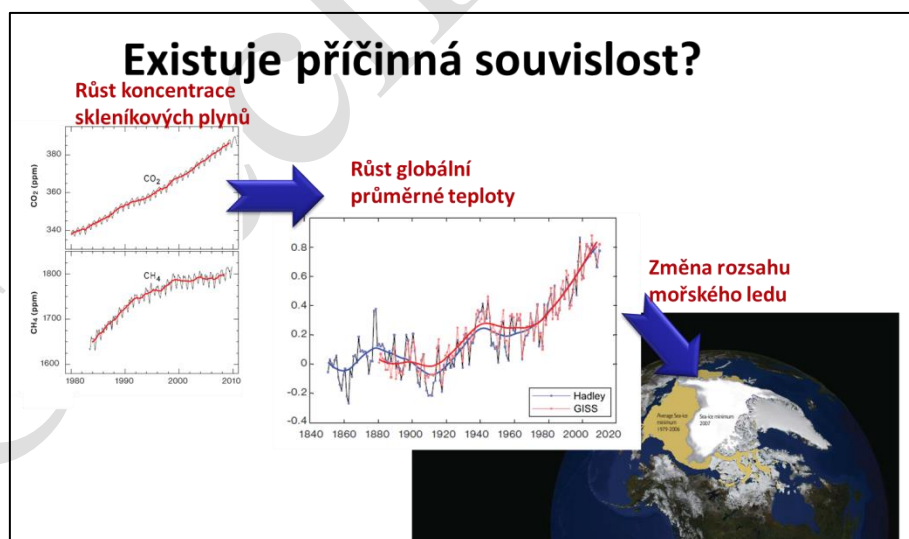


6. Kauzální nexus

Fakt, že dochází ke změně koncentrace oxidu uhličitého a dalších radiačně aktivních plynů a současně ke změnám řady parametrů klimatického systému, sám o sobě nic nedokazuje. Vždy platí, že pouhá korelace nedokazuje kauzalitu a situace je komplikovanější tím spíše, že korelace mezi emisemi skleníkových plynů, nárůstem jejich koncentrace v atmosféře a například změnou teploty není nikterak přímočará (jak nepřímo dokládá průběh křivek na obr. 6.1). V této kapitole se budeme zabývat tím, nakolik jsou pádné argumenty, které za příčinu změn klimatu považují změny v geobiochemických cyklech a to primárně činností člověka.

Abychom tyto argumenty shrnuli, konstatujme že:

1. Současná koncentrace oxidu uhličitého a dalších plynů je mimořádně vysoká v kontextu posledních tisíců, desetitisíců i statisíců let; Ke zvýšení došlo z pohledu geologické minulosti náhle (obr. 6.2) a mimořádným tempem a počátek nárůstu koncentrací se nápadně shoduje s počátkem průmyslové revoluce, kdy začalo masivní využívání fosilních paliv.
2. Z inventarizačních analýz a odhadů těžby fosilních paliv i rozlohy odlesněné půdy víme, že jsme emitovali výrazně více radiačně aktivních plynů, než o kolik stoupl jeho množství v atmosféře (emitované množství je přibližně 2-násobné viz kap. 4).
3. Izotopové složení uhlíku, jehož koncentrace v atmosféře vzrůstá, odpovídá fosilním palivům, neboť obsahuje výrazně méně radioaktivního uhlíku ^{14}C .
4. S nárůstem koncentrace CO_2 klesla atmosférická koncentrace O_2 , a to v poměru očekávaném pro oxidaci velkého množství uhlíku za přítomnosti vzduchu.
5. Hemisférický gradient oxidu uhličitého odpovídá zdrojům znečištění.
6. Koncentrace CO_2 v oceánech rovněž roste (ale se zpožděním v porovnání s atmosférou).
7. A pokud si stále nejsme jisti, dodejme, že objem fosilních paliv je dostatečný na několikanásobné zvýšení koncentrací CO_2 .



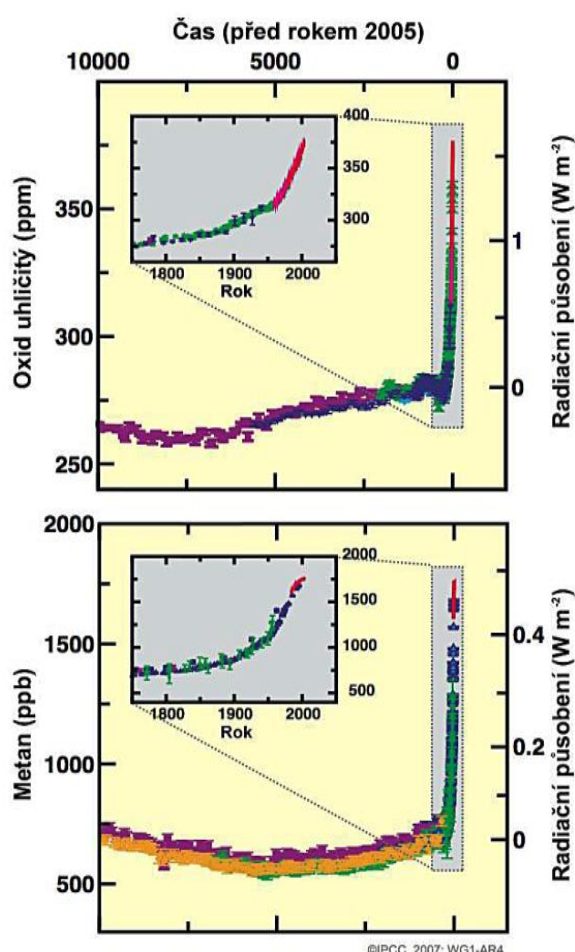
Obr 6.1: Schéma příčinné spojitosti mezi nárůstem koncentrace skleníkových plynů, růstem globální teploty a změnami v ekosystémech např. v rozsahu mořského ledu v Arktidě.

6.1. Je doložen nárůst koncentrací radiačně aktivních plynů?

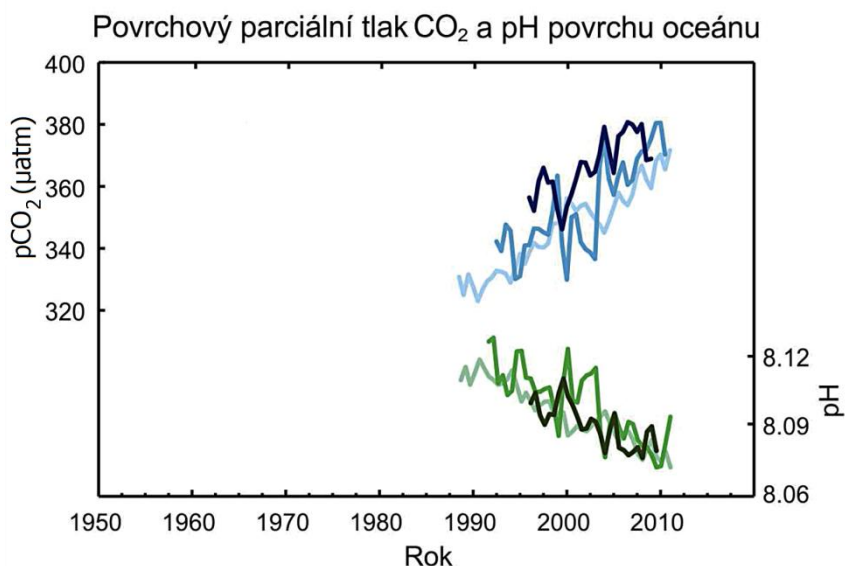
Z nejnovějších dat vyplývá, že atmosférické koncentrace skleníkových plynů oxidu uhličitého (CO_2), metanu (CH_4) a oxidu dusného (N_2O) se od roku 1750 zvýšily v důsledku lidské činnosti. V roce 2011

byly koncentrace těchto skleníkových plynů 391 ppm, 1803 ppb, respektive 324 ppb a překročily preindustriální úroveň o 40 %, 150 %, respektive 20 %. Koncentrace CO₂, CH₄ a N₂O nyní podstatně přesahují nejvyšší koncentrace, zaznamenané ve vrtných ledovcových jádrech za posledních 800 000 let. Průměrná rychlost nárůstu atmosférických koncentrací v posledním století je s velmi vysokou spolehlivostí bezprecedentní za posledních 22 000 let (Obr. 6.2). Přitom roční emise CO₂ ze spalování fosilních paliv a výroby cementu činily za období let 2002-2011 průměrně 8,3 [7,6 až 9,0] PgC za rok a v roce 2011 dosáhly 9,5 [8,7 až 10,3] PgC. Tedy o 54 % více než v roce 1990. Průměrné čisté roční emise CO₂ ze změny antropogenního využívání půdy byly za období let 2002 až

Změny koncentrace skleníkových plynů odvozené z dat z ledových jader a současných měření



Obr. 6.2: Koncentrace oxidu uhličitého a metanu a oxidu dusného v atmosféře za posledních 10 000 let (větší grafy) a od roku 1750 (vložené grafy). Jsou uvedena měření z nitra ledovců (symboly různých barev značí různé studie) a z atmosférických vzorků (červené čáry). Odpovídající radiální působení jsou znázorněna na osách na pravé straně větších grafů. Zdroj: IPCC-WG I, 2007, Summary for Policy Makers, <https://www.ipcc.ch/pdf/reports-nonUN-translations/czech/ar4-wg1-spm.pdf>



Obr. 6.3: Parciální tlak rozpuštěného CO₂ na povrchu oceánu (modré křivky) a hodnota pH in situ (zelené křivky) jako míra acidity oceánské vody. Měření je ze tří stanic v Atlantickém oceánu (29°10' s.š., 15°30' z.d. – tmavě modrá/tmavě zelená; 31°40' s.š., 64°10' z.d.- modrá/zelená) a Tichého oceánu (22°45' s.š., 158°00' z.d.- světle modrá/ světle zelená). Zdroj (IPCC, WGI Summary for Policy Makers, 2013; <https://www.ipcc.ch/pdf/reports-nonUN-translations/czech/ar5-wg1-spm.pdf>)

2011 v průměru 0,9 [0,1 až 1,7] PgC. Od roku 1750 do roku 2011 uvolnily emise CO₂ ze spalování fosilních paliv a výroby cementu do atmosféry ~375 PgC, zatímco odlesňování a další změny ve využívání půdy uvolnily asi ~180 PgC. Výsledkem jsou kumulativní antropogenní emise ve výši ~555 PgC. Z těchto kumulativních antropogenních emisí CO₂ se 240 [230 až 250] PgC naakumulovalo v atmosféře, 155 [125 až 185] PgC absorboval oceán a 160 [70 až 250] PgC se naakumulovalo v přírodních pozemních ekosystémech (srovnej s kap. 4).

Jedním z jasných dokladů o původu oxidu uhličitého je probíhající acidifikace (okyselování) oceánu vyjádřené poklesem hodnoty pH. Hodnota pH povrchové vody oceánu se od začátku industriální éry snížila o 0,1, což odpovídá 26 % nárůstu koncentrace vodíkových iontů, přičemž časový průběh této změny jednoznačně dokládá kauzální souvislost mezi nárůstem koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře a jeho následnou absorpcí oceány (obr. 6.3).

6.2. Jsou přesvědčivě doloženy změny řady parametrů klimatického systému zvláště pak teploty?

Pozorované změny popisuje kapitola 5, nicméně klíčové závěry zejména s důrazem na změnu teplotních charakteristik si znovu zopakujeme. Je zřejmé, že každé z posledních tří desetiletí bylo v blízkosti zemského povrchu teplejší než kterékoli předchozí desetiletí od roku 1850 (Obr. 6.4). Na severní polokouli bylo období 1983-2012 pravděpodobně nejteplejším třicetiletím za posledních 1400 let. Je přitom evidentní, že lineární trend globálních průměrů kombinované teploty povrchu souše a oceánu vykazuje oteplení o 0,85 (0,65 až 1,06) °C za období 1880-2012, za které existuje několik nezávisle vytvořených datových souborů. Celkové zvýšení mezi průměrem za období 1850-1900 a za období 2003-2012 je 0,78 (0,72 až 0,85) °C, a to na základě jednoho nejdelšího dostupného datového souboru (obr. 6.4).

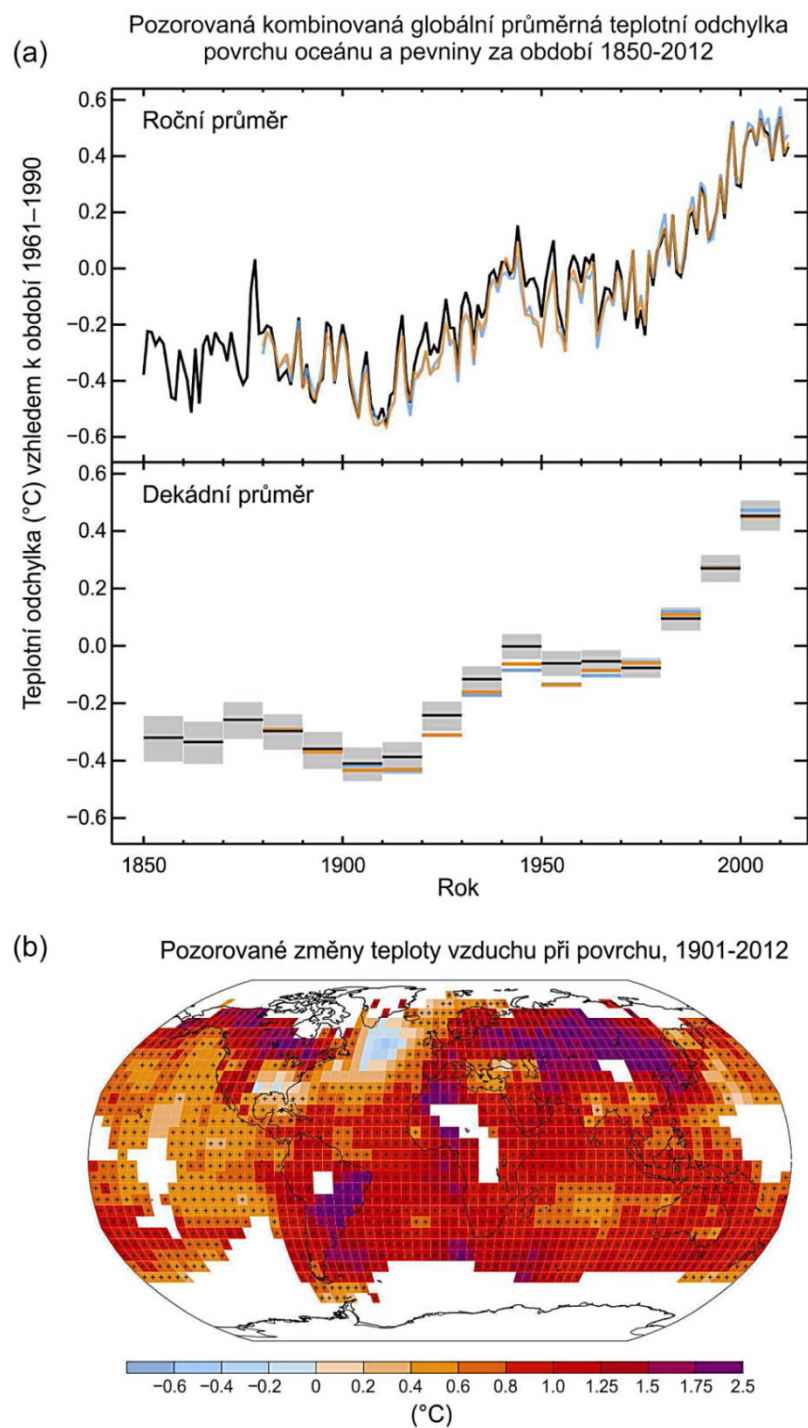
Za nejdelší období, kdy je výpočet regionálních trendů dostatečně úplný (1901-2012), bylo na téměř celé zeměkouli zaznamenáno oteplení povrchu (obr. 6.4) a kromě robustního oteplení za několik dekád vykazuje globální průměrná teplota při povrchu značnou mezidekádní a meziroční variabilitu (viz obr. 6.4). Je prakticky jisté, že troposféra se od poloviny 20. století globálně oteplila. Úplnější pozorování umožňují provádět odhady změn troposférické teploty s větší spolehlivostí na severní polokouli mimo tropické oblasti než jinde.

Zhruba od roku 1950 byly pozorovány změny u mnoha extrémních povětrnostních a klimatických jevů. Je velmi pravděpodobné, že se v globálním měřítku počet chladných dnů a nocí snížil a počet teplých dnů a nocí zvýšil. Je pravděpodobné, že se ve velkých částech Evropy, Asie a Austrálie zvýšila četnost horkých vln. Pravděpodobně existuje více pevninských oblastí, kde se četnost výskytu silných srážek zvýšila, než oblastí, kde se snížila. Četnost či intenzita silných srážek se pravděpodobně zvýšila v Severní Americe a Evropě.

6.3. Je prokázána fyzikální souvislost mezi nárůstem koncentrace skleníkových plynů a růstem teploty?

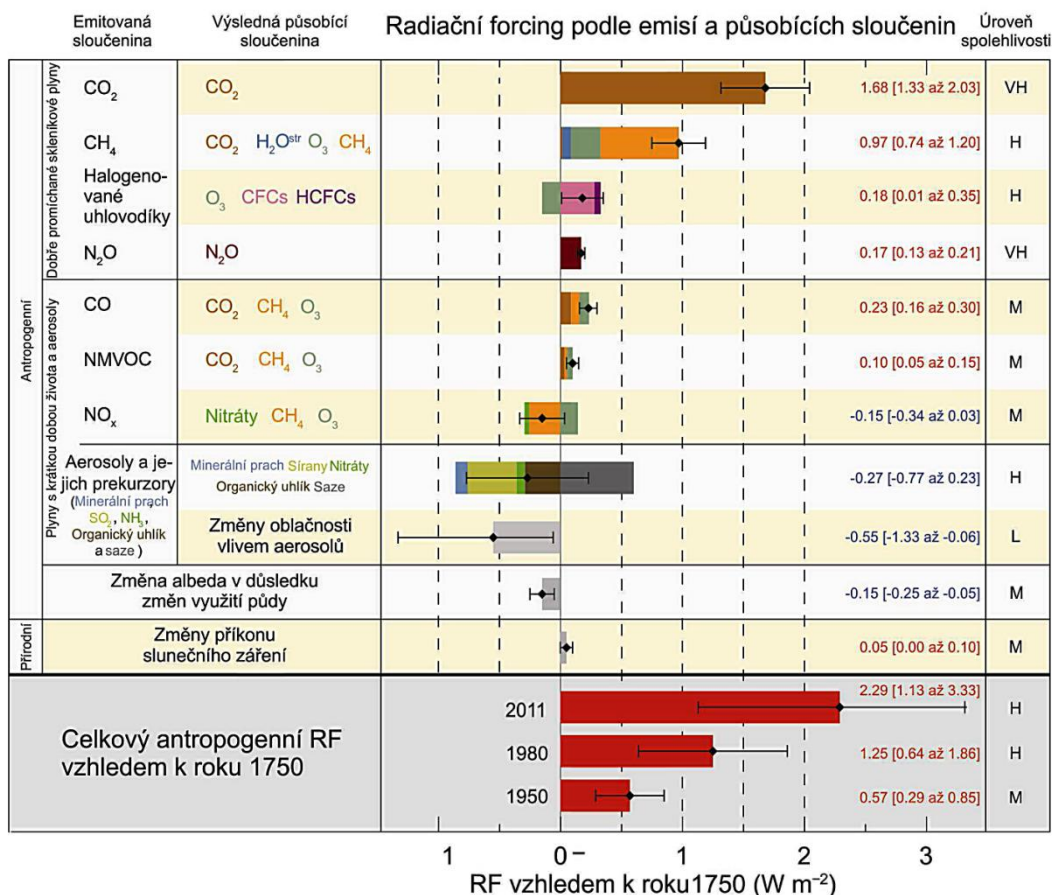
Poznání zákonitostí atmosférického systému naší planety jednoznačně dokazuje, že hnacími silami změny klimatu jsou přírodní a antropogenní látky a procesy, které mění energetickou bilanci Země. Jedním ze způsobů jak kvantifikovat příspěvek jednotlivých složek je použití tzv. radiačního působení (dále RF – Radiative forcing), které vyjadřuje změny toků energie vyvolané změnami těchto hnacích sil pro rok 2011 oproti roku 1750, pokud není uvedeno jinak. Kladné radiační působení vede k oteplení povrchu, záporné radiační působení vede k jeho ochlazení. Radiační působení se odhaduje podle pozorování in situ a dálkových pozorování, vlastností skleníkových plynů a aerosolů a na základě výpočtů pomocí numerických modelů reprezentujících pozorované procesy. Některé emitované sloučeniny ovlivňují atmosférické koncentrace jiných látek. Radiační působení lze vykazovat podle změn koncentrace jednotlivých látek. Alternativně lze vykazovat radiační působení určité sloučeniny podle emisí, což představuje bezprostřednější propojení s lidskou činností. Zahrnuje to příspěvky všech látek ovlivněných touto emisí. Celkové antropogenní radiační působení podle těchto dvou přístupů je identické, pokud jsou uvažovány všechny příčiny. Ačkoli jsou v tomto shrnutí používány oba přístupy, je zdůrazněno radiační působení podle emisí.

Celkový antropogenní RF pro rok 2011 oproti roku 1750 je $2,29$ ($1,13$ až $3,33$) $W.m^{-2}$ (viz 6.5) a od roku 1970 se zvýšil rychleji než v předchozích dekádách. Nejlepší odhad celkového antropogenního RF pro rok 2011 je o 43 % vyšší než odhad uvedený v hodnotící zprávě AR4 pro rok 2005. RF z emisí dokonale promíchaných skleníkových plynů (CO_2 , CH_4 , N_2O a halogenované uhlovodíky) pro rok 2011 ve vztahu k roku 1750 je $3,00$ ($2,22$ až $3,78$) $W.m^{-2}$ (viz obr. 6.5). RF z celkového vlivu aerosolů v atmosféře (tedy znečištění atmosféry), který zahrnuje změny oblačnosti v důsledku aerosolů, činí $-0,9$ ($-1,9$ až $-0,1$) $W.m^{-2}$ a je výsledkem záporného RF většiny aerosolů a kladného příspěvku sazí absorbujících sluneční záření. Na základě analýz jsou si vědci jisti, že aerosoly a jejich interakce s mraky vykompenzovaly podstatnou část průměrného globálního RF dokonale promíchaných skleníkových plynů. Působení stratosférických vulkanických aerosolů může mít velký vliv na klima ještě několik let po sopečné erupci. Několik malých erupcí způsobilo v letech 2008-2011 RF ve výši $-0,11$ ($-0,15$ až $-0,08$) $W.m^{-2}$, což je zhruba dvakrát více než v letech 1999-2002. RF v důsledku změn intenzity slunečního záření se odhaduje na $0,05$ ($0,00$ až $0,10$) $W.m^{-2}$. Družicová pozorování změn celkové intenzity slunečního záření mezi lety 1978 a 2011 naznačují, že poslední solární minimum bylo nižší než předchozí dvě. Výsledkem je RF ve výši $-0,04$ ($-0,08$ až $0,00$) $W.m^{-2}$ mezi dvěma posledními minimy v roce 2008 a 1986. S výjimkou krátkých období po velkých sopečných erupcích znamenal v minulém století celkový přirozený RF ze změn intenzity slunečního záření a stratosférických vulkanických aerosolů jen malý příspěvek k čistému RF.



Obr. 6.4: Pozorované anomálie kombinované průměrné globální teploty povrchu souše a oceánu, od roku 1850 do roku 2012 ze tří souborů dat. Horní panel: roční průměrné hodnoty, dolní panel: průměrné dekádní hodnoty včetně odhadu neurčitosti u jednoho souboru dat (černá křivka). Anomálie jsou vztaženy k průměru za období 1961-1990. (b) Mapa pozorovaných změn teploty povrchu od roku 1901 do roku 2012 odvozená z teplotních trendů stanovených lineární regresi z jednoho souboru dat (oranžová křivka na panelu a). Trendy byly počítány, pokud dostupná data umožňovala robustní odhad (tj. pouze u gridových boxů s více než 70 % pokrytím období daty a více než 20 % dostupných dat v prvních a posledních 10 % časového období). Ostatní oblasti jsou bílé. Gridové boxy, u nichž je trend významný na 10

% úrovně, jsou označeny symbolem +. (zdroj: IPCC-WGI, 2013, Summary for Policy Makers, <https://www.ipcc.ch/pdf/reports-nonUN-translations/czech/ar5-wg1-spm.pdf>)



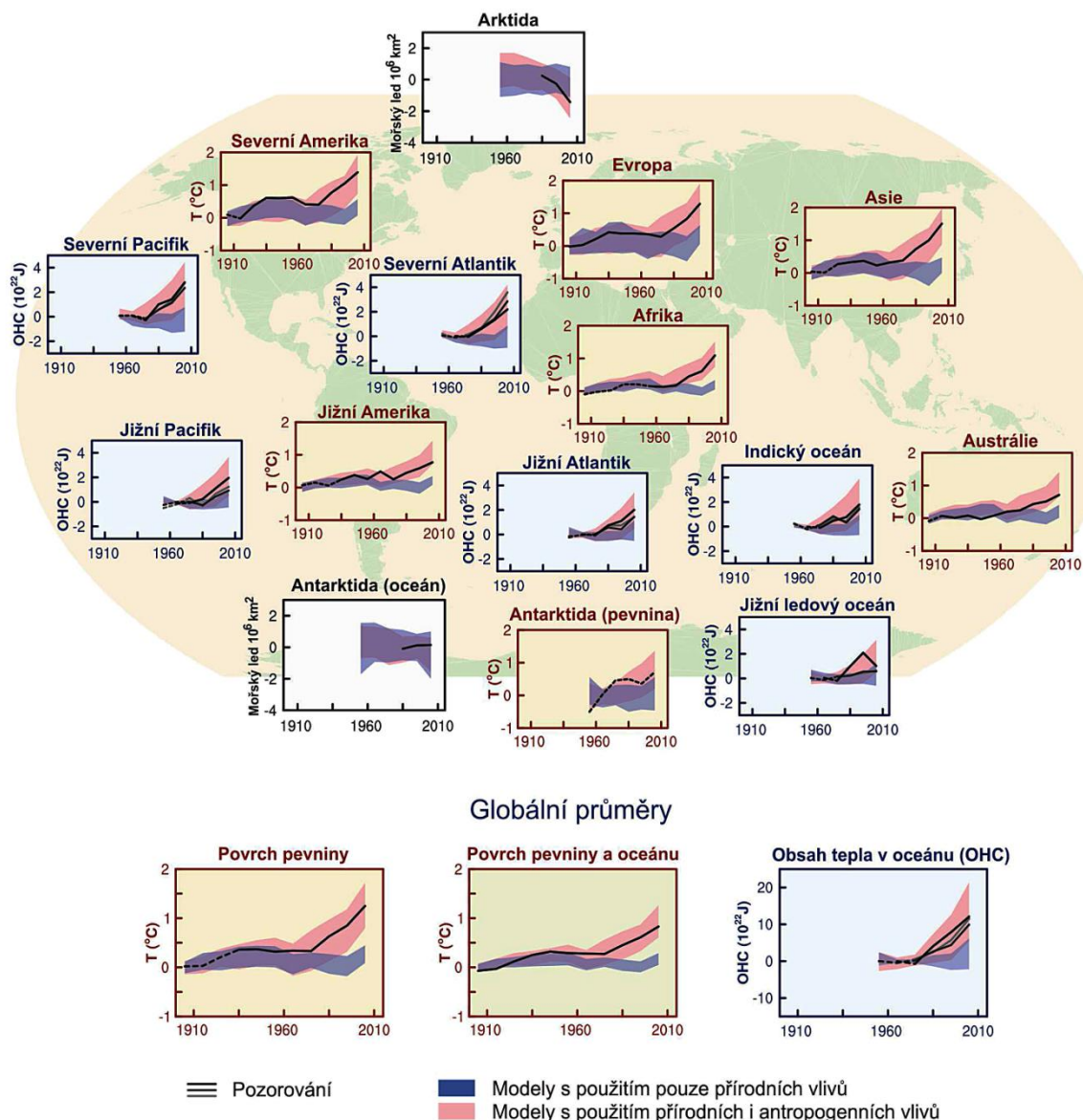
Obr. 6.5: Odhady RF pro rok 2011 v porovnání s rokem 1750 a agregované neurčitosti hlavních příčin klimatické změny. Hodnoty jsou globální průměry RF, rozdělené podle emitovaných sloučenin či procesů, jejichž výsledkem je kombinace příčin. Nejlepší odhady čistého RF jsou znázorněny jako černé kosočtverečky s odpovídající spolehlivostí; na pravé straně obrázku jsou uvedeny číselné hodnoty společně s úrovní spolehlivosti čistého působení (VH – velmi vysoká, H – vysoká, M – střední, L – nízká, VL – velmi nízká). RF albeda sazí na sněhu a ledu je zahrnuto v kolonce aerosoly- saze. Malé působení kondenzačních pruhů (0,05 W m⁻², včetně oblaků typu cirrus vzniklých z kondenzačních pruhů) a HFC, PFC a SF6 (celkem 0,03 W.m⁻²) není znázorněno. RF podle koncentrace plynů lze získat sečtením pruhů stejné barvy. Sopečná činnost není zahrnuta, protože její epizodický charakter znesnadňuje srovnání s jinými mechanismy působení. Celkové antropogenní RF je uvedeno za tři různé roky v porovnání s rokem 1750. (zdroj: IPCC-WGI, 2013, Summary for Policy Makers, <https://www.ipcc.ch/pdf/reports-nonUN-translations/czech/ar5-wg1-spm.pdf>)

6.4. Je prokázána zásadní role člověka na výše uvedených změnách

Řadou nezávislých studií byl potvrzen vliv člověka v oteplování atmosféry a oceánu, ve změnách globálního koloběhu vody, v nižším množství sněhu a ledu, ve vzestupu střední výšky globální hladiny oceánu a ve změnách některých klimatických extrémů byl zjištěn vliv člověka. Naše jistota ve smyslu objektivního stanovení míry „zavinění“ člověkem je podstatně větší než před 10 lety a považuje se za extrémně pravděpodobné, že vliv člověka byl dominantní příčinou pozorovaného oteplení od poloviny 20. století. Z vědeckých prací, které měla k dispozici poslední hodnotící zpráva IPCC vyplývá, že je

extrémně pravděpodobné, že více než polovina pozorovaného zvýšení globální průměrné teploty vzduchu při povrchu od roku 1951 do roku 2010 byla způsobena společně antropogenním nárůstem koncentrace skleníkových plynů a dalším antropogenním působením. Nejlepší odhad člověkem

způsobeného příspěvku k oteplení je podobný pozorovanému oteplení v tomto období. Poměrně dobrý přehled o lidském přispění globálním i regionálním změnám teplot přináší obr. 6.6. Skleníkové plyny přispěly k průměrnému globálnímu oteplení při povrchu v období let 1951-2010 v rozsahu 0,5 °C až 1,3 °C, přičemž příspěvky jiných antropogenních vlivů včetně ochlazovacího efektu aerosolů jsou v rozsahu -0,6 °C až 0,1 °C. Příspěvek přirozených vlivů je *pravděpodobně* v rozsahu -0,1 °C až 0,1 °C. Posuzované příspěvky dohromady odpovídají pozorovanému oteplení v tomto období o přibližně 0,6 °C až 0,7 °C. Na každém kontinentu, s výjimkou Antarktidy, znamenalo antropogenní působení *pravděpodobně* podstatný příspěvek k nárůstu teploty vzduchu při povrchu od poloviny 20. století (obr. 6.6). Pouze u jediného kontinentu, a to Antarktidy, je v důsledku velkých neurčitostí v napozorovaných hodnotách jen *malá spolehlivost* toho, že zde k pozorovanému oteplení na dostupných stanicích přispěl antropogenní vliv. Je *pravděpodobné*, že antropogenní vliv přispěl k velmi podstatnému oteplení Arktidy od poloviny 20. století. Současně je *velmi pravděpodobné*, že antropogenní vliv, zejména skleníkové plyny a úbytek stratosférického ozónu, vedl k detekovatelnému pozorovanému rozložení troposférického oteplení a odpovídajícímu ochlazení v nižší stratosféře od roku 1961. Je *velmi pravděpodobné*, že antropogenní vliv znamenal podstatný příspěvek ke zvýšení globálního obsahu tepla ve svrchních vrstvách oceánu (0-700 m), pozorovanému od sedmdesátých let minulého století (viz obr. 6.6.). U některých oceánů existují důkazy o vlivu člověka. Je také *zřejmé*, že antropogenní vlivy od roku 1960 ovlivnily globální koloběh vody, přispěly k pozorovanému nárůstu obsahu vlhkosti v atmosféře, ke globálním změnám rozložení srážek, k zesílení silných srážek nad pevninskými oblastmi a ke změnám slanosti povrchové a podpovrchové oceánské vody.



Obr. 6.6: Srovnání pozorované a simulované změny klimatu na základě tří velkoprostorových indikátorů v atmosféře, kryosféře a oceánu: změna teplot vzduchu při povrchu nad kontinenty (žluté panely), rozsah arktického a antarktického mořského ledu v září (bílé panely) a obsah tepla ve svrchních vrstvách oceánu ve velkých oceánských pánvích (modré panely). Uvedeny jsou také globální průměrné změny. Anomálie jsou uvedeny vzhledem k období 1880-1919 u teplot vzduchu při povrchu, 1960-1980 u obsahu tepla v oceánu a 1979-1999 u mořského ledu. Všechny časové řady jsou průměry za desetiletí vyznačené ke středu dekády. U teplotních panelů jsou pozorování vyznačena přerušovanou čarou, pokud prostorové pokrytí zkoumaných oblastí bylo pod 50 %. U panelů znázorňujících obsah tepla v oceánu a mořský led je použita plná čára tam, kde je dobré datové pokrytí a vyšší kvalita dat a přerušovaná čára je tam, kde je datové pokrytí jen dostatečné a neurčitost je tedy větší. Znázorněné výsledky modelů jsou rozsahy souborů z multimodelových výstupů z projektu CMIP5, kde vystínovaná pásma označují intervaly spolehlivosti 5 až 95 %. (zdroj: IPCC-WGI, 2013, Summary for Policy Makers, <https://www.ipcc.ch/pdf/reports-nonUN-translations/czech/ar5-wg1-spm.pdf>)

6.5. Jak vyhodnocovat vědecké informace aneb proč (a jak) být skeptický?

V debatě o příčinách a důsledcích změn klimatu se velmi často objevují termíny jako „skeptik“ či „klimaskeptik“, což má naznačovat, že daná osoba „nevěří“ výsledkům vědeckých studií či „nesouhlasí“ s globální změnou klimatu. Zde je na místě připomenout, že vědecké bádání není ani o dogmatech (kterým je třeba věřit) ani o demokracii (neboť sice každý má právo na názor, ale z pohledu vědecké komunity nemají všechny názory stejnou váhu ani platnost). Cílem této kapitoly bylo ukázat, do jaké míry jsou spolehlivé informace o příčinách a důsledcích porušení geobiochemických cyklů člověkem. To, že za velkou většinou zmíněných dopadů stojí činnost člověka, je zřejmé. Kromě toho existuje další zásadní argument, který jsme doposud nepoužili. Pokud akceptujeme fakta o probíhajících změnách v prostředí, ale odmítneme kauzální nexus mezi antropogenními emisemi radiačně aktivních plynů, změnou v biogeochemických cyklech a následnou reakci klimatického systému naší planety, NEDOKÁŽEME pozorované jevy vysvětlit žádnou alternativní teorií.

Přesto je třeba neustále zdůrazňovat fakt, že k výsledkům jakéhokoliv vědeckého výzkumu se musíme stavět se zdravým odstupem. V moderní době se ve vědeckých kruzích používá pojem skepticismus (též vědecký nebo racionální skepticismus) pro kritické zkoumání jakýchkoliv teorií, kterými se věda zabývá, a vlastně odmítání jejich apriorního přijímání. *(Na veřejnosti je racionální skepticismus prezentován zejména při zkoumání pseudovědeckých a nevědeckých teorií. Celosvětově je toto hnutí reprezentováno např. organizací CSICOP a v České republice pak klubem SISYFOS.)* Základní myšlenkou racionálního skepticizmu je, že pokud se neprokáže opak, nelze u jakýchkoliv tvrzení nebo teorií předpokládat pravdivost. Racionální skepticismus požaduje, aby byla každá teorie skutečně vědecká, tj. aby měla některé důležité atributy (např. vnitřní konzistence, shoda s pozorováním). V této učebnici jsme se pokoušeli předložit argumenty, které kauzální nexus mezi činností člověka a změnou klimatu prokazují konzistentně s našimi poznatky o fyzikálních zákonitostech, kterými se dotčené procesy na naší planetě řídí, i ve shodě s pozorovanými daty. Jak ukazuje obr. 6.7, některé změny v našem životním prostředí jsou prostě příliš velké na to, abychom je jako živočišný druh dominující této planetě mohli ignorovat.

Závěrem této kapitoly si představíme pět zásad, kterými je třeba poměřovat každou z nabízených vědeckých teorií a neustále ji tak podrobovat kritickému zkoumání. To je ostatně podstatou přístupu k vědeckému bádání, které v sobě kombinuje dědictví řeckých filozofů, scholastiky, renesance či osvícenství:

Pravidlo Okamovy břitvy - *Pluralitas non est ponenda sine necessitate*. tj. *Množství příčin se nemá dokládat, není-li to nezbytné*. Tedy: Pokud pro nějaký jev existuje vícero vysvětlení, je lépe upřednostňovat to nejméně komplikované.

Popperova břitva - *Vědecké teorie jsou ověřitelné. Ověřitelná teorie je možné na základě ověřovacího postupu zamítnout (a nahradit teoriemi jinými)*. Tedy: Teorie, která nemůže být vyvrácena, je bezcenná.

Saganův standard - *„Mimořádné tvrzení vyžaduje i mimořádné důkazy“* - autorem původní myšlenky byl francouzský matematik Pierre-Simon Laplace (1749–1827) *„Váha důkazů ve prospěch mimořádného tvrzení musí odpovídat jeho mimořádnosti“*

Humeova břitva - *Žádné svědectví není s to dokázat zázrak, ledaže by šlo o svědectví takového druhu, že by jeho mylnost byla ještě zázračnější než skutečnost, kterou se snaží doložit*. Tedy: Lež je pravděpodobnější než zázrak.

Teorém o přirozené převaze ignorance: *Ignorance častěji plodí důvěru, než poznání: jsou to Ti, kteří vědí jen málo, a ne Ti, kteří vědí hodně, kteří jsou s to tvrdit, že ten či onen problém nepůjde nikdy řešit vědou. (Charles Darwin, O původu člověka, 1871).*



Obr. 6.7: Série obrázků shora: 1) ústup Pedersenova ledovce na Aljašce mezi létem 1917 a létem 2005; 2) ústup horských ledovců v oblasti Matterhornu na hranicích Itálie a Švýcarska (16.8. 1960 v 9:00 vs. 18.8. 2005 v 9:10); 3) horský ledovec v oblasti hory Kilimandžáro mezi 17.2. 1993 a 21.2.

Autoři: Trnka M., Žalud Z., Hlavinka P, Bartošová L a kol.

2000; 4) *Pohled do fjordu Helheimova ledovce v 12,5. 2001. 7.7. 2003 19.6. 2005 kudy grónský ledovec postupně vtéká do moře. Čelo ledovce zůstávalo stabilní mezi léty 1970-2001. Od roku 2001 do roku 2005 ustoupilo a 7,5 km do nitra fjordu. (Zdroj: US Geological Survey http://www.usgs.gov/climate_landuse/glaciers/repeat_photography.asp)*

CzechAdapt