

STUDIUM SKLENÍKOVÉHO JEVU JIŽ PŘED 200 ROKY

ZDENĚK SLANINA

Tara centrum, Cukubská univerzita, Japonsko
fromzdenek_s@yahoo.com

Klíčová slova: skleníkový jev, život a dílo Josepha Fouriera (1768–1830), průkopníci globálního oteplování

Ke třem nejznámějším průkopníkům studia skleníkového jevu^{1,2} (Eunice Foote (1819–1888), John Tyndall (1820–1893), Svante Arrhenius (1859–1927)) je často zařazován jako jejich předchůdce i francouzský matematik a fyzik Jean-Baptiste Joseph Fourier (1768–1830). Jeho jméno dnes nejčastěji připomínají pojmy jako Fourierova řada či Fourierova transformace pro popis periodických funkcí, a speciálně pak i termín spektroskopie s Fourierovou transformací (ač Fourier sám se ale jinak nikdy žádné spektroskopii nevěnoval, zkonstruoval jen matematickou řadu vhodnou i pro popis spekter).

V roce 1822 Fourier vydal knihu³ o matematickém popisu vedení tepla v materiálech, ve které též obecně řešil působení vnějšího periodického zdroje tepla a také průchod tepla průhlednými substancemi. Tento obecný popis pak využil⁴ v analýze teploty zemského povrchu o dva roky později, ve které Země figurovala jako chladnoucí těleso, Slunce jako periodický zdroj tepla a atmosféra jako průhledné prostředí mezi oběma tělesy. Pro Fouriera jeho teorie vedení tepla představovala i prostředek pro popis geofyzikálních jevů. Pro případ, že by Země neměla atmosféru, dovozoval, že při její velikosti a vzdálenosti od Slunce by musela být chladnější. Své následovníky, jako např. Tyndalla⁵, inspiroval svým konceptem, že zadržování záření zemského povrchu atmosférou je důležitým faktorem pro klima. Později pak Arrhenius⁶ názorně interpretoval výsledky Fouriera⁴ a Pouilleta⁷ (1790–1868) tak, že atmosféra funguje jako stěny skleníku a umožňuje tak průchod slunečního záření, ale zadržuje vyzařování ze zemského povrchu. Tradičně se proto Fourierovy úvahy⁴ často považují za počátek či původ pozdějšího konceptu skleníkového jevu, jakkoliv Fourier vůbec neuvažoval skutečné složení atmosféry (byť Lavoisier objevil kyslík a pak i CO₂ už v roce 1778). Nemohl tak sám vysvětlit mechanismus, kterým atmosféra energii opravdu může zadržovat. Nicméně zásluhou Fourierových prací z let 1822–1824 můžeme dnes konstatovat, že tepelné poměry v atmosféře se zkoumají již celých 200 let.

Fourier kriticky zdůrazňoval⁸, že nic nemůže přispět k zdokonalování takových teoretických úvah více, než hojně řady exaktních experimentů. Předvídal také, že budoucí lidské aktivity mohou ovlivňovat teplotní poměry na Zemi, i když tehdy měl na mysli zásahy do krajiny. Prvé poznatky k mechanismu skleníkového jevu zveřejnila v roce 1856 Eunice Foote. Jednalo se o pozorování⁹, že CO₂ a vodní pára se slunečním zářením výrazně oteplují, zatímco u vodíku či

kyslíku k tomuto jevu nedochází. Tyto výsledky jí umožnily formulovat závěr, že případné navýšování obsahu CO₂ v atmosféře by nutně vedlo k růstu atmosférické teploty. Fakticky se tehdy obírala jen jednou komponentou energetiky skleníkového jevu – zářením přicházejícím na Zemi od Slunce (druhou komponentou je záření emitované Zemí). Tři roky po ní se této problematice začal věnovat¹⁰ John Tyndall, který potvrdil, že infračervené záření absorbuje CO₂ i vodní pára, dál třeba i ethylen nebo benzen. Naopak záření neabsorbují kyslík, dusík a vodík – v souladu s dnešními poznatky o vibrační spektroskopii a skleníkových plynech. Pro teplotní poměry v zemské atmosféře je skutečně podstatné, že v důsledku symetrických výběrových pravidel neabsorbují^{11,12} molekuly kyslíku a dusíku. Tyndall své výsledky ve vztahu k atmosféře shrnul do formulace¹³: Atmosféra umožňuje vstup slunečního tepla, avšak kontroluje jeho výstup a výsledkem je tendence akumulovat teplo na povrchu planety. Tato první etapa výzkumů skleníkového jevu od Fouriera po Arrhenia pak kulminovala⁶ dodnes platnou předpovědí z Arrheniových výpočtů, že zvýšení koncentrace CO₂ v atmosféře na dvojnásobek by vedlo ku zvýšení její teploty o 5,7 °C.

LITERATURA

1. Slanina Z.: Chem. Listy 114, 701 (2020).
2. Slanina Z.: Chem. Listy 116, 65 (2022).
3. Fourier J.: *Theorie Analytique de la Chaleur*. Didot, Paris 1822.
4. Fourier J.: Ann. Chim. Phys. 27, 136 (1824).
5. Tyndall J.: Phil. Trans. Roy. Soc. 151, 1 (1861).
6. Arrhenius S.: Phil. Mag. 41, 237 (1896).
7. Pouillet C. S. M.: Compt. Rend. 7, 24 (1838).
8. Fourier J.: Am. J. Sci. 32, 1 (1837).
9. Foote E.: Am. J. Sci. Art. 22, 382 (1856).
10. Tyndall J.: Proc. Roy. Soc. 10, 37 (1859).
11. Slanina Z., Uhlík F., v knize: *Weakly Interacting Molecular Pairs: Unconventional Absorbers of Radiation in the Atmosphere* (Camy-Peyret C., Vigasin A. A., ed.), str. 101. Springer, Dordrecht 2003.
12. Vigasin A. A., Mokhov I. I.: Izv. Atmos. Ocean. Phys. 53, 164 (2017).
13. Tyndall J.: Proc. Roy. Inst. 3, 155 (1859).