

Vážený pane Kaliszi,

ježto Vaše dotazy jsou spíše fyzikální a výzkumu CzechGlobu se dotýkají jen okrajově, odpovědí jsem se ujal já, Jan Hollan. Psal jsem je do Vašeho dopisu, mé poznámky jsou tam větším písmem a odsazeně. Ty k fotovoltaice si vyžádaly, abych se seznámil s publikacemi na to téma, zabralo to nějaký čas. Jinde využívám odkazy na své starší texty a průběžně také na svou sbírku literatury, která je veřejná. Asi bych měl jako samozřejmost dodat, že solidním stručným zdrojem informací jsou i dva AVexy, č. 2 a č. 4 z roku 2020, viz <https://www.avcr.cz/cs/veda-a-vyzkum/avex/>. V tom prvním je i schéma skleníkového jevu.

Váš dopis je dlouhý, vložené poznámky dohromady také... Doufám, že Vám budou k užítku. Odpovědi obsahují hyperlinky, namodřele a podtrženě.

1) tok tepla směrem k zemskému povrchu a jeho "zesílení" účinkem dlouhodobých skleníkových plynů

Až do přečtení Vašeho článku jsem si myslel, že mainstreamová klimatologie nemá potřebu reagovat na různé pokusy zpochybnit její hlavní pracovní hypotézu<sup>1</sup> měřením skutečných radiačních toků, protože "radiative forcing", se kterým nejráději pracuje, je ve skutečnosti pouze statistická bilanční položka, modelový konstrukt, nikoliv experimentálně změřitelná veličina.

Ve [článku v MF](#) nepíšeme o [radiačním působení](#), které činí *několik W/m<sup>2</sup>*. Zmiňujeme měření toků záření na povrch – krátkovlnného slunečního a dlouhovlnného ze sálajícího ovzduší, abychom ukázali mohutnost skleníkového jevu. Doc. Pokorný ve svých komunikacích včetně dopisů, kterými kdysi obesílal skupinu akademiků včetně nás, existenci dlouhovlnného záření, činícího *stovky wattů na metr čtvereční*, neuznává, tedy vlastně ani existenci skleníkového jevu.

Climate science sama potřebu reagovat na nesmysly nemá, měření radiačních toků jsou ale důležitá, více o nich níže. My ale vyvracet nesmysly a obvinění, pokud se objeví v novinách, musíme.

Osobně jsem představu oblohy sálající kvůli vyššímu obsahu CO<sub>2</sub> teplo k zemi silněji než před 250 lety dosud pokládal jen za nepříliš šťastný pokus vysvětlit koncept skleníkového efektu široké veřejnosti a zároveň vytvořit nějaký parametr, s jehož pomocí by šlo kvantitativně porovnávat příspěvky různých faktorů k bilanci energie přijímané Zemí ze Slunce a energie vyzařované Zemí do vesmíru.

Váš článek ovšem na mě působí dojmem, jako by "radiative forcing" způsobený vzrůstem koncentrace skleníkových plynů byl reálný jev, s nímž klimatologie pracuje proto, že jej

---

1 \* Pod "hlavní pracovní hypotézou mainstreamové klimatologie" mám na mysli předpoklad, že rostoucí obsah dlouhodobých skleníkových plynů (především oxidu uhličitého, dále methanu a oxidu dusného) v atmosféře za posledních dvě stě padesát let (u CO<sub>2</sub> podle [měření poměrného zastoupení nuklidů uhlíku](#) prokazatelně související s rostoucí spotřebou fosilních paliv) je hlavní příčinou změn klimatu pozorovaných v tomto období.

experimentálně prokázala - což je mimochodem přesný opak závěru, k němuž na základě svých desetiletých měření dospěl pan Jan Pokorný.

Solidní vysvětlení tohoto rozporu široké laické veřejnosti (za jejíhož reprezentanta se myslím mohu s klidem považovat) pokládám za velmi důležité, protože na něm podstatně záleží to, jak vlastně máme rozumět zprávám IPCC.

Pro co možná největší srozumitelnost jsem se svou otázkou pokusil zformulovat takto:

„Pokud byl všeobecně tradovaný údaj, že vzrůst koncentrace dlouhodobých skleníkových plynů v atmosféře přinesl od roku 1750 zesílení průměrného toku energie přenášené ze Slunce na Zem o 1-3 W/m<sup>2</sup>, stanoven experimentálně, můžete prosím uvést prameny, jež tato měření popisují?“

Radiační působení se neměří, ale počítá. Má řadu komponent, viz [graf v hesle na wikipedii](#). Uměle zvýšené koncentrace nekondenzujících skleníkových plynů jsou jeho kladnou částí, antropogenní aerosoly zápornou, méně dobře kvantifikovanou, ochlazující složkou radiačního působení jsou i změny krajiny.

Úhrnný „forcing“ se zásadně se liší od skutečné bilance toků vesmír-Země, protože ty se mění spolu s oteplováním. Viz závěrečnou kapitolku hesla wikipedie:

[https://cs.wikipedia.org/wiki/Radiační\\_působení#Rozdíl\\_oproti\\_Earth\\_Energy\\_Imbalance](https://cs.wikipedia.org/wiki/Radiační_působení#Rozdíl_oproti_Earth_Energy_Imbalance). Ani ta **Earth Energy Imbalance, EEI**, se přímo neměří. Díky satelitům ale známe změny jejích složek. A její velikost známe z „kalorimetrie“, měření teplot ve velké části oceánů. Podrobně viz práci z léta 2022,

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/2752-5295/ac6f74> - A perspective on climate change from Earth's energy imbalance.

Jiná veličina, která se na různých stanicích po světě měří, je sálání ovzduší na zem, což je onen mohutný, lidmi „trošku“ zesílený skleníkový jev. U těch, které fungují už desítky let, je zřejmý trend nárůstu onoho záření, viz str. 10 publikace

[https://amper.ped.muni.cz/gw/Ochrana\\_klimatu/klima\\_metodicky.pdf](https://amper.ped.muni.cz/gw/Ochrana_klimatu/klima_metodicky.pdf). Nárůst je dán dvěma procesy: zvýšenou koncentrací skleníkových plynů včetně vodní páry, a dále tím, že se ovzduší otepluje.

Na našich a jiných [ekosystémových stanicích](#) se toky záření měří spolu s toky oxidu uhličitého, vodní páry a tepelnými toky z proudění ovzduší, pro ty se užívá takzvaná eddy-kovariance opřena o měření parametrů vzduchu a jeho pohybu mnohokrát za sekundu. Cílem je dát do souvislosti Net Energy Balance, asimilaci uhlíku rostlinami a čistou uhlíkovou bilanci porostů (kromě asimilace také respirují) a rovněž tu bilanci vodní.

2) role oblačnosti v zemském podnebí a jeho změnách

Máte pravdu, že dopis pánů Sejáka a Pokorného zmiňuje hlavně výparné a kondenzační teplo vody. Na jednu stranu se mi líbí jejich postřeh, že vypařování a kondenzace vody je zřejmě hlavním hnacím motorem počasí na Zemi.

Určitě není, tím je insolace a gradienty teplot jí vyvolané. Kondenzace vody je rozhodující jen v hurikánech a v kumulonimbech vůbec.

Na druhou stranu máte samozřejmě pravdu v tom, že toto teplo je na jednom místě odebíráno a na jiném vydáváno, a nemělo by tedy hrát roli v celkové tepelné bilanci. Přesto myslím, že není potřeba autory kritického článku přirovnávat k lidem, kteří by svůj byt v létě chtěli klimatizovat provozováním otevřené chladničky. Ani Váš článek totiž nezmiňuje důležitou okolnost, že srážející se voda tvoří v zemské atmosféře různé druhy oblačnosti. Ty v různé míře rozptylují a odráží jak záření dopadající na Zemi ze Slunce, tak záření vysílané zemským povrchem do ovzduší a dál do vesmíru.

Z četby vlastního textu, nikoliv jen "executive summary", posledních dvou zpráv IPCC jsem nabyl dojmu, že skleníkový efekt (nebo, chcete-li, "radiative forcing") vyvolaný dlouhodobými skleníkovými plyny se dá celkem slušně teoreticky modelovat. Ohledně oblačnosti však, zdá se, zatím nepanuje shoda ani na tom, zda Zemi v průměru ochlazuje nebo otepluje. O tom, nakolik ovlivňuje tvorbu oblačnosti pozemská vegetace a zda se její změny během antropocénu a speciálně během posledních padesáti let mohly nebo nemohly výrazně promítnout do snížení celkové odrazivosti Země a/nebo do zvýšení celkového skleníkového efektu, jsem tam našel jen velmi skoupé a protichůdné zmínky. Na základě toho si myslím, že těmto (ve srovnání se skleníkovým efektem dlouhodobých skleníkových plynů nesrovnatelně složitějším) procesům a vztahům klimatická věda zatím příliš nerozumí.

Předpokládejme na chvíli, že "stínící" efekt oblačnosti převládá nad "skleníkovým". Pak by zesílená tvorba mraků působila proti oteplování Země. Předpokládejme dále, že zeslabení evapotranspirace způsobené úbytkem lesů může způsobovat snížení tvorby mraků nad kontinenty. Potom by odlesňování pevnin, skrze jejich menší zastínění mraky a silnější ohřívání slunečním svitem, skutečně mohlo přispět k ohřívání Země. Nevím, do jaké míry je znám vývoj pozemské vegetace v antropocénu a v době posledních 250 let, ale předpokládám, že o něm víme alespoň tolik, jako o koncentracích skleníkových plynů. Pokud je korelace mezi globální teplotou na jedné straně a koncentrací permanentních skleníkových plynů na druhé straně podobně (ne)přesná jako korelace mezi globální teplotou a zalesněním kontinentů, pak bych neviděl důvod k tomu, jednoznačně upřednostnit jednu možnou příčinu oteplování a zcela ignorovat druhou.

Změny oblačnosti se měří, viz i uvedenou práci z léta 2022. Ukazuje se, že vlivem oteplení ubylo stratokumulů nad oceány, což je zesilující zpětná vazba. Změny vegetace sice oblačnost v nějaké míře ovlivňují, ale trendy v tom nejsou velké a jsou různé. Podrobně přímo k lesům <https://www.nature.com/articles/s41467-022-28161-7> - Contrasting impacts of forests on cloud cover based on satellite observations. (Je uvedena v kolekci k lesům a srážkám, <https://www.zotero.org/jenikholan/collections/DD59HSHV> .) V globálním úhrnu, tedy pro EEI, je změna oblačnosti vlivem změny vegetace nevýznamná.

V této souvislosti se mi zdá velmi důležitý poukaz pánů Pokorného a Sejáka na přímé důsledky takových arbitrárních rozhodnutí pro praktickou politiku. Předpokládejme na chvíli spolu s oběma pány, že lesy skutečně hrají i v globálním zemském klimatu pozitivní stabilizující roli. Pak by politika podporující dotacemi náhradu fosilních paliv "biomasou" mohla být opravdu zásadně chybná a nebezpečná.

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> .

Proto bych se rád zeptal, na základě kterých publikací soudíte, že změny pozemské vegetace během posledních 250 let nemohly v pozorovaných změnách podnebí sehrát významnou roli?

Ke vlivům lesů na srážky viz dva starší populární texty s odkazy, [https://amper.ped.muni.cz/gw/clanky/Meliorace\\_oteplivani\\_recykl\\_srazek.pdf](https://amper.ped.muni.cz/gw/clanky/Meliorace_oteplivani_recykl_srazek.pdf) a [https://amper.ped.muni.cz/gw/clanky/Lesy\\_srazky.pdf](https://amper.ped.muni.cz/gw/clanky/Lesy_srazky.pdf) . Letošní kratičký pracovní text je <https://amper.ped.muni.cz/gw/clanky/working/ZalesneniOdlesneni.pdf> .

Píši Vám proto, že se snažím zjistit, nakolik může sluneční energie posloužit jako náhrada fosilních paliv a zda její masové využívání může také mít na globální klima nějaké nepříznivé účinky. Navrhl jsem k tomu [projekt](#), pro jehož podporu bych rád získal badatele ze všech oborů, které se studia klimatu a jeho změn nějak dotýkají. Pokud nahlédnete do schématu, na které link odkazuje, zjistíte, že mé dotazy s tímto projektem úzce souvisí. Budu Vám tedy velmi vděčný jak za odpovědi na mé otázky, tak za případné komentáře k mému návrhu.

Sluneční záření bude jen jednou složkou náhrady, druhou budou větrné elektrárny. Globálně takové elektrárny vliv na klima nemají a mít asi nebudou, lokálně vliv mají, leckdy užitečný, především v zemědělství (<https://cs.wikipedia.org/wiki/Agrovoltaika>) a na vodních plochách ([plovoucí solární elektrárny](#)). Ohledně větru viz dopis [Meteorologické vlivy větrných elektráren](#).

Proč se dá odhadnout, že i solární elektrárny s výrobou řekněme dvojnásobnou, než je dosavadní světová produkce elektřiny, nemohou mít velký vliv na roční průměrné teploty? Protože i když jsou tmavé a ohřívají vzduch, tak jen nahradí ty dnešní zdroje tepelné, hlavně fosilní...

Setkávali jsme se občas s tím, jestli globální oteplování není způsobeno jejich výkonem. Není, ten je jen 3 % oproti EEI, která činí 1 W/m<sup>2</sup>. Výkon tepelných zdrojů lze zhruba odhadnout například z toho, že spálí ročně 10 Gt uhlíku. A že z kilogramu uhlíku je řádově 10 kWh, čili 1 wattrok. Výkon tepelných zdrojů je pak 10 TW (ve skutečnosti trochu větší, když část tepla je z vodíku: řekněme 15 TW, viz <https://de.wikipedia.org/wiki/Weltenergiebedarf>, dnes už snad 18 TW). EEI planety jako celku je ale 0,5 PW.

Mohla by se PV panely na skoro všech střechách přídavně ohřát za letních odpolední městská centra? Asi trochu ano, a je možné, že se kvůli tomu někde neosadí na všechny myslitelné plochy. Přesvědčivého výzkumu k tomu není mnoho, shrnuje jej práce [Photovoltaics in the built environment: A critical review](#) z prosince 2021. Ona ale města zdaleka ještě PV plně osázená nejsou, kromě toho je to ten nejdražší způsob instalací, víc elektráren bude jistě jinde.

Ale taky nebudou všechny, pro celý svět, jen na Sahaře; takový hypotetický příklad zkoumala práce o rok starší, [Impacts of Large-Scale Sahara Solar Farms on Global](#)

[Climate and Vegetation Cover](#), která regionální a globální dopady našla, hlavně vlivem změn planetární cirkulace vzduchu tak obrovskou změnou albeda oné pouště. (Tyto a další práce k PV viz položky ze 2022-11-24 v <https://www.zotero.org/jenikholan/library> .)

Ještě poznámku k Vašemu schématu: „biotická pumpa“ sice v nemeteorologické literatuře stále ještě žije, ale je to koncept mimo skutečnou fyziku ovzduší, dle níž se počítají předpovědi počasí, reanalýzy toho minulého a v řádově menším rozlišení také klimatické modely. Předpovědi počasí využívají také údaje o vlastnostech povrchů, i jako zdrojů páry, a kondenzaci par zahrnují samozřejmě taky – i pro předpověď přízemních teplot, které v noci neklesají tak hluboko, začne-li se tvořit rosa. Bude-li rosný bod pár kelvinů nad nulou, jistě nic nezmrzne.

S pozdravem a s díky za dotazy

J. Hollan, v Brně 24. 11. 2020 (5. prosince doplněn pak odstaveček o ekosystémových stanicích)

-----

RNDr. Jan Hollan, Ph.D.

pracovník CzechGlobe, [www.czechglobe.cz](http://www.czechglobe.cz)

Ústavu výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i., 606 073 562,

vyučující Ústavu ochrany a podpory zdraví LF MU

spolupracovník Ekologického institutu Veronica

Panská 9, 602 00 Brno [www.veronica.cz](http://www.veronica.cz)

domů:

Lipová 19, 602 00 Brno 543 23 90 96

[hollan@mail.muni.cz](mailto:hollan@mail.muni.cz) <http://amper.ped.muni.cz/jhollan>

-----