

## Globální oteplení – je vina vodní pára, oxid uhličitý, přírodní jevy nebo my? (2. díl)

Nejúčinnějším skleníkovým plynem je vodní pára, která se na skleníkovém efektu podílí skoro dvěma třetinami, oxid uhličitý asi 25 %. Tato informace je z knihy B.Moldan: Podmaněná planeta, Karolinum, 2009. Je to výborně napsaná čtyřsetstránková kniha s mnoha aktuálními grafy a tabulkami, z pevné vazby vykukují dvě bělostné textilní záložky - jedna navíc pro lidi, kteří snadno zapomínají. Vedle mám už značně otrhanou obálku na knize B.Moldan a kol.: Životní prostředí české republiky, Academia, Praha 1990. Uplynula skoro dvě desetiletí od vydání této pozoruhodné knihy podepsané takřka padesáti autory s téměř stovkou akademických titulů. Vědci promluvili ke zdevastovanému životnímu prostředí. Soudruzi nám tehdy lhali i o životním prostředí.



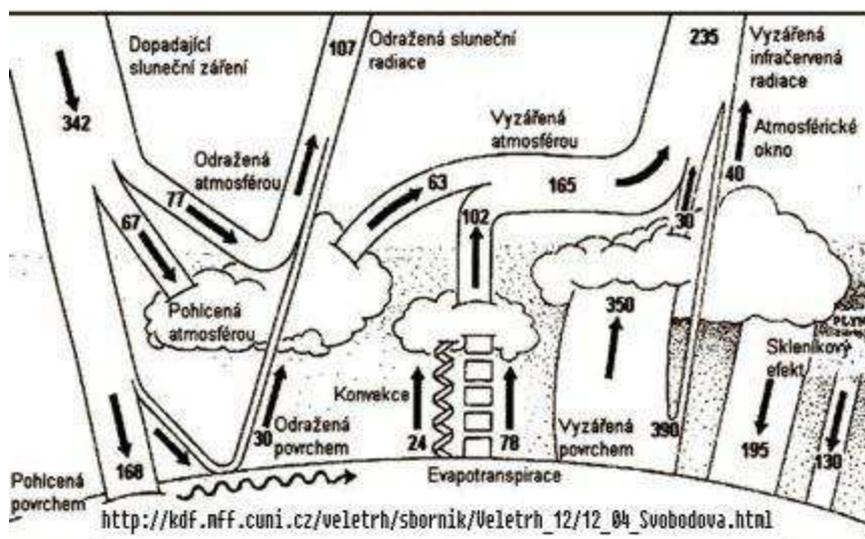
Potom křečji s poznámkou na výučním listu "nepúšťat' k saku" už nesliboval zlepšení podmínek práce hutníkům na Ostravsku a nespěchal pak poradit družstevníkům na jižní Moravu s kukuřicí. Palčivý problém emisí oxidu siřičitého se časem podařilo vyřešit a stálo to snad jen 30 miliard - emise SO<sub>2</sub> elektráren ČEZ se v období 2000/1990 zmenšily na 10%. Zmizel olovnatý benzín, máme dobrá auta a elektroniku, desetinásobný plat a některé ceny, životní úroveň je asi na 50% vyspělých států EU, máme demokracii a dobře placené špatné politiky, 106 000 kasín, bordely a bordel všude, máme tuneláře, korupci a lobisty, kriminalitu, imigranty, drogy, násilí v televizi, internet i doma, mobil na uchu nebo na jiném výrazu pro pozadí, máme supermarkety, které nás mají v lásce a jsou samé slevy, máme bídné dálnice a jejich blokády, nezaměstnanost, demonstrace a stávky. Máma už nemá mísu, ale my se ještě trochu máme. A jsme konečně v Evropě. Ale nejsou děti.

A ty děti, co jsou, se nepotřebují učit. Proč učit se, učit se, když není zájem zaplatit ani vědce, které už máme, aby pracovali doma? Kdo bude živit stát a koho bude stát živit? Podmanili jsme si svou zemi, planetu a stěží zvládneme námi vytvořenou civilizaci. Ještě že máme i jiné neřešitelné problémy, třeba to globální oteplení s výhledem, že bude ještě hůř. Nebo se na to můžeme dívat bez výhrad jako z hradu, že žádné globální oteplení neexistuje.

Encyklopedie <http://sklenikovy-efekt.navajo.cz/> uvádí, že vodní pára je nejdůležitější absorber (mezi 36 % až 66 % skleníkového efektu), a spolu s mraky mezi 66 % až 85 % , oxid uhličitý CO<sub>2</sub> 9-26%, N<sub>2</sub>O a další absorbery se podílejí 7% až 8 %. To vyznívá hodně nejasně, když nevidíme podíl methanu a ozonu. Nejspíš se to myslí tak, že průměrně vodní páry a mraky dávají 75,5%, oxid uhličitý 17,5 % a zbytek je pak 7%. Tento výpočet průměru je hodně schématický, ale jistě lepší než výrok, že vliv oxidu uhličitého je okrajový.

Teplota Země je asi 15°C, bez atmosféry by byla asi o 33°C nižší, tedy -18°C. Jindy se uvádí, že z vesmíru se naše Země jeví jako těleso o teplotě -20°C. To není v soulase s teplotou absolutně černého tělesa, která ZHRUBA odpovídá dopadajícímu slunečnímu záření, vychází jako to je  $1368/4 = 342 \text{ W/m}^2$  povrchu Země, přepočteno na teplotu podle Stefan-Boltzmannova zákona  $T = \sqrt[4]{\text{čtvrtá odmocnina}(342 / 0,000\ 000\ 0568)} = 278,46 \text{ K}$ , čili zhruba 5°C. Až 30% záření je atmosférou odraženo. Už při dopadu slunečního záření je většina

ultrafialového záření pohlcena atmosférou, a tomu odpovídá zvýšení teploty v termosféře (výška asi 80-450 km) až k 2000 K. Nad 450 km v exosféře mohou molekuly plynů unikat do vesmíru. Je jich tam však velice málo, družice a raketoplány létají také v této výšce. Stratosféra ve výšce 15-50 km má teploty většinou hluboko pod 0°C, i přes to, že se v ní pohlcuje ultrafialové záření v ozonoféře s maximem jeho obsahu kolem výšky 30 km. Stratosféra je horizontálně vrstvená, vertikálně se promíchává na rozhraní s troposférou nepatrně. Je těžké si představit nějaký strop v atmosféře, ale při nerozuměních je dobré si tuto větu vybavit. Mnoho zmatků v diskuzích plyne z představy, že skupenské výparné teplo vody nesené vodními parami a teplo nesené teplým vzduchem konvekcí vzhůru, se dostává přímo do vesmíru. Obecně atmosféra se ohřívá převážně od povrchu Země a ochlazuje se převážně vyzařováním infračerveného záření. Silně vertikálně promíchaná je troposféra, nikoli stratosféra. Skutečné spektrum vyzařované Zemí je ale velmi zubaté, jen na vlnové délce mírně přes deset mikrometrů se do vesmíru dostane záření rovnou z povrchu teplého oceánu. V jiných vlnových délkách je tohoto záření mnohem méně, zvláště málo záření je v oblasti kolem patnácti mikrometrů, protože takové pohlcuje nejučinněji oxid uhličitý. Do vesmíru září i ta nejchladnější vrstva ovzduší na rozhraní troposféry a stratosféry, která má teplotu až k -60°C. Přímé okno vyzařování do vesmíru je ze Země velmi úzké a odnáší málo energie (asi 40 W/m<sup>2</sup>). Viz Obr-1 podle IPCC a Svobodové.



Obr.-1 dopadající, odražené a infračervené záření v atmosféře

[http://kdf.nff.cuni.cz/veletrh/sbornik/Veletrh\\_12/12\\_04\\_Svobodova.html](http://kdf.nff.cuni.cz/veletrh/sbornik/Veletrh_12/12_04_Svobodova.html)

Zcela vpravo je vidět teplo pohlcené skleníkovými plyny (195 W/m<sup>2</sup>) a atmosférou (130 W/m<sup>2</sup>).

**Kam se dostane teplo odnesené z povrchu konvenkcí (24 W/m<sup>2</sup>) a evapotranspirací (78 W/m<sup>2</sup>)?**

Rozptýlí se v troposféře převážně horizontálně, čímž se přenáší teplo do chladnějších polárních oblastí. To přispívá obecně k vyšší teplotě Země, protože v polární oblasti je kvůli tomuto teplu méně sněhu a ledu, který odráží sluneční světlo.

- Troposféra se ochlazuje průměrně asi až do výšky 10-12 km (troposféra je asi 7-17 km, více v tropech snad i k 25 km), kde je tzv. tropopauza s teplotou průměrně asi -55°C. Teplota stratopauzy kolem výšky 50 km je těsně pod 0 °C. Do výšky 55 km k hranici stratosféry jsou tedy dvě různé vrstvy (jejich celkovou tloušťku je lze odhadnout asi na

13 km), kde se teplota nemění. Lze tedy očekávat, že právě zde je vertikální promíchávání nepatrné. Viz Obr-2. Zeleně jsem vyznačil vodorovnou čáru ve výšce asi 2,5 km, kde průměrně je teplota 0°C a tedy voda v kapalném stavu nebo jako led. Profesor Kutílek v knize Globální oteplení racionálně uvádí vliv vodních par asi do 5,5 km bez dalšího vysvětlování – zřejmě měl na mysli to, že nejvíce vodních par se odpaří z teplých oceánů, kde je vyšší troposféra tedy i výška, kde kondenzuje voda. Mraky se samozřejmě dostávají do vyšších výšek i nad 10 km, ale mrak tam neobsahuje významné množství vodních par, jsou to mikrokapičky vody a krystalky ledu. Vodní páry vidět není.

- Relativní zastoupení oxidu uhličitého v zemské atmosféře (objemová procenta) je poměrně konstantní uvádí se až do 100 km výšky, obrázek ukazuje jeho vliv asi do 50 km. Těm, kteří mají dojem, že oxid uhličitý s vyšší hustotou by se měl hromadit dole v atmosféře, bych doporučil zajít v neděli dopoledne k babičce (nebo mamince), když peče kachnu nebo štrůdl. Vůně je cítit všude i v předsíni a jsou to molekuly s mnohem větší molární hmotností, než molekuly vzduchu. Za normální teploty se molekuly vzduchu pohybují rychlostí kolem 500 m/s, a to způsobuje jejich dokonalé promíchávání.

- Největší problém s chápáním vyzařování infračerveného záření je před námi.

Stefan- Boltzmannův zákon

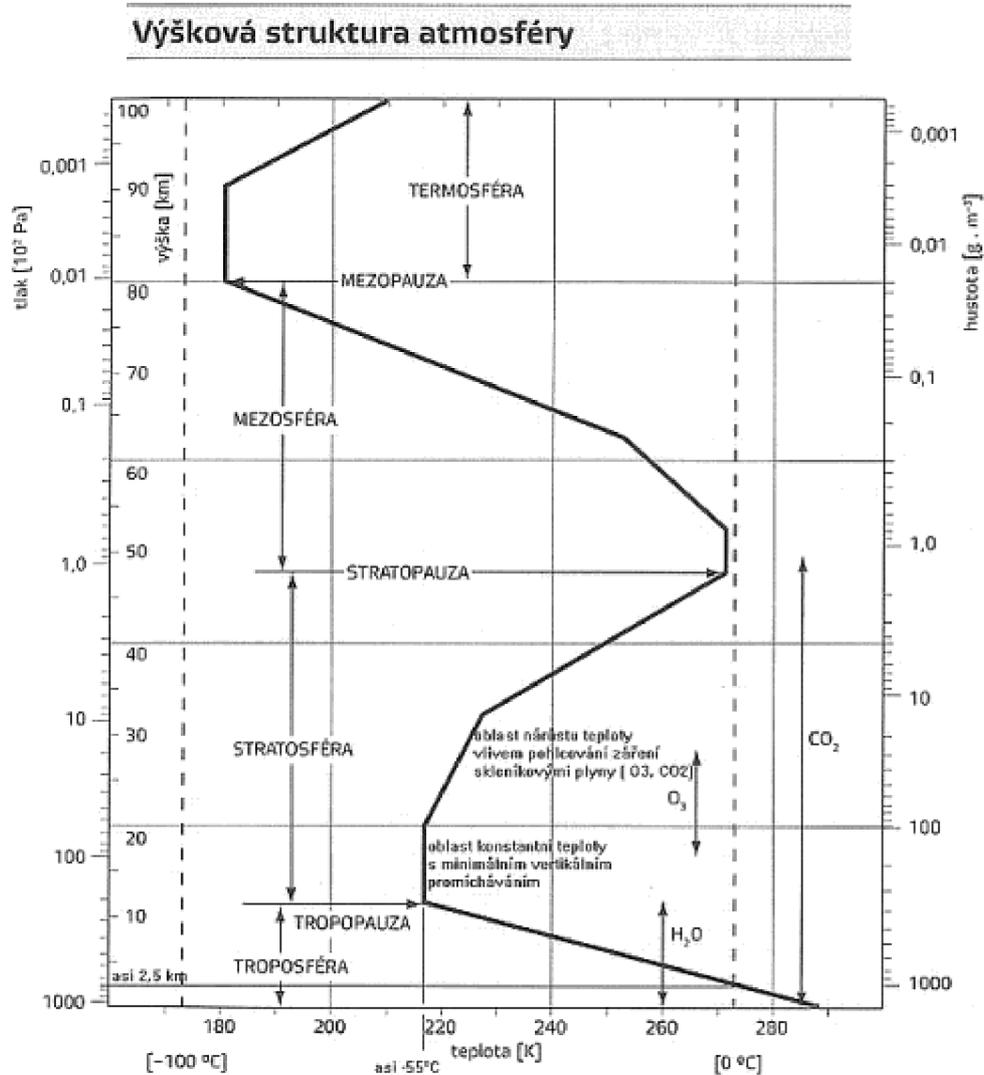
$$I [\text{W/m}^2] = 0,000\ 000\ 0568 * T^4$$

Intenzita vyzařování ( $\text{W/m}^2$ ) roste v závislosti na čtvrté mocnině absolutní teploty.

Nikde ani zmínka o hustotě plynu. Nejsem si jist, jestli jsem tím pravým vykladačem tohoto jevu, ale pokusím se o to. Při pohledu z vesmíru záleží na teplotě a  $1 \text{ m}^2$  plochy, která vyzařuje. Teplota atmosféry s výškou probíhá četnými výkyvy. Je jedno odkud z jaké hloubky atmosféry nebo snad i úplně z povrchu (uvedených  $40 \text{ W/m}^2$ ) toto záření pochází. Nemá smysl hledat nějaké vrstvy, odkud se vyzařuje. Prostě celkový součet vyzářené energie za sekundu na  $1 \text{ m}^2$  lze určit jako průměrnou hodnotu. Do vesmíru vyzářený výkon na  $1 \text{ m}^2$  je ovlivněn teplotou a mnoha faktory- vodní párou, mraky, oxidem uhličitým a dalšími skleníkovými plyny. S velkou statistickou přesností však můžeme předpokládat, že je konstantní celkové množství molekul ve sloupci o průřezu  $1 \text{ m}^2$  od okraje atmosféry až na povrch Země. Po zkušenostech z diskuze se pokusím předpokládat, že všichni ví, co je průměr. Nemá cenu řešit výkřiky typu - na poušti nejsou skoro žádné vodní páry, máte to špatně. To je jako když průměr srážek nad pevninou je 700 mm/rok a někdo kontruje tím, že na poušti Atacama nepršelo 100 let a letos tam padal sníh. Uvedu příklad ze života. Za bezvětrí drobně prší na hladinu rybníka. Vznikají vcelku rovnoměrně kola po dopadu kapek. Nemá cenu filosofovat jak velké kapky z jaké výšky a jaké vrstvy atmosféry kapky padají, výsledek lze snadno změřit třeba ve válci. Výška 1 cm odpovídá 1 litr na  $\text{m}^2$ . Víme, že průměrné množství srážek na pevninách je asi 700 milimetrů ročně (shodou okolností v naší zemi je průměrně také 700 milimetrů srážek za rok). Takže odhodíme celou oblast problémů spojených s úvahami, že vyzařování ovlivňují nějaké vrstvy a kde že ty vrstvy jsou. Vyzařování Země jako celku se dá změřit z družic asi tak jako změříme celkové množství srážek. Není třeba řešit, že nahoře v troposféře je vysoká teplota a málo plynu. Každých asi 5,6 km poklesne tlak vzduchu na polovinu, do této výšky 5,6 km je 75% atmosféry. K hranici troposféry (vezmeme 11,2 km) by mělo být dalších  $\frac{3}{4}$  ze zbylých 25%, tedy  $75 + 19 = 94\%$  hmotnosti atmosféry. Většina skleníkového efektu spojeného s pohlcováním infračerveného záření se odehrává tedy v troposféře. Ve stratosféře není prakticky vodní pára, ale je tam ozón (nejvíce kolem 30 km). Dále je

tam podle objemových % zhruba stejně jako při povrchu oxidu uhličitého. Lze očekávat, že i koncentrace oxidu dusného a methanu nebudou podstatně odlišné, od povrchových, konkrétní údaje ale nemám. Až do stratosféry se zhruba během 3 let a déle dostávají i freony. To je vlastně i ukázkou toho, že výměna molekul mezi tropopauzou a spodní stratosférou je pomalá, případný tok energie takto přenášený je tedy malý.

Pro troposféru, kde teplota s výškou klesá platí, že vyšší chladnější vrstva vyzařuje podle Stefan-Boltzmannova zákona méně, než spodní teplejší vrstva. Část tepla tedy zůstává zachycena v troposféře. To v Obr.-1 podle Svobodové představují šipky směrem dolů 195 W/m<sup>2</sup> pro skleníkové plyny a 130 W/m<sup>2</sup> pro ostatní plyny atmosféry, které působí jako izolant. Asi tak jako plyn mezi dvěma skly okna, když venku mrzne. Znovu opakují, že tropopauzu s konstantní teplotou si můžeme představit jako přesně neohraňovaný, ale prakticky existující uzávěr vertikálního proudění atmosférického vzduchu, kde výměna molekul a tepla je pomalá.



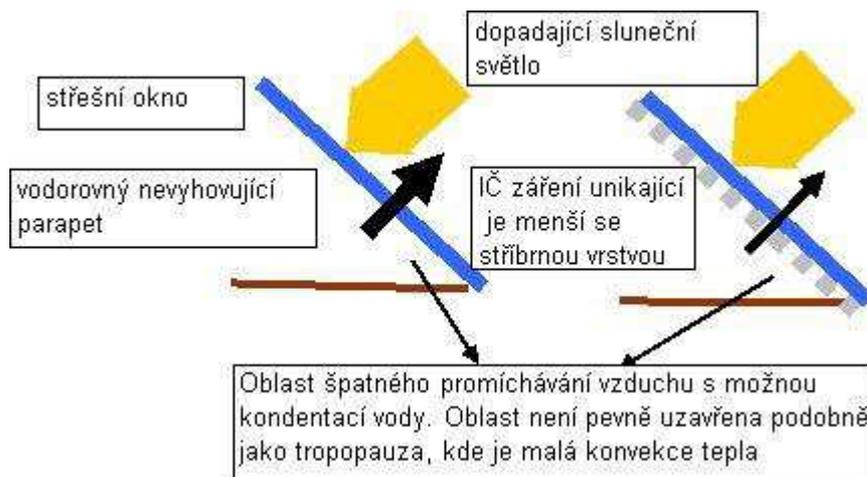
Křivka na obrázku zobrazuje tzv. standardní model atmosféry, to znamená průměrné globální hodnoty. Výška tropopauzy se např. pohybuje mezi 7-17 km, nejnižší je v zimním období v polárních oblastech, nejvyšší v tropech. Díky velmi nízké teplotě tropopauzy (okolo -50  $^{\circ}\text{C}$ ) vodní pára nestoupá výše, protože prakticky úplně "vymrzne". Tlak a hustota ovzduší rychle klesají, jsou poloviční ve výšce 5,6 km. Do této výšky je obsaženo přibližně 3/4 hmoty vzduchu.

Obr-2 - Zemská atmosféra – zdroj: Moldan: Podmaněná planeta (2009).

### **Lze skleníkový efekt přirovnat k místnosti s oknem?**

ANO. Skleníkový efekt lze vysvětlovat a přirovnávat, lze ho i pochopit, ale musí se chtít. Jak praví přísloví: „Koně můžeš přivést k vodě, ale napít se musí sám“.

- Vertikální skleníkový jev. Představme místnost, ve které se dětem podařilo rozbít okno těžkým míčem ze dvora. Při výměně dvojskla se rozhodneme pro stejné dvojsklo, ale s atomární vrstvou kovovou vrstvou. To jsou ta okna, která se zvenku jeví jako částečné zrcadlo a není z dálky vidět dovnitř. Tato většinou stříbrná vrstvička na skle pohlcuje infračervené záření a odpovídá skleníkovým plynům. Uvnitř místnosti bude poněkud méně světla, což za ty peníze moc nepotěší. Ven je vidět dobře bez zrcadlení. Díky zvýšenému pohlcování tepelného odcházejícího záření dojde v místnosti k ustálení nové tepelné rovnováhy na vyšší teplotě. V místnosti bude tepleji, velké předchozí tepelné úniky záření přes okno budou omezeny. Teplejší místnost musí ovšem vyzařovat víc stěnami, celkové přijaté i vyzářené teplo je stejné jako před tím. V místnosti bylo 20°C, nyní je řekněme 21°C. Nad stropem je nevytápěná půda, kde bude v zimě -13°C, rozdíl je tedy 33°C. Vzduch v místnosti obíhá konvencí od teplého radiátoru pod oknem, nahoru ke stropu, ochlazuje se a vrací se od protější stěny a podlahy. Toto promíchávání odpovídá ve schématu troposféře. Strop místnosti je pro proudění vzduchu neprostupný, ale zahřívá se více než před tím, a o něco málo víc tepla se infračerveným zářením vyzáří na chladnou půdu, která odpovídá horní části atmosféry a vyzařování do vesmíru. Také podlaha odpovídající povrchu Země bude teplejší a bude vyzařovat více (v analogii povrch Země bude teplejší). Vzduch v místnosti bude teplejší díky tomu, že okno propustilo méně infračerveného záření ven do chladného vnějšího prostoru. Strop v místnosti je teplejší, než jeho svrchní část na půdě, vyzařuje více tepelného záření spodní částí do místnosti, než horní částí na půdu. Stejně tak horní studené vrstvy atmosféry vyzařují méně infračerveného záření, než spodní teplejší. Každá část stropu teplo pohlcuje a znovu dál předává. Čím výše v průřezu stropu, tím je strop chladnější, protože zdroj tepla je dole. Také na Zemi je zdroj tepla dole- nejvíce slunečního záření zachycuje povrch Země. Teplo přenášené v atmosféře prouděním a vodními parami zůstává v tropopauze pod přesně neohraňčenou, ale přeci jen existující vrstvou stratosféry s minimálním vertikálním prouděním. Svislé okno tedy představuje skleníkový jev dobře pochopitelný, ale pořád jen vertikální.
- Šikmý skleníkový jev. V dalším kroku si představíme výměnu rozbitého skla za sklo s kovovým povlakem u šikmého střešního okna, kdy část infračerveného vyzařování jde přímo ven, což odpovídá vyzáření do vesmíru. Jak víme, vnitřní parapety střešních oken jsou šikmé. Vodorovný parapet by způsobil špatné proudění vzduchu, při spodní části okna by chladný vzduch nemohl snadno klesat dolů, byl by ještě více ochlazován z venku a okno by se vevnitř orosilo kondenzovanou párou. Tento poněkud uzavřený klín vzduchu představuje onu nepevnou, ale přeci jen existující vertikálně slabě promíchanou vrstvu vzduchu. Teplo uvolněné kondenzací vodních par tedy nemá šanci se dostat přímo nahoru „do vesmíru“. Čímž není popřeno, že menší část této energie nesené vodní párou se přemění na teplo, které přes výměny v troposféře se přeci jen dostane jako infračervené záření mimo atmosféru.



Obr-3 Model skleníkového jevu na střešnímokně

- Horizontální skleníkový jev. Představme si, že z nějakého ne zrovna rozumného důvodu jsme ve skleníku vyměnili skla za skla s kovovou vrstvou. Skleník má automatické hydraulické větrání. Část tepla uniká, což představuje ne úplně dokonalou záklopku proudění přes stratosféru. Ve skleníku bude po výměně skel tepleji. V předchozí diskuzi jsem se dozvěděl, že nechápu fyziku ani základní školy. Vodní pára prý odnáší teplo do vesmíru. Na to, že oxid uhličitý prý ochlazuje Zemi, už raději ani nereaguji. Podstata skleníkového jevu, že teplejší a hustší vrstva dole vyzařuje více, než chladnější a řidší nahoře, byla označena za perpetuum mobile.
- Spirálový skleníkový jev. Původní problém – skleníkový efekt - je jakýsi zárodek uprostřed, kolem kterého se nabaluje spirála diskuze čím dál širší, méně kvalifikovaná a čím dál víc agresivní. Trochu to bolí, bo i u internetu můžou sedět volí- jak by se dalo parafarázovat podle „Milionáře“ od Nohavici.

Obr-4 - uhlíkového cyklu podle[1] Moldana (2009) je doplněn modrým textem, který vypočítává roční podíl změny oxidu uhličitého v atmosféře v %. Celkem vychází skoro 25 %. Následující Obr- 5 jsem sestavil pro s 25 % obměny ročně, pak se dostaneme k průměrné době obměny atmosférického oxidu uhličitého v atmosféře něco přes 3 roky.

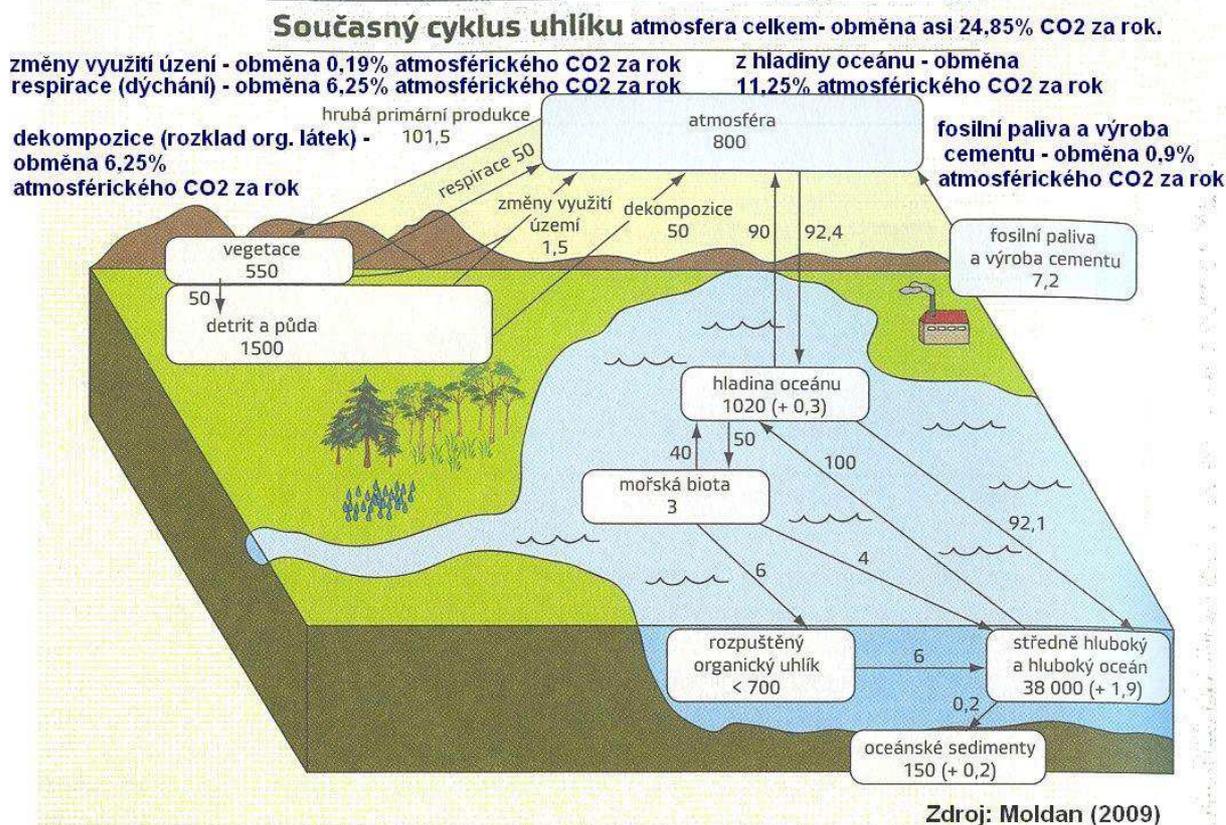
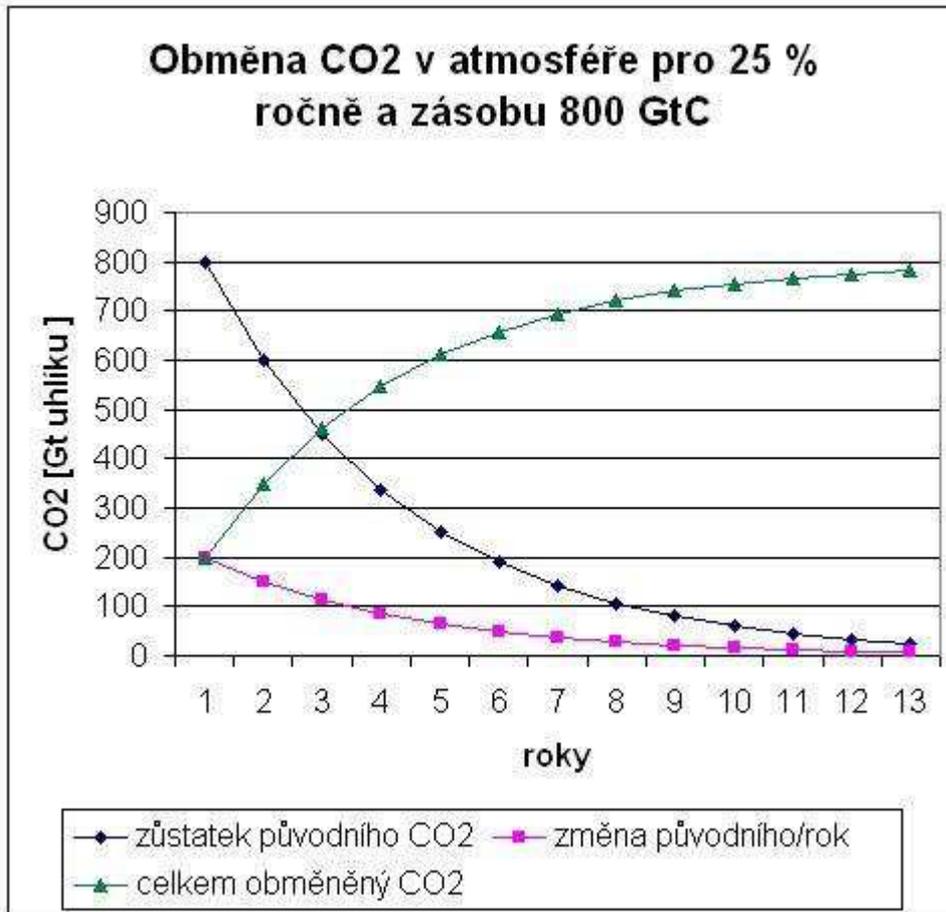


Schéma ukazuje hlavní zásobníky a toky uhlíku. Zásobníky jsou v obdélnících a jejich objem je vyjádřen v petagramech (10<sup>15</sup> gramů) uhlíku – PgC. Toky jsou znázorněny šipkami a vyčísleny v PgC za rok.

Obr – 4 současný cyklus uhlíku podle [1] Moldan, 2009.

Hodnotu 3 roky jako průměrnou dobu obměny oxidu uhličitého v troposféře uvádí Moldan na jiném místě knihy [1]. Antropogenní oxid uhličitý se přírodou absorbuje stejně jako přírodní, asi 25 % ročně, tedy by klesl obsah oxidu uhličitého emitovaného za rok za 17 let na 1% původních antropogenních emisí. Je to ovšem výpočet k ničemu- emise nebudou po dobu 17 let nulové, naopak- roční přírůstek celkového CO<sub>2</sub> byl asi 70 ppm/50 let (asi 1,4 ppm/rok a vývoj sotva tušíme). Klesat někdy přírůstek bude, ale těžko do roku 2030, jak ukazují následující grafy. Tím se dostáváme k úpravě Hansenova účelového výroku (<http://www.veronica.cz/?id=404>), že dnešní emise zůstanou v atmosféře takřka 1000 let. Za 300 let bude při 25% obměny ročně z těchto letošních emisí v atmosféře  $5,86 \cdot 10^{-36}$  gigatun (asi  $5 \cdot 10^{-27}$  tun) původního uhlíku z emisí CO<sub>2</sub>. V 1 tuně uhlíku je asi  $5 \cdot 10^{28}$  atomů. Takže za 300 let bude z těchto původních emisí v atmosféře 10 atomů uhlíku. Počítat na stovky let dopředu, když nevíme, kam současné rovnováhy budou posunuty, to si netroufám. Takže jednoduchý závěr- „když tam bude, tak tam bude“- pokud budeme za 100 let spalovat fosilní paliva, bude v ovzduší navíc fosilní oxid uhličitý, který ovlivní rovnováhy uhlíkového cyklu. A lze pochybovat o tom, že přebytky oxidu uhličitého dokáže pohltit oceán. Dočasně konečným úložištěm uhlíku je půda 50 GtC/rok a rezervoár uložení v půdě je 1 500 GtC, tedy takřka dvojnásobek rezervoáru v atmosféře (800 GtC) a asi o polovinu více, než v povrchových vodách oceánu (asi 1020 GtC). Velkým úložištěm je i organický uhlík v oceánu (více než 700 GtC), který má malý roční pohyb – 6 GtC/rok. Mořské dno jako konečný sediment vápenců je poměrně malý rezervoár 150 GtC s malým ročním ukládáním

0,2 GtC/rok. Zásadní význam má rezervoár středních a velkých hloubek oceánu (38 000 GtC), jehož obměna je kolem 100 GtC/rok (0,26%/rok, polovina obměny asi za 265 let). Právě tento největší rezervoár bikarbonátového uhlíku ( $\text{HCO}_3^-$ ) je ohrožen zvyšováním kyselosti oceánů, které se zatím projevuje při povrchu. Výměna hlubokomořské vody trvá podle Moldana 2000 – 3000 let.



Obr-5 obměna oxidu uhličitého v atmosféře.

Podobně pohlcování oxidu uhličitého do oceánu má podle Grafu 1 hodnotu 92,4 GtC/rok z rezervoáru 1020 GtC s přírůstkem asi 0,3 GtC/rok. Celkem proti přírodnímu cyklu uhlíku došlo ke zvýšení pohlcování do hladiny oceánu asi z 90 GtC/rok na 92,4 GtC/rok a zásoba při hladině se zvýšila z 1000 GtC na 1020 GtC. Obměnu oxidu uhličitého vůči hladině oceánu můžeme vyjádřit asi 9% za rok, tedy za dobu něco přes 6 let se obmění polovina atmosférického oxidu uhličitého pohlcením do oceánu. Velmi blízko této hodnoty je roční přesun oxidu uhličitého z hladiny do hloubky oceánu (asi 92,1 GtC/rok), tedy polovina obměny bude zhruba také něco přes 6 let, podobně jako nazpět z hloubky k hladině.

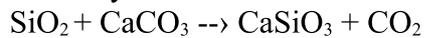
### Je velký vliv geologický cyklus uhlíku v atmosféře?

Tento vliv není rychlý, ale je dlouhodobý. Podle Westbroeka [2] lze biologický cyklus uhlíku v atmosféře za 600 000 000 let vyjádřit jako 55 000 000 obměn, tedy asi 10,9 roku na „skoro celou“ obměnu. To je ve slušné shodě s Moldonovým údajem 3 roky pro průměrnou dobu obměny oxidu uhličitého v atmosféře, tedy v podstatě polovinu jeho obměny. Geologický cyklus uhlíku je za 600 000 000 let obměněn 300 000 krát, je to tedy obměna asi

183 krát pomalejší. Jde v podstatě o zvětvávání vlivem oxidu uhličitého, ze živce vzniká kaolinit, křemen a uhličitan draselný, který může přecházet na staženinu  $\text{CaCO}_3$ :



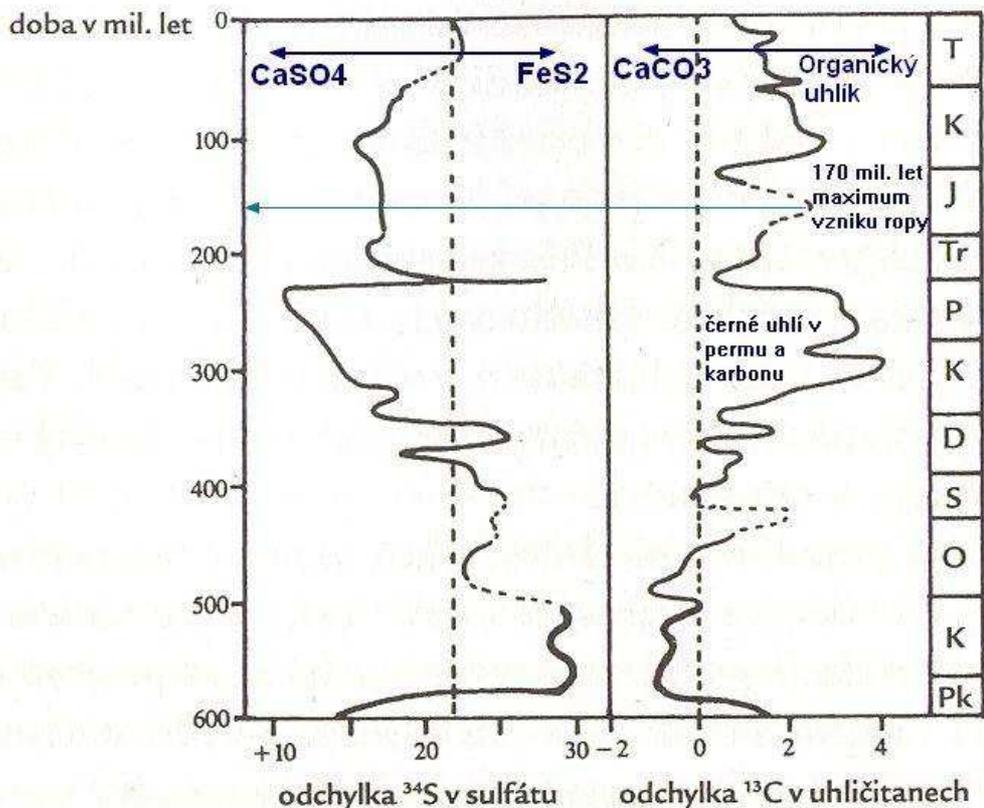
Ve velkých hloubkách Země za vysokých teplot dochází k reakci



Vzniká oxid uhličitý, který se zapojuje do organického cyklu v atmosféře.

### Souvisí biologický a geologický cyklus uhlíku?

ANO.



Dlouhodobé trendy změn v obsahu izotopů síry v sulfátu (vlevo) a izotopů uhlíku v karbonátu (vpravo). V levé křivce odchylka doleva odráží čistý převod síry z pyritového ( $\text{FeS}_2$ ) do sulfátového ( $\text{CaSO}_4$ ) rezervoáru (srovnej s obr. 4.1). Při této reakci je odčerpáván kyslík z atmosféry. Odchylka doprava v pravé křivce znamená přesun uhlíku z vápence ( $\text{CaCO}_3$ ) do rezervoáru organického uhlíku. Tato reakce „pumpuje“ kyslík do atmosféry. Pověšimněte si, že spotřeba kyslíku v jedné reakci je vyvážena jeho produkcí v jiné reakci, a tak obsah kyslíku v atmosféře zůstává v čase přibližně konstantní.

Obr-6- anorganický a organický cyklus uhlíku a cyklus síry podle Westbroeka [2] pochází původně z roku 1991. Doplnil jsem jej o modrý text a vzorce. V roce 1991 dnes démonizovaný panel IPCC byl nevýznamné tříleté batole, takže snad nemusíme biogeochemika Westbroeka podezírat z manipulací s radionuklidy ve prospěch globálního oteplování. Tento graf uvádí Westbroek na podporu zdůvodnění vysoce stabilní hladiny kyslíku v atmosféře. V Obr-6 lze mohutné ukládání vápenců koncem období jury a koncem křídly. Na jiném místě knihy Westbroek upozorňuje na 1 km silné uloženiny vápenců z mořské trávy ve Floridském zálivu asi před 70 miliony let, na grafu v té době odchylka je. Lze najít odchylku směrem k ukládání organického uhlíku před 200-300 miliony roků v době karbonu a permu při vzniku černého uhlí nebo maximum ukládání ropy před 170 miliony roky. V karbonu a permu byla hladina oxidu uhličitého nižší, patrně spotřebováním fotosyntézou a uložením organického uhlíku. Při troše dobré vůle vidíme ukládání hnědého uhlí před 60 miliony roky. Ukládání fosilních paliv můžeme tedy odhadovat na desítky milionů let, snad 100 milionů let celkem. Kdyby se těžila fosilní paliva ještě 500 let (což je možné, zvláště geologické zásoby uhlí jsou snad 10 krát vyšší, než dnes známé a ekonomicky těžitelné), tak spalováním provádíme změnu 200 000 krát rychlejší, než byla změna při jejich vzniku. To je těžký zásah do uvedených rovnováh. Můžeme věřit, že se s tím příroda vyrovná a to je tak všechno, co s tím můžeme dělat, soudí ekologičtí skeptici.

Pohled na souvislý graf koncentrací oxidu uhličitého ukazuje různá velmi odlišná zpracování, v podstatě můžeme říci jen to, že koncentrace oxidu uhličitého byla vyšší, než dnes až k 7000 ppm a s nízkou hodnotou v karbonu, kdy byla hladina CO<sub>2</sub> blízká dnešní.

Nízkou hladinu oxidu uhličitého v teplém karbonu se nedaří vědcům uspokojivě vysvětlit, podobně jako není dobře vysvětleno asi 30% propadu oxidu uhličitého dnešní doby. Pokud si pustím jazyk a klávesnici na vandr, nabízí se jakési vysvětlení.

V karbonu a permu došlo k přesunu mezi rezervoáry síry a uhlíku. Převod síry z rezervoáru pyritového (FeS<sub>2</sub>) do síranového (CaSO<sub>4</sub>). Tyto přesuny lze doložit pomocí odchylek izotopů <sup>34</sup>S v horninách - zdroj [2]. Tím se spotřeboval kyslík za atmosféry a také vápník potřebný pro srážení CaCO<sub>3</sub>, dochází k přesunu uhlíku z vápence CaCO<sub>3</sub> do organického uhlíkového rezervoáru. V té době vznikalo karbonské a permské černé uhlí. Je třeba ale mít na paměti, že podstatné uloženiny vápence vznikaly už od 2,5 miliardy let činností bakterií žijících na mikrobiálních povlacích karbonátových plošinách. Dnes nacházíme proužkové vápencové horniny zvané stromatolity v centrálních částech kontinentů. Karbonáty (většinou CaCO<sub>3</sub>) v zemské kůře představují podle [1] asi 3.10<sup>23</sup> g = 3.10<sup>17</sup> t, při přepočtu na uhlík to vychází 3,610<sup>16</sup> t uhlíku, to je 36 000 000 GtC. Emise z fosilních paliv a výroby cementu jsou asi 7,2 GtC/rok. I tento obrovský rezervoár uhlíku ve vápencích podléhá geologickým změnám. Vápence zvláště ze dna moří se tektonickým podsouváním lithosférických desek dostávají do hloubek, kde podléhají přeměně na tepelně stářejší křemičitany zvláště vápenaté a uvolňuje se oxid uhličitý. Tato reakce je ostatně využívána při výrobě cementu, která je rovněž zdrojem oxidu uhličitého. Uhličitany a hydrogenuhličitany jsou odnášeny řekami do moří, kde se při široké oblasti ústí řek stávají živinami pro život v mělkých pobřežních mořích, které patří k nejvýkonnějším biotům na zemi. Volný oceán je poměrně chudý na živiny i na život.

Asi před 200 miliony let do tohoto cyklu vápencového uhlíku a tedy do cyklu uhlíku obecně vstupuje na volném oceánu mikroskopická řasa *Emiliania* (*Emiliania huxleyi*), která vytváří kokolity (oválné šupinky kalcitu). Součástí minerálu je uhličitán vápenatý a z části polysacharid, jakýsi sliz, který má funkci inhibitoru srážení kokolitu. Ano, inhibitoru srážení vápence. Podmínky pro jeho vznik jsou splněny vysokým nasycením roztoku uhličitanu, kde koncentrace oxidu uhličitého uvnitř měchýřků, je mnohem větší, než ve volném moři.

Polysacharidy řídí výstavbu dutého vápencového krunýře tak, že se živá řasa udrží při hladině. Tam se stává součástí potravního řetězce, zvláště planktonních korýšů (Copepoda) a vznikají tzv. fekální pelety s vysokým obsahem vápence, které rychle klesají na dno. Nebo řasa uhynie, mrtvé řasy se na sebe nalepí a také klesají ke dnu, když nejsou schopny udržet uvnitř plyny. Plochy dna oceánu pokryté tímto spadem vápence jsou větší, než je plocha kontinentů. Část těchto vápenců se stává součástí geologického cyklu vápníku, jak bylo řečeno, při podsouvání lithosférických desek. Peter Westbroek v knize Život jako geologická síla (u nás vydalo Dokořán 2003) tvrdí, že řasa *Emiliana* je největším ukladačem vápence na Zemi. A hlavně není omezena na okrajové mělké oblasti moří kde žijí koráli, kteří jsou velmi citliví na změny prostředí. Korálové útesy jsou bohatostí života jakými podmorskými tropickými pralesy a jejich význam a ohrožení bylo mnohokrát popsáno. Westbroekova kniha popisuje také význam mořské trávy ve Floridském zálivu pro ukládání vápenců, které probíhá dosud. Na povrchu listů této mořské trávy je jemný povlak vápence, po odumření padá vápenec do hlubin. Ve Floridském zálivu je vrstva vápenců asi 1 km silná pocházející především z období křídý asi před 70 miliony let. Vytvoření 1 km silných usazenin ukazuje obrovskou adaptibilitu této mořské trávy na změnu hladiny. Postupnému poklesu mořského dna se vyrovnávala mořská tráva svým ukládáním vápence. Jak píše biogeochemik Westbroek tvoří tato mořská tráva jakýsi obrovský sluneční kolektor stále těsně pod hladinou, který váže oxid uhličitý na vápenec.

Při pohledu na celkové schéma uhlíkového cyklu podle Obr-4, tyto přímé spady vápence na dno oceánu ani nevidíme, patrně je započteno do přesunů přes hladinu a střední hloubky oceánů až na dno. Celkové ukládání vápenců na mořské dno se udává pouhých 0,2 GtC/rok.. Můžeme tedy uzavřít, že ukládání vápenců na mořské dno je relativně pomalé. Vápenec se stává součástí geologického cyklu uhlíku, který je velmi pomalý, obměna mořského dna trvá průměrně za 100 milionů let. A tak mnohem větší vliv na klima mají erupce sopečných plynů, které obsahují i oxid uhličitý pocházející původně z vápenců.

Vliv sopek na vznik života a uchování podmínek života a koncentrace oxidu uhličitého dobře ukázal seriál BBC Zázračná planeta, Neobyčejné síly země, Sopky (1/5) dne 24.7.2009. Viděl jsem ho až po napsání tohoto článku a obecně je s ním v dobrém souhlasu. Opět seriál uváděl důkazy pro úplné zalednění Země asi od 700 milionů let zhruba do doby před 630 miliony let, kdy začala Země rozmrazat vlivem sopečného oxidu uhličitého, který se nemohl rozpouštět v oceánech ani být pohlcován fotosyntézou. V dnešní Namibii (tehdy na rovníku) jsou usazeniny z té doby, v nich jsou velké kameny vzniklé tím, že ledovec dotlačil kameny na led. Průměrná síla ledu byla 1 km a nejvyšší teploty  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  až  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Průměrná teplota  $-50$  se za několik set let díky skleníkovému efektu oxidu uhličitého změnila na  $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Tento seriál uváděl i to, že subdukcí (podsouváním tektonických desek) se do míst pozdější sopečné činnosti dostávají i zbytky organických látek vytvořených řasami na mořském dně. Výkyvy teplot přisuzované sopečné činnosti jsem už dal do prvního dílu Globálního oteplení (<http://hledani.gnosis9.net/view.php?cislocclanku=2009040016>).

### **Jak se měnila koncentrace kyslíku a oxidu uhličitého v atmosféře během geologické minulosti Země?**

Obecně klesal podíl oxidu uhličitého a narůstal podíl kyslíku, který je fotosyntetického původu.

Volný kyslík asi od 1 700 milionů let zanechal změny ve vrstvách s oxidy železa.. Atmosféra až do asi 2 000 milionů let byla bez volného kyslíku. Velmi časná zemská atmosféra obsahovala asi 80%  $\text{CO}_2$ . Ten postupně klesl asi na 20 % v době 3 500 milionů let, kdy se objevují první bakterie. Fotosyntézou asi od 2 700 milionů let se snížil obsah oxidu uhličitého

asi na 15%. Během období od asi 2 700 milionů let k asi 2 000 milionů let, fotosyntéza snížila koncentrace CO<sub>2</sub> asi k 8 %. Asi od 2 000 milionů let se volný O<sub>2</sub> začal se hromadit. Toto postupné snižování v CO<sub>2</sub> úrovně pokračovalo k asi 600 milionů let, kdy bylo asi 1 % CO<sub>2</sub> a O<sub>2</sub> dosáhl více než 15 %. 600 milionů let odpovídá konci prekambria a začátek kambria se dává asi na 550 milionů let, dál už jsou k dispozici grafy obsahu oxidu uhličitého a teplot. <http://paleoclimatology.navajo.cz/> .

Život na Zemi se tedy podílel na vytvoření podmínek života, jaký známe nyní. Tvrzení, že v geologické minulosti Země bylo oxidu uhličitého mnohem více, je pravda. Návrat k jakési prvotní rovnováze na Matce Zemi není možný, znamenal konec současných forem života. Jiný závěr téhož je, že ani současným změnám složení atmosféry nelze zabránit. Má však smysl minimalizovat dopady vzniklé náhlým spalování fosilních paliv v době technické civilizace a spojit to se zachováním části fosilních paliv jako nenahraditelné chemické suroviny. Celková doba spalování fosilních paliv bude patrně kratší, než 500 let. A to je vzhledem k vývoji života na Zemi a vývoji lidského rodu opravdu málo. Na podkopání základů dnešní civilizace tato doba ale stačit může.

### **Spálíme budoucím generacím fosilní paliva?**

Náš přístup se zatím podobá lidové replice na budovatelské heslo „Vybudujeme pro příští generaci komunismus!“  
„Dobře jim tak, pacholkům, nic lepšího se nezaslouží.“

### **Jsou plány na omezení emisí reálné a zastaví změny klima?**

Těžko.

Podle <http://gnosis9.net/view.php?cislocclanku=2009070001> země G8 navrhuji snížení emisí do roku 2050 o 50%, vyspělé země dokonce o 80%. Mělo by dojít k zastavení nárůstu teploty tak, že do roku 2050 nestoupne výše, než o 2°C. Země G5 (Čína, Indie, Brazílie, Mexiko a Jihoafrická republika) nesouhlasí a požadují vysoké investice do svých ekonomik. V uplynulých 10 letech Čína zvýšila energetickou spotřebu na skoro dvojnásobek (zvýšení o 97%), za jeden rok připojila energetický systém odpovídající Velké Británii. Čína má stále ještě 10 krát nižší spotřebu na obyvatele, než USA a Indie má spotřebu na osobu nižší 30 krát. Můj názor je, že snížení světových emisí do roku 2050 o 50 % je mimo realitu, musel by být změněn celý systém energetiky a civilizace na ní závislá by se dostala do kolapsu. Radikálnímu snižování emisí by měl předcházet krok vedoucí ke stabilizaci emisí na dnešní úroveň. Radikální snižování emisí se projeví jako pokles teplot nejdříve za 50-100 let. Globální oteplení sebou nese problém jiného přerozdělení srážek. Odhady (klimatolog Pretel v MF Dnes) mluví o tom, že kolem roku 2050 bude u nás počasí jako dnes 300 km jižně a málo sněhu v zimě (sněhu asi jako dnes o 300 m nadmořské výšky výše), prudké výkyvy počasí, sucha, záplavy. Dnešní Středomoří se bude podobat severní Africe. A to jsou hodně podstatné změny v Evropě, kde patří oteplení k největším, ale následky menší, než v málo rozvinutých zemích. Tání horských ledovců je rozhodující pro zásobování pitnou vodou a vodou pro zemědělství, jejich využití se blíží horní možné hranici. Tání horských ledovců jako zdroje vody pro životadárné řeky je nejpálčivější problém globálního oteplování. Využití řek napájených horskými ledovci pro zavlažování polí se blíží horní hranici možností.

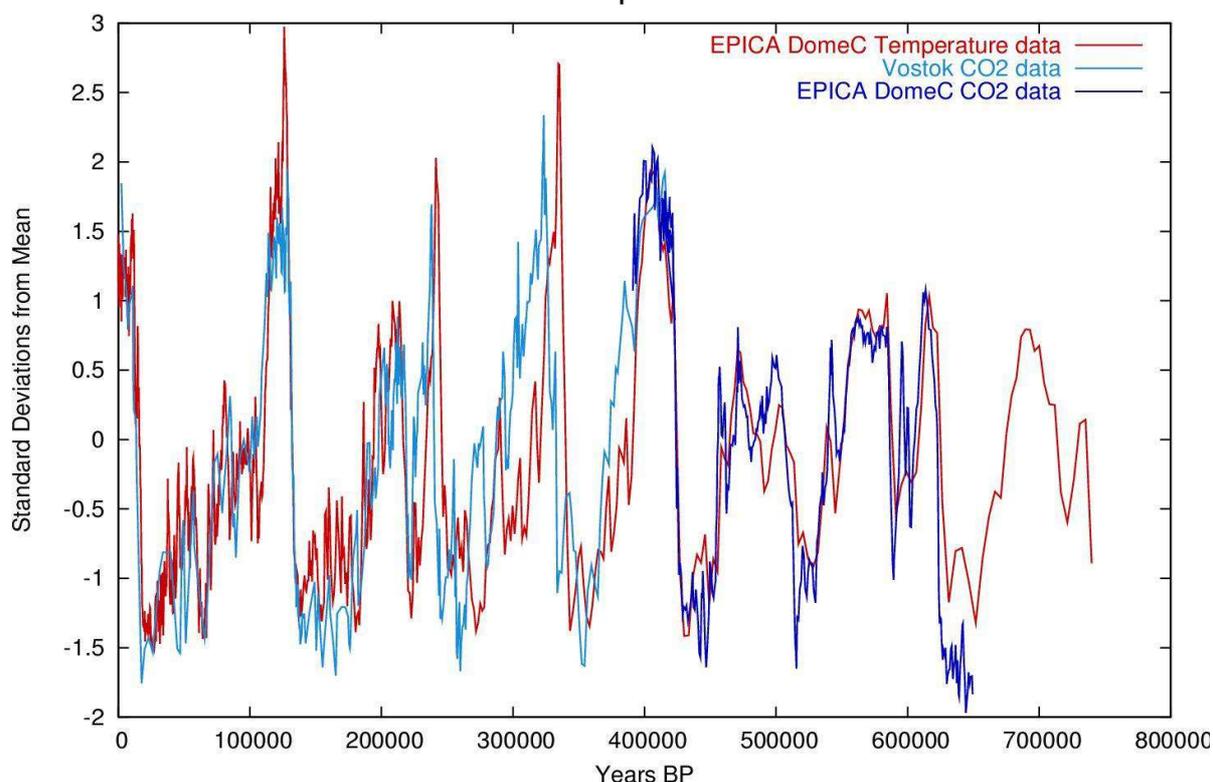
## Jsou plány na omezení emisí reálné a zastaví změny klíma?

Podle <http://gnosis9.net/view.php?cisloclanku=2009060006> je koncentrace CO<sub>2</sub> nejvyšší za 2,1 milionu let. Podle tohoto článku Richard Alley, glaciolog z Pensylvánské státní univerzity řekl:

"Na základě klimatických záznamů z mnohem starších období před 55 milióny lety víme, že došlo k rychlému nárůstu CO<sub>2</sub> a zároveň k vymírání mořských živočichů žijících na dně, a mnoho schránek se rozpustilo kvůli zvýšení acidity oceánů. A tímto směrem dnes kráčíme." Komentář: Náhlá klimatická změna před 55 miliony let měla příčinu v odtržení Grónska od Evropy, vulkanické a seismické jevy na dně uvolnily methanové klatráty, methan se později zoxidoval na oxid uhličitý. Uvolnění klatrátů z oceánského dna podle všeho nehrozí, teplota u dna v hloubce několika km i tropických oceánů je velmi nízká 3-6°. Obměna těchto spodních vod trvá 2-3 tisíce let. Přírůstek tepla za 20.století pohltily z 80% oceány a to do hloubky 750 m.

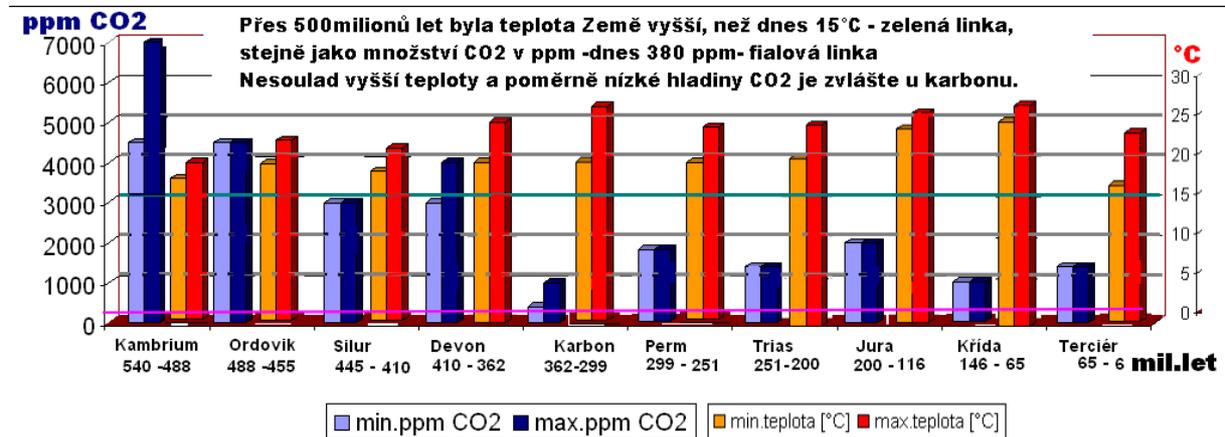
V roce 2005 se uvádělo (<http://gnosis9.net/view.php?cisloclanku=2007040001>), že koncentrace CO<sub>2</sub> je nejvyšší za 650 000 let. Před tím z vrtu Vostok plynulo, že vyšší koncentrace CO<sub>2</sub> byla před asi 330 000 roky. Grafy z Vostoku jsou na internetu už pár let a hladina oxidu uhličitého stoupá, takže nejspíš těsně překročila další dílčí maximum. Čas si běží svým tempem a tak začíná být problém, co znamená years BP. Před současností, ale kterou- dnes to je rok 2009 nebo se to vztahuje na rok 2000, kdy se zdálo, že pár roků vzhledem k statisícům let je tak nějak jedno. Rozhořčené diskuzní fórum na <http://www.kosmo.cz/modules.php?op=modload&name=XForum&file=viewthread&tid=1322&page=19> nebo <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanek-reakce.php?ID=2567> řeší, co bylo dříve- jestli zvýšení hladiny oxidu uhličitého nebo zvýšení teploty. <http://gnosis9.net/img2/graf001v.jpg> ukazuje pěkně graf teplot z vrtu Vostok i EPICA.

CO<sub>2</sub> and Temperature Records



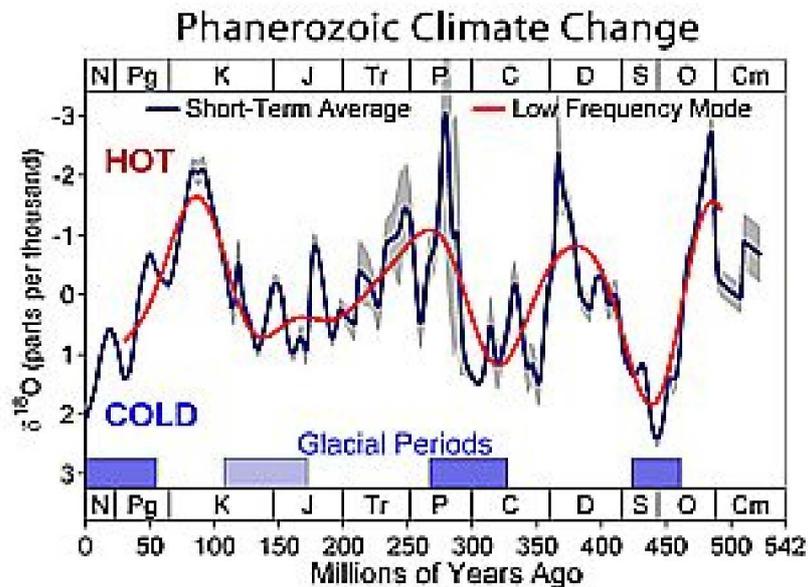
Graf-1a- vrt Vostok a EPICA (zdroj- <http://gnosis9.net>)

Křivky teplot a CO<sub>2</sub> vrtu Vostok ukazují dvě dlouhá období mezi asi 250 000-400 000 lety, kdy nárůst CO<sub>2</sub> viditelně předcházal nárůstu teplot. Je otázka, zda má smysl se nekonečně hašteřit o tom, zda prvotní je vliv zvýšení teploty (a tím zvýšení koncentrace vodních par a oxidu uhličitého) nebo zda prvotní je vliv zvýšení koncentrace oxidu uhličitého, který vede ke zvýšení teploty. Oba jevy své účinky akumulují a oba ve 20 století narůstaly.



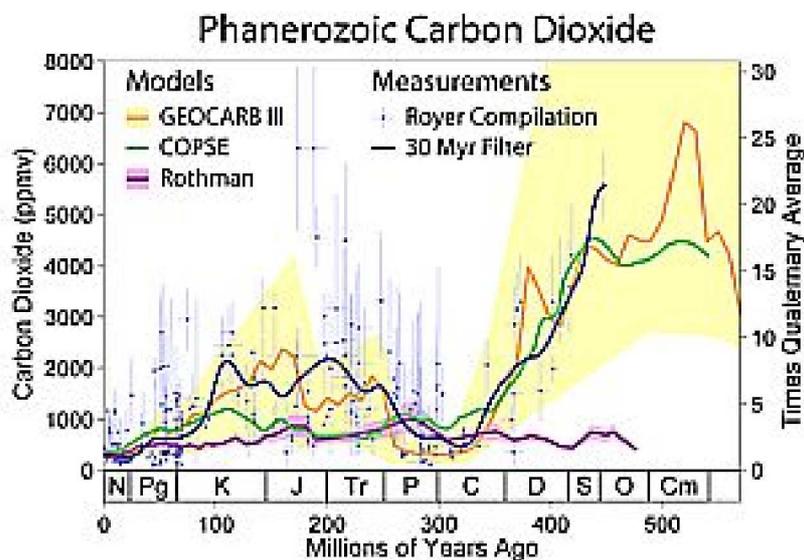
Jak to tedy bylo před 55 miliony let.? Podle encyklopedie <http://paleoclimatology.navajo.cz/> a podle poměru izotopů kyslíku bylo hodně teplo.

Graf-1b - (nahore) oxid uhličitý a teploty za 550 milionů let (zdroj - <http://hledani.gnosis9.net/view.php?cisloclanku=2009040016> )



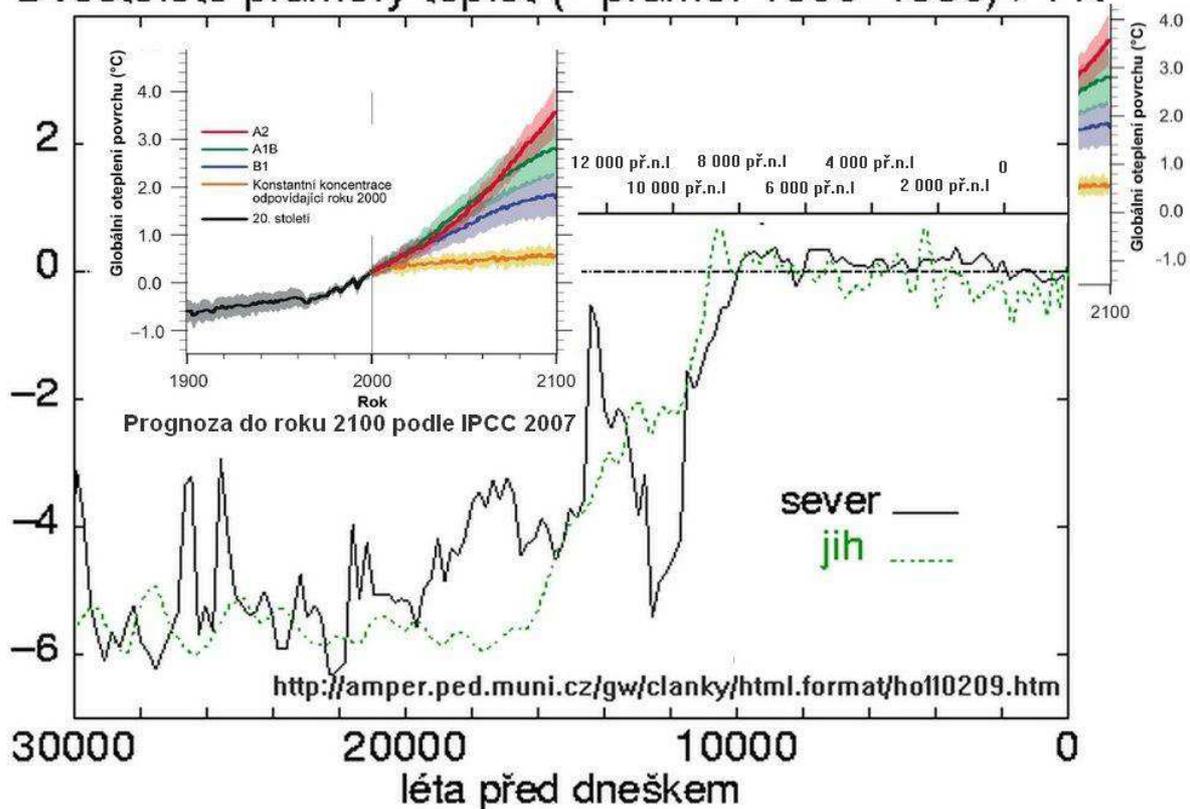
Graf-1c - (nahore) průběh teplot za 550 milionů let podle <http://paleoclimatology.navajo.cz/> Těto souvislé křivce teplot můžeme za pomoci grafu, který jsem dříve zpracoval podle Kutílkovy knihy Globální oteplení racionálně (2008), přiřadit maxima nad 25 °C a minima

kolem 15 °C. Modrý graf teplot s krátkodobými průměry ukazuje přechodné prudké výkyvy, mezi nimiž ten před 55 miliony let nijak k neční.



Graf-1d - koncentrace oxidu uhličitého za 500 milionů let podle <http://paleoclimatology.navajo.cz/>.

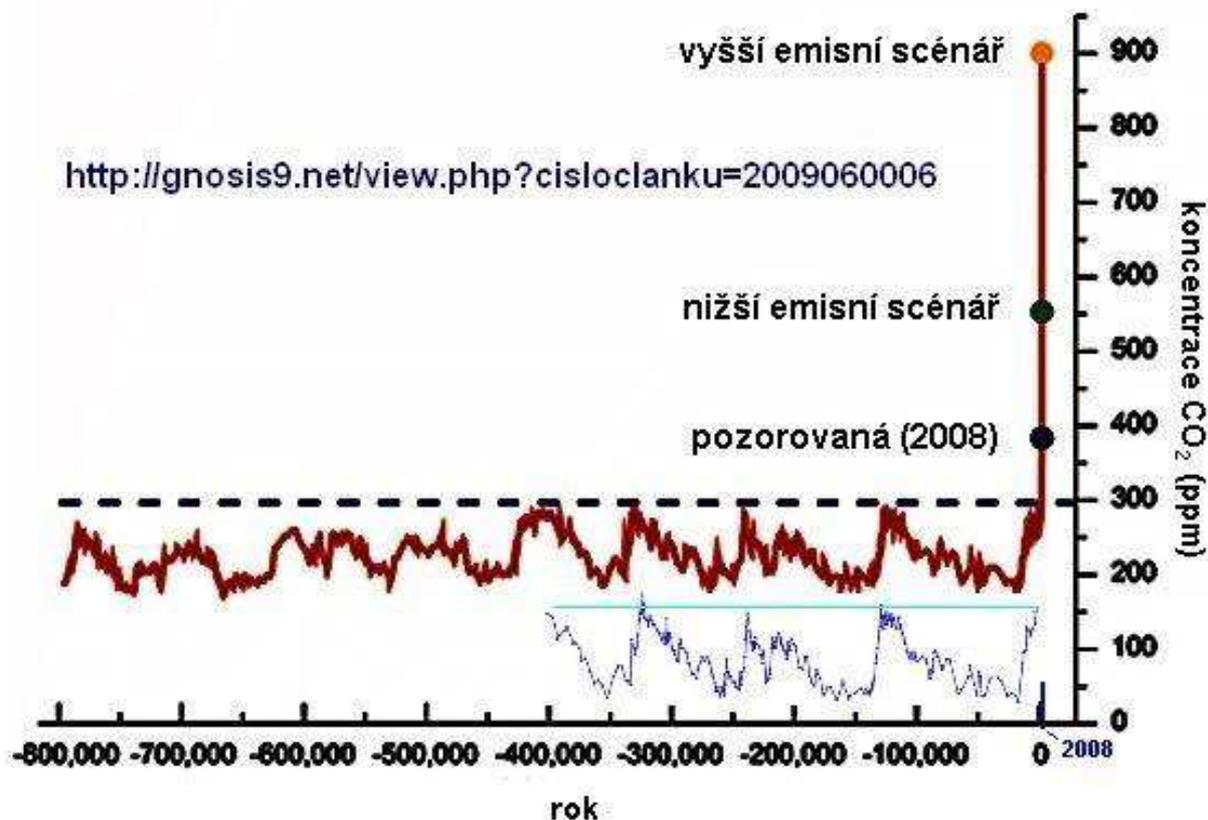
### Dvěšleté průměry teplot (– průměr 1900–1980) / 1 K



Graf 2 – průběh teplota za 30 000 let, zdroj <http://amper.ped.muni.cz>

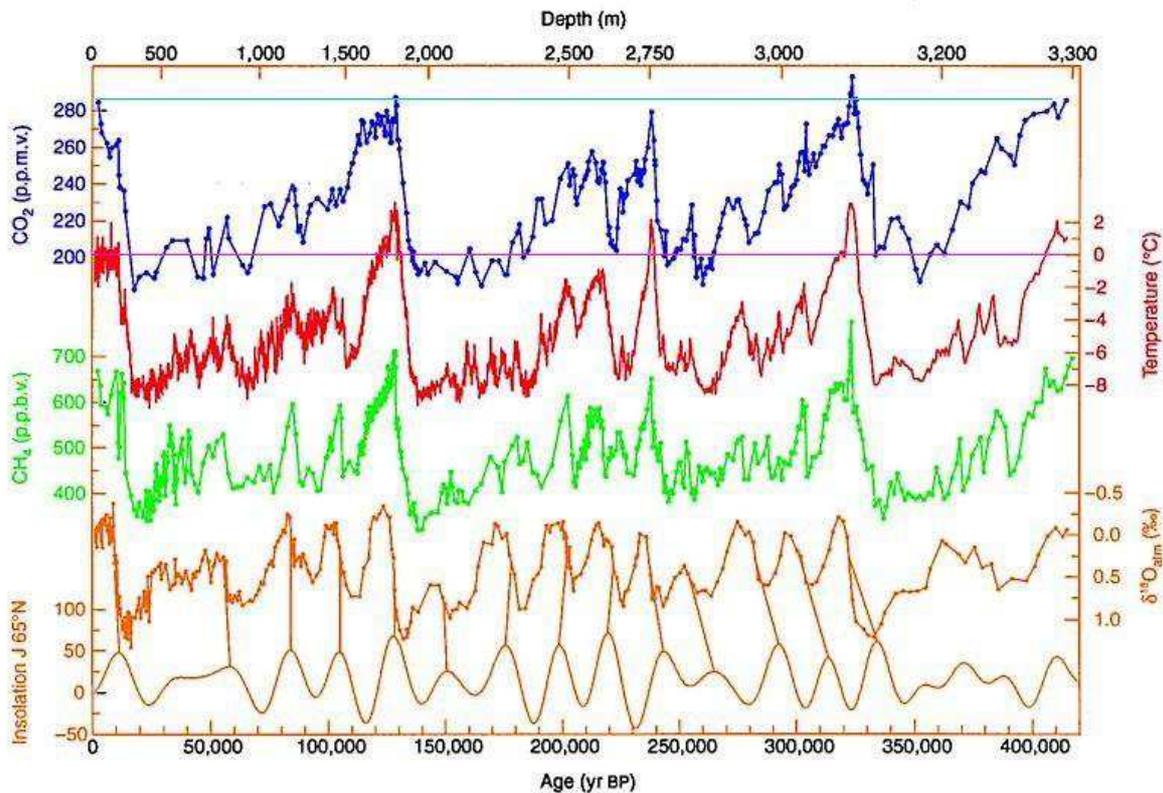
Pohled na průběh teplot za 30 000 let podle <http://amper.ped.muni.cz/gw/clanky/html.format/holl0209.htm> ukazuje neobyčejně stabilní teploty za 10 000 let, což umožnilo vznik civilizace. Graf jsem doplnil grafem vývoje teplot do 2100 podle IPCC 2007. Graf je velmi cenný, protože jako jeden z mála má pro období od 30 000 let před současností lineární stupnici, doplnil jsem ho ještě o časovou osu s naším letopočtem. Lze dobře najít četná období mezi 8 000 let. př.n.l. až asi 1000 př.n.l., kdy průměrná teplota severní polokoule byla vyšší, než dnes. Jenomže se jedná o desetinky stupně, zatímco do roku 2100 má jít o 2°C a jsou i odhady vyšší než 4 °C.

i



Graf-3 podle <http://gnosis9.net> – průběh teplot za 800 000 let.

Malý modrý graf pod hnědou křivkou nemá svislou osu (původní graf – dole podle vrtu Vostok končí rokem 0 (současnost) a koncentrací 280 p.p.m.v. CO<sub>2</sub> (tyrkysová linka), tuto hladinu překračuje období asi před 330 000 roky.



Graf-4 - vrt Vostok podle wikipedie.

Graf z Vostoku obsahuje

- Modře průběh p.p.m.v. (objemová ppm jsou pro CO<sub>2</sub> nižší vzhledem k vyšší molární hmotnosti 44 g/mol pro CO<sub>2</sub> proti vzduchu, který má molární hmotnost kolem 29 g/mol. A stejně mi to nevychází, 280 p.p. m.v. =  $280 \cdot 44 / 29 = 424,8$  ppm hmotnostních, a to není současnost.
- Červeně průběh teploty s výkyvy, které zvláště v oblasti maxim kopírují maxima oxidu uhličitého.
- Zelená křivka vyjadřuje průměr koncentrace methanu v ppb objemových ve vzduchu, také tato křivka má vysokou korelaci koncentrace methanu s teplotou a příčinnou souvislost.
- Druhá křivka od zdola je poměr izotopů 16 O a 18 O z ledovcových vrtů. Křivka odpovídá změnám teploty. Voda s obsahem těžšího izotopu kyslíku se pomaleji odpařuje a rychleji tuhne.
- Spodní křivka vyjadřuje oslunění na 65° severní šířky. Oslunění souvisí s Milankovičovými cykly, které jsou pravděpodobným podnětem pro vznik dob ledových. Při menším oslunění se zvyšuje množství ledu, zvětšuje se odraz světla do vesmíru a ochlazení se prohlubuje. Přímkou spojující maxima podle izotopů kyslíku a podle Milankovičových cyklů se odchylují od svislice zvláště v období 150 -350 milionů let. Znovu upozorňuji na dosti značné odchylky průběhu teplot severní jižní polokoule za 30 000 let v Graf-2, které lze patrně přičíst kratším Milankovičovým cyklům ( viz též první část mého článku o Globálním oteplení <http://hledani.gnosis9.net/view.php?cislocianku=2009040016>

## Lze nárůst koncentrace CO<sub>2</sub> zastavit?

NE.

I kdybychom snižovali hned nyní globální emise o 1% ročně, tak stejně konečná koncentrace ve vzduchu dosáhne hodnot 475 ppm (Mignone et al. 2008, [Climatic Change](#)). Za relativně bezpečnou hranici koncentrací CO<sub>2</sub> ve vzduchu se přitom považuje úroveň 450 ppm ([Avoiding Dangerous Climate Change](#), 2006)

Dlouhodobě lze snad mohou zastavit koncentraci CO<sub>2</sub> na 450 ppm nebo spíše 650 ppm. Náklady na udržení hladiny oxidu uhličitého budou mimořádně vysoké, zbrzdí ekonomiku a projeví se na klimatu za dlouho dobu. Jedna miliarda lidí hadoví už dnes a je třeba přímé pomoci především do místního zemědělství. Náklady na zmírnění následků klimatických změn snížením emisí jsou několikatisíckrát vyšší, než přímá pomoc zasaženým oblastem. Nárůst hladiny CO<sub>2</sub> může podpořit fotosyntézu, a tím i někde úrodu obilí. Ale takřka jistě dojde k přerozdělení srážek a úrodné obilné pásy na Zemi s nenahraditelnou půdou mohou začít strádat. A lidé s nimi. Už do roku 2050 má dojít ke změně klimatu u nás, které se bude blížit dnešnímu středomořskému a naše současné klima bude v Evropě asi o 300 km severněji, říká náš klimatolog Pretel pro MF Dnes. Přímá potravinová pomoc nejchudším zemím ničí místní zemědělství, které není schopné konkurence a závislost na pomoci se stupňuje. Hlad je i otázkou morální. I v afrických zemích (Keňa, Tanzánie, Nigérie, v Zimbabwe o 20 %) je podle OECD 2005 větší procento obézních, než hladovějících.

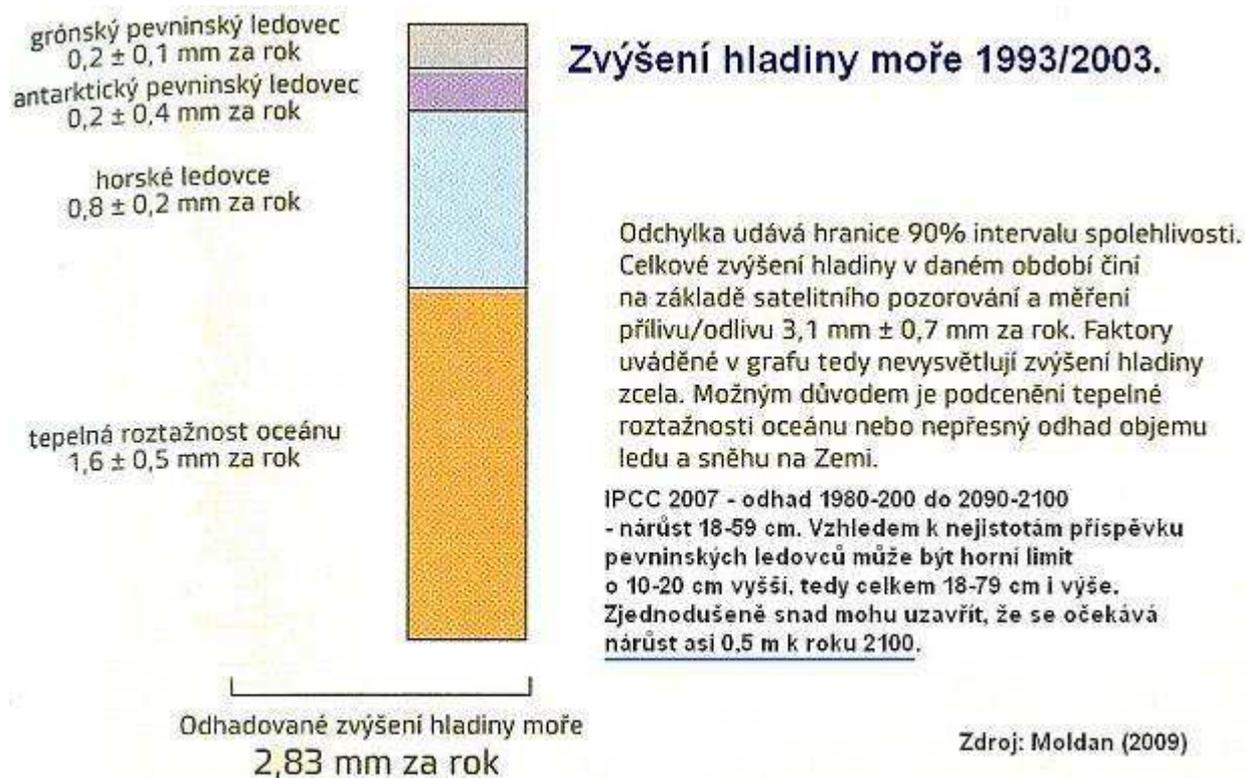
Nedělám si iluze, že je možno zmenšit počet obézních působením na tradiční názor na ženskou krásu třeba v Mexiku nebo Brazílii, kde platí heslo u nás známé jako POPOZÁROŽ (pořádné pozadí základ rodinného života).

## Ohrožuje zvednutí světových oceánů lidstvo?

Ano. Půl metru zvednutí hladiny do roku 2100 se nezdá mnoho, ale možnosti prevence škod při akumulování krizových jevů spojených třeba se záplavami jsou omezené. Prudké změny počasí, o nichž se uvažuje ve spojitosti se změnami klimatu, se objevují častěji. Preventivní opatření nemůže překročit velikost předpokládaných hmotných ztrát. Ztrátám na životech lze těžko zabránit, když 9 z 10 největších měst leží u pobřeží (výjimkou je parně Mexico City) a 50% lidí žije do 100 km od břehu moře. Do roku 2020 má být v 18 největších světových městech celkem 385 milionů obyvatel, největší má být Tokio-Jokohama s 35,7 miliony obyvatel. Prostředky na zabezpečení nízko položených málo rozvinutých zemí jako je třeba Bangladéš se budou těžko nacházet i v budoucnosti a ohroženy mohou být desítky milionů a nepřímo stamiliony lidí. Miliony lidí by se mohly postupně stěhovat do bezpečnějších míst, ale tam je docela obsazeno a nebezpečí konfliktů lidí roste.

Možnost zmírnit následky tornád jsou dokonce už patentovány za finanční účasti B.Gatese. <http://technet.idnes.cz/bill-gates-patentoval-metodu-ktou-chce-zastavit-hurikany>. Metodu ochlazení budoucího centra hurikánu v oceánu čerpáním studené spodní vody mají zájem podporovat i pojišťovny. Největší škody v New Orleans způsobila záplava zvednutá hurikánem. Hurikán může vzniknout, když teplota hladiny je nad 26°C a dochází k mohutnému odpařování vody. Vodní páry stoupající vzhůru způsobují sací efekt hurikánu, který se na severní polokouli točí vlivem Coriolisovy síly proti směru hodinových ručiček. Údajně je třeba ochlazení vody v centru hurikánu nejméně 4,5° C. Obavy ze změny klimatu nebo Golského proudu zásahem do spodních vod jsou asi zbytečné. Stabilita teploty obrovských mas vody v hloubkách je nesmírně, drobná výměna tepla s povrchem ji neohroží,

spíše snad může jít změny mořského života vyvolané tím na hladině. Tepelný výkon Golského proudu je asi 65 000 temelínských 1000 MW bloků.



Graf-5 – zvednutí mořské hladiny. Zdroj- Moldan: Podmaněná planeta (2009)

### Může prudké zvednutí hladiny oceánů ovlivnit ukládání oxidu uhličitého v oceánech?

ANO.

- Korálové útesy žijí v křehké rovnováze související s teplotou, kterou může narušit zvýšení hladiny spojené se změnou slunečního světla pod hladinou a přísunu živin. Korálové útesy jsou nejcennějším a nejrozmanitějším biotopem. Koráli váží oxid uhličitý jako  $\text{CaCO}_3$ . Toto ukládání je ohroženo rostoucí kyselostí mořské vody, jejíž základní reakce je slabě zásaditá. V kyselejším prostředí se vápence snáze rozpouštějí a hůře ukládají.
- Mořská tráva rostoucí těsně pod hladinou v teplých mělkých zálivech ( Floridský záliv má asi 1 km silnou vrstvu vápence uloženého hlavně před 70 miliony let během období křídly). Na povrchu mořské trávy je tenká vrstva vápence, který po odumření trávy klesá ke dnu a stává se součástí vápencových usazenin mořského dna. Zdroj : [2] Westbroek, Peter: Život jako geologická síla, Dokořán, 2003

### Antropogenní emise oxidu uhličitého se stávají součástí koloběhu uhlíku. Lze odhadnout průměrnou dobu setrvání oxidu uhličitého v atmosféře?

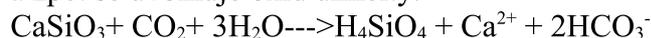
ANO, ale odhady se velmi různí.

Oxid uhličitý je přírodní a antropogenního původu (z fosilních paliv a ze změny využívání krajiny kácením lesů a další orbou). Alarmista Hansen ( <http://amper.ped.muni.cz/gw/hansen> ) a ve shrnujícím textu na <http://www.veronica.cz/?id=404> ) bije na poplach a tvrdí:

„Nejúčelnější a účinný způsob, jak podporovat obnovitelné energie, je skrze uhlíkovou daň. Teplota je nejvyšší za 10 000 let.“ Nebo : "Většina nárůstu CO<sub>2</sub> způsobená spalováním fosilních paliv zůstává ve vzduchu déle než 1000 let." Tato informace je asi pravdivá, ale i zavádějící. PRŮMĚRNÁ doba setrvání CO<sub>2</sub> v troposféře je podle [1] jenom 3 roky. Příroda nerozlišuje mezi fosilním a přírodním uhlíkem, pravděpodobnost, že bude zpětně vázán je stejná. O něčem jiném hovoří klasické sdělení o životnosti v atmosféře třeba z [http://ec.europa.eu/environment/climat/campaign/pdf/measuring\\_gases\\_cs.pdf](http://ec.europa.eu/environment/climat/campaign/pdf/measuring_gases_cs.pdf)

"CO<sub>2</sub> může zůstat v atmosféře 50 až 200 let v závislosti na tom, jak se recykluje zpátky do půdy či oceánu". Zdroje blízké IPCC uvádí průměrnou dobu setrvání v atmosféře prý asi na 38,5 roku.

Hansenovo sdělení, že většina NÁRŮSTU koncentrace způsobená spalováním fosilních paliv zůstává ve vzduchu déle než 1000 let řeší situaci vzniklou v době nárůstu CO<sub>2</sub> a není nic řečeno o tom, jestli nárůst bude pokračovat, stagnovat nebo emise budou klesat. Takže podle mého rozumu neřeší nic. Jak se bude v následujícím Grafu-6 lámat koncentrace CO<sub>2</sub> dolů po roce 2025, nejpozději po roce 2050, když většina nárůstu CO<sub>2</sub> způsobená fosilními palivy zůstává prý v ovzduší přes 1000 let a ročně ho přibývá z fosilních paliv asi 1% rezervoáru uhlíku v atmosféře? To můžu rovnou prohlásit, že za 1000 let bude ještě v ovzduší pár molekul oxidu uhličitého z dob spalování uhlí, protože tento pokles je zjevně exponenciálního charakteru. A ještě do toho slabě vstupuje pomalý geologický anorganický cyklus uhlíku. Zvětráváním křemičitanů působením oxidu uhličitého vznikají uhličitany, hydrogenuhlíčitany a zpět se uvolňuje oxid uhličitý.



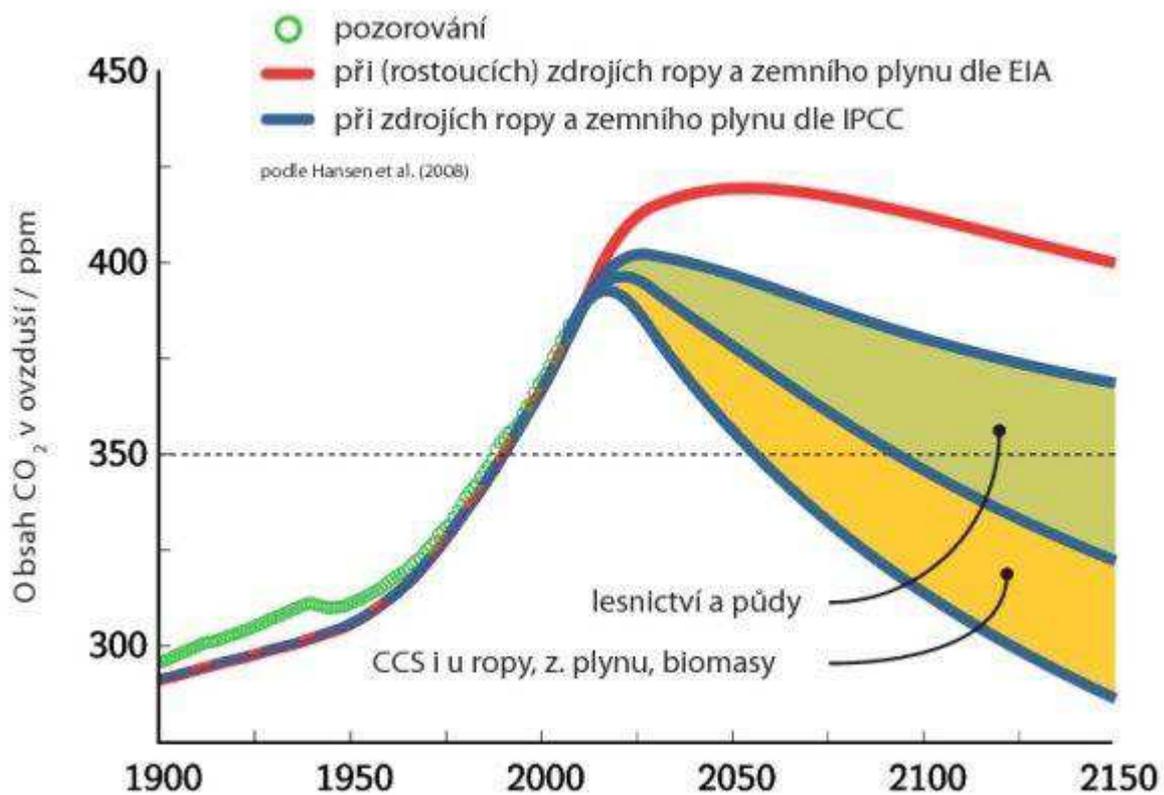
Anion hydrogenuhlíčitanový se snadno tepelně rozkládá na vápenec.



CO<sub>2</sub> vstupuje znovu do reakce nahoře, kde do atmosféry přispívají sopečné plyny.

Co si z toho vybrat? Nakonec se zdá rozumná tabulka z propagačního letáku Skleníkový efekt a výroba elektřiny od ČEZ podporovaného Katedrou meteorologie a ochrany prostředí UK Praha, který není ani datován, nejspíš je několik let starý. Vodní páře přisuzuje 62%, oxidu uhličitému 22%. Jednoduché a jasné vyjádření z kvalifikovaného místa.

Plyn	Koncentrace v atmosféře (ppb) roky 1800 a 1900		Rychlost růstu (ppb/rok)	Relativní efekt globálního oteplování (CO <sub>2</sub> =1)	Životnost v atmosféře (roky)
CO <sub>2</sub>	280 000	350 000	1 800	1	50- 200
CH <sub>4</sub>	800	1 700	15	30	10
N <sub>2</sub> O	290	310	0,8	160-300	150
CFC	0	0,1	0,03	15 000- 25 000	70-130

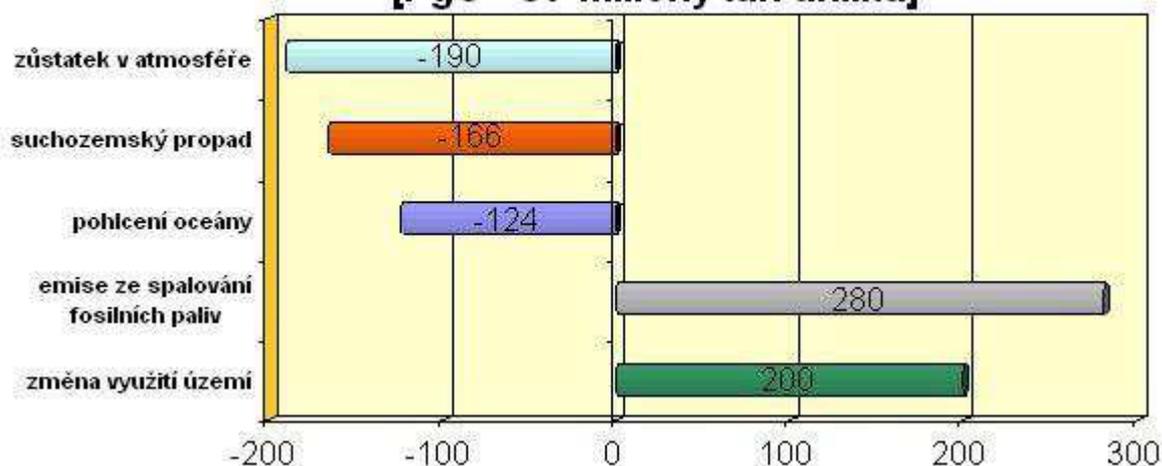


Graf.6 - podle Hansena (2008) a <http://gnosis9.net>.

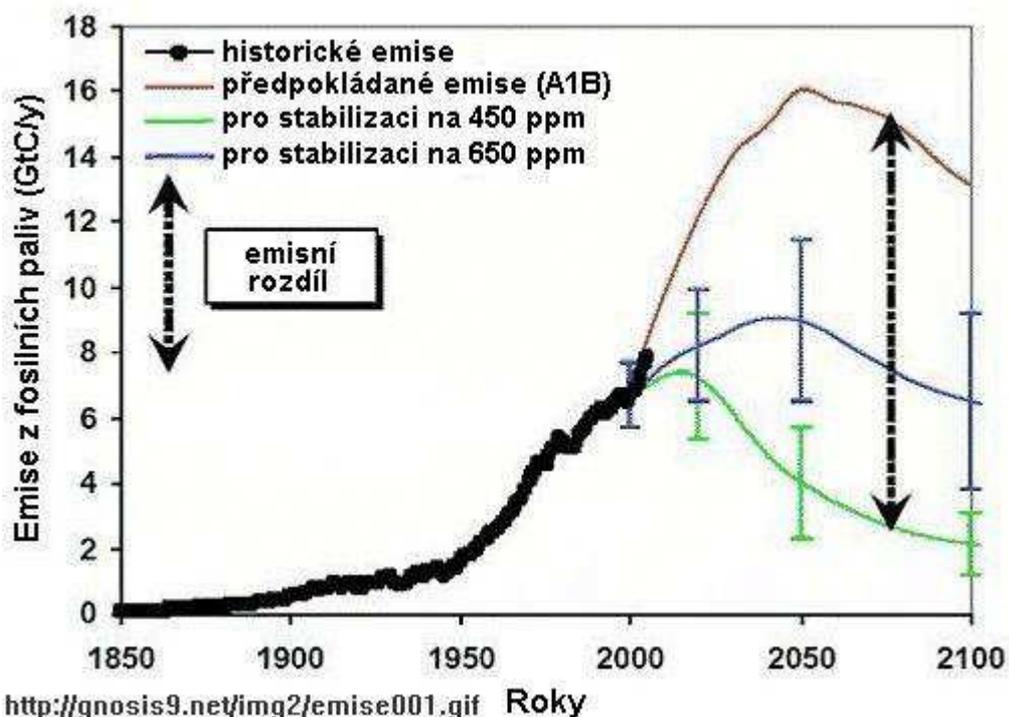
Vývoj obsahu CO<sub>2</sub> v ovzduší do roku 2150 podle různých scénářů. Nárůst koncentrace je zhruba do roku 2030, pak se počítá s poklesy, což je hodně velký optimismus za hodně peněz. Nejsem si jist, zda jsem tím pravým vykladačem názorů pana Hansena, ale jedná o propady CO<sub>2</sub> (pohlcování suchozemské v lesích a půdě) a propad CSS (Carbon Capture and Storage) předpokládaným pohlcování CO<sub>2</sub> do země (zvláště do vytěžených ložisek a porézních hornin, kde se podle [1] odhaduje celková kapacita až 800 000 milionů tun CO<sub>2</sub>, dnešní emise jsou přes 24 000 milionů tun CO<sub>2</sub>).

Graf -7 podle údajů B.Moldana [1] ukazuje zdroje a propady uhlíku během industriálních 200 let. Je zřejmé, že suchozemské a oceánské pohlcování zaostává za emisemi a hlavním úložištěm CO<sub>2</sub> se stává atmosféra, což je nepochybně nebezpečný vývoj.

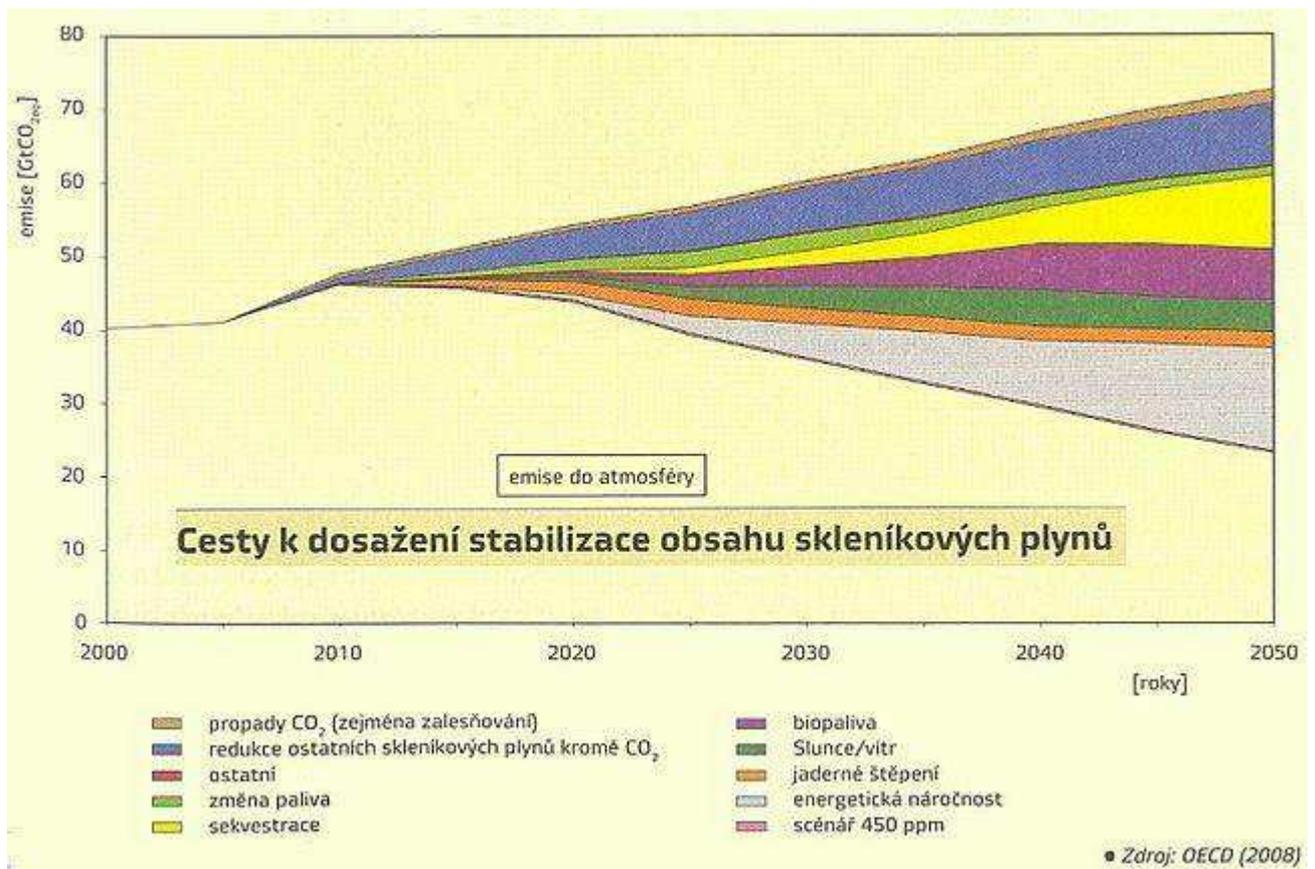
## Zdoje a propady uhlíku za 200 let industriální civilizace [PgC= Gt=miliony tun uhlíku]



Graf 7- zdroje a propady oxidu uhličitého za 200 let . Zdroj podle Moldana [1], 2009.

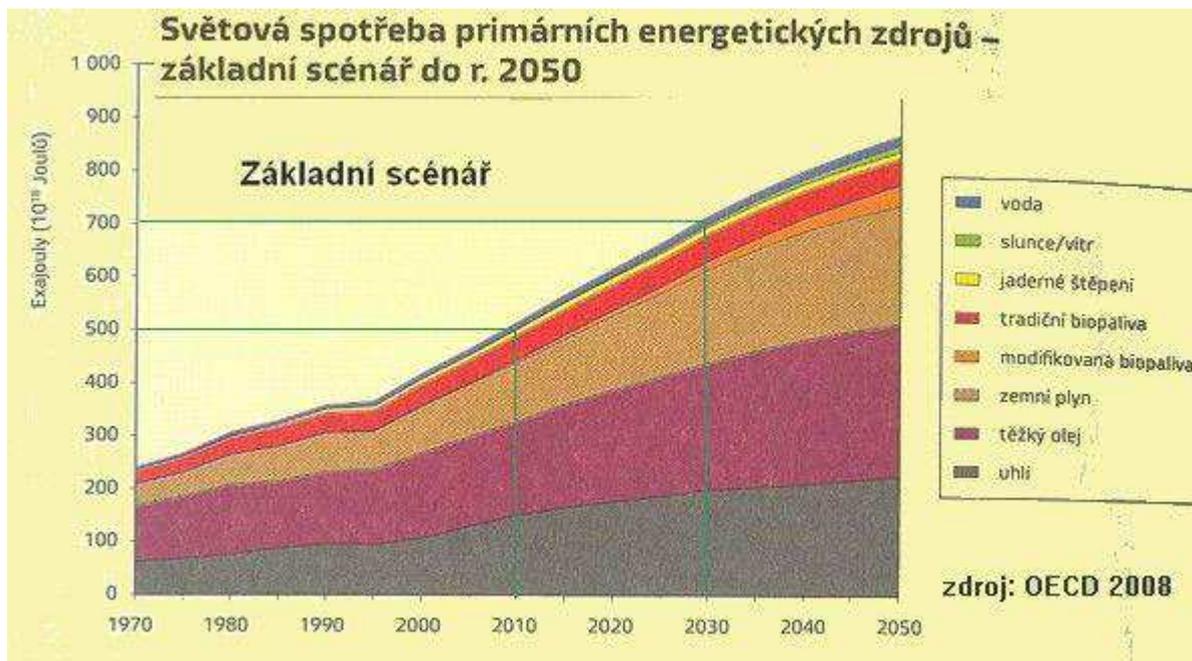


Graf-8 - zdroj- <http://gnosis9.net/img2/emise001.gif> - emise CO<sub>2</sub> z fosilních paliv přepočteno na gigatuny uhlíku za rok ( GtC/y). Stabilizace obsahu CO<sub>2</sub> na 450 ppm CO<sub>2</sub> v ovzduší předpokládá pokles emisí z fosilních paliv po roce 2050. Zelená křivka zhruba odpovídá plánovanému poklesu emisí na 50% do roku 2050. Muselo by však dojít ke globální změně energetického systému. Já se domnívám, že by došlo přímo ke zhroucení tohoto systému spojenému s větší škodou, než užitkem.



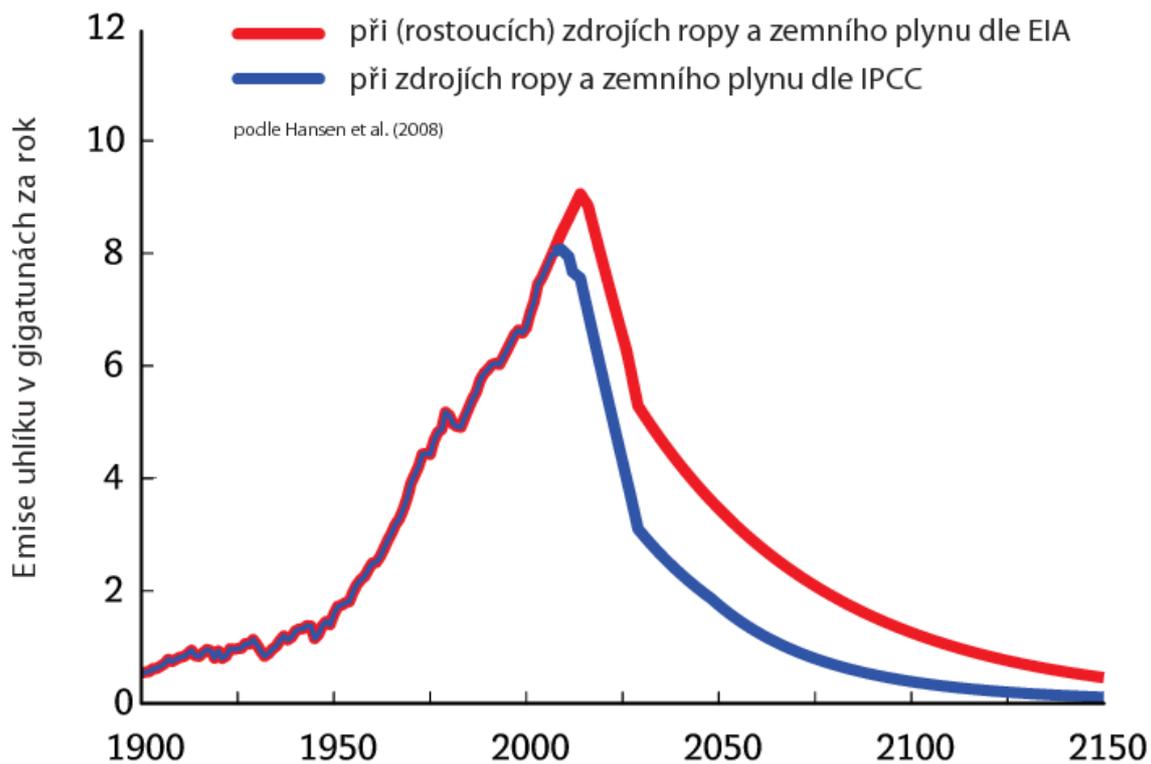
Graf -9 -(zdroj: Moldan [1],odvolává se na OECD 2008)-Tyto předchozí Grafy 6 až 9 lze konfrontovat s Grafem- 10 (dole) základního scénáře podle [1], kde vidíme obrovský nárůst využití fosilních paliv pokud se nezačnou omezující programy po roce 2010. Pojem sekvestrace vyjadřuje možnosti jímání CO<sub>2</sub> do porézních hornin- prakticky přicházejí v úvahu jen vytěžená ložiska zvláště po ropě, odhadovaná kapacita takového uložení je asi 32 krát větší, než současné roční emise, může to být však i mnohem více podle geologického uspořádání. Tento postup ukládání CO<sub>2</sub> je zatím hodně drahý. Překvapuje malý nárůst jaderné energetiky- oranžový klín pod zeleným klínem obnovitelné energie Slunce/vitr grafu je nad našedlou částí spojovanou s energetickými úsporami, které mají v roce 2050 činit prakticky největší podíl snižování emisí CO<sub>2</sub>.

Uvádí se, že účinnost výroby elektřiny v parních elektrárnách lze zvýšit - například v Ledvicích se má modernizací dosáhnout účinnosti 42%. To vyžaduje využití nadkritické páry - páru v kritickém stavu nelze zkapalnit ani sebevětším tlakem. Dnes je účinnost nedalekého Prunéřova asi 32 %. Elektrárna Prunéřov, přes protesty, nemá mít tyto nejúčinnější bloky ani po plánované modernizaci, která zvýší účinnost asi z 32 % na 38%. Jako důvod se uvádí, že přílehlé zásoby uhlí jsou asi na 25 let a tedy rozsáhlá modernizace s životností 40 let se nevyplatí, ačkoli úspory uhlí a emisí činí při vyšší účinnosti asi 12-19%.



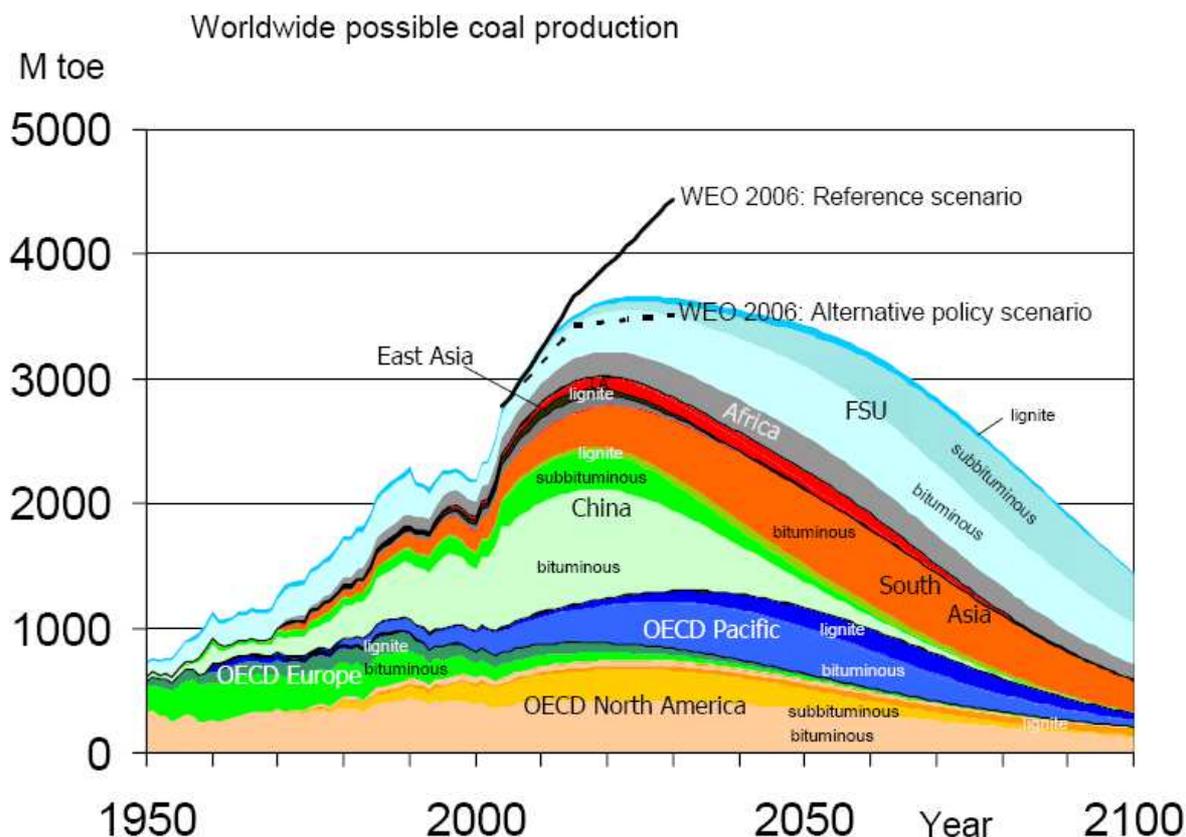
Graf 10 - podle Moldana [1], 2009 a OECD 2008 - základní scénář zachycuje nárůst spotřeby energie zhruba z 500 Exajoulů ( $500 \cdot 10^{18}$  J) na asi 700 Exajoulů ( $700 \cdot 10^{18}$  J) kolem roku 2030. Jiné zdroje tvrdí, že spotřeba energie pro svět poroste o 1,5 % ročně asi do 2035. Podle EIA by se celosvětová poptávka po energii do roku 2030 měla zvýšit o 44 %. Pozorovatelé vidí hlavní příčinu ve vysoké poptávce ze strany rozvíjejících se zemí jako jsou Čína nebo Indie. Překvapuje rostoucí podíl ropy podle základního scénáře (červenohnědě a druhá zdola), i když jiné grafy směřují k maximální hodnotě těžby ropy kolem 2030 a některé tvrdí, že tento "peak oil" už nastane po roce 2010, protože už 40 let nebyla nalezena významná nová ložiska. Tento základní scénář ukazuje, jak bude těžké splnit rostoucí nároky na primární energii, množství spotřebovaných fosilních paliv do roku 2050 roste a poměr fosilních paliv k obnovitelným zdrojům a k jaderné energetice je takřka stejný. Radikální omezení fosilních paliv se jeví přímo nereálné.

Graf -11 dole podle Hansena a <http://gnosis9.net> to vidí jinak, radikální omezení emisí má nastat po roce 2030.



Graf-11- emise uhlíku do roku 2150 podle Hansena (2008). Tento takřka symetrický graf můžeme také chápat i tak, že polovina fosilních paliv je už vyčerpána a šetřit těmito palivy jako zdrojem surovin pro chemii by se mělo začít. Nejde tedy jen o omezení emisí kvůli globálnímu oteplení. Jiné zdroje však vidí zásoby uhlí ve světě asi na 200 let při současné těžbě a pro některé země ještě mnohem dál.

Podrobnější Graf-12 se v podstatě shoduje s Hansenovým grafem. Pozoruhodný je předpokládaný vývoj těžby uhlí v Číně, kde hrozí zásadní propad po roce 2050.

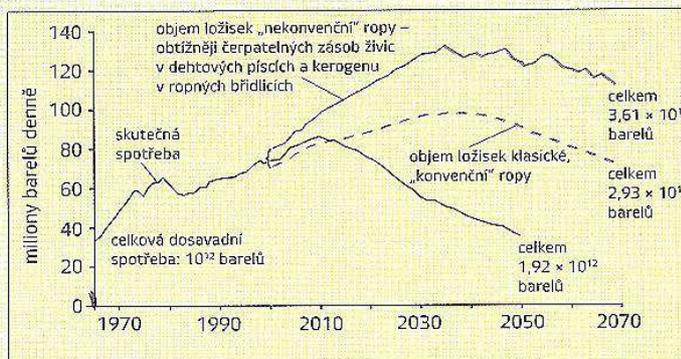
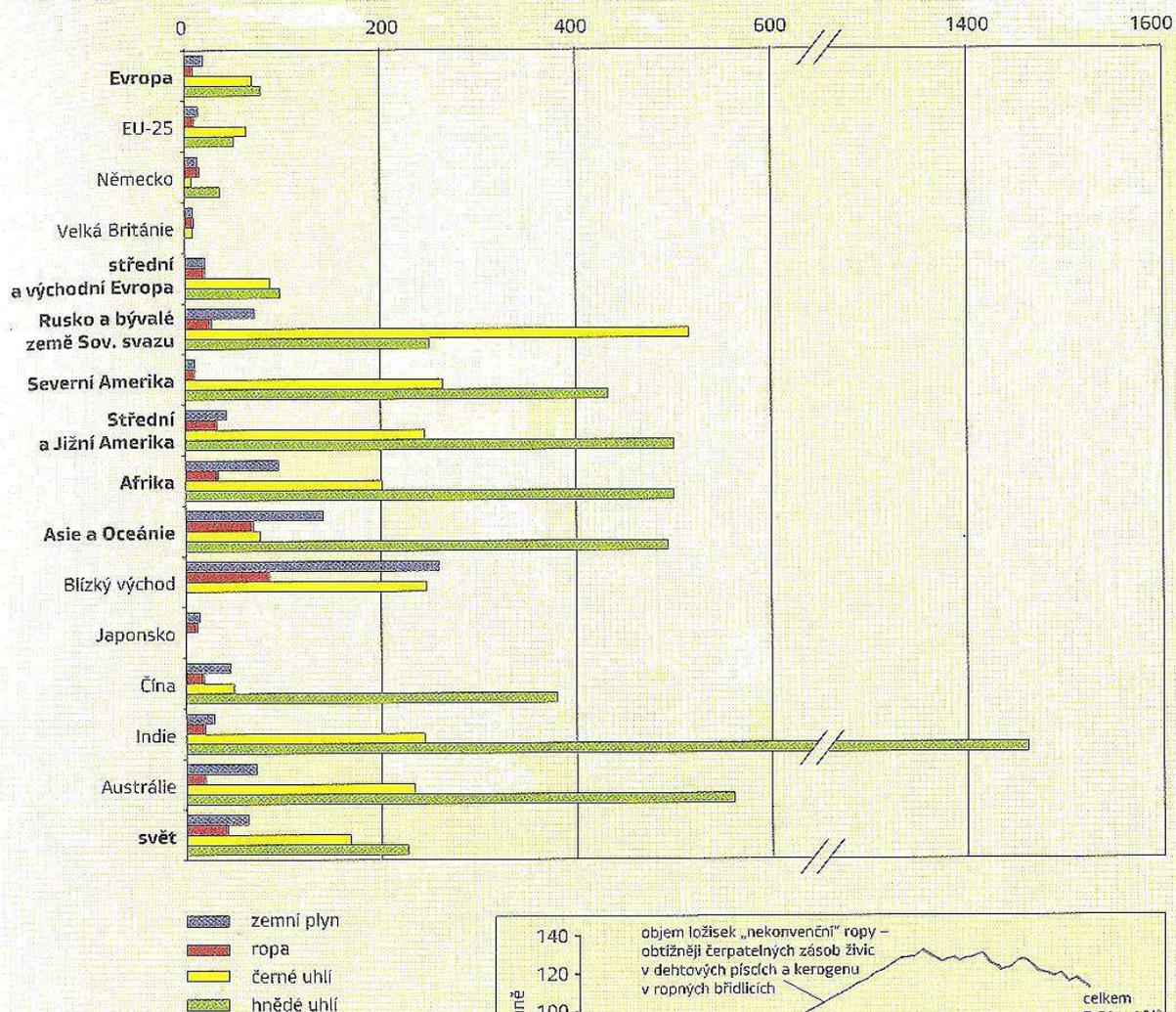


(Source: Energy Watch Group)

Graf-12 podle Energy Watch Group (2006)

Podle <http://www.ekolist.cz/zprava.shtml?x=2187221>: Celková spotřeba elektrické energie ve světě do roku 2030 vzroste podle odhadů až o 97 %. Z čeho se bude tato elektrická energie vyrábět při poklesu spotřeby fosilních paliv už po roce 2020, to mi není jasné už dnes. Následuje Graf-13 zásob fosilních paliv podle Moldana 2009, který se velmi liší od předchozího grafu zvláště v oblasti těžby uhlí, kde země s největší těžbou (Čína, Indie, Rusko, USA, Kanada a Austrálie) má zásoby i na stovky let při dosavadní tempu těžby. Nejsem odborník na fosilní paliva, osobně si myslím, že Moldanův Graf-12 je skutečnosti blíže a dává šanci používat fosilní paliva alespoň jako zdroje chemického průmyslu ještě stovky let. Geologické zásoby bývají asi 10 krát větší, než v dané době ekonomicky těžitelné. Skutečným omezením by se měly stát závazné limity emisí, které těžbu stlačí alespoň těsně pod současnou úroveň.

Graf vyjadřuje zásoby v letech při současné úrovni čerpání dosud známých zásob



Zastánci „peak oil“ se domnívají, že jsme již dosáhli nebo brzy dosáhneme historického maxima těžby ropy (červená čára), zatímco jiní argumentují, že „peak oil“ nás nečeká dříve než v roce 2030 (modrá čára).

Odhady velikosti zásob ropy se velice liší. Čemu tedy důvěřovat? Jednou z důležitých okolností je absence jednotné metodiky výpočtu stávajícího objemu zásob, resp. podle Witze (2006) se pouze americké a některé mezinárodní společnosti shodly na společném standardu. Je možné, že čísla některých dalších producentů mohou být ovlivněna mimo jiné i politickými zájmy.

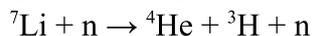
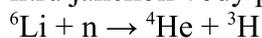
Také v odborné diskusi o zbývajících zásobách ropy panují velké rozpory. Zastánci *peak oil* argumentují, že v posledních 40 letech nebyla mimo země OPEC objevena žádná nová významnější ložiska a přitom produkce v těchto zemích minula svůj vrchol již v roce 1999. Většina snadno získatelných zásob

Graf-13 zásob fosilních paliv podle [1] Moldan: Podmaněná planeta, 2009

## Může rostoucí požadavky na energii zachránit nástup termojaderné energetiky?

Ano, někdy v nedohlednu. Bude to v daleké budoucnosti. Podle materiálů ČEZ a JE Temelín (<http://www.cez.cz/cs/energie-a-zivotni-prostredi/jaderna-energetika/>) Světové zásoby ekonomicky dostupných jaderných paliv mohou bez recyklace paliva vystačit na 85 let a pokud by se nasadily rychlé reaktory, pak by s recyklací mohly vystačit na 2500 let. Zásoby lithia pro další generaci fúzních reaktorů by vystačily dokonce na 46 000 000 let. Ceny uranu rostou a hlavní těžitelné zásoby jsou v Austrálii.

Termonukleární zařízení Tokamak ITER, jehož stavba byla započata ve Francii, má být před rokem 2020 dokončeno. Dosavadní investice nejsou nijak omračující asi 5 miliard euro do výstavby a 5 miliard euro se plánuje na provozní náklady na dobu, myslím, 5 let. Začátek výstavby reálné demonstrační termojaderné elektrárny (DEMO) lze těžko předpokládat před rokem 2030 a dokončení před rokem 2040. Demonstrační elektrárna má vyrobit více elektřiny, než spotřebuje. Tokamaky založené na magnetickém smršťování plazmy tak asi zahájí termojadernou éru. Jde o termojadernou syntézu deuteria nebo tritia na helium. Tritium se vyrábí z izotopů lithia a zpracovává se přímo v termojaderné elektrárně. Energie deuteria v 1 litru jakékoli vody při termojaderné syntéze odpovídá asi 330 litrům benzínu.



Energetická bilance takové přeměny je asi 7x účinnější, než jaderná energie. Některé termojaderné reakce mají ještě větší účinnost. 1 kg jaderného paliva odpovídá asi 1 milionům kg uhlí.

- Jakési světélko přeci je problikává- vysokoteplotní jaderné reaktory ( ne termojaderné) chlazené héliem asi při 800-900°C mohou být používány pro výrobu vodíku, vodík lze užít pro palivové články třeba pro autobusy, prakticky bez emisí, ale zatím hodně draho. Síť čerpacích stanic na vodík se hodně vzdálená budoucnost, náš prototyp autobusu na vodík se bude zkoušet v Praze.
- ČEZ začíná stavět paroplynovou elektrárnu asi za 20 miliard, s využitím odpadního tepla se účinnost pohybuje kolem 90%, je méně emisí a vzniká alternativa při použití obnovitelných zdrojů. Větrné elektrárny v době nečinnosti vyvolávaly nutnost startu tepelných elektráren na uhlí v nevýhodném režimu. Paroplynovou elektrárnu lze spustit na plný výkon mnohem rychleji a efektivně. Tato kombinace vytváří systém, který skutečně omezuje emise oxidu uhličitého. Až se spálí zemní plyn, tak toto světélko na konci tunelu dobliká.

## Mohou zachránit rostoucí energetické potřeby u nás obnovitelné zdroje?

Těžko. Do roku 2020 plánuje energetická Skupina ČEZ investovat do rozvoje těchto zdrojů energie celkem 30 miliard korun. Z toho zhruba 20 miliard korun přijde na výstavbu nových větrných elektráren. Docela hezké investice, pokud nás nerozčílí, že stát hodná do 2020 věnovat ČEZu asi 68 miliard Kč na povolenkách. Každý dáme z daní státu asi 6 600 Kč. Jiné zase rozčiluje, že stát dlouhodobě garantuje výkupní ceny solární elektřiny 10 Kč/kWh. Budujeme na jižní Moravě největší fotovoltaickou elektrárnu minimálně ve střední Evropě. A zisk pro přilehlou vesnici? Bude 5 milionů Kč/rok při těch dotovaných cenách. Tyto solární dotace prý nás přijdou ročně každého jen asi na 70 Kč, takže to nestojí ani za řeč. A solární energie výrazně zlevní. Kdy? "V brzku", jak říkali kdysi soudruzi. Já třeba bych dal dotace na garantovanou cenu mléka - kráva je krajinotvorný prvek, byla tady vždy a škody nenadělala, to spíš volové.

## **Pomůžou povolenky zastavit změny klima?**

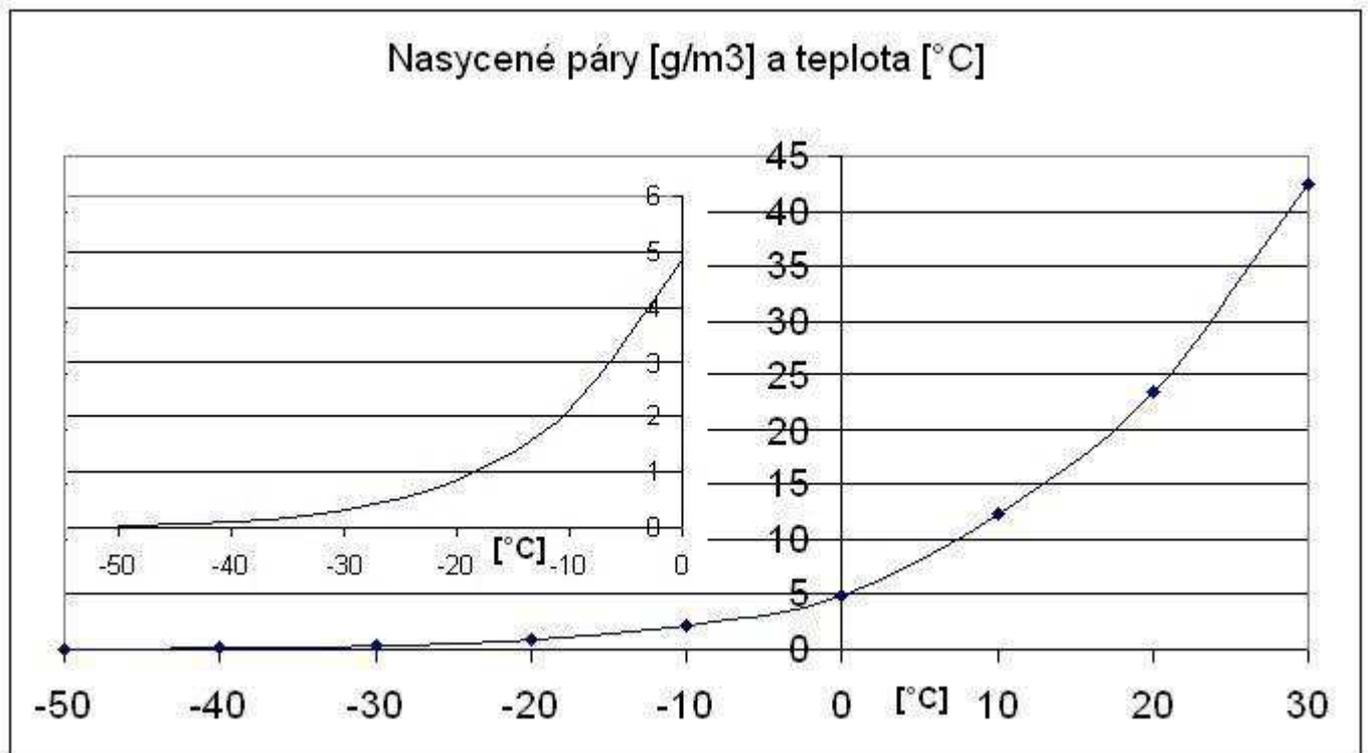
Povolenky šetření energie pomohou možná, mohutné přesuny peněz vyvolají ve světě určitě. To vyžaduje pevné zákony a tvrdé postihy při zneužití těchto peněz.. Naše emisní povolenky prodané Japoncům asi za 25 miliard Kč se zhodnotí v zateplování budov. Prodejem povolenek se aktuálně stav klimatu příliš nezmění, je však obecně třeba s fosilními palivy šetřit jako s nenahraditelnou chemickou surovinou. Finanční krize v USA zmrazila tep ocelovému srdci republiky na Ostravsku. A jak se bude vyrábět železo a ocel, až bude málo koksu? V současné době známá ložiska fosilních paliv by se vytěžila současným tempem rychle - asi za 40 let ropa, asi za 60 let zemní plyn a za 200 let uhlí. Jsou i jiné názory na tyto zásoby fosilních paliv. Jsou státy, které mají uhlí opravdu hodně - třeba Indie hnědého uhlí na víc než 1000 let své současné těžby. Geologické zásoby paliv a surovin jsou obvykle 10 krát vyšší, než ekonomicky těžitelné zásoby v dané době.

Podle EU mají znečišťovatelé od roku 2013 tvrdě platit za povolenky. Na období 2013-2020 náš senát schválil, že bude 1/3 emisních povolenek pro energetické podniky zdarma - stát přijde na povolenkách o 68 miliard Kč, které dostane ČEZ. Má je převést do úsporné a ekologické výroby elektřiny, což je předmětem jeho vysoce ziskového podnikání. No, ale za 10 let má být u nás bída o elektřinu. Tyto povolenky jsou součástí evropské legislativy, jejího energeticko-klimatického balíčku, kde rozdat část povolenek smí státy, které mají přes 30 % energie z uhlí a mají domácí produkt do 50% průměru EU, což obojí ČR splňuje.

**Jak to, že poměrně úzký pás absorbce infračerveného záření u oxidu uhličitého má vyvolávat tak rozsáhlé změny klimatu, když tu máme vodní páru, které je mnohem více a pohlcuje infračervené záření v mnoha a mnohem širších pásmech?**

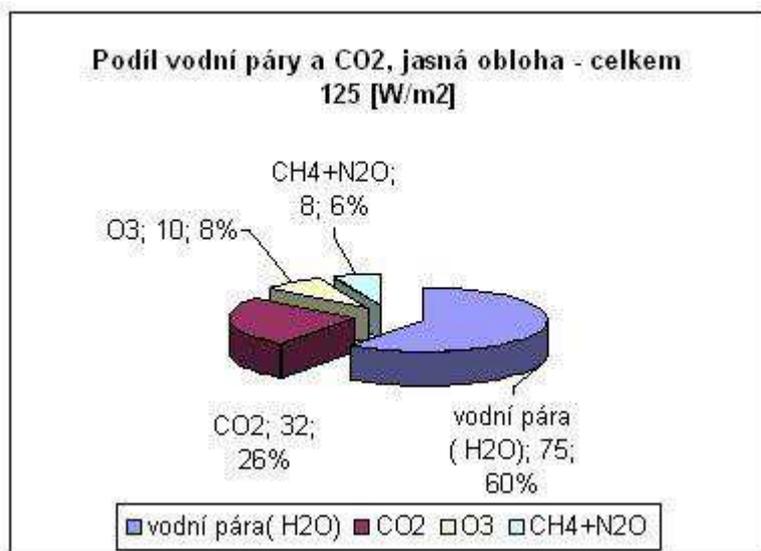
Podstatná je oblast pohlcování kolem 8-15 mikrometrů, kde nejvíce vyzařuje infračervené záření Země jako přibližně absolutně černé těleso při teplotě necelých 15°C, což je průměrná teplota Země. Oxid uhličitý pohlcuje hlavně v této oblasti, vodní pára právě zde má tzv. okno vodních par, kde infračervené záření poměrně dost propouští. V reálných podmínkách na Zemi jsou obrovské rozdíly - horké pouště s minimem vodních par ve vzduchu, teplé tropické oceány vypařují nejvíce vody a nad nimi je vysoká relativní vlhkost, tedy hodně vodních par a vysoká teplota. Polární oblasti jsou oblastí velmi suchého a mrazivého vzduchu.

Sestavil jsem Graf -14, který ukazuje tlak nasycených vodních par a teplot v atmosféře. Průměrně ve výšce asi 2,5 km je už teplota pod nulou a množství vodní páry malé. Mraky jsou ovšem mnohem výše i přes 10 km. To, co vidíme jako mrak nejsou vodní páry, ale mikrokapičky vody a spíše drobné krystalky ledu. Kapka vody vzniká až z milionu mikroskopických kapiček, kondenzaci napomáhají kondenzační jádra prachových částic, mohou se uplatnit i malé krystalky ledu. V Číně se úspěšně zkoušelo rozprašování jodidu stříbrného jako kondenzačních jader pro vznik deště, smog v době olympiády to moc neovlivnilo. Sloučeniny stříbra patří k nejdražším dostupným anorganickým chemikáliím v laboratoři.



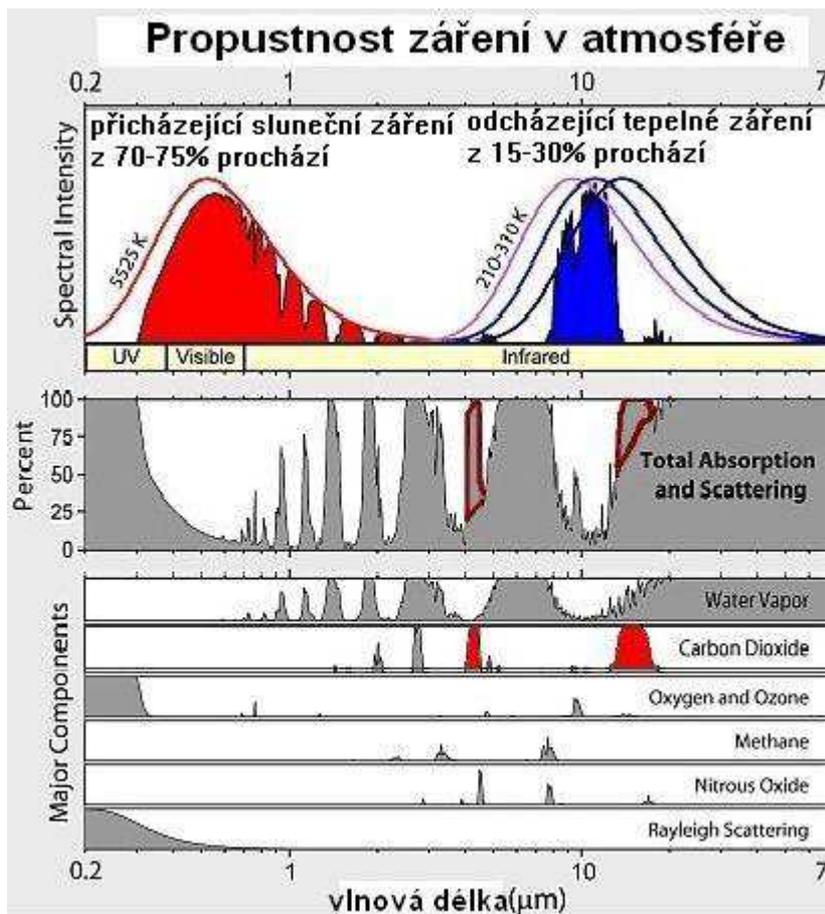
Graf 14- zdrojem dat jsou MFCHT tabulky. Ve výšce 2500 m je průměrně asi  $-1,25^{\circ}\text{C}$ , tlak vzduchu asi 737 hPa, nasycených vodních par 600 Pa, to je asi 4,8 g vodní páry /1 m<sup>3</sup>. Ve výšce 7000 m je průměrně tlak 405 hPa, teplota  $-30,5^{\circ}\text{C}$  a hustota nasycených par 0,33 g/m<sup>3</sup>. Do výšky asi 5,5 km je 3/4 hmotnosti atmosféry a poloviční tlak.

Množství vodních par při povrchu je údajně kolem 1,3 %, celkově průměrné množství vodních par asi 0,247%, jak sděluje v diskuzi k [Globální oteplení -1.díl](#) pan s nickem Green, který svou věcnou argumentací dokázal odpůrce vlivu oxidu uhličitého rozpálit do ruda. Dal jsem to do Grafu-15. Přitom tato základní informace o podílu vodních par a oxidu uhličitého je lehce dostupná na Wikipedii ([http://cs.wikipedia.org/wiki/Sklen%C3%ADkov%C3%BD\\_efekt](http://cs.wikipedia.org/wiki/Sklen%C3%ADkov%C3%BD_efekt)) : Vodní páry (H<sub>2</sub>O) způsobují asi 60 % zemského přirozeného skleníkového efektu. Ostatní plyny ovlivňující tento efekt jsou oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>) (kolem 26 %), methan (CH<sub>4</sub>), oxid dusný (N<sub>2</sub>O) a ozón (O<sub>3</sub>) (asi 8 %). A jsme zase na začátku kniha [1] B.Moldana z roku 2009 to potvrzuje: vodní pára necelé 2/3 a methan asi 25%.



Graf-15 - Absorbce skleníkovými plyny za jasné oblohy činí asi 60% vodní páry, asi 26% CO<sub>2</sub>. Celkem pohlceno asi 125 W/m<sup>2</sup>. Graf pro oblačný den má podobné rozdělení na % absorbce ( vodní pára 59 %, CO<sub>2</sub> skoro 28%), celkem 86 W/m<sup>2</sup> je pohlceno skleníkovými plyny, tedy méně. Jde zřejmě o zachycení odcházejícího infračerveného záření v oblacích.

Následuje Graf-16, který ukazuje pohlcování přicházejícího slunečního záření a odcházejícího infračerveného záření s vyznačením oblasti pohlcování oxidem uhličitým.



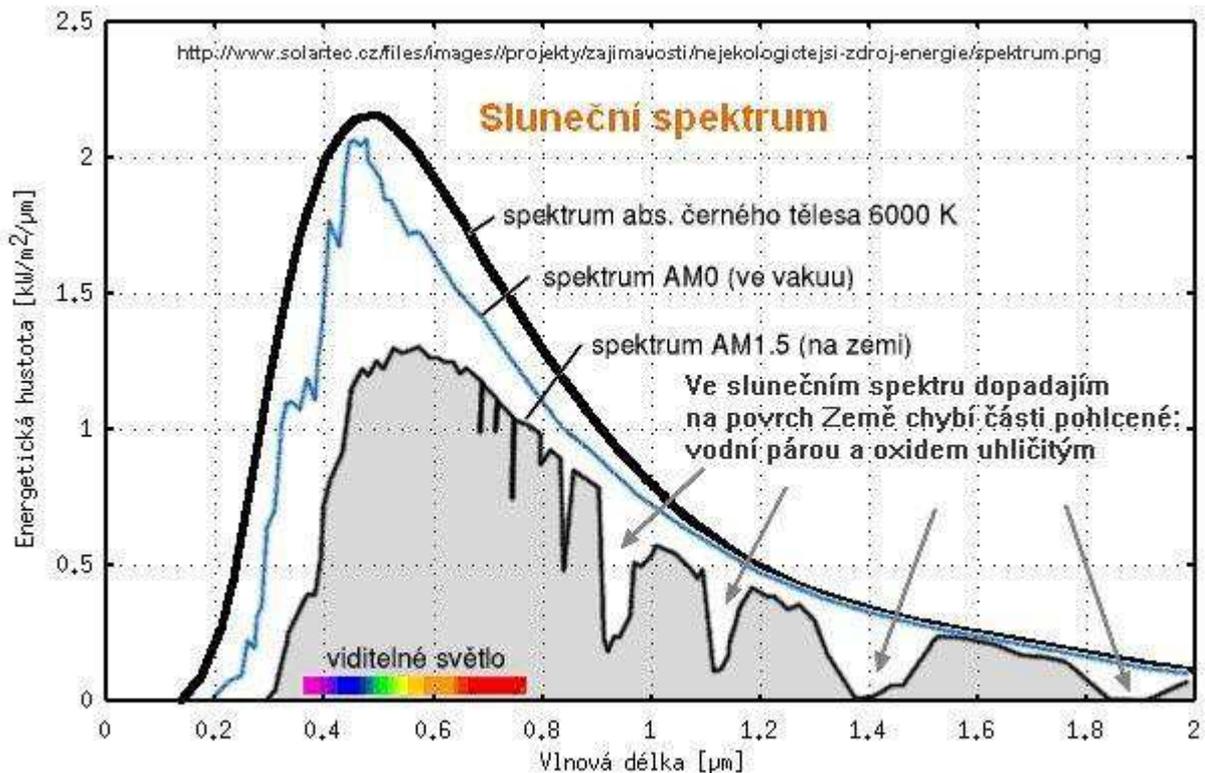
**Hnědé čáry vyznačují plochy, které v celkové absorpci odpovídají vlivu CO<sub>2</sub> - asi 12-18 mm a 5 mm.**

**Stupnice vlnové délky je logaritmická**

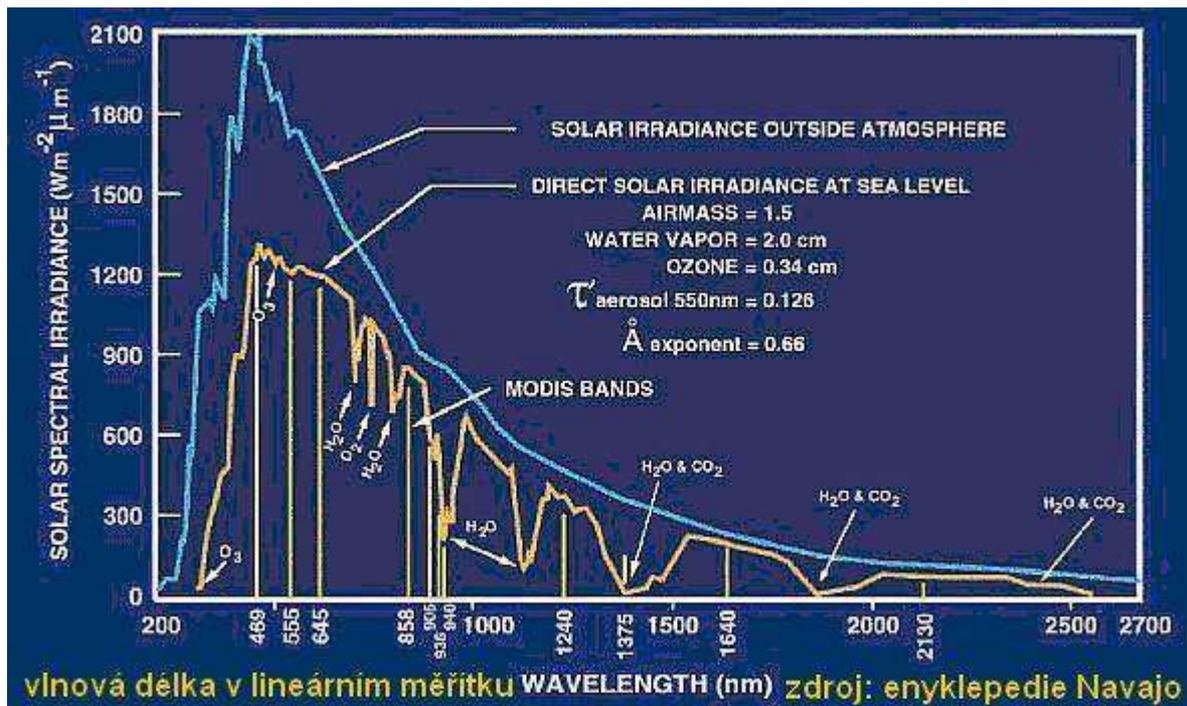
Graf-16 - Sluneční a infračervené záření v atmosféře podle

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7c/Atmospheric\\_Transmission.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7c/Atmospheric_Transmission.png).

Logaritmická stupnice poněkud mění tvar vyzářovacích křivek absolutně černého tělesa, v lineární stupnici vlnových délek jsou křivky nachýleny ke kratším vlnovým délkám. Můžeme si všimnout i prakticky úplného uzavření ultrafialové části slunečního spektra pro vlnové délky UV-C pod 0,3 mikrometru vlivem ozonu a vodních par.



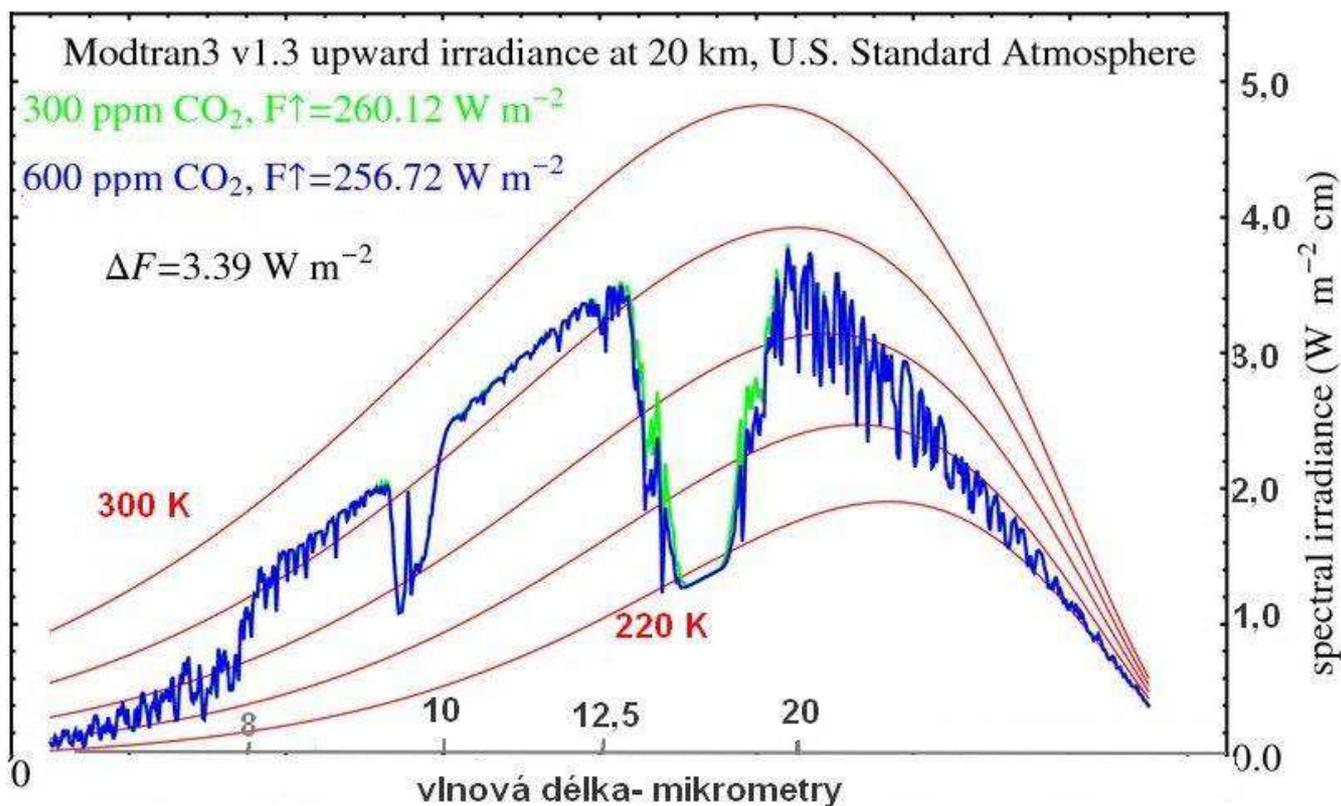
Graf-17, zdroj- [www.solartec.cz](http://www.solartec.cz). Sluneční spektrum, viditelná oblast, sluneční záření dopadající na povrch Země má maximum ve viditelné části 500- 600 nm, ultrafialové záření kratší než 0,3 mikrometru je prakticky pohlcováno zvláště ozonem. Obdobně levá červená část z Grafu-16 uvádí propustnost slunečního světla až 70-75% v atmosféře, tedy pohlcení do 25 %. Podobný je Graf -10, kde jednotlivé oblasti pohlcené různými spektrálními pásy skleníkových plynů jsou pro úroveň mořské hladiny (encyklopedie <http://sklenikovy-efekt.navajo.cz/> a lépe [http://www.nicolascrutton.ch/Astronomy/galaxy\\_spectrum\\_absorption\\_emission\\_lines/MODI\\_S\\_ATM\\_solar\\_irradiance.jpg](http://www.nicolascrutton.ch/Astronomy/galaxy_spectrum_absorption_emission_lines/MODI_S_ATM_solar_irradiance.jpg) )



Graf-18 - zdroj <http://www.nicolascretton.ch>

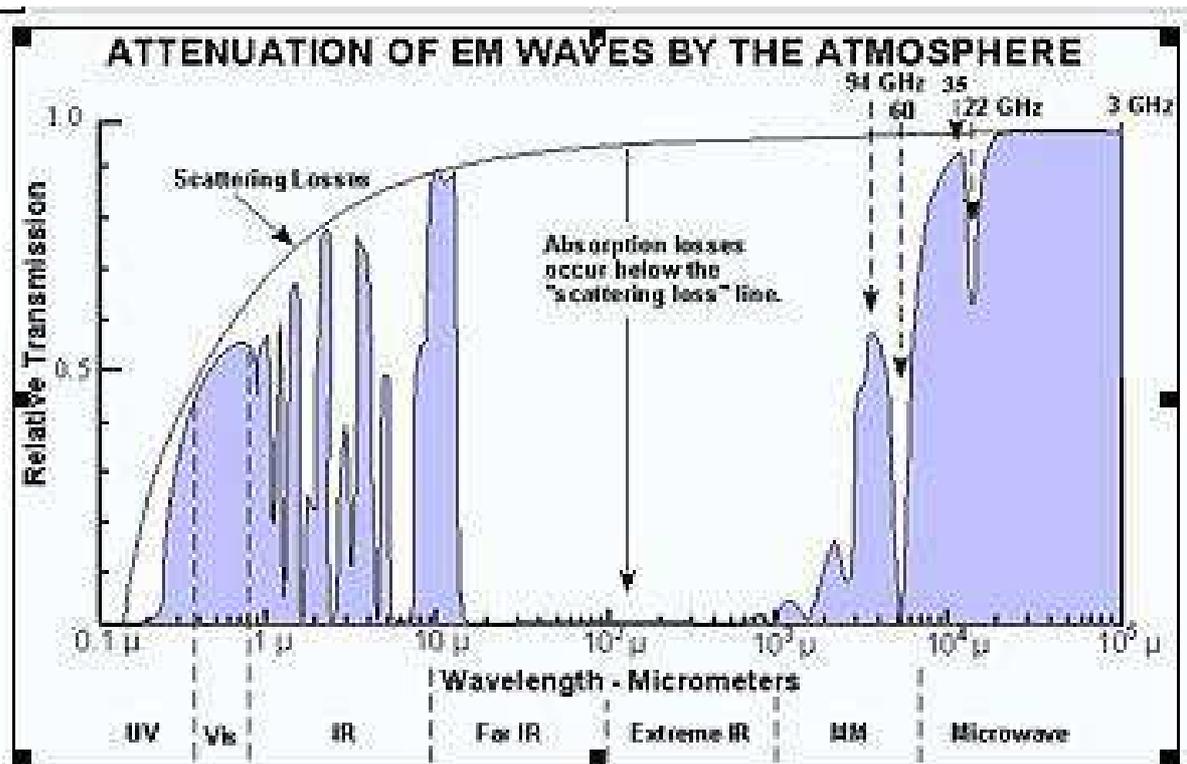
Sluneční spektrální ozáření na okraji atmosféry a na hladině moře s vyznačením pásů pohlcení skleníkovými plyny. Skleníkové plyny tedy ovlivňují už dopad slunečního záření na povrch Země. Zásadní vliv mají skleníkové plyny pro pohlcování infračerveného tepelného záření. Skutečné spektrum Země je velmi zubaté, jen na vlnové délce mírně přes deset mikrometrů se do vesmíru dostane záření rovnou z povrchu teplého oceánu. V jiných vlnových délkách je toho záření mnohem méně, protože z vesmíru jsou pozorovatelné až vyšší vrstvy ovzduší, které jsou chladnější. Zvláště málo záření je v oblasti kolem patnácti mikrometrů, protože takové pohlcuje nejúčinněji oxid uhličitý, ale i v této oblasti se podílí vodní pára. Jak už bylo řečeno, Země se jeví z vesmíru jakoby měla teplotu asi  $-18^{\circ}\text{C}$ . Vyšší teplota o  $33^{\circ}\text{C}$  (průměrná teplota Země je  $15^{\circ}\text{C}$ ) je tedy způsobena "pokličkou" skleníkových plynů a atmosféry, která část infračerveného záření pohlcuje. Ve výšce 5 km je asi  $-19^{\circ}\text{C}$ . Průměrná teplota na Měsíci je podle [www.astro.cz](http://www.astro.cz) asi  $-23^{\circ}\text{C}$ , při stejném ozáření Sluncem v oblasti kolem Země je to dobrá shoda s předpokládanými  $-18^{\circ}\text{C}$  pro Zemi bez atmosféry.

Následující Graf- 19 -vliv zvýšení hladiny  $\text{CO}_2$  na dvojnásobek demonstruje zvýšení pohlcování oxidem uhličitým, což vychází asi na  $3,4 \text{ W/m}^2$ . Křivka vznikla pravolevým otočením grafu podle adresy Wikipedie pod obrázkem a přepočítáním vlnovku na vlnovou délku. Graf se dobře shoduje se základním grafem podle knihy John Houghton : Globální oteplování, Academia, 1998.(viz např. <http://zmeny-klima.ic.cz/sklenik-princip/sklenikovy-efekt--princip-graf.html>)



<http://en.wikipedia.org/wiki/File:ModtranRadiativeForcingDoubleCO2.png>

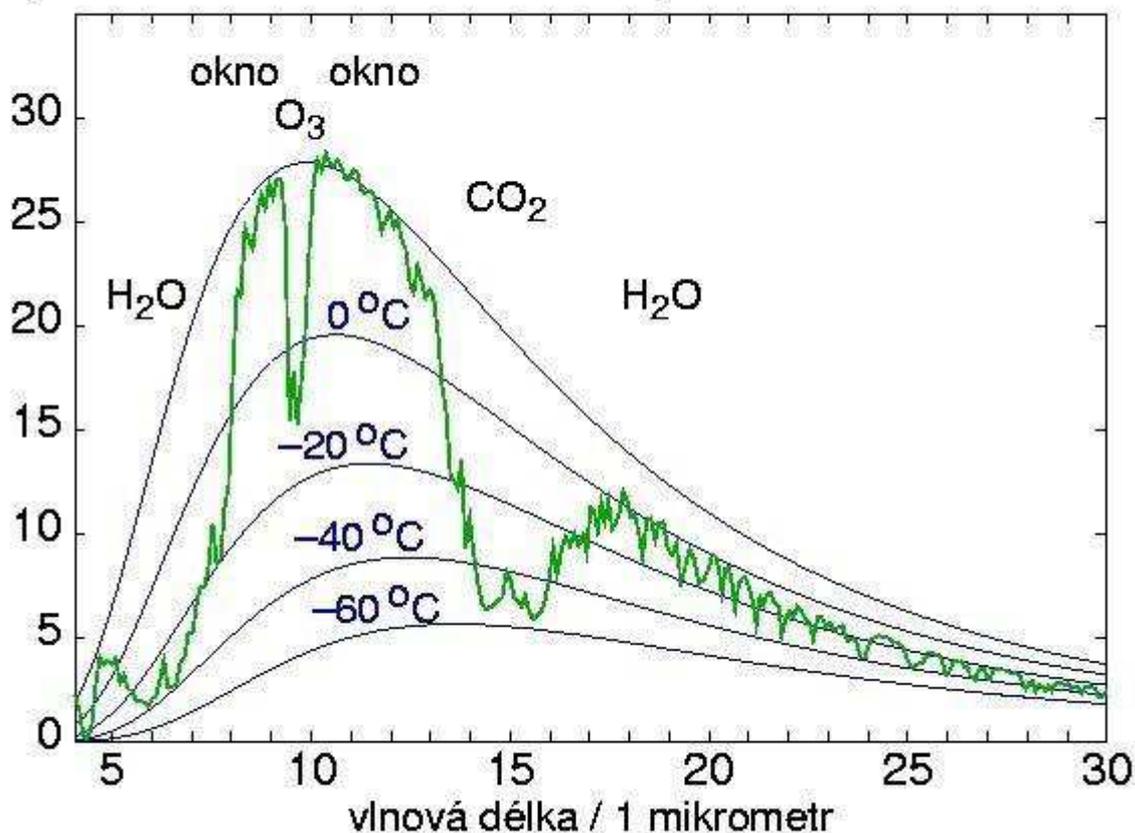
Graf -19 – zdroj <http://en.wikipedia.org> vodorovná osa vlnových délek není lineární. Skutečné spektrum Země je ale velmi zubaté, jen na vlnové délce mírně přes deset mikrometrů se do vesmíru dostane záření rovnou z povrchu teplého oceánu. V jiných vlnových délkách je toho záření mnohem méně, protože z vesmíru jsou pozorovatelné až vyšší vrstvy ovzduší, které jsou chladnější. Zvláště málo záření je v oblasti kolem patnácti mikrometrů, protože takové pohlcuje nejúčinněji oxid uhličitý (spolu s vodní párou). Do vesmíru září i nejchladnější vrstva ovzduší v horní části troposféry, která má v tropech teplotu asi mínus šedesát stupňů. Jiný Graf-20 pohlcování celého spektra od 0,1 mikrometrů do 100 000 mikrometrů podle <http://sklenikovy-efekt.navajo.cz/> ukazuje zásadní význam okna vodních par kolem 10 mikrometrů (stupnice je opět logaritmická jde o oblast zhruba 7-18 mikrometrů), což je právě oblast odpovídající termodynamickému vyzařování Země při teplotě kolem 15°C.



Graf-20 podle <http://sklenikovy-efekt.navajo.cz/>

Následuje Graf-21 se spektrem záření z nočních tropů s dobře patrnými „zářezy“ odpovídající ozónu a oxidu uhličitému.

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



<http://amper.ped.muni.cz/gw/clanky/html.format/holl0209.htm>

Graf-21 podle <http://amper.ped.muni.cz> je graf emisního záření nočních tropů a má konečně lineární stupnici vlnových délek, vidíme obvyklý mírně nesymetrický průběh posunutí maxima vyzařování podle Wienova zákona při nižší teplotě k vyšším vlnovým délkám, kolem  $15^\circ C$  až  $-20^\circ C$  je toto maximum jen asi 10-11 mikrometrů. Snad mohu doplnit, že mezi 7-8 mikrometry je oblast pohlcování methanem  $CH_4$  a oxidem dusným  $N_2O$ . Tato oblast zasahuje do okraje okna vodních par, jak ukazuje dole Graf-22.

Wienův zákon  $\lambda_{max} = b/T$ , kde  $\lambda_{max}$  je vlnová délka maxima vyzařování,  $T$  je teplota tělesa a  $b$  je tzv. Wienova konstanta  $b = 0,00289779 \text{ m} \cdot K$

Plocha pod křivkou teploty odpovídá vyzářenému výkonu, který podle očekávání silně klesá s teplotou podle Stefan-Boltzmannova zákona  $I = \sigma T^4$ , kde  $\sigma = 0,00000005670400 \text{ [W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot K^{-4}]$ .

Wienův zákon  $\lambda_{max} = b/T$ , kde  $\lambda_{max}$  je vlnová délka maxima vyzařování,  $T$  je teplota tělesa a  $b$  je tzv. Wienova konstanta  $b = 0,00289779 \text{ [m} \cdot K]$ .

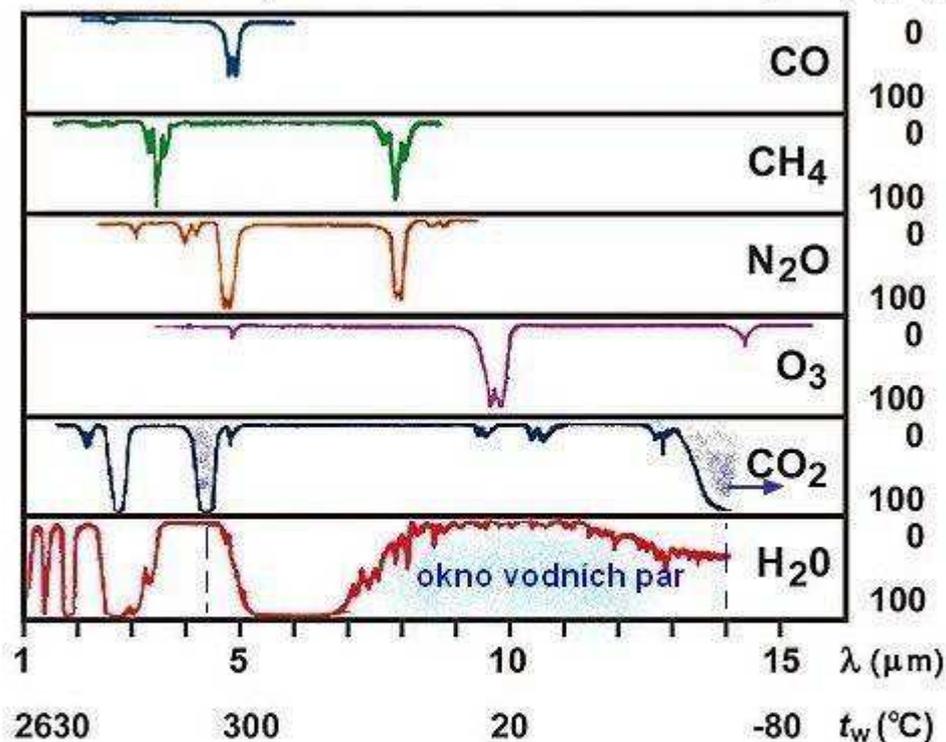
Odkaz na

<http://www.atmo.arizona.edu/students/courselinks/spring04/atmo451b/pdf/RadiationBudget.pdf> řeší i graficky skleníkové plyny a jejich oblasti absorpce.

Podíl vodní páry a  $\text{CO}_2$  je obtížné určit obecně. Velmi podstatně se mění množství vodní páry v ovzduší, v tropických a subtropických oblastech je mnohem více vodních par ve vzduchu, výška vrstvy troposféry je kolem 15 km, v polárních oblastech je troposféra nižší (asi 9 km) a je v ní méně vodních par. Relativní koncentrace  $\text{CO}_2$  v objemových % se s výškou prakticky nemění asi do 100 km. Koncentrace  $\text{CO}_2$  se však mění s ročními obdobími- na severní polokouli je více pevniny a tedy fotosyntéza v létě snižuje množství oxidu uhličitého. Tyto výkyvy činí několik ppm  $\text{CO}_2$  ve všeobecně známém grafu z Mauna Loa, který začíná rokem 1958. Už tyto drobné výkyvy ukazují ppm  $\text{CO}_2$ , ukazují, že měření je dostatečně přesné. Kromě toho lze vyfiltrovat z grafu vliv sopečných emisí.

Další je vliv teploty na vyzařování absolutně černého tělesa a tím posun maxima vyzařování podle Wienova zákona.

### Pohlcování tepelného záření skleníkovými plyny



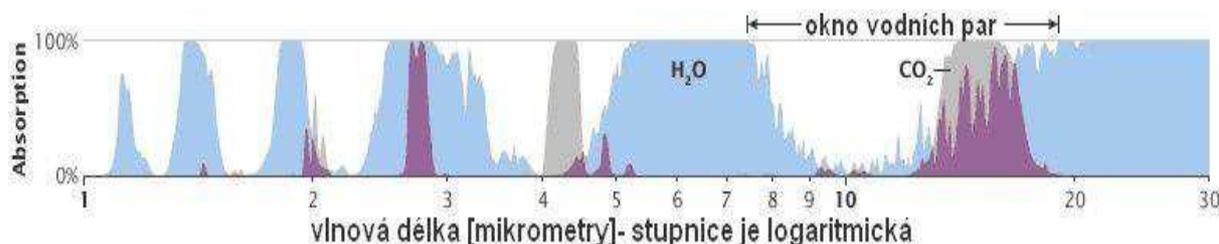
Procentuální podíl tepelného záření, které je pohlčováno plyny obsaženými v zemské atmosféře. Metan ( $\text{CH}_4$ ), oxid uhličitý ( $\text{CO}_2$ ) a vodní pára ( $\text{H}_2\text{O}$ ) silně absorbují v infračervené oblasti 1 - 100  $\mu\text{m}$  [3]. Teploty  $t_w$  (°C) vyjadřují teploty černého tělesa s maximem vyzařování při vlnové délce  $\lambda$  (Wienův zákon).

[http://www.stavebnictvi3000.cz/obr/clanky2/2007\\_10\\_oteplivaky\\_3.jpg](http://www.stavebnictvi3000.cz/obr/clanky2/2007_10_oteplivaky_3.jpg)

Oblast kolem 4,5 mikrometru  $\text{CO}_2$  absorbuje a vodní pára propouští tepelné záření. Podobně asi od 12,5-18 mikrometru

Graf- 22- ukazuje oblasti pohlcování infračerveného záření různých skleníkových plynů, vodorovná osa vlnové délky v mikrometrech je konečně taky lineární, ale jedná se o graf, kde na svislé ose je nahoře je nula pohlcování a dole 100%. Do okna vodních par tedy asi na 8 mikrometrech zasahuje  $\text{CH}_4$  a  $\text{N}_2\text{O}$ , ozon asi na 10 mikrometrech a  $\text{CO}_2$  asi od 12,5 -18 mikrometru. To poměrně dobře ukazuje Graf -14, kde okno vodních par představuje

minimum absorpce. Jeden z těchto grafů by to ovšem chtělo převrátit nohama nahoru. Nebo do sebe obrátit panáka, dát si nohy nahoru a nic neřešit.



Graf 23- zdroj- ecyklopedie navajo. Absorpce podle vlnových délek ( zde měřítko logaritmické) pro vodní páry a oxid uhličitý. Šedé plochy dobře ukazují podíl CO<sub>2</sub> na pohlcování v oblasti kolem 4,5 mikrometrů navíc proti samotné vodní páře, která je vyznačena modře. Fialové plochy ukazují překrývání účinků, kdy vodní páry a oxid uhličitý působí současně.

Žádný z dosavadních grafů neřeší současně všechny faktory poměru působení vodních par a oxidu uhličitého na klima. Hlavně chybí zahrnutí vlivu koncentrace těchto plynů vlivem jejich životnosti v atmosféře, což je asi nejpodstatnější faktor. Podle [1] a dalších zdrojů lze sestavit tabulku:

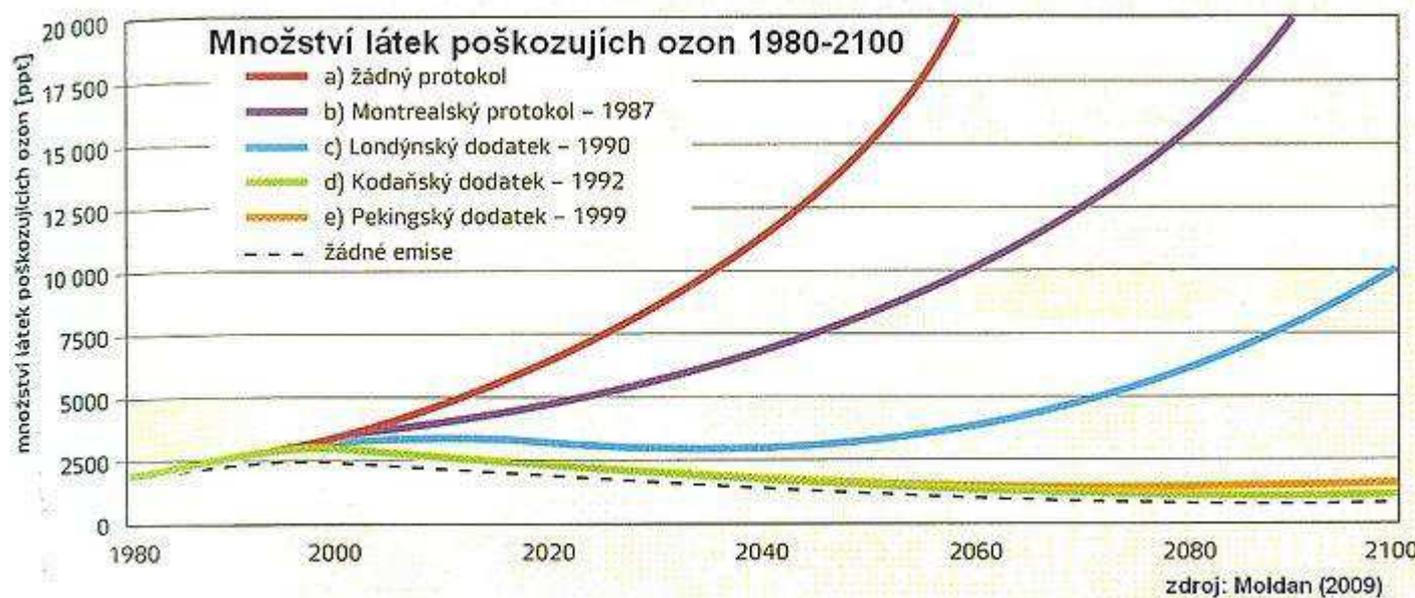
Vzorec	Koncentrace v čistém/znečištěném ovzduší [ppm]	Průměrná doba setrvání v troposféře
CO <sub>2</sub>	390	3 roky
CH <sub>4</sub>	1,75	5 roků
N <sub>2</sub> O	0,3- 0,4	100 let
O <sub>3</sub>	0,02 - 0,2	1 -7 dní
H <sub>2</sub> O pára	asi 0,25 % = 2500 ppm	asi 8 dní

Jedná se průměrnou dobu setrvání v troposféře. Lze najít i velmi odlišné údaje, které ovšem nemluví o průměru např: "CO<sub>2</sub> může zůstat v atmosféře 50 až 200 let v závislosti na tom, jak se recykluje zpátky do půdy či oceánu". Podobně doba, kdy může zůstat v atmosféře, se u methanu se uvádí asi 15 let u freonů i stovky let.

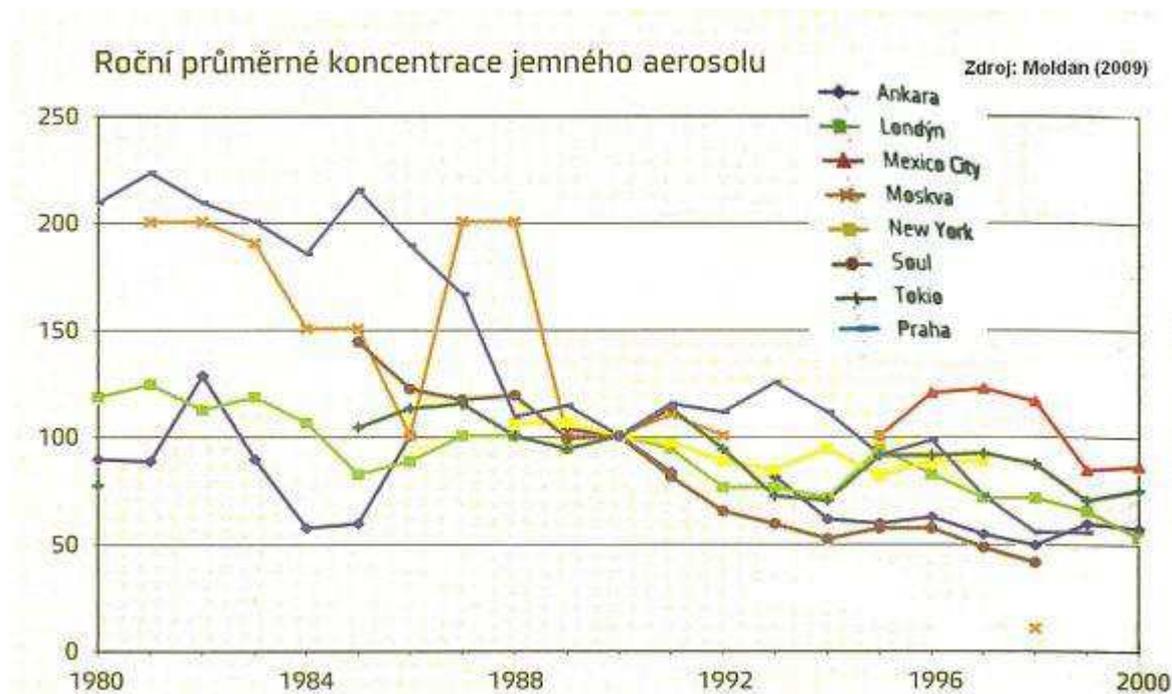
Pokusil jsem s shromáždit některé údaje, které ukazují z hlediska fyziky a ekologie, které ukazují, že vliv koncentrace oxidu uhličitého na klima existuje a souvisí s emisemi z fosilních paliv. Fosilními palivy je třeba dobře hospodařit, budou je potřebovat i příští generace. Na tom se musí normálně myslící lidi shodnout. Jak toho dosáhnout je méně zřejmé. Cesta úspor je nutná, ale jde o efektivní využití prostředků získaných třeba za emisní povolenky, která by měla přejít na podporu pokrokových technologií. Já osobně věřím, že vědecký a technický pokrok dokáže připravit zdroje energie pro příští staletí. Nemá cenu o tom diskutovat s lidmi, kteří umí jen znevažovat vědu, ignorují základní i fyzikální jevy a vypouští emise nenávistné diskuze bez možnosti reálných řešení.

Jsou zde i jiné vlivy související s civilizací - odlesňování a změna využívání půdy. Nebo vliv zmenšeného množství aerosolů asi od 80. let, který je prokazatelný i ve velkých městech [1]. Méně aerosolů znamená méně odrazu světla zpět do vesmíru a zvýšení teploty. Omezení

freonů znamená možnost obnovení ozonové vrstvy, což může napomáhat oteplení okrajových částí Antarktidy, ozon je skleníkový plyn pohlcující uprostřed okna vodních par.



Graf 24- zdroj [1] Moldan, 2009. V uvedené Moldanově knize je mnoho zajímavých informací o životním prostředí Země jako celku, hydrosféře, půdě, zemědělství a zajištění potravinami. To snad příště. Hodně mě zaujaly aerosoly, které navzdory velkému nárůstu automobilismu klesají. Velké zdroje aerosolů zvláště síry spojené s výrobou elektřiny zaznamenaly velký pokles, u nás na 10% za 10 let 1990 ku 2000. Omezení aerosolů má napomáhat globálnímu oteplení, což souvisí nyní s menším odrazem slunečního světla od aerosolů do vesmíru.



Graf- 25 – aerosoly v ovzduší 1980-200, zdroj [1], Moldan, 2009.

## Dále pokračuje závěr, který je společný i pro zkrácenou část textu

### Závěr

Na konci Moldanovy knihy [1] je kapitola Světlo na konci tunelu. Do roku 2020 chce EU omezit emise o 20% a snížit energetickou náročnost o 20%. Do roku 2050 po konferenci na Bali 2007 a po summitu G8 v italské Aquile je rámcová dohoda snížit světové emise skleníkových plynů do roku 2050 o 50%. Dobře se to pamatuje, těžko realizuje a to je tak vše, co se k tomu dá zatím říci.

Snad mohu vidět i zatemnění na konci tunelu, které dává kupodivu naději. Malinká zmínka v Moldanově knize [1] na str. 355 o tom, že rozptýlením aerosolu stratosféře nebo pomocí lehkých vesmírných zrcadel lze dosáhnout ochlazení Země. Náklady na rozptýlení aerosolů jsou relativně nízké -0,01% globálního světového ekonomického výkonu / rok. Omezení emisí spořádá rozhodně víc, může způsobit přímé oslabení vyspělých ekonomik o desetiny procenta a ekonomických důsledcích mnohem více. Jak je rovnováha rozvoje labilní ukázala současná ekonomická recese vyvolaná úvěrovou krizí v USA. Rozptýlení aerosolů může snížit příkon slunečního záření o několik %, což by mohlo stačit k zahájení doby ledové. Takže není pozdě, lidstvo má prostředky umožňující globální zásah do klimatu v případě opravdové nouze. Toto by mělo umožnit odsunout zásadní rozhodnutí na pozdější dobu, až budou lepší možnosti zhodnotit důsledky takového zásahu. Tím se mohou dostat do jiné roviny i snahy o radikální omezení emisí, tato omezení jsou velmi drahé, omezují ekonomiku vyspělých států, která je motorem technického a vědeckého pokroku. Čína a Indie ušetřené emise zvláště v EU stejně daleko překoná a celkem dojde k navýšení emisí. Jak ukázal Lomborg už kolem roku 2000, omezení emisí podle Kjótského protokolu může stát až 300 bilionů dolarů (prodej emisních povolenek a zapojení solární energie má tuto hodnotu podstatně snížit, takže prodávat emisní povolenky je o něco lepší, než nedělat vůbec nic) a oteplení v podstatě nezabrání, jen ho do roku 2100 zpomalí jeho nástup asi o 6 let. Jiná otázka jsou obecně úspory energie a energetické náročnosti výrob a obnovitelné zdroje energie. Fosilní paliva jsou nenahraditelným zdrojem surovin pro chemický průmysl, třeba výrobu plastů. Jenom do metru od nás je spousta plastů. A pod stolem nohy v sandálech by nám měly připomenout, že i když sedíme za počítačem, je dobré být nohama na zemi. Plastové okno je takřka ekologickým symbolem – patrně nás přežije, uspoří mnoho energie při vytápění. Málokdo si dovedl před 20 roky představit, že plastová okna budou všude. A málokdo si dnes dovede představit, z čeho se budou vyrábět za 200 let, když údajně nebude výchozí surovina. Ropa a možná ani uhlí.

Profesor James Lovelock, osamělý vědec žijící u pokusné stanice v příjemném údolí Cornwallu, se v 70. letech minulého století proslavil svou teorií, podle níž geosféra, atmosféra a biosféra na Zemi tvoří provázaný systém, na který můžeme pohlížet jako na jediný živý organismus. Planeta Země je v teorii chápána jako souvislý superorganismus. Vlastnosti živých systémů zkoumá jako rovnováhy a cykly v metabolismu, kde proudí hmota a energie. Tyto cykly jsou vlastně zpětnovazebnými smyčkami, které udržují systém ve stabilním stavu vzdáleném od termodynamické rovnováhy a jsou společné všem živým organismům. Živé organismy jsou otevřené systémy přijímající energii, pomocí níž udržují svůj organismus ve vysoce složitém systému. Po odumření se tento složitý (a statisticky nepravděpodobný) systém rozpadá. Podobné cykly jsou i na Zemi, kde propojují jak živou, tak neživou přírodu. Země tedy utváří sama sebe a život sám udržuje zeměkouli životem obyvatelnou.

Peter Westbroek v knize [2] klade důraz na biogeochemické děje, které činí teorii Gaia srozumitelnější. Klíčovou roli hraje život počínaje od bakterií při zvětrávání. Při nízkých teplotách jsou organismy málo aktivní a zvětrávání je pomalé. Vulkány produkují oxid uhličitý, skleníkovým efektem se povrch a atmosféra ohřívají, čímž se podpoří činnost půdních organismů a rostlin. Zvětrávání se tím urychlí a koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře se opět sníží. Život tedy urychluje nebiologické děje zvětrávání, které odstraňují oxid uhličitý z atmosféry. Tím se vytváří zpětná vazba pro udržení podmínek života.

### **Je podstatné jakou rychlostí geochemický cyklus uhlíku probíhá ve srovnání s obměnou oxidu uhličitého pomocí fotosyntézy a navazujícími biochemickými ději?**

ANO. Pomocí údajů Westbroekovy knihy [2] jsem vyjádřil, že geochemický cyklus uhlíku probíhá 183 krát pomaleji, než organický cyklus uhlíku. Při horotvorných dějích ( uváděno je zvednutí Himalájí, And apod.) dochází k rychlému zvětrávání odhalených hornin a uvolňování živin do oceánu. Můj názor je, že geochemický cyklus uhlíku je sice pomalý, ale takřka nezávislý na náhodných jevech ohrožující život na Zemi. Přispívá odedávna ke stabilizaci podmínek na Zemi, zvláště v atmosféře, pomáhá udržet nejen hladinu oxidu uhličitého ale i hladinu kyslíku – po celá geologická období bylo asi 15 %-21% kyslíku.

### **Je úsměvný modelový příklad teorie sedmikrásek z teorie Gaia?**

MOŽNÁ.

Ale tyto úvahy o schopnosti života regulovat prostředí jako vhodné pro život, spustily významné práce z oboru biogeochemie, třeba sledování činnosti řas *Emiliana* ukládající vápenec na dno oceánu. Řasy by mohly pomoci ukládat oxid uhličitý. Tmavé sedmikrásky více zachycují teplo a přispívají k oteplování. Jakmile se oteplí, mohou prospívat i bílé sedmikrásky, které teplo přijímají méně a způsobují tedy ochlazení. Černé sedmikrásky jsem neviděl, ale borovice černá ( někdy zvaná blatka) má kůru kmene i větví hodně tmavou. A je to zbytek boreálního lesa z doby ledové ( u nás rezervace Červené blato). Ale moc to nevychází, na severu rostou břízy se světlou kůrou.

U zvířat jsou souvislosti složitější, sloni v Africe nejsou bílí a lední medvědi nejsou černí. Ochranné zbarvení nepotřebují, nemají ve svém okolí konkurenci – slon je největší suchozemský savec a lední medvěd je největší pozemská šelma. Lední medvěd má duté trubice srsti a alespoň kůži prý má černou. V Africe se slunci přizpůsobili černí černoši a na severu ve Skandinávii žijí lidé světlé pleti ( prý kvůli větší možnosti vytvářet vitamín D) a blond vlasů. Blondýnek jsou mraky a podobně jako oblačnost zvyšují odraz světla do vesmíru a přispívají k ochlazení planety.

„K založení rodiny, vyhledávej blondýny.“

Tento předvolební slogan může napříč politickými stranami oslovit muže hledající blondýnky, ženy hledající blondáky, i 4 % menšinu. Topolánek jde mužným příkladem, má se dvěma hezkými a chytrými blondýnkami už čtyři děti. Paní Paroulková ukázala břicho, její manžel ukazuje břicho už léta. Kateřina Jacques váhavě odpovídala na otázku, zda je v očekávání a vůbec neodpověděla, co je biomasa. Můžeme být první zemí, která schválí blondýnovné, třeba ve formě odpisu z daní, ať mají daňový poradci zase co dělat. Notorický nepodepisovač prezident Klaus měl Bleskové plotky s blondatými letuškami a jistě by to podepsal, i když popírá globální oteplení. Ministr Kocáb se domnívá, že blondýnovné nepotlačuje právo menšin, naopak zvýhodňuje menšiny proti většině, stejně jako šrotovné.

„Příčná ráhna na praporecích v čele poutníků se používaly už za dob křížových výprav, ne-li od dob Cyrila a Metoděje“, řekl Tomio Okamura na dotaz, zda se neobává patentních sporů ke svému vynálezu, kdy místo vlaječky v rukou průvodce japonských turistů bude mít průvodce v batůžku dlouhou teleskopickou tyč s příčným ráhnem a svislými lesklými lehkými proužky o ploše až 1 m<sup>2</sup>.

„Na těchto žaluziích je obrys jednoho z japonských ostrovů- Honšú, Hokkaidó, Kjúšú nebo Šikoku, není to můj obraz“, řekl Okamura a odmítl výraz „sluneční koště“ pro toto zařízení odrážející od bílých proužků světlo a označil ho za pozdrav slunci. Jeho cestovní kancelář přiváží 100 000 turistů ročně ze země vycházejícího slunce. Japonci jsou už takřka jediní, kteří se zajímají o naše historické památky. „Součástí japonské kultury je úcta k tradicím národa“, řekl Tomio Okamura. Dále připustil, že jeho průvodci těmto ráhnům s žaluziemi říkají okamurky, nedovolil však používat termín sluneční vítr nebo božský vítr ( což znamená kamikadze). Okamura se nechal inspirovat pořadem Den D, v něm jako investor už zažil větší nesmysly - třeba stínítka na oči s reklamou, které se zapíchnou na pláži do písku.

„Odráželi jste imperialisty a zachraňovali mír, větší pitomost to není“, řekl rozvážně kníže Schwarzenberg jako reakci na slogan: “Odrážej světlo, zachráníš klima“. Típnul ne zcela dokouřený doutník, aristokraticky se zašklebil a jednostranně vyhlásil závazek snížit emise ze svých doutníků do roku 2030 o 50% a do roku 2050 na nulu. Dále sdělil, že nechá své hrady a zámky natřít na bílo a vedení strany Top 09 bude nosit v létě bílá trička.

## Knihy

[1] Moldan, Bedřich.: Podmaněná příroda, Karolinum 2009

[2] Westbroek, Peter: Život jako geologická síla, Dokořán, 2003

## Použité a související odkazy

[http://www.sci.muni.cz/~dobro/zemsky\\_povrch\\_vegetace.html](http://www.sci.muni.cz/~dobro/zemsky_povrch_vegetace.html)- absorpce a albedo vegetace

<http://www.ekolist.cz/zprava.shtml?x=2187221>

<http://www.cez.cz/cs/energie-a-zivotni-prostredi/jaderna-energetika/realita-a-myty-o-jaderne-energii.html>

<http://www.cez.cz/cs/energie-a-zivotni-prostredi/jaderna-energetika/informace-o-jaderne-energetice-.html>

<http://www.cez.cz/cs/energie-a-zivotni-prostredi/energie-z-obnovitelnych-zdroju.html>

<http://www.osel.cz/index.php?clanek=4120> - jaderná fúze

<http://www.atmo.arizona.edu/students/courselinks/spring04/atmo451b/pdf/RadiationBudget.pdf> vliv vodních par a oxidu uhličitého při skleníkovém efektu.

[http://cs.wikipedia.org/wiki/Sklen%C3%ADkov%C3%BD\\_efekt](http://cs.wikipedia.org/wiki/Sklen%C3%ADkov%C3%BD_efekt)

<http://sklenikovy-efekt.navajo.cz> -spektra

[http://www.nicolascrutton.ch/Astronomy/galaxy\\_spectrum\\_absorption\\_emission\\_lines/MODI\\_S\\_ATM\\_solar\\_irradiance.jpg](http://www.nicolascrutton.ch/Astronomy/galaxy_spectrum_absorption_emission_lines/MODI_S_ATM_solar_irradiance.jpg)-spektra

<http://amper.ped.muni.cz/gw/hansen/>

<http://fzp.ujep.cz/~synek/CHZP/texty/predn8.doc>- celý skleníkový jev

[http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/1458B937C0B14D7BC1257571003FC5A9/\\$file/Zpravodaj%2002-09.pdf](http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/1458B937C0B14D7BC1257571003FC5A9/$file/Zpravodaj%2002-09.pdf)

[http://www.stavebnictvi3000.cz/obr/clanky2/2007\\_10\\_oteplovaky\\_3.jpg](http://www.stavebnictvi3000.cz/obr/clanky2/2007_10_oteplovaky_3.jpg)

<http://www.veronica.cz/?id=404> - Hansen radí Obamovi

<http://zmeny-klima.ic.cz> - hlavně grafy všeho ke klimatu

<http://gnosis9.net/view.php?cisloclanku=2008100007> - globální oteplení je rychlejší, než byla předpověď

<http://gnosis9.net/view.php?cisloclanku=2009070001>