

http://www.dlf.cz/About%20us/Meteorology/pohlcovani_zareni.aspx

http://www.cgd.ucar.edu/cas/Trenberth/trenberth.papers/ISSI_fulltext.pdf

Pohlcování záření

Pohlcování záření, Skleníkový efekt, Koloběh uhlíku v přírodě

Sluneční paprsky směřující k naší planetě neproniknou beze zbytku k zemskému povrchu. Téměř čtvrtina energie je rozptýlena ovzduším zpět do vesmíru a rovněž téměř čtvrtina je atmosférou pohlcena. Kyslík a dusík pohlcují záření nepatrně, nejvíce záření pohlcuje vodní pára, oxid uhličitý a tříatomová modifikace kyslíku - ozón. Kyslík a ozón pohlcují zejména ultrafialové záření o vlnové délce 0,20 až 0,36 mikrometru. Toto záření by na zemském povrchu bylo smrtelné pro živé organizmy. energii pohlcenou zemským povrchem příroda vrací. Část energie uniká vyzařováním, část ohřívá vzduch a část se spotřebuje na výpar vody. Latentní teplo ukryté ve vodních parách se uvolňuje kondenzací. Přebytek tepla v rovníkových oblastech je tak přenášen do vysokých zeměpisných šířek, takže ani na nejchladnějším místě planety neklesne teplota pod -90°C . Energie unikající vyzařováním je zadržována některými plyny, jako je vodní pára, oxid uhličitý, metan, oxid dusný nebo freony, jež označujeme jako skleníkové. Ty pak samy také vyzařují, ale zpravidla již ne tak mnoho, neboť jsou chladnější než povrch Země. Současné oteplování naší planety znamená, že ovzduší přijme větší množství vodních par. Koncentrace oxidu uhličitého stoupla v době industriální společnosti již o 40 %. Je to důsledek spalování, ale taky odlesnění a rozšiřování pouští. Část zoxidovaného uhlíku sice pohlcuje zrychlený růst lesů, to je ale jen věc dočasná, nevydrží déle než do poloviny století. Výrazně stoupá koncentrace metanu, kde je zdrojem pěstování rýže, spalování biomasy, důlní činnosti aj. Někteří odborníci předpokládají, že oteplením mořské vody by se mohl uvolňovat metan ve větší míře z moří a okrajů oceánů.

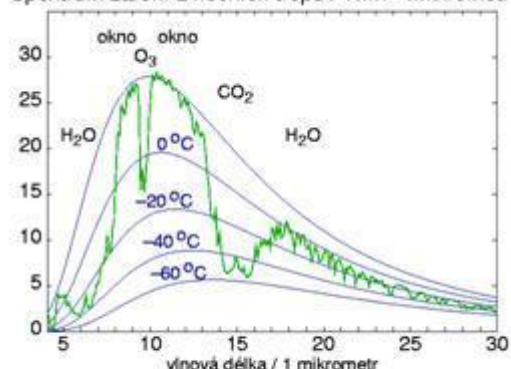
Nárůst u oxidu dusného se přičítá zejména intenzivnímu zemědělství. Freony neznala přírodní atmosféra vůbec. Rozhodující skleníkové plyny pohlcují dlouhovlnné záření zemského povrchu o vlnových délkách od čtyř do čtyřiceti mikrometrů. Vodní pára má široké pásmo pohlcování, oxid uhličitý má dvě úzká pásma, avšak s vysokou mírou pohltivosti. Pro oba plyny platí, že z větší části propouštějí do kosmického prostoru záření o vlnové délce okolo 10 mikrometrů, přesněji o délkách od 8 do 13 mikrometrů. Na tuto oblast připadá téměř třetina sálání vydávaného povrchem o teplotách od 0°C do $+40^{\circ}\text{C}$.

Fyzikální zákon Wienův nás poučuje, že délku vlny / 1 mikrometr, při níž je spektrální hustota záření nejvyšší, vypočítáme podle vzorce 2880 děleno absolutní teplotou / 1 kelvin.

Příklad: $2880:288=10$

Při teplotě $+15^{\circ}\text{C}$ je to tedy 10 mikrometrů. Další skleníkové plyny mají v atmosféře mnohem menší zastoupení, jejich míra pohltivosti je však mimořádná. Nebezpečí těchto plynů spočívá v tom, že jejich absorpční spektrum zasahuje i do vlnových délek okolo 10 mikrometrů.

Spektrum záření z nočních tropů / $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{mikrometr}^{-1}$

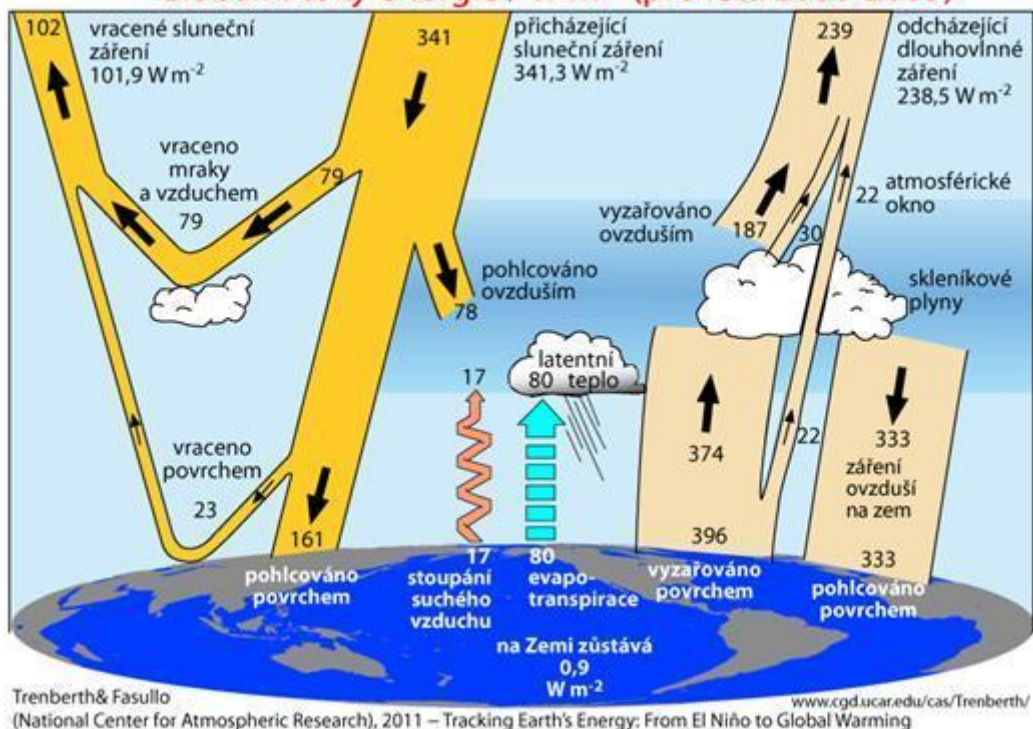


Záření Země do vesmíru je srovnáno s hladkými spektry záření černého tělesa o teplotě 20°C a méně. Jen ve dvou „oknech“ se uplatňuje záření rovnou s povrchem Země. V oblastech, kde absorbuje oxid uhličitý, do vesmíru září jen nejchladnější vrstva ovzduší.

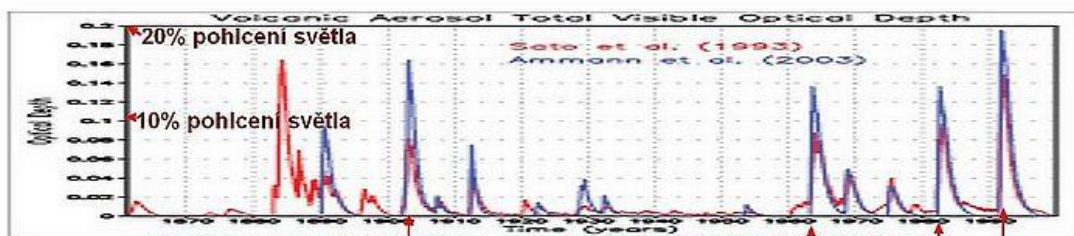
zdroj: <http://amper.ped.muni.cz/qw/obrazky/>

Pro globální oteplování v posledních desítkách let nejsou známy jiné než antropogenní příčiny, a tyto známé příčiny jej uspokojivě vysvětlují. **Rozdíl mezi pohlcovaným slunečním zářením a do vesmíru vyzařovaným zářením dlouhovlnným činí dnes přes půl wattu na metr čtvereční.**

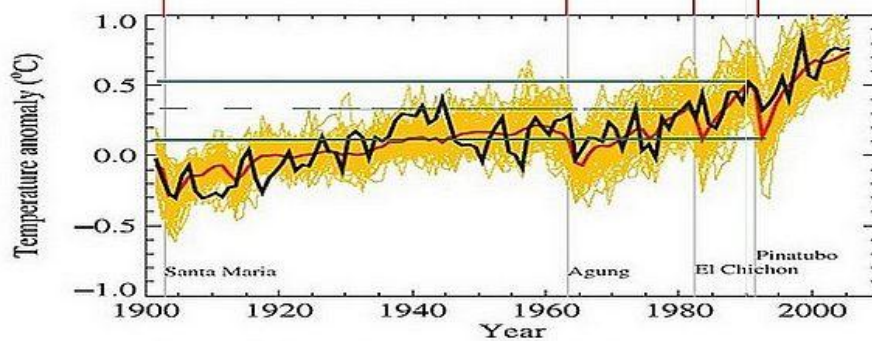
Globální toky energie / $W \cdot m^{-2}$ (pro léta 2000-2005)



zdroj: Trenberth, K.E. & Fasullo, J.T. [Tracking Earth's Energy: From El Niño to Global Warming](#). Surveys in Geophysics (2011).



Vliv výbuchu sopek na globální teplotu - krátkodobý pokles teploty



Sopečná činnost a změny teplot Země 1900-2000.

http://cevv.ef.jcu.cz/texty/klima_1dil.ppt

globální teplota
prům. model. teplota
modelové simulace

V posledních desetiletích se zdůrazňuje stoupající koncentrace CO_2 v ovzduší a s tím související oteplování. Za zmínku proto stojí bilance uhlíku v přírodě a jeho koloběh. V zemské atmosféře se nachází již 830 miliard tun uhlíku ve formě

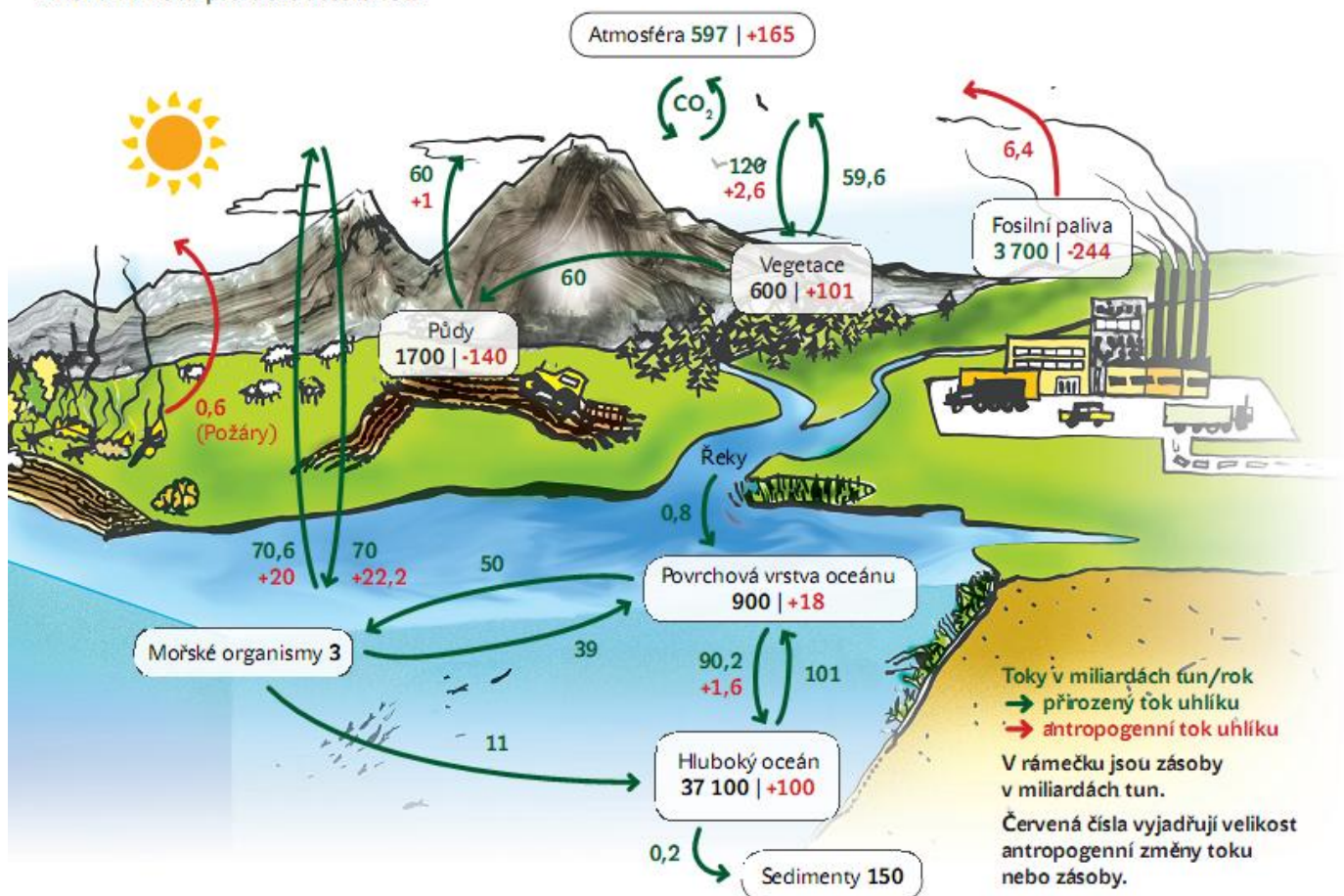
oxidu. Pro lepší představu - stejná váha vody by vytvořila na území Moravy a Slezska jezero hluboké asi 32 m. Před nástupem industriální společnosti v 19. a 20. století to bylo jen necelých 600 mld. tun uhlíku. Mnohem více uhlíku než v ovzduší je uloženo v těžitelných palivech.

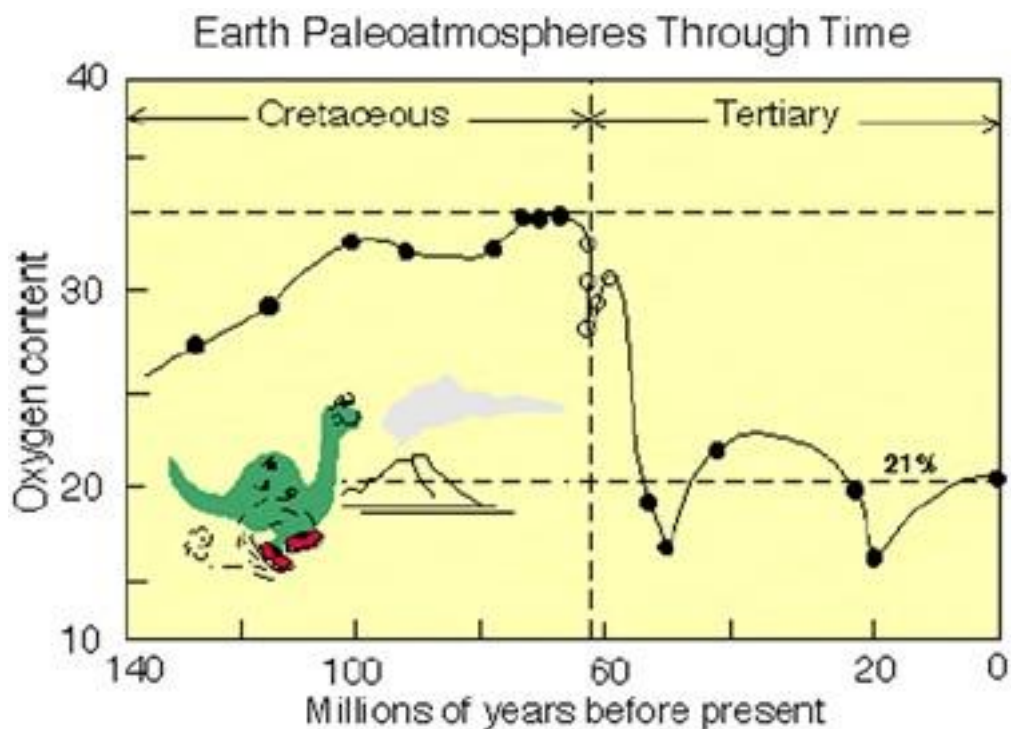
Odhad z roku 2010 říká, že se stávajících technologických podmínek má svět k dispozici asi 210 mld tun těžitelné ropy. Při současné spotřebě 4 mld tun ročně by byly zásoby vyčerpány do roku 2060. Dalších asi 250 mld tun je pro současné technologie nedostupných, nebo nové metody těžby výrazně poškozují životní prostředí. Odhad zásob je problematický v zemích s autoritářskými režimy. Světové zásoby uhlí odhadované na 860 mld tun by vystačily při současné spotřebě na necelých 120 let. Zásoby plynu odhadované na 187 bilionů m³ by vystačily na necelých 60 roků. V Česku se spotřebuje ročně 10 mld m³ plynu, světová roční spotřeba je asi 300x vyšší

Alternativa dosud užívaných fosilních paliv je podle geochemiků v hydrátech metanu. Odhaduje se, že se v nich skrývá dvojnásobek energie, kterou nesou jak známé, tak i dosud vytěžené zásoby ropy a uhlí. Metan do této formy vstupuje v hloubkách oceánu za vysokého tlaku. Nejsou ale propracovány technologie, jak takový metan z oceánského dna dostat. Nechtěné uvolnění velkého množství metanu do ovzduší by oteplování zdatelně zrychlilo, protože metan je jeden z neúčinnějších skleníkových plynů. Kolísání koncentrace metanu v ovzduší se dokonce považuje za jednu z příčin střídání dob ledových a meziledových.

Veškerá živá hmota i odumřelé organické zbytky (humus) obsahují asi 4 biliony tun uhlíku, tedy 5 krát více, než kolik se nachází v ovzduší. Uhlíčanové ionty rozpuštěné ve světových oceánech už představují 50 násobek, asi 40 bilionů tun. Veškeré usazeniny na naší planetě obsahují 100 000x více uhlíku, než je jeho množství v atmosféře. A opět pro představu - stejná váha vody by vytvořila na celé zeměkouli vrstvu vody vysokou asi 158 m.

Klíčem k pochopení změn zemského klimatu je koloběh uhlíku. Obrázek ukazuje zásoby uhlíku v miliardách tun a toky v miliardách tun za rok tak, jak se uvádějí ve Čtvrté hodnotící zprávě Mezivládního panelu pro změnu klimatu pro devadesátá léta.





Reakce uhlíku z hlediska geochemie jsou následující:

rozpuštěním oxidu uhličitého ve srážkové vodě vzniká slabá kyselina uhličitá. Ta způsobuje zvětrávání hornin, zejména vápenců, dolomitů a křemičitanů. Hydrogen-uhličitanové a vápenaté ionty se splavují do moře, kde z nich mořští živočichové vytvářejí znovu uhličitan vápenatý na stavbu svých tělesných schránek. Přitom se do vody uvolňuje oxid uhličitý. Jeho množství však nestačí vyvážit ztrátu oxidu z ovzduší, protože se jedná o množství asi poloviční. Jsou ale důkazy, že obsah uhlíku v ovzduší je vcelku konstantní, a to po milióny let, takže musí být ještě jeden zdroj doplňování do atmosféry. Je jím metamorfni reakce v hloubce několika kilometrů, kdy při pohybu zemských ker se dostávají uhličitanové do oblasti vysokých teplot a přeměňují se na křemičitan, přičemž se uvolňuje oxid uhličitý.

Výrony plynů a sopečnými erupcemi se pak dostává uhlík do vody nebo přímo do atmosféry. Geologické aktivity Země tak vděčíme za existenci života, i když žhavotekutý zemský plášť a pohyby zemských ker zabíjejí ročně při zemětřeseních a sopečných erupcích desetitisíce lidí.

RNDr. Jan Hollan, Ladislav Rošlapil – amatérský klimatolog