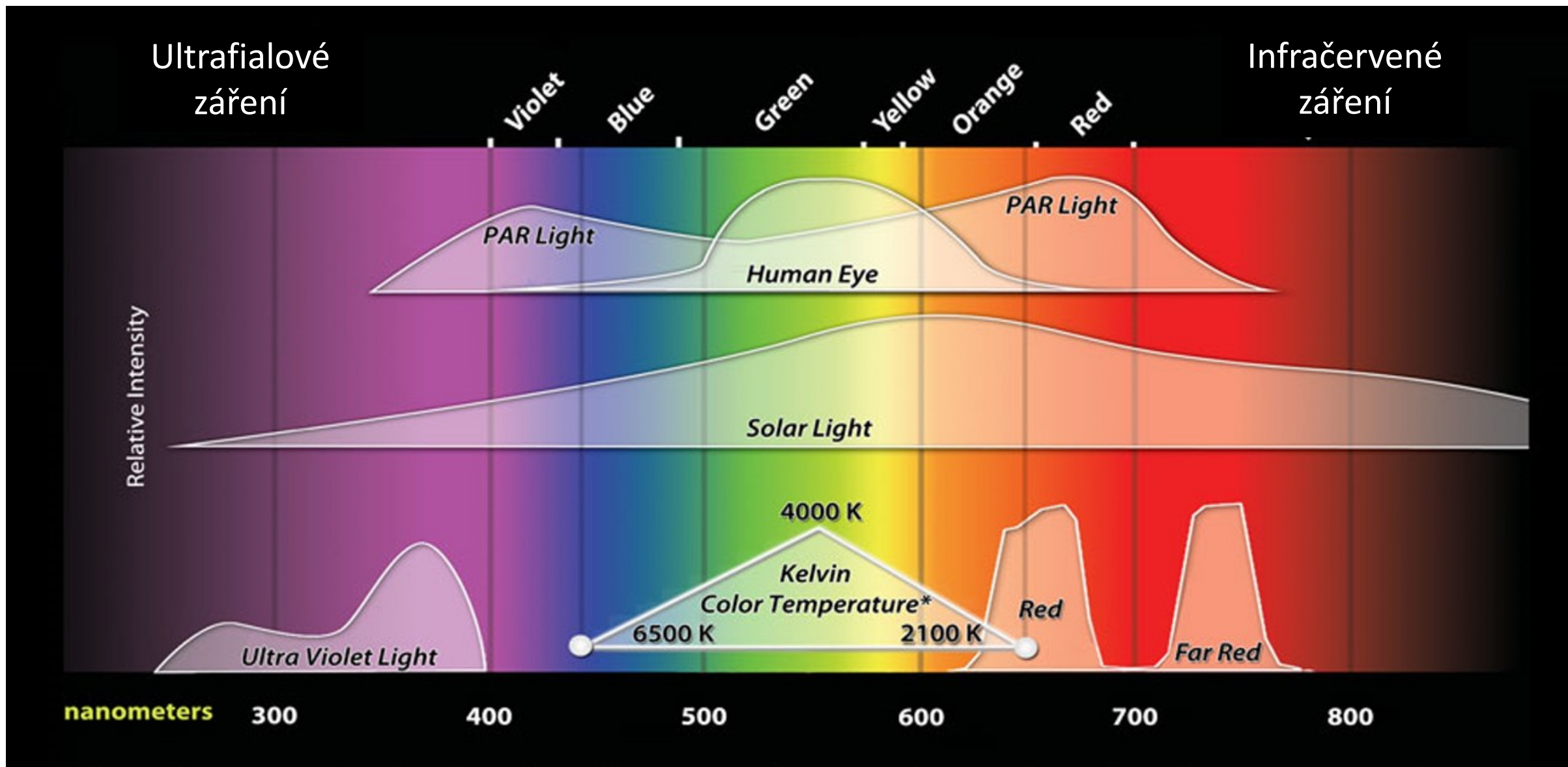


Tabák virginský

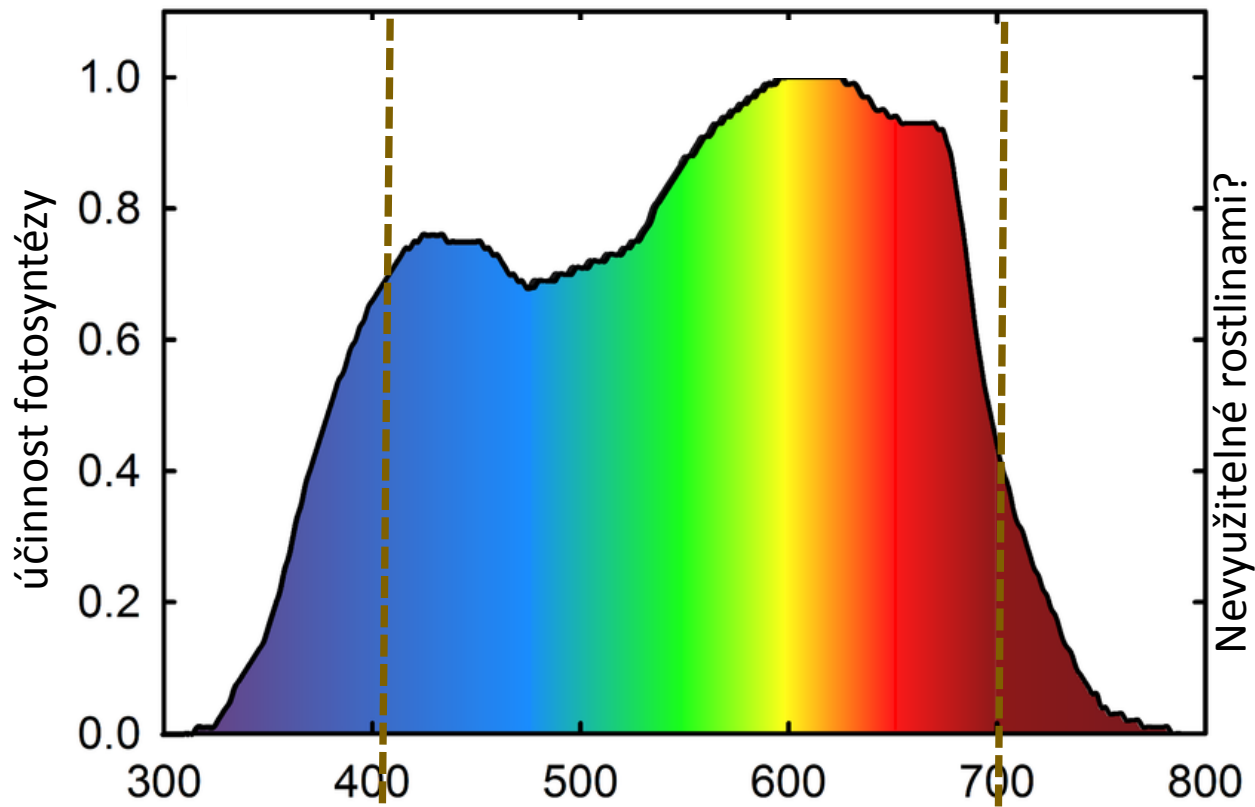
Jinan dvoulaločný (*Ginkgo biloba* – vlevo) a platan javorolistý (*Platanus hispanica*) u nás dobře prospívají, ale nejsou schopny rozmnožování.



Jak světlo vnímají rostliny ?



Teoretická účinnost fotosyntézy (kdyby každá rostlina využívala všechna barviva)

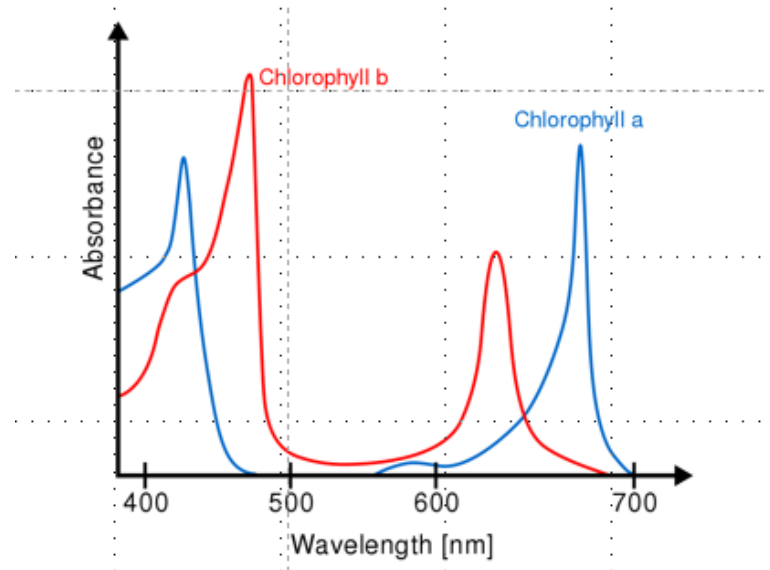
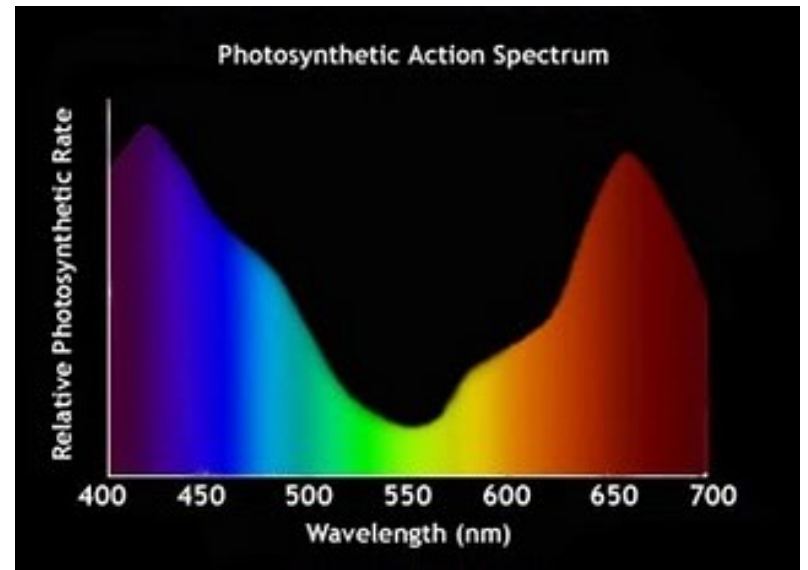


Ultrafialové záření
(3-400 nm)

Viditelné
= fotosynteticky aktivní
FAR / PAR
(ca 400-700 nm)

Infračervené = tepelné
(760 nm – 400 um)

Reálná účinnost u většiny rostlin



Akční spektrum je graf míry biologické účinnosti vyneseny proti vlnové délce světla. Souvisí s absorpčním spektrem v mnoha systémech. Matematicky popisuje převrácené množství světla potřebné k vyvolání konstantní odezvy.

Ultrafialové záření

Umožňuje **vznik vitamínu D**, ale **pro terestrické organismy je škodlivé** ! Adaptace na UV záření jsou staré a do značné míry šlo o jednoho z **hlavních hybatelů evoluce**. Na jeho současný nárůst kvůli ztenčení ozonové vrstvy už ale v řadě případů stávající **adaptace nestačí a vznikají mutace a nádory**.

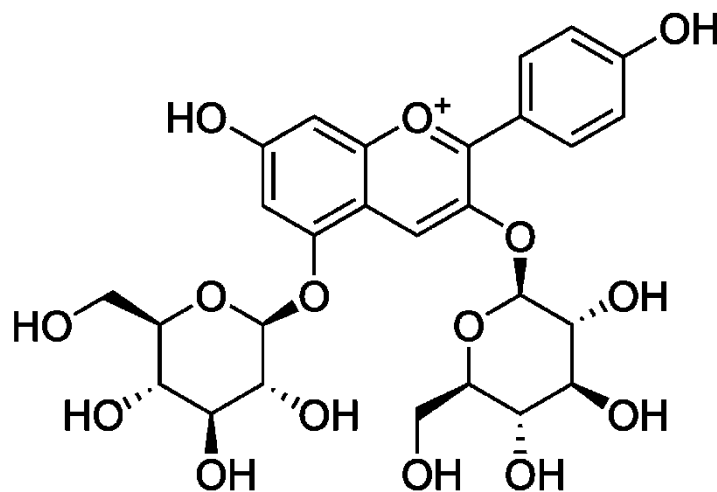
Přirozeně je zvýšené množství UV záření horách a v polárních (arktických) oblastech, kde jsou taky adaptace na UV záření nejvýraznější. Jde hlavně o:

- **ochlupení** (u rostlin i živočichů)
- **barviva**, která absorbují UV záření (u rostlin **anthokyany**, u živočichů **kožní a oční barviva**)



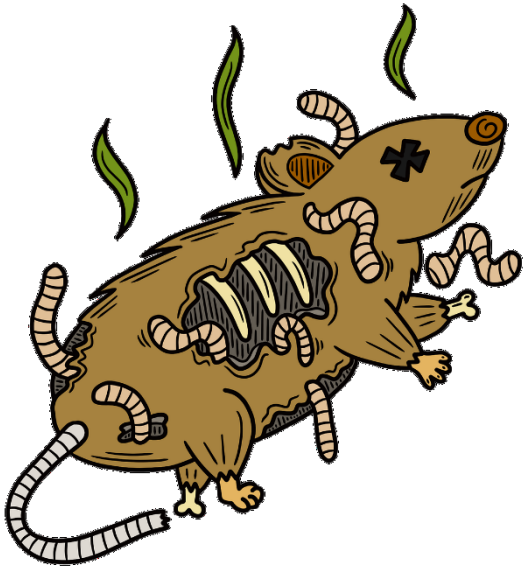
Antokyany

Antokyany mají značné rozšíření v přírodě. Zbarvují např. modře květy pomněnek, červeně květy máků či růží, dále jsou obsaženy v mnohých plodech (ptačí zob, ...)

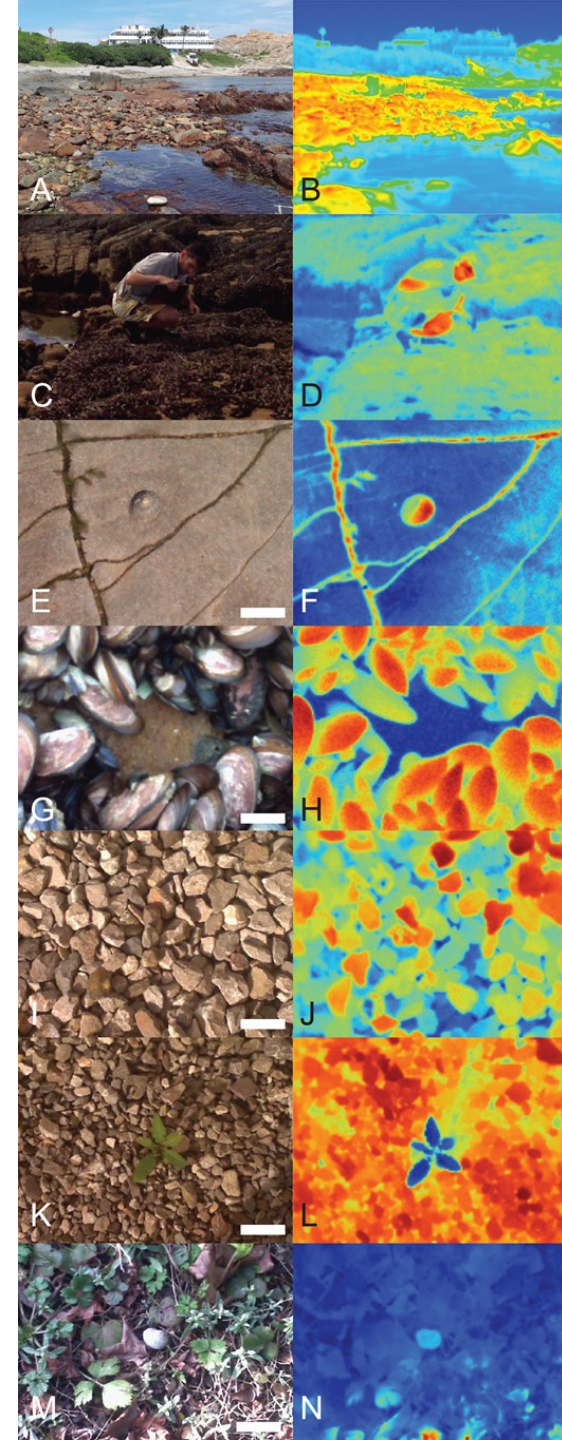


Infračervené (tepelné) záření

Zdrojem je **Slunce**, ale i **geotermální teplo**, **antropogenní teplo**, **živočišné teplo** a **teplo** vznikající při rozkladu (**dekompozici**) organické hmoty.



Teplo vyzařuje i z objektů, moderními metodami je lze snímat (infráčervené kamery) a využívat v ekologii pro měření teplotních podmínek a to jak na velké škále (metody **dálkového průzkumu Země**) i na malé škále (**mikrostanovištní heterogenita**).

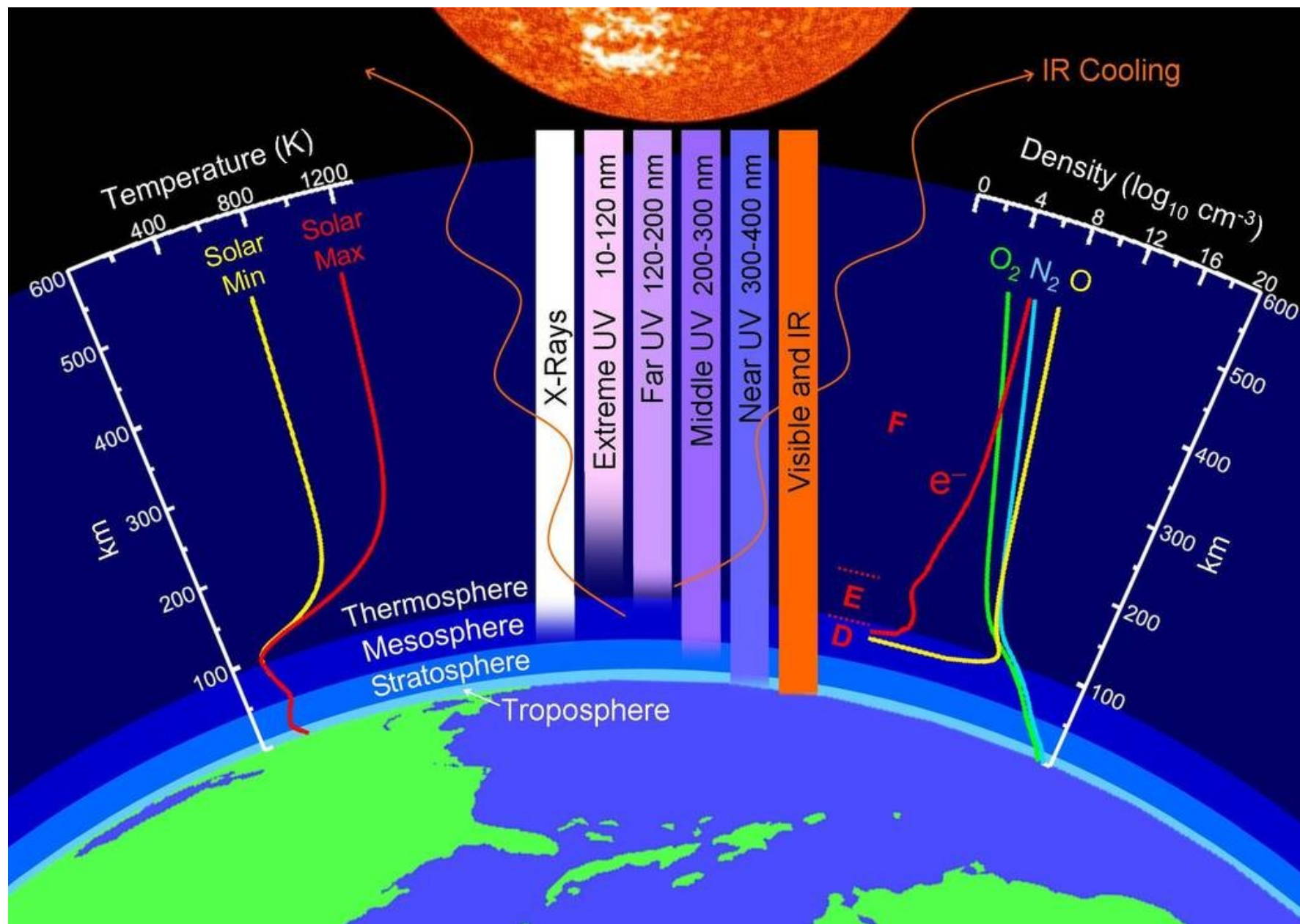


Obrázek:
Seuront et
al. 2018
J Moll Stud

Jaké jsou zdroje tepelné energie na Zemi ?

- **Sluneční záření**
- **Geotermální teplo**
- **Antropogenní teplo**
- **Živočišné teplo**
- **Teplo vznikající při dekompozici**

Sluneční záření – viz předchozí přednášky

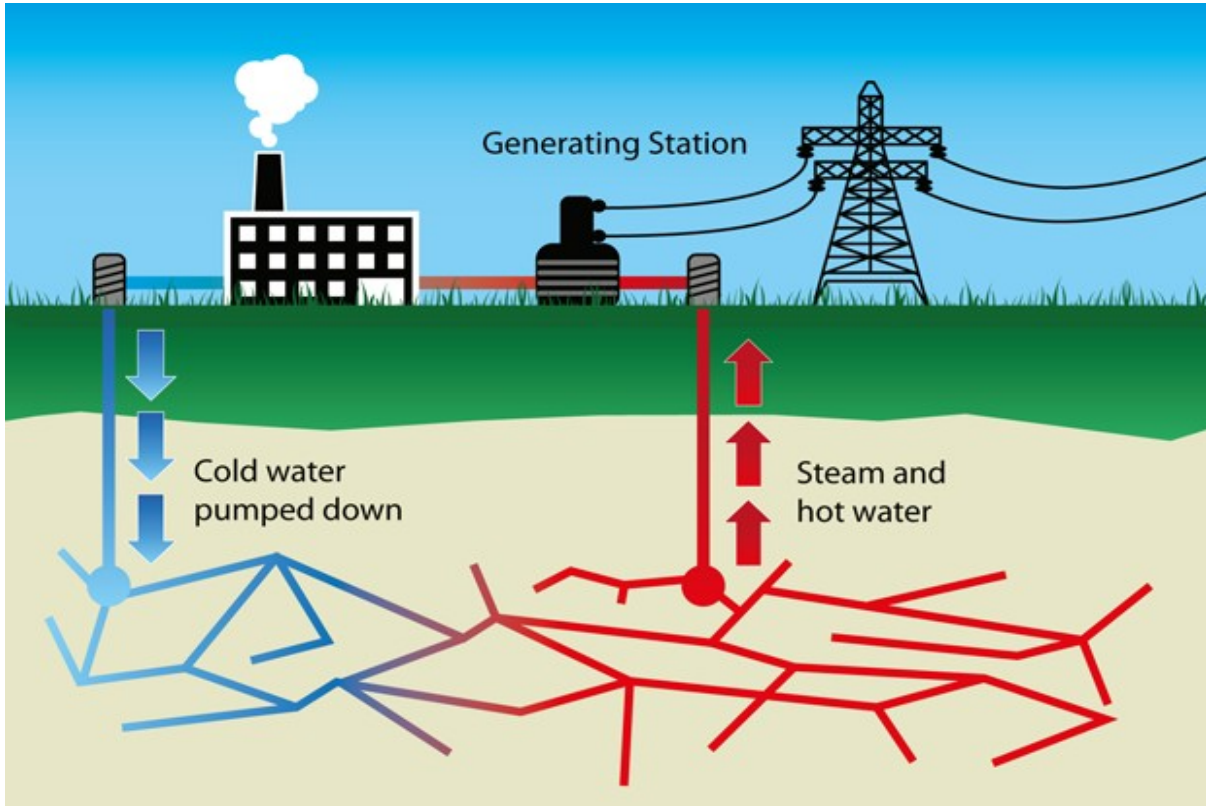


Geotermální energie

Geotermální energie je tepelná energie **extrahovaná ze zemské kůry**.
Kombinuje energii z **formování planety** a z **radioaktivního rozpadu**.
Geotermální energie byla po tisíciletí využívána jako zdroj tepla a/nebo elektrické energie.



Geotermální energie



Antropogenní energie

Antropogenní emise pollutantů, jako jsou **skleníkové plyny a aerosoly významně a rychle mění funkce ekosystémů**. Emise skleníkových plynů mají velký význam jako **příčina antropogenní změny klimatu**.

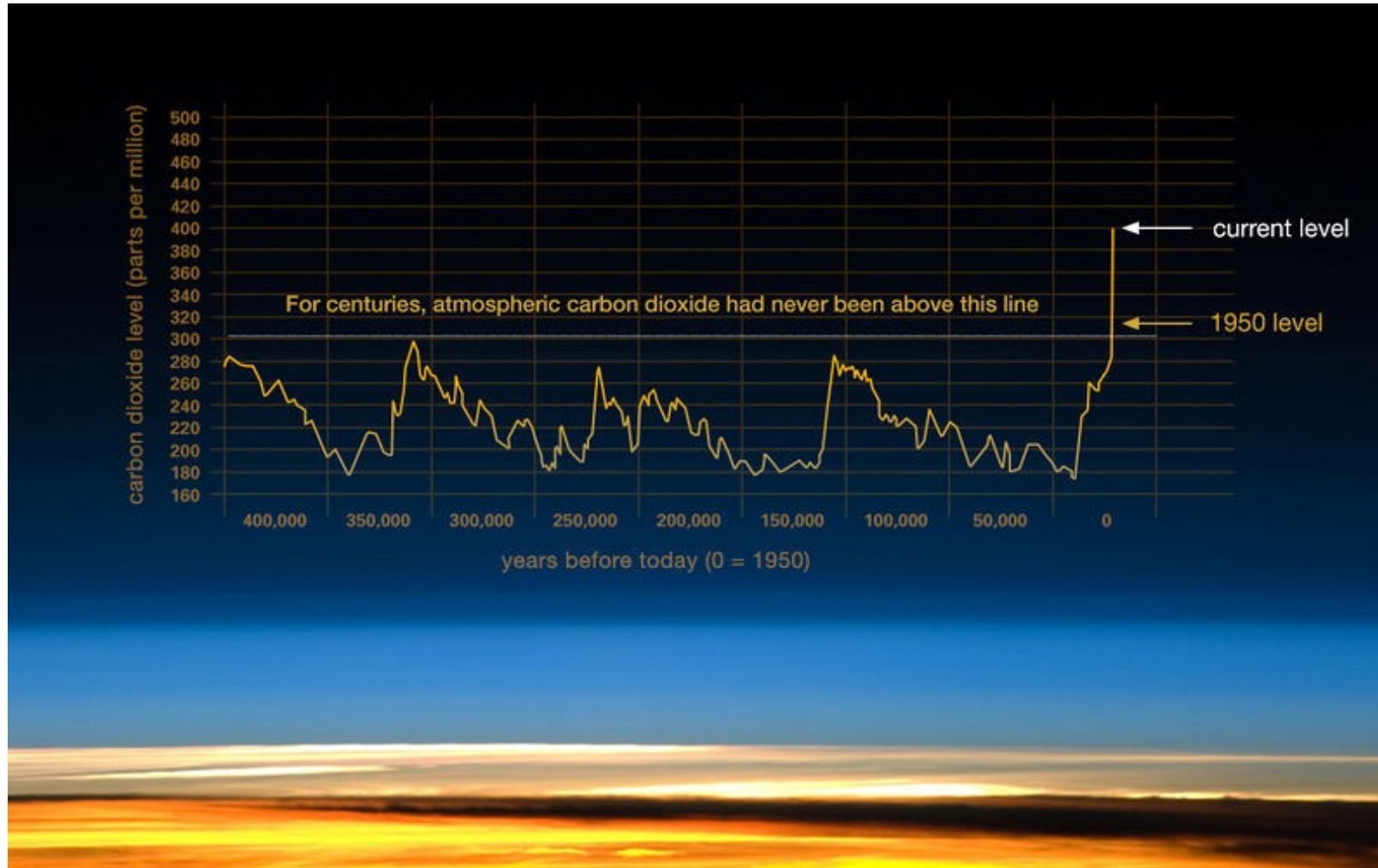
Na životní prostředí však mají vliv všechny zdroje a druhy energie.

Antropogenní znečištění vzniká **v důsledku odlesňování, spalování fosilních paliv, vypouštění z průmyslu, hnojiv a pesticidů** atd.

Hlavní antropogenní znečišťující látky přítomné v ovzduší vznikají při **spalování fosilních paliv. Jsou to především tyto tři hlavní antropogenní zdroje** plynných látek znečišťujících ovzduší:

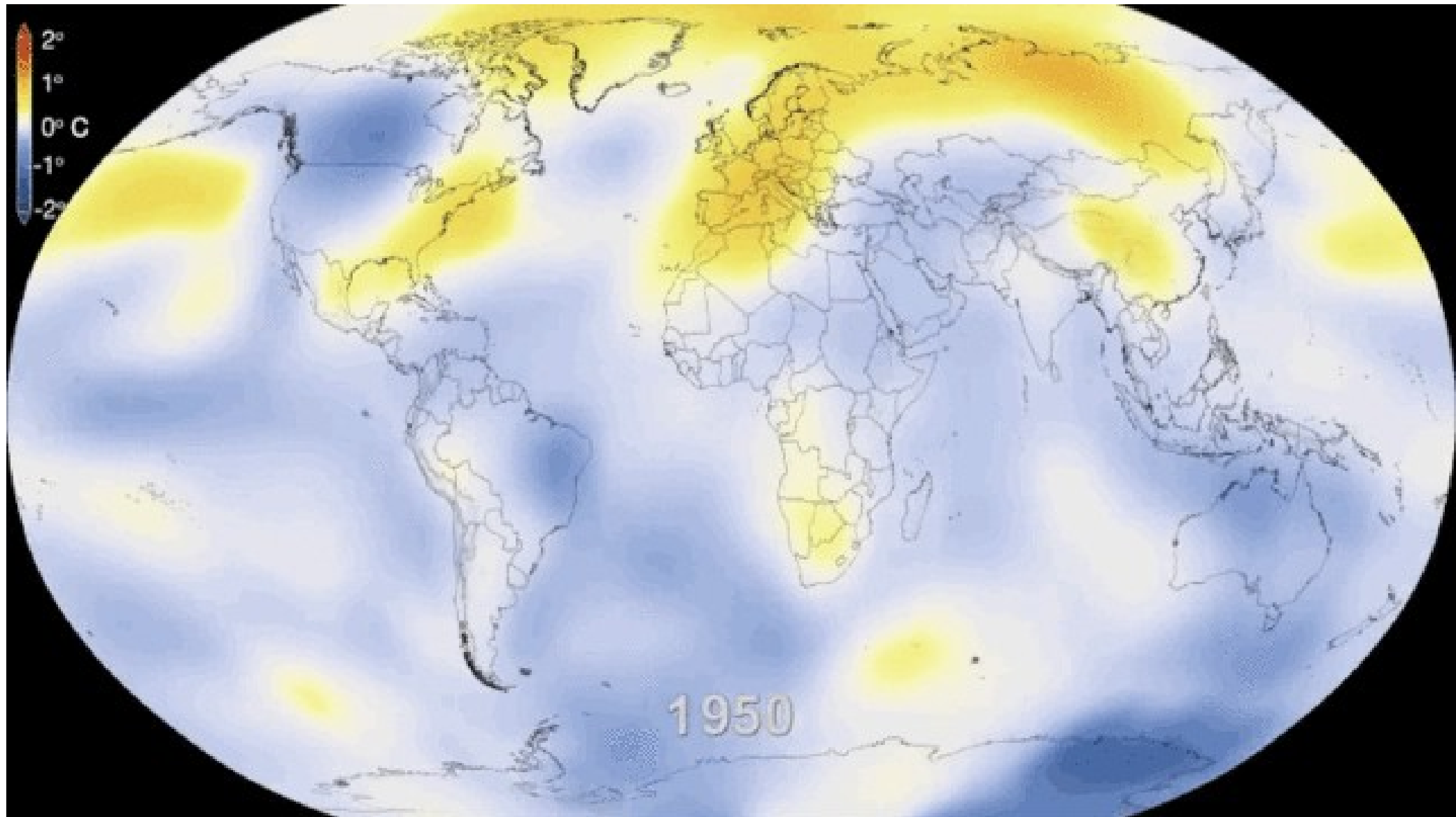
- výroba energie
- průmysl
- doprava.

Antropogenní změna klimatu



Hladiny oxidu uhličitého za posledních 400 000 let zůstaly pod 300 ppm a od 50. let 20. století do současnosti raketově vzrostly. Před průmyslovou revolucí se klima dost změnilo. Tyto změny byly ale přirozené, současná změna klimatu je z velké části antropogenní !

Šedesát let globálního oteplování



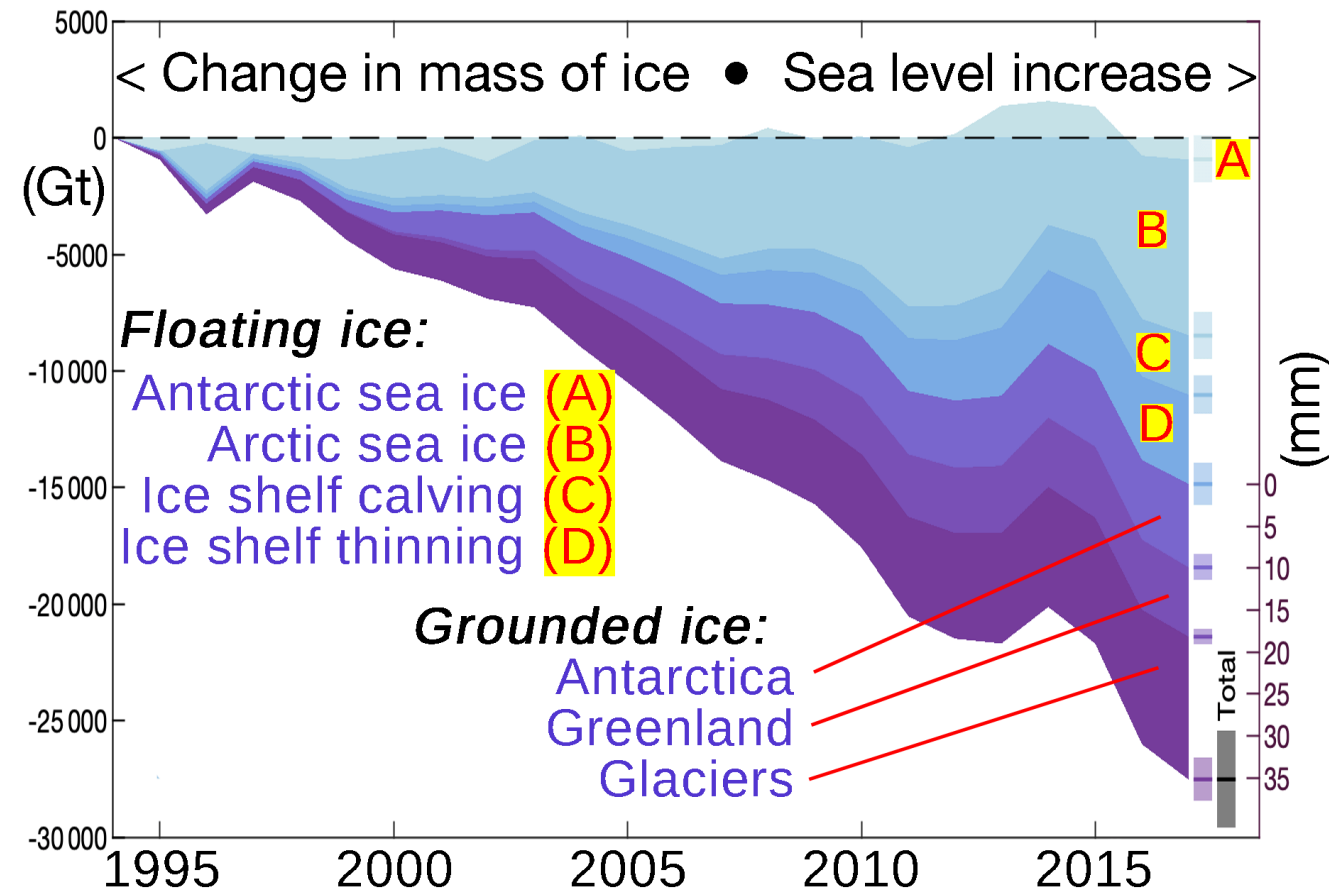
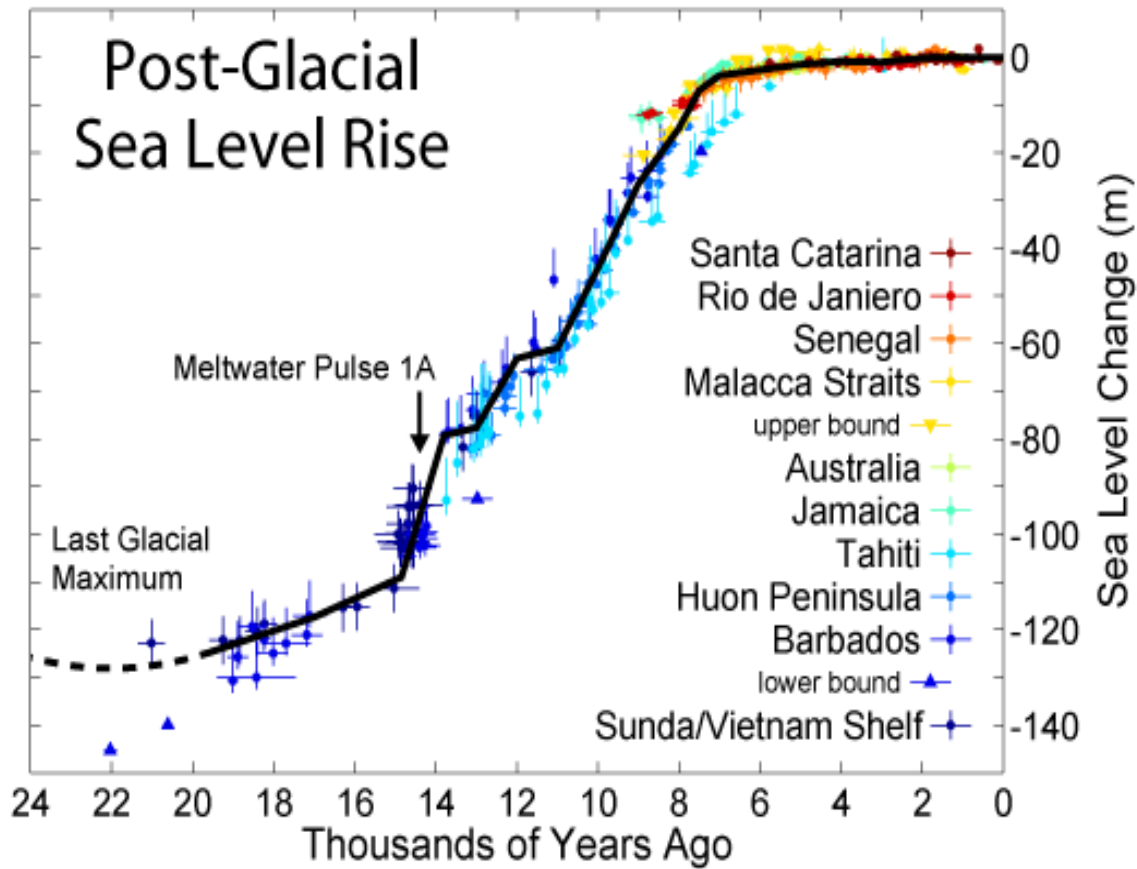
Další důkazy o antropogenní změně klimatu

Znatelné důkazy o antropogenní změně klimatu jsou:

**celkové zvýšení hladiny moří,
nárůst teploty atmosféry
tání ledových příkrovů a ledovců,
zvýšené extrémní události, jako jsou např. hurikány,
okyselování oceánů**

Oceány přirozeně stoupají s táním ledovců a sněhové pokrývky, ale ve srovnání s minulým stoletím se tempo vzestupu v posledním desetiletí blíží dvojnásobku !

Vzestup hladiny moří a oceánů a tání ledovců

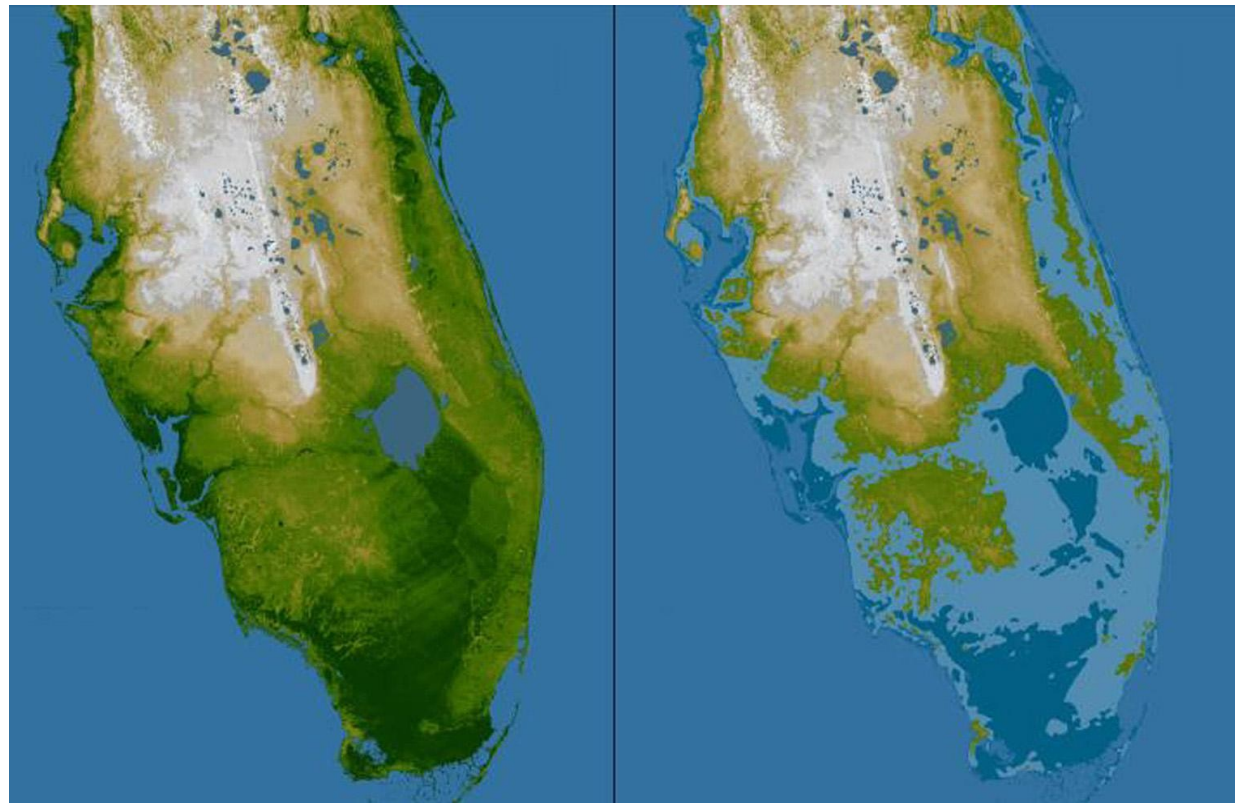


Vzestup hladiny moří



Měření přílivu ukazují, že současný globální **vzestup mořské hladiny začal v polovině 19. století**. Současná data ukazují, že i teplota povrchu oceánu mohla začít růst této době. Vzestupem hladiny oceánů se myslí **eustatická změna** – globální růst průměrné hladiny moří **v důsledku změn celkového objemu vody v oceánech**.

Prognóza vzestupu hladiny moří



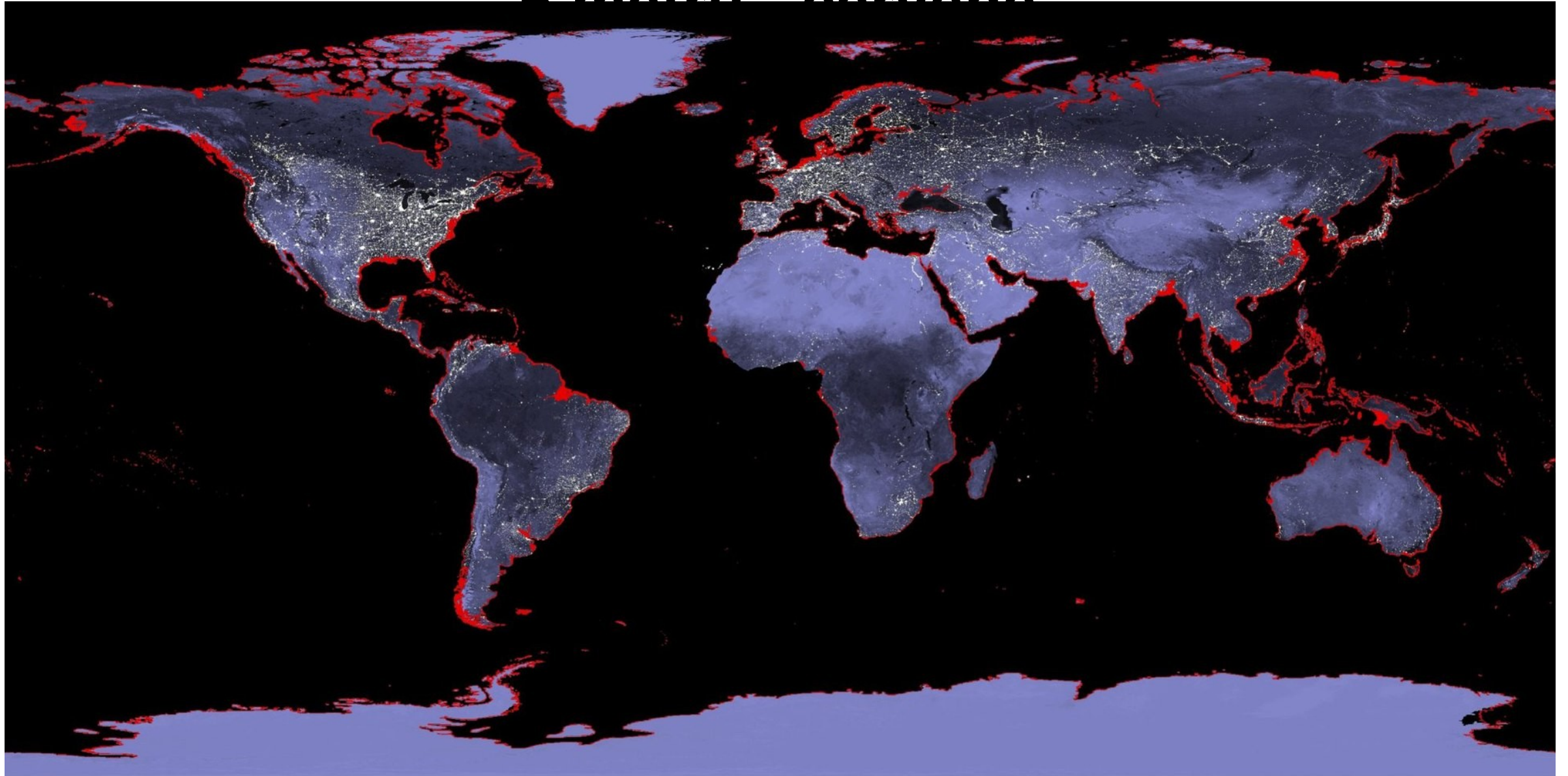
Florida, USA



Maldivy



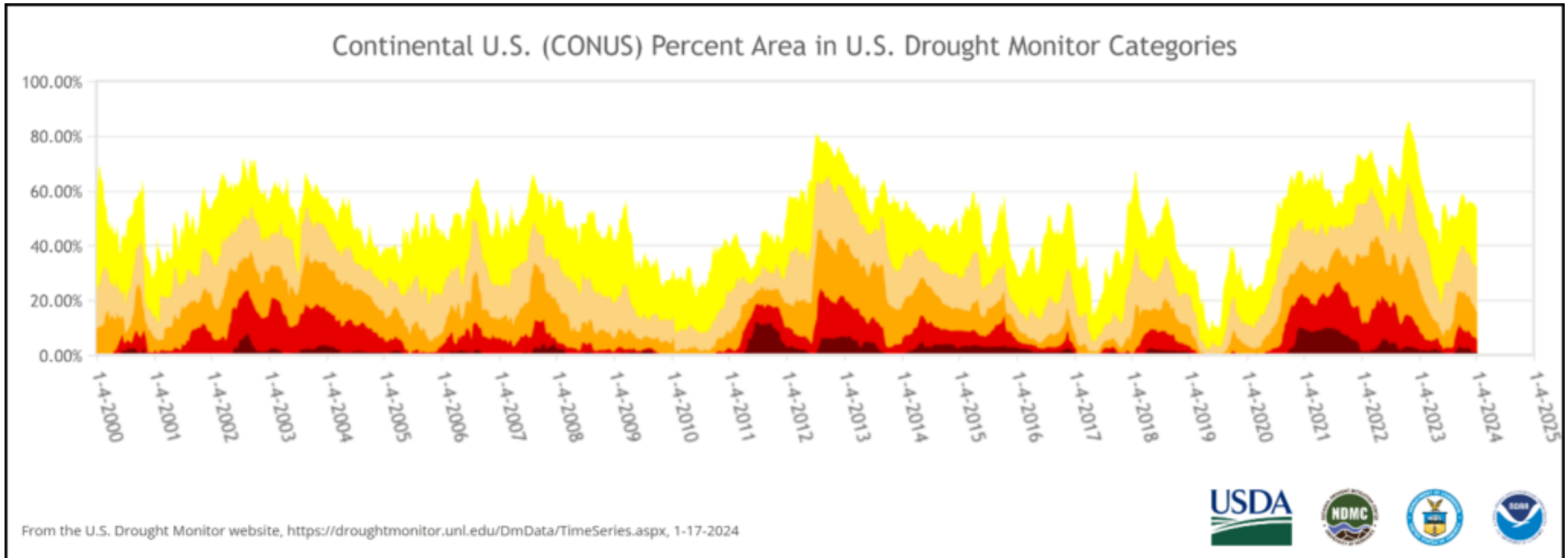
Mapa Zeme s dlouhodobým vzestupem hladiny moře o 6 metrů – červeně



Změna klimatu - vzestup extrémních událostí (příklad USA)

- Dlouhotrvající sucho
- Extrémní horko
- Extrémní zima
- Přívalové povodně
- Tropické cyklony
- Silné bouře
- Vzestup hladiny moře

Dlouhotrvající sucho

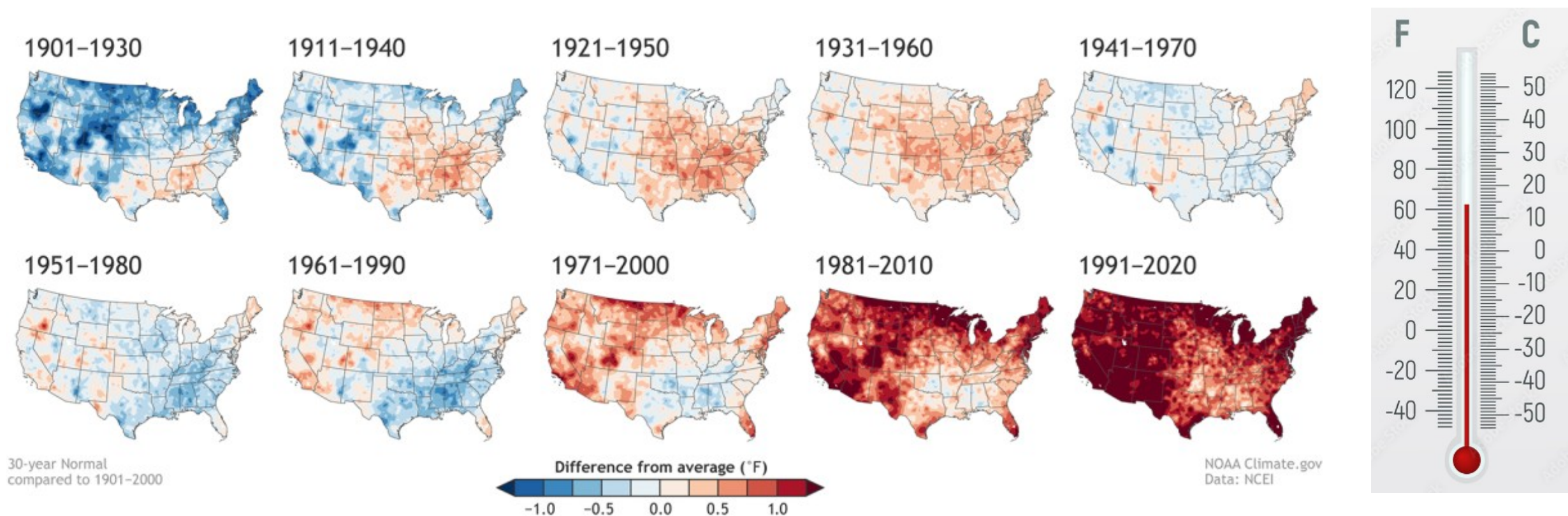


- Pokud vzorec počasí, který má za následek deficit srážek, **trvá několik týdnů nebo měsíců**, je považován za **krátkodobé nebo bleskové sucho**.
- Pokud deficit vzorce a srážek **trvá déle než šest měsíců**, je obvykle považován za **dlouhodobé sucho**.

Rozlišujeme čtyři druhy sucha

- **Meteorologické sucho** nastává, když v oblasti převládá suché počasí, které může **rychle začít a skončit**.
- **Hydrologické sucho** nastává, když se projeví **nízká zásoba vody, zejména v tocích, nádržích a hladinách podzemních vod**, obvykle po mnoha měsících meteorologického sucha. Z toho je těžší se vzpamatovat než z meteorologického sucha.
- **Zemědělské sucho** nastává, když jsou plodiny ovlivněny dešťovými srážkami nebo **nedostatkem vody v půdě, sníženou podzemní vodou** nebo nižšími hladinami nádrží potřebnými pro zavlažování.
- **Socioekonomické sucho** dává do souvislosti **nabídku a poptávku po různých komoditách se suchem** (např. ovoce, zelenina, obiloviny, maso atd.).

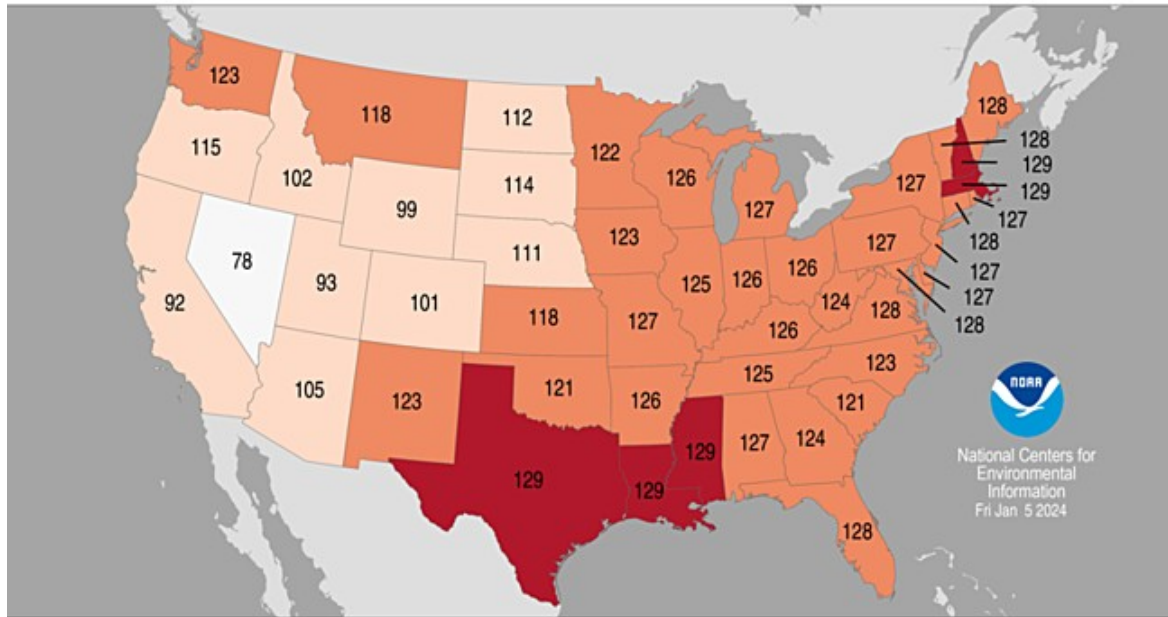
Extrémní horko



Všech 10 nejteplejších let od roku 1850 nastalo od roku 2013. V roce 2023 byla průměrná roční teplota v USA 54,4°F, což je o 2,4°F nad průměrem 20. století, což z roku 2023 učinilo pátý nejteplejší rok ve 129letém záznamu pro zemi jako celek. V roce 2023 bylo rekordními vedry zasaženo přibližně 65 milionů lidí a 35 států zažilo 10 nejteplejších roků pro daný stát.

Analýza teploty a srážek (příklad USA)

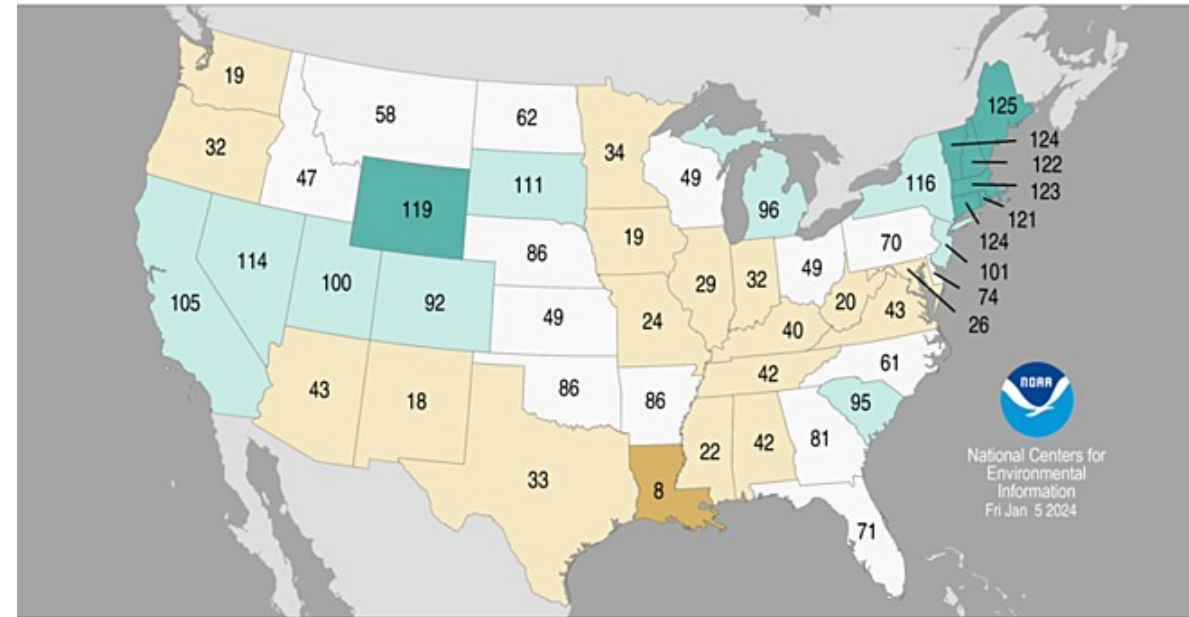
Statewide Average Temperature Ranks
January - December 2023
Period: 1895-2023



Průměr

Mapa národního hodnocení průměrných teplot 2023

Statewide Precipitation Ranks
January - December 2023
Period: 1895-2023

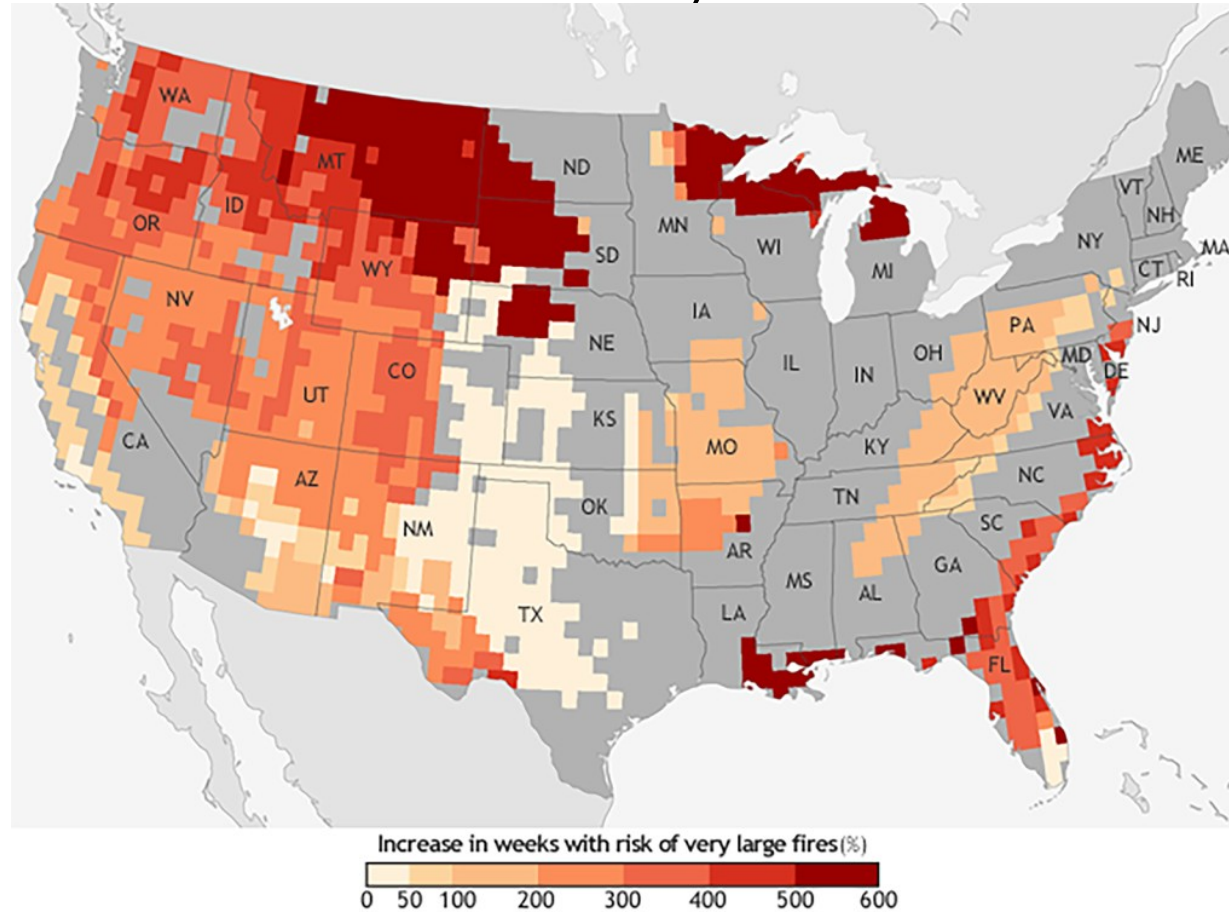


Průměr

Mapa národního hodnocení srážek 2023

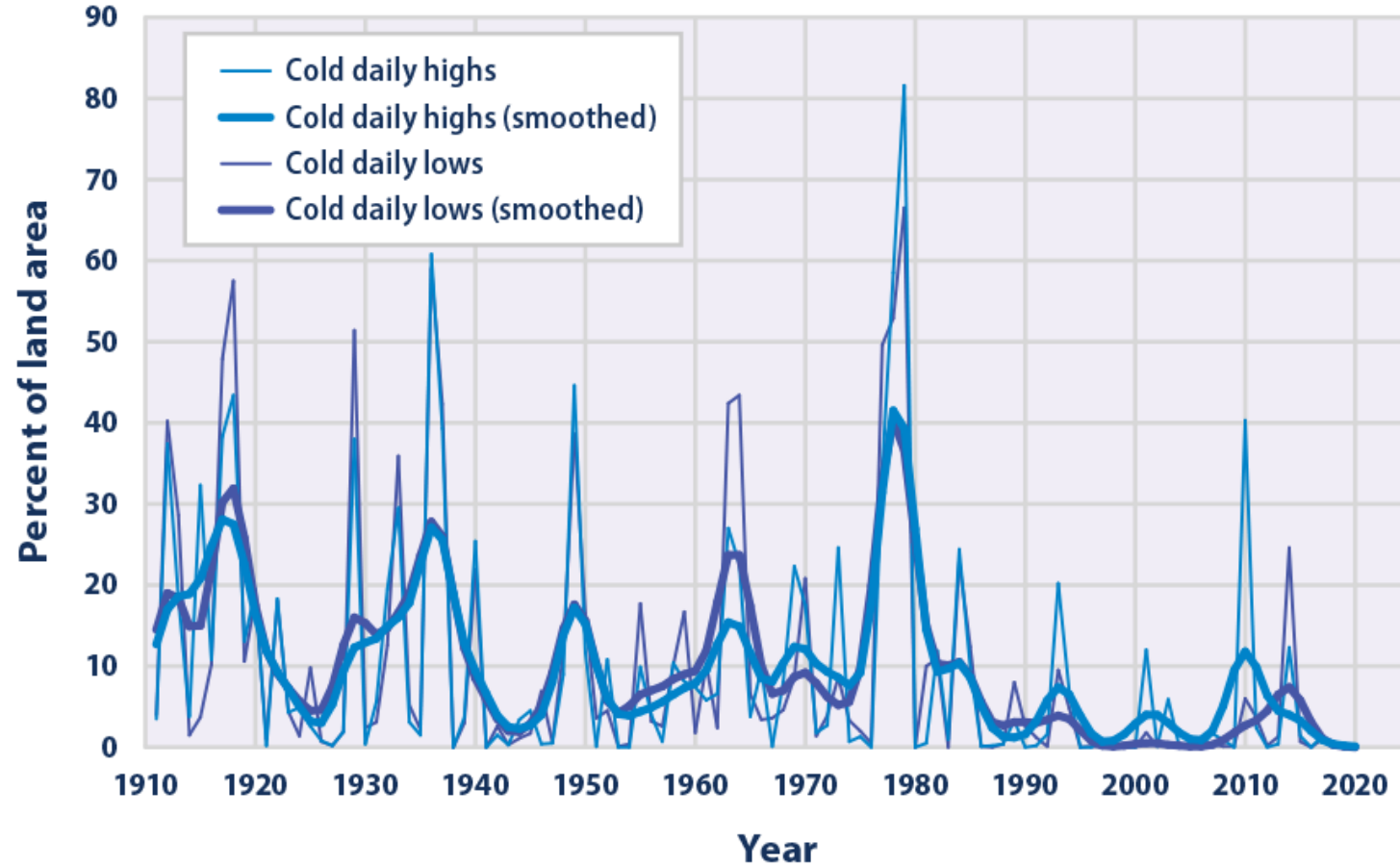
Předpokládaný nárůst počtu velkých požárů

(Do poloviny století (2021-2070) ve srovnání s nedávnou minulostí (1971-2000))



- **Přírodně se vyskytující požáry** jsou nejčastěji způsobeny bleskem. V závislosti na okolnostech dochází také k požárům sopečných ložisek, meteorů a uhelných slojí.
- **Požáry způsobené člověkem** mohou být náhodné, úmyslné (žhářství) nebo z nedbalosti.

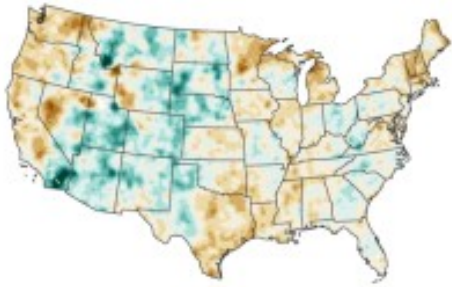
Extrémní zima



Za posledních 40 let způsobily velké mrazy a **zimní bouře katastrofy za 30 miliard dolarů** v celkové výši přes 120 miliard dolarů. Navzdory celkovým trendům oteplování na celém světě mohou výkyvy extrémních teplotních změn vést k většímu množství srážek dostupných pro velké zimní povětrnostní události a mohou vést k "silnějším úderům,, zimy.

Přivalové povodně

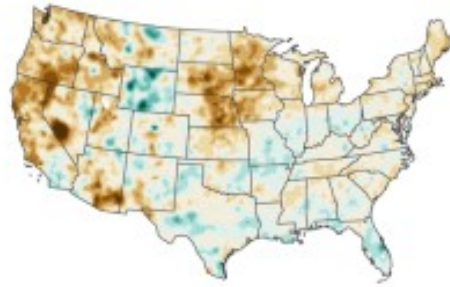
1901–1930



1911–1940



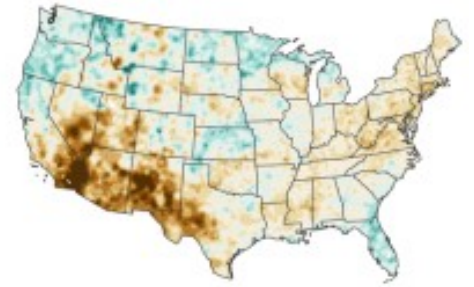
1921–1950



1931–1960



1941–1970



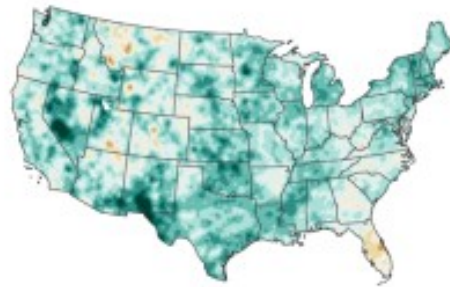
1951–1980



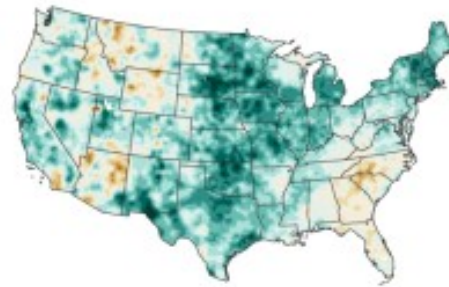
1961–1990



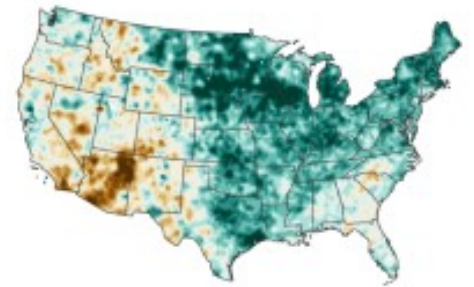
1971–2000



1981–2010



1991–2020



30-year Normal
compared to 1901–2000



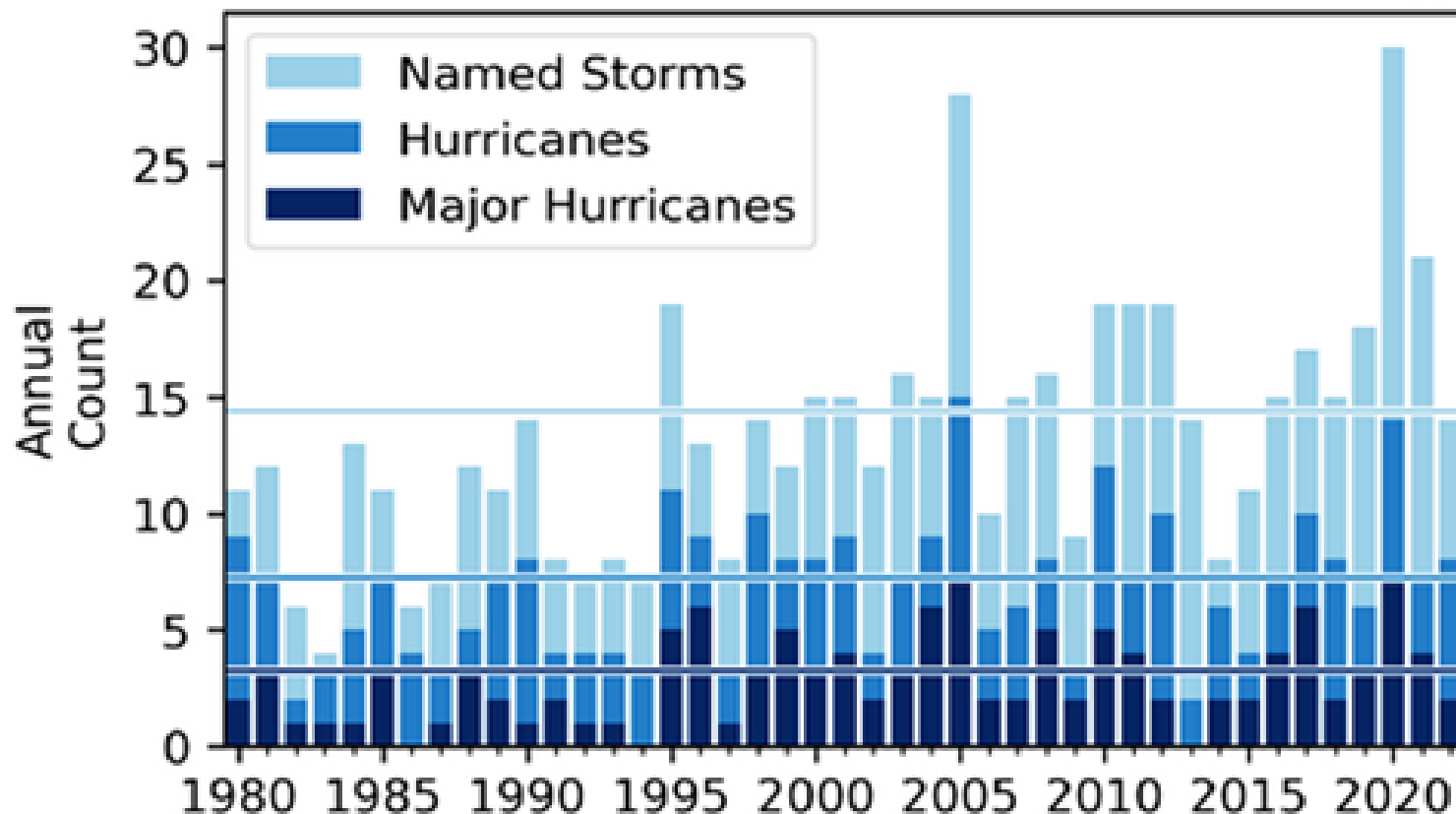
Odchylka od průměru

NOAA Climate.gov
Data: NCEI

Přivalové povodně: vyskytují se v malých a strmých povodích a vodních tocích a mohou být způsobeny krátkodobými intenzivními srážkami, selháním přehrad nebo hrází nebo kolapsem trosek a ledových ucpávek. Většina úmrtí souvisejících s povodněmi v USA je spojena s bleskovými povodněmi.

Tropické cyklóny

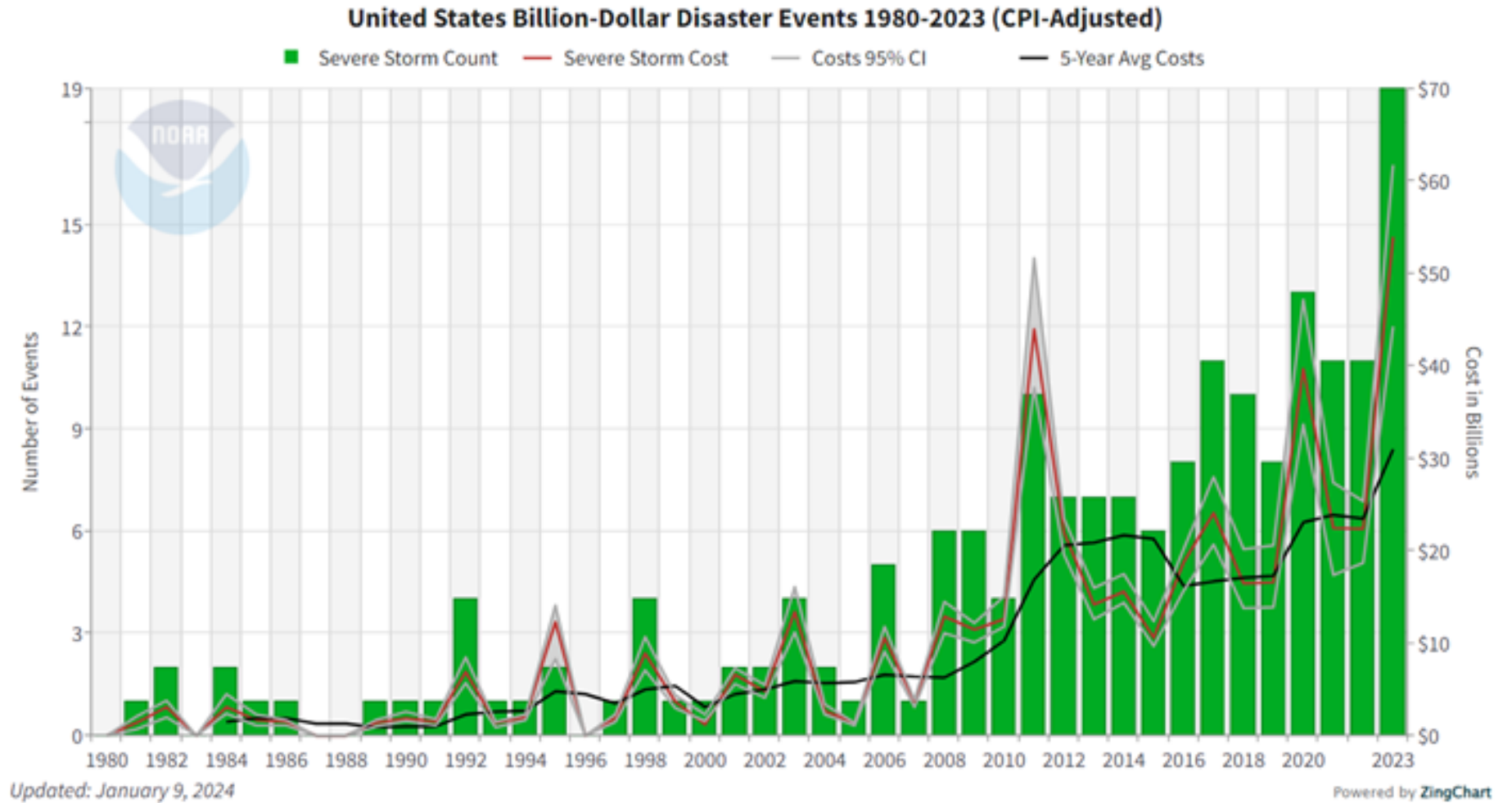
1991-2020 Climatology



Map of 2022 North Atlantic tropical cyclone tracks and annual statistics for the North Atlantic. Horizontal lines represent the 1991-2020 climatology. <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/tropical-cyclones/202213>

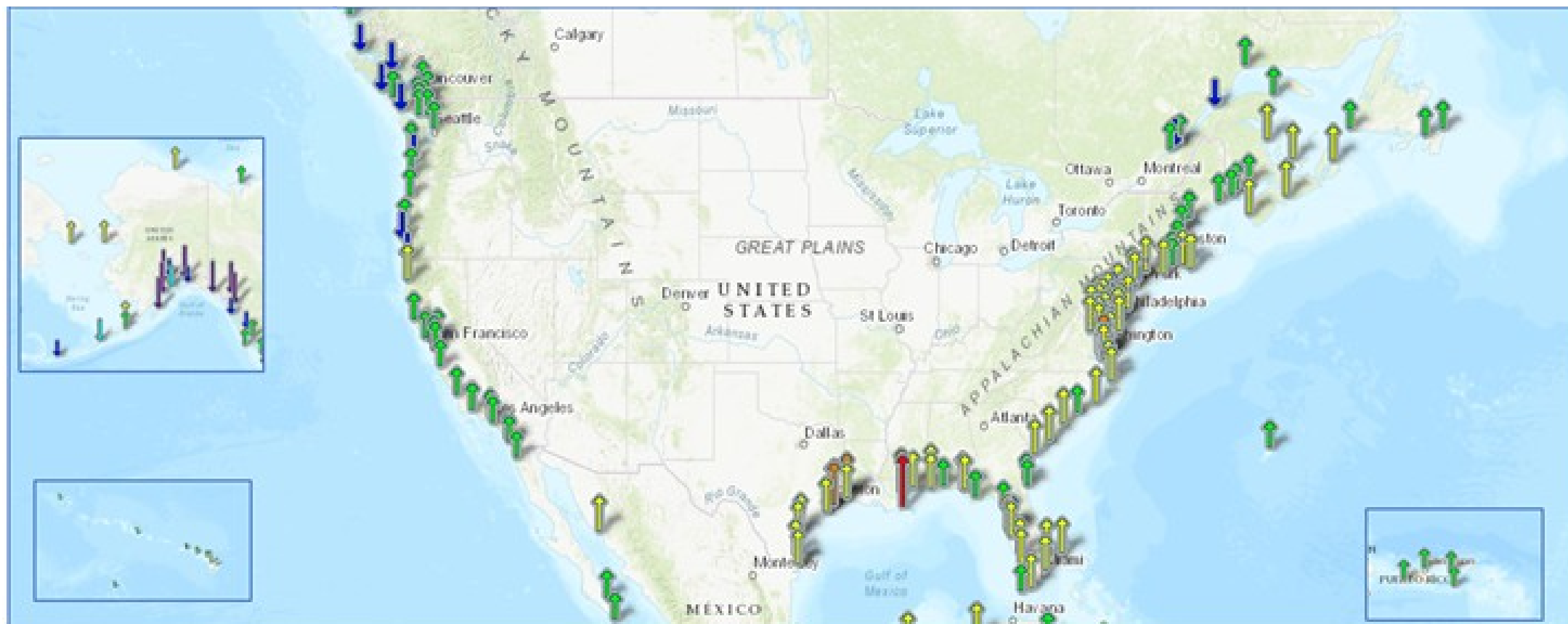
Teplejší oceány produkují více odpařování, což znamená, že v atmosféře je k dispozici více vody ve formě vodní páry a umožňuje více deště. Tento zvýšený déšť uvolňuje více tepla a zesiluje větry kolem jádra cyklóny. Tyto klimaticky zesílené tropické cyklóny způsobily od roku 1980 škody za více než 1 333 miliard dolarů.

Silné bouře – škody v miliardách dolarů - USA



Od roku 1980 bylo zaznamenáno 186 silných bouří, které způsobily škody ve výši nejméně 1 miliardy dolarů, přičemž do roku 2023 dosáhnou celkové výše 455 miliard dolarů. Více než třetina bouřkových událostí se odehrála v posledních pěti letech.

Vzestup hladiny moře



The map above illustrates relative sea level trends, with arrows representing the direction and magnitude of change. Click on an arrow to access additional information about that station.

Relativní trendy – mm/rok (stopa/století)



SEA LEVEL CHANGE
Observations from Space

GLOBAL MEAN SEA LEVEL
↑ 98.2 mm since 1993

OCEAN MASS
↑ 2 ± 0.3 Gt/yr

STERIC HEIGHT
↑ 1.2 ± 0.2 mm/yr

GREENLAND ICE MASS CHANGE
↓ 273 ± 21 Gt/yr

ANTARCTICA ICE MASS CHANGE
↓ 151 ± 39 Gt/yr

Zivočišné teplo - Produkce tepla v organismu

Teplo vzniká v těle především jako **vedlejší efekt metabolických procesů a důsledek svalové práce**. V klidu je více než **polovina (56 %)** tepla produkována **ve vnitřních orgánech**. Na tvorbě tepla se podílí:

- ***průměrný bazální metabolismus všech buněk*** Množství uvolněného tepla takovýmto způsobem lze měřit buď kalorimetricky nebo nepřímo, tedy měřením **spotřeby kyslíku** **podílicího se na uvolnění 95 % energie z přijaté potravy**. Jestliže známe energetický ekvivalent kyslíku u jednotlivých živin, tedy kolik energie se uvolní spotřebou 1 litru kyslíku, můžeme celkovou uvolněnou energii za daný časový úsek vypočítat;
- ***termogenní efekt potravy***;
- ***zvýšený metabolismus*** aktivovaný v důsledku **působení regulačních hormonů**, např. sympatikem, adrenalinem, noradrenalinem, tyroxinem atd. (Tento faktor se projevuje zejména dlouhodobě);
- ***zvýšený metabolismus*** podmíněný **svalovou námahou**, chladovým třesem, trávením;
- ***zvýšený metabolismus*** podmíněný **zvýšenou teplotou buněk v důsledku růstu rychlosti probíhajících chemických reakcí**;
- ***termogeneze v hnědém tuku*** (chemická netřesová termogeneze).

Přibližně **18 % tepla vzniká v klidu ve svalech**. Zbytek tepla je **produkován mozky a ostatními tkáněmi**. V námaze může **podíl svalové práce stoupnout až na 90 %**. Klesne-li teplota lidského těla **pod 35,5 °C**, nastupuje **svalový třes**.

Výdej tepla

Cévní systém přenáší teplo velmi dobře a to je z **nitra těla na periferii** vedeno především touto cestou. **Regulací průtoku krve** podkožními žilními pleteněmi je možné významně **ovlivnit ztráty tepla**. **Kůže, podkoží a tuk** jsou oproti tomu **izolátory** – mají **třetinovou schopnost vést teplo** a před ztrátami organismus chrání. **Velkým úbytkům tepla na periferii zabraňuje** také **protiproudový mechanismus**, kdy teplá tepenná krev tekoucí z nitra na periferii předává teplo chladnější krvi žilní vracející se zpět.

Běžné oblečení sníží ztráty tepla na polovinu, speciální až na jednu šestinu. Mokrý oblečení naopak umožňuje až 20× vyšší ztráty tepla !

Ke ztrátám tepla dochází mechanismy, které dělíme na přímé a nepřímé.

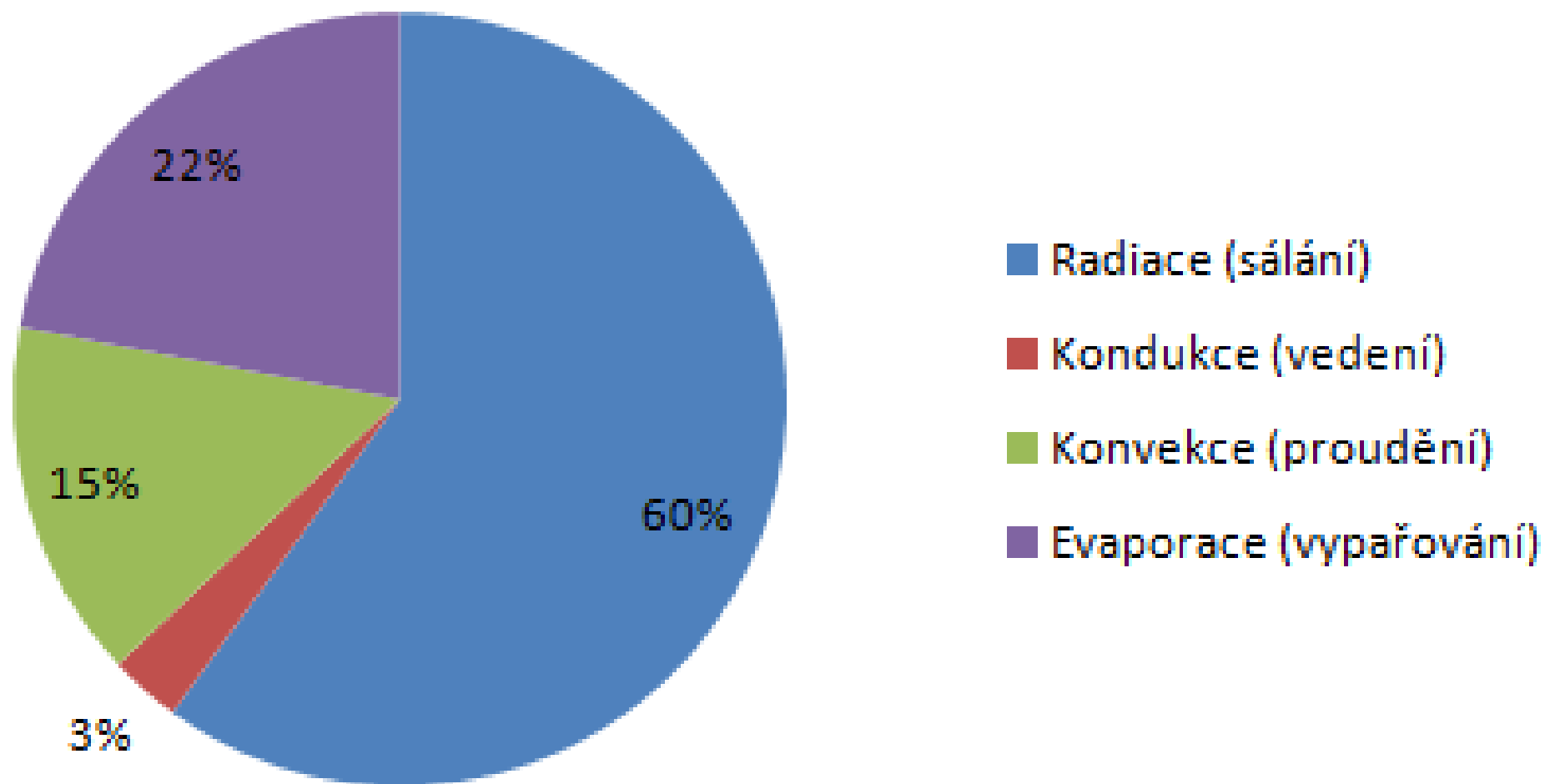
"Přímé ztráty tepla"

- radiace (vyzařování);
- kondukce (vedení);
- konvekce (proudění).

"Nepřímé ztráty tepla"

- odpařování z plic;
- evaporace (pocení), neznatelné/znatelné.

Ztráty tepla nahého člověka



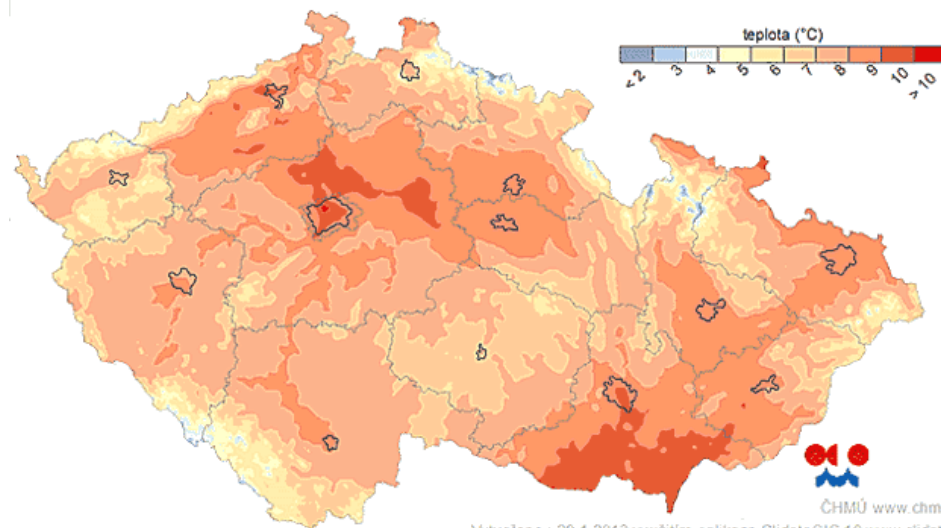
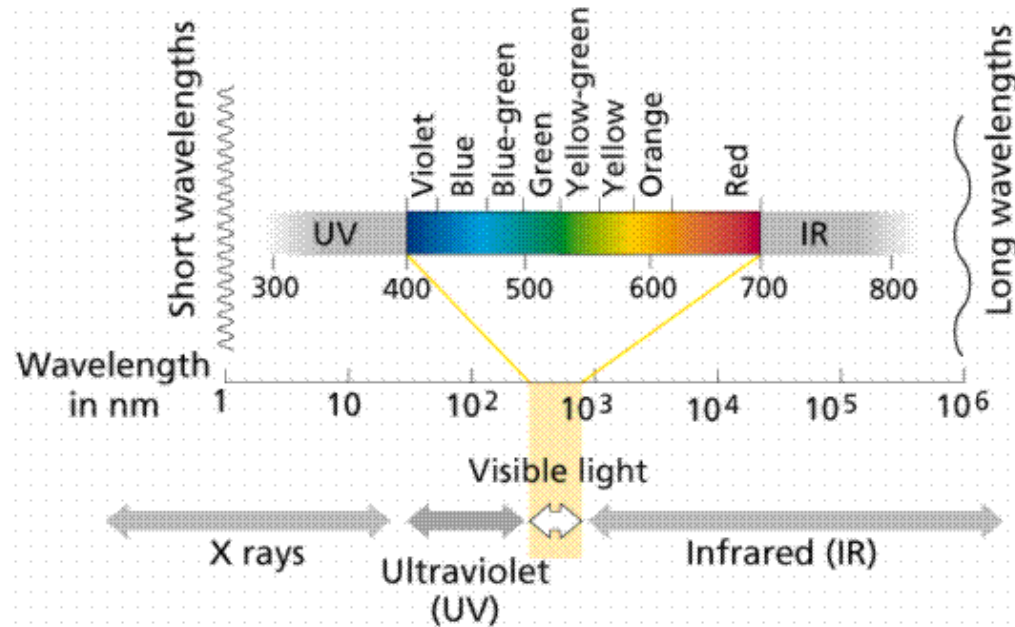
Zdroj: infračervené záření, jen vzácně ostatní zdroje (geotermální teplo, rozklad organické hmoty, antropogenní teplo – například tepelné ostrovy na obrázku).

Význam: Život se na Zemi vyskytuje při takových teplotních podmínkách, kdy mohou **ještě existovat komplexní organické sloučeniny (-270 °C - +150 °C)**. Teploty nad 0 °C alespoň po část roku jsou nezbytné pro život vyšších rostlin a živočichů. **V mrazu většinou neprobíhají základní životní procesy, ničí se buněčné struktury.** Příliš vysoké teploty jsou rovněž letální. **Organizmy eury- a stenotermní.**

TEPLO A ROSTLINY

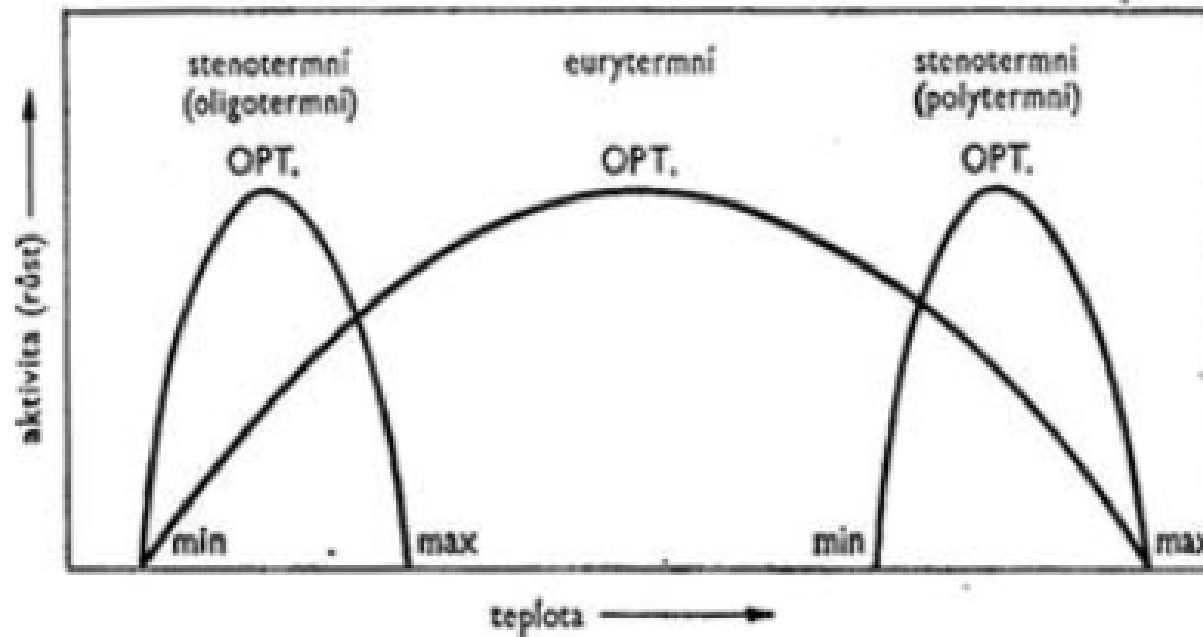
Množství tepla **ovlivňuje u rostlin fotosyntézu, respiraci, transpiraci, růst.** Jednotlivé druhy rostlin se liší **ve své toleranci k teplotě.** Naše rostliny jsou většinou dosti eurytermní, snášející rozsah teplot ca -5 °C až +55 °C, s optimem mezi 20-25 °C.

Teplo a organismy



Rozsah teplotní tolerance rostlin

- Rostliny bez vnitřní regulace teploty. Teplota rostliny často podobná teplotě okolního prostředí.
- Eurytermní – široký rozsah teplot
- Stenotermní – úzký rozsah teplot



Rostliny – adaptace na teplo

Termofyty – teplobytné rostliny, snášejí vysoké teploty. Často jsou adaptované i na nedostatek vody – xerothermofyty (**xerothermní rostliny**). Naše rostliny jsou často subxerothermní.

Psychrofyty – chladnobytné rostliny, snášejí nízké teploty

Kryofyty – rostliny žijící na sněhu (např. řasy).

Xerothermní



Řasy na sněhu



Devaterka poléhavá



Pryskyčník ledovcový



Přeslička rolní



Teplota je spolu s dalšími klimatickými činiteli významným faktorem ovlivňujícím rozšíření rostlin v měřítku Země (viz biomy).

Jednotlivé druhy jsou adaptovány na specifické klimatické podmínky a podle toho vyhledávají i vhodné “mikroklima” na hranici jejich areálu. U nás **kontinentální druhy, oceanické druhy, mediteránní, boreální druhy** ... Listnaté stromy mají větší nároky na teplotu než jehličnaté, **za určitých klimatických podmínek končí výskyt dřevin** (alpínská a zonální tundra).

isoterma ... spojuje na mapě místa se stejnou průměrnou teplotou.

výškový teplotní gradient a vegetační stupňovitost: *doubravy, bučiny, smrčiny, kleč, alpínské bezlesí*



Rozšíření tajgy kopíruje teplotní izotermy.

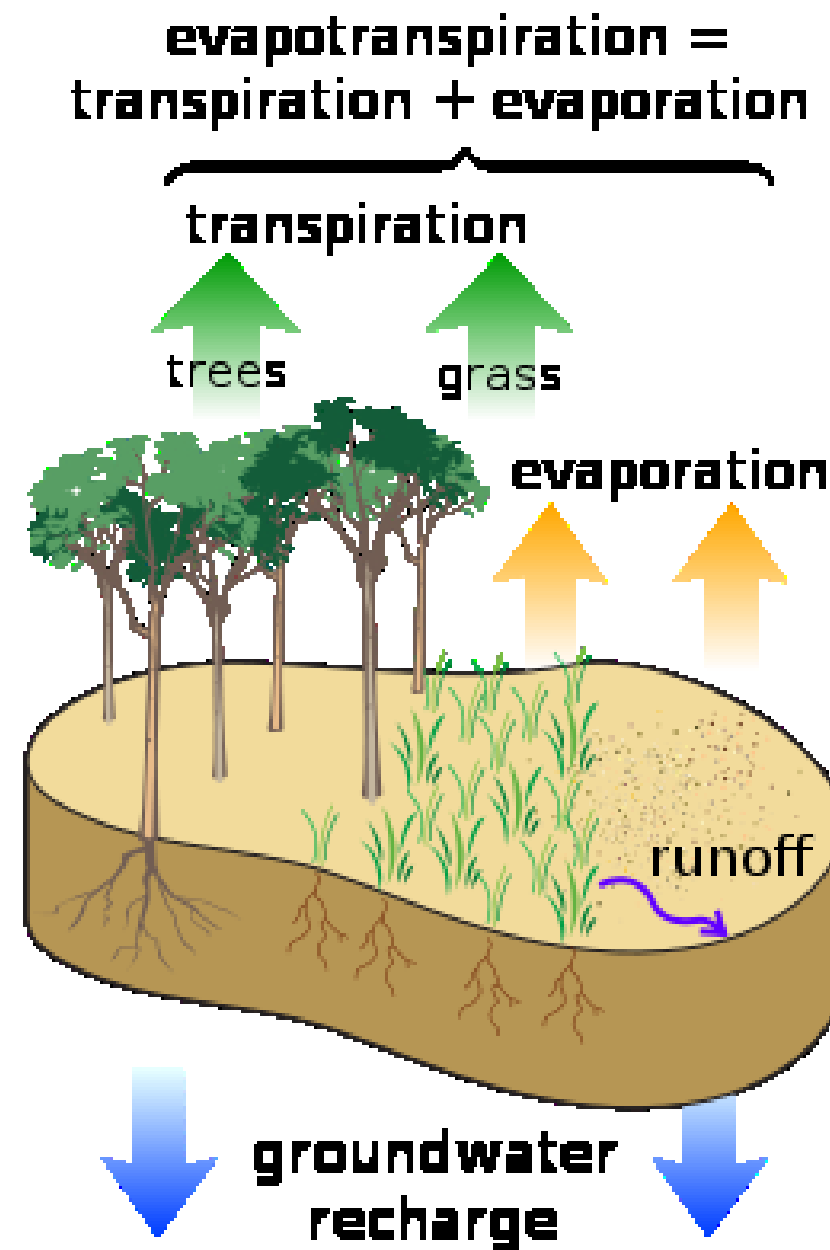
TEPELNÁ BILANCE POROSTU

0,5 – 10% záření pohlceného porostem se využije na fotosyntézu.

Zbytek se přemění na teplo. Rostliny se tepelné zátěže zbavují.

Část se ve formě tepelného infračerveného záření vydá do okolí, část se spotřebuje ohříváním vzduchu v okolí porostu, část se spotřebuje na výpar vody při **transpiraci** a při **evaporaci** (ostatní výpar vody, např. z mokrého povrchu po dešti). $\text{transpirace} + \text{evaporace} = \text{evapotranspirace}$. Tomuto spotřebovanému teplu se říká **latentní teplo**.

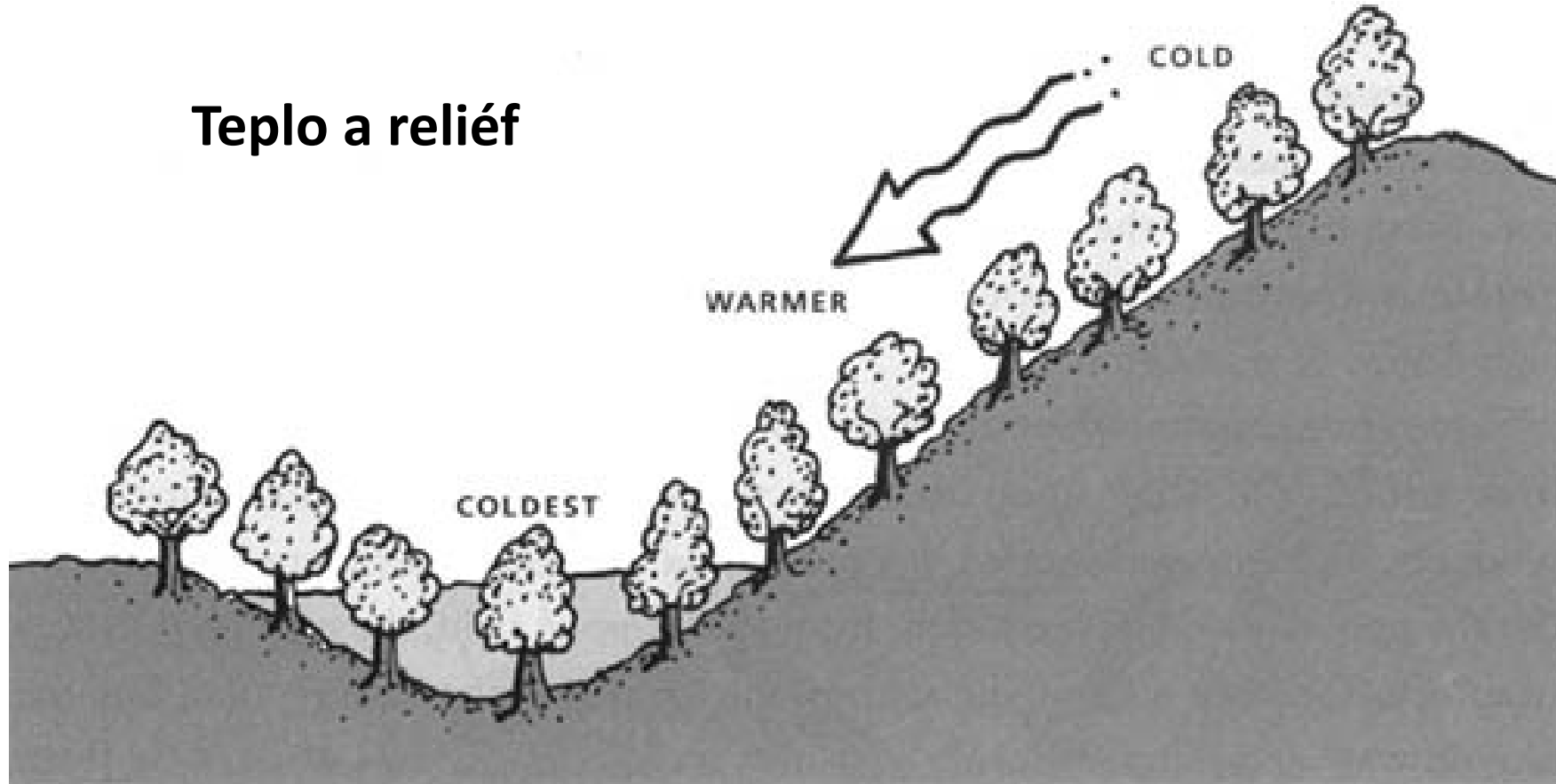
BOWENŮV POMĚR vyjadřuje relativní poměr mezi teplem předaným vzduchu (**pocitové teplo**) a energií, spotřebovanou na výpar (**latentní teplo**). Bowenův poměr tedy stoupá s klesající evapotranspirací.



Teplo a půda

Část tepla pohlceného porostem přechází do půdy. Jílovité půdy přitom vedou teplo do spodních vrstev, zatímco písčité půdy se přehřívají v povrchových vrstvách. Směrem do hlubších vrstev půdy se zmenšuje kolísání teploty. V hloubce 1 m neklesá u nás pod 0°C. Půda nezamrzá do hloubky ani pod sněhovou vrstvou.

Teplo a reliéf



TEPLO A ŽIVOČICHOVÉ

Živočichové uvolňují teplo při svalové činnosti a při rozkladu potravy. Liší se ve schopnosti termoregulace:

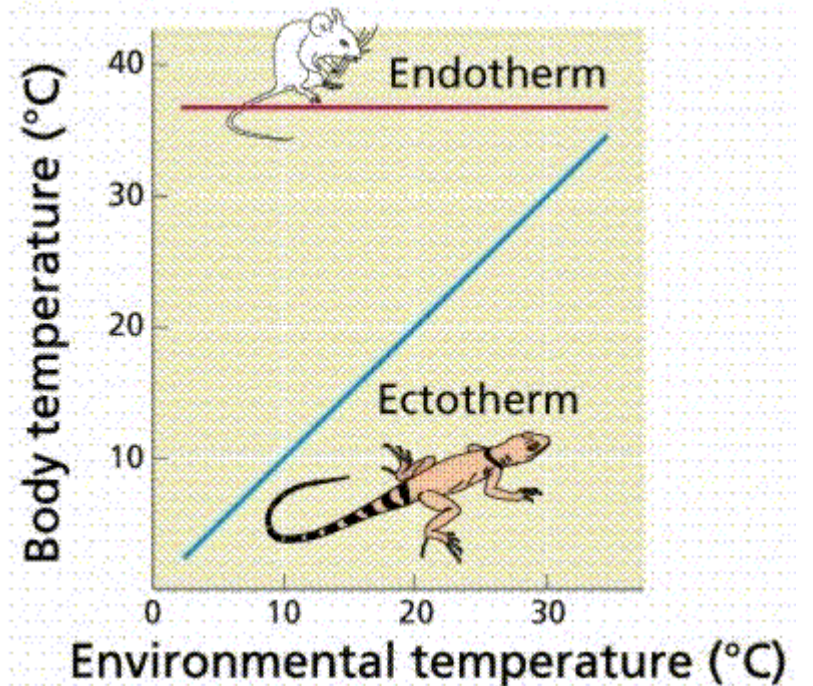
- **studenokrevní (poikilotermní)**
mají nejvyšší diverzitu v tropech (stálá teplota)
- **teplokrevní (homoiotermní)**

Zvláštní adaptací teplokrevných živočichů na chlad během zimy v mírném pásmu je **hibernace** (zimní spánek). Životní funkce jsou sníženy na minimum, tělesná teplota snížena. Souhra nervové a humorální soustavy a činnosti tkání. Fyziologicky shodná je **estivace** (letní spánek), do kterého upadají živočichové vlivem vysoké teploty a sucha.

Nepравý zimní spánek – medvěd, jezevec. **Nesnižují tělesnou teplotu !**

Adaptace k vysoké teplotě: Teplota nad 45°C je letální !

Adaptace k vysokým teplotám: barva, tělní pokrvy, aktivita v noci.



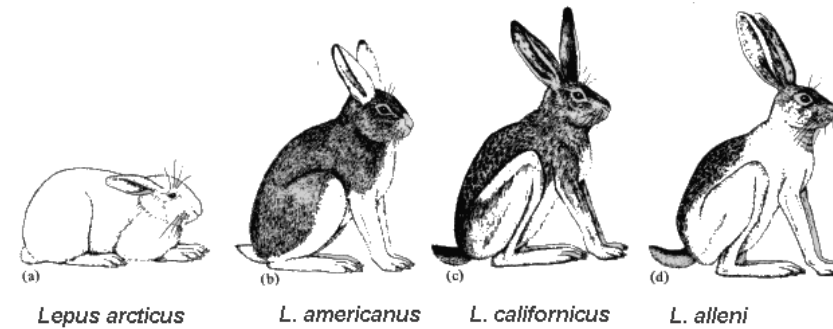
Vztah tělesných znaků teplokrevných živočichů k teplotě prostředí

Bergmannovo pravidlo. Živočichové v chladnějším oblastech jsou větší a hmotnější než příbuzné druhy v teplejších oblastech.



Loftwork.com

Allenovo pravidlo. V chladnějším oblastech mají živočichové kratší uši, zobáky, ocasy a končetiny.



www.mun.ca

Glogerovo pravidlo. V teplejších a vlhčích oblastech jsou někteří teplokrevní živočichové tmavší než příbuzné formy.



Strnavec zpěvný
Melospiza melodia

www.biologyexams4u.com

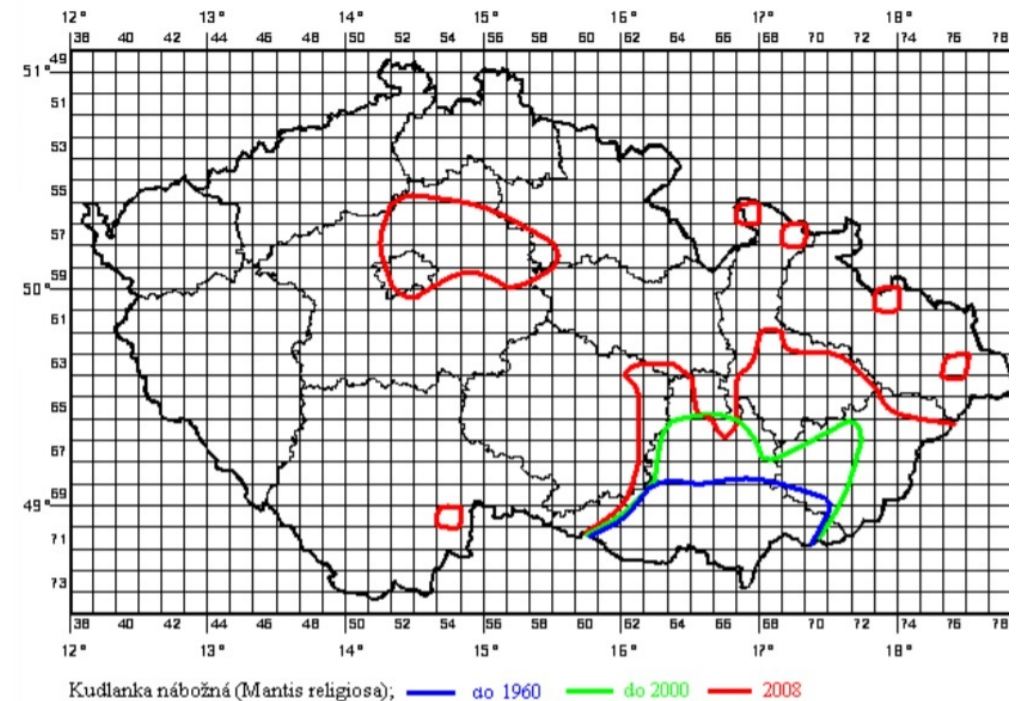
Teplota a poikilothermní organismus

Teplota ovlivňuje u studenokrevných živočichů:

- aktivitu
- vývoj a počet
- rozmnožování

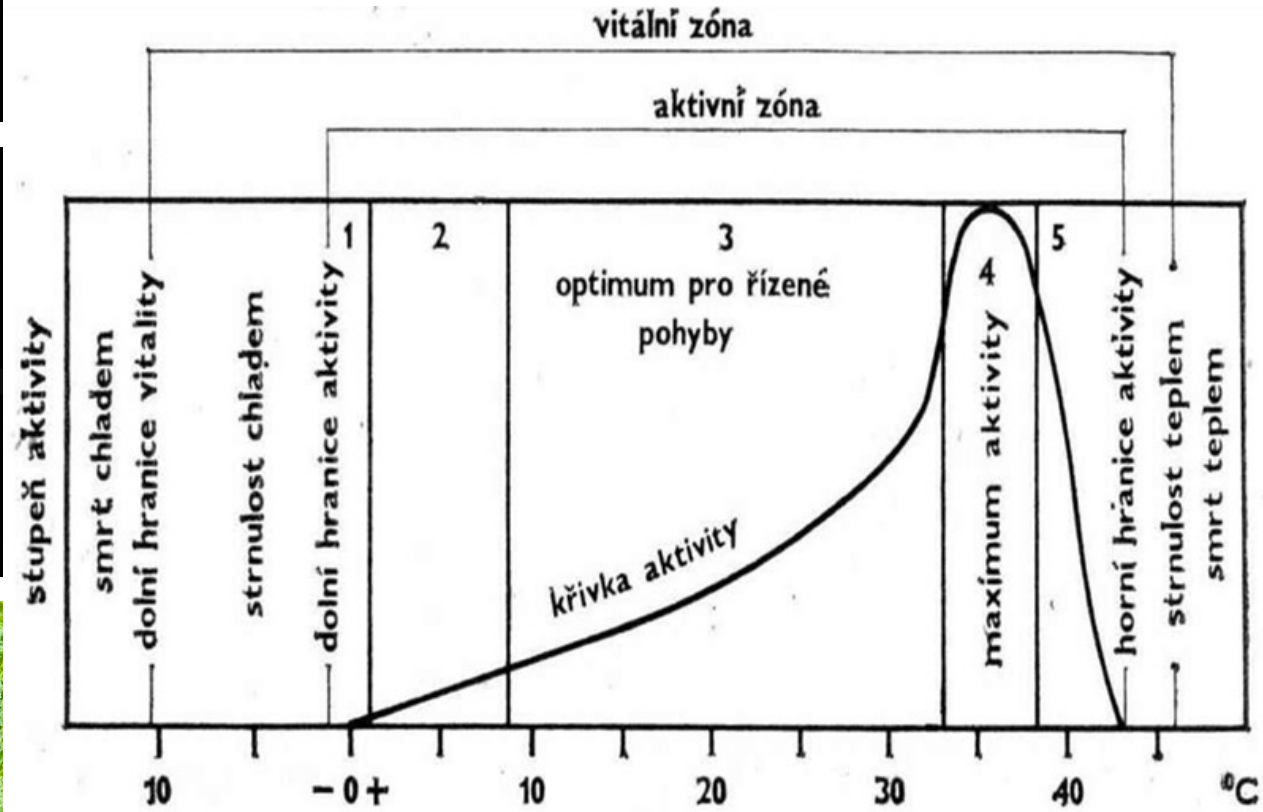
Co je suma efektivních teplot = denní stupně ?

Vývoj, výskyt nebo početnost studenokrevného živočicha souvisí s určitým počtem denních stupňů. Jde o součet průměrných denních teplot. Např. 60 denních stupňů se může sečíst za různý počet dnů.



Mapa 15. Příklad šířícího se druhu; kudlanka nábožná (*Mantis religiosa*)
(využity údaje a síťové mapky Chládko, 1998 a Janšty et al., 2008)

Křivka aktivity housenek Bekyně mnišky (*Lymantria monacha*) v závislosti na teplotě vzduchu



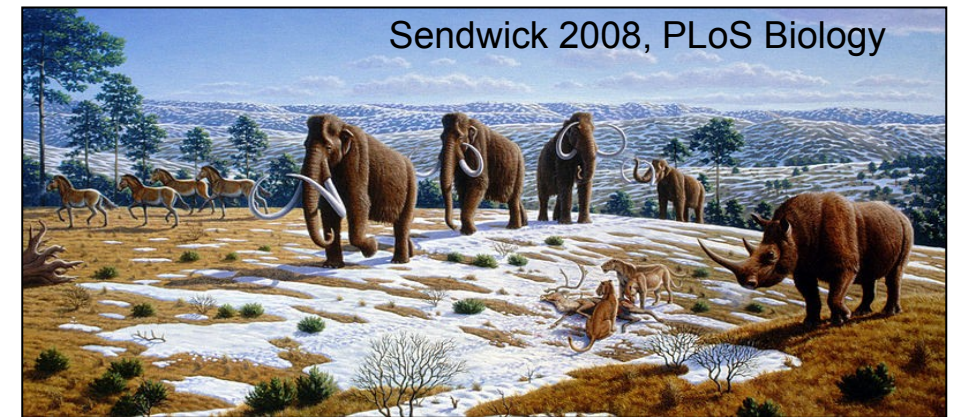
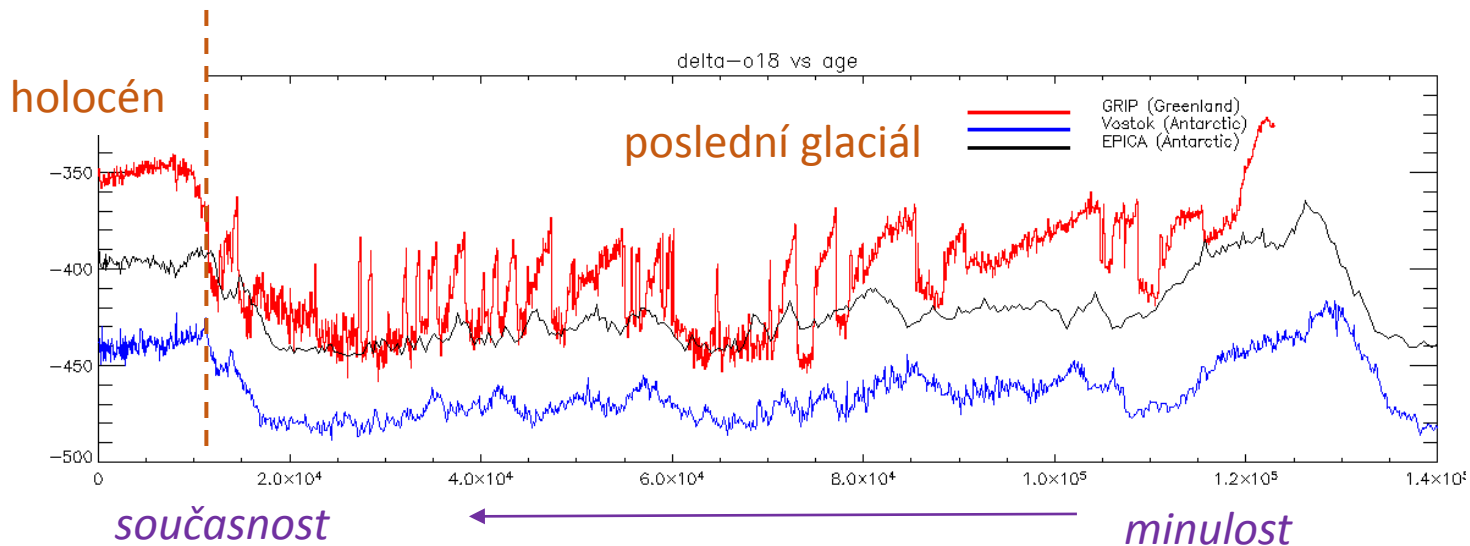
Schopnost termoregulace člověka, ptáků, savců vystavených působení chladu, aniž nastal pokles tělesné teploty

Druh	Teplota vzduchu °C	Rozdíl mezi vnější a rektální teplotou v °C
člověk - nahý	— 1	38
morče domácí (<i>Clavia aperea</i> v. <i>porcellus</i>)	— 15	55
potkan (<i>Rattus norvegicus</i>)	— 25	65
vrabec domácí (<i>Passer domesticus</i>)	— 30	70
kur bankivský (<i>Gallus gallus</i>)	— 50	90
liška polární (<i>Alopex lagopus</i>)	— 80	120
husa velká (<i>Anser anser</i>)	— 90	130
kachna divoká (<i>Anas platyrhyncha</i>)	— 100	140

Změny teploty v poslední době ledové a v Holocénu

Zjišťují se **na základě nepřímých důkazů** (koncentrace izotopů v ledovcích, analýza zbytků rostlin a živočichů v sedimentech apod.). **Změny teploty a vlhkosti klimatu během čtvrtohor jsou velké** a zásadním způsobem ovlivňují **současné rozšíření druhů** na Zemi.

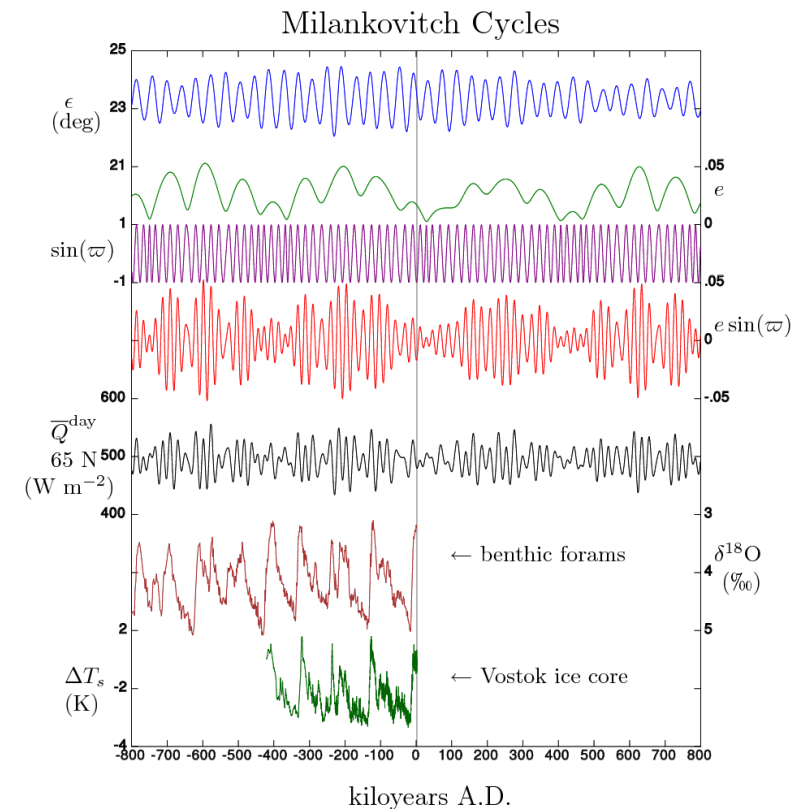
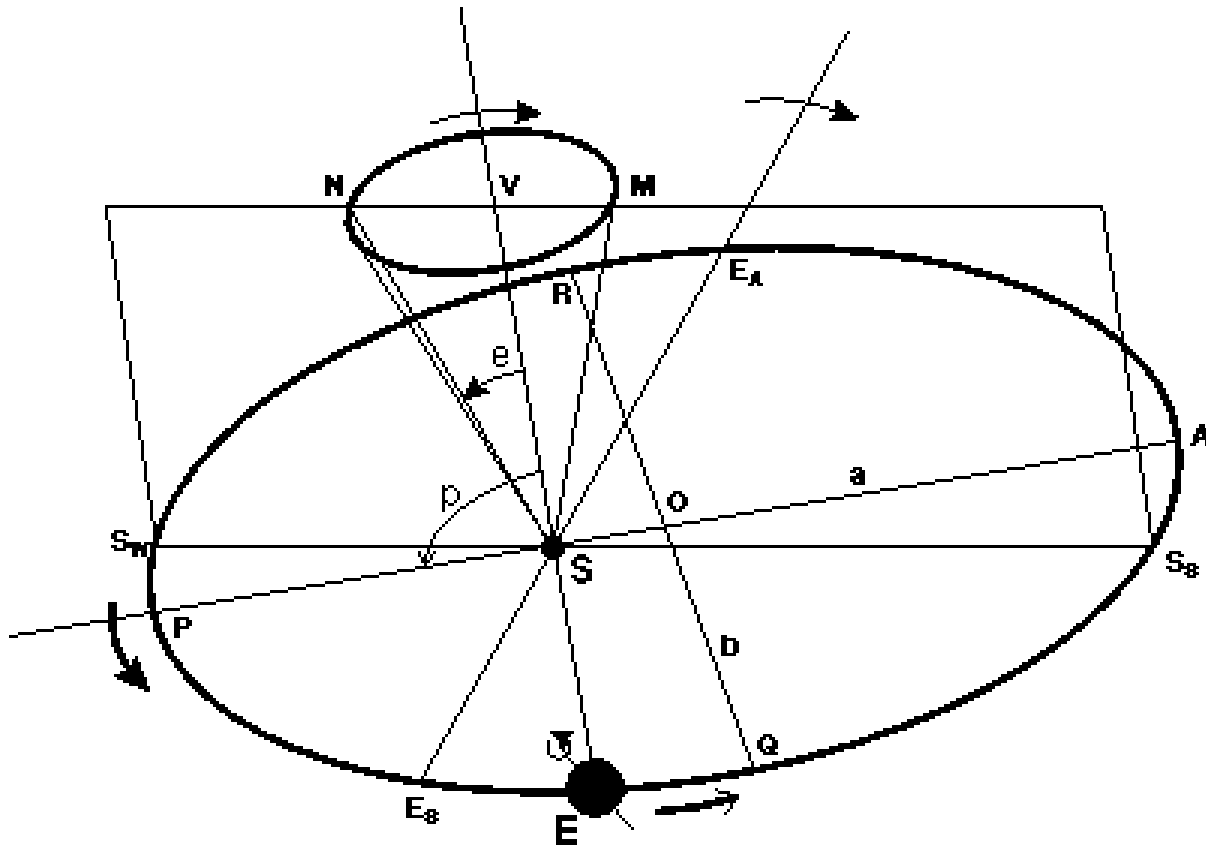
Čtvrtohory – vyznačují se střídáním dlouhých dob ledových (**glaciálů**) a spíše kratších dob meziledových (**interglaciálů**), poslední interglaciál, ve kterém žijeme, se nazývá **holocén**. Na obrázku si povšimněte konce předchozího interglaciálu vpravo, rozkolísané klima s teplotními nárůsty během glaciálu a vlevo, po prudkém nárůstu asi před 10.000 lety, vývoj v holocénu. **V době ledové u nás převládala sprašová step, stepotundra a tajga s borovicí a v Karpatech s modřínem.**



Tyto výkyvy, včetně glaciálů, byly způsobovány zejména tzv. **Milankovičovými cykly** (pohyby Země vůči slunci). Význam oxidu uhličitého nastal až se spalováním fosilních paliv v posledních 50-100 letech (viz přednáška o biogeochemických cyklech).

Milankovičovy cykly

Milankovičovy cykly (podle srbského matematika Milutina Milankoviće, 1879–1958) jsou dlouhodobé změny v globálním rozložení slunečního záření dopadajícího na Zemi, které přesahují roční rozsah kolísání.



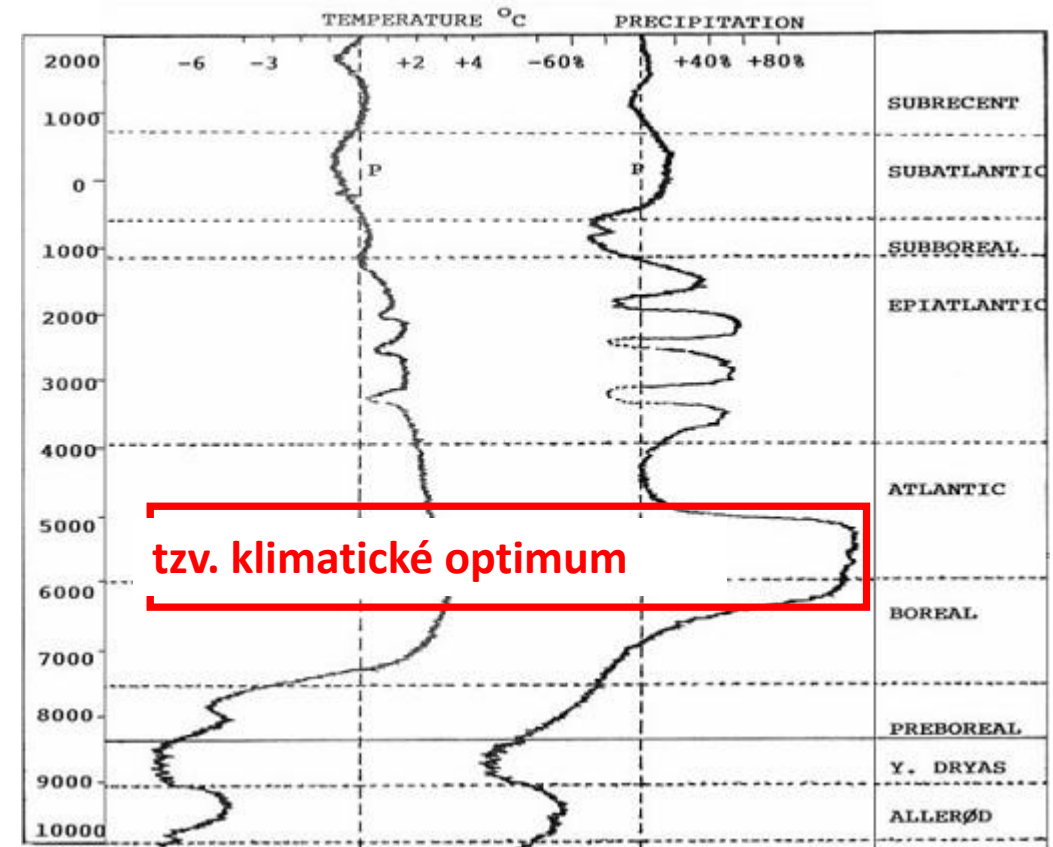
Během Holocénu (období po odeznění doby poslední ledové) rozlišujeme tradičně několik období s různým klimatem, i když ve skutečnosti bylo výkyvů víc a některé změny byly spíše regionální než globální. Zobecnění je následující:

Preboreál a Boreál (starší Holocén, před 8-10 tisíci let) – období po skončení poslední doby ledové, vyznačující se nárůstem teploty a poněkud opožděným nárůstem vlhkosti. Odpovídá období **mezolitu**. Stepi postupně přecházejí v tajgu, šíří se některé listnáče.

Atlantik (střední Holocén, tzv. klimatické optimum asi před 5-8 tisíci let), odpovídá období **neolitu** a **eneolitu**. Jedná se obecně o nejteplejší a nejvlhčí období. Zhruba před 7-8 tisíci let (5.-6. tisíc před n.l.) bylo tepleji než je dnes. Období se vyznačuje šířením listnáčů a postupným zapojováním lesa.

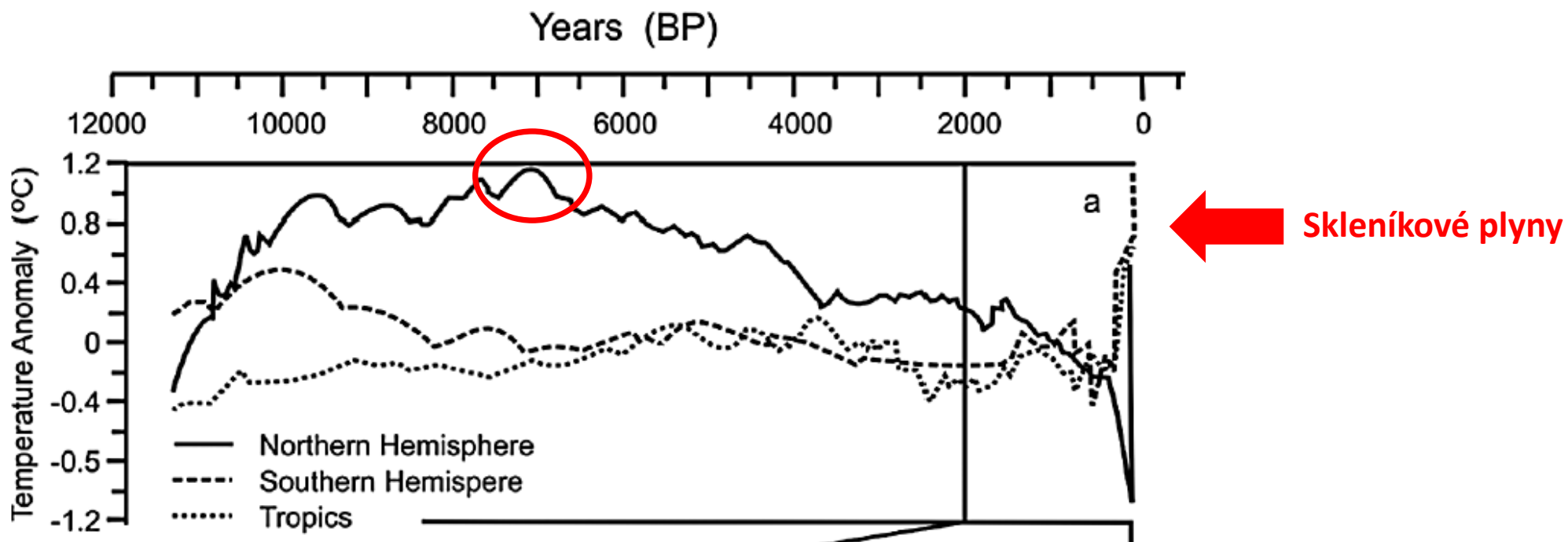
Epipatlantic, Subboreál a Subatlantic (mladší Holocén) – ve srovnání s atlantikem obecně sušší a hlavně chladnější klima, ochlazování začíná asi před 4.000 lety. V celém období výrazný vliv člověka na krajinu. Objevují se krátkodobé výrazné výkyvy (například teplejší doba bronzová a doba římská).

Tradiční představa o vývoji klimatu ve střední Evropě na základě zbytků rostlin a živočichů v rašeliništních sedimentech



Obecný globální vývoj klimatu během holocénu na základě současné (2014) rešerše všech dostupných dat.

- Je vidět **klimatické optimum** na severní polokouli před 7-8 tisíci let, **hodně teplo (tepleji než dnes)**, od starého holocénu před ca 10.000 lety, a to globálně (to se ukazuje i na některých datech od nás).
- Je vidět **pokles teploty v posledních 4.000 letech**, způsobený změnou solární aktivity, a **prudký současný nárůst teploty způsobený skleníkovými plyny**.



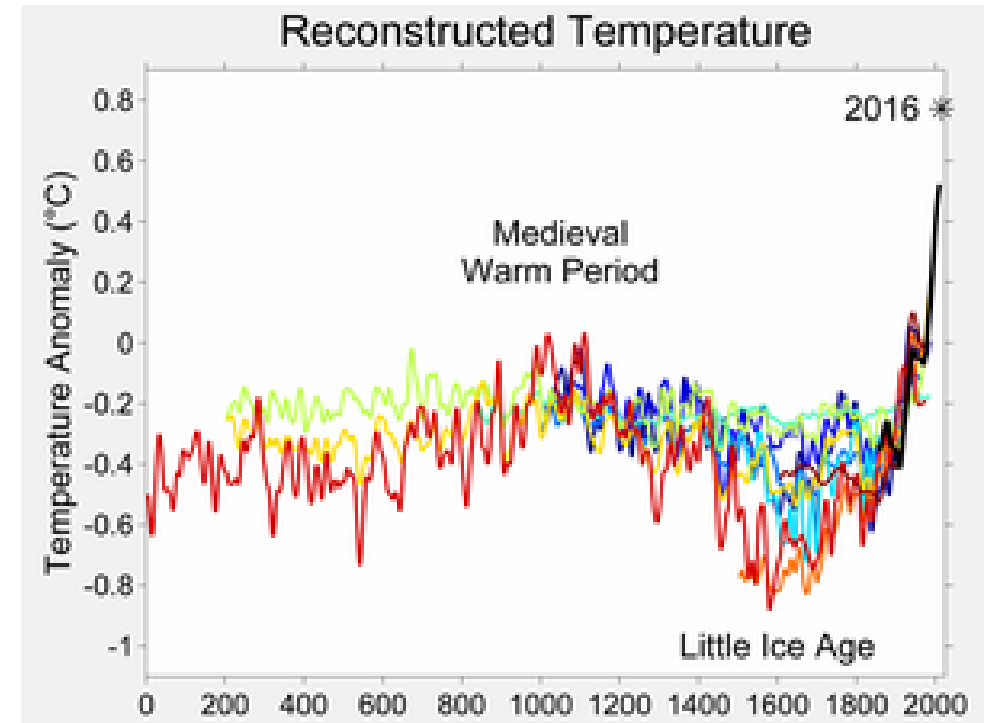
Proč to všechno zajímá botaniky a zoology ve střední Evropě?

V klimatickém optimu se šířily lesy a potlačovaly druhy bezlesých biomů (step, tundra); v pozdním holocénu se šířily bukové a jedlové lesy a podobně.

Malá doba ledová, 1300-1850 AD



Hendrick Avercamp



Příčiny:

- **poklesy solární aktivity** (Maunderovo a Spörerovo minimum); šlo o začátek další doby ledové přerušeny antropogenním oteplováním? (hypotéza)
- **zvýšená sopečná aktivita**
- **změny mořských proudů**
- **antropogenní vlivy** jako jsou změny příjmu CO₂ vegetací nebo **změny albeda** při kolonizaci severských oblastí (jde spíše o hypotézy)

Současné oteplování kvůli narušenému cyklu CO₂ – viz přednáška o Biogeochemických cyklech



Světlo a organismy

Solární konstanta

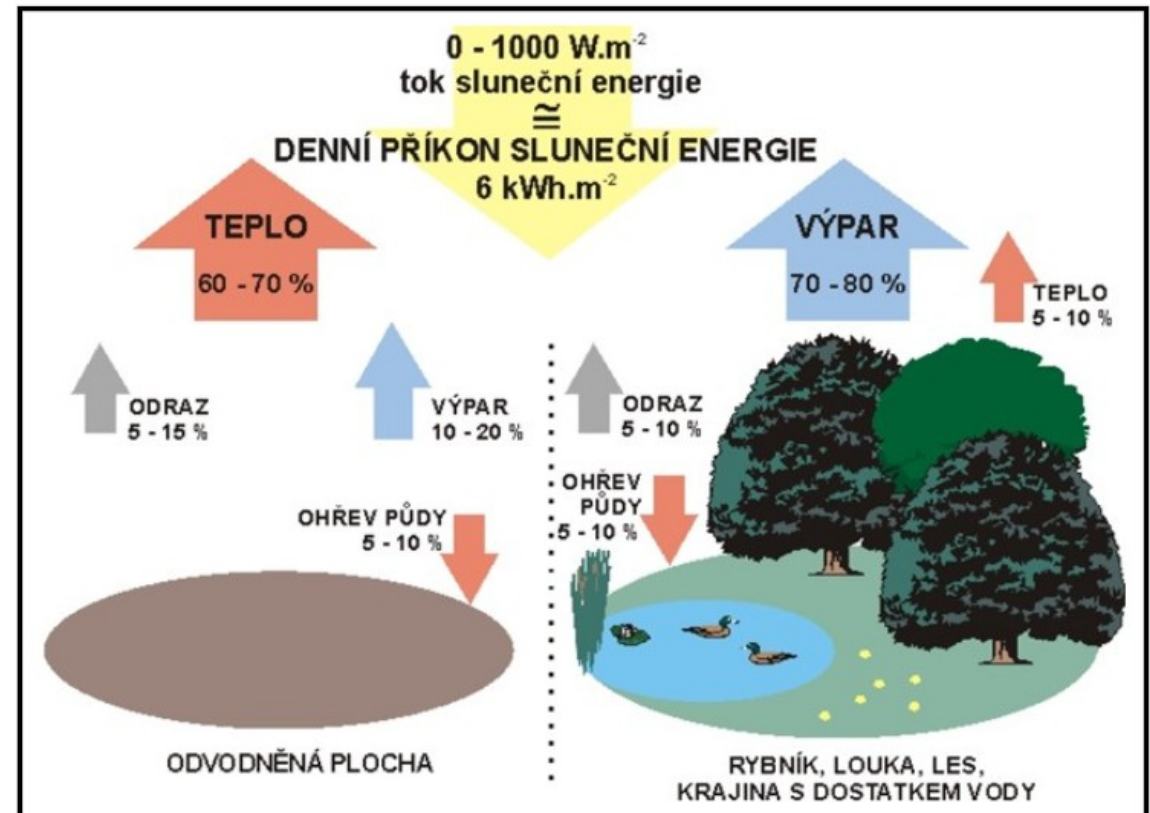
- Světlo je nezbytný zdroj energie pro existenci života na Zemi.
- Mimozemské záření **přináší 99,98%** veškeré energie, **0,02% připadá na geotermální teplo.**
- K povrchu atmosféry se dostává víceméně stálé množství energie,

tzv. **SOLÁRNÍ KONSTANTA (1,38 kJ/m²/s).**

- 8% se odrazí od atmosféry (záření oblohy)
- 25% se odrazí od mraků
- 16% se v atmosféře přemění v teplo
- 5% se odrazí od povrchu Země
- 46% pohlcuje povrch Země (půda, vegetace)

Solární konstanta ($1348,3 \text{ W/m}^2$) je energie od Slunce, za jednotku času, dopadající na jednotku plochy kolmou ke směru šíření záření, při průměrné vzdálenosti Slunce od Země ($149,6 \cdot 10^6 \text{ km}$), mimo zemskou atmosféru.

Na Zemský povrch dopadne maximálně 1100 W/m^2 . Jedná se však stále jen o kolmé plochy na směr toku.



Důležité pojmy

albedo = míra odrazivosti (kolik % dopadajícího záření odrazí určitá plocha)

insolace = tok sluneční energie na osvětlený povrch Země

difuzní světlo = rozptýlené světlo

Množství energie dopadající na povrch se mění v závislosti na:

- **postavení slunce a zeměpisné šířce (globální škála)**
- **expozici a sklon ozařované plochy**
- **zastínění horizontem a oblačnosti**

U nás dopadá nejvíce energie na j., jz. a jv. svazích o sklonu 25-30°. Na východních svazích v teplých oblastech méně, protože dochází ke ztrátě energie při výparu ranní rosy.

V horách to ale může být naopak, protože odpoledne bývá méně oblačnosti a západní svahy jsou proto chladnější.

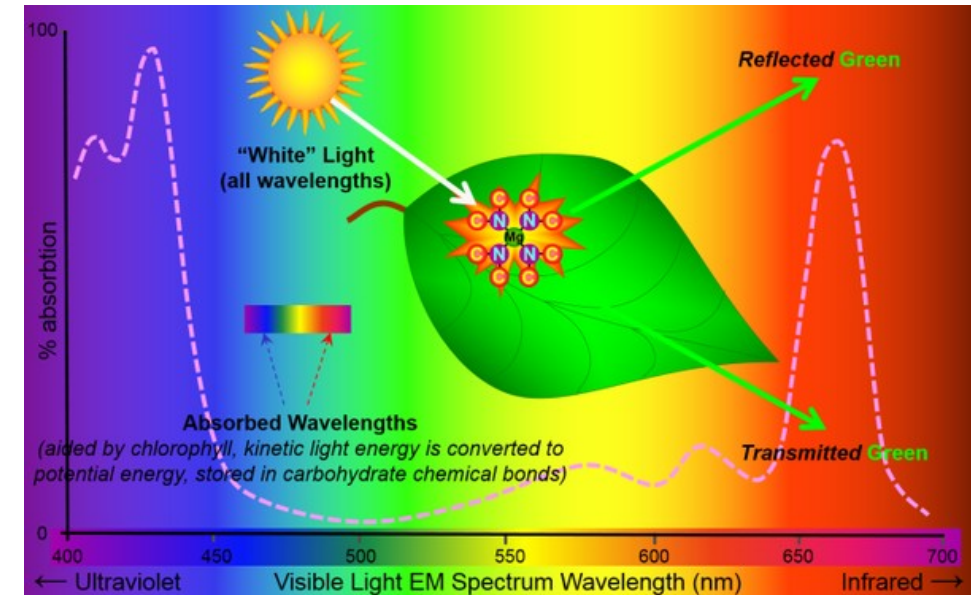
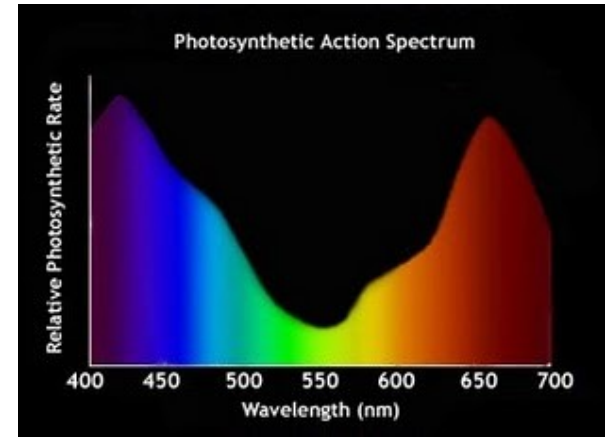


Světlo v porostu rostlin

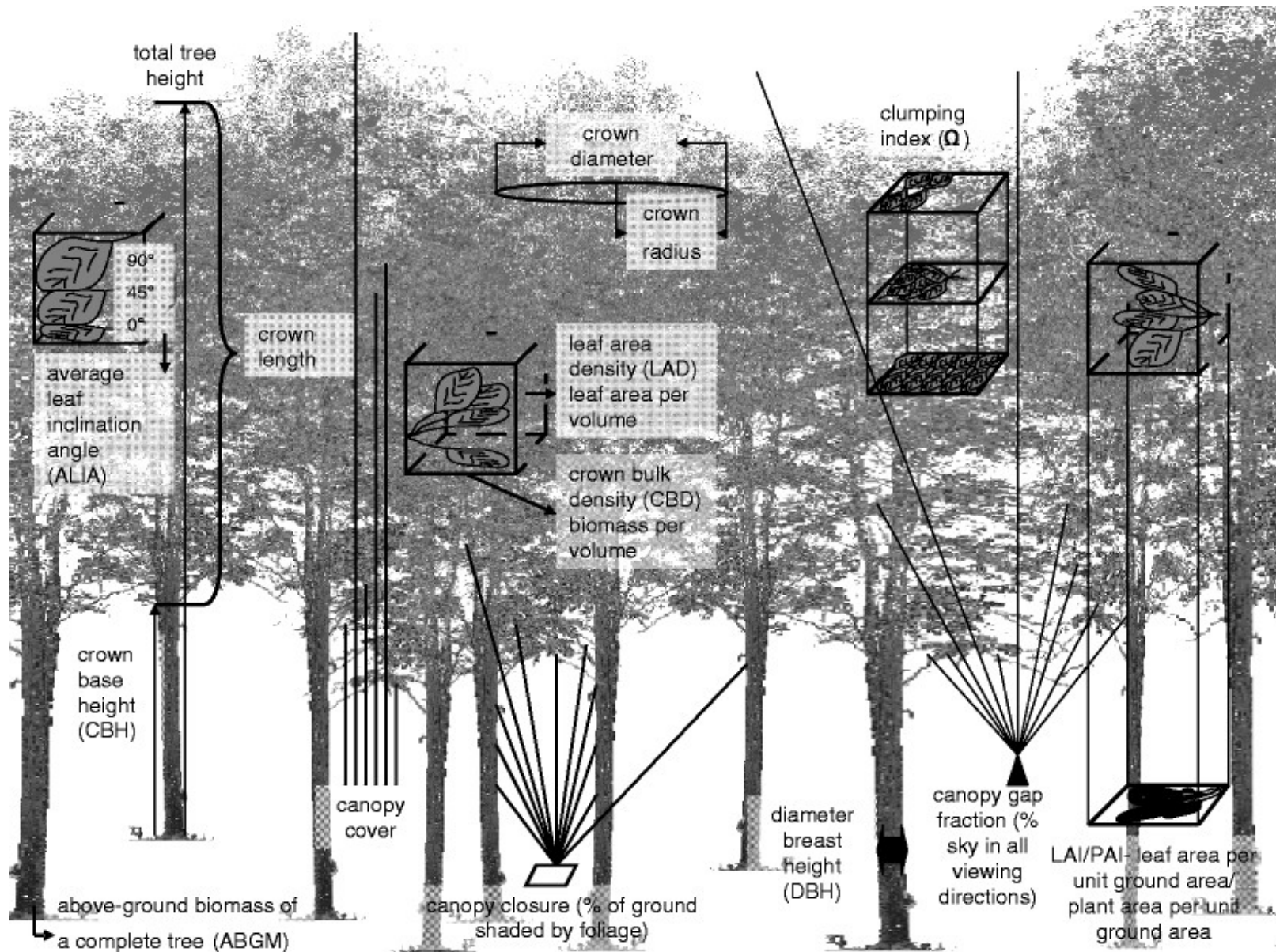
Reflexe (odraz) na listech. 10-20% kolmo dopadajících paprsků. Odráží se zelená část spektra, proto vidíme rostliny zeleně. Hladké lesklé listy odrazení nejvíc (tvrdolistý biom).

Absorpce. Různá dle množství a druhu pigmentů v listech. Pro fotosyntézu se využije asi 1% viditelného záření. UV záření absorbováno v epidermálních buňkách (ochranný filtr).

Transmise. Množství záření které prošlo listem (0-40% dle tloušťky listu). Prošlé záření je ze zelené a zčásti z červené části spektra (“červenozelený stín” v lese).



Metody měření průniku světla stromovým zápojem (*canopy*)

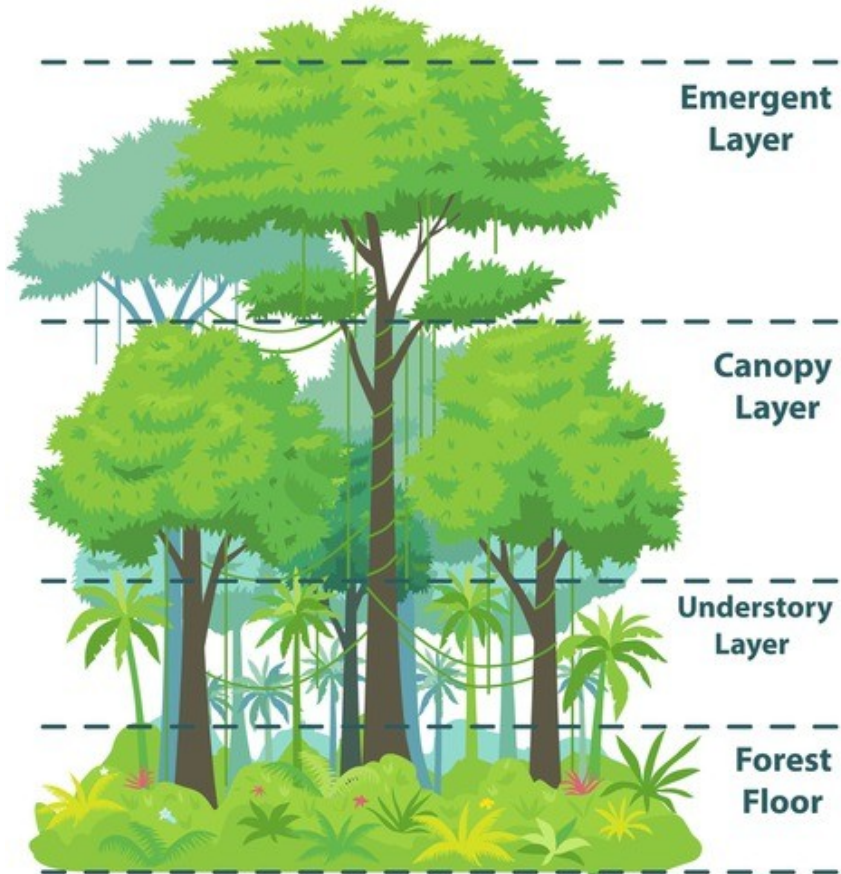


Hemisférická fotografie



Canopy – Zápoj

RAINFOREST LAYERS



Relativní ozáření (relativní světelný požitek) je procento prošlého světla, které se dostane k příslušnému patru ze záření na volné ploše (100%). V mladých smrkových monokulturách nebo v tropických lesích je **relativní ozáření bylinného patra někdy až 0%**.

Sluneční skvrny jsou místa, kde kvůli nepravidelnému zápoji dopadá víc světla na podrost lesa.

Sezónní změny v průniku záření ovlivňují **fenologii** (“fázovitost”) podrostu v lese. V opadavém lese se vytváří jarní aspekt světломilných bylin (“časová nika”) a letní aspekt druhů tolerujících nebo vyžadujících stín.



Fenologie - fázovitost

- **Fenologie** je studium **periodických událostí v biologických životních cyklech** a toho, jak jsou ovlivněny **sezónními a meziročními změnami klimatu**, stejně jako faktory stanoviště (jako je nadmořská výška).
- Příkladem může být **datum vzejití listů a květů, první let motýlů, první výskyt stěhovavých ptáků, datum zbarvení listů a opadu u listnatých stromů, datum kladení vajec ptáků a obojživelníků nebo načasování vývojových cyklů včelstev medonosných v mírném pásmu.**
- Ve vědecké **literatuře o ekologii** se tento termín používá obecněji k označení časového rámce pro jakékoli sezónní biologické jevy, včetně dat posledního výskytu (např. sezónní fenologie druhu může být od dubna do září).

Různé fáze v samčím kvetení břízy, samičí jehnědy, a shazování semen.

Samec kočičí kočky před uvolněním pylu (A), během uvolňování pylu, (B) a po uvolnění pylu (C). Samice jehnědy těsně před vylučováním semen (E). Semeno břízy bělokoré (D) a břízy chmýří (F).



Betula pendula

Organismy tolerantní ke 100% ozáření a zastínění

U rostlin hovoříme o **heliosciofytech**. Tolerují určitý rozsah ozáření, kvetou při ozářeních vyšších. **Břečťan** (*Hedera helix*) roste při 2-100% ozáření a kvete při 22-100% ozáření. Z živočichů např. **Drosophila**.



U nás jde většinou o druhy lesních lemů a řídkých lesů, kde není stromový zápoj souvislý. Už od pravěku byly takové lesy udržovány lidským vlivem (pastva, požáry, sklizeň větví, těžba dřeva a podobně), přirozeně jsou vzácné (například v lesostepní zóně).

Řada helisciofytů je proto u nás dnes ohrožena a uchýlila se hlavně na polopřirozené louky; příliš intenzivní pastvu nebo seč ale nezvládají. Na obrázku *Adenophora liliifolia* (zvinovec liliolistý)



ADAPTACE ORGANISMŮ NA SVĚTLO

(stenofotní a euryfotní organismy)

Organismy vyskytující se na nezastíněných stanovištích (fotofilní, heliofilní). U rostlin hovoříme o **heliofytech**.

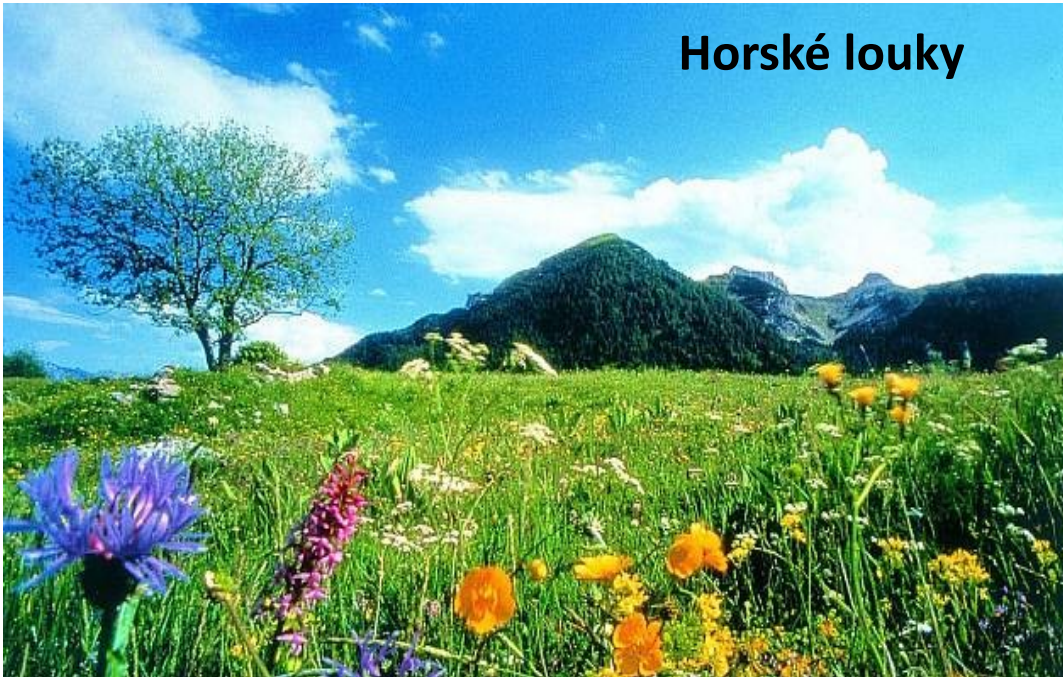
Snášejí takové záření, které u jiných rostlin vyvolává rozklad chlorofylu, adaptace k vysokému UV záření, fyziologické adaptace k nadbytku světelné energie).

U nás jde většinou o druhy přirozených stepí, luk, alpínské vegetace nebo otevřených mokřadů

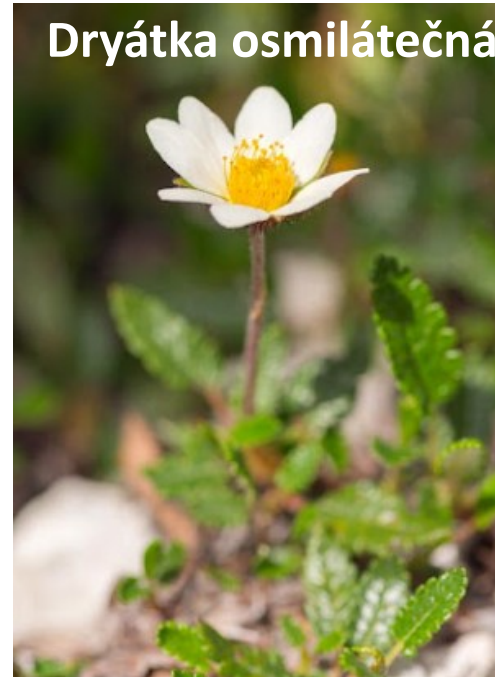


Hlaváček jarní

©radkapalenikova.cz



Horské louky



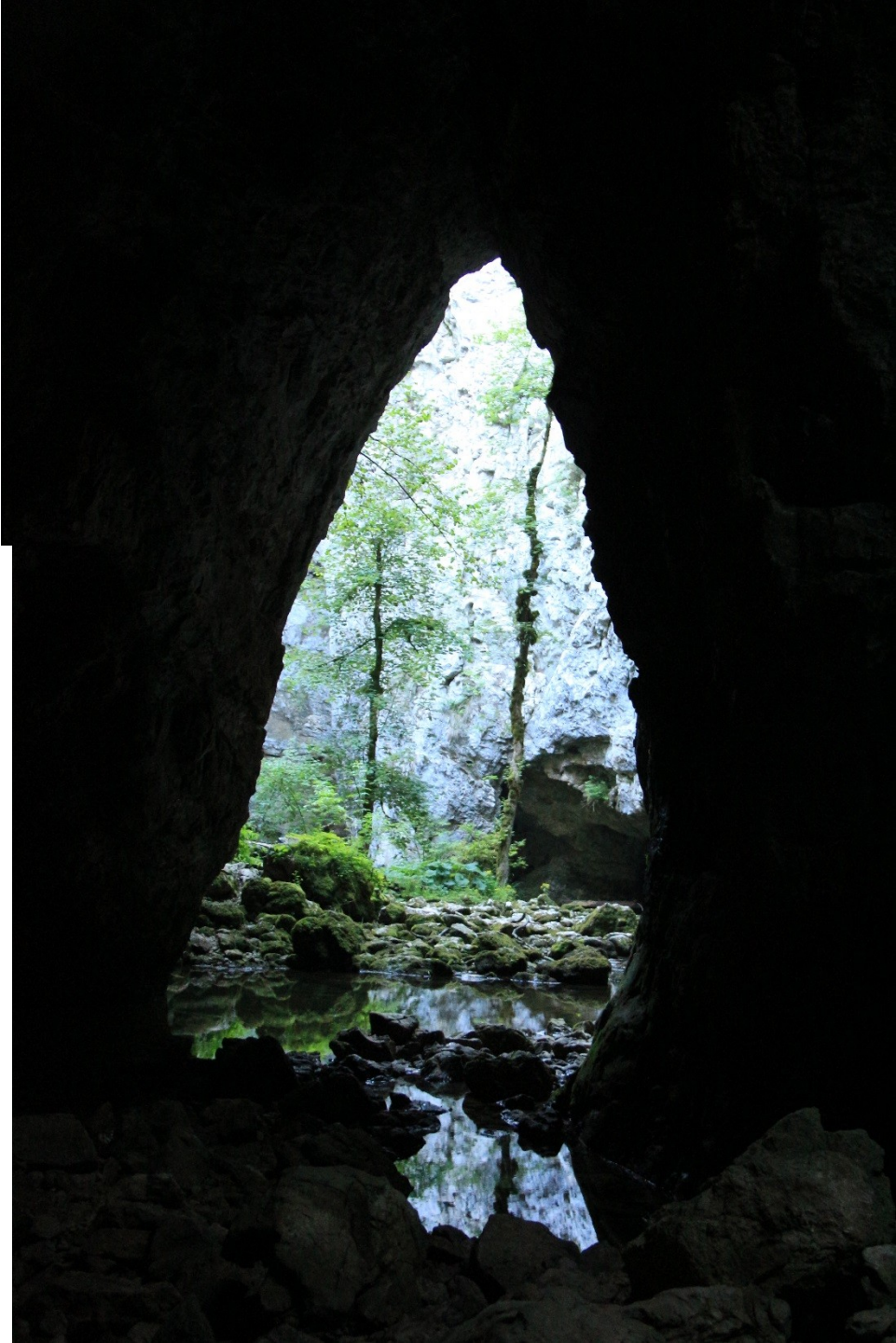
Dryátka osmilátečná



Tařice skalní

Stínomilné organismy

Sciofyty (stínobytné rostliny) rostou jen na zastíněných místech (hrachor jarní při 20-33% ozáření). Minimální požadavek na ozáření klesá od zelených kvetoucích rostlin přes kapradiny a mechy k řasám. Fylogenetická (vývojová) adaptace na stinné podmínky: **liánovitý vzrůst, epifytismus, ztráta chlorofylu (vznik heterotrofie).**



Sciofyty - rostliny, co se obejdou téměř bez světla.

Paraziti (například záraza nebo podbílek šupinatý)

Mykoheterotrofní rostliny; dřív nazývané saprotrofní (například hlístník hnízdák nebo hnilák)



Zářaza douškolistá

Hlístník hnízdák

SVĚTLO A PERIODICITA BIOLOGICKÝCH JEVŮ (FOTOPERIODISMUS)

ROSTLINY

Rostliny reagují na změny délky dne pomocí barviv (fytochromů) v listech. Světlo tak ovlivňuje indukci kvetení, shození listů u opadavých dřevin a přesun asimilátů do kořenů u přezimujících rostlin.

Krátkodenní rostliny – kvetení je vyvoláno zkracující se délkou dne.
Rostliny kvetou na podzim (astry, chrysanémy, salát)

Dlouhodenní rostliny – kvetení je vyvoláno při prodlužujícím se dni pšenice, ječmen, oves, cukrovka, len, jetel)



SVĚTLO A PERIODICITA BIOLOGICKÝCH JEVŮ (FOTOPERIODISMUS)

ŽIVOČICHOVÉ

Reagují na fotoperiodu fotoreceptory (oči), které aktivizují hormony a pigmenty.

Periodicky nastává:

- pohlavní aktivita (lze však snadno ovlivnit)
- línání, přepeřování
- shromažďování tuku
- zimní spánek, migrace (zejména ptáci)
- **dormance** (přečkání nepříznivých podmínek).

Dědičně podmíněná dormance, která synchronizuje životní cyklus druhu s roční dobou, se nazývá diapauza.

Zejména u hmyzu.

- **sezónní dimorfismus** (polymorfismus) hmyzu (jarní a letní formy lišící se morfologicky, např. **babočka sítkovaná**).
- Střídání dne a noci (světlé a tmavé fáze) vyvolává u živočichů **cirkadianní rytmy** trvajících zhruba 24 hodin (“**biologické hodiny**”). Jsou vyvolány světlem, ale i teplem, vlhkostí apod. nebo jsou vrozené (**endogenní**).



Podle doby aktivity rozeznáváme organismy denní (**diurnální**), noční (**nocturnální**), soumravné (**crepuskulární**) a indiferentní (**arytmické**). Tyto rozdíly zanikají v polárních oblastech (není pravidelné střídání dne a noci).

Sciofilní živočichové – stínomilní



Soledon hispaniolan



Ježek evropský



Rejsek obecný



Krtěk evropský

Skiofilní druhy - dikobraz



Severoamerický dikobraz



Světlo a živočichové

Světlo ovlivňuje zbarvení živočichů. Afotní formy jsou většinou bezbarvé, průsvitné nebo mléčně zbarvené.

- larvy chroustů, tesaříků
- medúzy
- macarát jeskynní



Macarát jeskynní

Světlo a živočichové

Zbarvení mnohých živočichů se mění během vývoje a stárnutí - např. hnědí brouci stářím zešednou. Někteří reagují téměř okamžitě - chameleon, chobotnice, sépie.

Skokan hnědý
(*Rana temporaria*)

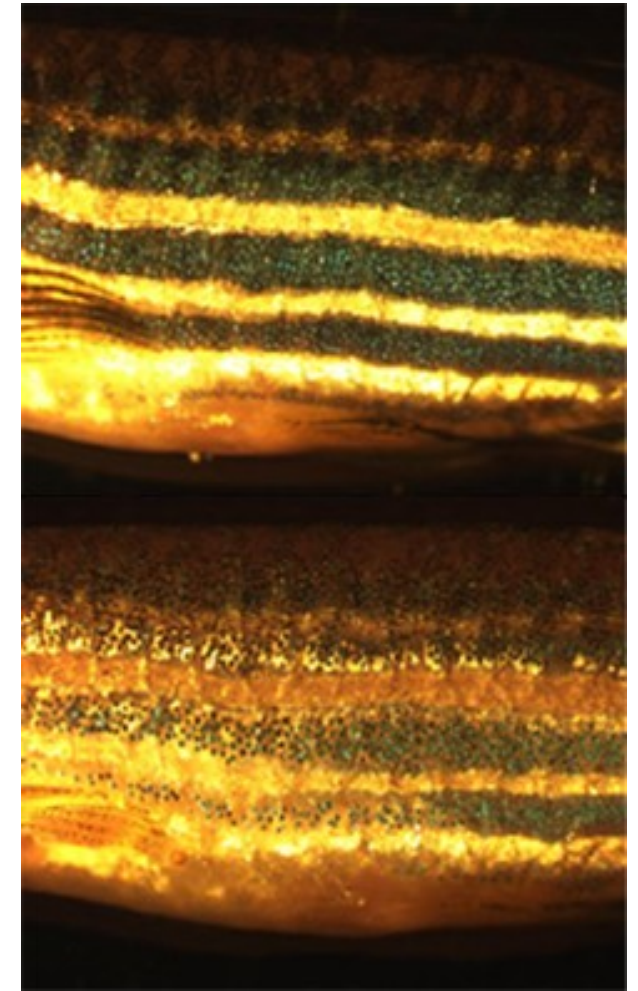


Světlo a živočichové – barvoměna

- hmyz, korýši, hlavonožci, ryby, obojživelníci, plazi
- chromatofory (melanofory, erytrofory, xantofory, cyanofory a leukofory), melanocyty
- chromatoforový orgán hlavonožců
- melanin – vzniká oxidací a polymerizací tyrosinu
- další biochromy

Chromatofory

- **Chromatofory** jsou buňky, které obsahují barevné pigmenty a odrážejí světlo.
- Vyskytují se u **obojživelníků, ryb, korýšů a hlavonožců**. Jsou zodpovědné za **zbarvení kůže a očí** u studenokrevných živočichů a tvoří se z nervové lišty během vývoje embrya.
- Zralé **chromatofory** se řadí do podtříd podle svého zbarvení pod bílým světlem: **xantofory (žluté)**, **erytrofory (červené)**, iridofory (proměnlivé/duhové), leukofory (bílé), **melanofory (černé/hnědé)** a **cyanofory (modré)**.



Dáanio pruhované

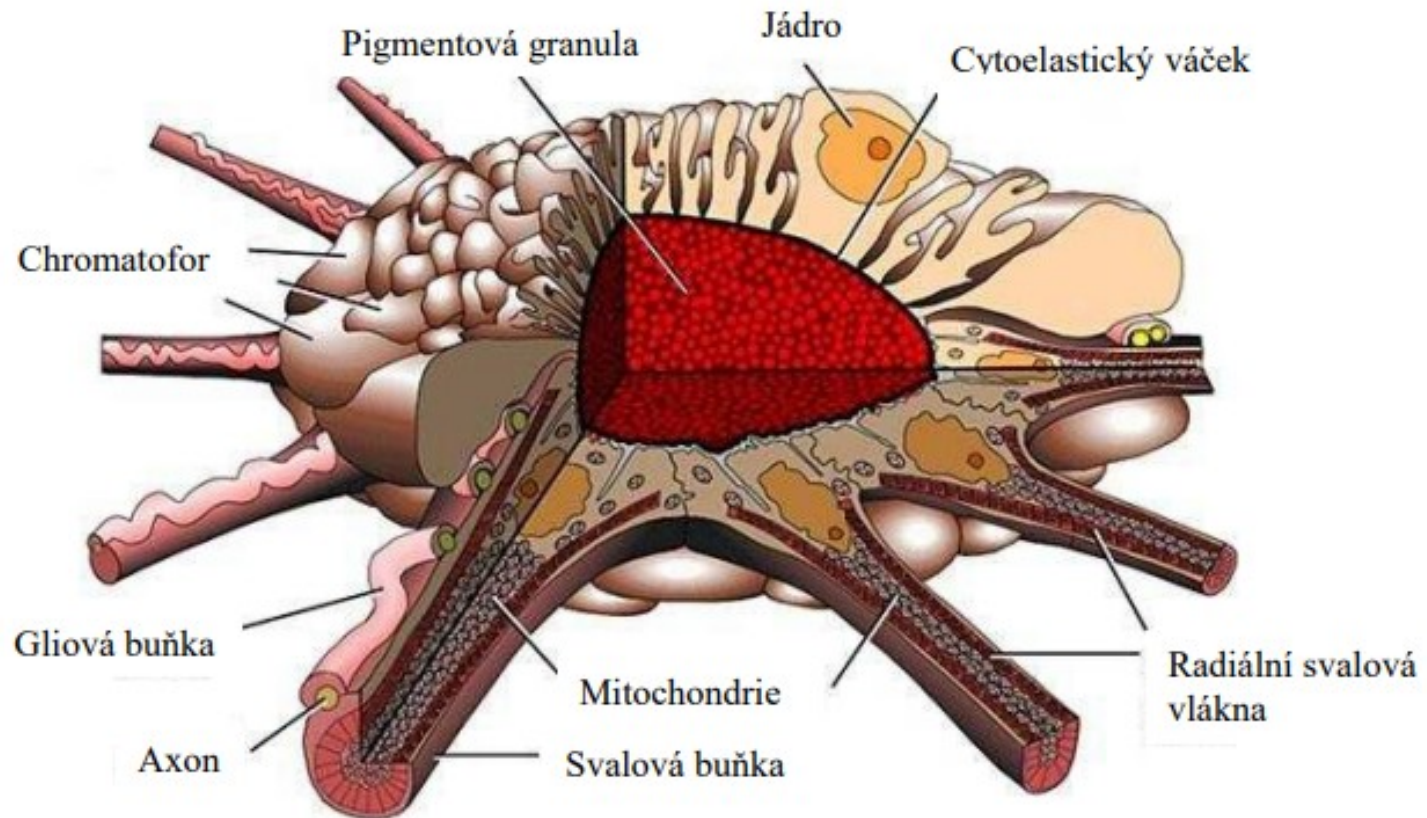


Chromatofory - Hlavonožci



Světlo a živočichové - barvoměna

chromatoforový orgán hlavonožců



Světlo a živočichové - barvoměna

- **rychlé změny**
 - agregace (zesvětlení) nebo disperse (ztmavnutí) pigmentu uvnitř chromatoforů
 - změna velikosti chromatoforů (smrštění nebo rozšíření působením připojených svalových vláken)
- **pomalé změny**
 - změny v počtu chromatoforů nebo v množství pigmentu

Světlo a živočichové - barvoměna -

- **Morfologická změna barvy**
 - tvorba/degradace pigmentu neurohormonální činností
 - pomalá, většinou irreverzibilní
- **Fyziologická změna barvy**
 - přemístění pigmentu uvnitř chromatoforů
- **Etologická změna barvy**
 - reakce na vjemy světla zrakovými orgány
 - reflexně podmíněna určitým stavem podráždění
 - velmi rychlá (okamžitá)

Světlo a živočichové

Ekologicky významná jsou ochranná (kryptická) a výstražná zbarvení.

- (a) celková podobnost s prostředím
- (b) krycí zbarvení
- (c) rušivé zbarvení
- (d) klamná podobnost



klipka čtyřoká (*Chaetodon capistratus*)

Světlo a živočichové - barvoměna

Ekologicky významná jsou ochranná (kryptická) a výstražná zbarvení.

Krypse

Krypse, maskování, je jednou z forem obrany před predátory. Kryptické zbarvení činí svého nositele nenápadným, umožňuje mu splynout s okolím, díky čemu je potenciálním útočníkem snadno přehlédnut. Krypse má i opačné uplatnění, kdy maskuje predátora před zraky kořisti.

K základním principům kypse patří napodobování barev, vzorů a tvarů okolního prostředí a takzvané disruptivní zbarvení, respektive vzorování, jehož smyslem je opticky rozbít typické linie a tvary svého nositele. Paradoxně jde o principy protichůdné, smyslem prvního je potlačení kontrastu mezi objektem a okolím, zatímco v druhém případě jde o záměrné vytváření matoucích kontrastů.

Světlo a živočichové - mimikry

Ekologicky významná jsou ochranná (kryptická) a výstražná zbarvení.

Mimikry (mimetismus, mimeze)

Mimikry označují povrchovou podobnost mezi dvěma blíže nepříbuznými živočišnými druhy, a to nikoliv na základě konvergentního vývoje. Obvykle je důvodem vzniku mimikry ochrana před predátory.

Světlo a živočichové - mimikry

Ekologicky významná jsou ochranná (kryptická) a výstražná zbarvení.

Batesovské mimikry

Mají chránit daného nositele před predátory, kdy jinak neškodný organismus přejímá barevné výstražné znaky jiných nebezpečných (jedovatých) organismů.

Pestřenka rybízová (*Syrphus ribesii*)



Vosa obecná (*Vespula vulgaris*)



Světlo a živočichové - mimikry

Ekologicky významná jsou ochranná (kryptická) a výstražná zbarvení.

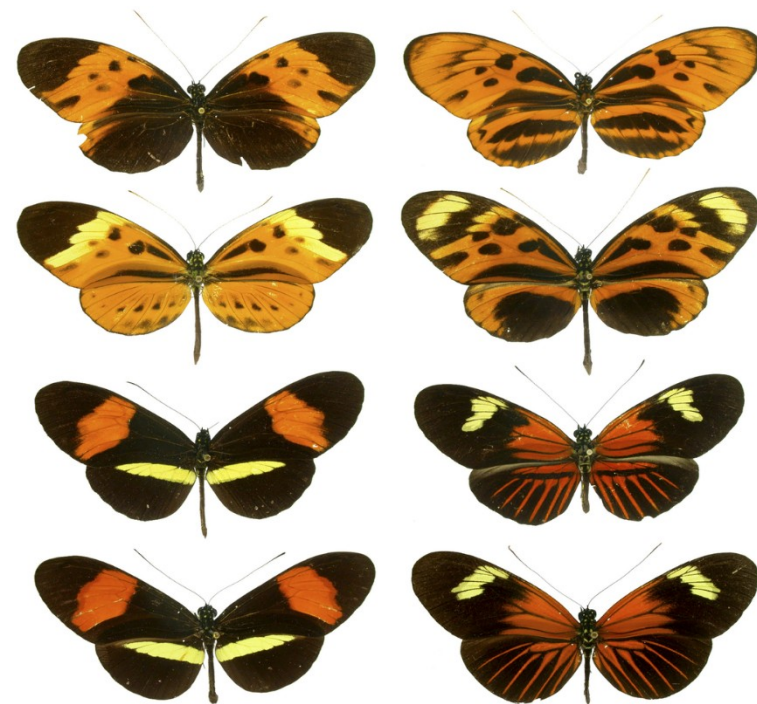
Müllerovské mimikry

Jeden nebezpečný či nejedlý druh napodobuje jiný nebezpečný druh proto, aby se jejich společný predátor naučil toto zbarvení lépe rozeznávat. Tím se zvyšuje pravděpodobnost přežití obou druhů.



Motýl místokrál (vlevo) vypadá velmi podobně jako škodlivě chutnající motýl Monarcha stěhovavý (vpravo).

Dva příklady Müllerianých mimiker u motýlů rodu *Heliconius*: Na tomto obrázku jsou horní čtyři formy *Heliconius numata*, které napodobují druhy z rodu *Melinaea*, zatímco spodní čtyři jsou *H. melpomene* (vlevo) a *H. erato* (vpravo), které se navzájem napodobují



Světlo a živočichové - mimikry

Ekologicky významná jsou ochranná (kryptická) a výstražná zbarvení.

Emsley-Mertensovské mimikry

Silně nebezpečný druh přejímá výstražné znaky méně nebezpečného druhu. Pro smrtelně jedovaté druhy je výhodnější napodobit zbarvení méně nebezpečných druhů, kterým se už predátoři naučili vyhýbat.

Korálovec (*Micrurus fulvius*)



Korálovka (*Erythrolamprus aesculapii*)



Světlo a živočichové - mimikry

Ekologicky významná jsou ochranná (kryptická) a výstražná zbarvení.

Zebra stepní – disruptivní zbarvení
(*Equus quagga*)



Světlo a živočichové - mimikry

Ekologicky významná jsou ochranná (kryptická) a výstražná zbarvení.

Strašilky (Phasmatodea) – klamná podobnost



Mimikry u rostlin

Některé rostliny, jako traviny, se mohou záměrně zaměřovat s jinými, někdy jedovatými.

Některé vyšší kvetoucí rostliny jako například **orchideje** vytváří květy připomínající svým **tvarem ale i pachem samičky hmyzích druhů**, jimiž pak **lákaají samečky, kteří se bezděčně stávají opylovači.**

Tařič – květ připínající hmyz



Světlo a živočichové – výstražné zbarvení

Ekologicky významná jsou ochranná (kryptická) a výstražná zbarvení.

Kuňka žlutobřichá
(*Bombina variegata*)



Kuňka ohnivá
(*Bombina bombina*)



Světlo a živočichové

Světlo působí na organismy také směrově a vyvolává u nich různé polohové a pohybové reakce:

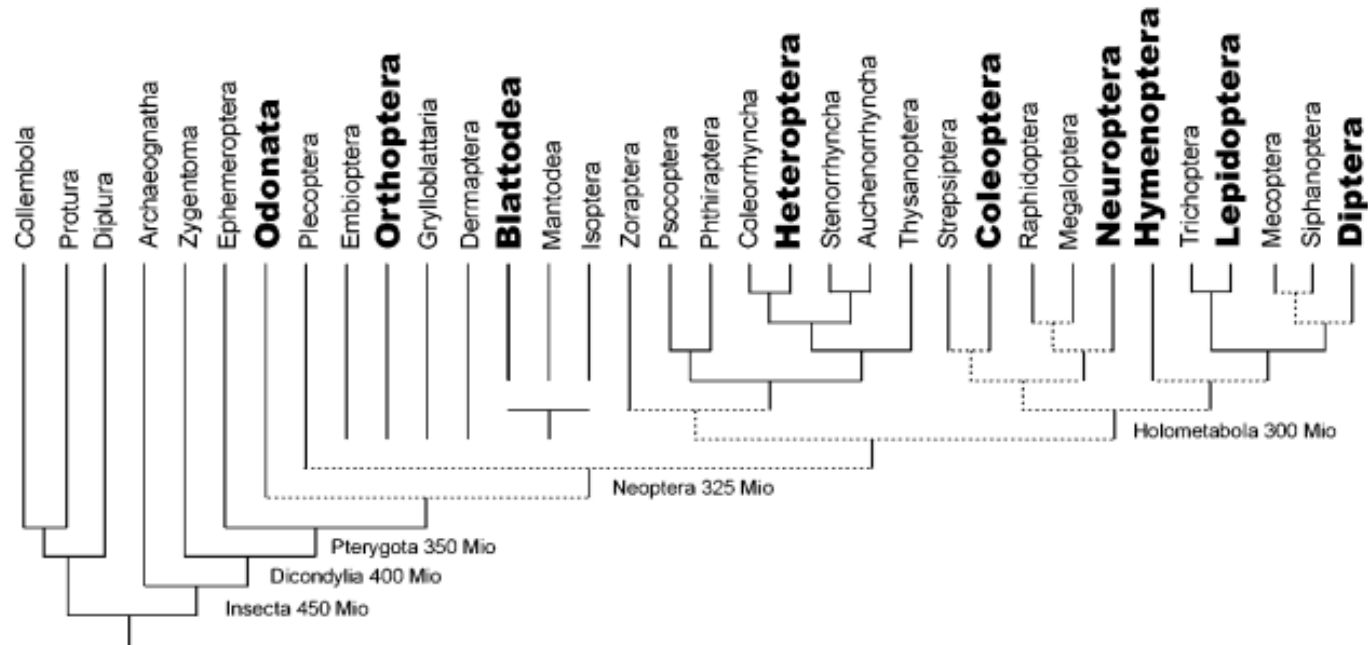
- Fototropismus
 - list rostliny je fototropicky pozitivní, orientuje se ke světlu, kořen je fototropicky negativní
 - u živočichů – hlavně přisedlé formy
- Fotokinese – vyhledávání místa s nejvhodnějším osvětlením
- Fototaxe – pohyb organismů vyvolaný světelným podrážděním; hmyz fototakticky pozitivní nalétává na zdroj světla
- Menotaxe – pohyb živočichů podle určitého úhlu ke světelným paprskům, orientace podle světelného kompasu

Světlo a živočichové

Orientace podle vizuálního kompasu – detekce polarizovaného světla:

- navigace na dlouhé vzdálenosti
- skupina specializovaných ommatidií na dorzálním okraji složeného oka (dorsal rim area - DRA)

Histology	+++	++.	+/-	-	+/-	- +++ ^b	+++ ^c	+++ ^d
Electrophysiology		++			+	++		++
Behavior		++				++		+
Receptor type		B(2)			G(1)	UV(2)		UV(3)



Organismy afotních prostředí (úplně bez světla).

Jen živočichové (fotofobní, heliofobní druhy). Žijí v jeskynních (**troglobionti**), dutinách (**kavernikolní formy**), v půdě (**euedafonti**), v podzemních vodách (**stygobionti**), v mořských hlubinách (**abysální formy**) a v tělech hostitelů (**endoparaziti**). Redukce zrakových orgánů, vymizely pigmenty, zanikla fotoperiodicita.



Alzoniella slovenica



Děkuji za pozornost !