

(Odpovědi Jana Hollana na dopisy z konce listopadu jsou odsazeny doprava a o bod vyšším písmem, ale též patkově, pro pohodlné čtení.)

Jsem obzvláště potěšen, že dotace na využívání "biomasy" jako náhrady fosilních paliv jednoznačně odsuzujeme všichni.

Já jsem pane Kaliszi v odpovědi ze 25. listopadu nepsal o biomase obecně, například plantáže energetických dřevin a bylin můžou fosilní paliva – zejména fosilní metan – nahrazovat vhodně. A rozhodně je správné vyrábět z odpadní biomasy bioplyn (ev. filtrovaný na čistý metan) a z digestátu biouhel. To se týká i domácího bioodpadu, který nemá jít na skládky a může se sice kompostovat, ale tím se ztrácí jeho energetický potenciál. Dotace na počáteční investice mohou být oprávněné. Opakuji, co jsem napsal výhradně o těžbě existujících lesů:

„Ano, masivní využívání lesní biomasy pro energetiku je zvrácené, snižuje úhrn uhlíku vázaného v lesích a je zhoubné i pro biodiverzitu. K tomu viz kolekci <https://www.zotero.org/jenikholan/collections/P6GHL222> .“

Protože mám dobrou zkušenost s řešením složitějších problémů po malých krůčcích, dovoluji si déle nečekat a rovnou sdílet další upřesnění svých úvah, v naději, že tím snad vážnou diskusi posunu blíž k výsledku.

1) učebnicový výklad skleníkového efektu

Jak ukazuje obrázek 2.3 ze standardně používané učebnice (Hartmann, Physical climatology, 2016), základem běžně používaného výkladu je představa tenké skleněné desky oddělené od povrchu Země vakuem.

Sklo propouští sluneční světlo a krátkovlnné infračervené záření. Část tohoto záření, která je povrchem Země pohlcena, je (spolu s dalším příspěvkem "zpětného záření", jak uvidíme níže) ohřívá na rovnovážnou teplotu T_s . Této rovnovážné teplotě odpovídá podle Stefan-Boltzmannova zákona celkový zářivý výkon jednotky zemského povrchu. Zemský povrch ovšem vyzařuje v dlouhovlnném infračerveném oboru, který krycí skleněná deska beze zbytku pohlcuje a ohřívá se tím na rovnovážnou teplotu T_a . Krycí deska pak z jednotky svého povrchu vyzařuje nahoru i dolů dlouhovlnné infračervené záření s celkovým výkonem podle Stefan-Boltzmannova zákona.

Aby se udržoval na teplotě T_s , musí tedy zemský povrch skutečně vyzařovat větší výkon, než přijímá od Slunce, a to právě o hodnotu, kterou mu vrací krycí skleněná deska.

Zároveň k tomu, aby skleněná deska zůstávala na teplotě T_a , musí platit $\sigma T_s^4 = 2 \sigma T_a^4$. Protože teplota T_a musí odpovídat rovnovážné teplotě Země bez atmosféry, která byla předtím spočtena na 255 K (-18°C), vychází z modelu se skleněnou deskou rovnovážná teplota povrchu 303 K, tedy 30°C

2) Rozdíl mezi modelem a realitou

Učebnice suše konstatuje, že důvodem, proč průměrná teplota povrchu Země činí zhruba 15 °C a nikoliv ultimátních třicet, je dotek naší skutečné "krycí desky", tedy atmosféry, s povrchem Země.

Díky němu se teplo do příkrovu vytvářejícího skleníkový efekt nepřenáší čistě zářením, jako v modelu krycí skleněné desky oddělené vakuem, ale také konvekcí jako tzv. "sensible heat" a vypařováním vody z povrchu Země a její kondenzací v ovzduší jako tzv. "latent heat"

Je logické, že povrch Země pak musí o to méně tepla vyzařovat - tedy musí v průměru být o něco studenější, než kdyby se měl chladit jenom zářením.

Ona učebnice (neznám ji, psal jsem vlastní...) užívá hodně jednoduchý myšlenkový model, který sice ilustruje podstatu skleníkového jevu, ale ne realitu ovzduší. Ani realitu skla, ostatně – to pohlcuje dost slunečního IR, proto je osluněné sklo pozoruhodně teplé. Sklo také krátkovlnné i dlouhovlnné záření zčásti odráží.

Ve skutečnosti skleníkové plyny, vodní pára a ozón, pohlcují nemalou část slunečního záření, nepustí je až na povrch, ohřívají ovzduší i z tohoto krátkovlnného (hlavně UV a IR) zdroje. A naopak, nepohlcují všechno terestrické záření, to umí jen neprůhledná oblačnost. A tak na povrch dopadá méně slunečního záření, než Země včetně atmosféry pohlcuje, a naopak část toho z povrchu unikne do vesmíru. V dopise jste užil výřez z Trenberthova schématu, celé se všemi průměrnými globálními toky je na str. 10 knížky https://amper.ped.muni.cz/gw/Ochrana_klimatu/klima_ucebni.pdf . (a také v Avexu 2/2020, ovšem s mnohem stručnějším povídáním o celé věci).

3) Význam neradiačního přenosu tepla do atmosféry

Patnáctistupňový rozdíl mezi modelem skleněné desky a realitou naznačuje, že příspěvek, jímž konvekce a přenos latentního tepla účinek čistě radiačního skleníkového efektu korigují, zřejmě není zanedbatelný.

Model jedné skleněné desky nad povrchem opravdu nepopisuje realitu. Sálání ovzduší na povrch je ve skutečnosti ještě silnější, a ohřev ovzduší konvekcí je opravdu nějakých sto wattů na metr čtvereční. Skupenské teplo mu dodávají hlavně teplé oceány, pevniny v tom hodně zaostávají, v noci toho ani vegetace mnoho neuvolní.

Vzhledem k tomu je pozoruhodné, jak velkou pozornost standardní Hartmannova učebnice věnuje samotnému skleníkovému efektu, a jak malou pozornost na druhé straně věnuje okolnosti, že neradiační přenos tepla do atmosféry působí opačně a tedy může hrát v teplotní regulaci Země podobně podstatnou roli jako radiační skleníkový efekt sám.

I ze svého zcela laického pohledu si dovoluji tvrdit, že tato nerovnováha se zřejmě netýká jen této jediné učebnice, ale nejspíš panuje všeobecně v celém klimatologickém výzkumu i ve výuce tohoto oboru. Soudím tak podle toho, jakým způsobem je o mechanismech a příčinách klimatické změny informována veřejnost. Vliv člověka na vývoj podnebí se v naprosté většině všech sdělení, která kolem sebe vnímám, redukuje na produkci nekondenzujících skleníkových plynů a zvyšování jejich obsahu v zemské atmosféře.

Global heating, jehož důsledkem je růst teplot oceánů, prohřívání pevnin do hloubek, úbytek ledu a konečně i drobek na růst entalpie ovzduší, je dáno tím, že Země přestala vracet do vesmíru tolik tepla, jako pohltil ze Slunce, vznikla kladná Earth Energy Imbalance, EEI. Porozumět se tomu dá snad lépe tím, když skleníkový jev nahlédneme zvenčí: do vesmíru sálají hlavně až vysoké, velmi studené oblasti ovzduší. Jak skleníkových plynů přibývá, tak se oblast, která do vesmíru dosáhá, posouvá výše, tedy do oblastí s nižšími teplotami. Tak to bude pokračovat, dokud skleníkových plynů bude přibývat.

Staticky je to znázorněno na str. 9 doplňující příručky

https://amper.ped.muni.cz/gw/Ochrana_klimatu/klima_metodicky.pdf . Je tam mé staříčké schéma se 12 šipkami z povrchu vzhůru – ty zahrnují i toky konvekce, proto jich není jen 2x, ale 3x víc než těch symbolizujících teplo pohlcené povrchem ze slunečního záření.

Snad názorněji je důsledek rostoucí koncentrace skleníkových plynů vysvětlen v první animaci na stránce www.veronica.cz/animace-a-grafy-o-zmene-klimatu – ta v závěru i ukazuje, jak změna skleníkového jevu vede ke globálnímu ohřívání. (Opět ty šipky z povrchu vzhůru zahrnují i konvekci.)

(Až teď jsem si ale všiml, že tam je významná nepřesnost. Jeden tam zmíněný skleníkový plyn, vodní pára, totiž sluneční záření v pásmech v infračervené a přilehlé červené části spektra pohlcuje. A z nezmíněných je to ovšem ozón v UV oboru. To je ten mechanismus, jak i samo sluneční záření ohřívá atmosféru.)

S explicitními konvektivními toky je to samostatně s výkladem ve článku https://amper.ped.muni.cz/gw/clanky/working/toky_ovzduzim_sklJev.pdf .

Jiný článek s vysvětlením, k čemu zvýšená koncentrace skleníkových plynů vede, je <https://amper.ped.muni.cz/gw/clanky/working/jevAzesileni2.pdf> . Novější a jinak formulovaný je <https://amper.ped.muni.cz/gw/clanky/working/ZakladyClimateScience.pdf> .

Děje v ovzduší většinou kdesi hluboko pod tropopauzou ke globálnímu ohřívání přispívají nijak významně nemohou. Klimatická změna je jen důsledkem globálního ohřívání. K tomu samozřejmě přispívá jako zpětná vazba i stále rostoucí koncentrace vodní páry.

4) S klimatickou změnou se těžko vypořádáme bez fungující vědecké diskuse

Bez zpětné vazby z Vaší strany nemohu nijak posoudit, zda výše uvedené úvahy míří správným směrem, nebo naopak stále obsahují nějakou zásadní chybu a tudíž jsou úplně mimo. Z mého laického pohledu se mi Vaše diskuse s pány Janem Pokorným a Josefem Sejákem jeví na obou stranách zatížená optikou radiačního modelu skleníkového efektu - na Vaší straně ztotožněním tohoto modelu s realitou, na straně Vašich oponentů soustředěním na zpětné záření oblohy jako domnělou Achillovu patu modelu, místo poukázání na to, že v praxi významný neradiační přenos tepla vůbec není součástí tohoto modelu a jeho zahrnutí do všech úvah - tedy vykročení za hranici radiačního modelu - je pro sladění teorie s realitou zásadní.

O vědecké diskusi v případě pánů docentů těžko mluvit. Modely ovzduší užívané v meteorologii i v climate science vskutku proudění vlhké atmosféry neignorují.

5) Předběžné shrnutí

a) V tuto chvíli bych řekl, že i když pánové Seják a Pokorný možná až příliš pochybují o kvalitě teorie a poznatků týkajících se radiační výměny tepla mezi povrchem Země a ovzduším, jejich výtky, že chlazení zemského povrchu evapotranspiračním mechanismem je v současné klimatologii (včetně expertního stanoviska AV ČR 4/2020) neprávem zanedbáváno, je zřejmě odůvodněná. Vaše námitka, že tento mechanismus působí jen lokálně a nemůže hrát roli v globální energetické bilanci, není podle mého názoru správná. Otevřená chladnička pánů Sejáka a Pokorného sice stojí

v místnosti, která ve Vašem přirovnání představuje zemský povrch, ale její zadní strana je v atmosféře. Tímto způsobem sice evapotranspirační chladnička část odebraného tepla vyzařuje zpět na povrch Země, ale podstatnou část zároveň vysílá pryč do vesmíru a tak zemský povrch přece jen skutečně chladí.

b) Změny pokrytí kontinentů rostlinami, které člověk svou činností jednoznačně ovlivňuje, tedy mohou ovlivňovat nejen tvorbu mraků (a tím měnit poměr mezi přítokem sluneční energie na zemský povrch a jeho vyzařováním, což byla dosud asi jediná podstatná námitka občas vznášená proti často opakované tezi, že kromě skleníkového efektu nekondezujících skleníkových plynů neexistuje jiné možné vysvětlení pro pozorované oteplování zemského povrchu). Mohou také přímo ovlivňovat rovnovážnou "skleníkovou" teplotu povrchu Země regulací poměru mezi radiačním a neradiačním přenosem tepla do atmosféry, bez jakékoliv změny koncentrace skleníkových plynů i bez změny průměrného zaclonění zemského povrchu oblačností.

Voda vypařená z oceánů i z pevnin vsutku svou kondenzací v nějakém chladnoucím „balíku“ vzduchu snižuje pokles jeho teploty oproti stavu, kdyby v něm ke kondenzaci nedocházelo. Ale tak dodané teplo v ovzduší zůstane jen tehdy, když zkondenzovaná voda vyprší zpět na povrch. Takový proces se jistě podílí na tepelných tocích mezi oceány a pevninami i do vysokých zeměpisných šířek. Jinak, pokud jde o oblačnost, která vznikne a zase se rozpustí, tak skupenské teplo uvolněné předtím kondenzací se opět do páry vrátí.

Pokud sahá ale oblačnost vysoko, jako u kumulonimbů, ale i nimbostratů, tak i když z jejich nižších částí padají kapičky nebo vločky pryč dolů, neznamená to, že by jejich vršky sálaly do vesmíru více než atmosféra bez nich. Je to spíš naopak – ony jsou už moc vysoko, takže prostě velice studené. Ostatně tak se poznají na satelitních dlouhovlnných infračervených snímcích. Taková oblačnost žádné vzhůru mířící sálání zpod své horní hranice do vesmíru nepustí. Satelity v oboru jednotek až desítek mikrometrů nic z oblastí nižších, teplejších, nemohou zaznamenat.

Kromě toho platí, že tepelné toky výparem a kondenzací s oteplováním trvale rostou. Vody v ovzduší přibývá, nemění se relativní vlhkosti, absolutní rostou. Zcela jistě neklesl ani úhrn vypařené vody z pevnin, naopak vzrostl. Například i vinou teplých zim u nás – to je jeden z důvodů, proč se tehdy méně dobře doplňují zásoby spodních vod, ale ani se pořádně nenasytí půdy pro jarní růst vegetace – ona holt intercepce, jehličnatá i transpirací, ztrácí vodu, čili posílá ovzduším do dále i tehdy. Transpirace lesních porostů vzrostla s teplotou také, a to asi více, než mohl ubrat pokles jejich rozlohy v některých místech světa. Tím spíše že lesy v úhrnu mohutnější, i když u Amazonie se už udává, že uhlíkový propad už přestala poskytovat. Vinu na úbytku onoho propadu, anglicky „sinku“ má ovšem odlesňování jen částečnou, druhá příčina jsou nebyvalá sucha, pro deštný prales už přílišná, způsobená... globálním ohříváním a změnou klimatického systému v jeho důsledku.

Ono je ale celkem jedno, jakým mechanismem se dostává energie do vysokých vrstev troposféry. Podstatné je, že změna složení ovzduší snížila sálání do vesmíru. EEI bude nulová teprve tehdy, až teplota troposféry vzroste tak moc, aby do vesmíru sálala tolik, jako dřív. Vlastně, aby sálala i trochu víc, neboť albedo Země kleslo a zatím bude dále klesat úbytkem kryosféry, mohutnější vegetací i úbytkem některé oblačnosti.

c) Pokud mají mít opatření zamýšlená k omezení klimatické změny smysl, bylo by dobré skutečně rozumět všem mechanismům, které v regulaci teploty zemského povrchu a jeho tepelné bilanci hrají podstatnou roli. Zatím se zdá, že význam suchozemského rostlinstva a jeho případné role v regulaci podnebí není jasný (a dost možná je velmi podceněn) nejen pokud jde o možný vliv na tvorbu oblačnosti a průměrní zastínění zemského povrchu, ale i co se týče poměru mezi radiačním a neradiačním přenosem tepla do atmosféry .

Myslím, že při absenci solidní znalosti o míře, v jaké vegetační pokryv k regulaci zemské povrchové teploty přispívá, nelze vůbec říci, zda je růst obsahu dlouhodobých skleníkových plynů v atmosféře skutečně tou hlavní příčinou pozorovaného oteplování.

Je to to jediné, co se v posledním půlstoletí rychle mění a fyzikálně vede k nenulové EEI. Vegetaci lidé za ono půlstoletí opravdu neeliminovali, ani oceány ne.

d) Pokud v oteplování Země hraje podstatnou roli (i) odlesňování kontinentů a/nebo vysušování mokřadů, jak se obávají pánové Seják a Pokorný a jak se jeví zcela možné vzhledem k bodům a)-c), pak se navrhovaná dekarbonizace hospodářství může ve velké míře nebo zcela minout účinkem. Taková dekarbonizační opatření, jako je náhrada fosilních paliv "biomasou", tolik propagovaná stále sílící lobby výrobců dřevních pelet a obchodníků s nimi, pak zřejmě mohou být nejen nebezpečná pro biologickou rozmanitost odlesňováním postižených ekosystémů a pro zdraví lidí zatěžované zplodinami spalování, ale navíc vysloveně škodlivá i z hlediska deklarovaného cíle "záchrany klimatu".

Odlesňování a vysušování mokřadů v tropech, které bohužel stále probíhá, jen přidává skleníkové plyny, existuje konsensus, že i proto by mělo co možná skončit. Snížená evaporace z tak změněné krajiny za slunných dní opravdu nemůže mít za následek rychlé oteplování Arktidy, nejvýraznější v zimě... Ani středoevropské zimní počasí jiné, než jsme zažívali zamlada.

e) Skutečně validní výzkum není možný bez věcné a zodpovědně vedené vědecké diskuse. Zpochybňování a přezkoumávání obecně přijímaných hypotéz a zavedených názorů k takové diskusi patří, má-li důvod v sebemenším nesouladu teorie s realitou. Pouhý odkaz na učebnice není pro vyvrácení takových pochybností dostatečný. Učebnice představují určitý stav porozumění danému tématu, nikoliv věčnou a neměnnou pravdu.

Ze všech těchto důvodů bych byl velmi rád, kdybyste mé připomínky a náměty zvážil a odpověděl na ně.

Vynasnažil jsem se... Jinak doporučuji přehled WMO atd. ze září 2022, https://public.wmo.int/en/resources/united_in_science – úvodním obrázkem lze dlouho rolovat, ale hned pod ním je [odkaz na pdf zprávy o 40 stranách](#) (i ve velkém rozlišení má jen 15 MB). Základní sdělení zprávy jsou pak postupně níže, je to asi přehlednější než pdf.

A k těm dalším Vaším námětům (neopakují je zde):

Uměle zvyšovat evapotranspiraci je asi málokde rozumné, to by šlo jen tam, kde o disponibilní vodu není za příliš horkých letních odpolední žádná nouze. V Česku to není asi nikde. Nenapadá mě takové místo ani jinde... Kde si stromy v sídlech tehdy umí sáhnout na vodu během roku tam vsáknutou, je to jistě prima. Pokud ovšem příliš nevysuší podloží domů, což už bývá velmi vážný problém, viz poslední kapitola článku https://amper.ped.muni.cz/gw/clanky/Vodni_nouze.pdf .

Snažit se o "water cycle restoration" není určitě potřeba. On totiž žádný vodní cyklus, až na možný počátek něčeho takového v Amazonii, narušen nebyl... To jsou jen česko-slovenské povídačky lidí, co o meteorologii nevědí nic kloudného. Snahu o obnovování mokřadů, natož o ochranu starých lesů před mýcením a „obnovou“, není potřeba podepírat pseudoargumenty. Ty skutečné argumenty – uhlík a biodiverzita, nemluvě o zážitku z krajiny – stačí.

O chlazení PV mořskou vodou jsem zatím nic neslyšel, ale ze své mnohaleté zkušenosti s vodními solárními systémy vím, že s nimi jsou potíže (i když nám doma už snad 20 let fungují, sám jsem je montoval). Pokud by se evaporační chlazení PV někomu komerčně vyplatilo, budu jen rád. Ale hádám, že se nevyplatí.

(Když jsem hledal, jestli o chlazení PV mořskou vodou něco publikovaného vůbec je, narazil jsem na <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038092X20308112> – jsou z toho nějaké odkazy. Nestudoval jsem a nebudu, co vlastně dělali, asi to má od hojného užití náramně daleko.)

(Na výstavách jsem už dávno vídával hybridní PV pro přehřev vody, ale mám dojem, že se moc neuchytily. Jednodušší je prostě mít té PV plochy víc, když je pro ni místo, je levná.)

J. Hollan, 2022-12-04