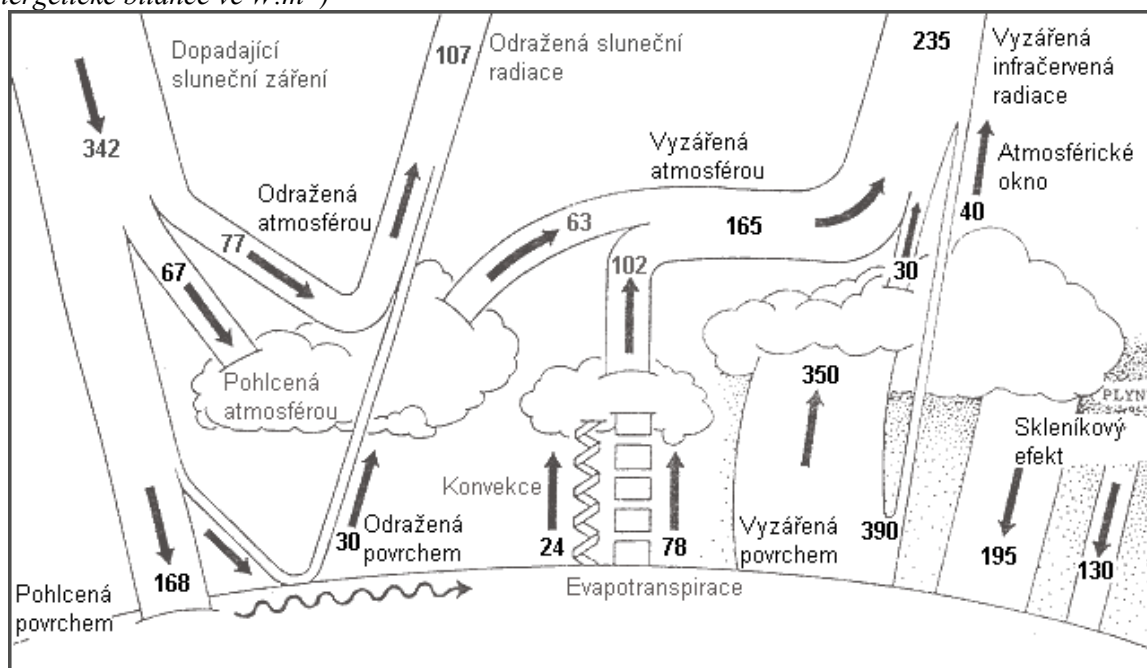


Skleníkový efekt

Podstata skleníkového efektu

Teplota naší planety je určována rovnováhou mezi energií přicházející od Slunce ve formě krátkovlnného záření a energií vyzařovanou Zemí do okolního vesmíru. Krátkovlnné sluneční záření prochází zemskou atmosférou a ohřívá zemský povrch. Dlouhovlnné záření zemského povrchu je z části atmosférou pohlcováno a opětovně vyzařováno. Část energie se tak vrací zpět k zemskému povrchu, který se společně s nejspodnějšími částmi atmosféry ohřívá. Tento jev je často přirovnáván k funkci skleníku, a proto se označuje jako skleníkový efekt a plyny, které jej způsobují, jsou nazývány skleníkovými plyny. Pokud by skleníkový efekt neexistoval, teplota zemského povrchu by byla oproti současnému stavu asi o 33°C nižší a planeta Země by byla pro život, alespoň v dnešní podobě, zcela nepříjatelnou. Koncentrace skleníkových plynů jsou však v současnosti vysoko nad předindustriální úrovní (koncentrací kolem roku 1750) a stále narůstají. Klima je též ovlivňováno aerosolovými částicemi antropogenního původu, které sluneční energii rozptylují, odrážejí ji zpět do vesmíru, čímž naopak přispívají k ochlazování atmosféry.

Radiační bilance a působení skleníkového efektu (jsou uvedeny globální hodnoty vybraných složek energetické bilance ve $W.m^{-2}$)



Zdroj: IPCC - TAR

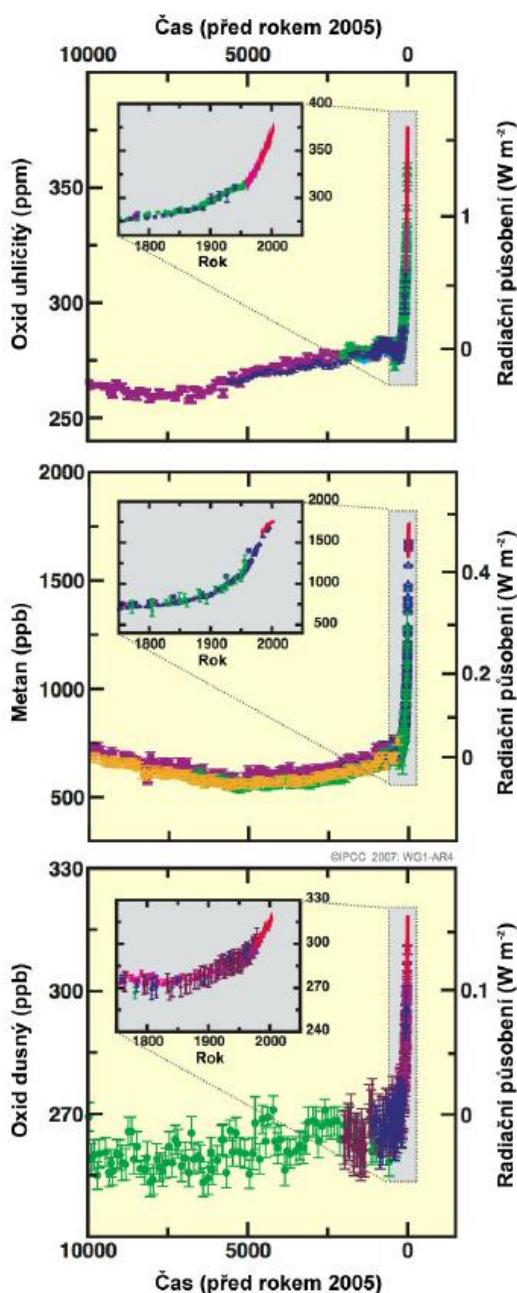
Skleníkové plyny

Atmosférickými skleníkovými plyny přirozeného původu jsou vodní pára, oxid uhličitý a metan; skleníkovými plyny antropogenního původu jsou oxid uhličitý, metan, oxid dusný, částečně a zcela fluorované uhlovodíky, fluorid sírový (jejich emise jsou kontrolovány Kjótským protokolem a Rámcovou úmluvou), tvrdé (CFC) a měkké freony (HCFC), halony (jejichž použití je kontrolováno Montrealským protokolem a jeho dodatky) a řada dalších plynů (např. SF_5CF_3 , NF_3 , CF_3I). Koncentrace CO_2 vzrostla od poloviny 18. století

(preindustriální období) z hodnot kolem 280 ppm na hodnotu 379 ppm v roce 2005 a v současnosti dosahuje již hodnot vyšších než 385 ppm.

Jde tak pravděpodobně o nejvyšší hodnotu, které bylo za uplynulých 650 tisíc let dosaženo (hodnoty se v minulosti pohybovaly v rozpětí přibližně 180 až 300 ppm). Přestože míra nárůstu oxidu uhličitého vykazuje určitou meziroční variabilitu, průměrný roční nárůst koncentrace např. v období 1995 – 2005 byl 1,9 ppm, zatímco v období 1960 – 2005 1,4 ppm. Koncentrace CH₄ se za stejné období zvýšily z přibližně 715 ppb na 1774 ppb a koncentrace N₂O z hodnot kolem 270 ppb na 319 ppb. Fluorované uhlovodíky a fluorid sírový jsou látkami novými, které se v preindustriálním období nevyskytovaly.

Koncentrace oxidu uhličitého, metanu a oxidu dusného v atmosféře za posledních 10 000 let (větší grafy) a od roku 1750 (vložené grafy)



Zdroj: IPCC - AR4

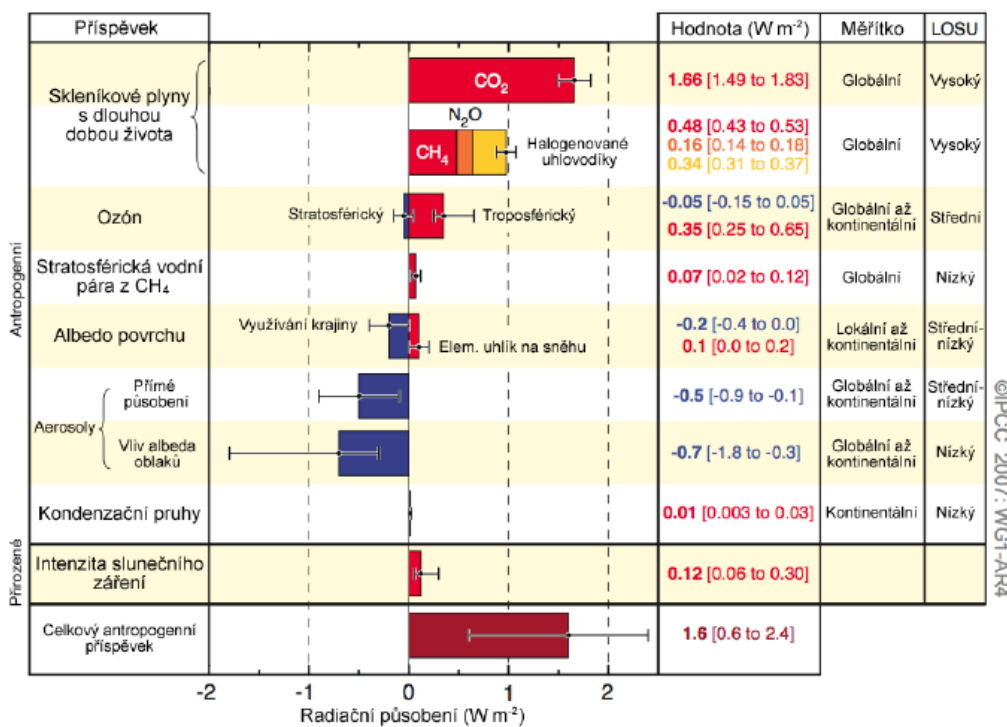
Radiační vlastnosti skleníkových plynů

Podíl jednotlivých plynů na zesilování skleníkového efektu nezávisí jen na jejich koncentraci v atmosféře, ale také na účinnosti pohlcování a vyzařování dlouhovlnného záření a době setrvání v atmosféře. Schopnost skleníkových plynů ovlivňovat klima závisí na příslušných radiačních vlastnostech, molekulové hmotnosti, obsahu a době působení daného plynu v atmosféře. Vyjadřuje se pomocí tzv. potenciálu globálního ohřevu, který je definován jako radiační účinek daného plynu za určité časové období (obvykle 100 let).

Kombinované radiační působení dané zvýšením koncentrací oxidu uhličitého, metanu a oxidu dusného od počátku průmyslové revoluce je odhadováno na $+2,30$ [$+2,07$ až $+2,53$] $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ a je velmi pravděpodobné, že rychlost nárůstu během průmyslové éry je nejvyšší za více než 10 000 let. Radiační působení oxidu uhličitého vzrostlo od roku 1995 do roku 2005 o 20 %, což je největší změna za desetiletí v posledních nejméně 200 let.

Radiační účinnost CO_2 je v současnosti odhadována na $1,66 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, CH_4 na $0,48 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, N_2O na $0,16 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ a F-plynů $0,34 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Radiační účinky mají i další plyny, aerosoly a látky obsažené v atmosféře, ale také změny využívány krajiny a přírodní vlivy (sluneční či sopečná aktivita).

Odhad globálního radiačního působení a rozsahy neurčitosti v roce 2005 pro antropogenní oxid uhličitý (CO_2), metan (CH_4), oxid dusný (N_2O) a další důležité činitele a mechanismy.



Zdroj: IPCC - AR4

Antropogenní skleníkové plyny

Zhruba tři čtvrtiny antropogenních emisí CO_2 v posledních letech pochází ze spalování fosilních paliv a z výroby cementu, zbývající část má původ ze změn ve využívání půdy, především z odlesňování. Přibližně polovina antropogenních emisí CO_2 je pohlcována oceány. Druhá polovina zůstává v atmosféře. Průměrná doba setrvání CO_2 v atmosféře se pohybuje v rozpětí od 4 do 200 let. Antropogenní emise CH_4 pocházejí zejména z těžby uhlí, transportu zemního plynu, chovu zvířectva, skládkového a odpadového hospodářství, hospodaření se živočišnými odpady a pěstování rýže. Více než polovina celosvětových emisí CH_4 je antropogenního původu. Doba setrvání metanu v atmosféře se pohybuje kolem 12

roků. Zdroji antropogenních emisí N₂O je zejména zemědělství, spalování biomasy a některé průmyslové činnosti. Přibližně 40 % emisí N₂O je antropogenního původu a jeho doba setrvání v atmosféře je více než 100 let. Zdrojem halogenovaných uhlovodíků je výhradně lidská činnost (chladicí technika, aerosolové rozprašovače, rozpouštědla, izolátory, atd.). Řada z těchto látek setrvává v atmosféře velmi dlouhou dobu (řádově stovky až tisíce let), má výrazně vyšší radiační účinnost (např. 1 kg fluoridu sírového je 22 200krát radiačně účinnější než 1 kg CO₂). Ozón jako skleníkový plyn sehrává svoji úlohu jak v troposféře, tak i ve stratosféře. Není přímo emitován do atmosféry, ale vzniká v ní fotochemickými procesy z přírodních i antropogenních prekurzorů. V atmosféře setrvává relativně krátce (týdny až měsíce).

V globálním měřítku je z hlediska antropogenních látek CO₂ odpovědný přibližně za 60 % celkového ohřevu planety, CH₄ za 20 %, N₂O za 6 % a halogenované uhlovodíky za 14 %. Poslední vývoj ukazuje, že radiační působení účinnost všech skleníkových plynů se v období od roku 1990 zvýšilo o 26 %.

Vývoj emisí skleníkových plynů

Následující tabulka porovnává současné koncentrace s hodnotami předindustriálními, zároveň ukazuje velikost trendu a předpokládanou dobu působení těchto látek v atmosféře.

Současné a historické hodnoty koncentrací skleníkových plynů

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CFC-11	HCFC-22	CF ₄
předindustriální koncentrace	~280 ppm	~ 700 ppb	~ 270 ppb	0	0	0
současná koncentrace	385 ppm	1797 ppb	322 ppb	370 ppt	112 ppt	72 ppt
přibližný nárůst	38 %	157 %	19 %			
doba setrvání v atmosféře	50 – 200	12	120	50	12	50 000

ppm = 1 díl v milionu objemově, tj. 10⁻⁴ %, ppb = 1 díl v bilionu objemově, tj. 10⁻⁷ %, ppt = 1 díl v trilionu objemově, tj. 10⁻¹⁰ %

Zdroj: upraveno dle IPCC - AR4, WMO

Aerosoly a jejich přímý a nepřímý vliv

Nejen plyny, ale i aerosoly ovlivňují radiační bilanci Země. Částice v atmosféře, které pocházejí z různých antropogenních i přírodních zdrojů absorbují sluneční záření, rozptylují a odrážejí jej zpět do kosmického prostoru. Životnost aerosolů v atmosféře je poměrně krátká. Z tohoto důvodu je jejich vliv omezen na poměrně malou oblast v okolí zdrojů. Jelikož většina průmyslových aktivit je soustředěna na severní polokouli, vliv aerosolů na sluneční záření je na severní polokouli výraznější. Nepřímý vliv aerosolů na klima spočívá v jejich vlivu na tvorbu oblačnosti. Oblačnost ovlivňuje klimatický systém odrazem slunečního záření zpět do kosmického prostoru, čímž zemi ochlazuje a odrazem dlouhovlnné radiace zemského povrchu zpět k zemi (oteplovací efekt).

Antropogenní aerosolové příspěvky (především sírany, organický uhlík, saze, dusičnany a prach) společně způsobují ochlazování s celkovým přímým radiačním působením v hodnotě kolem -0,5 W.m⁻² a nepřímým radiačním působením prostřednictvím albeda oblaků v hodnotě kolem -0,7 [-1,8 až -0,3] W.m⁻². Tato radiační působení jsou nyní lépe prozkoumána díky kvalitnějším družicovým, pozemním a *in situ* měřením a komplexnějším využití modelů, přesto však zůstávají rozhodující neurčitosti odhadů radiačního působení.

Zdroj: ČHMÚ