

Rozhledy matematicko-fyzikální

Leontýna Šlégrová; Jan Šlégr

Věda vs. konspirace: Má vůbec smysl diskutovat?

Rozhledy matematicko-fyzikální, Vol. 101 (2026), No. 1, 31–40

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/153587>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2026

Institute of Mathematics of the Czech Academy of Sciences provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This document has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ*:
The Czech Digital Mathematics Library <http://dml.cz>

Věda vs. konspirace: Má vůbec smysl diskutovat?

Leontýna Štěgrová, Jan Šlégr

Přírodovědecká fakulta Univerzity Hradec Králové

Abstrakt. V závěrečném dílu seriálu se zaměřujeme na konspirační tvrzení zpochybňující vliv člověka na současnou změnu klimatu a ukazujeme, proč tato tvrzení neobstojí v testu důkazů. Ukazujeme také, že základní princip skleníkového efektu lze vysvětlit pomocí jednoduchého fyzikálního modelu založeného na tepelné rovnováze Země, albedu a emisivitě atmosféry, tedy bez nutnosti opírat se o složité numerické simulace. Dále shrnujeme, že klimatické modely jsou při srovnání s pozorováním překvapivě přesné, že spektrální měření potvrzují roli CO₂ a že „alternativní“ vysvětlení často selhávají jak ve fyzice, tak v předpovědích. V závěru připomínáme, že i když diskuse se zastánci konspiračních teorií jen zřídka vede ke změně jejich názoru, má smysl kvůli těm, kdo si teprve utvářejí představu o tom, jak ve vědě fungují důkazy.

Úvod

V závěrečném dílu našeho seriálu se pokusíme odpovědět na otázku, proč jsme tomuto tématu věnovali celý seriál. Teorie ploché nebo duté Země jsou možná kuriozity, které mohou najít využití ve výuce přírodních věd a kritického myšlení. Existují však i tvrzení s reálnými dopady – například konspirační teorie o zanedbatelném vlivu člověka na klima.

Závěr předchozího odstavce může na některé čtenáře zapůsobit trochu jako cimrmanovský šrapnel – po třech dílech o zdánlivě okrajových tématech jsme totiž najednou vstoupili na podstatně citlivější půdu. Zde bychom chtěli upozornit, že je naprosto v pořádku se ptát, jaký je vliv člověka na klima a jak to víme. Ne každá pochybnost o míře lidského vlivu je konspirační; konspirační se stává až tehdy, když tvrdí, že důkazy jsou záměrně falšovány a že vědci skutečnost tají. Reagujeme hlavně na tvrzení kolující na internetu, že naše poznatky o změně klimatu jsou dílem „podplacených klimatologů“, kteří údajně tají „skutečnou pravdu“ – totiž že současné změny klimatu způsobují přirozené procesy a „vládnoucí elity“ to skrývají.

Má tedy vůbec smysl o tom s přesvědčenými zastánci těchto teorií diskutovat? K odpovědi se dostaneme v samotném závěru. Do té doby ale využijeme vše, co jsme popsali v předchozích dílech, a krok za krokem

ukážeme, proč tato konspirační teorie v testu důkazů neobstojí – stejnými nástroji, jaké jsme už použili například u ploché Země.

Vliv člověka na klima

Autor tohoto textu se přiznává, že právě otázka vlivu člověka na klima byla jednou z mála konspiračních tezí, které byl ochoten brát vážně. Jedno deštivé léto proto strávil tím, že prošel všechny informace, ke kterým se dokázal dostat, a propočítal všechno, co propočítat svedl. Výsledek tohoto pátrání byl mimo jiné jedním z důvodů, proč vznikl tento seriál.

Na sociálních sítích se často objevuje tvrzení, že změnu klimatu popisují pouze složité počítačové modely běžící na superpočítačích – a že jim proto nelze věřit. Ve skutečnosti lze základní tepelnou rovnováhu Země odvodit velmi jednoduchou úvahou, kterou lze provést doslova „na rantlu od novin“.

Ve výuce astrofyziky se často odvozuje teplota planet: Na planetu Zemi ze Slunce dopadá přibližně 1360 wattů na každý čtverečný metr plochy. Země zachytává záření na kruhovém průřezu o ploše πR^2 , ale vyzařuje energii z celého povrchu koule o ploše $4\pi R^2$. V tepelné rovnováze musí být pohlcený a vyzařený výkon stejný:

$$\pi R^2 I = 4\pi R^2 \sigma T^4,$$

kde $I = 1360 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ je solární konstanta, $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$ Stefanova–Boltzmannova konstanta a R poloměr Země. Po úpravě dostaneme rovnovážnou teplotu:

$$T = \sqrt[4]{\frac{I}{4\sigma}} \doteq 278 \text{ K} = 5 \text{ }^\circ\text{C}.$$

To je užitečný první odhad, ale výrazně pod skutečným průměrem: v literatuře se běžně uvádí, že průměrná (globální) teplota Země je asi $T_Z = 15 \text{ }^\circ\text{C}$. Země se ale nechová jako absolutně černé těleso – přibližně třicet procent energie odrazí zpět do vesmíru. To popisuje veličina známá jako albedo, jehož průměrná hodnota pro Zemi je $\alpha = 0,3$. Absorbovaný tok záření je tedy o 30 % menší a rovnice energetické rovnováhy má tvar

$$\pi R^2 (1 - \alpha) I = 4\pi R^2 \sigma T^4.$$

Odtud dostaneme

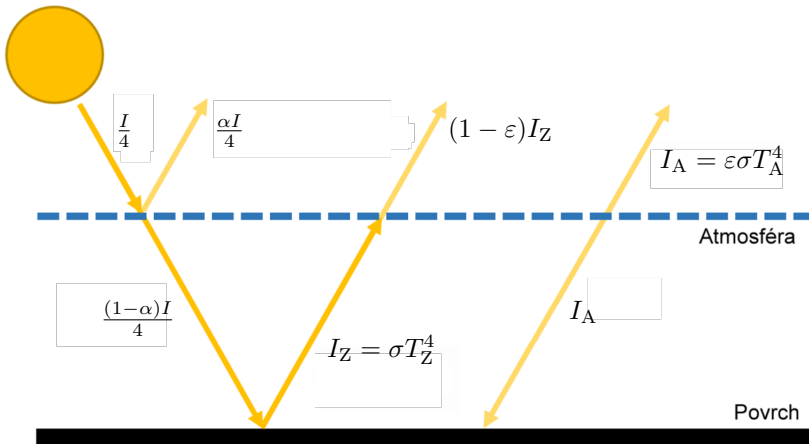
$$T = \sqrt[4]{\frac{(1 - \alpha) I}{4\sigma}} \doteq 255 \text{ K} = -18 \text{ }^\circ\text{C}.$$

To je ještě větší rozdíl než předtím! Proto musí existovat nějaký jev, který teplotu planety Země udržuje vyšší.

Na obr. 1 je znázorněn jednoduchý jednorozměrný model atmosféry. Povrch Země vyzařuje infračervené záření podle Stefanova-Boltzmannova zákona

$$I_Z = \sigma T_Z^4.$$

Atmosféra část tohoto záření absorbuje a část znovu vyzařuje. Označme emisivitu atmosféry symbolem ε . Tato veličina vyjadřuje, jak velkou část infračerveného záření atmosféra absorbuje (a zároveň vyzařuje). Povrch Země tedy přijímá energii ze dvou zdrojů: ze slunečního záření, ale přijímá také infračervené záření vyzařované atmosférou směrem dolů.



Obr. 1: Jednoduchý 1D model atmosféry

Sluneční záření dopadající na jednotku plochy Země je $(1 - \alpha)I/4$. Atmosféra navíc vyzařuje směrem k povrchu tok $\varepsilon\sigma T_A^4$, kde T_A je teplota atmosférické vrstvy. Podmínka energetické rovnováhy povrchu Země tedy má tvar:

$$\sigma T_Z^4 = \frac{(1 - \alpha)I}{4} + \varepsilon\sigma T_A^4.$$

Atmosféra sama také vyzařuje energii. Vyzařuje ji jak směrem do vesmíru, tak zpět k povrchu. Pro rovnováhu atmosférické vrstvy tedy platí

$$2\varepsilon\sigma T_A^4 = \varepsilon\sigma T_Z^4.$$

Z této rovnice dostaneme jednoduchý vztah mezi teplotou atmosféry a povrchu:

$$T_A^4 = \frac{T_Z^4}{2}.$$

Po dosazení do rovnice energetické bilance povrchu získáme vztah pro teplotu povrchu Země:

$$T = \sqrt[4]{\frac{(1 - \alpha)I}{4\sigma(1 - \frac{\varepsilon}{2})}}.$$

Pro hodnoty $I = 1360 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$, $\alpha = 0,3$ a $\varepsilon = 0,74$ dostaneme teplotu přibližně $13 \text{ }^\circ\text{C}$, což je velmi blízko skutečně naměřené teplotě. Z rovnice plyne, že globální teplota Země se zvýší s rostoucí solární konstantou, snížením albeda a zvýšením emisivity. A právě emisivita je závislá na koncentraci CO_2 (a dalších skleníkových plynů) v atmosféře. Hodnota $\varepsilon = 0,74$ vychází z článku [1], není to číslo zvolené tak, aby „model vyšel“. Účinek CO_2 roste přibližně logaritmičticky s koncentrací; v jednoduchém modelu se to projevuje jako růst efektivní emisivity atmosféry [2].

Tento jednoduchý model samozřejmě zanedbává řadu procesů v atmosféře (například konvekci nebo spektrální závislost absorpce), přesto však dobře ukazuje základní fyzikální princip skleníkového efektu. Čtenářům, kteří by chtěli jít ještě dál, autoři doporučují didakticky velmi povedený článek [3] v časopise *American Journal of Physics*, který výše uvedené výpočty rozšiřuje o robustněji definovaný vliv CO_2 a vodní páry.

Jednoduchý model planetární atmosféry také ukazuje, proč není správná častá námitka, že absorpční pásma CO_2 jsou již „saturovaná“. I když je střed absorpčního pásma skutečně téměř neprůhledný, zvýšení koncentrace CO_2 způsobí, že infračervené záření uniká do vesmíru z vyšších vrstev atmosféry. Protože teplota atmosféry s výškou klesá, tyto vrstvy vyzařují méně energie (protože je úměrná σT^4). Aby byla zachována energetická rovnováha planety, musí se celý systém (zejména povrch) ohřát. Zvýšení koncentrace skleníkových plynů tedy nefunguje jako „ zesílení jedné absorpční čáry“, ale jako posun výšky, ze které planeta efektivně vyzařuje energii do vesmíru.

Na začátku této části jsme nakousli problematiku modelů klimatu. Stejně jako u mnoha jiných konspiračních narativů se zde objevuje několik vzájemně si odporujících tvrzení. Jedna skupina „klimaskeptiků“ tvrdí, že jsou všechny modely podvržené, jiná naopak zastává názor, že

modely změny klimatu nefungují. Analýza publikovaná v článku [4] porovnává klimatické modely od roku 1970 a ukazuje, že modely byly překvapivě přesné (i když se postupně zpřesňovaly zavedením dalších vlivů). Historické modely předpovídají oteplení konzistentní s tím, co je skutečně pozorováno, pokud se do nich dosadí skutečné emise CO_2 . Pokud např. v roce 1970 vědci modelovali změnu klimatu, museli odhadnout, kolik CO_2 lidstvo vypustí např. v letech 1980 a 1990 (a samozřejmě, že lidstvo jich vypustilo více, než by kdo v roce 1970 předpokládal). Vztah mezi forcíngem a změnou teploty funguje napříč všemi generacemi modelů, chyby historicky dělaly odhady (kolik asi lidstvo v budoucnu vypustí), ne základní fyzika v modelech. O tom, jak se modely postupně zpřesňovaly, pojednává moc pěkný český článek [5].

Experimenty a konzistence s existujícími poznatky

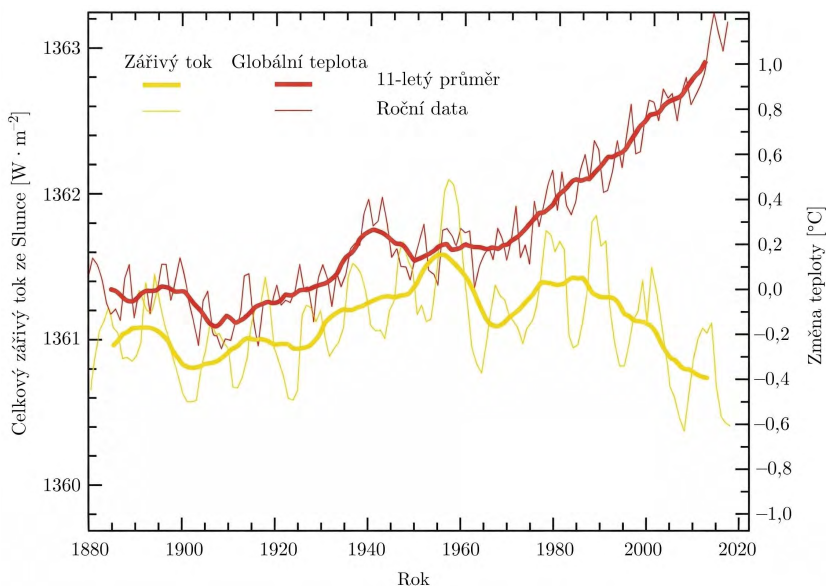
Otázka falzifikovatelnosti je v případě změny klimatu poněkud specifická – nemáme totiž žádnou „kontrolní planetu“, na které bychom mohli provést experiment. Proto se musíme soustředit na jiný typ testu: zda jsou teoretické předpovědi klimatických modelů v souladu s pozorováním. Právě porovnání předpovědí s reálnými daty umožňuje ověřit, zda jsou fyzikální předpoklady modelů správné.

V roce 2015 vyšla v Nature studie [6], která prokázala, že nárůst koncentrace CO_2 v atmosféře během deseti let vedl k měřitelnému nárůstu množství infračerveného záření dopadajícího z atmosféry k povrchu Země. Nezávislá satelitní měření přístrojem AIRS na družici Aqua naopak ukazují změny právě v pásmech CO_2 a potvrzují přímý vliv růstu CO_2 na odchozí dlouhovlnné záření [7].

Díky těmto měřením víme, že skleníkové plyny absorbují infračervené záření pouze v určitých vlnových délkách. Pokud by za oteplování Země mohl jiný mechanismus než rostoucí koncentrace CO_2 , změny v energetické bilanci planety by se projevíly rovnoměrně v celém spektru. Satelitní měření však ukazují, že změny nastávají právě v těch spektrálních pásmech, kde CO_2 absorbuje infračervené záření.

Satelitní měření také ukazují, že při zesilování skleníkového efektu se troposféra ohřívá, ale stratosféra ochlazuje. Kdyby byl hlavní příčinou oteplování silnější výkon Slunce, čekali bychom naopak oteplování ve vyšších vrstvách atmosféry. NASA to uvádí přímo jako jedna ze „smoking guns“ a novější práce [8] označuje kombinaci oteplování troposféry a ochlazování stratosféry napříč šířkami za unikátní „otisk prstu“ působení skleníkových plynů.

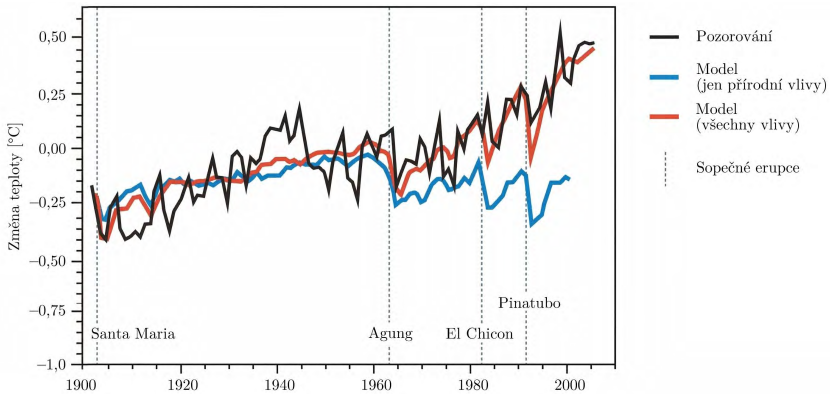
Občas se setkáme i s „vysvětlením“, že za změnu klimatu nemůže CO_2 , ale Slunce (koneckonců, solární konstanta se ve vzorci nachází v čitateli). Energie přicházející ze Slunce je však velmi přesně měřena, a proto víme, že celkový sluneční příkon neukazuje od poloviny 20. století žádný růstový trend, který by vysvětlil současné oteplování (viz obr. 2).



Obr. 2: Vývoj teploty Země a sluneční činnosti (převzato z [13])

Článek [5] popisuje, jak klimatologie umí rozlišit jednotlivé jevy, které mají na klima vliv. Z obr. 3 je zřejmé, že kdyby nebylo skleníkových plynů, teplota by se po erupcích velkých sopek na nějakou dobu snížila. Tyto přirozené jevy jsou však spolehlivě překonány skleníkovými plyny. Navíc víme, že se jedná skutečně o CO_2 přidaný do atmosféry člověkem: Oxid uhličitý, který je součástí přirozeného uhlíkového cyklu planety, vzniká biologickými procesy. Fosilní paliva ležela miliony let pod zemí, takže se v nich rozpadl prakticky všechen radioaktivní izotop ^{14}C a zároveň jsou ochuzena o izotop ^{13}C . Rostoucí koncentrace CO_2 v atmosféře je proto doprovázena poklesem poměru $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$. Současně klesá i koncentrace atmosférického kyslíku, přičemž [9] uvádí jako hlavní příčinu právě spalování fosilních paliv. Nepozorujeme tedy pouze oteplování a

růst koncentrace CO_2 , ale i nezávislé chemické stopy, které ukazují na jeho původ v lidské činnosti.



Obr. 3: Příčiny změny klimatu. Převzato z [5]

Dalším nezávislým důkazem změny energetické bilance Země je růst tepelné energie oceánů. Oceány totiž absorbují více než 90 % přebytečného tepla v klimatickém systému.

Naproti tomu se dodnes neprosadilo žádné fyzikálně i observačně přesvědčivé alternativní vysvětlení, které by data popsalo lépe než role skleníkových plynů. Podobně jako teorie ploché Země hledá další a další vysvětlení stáčení roviny kyvu Foucaultova kyvadla, na „klimaskeptických“ stránkách se dočteme, že změny teplot způsobují třeba Milankovičovy cykly, periodické změny dráhy Země. Ty však probíhají na časových škálách desítek až stovek tisíc let, takže současné rychlé změny (v desítkách let) vysvětlit nedokážou.

Peer review (recenzní řízení)

Občas se také setkáváme s názorem, že jakákoli diskuse o jiných příčinách změny klimatu je ve vědě potlačována. Podle tohoto tvrzení jsou klimatologové podplaceni a vědci, kteří by chtěli zpochybnit roli CO_2 , riskují ztrátu grantů, profesní diskreditaci nebo dokonce osobní perzekuci. To není pravda – i ve vědeckých časopisech vycházejí články, které tvrdí (obvykle na základě statistických analýz, ne na základě fyzikálních výpočtů), že se role CO_2 přeceňuje. Problém těchto článků je především v tom, že jejich předpovědi nejsou v souladu s pozorovanými daty. Napří-

klad v roce 2021 vyšly dva články, které tvrdily, že se role CO_2 přeceňuje a mimo jiné v nich byly i předpovědi, jak se bude teplota dále vyvíjet. Stefani et al. [10] předpověděli, že v nejbližších letech (po roce 2021) budou teploty klesat, protože atmosféra už je CO_2 satureovaná. Přesto jsme zažili po sobě jdoucí rekordně horké roky. Scafetta [11] uvádí, že oteplování bude pokračovat podstatně pomalejším tempem, přibližně kolem $0,1\text{ }^\circ\text{C}$ za dekádu. Skutečně naměřený nárůst globální teploty však činil přibližně $0,45\text{ }^\circ\text{C}$ za tři roky, což odpovídá lineárnímu trendu asi $1,5\text{ }^\circ\text{C}$ za dekádu. Navíc v poslední době nárůst teplot ještě zrychluje [12].

Tyto dva články ve vědeckých časopisech skutečně vyšly. Je však celá řada prací, které recenzním řízením v odborných časopisech neprošla například proto, že velmi volně zachází s fyzikálními zákony (autoři tohoto textu byli svědky toho, že ve snaze vysvětlit současné změny klimatu bez CO_2 byl popřen nejen Stefanův–Boltzmannův zákon, ale dokonce i zákon zachování energie). Takové články se pak objevují na různých klimaskeptických blozích právě s vysvětlením, že jakýkoliv nemainstreamový názor je potlačován a proto nebylo možné výsledky výzkumu publikovat ve vědeckém časopise. V těchto textech se často objevuje argument s Giordanem Brunem – připomíná se, že byl za svůj „nemainstreamový“ názor upálen. Má to vyvolat dojem, že i dnešní „klimaskeptici“ představují pronásledovanou menšinu, která pouze přináší nepohodlnou pravdu.

Závěr

Je pochopitelné, že lidé citlivě reagují na téma, které se dotýká jejich životního stylu, peněz i politických preferencí. Část odporu proto nesměřuje ani tak proti fyzikálním argumentům samotným jako spíš proti mediálním zkratkám a politickým opatřením, která se s klimatickou politikou spojují. Zejména na sociálních sítích se setkáváme s příspěvkem, jejichž autoři prezentují změnu klimatu jako součást kulturní války – mezi „zlou Evropskou unií“, „klimahysterikou“ a „zelenými ideologií“ na jedné straně a jimi, racionálně smýšlejícími „klimaskeptiky“, na straně druhé. Tomu odpovídá i použitý slovník, který je velmi podobný slovníku zastánců teorie ploché Země: Kdo s nimi nesouhlasí, je „ovce mainstreamu“ a „oběť indoktrinace“. Autor tohoto textu byl nazván trollem proto, že požadoval citaci pramenu, ze kterého by vyplynulo, že v minulosti byla koncentrace CO_2 v atmosféře 45 % (což by znamenalo zcela extrémní složení atmosféry neodpovídající geologickým rekonstrukcím).

Jak jsme viděli v předchozích dílech našeho seriálu, diskuse se zastánci konspiračních teorií jen zřídka vede ke změně názoru. Přesto je

ale víc než kdy jindy důležité trpělivé a slušné vysvětlování: autorovi tohoto textu se po asi třiceti příspěvcích podařilo přesvědčit diskutujícího, který svou argumentaci opíral mimo jiné o to, že je „inženýr s červeným diplomem“, že člověk má na současnou změnu klimatu významný vliv. Bylo zapotřebí detailně rozebrat, proč jeho vysvětlení změny klimatu nemohou fungovat a proč je hlavní fyzikální příčinou současné změny klimatu zesílení skleníkového efektu způsobené skleníkovými plyny. To je ale velká výjimka – málokterý diskutující je schopen uznat svůj omyl, hlavně když do diskuse investoval velké množství emocí. I tak má ale cenu se těchto diskusí účastnit – nepřesvědčíte protistranu, ale píšete pro „mlčící většinu“ – uživatele, kteří nekomentují, ale jen čtou a třeba v těchhle věcech ještě nemají pořádek a hledají informace. Pokud by v diskusích zůstala tvrzení typu „Koncentrace 45 % CO₂ v atmosféře Země“ bez oponentury, mohli by tito lidé získat dojem, že vliv člověka na klima je něco, co vlastně není vyřešené.

Literatura

- [1] Kawaguchi, K., Shakespeare, C. J., Roderick, M. L.: CO₂ Dependence in Global Estimation of All-Sky Downwelling Longwave: Parameterization and Model Comparison. *Geophysical Research Letters*, roč. 51 (2024), č. 18, e2024GL110384, s. 1–12.
- [2] Romps, D. M., Seeley, J. T., Edman, J. P.: Why the Forcing from Carbon Dioxide Scales as the Logarithm of Its Concentration. *Journal of Climate*, roč. 35 (2022), č. 13, s. 4027–4047.
- [3] Jeevanjee, N.: Climate sensitivity from radiative-convective equilibrium: A chalkboard approach. *American Journal of Physics*, roč. 91 (2023), č. 9, s. 731–745. Dostupné z: <https://pubs.aip.org/aapt/ajp/article/91/9/731/2906666/Climate-sensitivity-from-radiative-convective>.
- [4] Hausfather, Z., Drake, H. F., Abbott, T., Schmidt, G. A.: Evaluating the performance of past climate model projections. *Geophysical Research Letters*, roč. 47 (2020), č. 1, e2019GL085378, s. 1–10. Dostupné z: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/2019gl085378>.
- [5] Halenka, T.: Nobelova cena za fyziku pro modelování změny klimatu. *Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*, roč. 67 (2022), č. 1, s. 1–16. Dostupné z: https://dml.cz/bitstream/handle/10338.dmlcz/150392/PokrokyMFA_67-2022-1_1.pdf.

- [6] Feldman, D. R., Collins, W. D., Gero, P. J., Torn, M. S., Mlawer, E. J., Shippert, T. R.: Observational determination of surface radiative forcing by CO₂ from 2000 to 2010. *Nature*, roč. 519 (2015), č. 7543, s. 339–343. Dostupné z: <https://www.nature.com/articles/nature14240>.
- [7] <https://airs.jpl.nasa.gov/news/288/confirming-a-critical-foundation-of-the-science-of-global-warming/>
- [8] Santer, B. D., Po-Chedley, S., Zhao, L., Zou, C.-Z., Fu, Q., Solomon, S., Thompson, D. W. J., Mears, C., Taylor, K. E.: Exceptional stratospheric contribution to human fingerprints on atmospheric temperature. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, roč. 120 (2023), č. 20, Article e2300758120, s. 1–9.
- [9] Keeling, R. F., Shertz, S. R.: Seasonal and interannual variations in atmospheric oxygen and implications for the global carbon cycle. *Nature*, roč. 358 (1992), DOI: 10.1038/358723a0, s. 723–727.
- [10] Stefani, F.: Solar and anthropogenic influences on climate: regression analysis and tentative predictions. *Nature*, roč. 9 (2021), č. 11, 163; <https://doi.org/10.3390/cli9110163> s. 1–25. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/2225-1154/9/11/163>.
- [11] Scafetta, N.: Testing the CMIP6 GCM Simulations versus Surface Temperature Records from 1980–1990 to 2011–2021: High ECS Is Not Supported. *Climate*, roč. 9 (2021), č. 11, 163; <https://www.mdpi.com/2225-1154/9/11/161> s. 1–30. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/2225-1154/9/11/161>.
- [12] Foster, G., Rahmstorf, S.: Global warming has accelerated significantly. *Geophysical Research Letters*, roč. 53 (2026), č. 5, e2025GL118804, s. 1–8. Dostupné z: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2025GL118804>.
- [13] <https://science.nasa.gov/resource/graphic-temperature-vs-solar-activity/>