

Expertní posudek pro spolek Klimatická žaloba ČR, z.s.

Vypracoval v září 2020 Mgr. Alexander Ač, Ph.D. (krátký životopis)

- 1) *O kolik % a na jakou absolutní hodnotu (Mt) by se musely snížit emise CO₂ekv. v ČR v roce 2030 oproti roku 1990 a oproti roku 2019, aby bylo dosaženo úrovní emisí vedoucích k udržení nárůstu průměrné globální teploty do 1,5 °C, případně do 2 °C? Vycházejte, prosím, u tohoto i všech dalších bodů zadání z předpokladu, že by všechny státy světa snižovaly emise skleníkových plynů poměrně ke svému podílu na celkových světových emisích v roce 1990 a počítejte s ideálním podílem ČR na snižování emisí skleníkových plynů, tedy že také snižování emisí v ČR by mělo odpovídat proporčnímu podílu ČR na globálních emisích v roce 1990.*

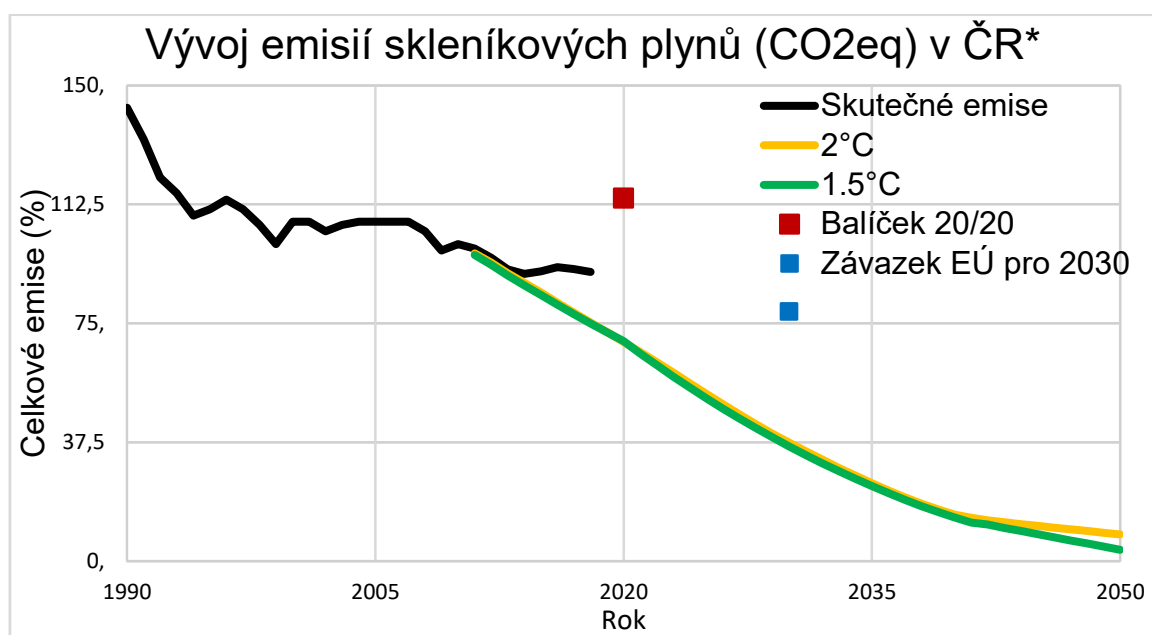
Aktuální data o celkovém množství emisí skleníkových plynů (tj. CO₂eq) vyprodukovaných na území ČR jsou každoročně vyhodnocovány v rámci reportingu Národních inventarizačních správ (National Inventory Report, NIR) vždy s dvouletým zpožděním. Současná data o množství CO₂eq jsou tedy k roku 2018. Povinnost vykazovat emise skleníkových plynů vznikla na základě Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu, která vstoupila v platnost v 21. 3. 1994.

Růst globální teploty přízemní vrstvy atmosféry (tj. nad pevninou i oceány) o konkrétní hodnotu (tj. 1,5 °C nebo 2 °C) vždy hodnotíme ve srovnání s tzv. „pre-industriální“ hodnotou, která nebyla v Pařížské dohodě jednoznačně stanovena (Schurer a kol., 2017). Míra oteplení o 1,5 nebo 2 °C je tak závislá od definování časového období, proti kterému hodnotíme růst globální teploty. Mezivládní panel pro změnu klimatu (IPCC) definuje časové období pro referenční hladinu oteplení na roky 1850-1900 (IPCC, 2018). Z této definice vychází i většina studií hodnotících množství emisí CO₂eq, které jsou v souladu s určenou mírou globálního oteplení (duPont, 2017).

Mitigační emisní scénáře pro ČR vychází z práce autorů duPont a kol. (2017), která kvantifikovala množství emisí CO₂eq pro jednotlivé státy světa tak, aby byly v souladu s růstem globální teploty do úrovní 1,5 °C a 2 °C do konce století (tj. do roku 2100). V současné situaci neexistují jiné mitigační scénáře, které by kvantifikovali množství povolených emisí na úrovni jednotlivých států světa. Naopak, všechny vědecké analýzy ukazují, že stávající emisní trajektorie a závazky ve vztahu k omezování emisí, nepostačují k naplnění cílů oteplení stanovených v Pařížské dohodě (viz práce: Anderson a kol., 2020; Victor a kol., 2017, Raftery a kol., 2017). Rozdíl mezi emisní trajektorií (tedy směr jejich vývoje do budoucna), a mezi tím, kolik emisí je možné vypustit v souladu s Pařížskou dohodou, se zvyšuje a v současnosti představuje v globálním průměru 15 miliard tun CO₂eq (pro oteplení 2 °C) a 32 miliard tun CO₂eq pro cíl 1,5 °C a to i v případě, že státy naplní svoje závazky pro omezení skleníkových plynů (tj. NDCs, National Determined Contributions) (WMO, 2020).

Tyto mitigační scénáře počítají s vyšší než 66% pravděpodobností udržení růstu globální teploty do 2 °C do roku 2100 a s vyšší než 50% pravděpodobností, že růst globální teploty se do roku 2100 vrátí na úroveň 1,5 °C. I v případě, že se tyto mitigační scénáře podaří naplnit, stále existuje nemalá pravděpodobnost (tj. 33 % pro 2 °C a 50 % pro 1,5 °C), že růst teploty bude vyšší, než je stanoveno v závazku z Pařížské dohody. Aktuální změna globální teploty (průměr za posledních 12 měsíců) představuje úroveň 1,3 °C ve srovnání s lety 1880-1920, a asi 1,1 °C při předpokladu lineárního růstu teploty od roku 1970 (NASA, 2020). Průměrná roční teplota se v ČR zvyšuje rychleji než je globální průměr, a oteplení v období 1961-2019 dosáhlo 2 °C, přičemž poslední 2 roky byly zatím nejteplejší (ČHMU). O překročení teplotního limitu definovaného Pařížskou dohodou lze mluvit v případě, když dojde k překročení průměru teploty za delší časové období (nejméně pěti let).

Emisní mitigační scénáře, které jsou v souladu s teplotními limity 1,5 respektive 2°C, znázorňuje obr. 1.



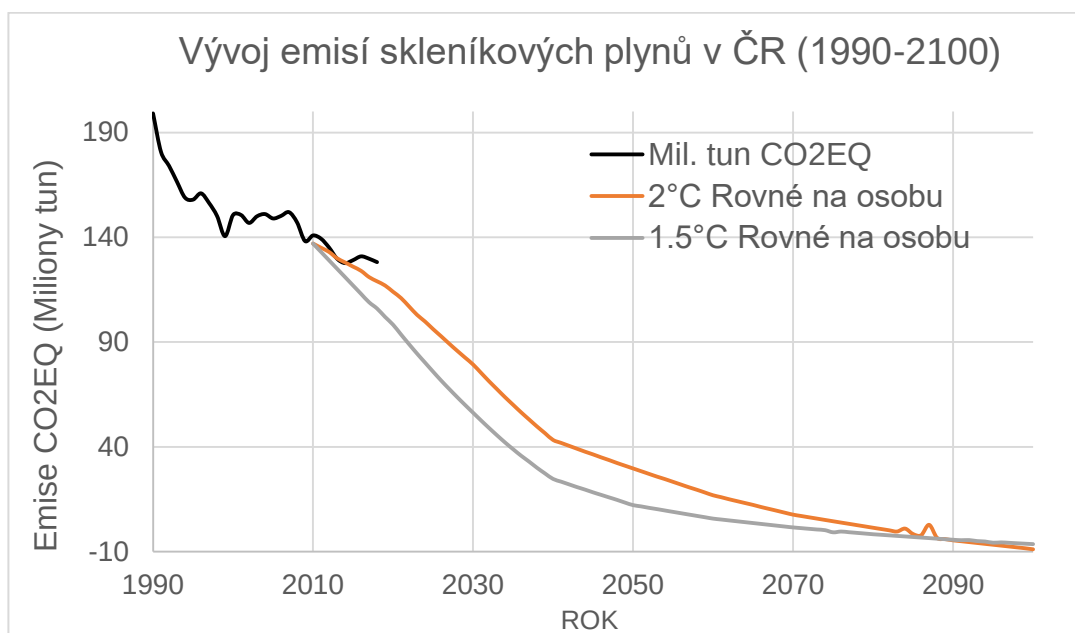
*Bez LULUCF, NIR

Obr.1: a) Emisní mitigační scénáře pro ČR do roku 2050, počítající s optimální kombinací historické odpovědnosti, možností, a rovnosti mezi obyvateli planety. Emisní trajektorie je normalizovaná pro rok 2010 (2010 = 100%). Sektor využívání krajiny (LULUCF) není zahrnut, protože nepanuje shoda mezi jednotlivými státy, jak započítávat tento sektor do celkových emisí. Závazky pro roky 2020 a 2030 jsou současným společným závazkem Evropské unie, naplatí pro samotnou ČR. (Zdroj: duPont, 2017, Národní inventarizační správa. 2020)

Je patrné, že v případě ČR prakticky není zásadní rozdíl pro teplotní scénáře 1,5 °C nebo 2 °C. Pro scénář oteplení o 2 °C by množství každoročně vypuštěných CO_{2eq} v roce 2030 mělo představovat přibližně 37,4 % ve srovnání s rokem 2010, a 36,2 % pro scénář oteplení o 1,5 °C. Ve srovnání s rokem 1990 jde o pokles 73,8 % (2 °C), respektive 74,7 % (1,5 °C) a ve srovnání s rokem 2018 jde o pokles o 60 % (2°C), respektive 61,2 % (1,5 °C).

Ve vyjádření absolutních čísel, by měly emise skleníkových plynů klesat ze současných asi 128 milionů tun CO_{2e}, asi o 3-5 milionů tun CO_{2e}. Podle principu rovnosti alokace uhlíkové stopy na každého obyvatele planety, by v roce 2020 mělo množství emisí skleníkových plynů představovat 114 milionů tun CO₂ pro scénář oteplení o 2°C, a pouze 98,3 milionů tun CO_{2e} pro scénář oteplení o 1,5°C (viz Obr.2).

Čím více a čím déle je překročen uhlíkové rozpočet pro daný rok, tím rychlejší a finančně i technologicky náročnější pokles emisí je potřebné dosáhnout v dalších letech (viz také Obr. 3). V určitém okamžiku je rychlost snižování emisí nepraktická, anebo neslučitelná s fungující ekonomikou.



Obr 2: Srovnání množství emisí všech skleníkových plynů v ČR od roku 1990 (černá čára) a mitigační scénář s předpokladem stejného množství skleníkových plynů s přepočtem na každého obyvatele planety, bez ohledu na emise vypuštěné v minulosti. Tyto scénáře počítají s negativními emisemi po roku 2083 pro scénář 2°C, a po roku 2075 pro scénář 1,5°C. (Zdroj: <http://paris-equity-check.org/multi-equity-map.html>).

2) Jaký je zbývajících "uhlíkový rozpočet" ČR (v tunách CO₂ekv.) do roku 2030 a do roku 2050 tak, aby byl udržán nárůst průměrné globální teploty do 1,5 °C, případně do 2 °C? Stručně vysvětlete, jak funguje "uhlíkový rozpočet" a demonstруйте jej na variantách mitigačních křivek včetně bodů, ve kterých je naplněn uhlíkový rozpočet a ani skokové snížení emisí skleníkových plynů již nemůže vést k požadovanému udržení nárůstu průměrné globální teploty.

3)

„Uhlíkový rozpočet“ představuje celkové množství antropogenních emisí skleníkových plynů (CO₂eq), které je možné globálně vypustit, aby nebyla překročena daná hladina globálního oteplení s určitou pravděpodobností. Tak jako samotné stanovení (růstu) globální teploty, i uhlíkový rozpočet podléhá nejistotám, které nelze z povahy věci zcela eliminovat. Z povahy fungování klimatického systému a fungování zpětně-vazebných mechanismů uhlíkového cyklu můžeme nicméně s vysokou jistotou konstatovat, že globální teplota se přestane zvyšovat krátce poté, kdy dojde k dosažení absolutních nulových antropogenních emisí skleníkových plynů na globální úrovni (MacDougall a kol., 2020). Je to proto, že setrvačnost klimatického systému a míra oteplení, která z něho plyne, je přibližně vykompenzována poklesem koncentrace CO₂, které po dosažení nulových emisí nastane.

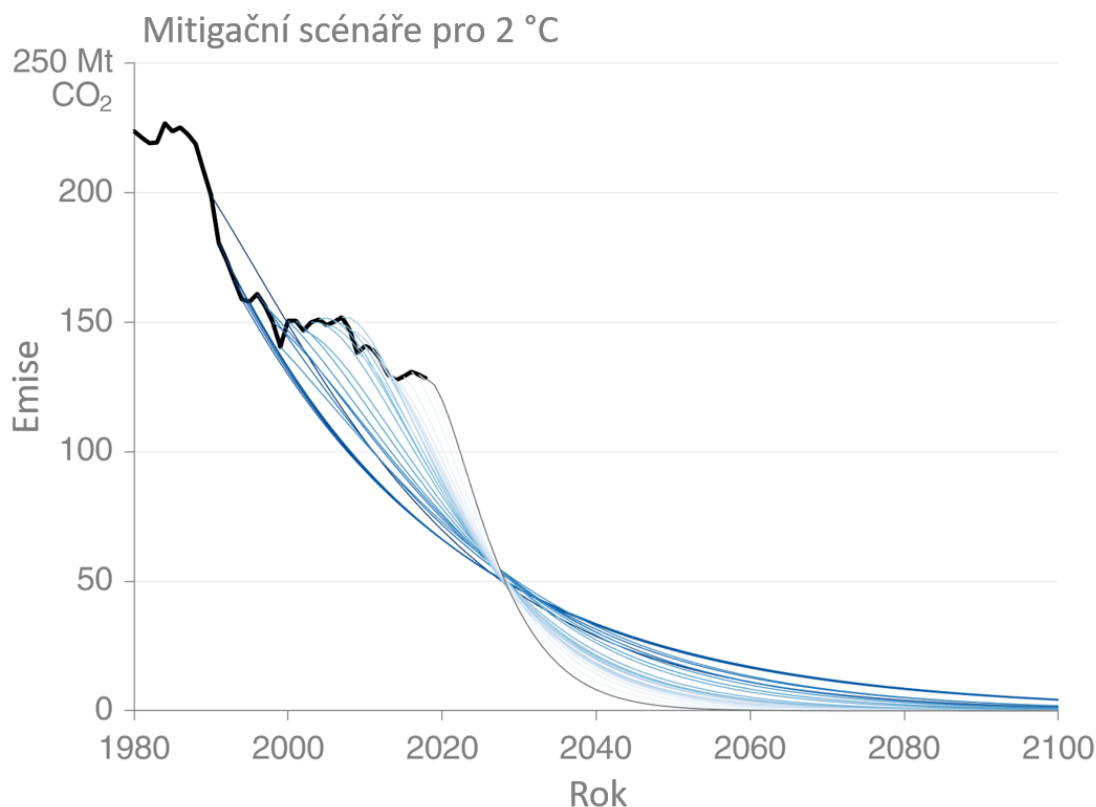
Většina modelů zbývajících uhlíkového rozpočtu bere v potaz podíl jednotlivých států na globálních emisích skleníkových plynů za poslední asi tři dekády (tj. od roku 1990), kdy se začaly přijímat první dohody o omezování emisí skleníkových plynů. V zásadě uhlíkový rozpočet znamená celkovou sumu emisí pro nadcházející dekády, které obyvatelé daného státu mohou vypustit, aby nedošlo k překročení dané globální teploty. Pokud tedy dochází k vyšší emisi CO₂eq než plyne z mitigačních scénářů, tj. v případě ČR přibližně po roku 2014, pro dodržení uhlíkového rozpočtu je potřeba emise snížit proti mitigačnímu scénáři o ekvivalentní množství. Například v roce 2018 byly CO₂eq asi o 15 % vyšší, než předpokládají mitigační scénáře konsistentní s Pařížskou dohodou.

Uhlíkový rozpočet pro ČR pro období 2011 až 2030 představuje přibližně 1,98 miliardy tun CO_{2eq} (pro 2 °C) a 1,96 miliardy tun CO_{2eq} (pro 1,5 °C). K roku 2018 již ČR uvolnilo do atmosféry téměř 1,2 miliardy tun CO_{2eq} (tedy téměř 60 % uhlíkového rozpočtu alokovaného do roku 2030).

Velikost uhlíkového rozpočtu od roku 2011 do roku 2050 představuje přibližně 2,45 miliardy tun CO_{2eq} (pro 2 °C) a 2,38 miliardy tun CO_{2eq} (pro 1,5 °C), což znamená, že k roku 2018 již ČR z tohoto rozpočtu vyčerpala 48 % pro limit 2°C, a téměř 50 % pro 1,5 °C.

- 4) *Navrhnete křivku snižování emisí CO_{2ekv.} v ČR od roku 2017 (od listopadu 2017, kdy se ČR stala stranou Pařížské dohody) a od roku 2020 do roku 2030 a do roku 2050 (uhlíková neutralita), která by vedla k zachování "uhlíkového rozpočtu" ČR pro nárůst teplot do 1,5 °C, resp. 2 °C.*

Pokud budeme vycházet z publikovaných mitigačních trajektorií emisí skleníkových plynů pro jednotlivé státy světa (duPont a kol., 2017), a vypočítaného množství zbývajících možných emisí od roku 2018, možnost vývoje poklesu emisí v ČR kompatibilního s Pařížskou dohodou znázorňuje Obr. 3.



Obr.3: Mitigační scénáře, které jsou v souladu s udržení růstu globální teploty do 2°C a s předpokladem rovnosti množství skleníkových plynů pro všechny obyvatele planety. Mitigační scénáře pro 1,5°C jsou velmi podobné, ale vyžadují ještě mírně rychlejší pokles. (Autor scénářů: Robbie Andrew).

- 5) *Srovnajte skutečný vývoj emisí skleníkových plynů v ČR od roku 2017 do roku 2019 s ideální křivkou snižování emisí od roku 2017 (bod 3.), která by vedla k udržení nárůstu globální teploty do 1,5 °C, resp. 2 °C. Uveďte, k jakému snížení emisí skleníkových plynů v ČR docházelo meziročně od přistoupení ČR k Pařížské dohodě (listopad 2017) v absolutním množství (Mt/rok) a v %, a jaké*

meziroční snížení by bylo potřeba pro to, aby ČR kopírovala trajektorii ke snížení emisí CO₂ekv. k udržení nárůstu globální teploty do 1,5 °C, resp. 2 °C.

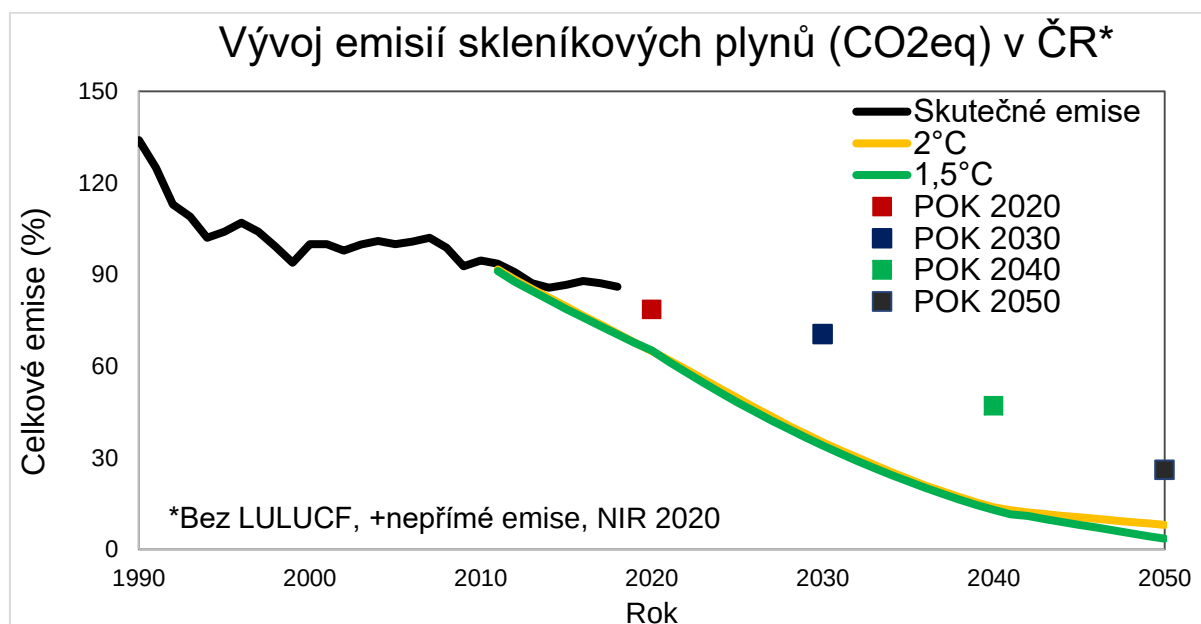
V letech 2017 a 2018 klesly emise CO_{2eq} o 1,2 % a přibližně podobným tempem klesaly emise i od roku 2010. Požadovaný meziroční pokles emisí (od roku 2010) v souladu s Pařížskou dohodou se pohybuje v rozmezí 3 až 10 % ročně, vzhledem ke stávajícímu zpoždění by tento pokles měl v nadcházejících letech dosahovat 5 až 15 % meziročního poklesu a poté by meziroční pokles mohl zpomalit (viz scénáře v Obr. 2). Konkrétně, celkové emise CO_{2EQ} v ČR v roce 2018 byly cca 128 milionů tun, ale podle mitigačních scénářů měly být pouze 119 milionů tun pro scénář 2°C, a 106 milionů tun pro scénář 1,5 °C. V dalších letech by měly celkové emise klesat meziročně o 4 až 5 milionů tun ročně. Každé zpoždění poklesu emisí vyžaduje, že následné omezování emisí musí být ještě rychlejší, protože celkový uhlíkový rozpočet zůstává stejný. V zásadě je možné konstatovat, že emise CO_{2eq} by měly být téměř nulové již kolem roku 2040 (Obr 3.).

Většina mitigačních scénářů ekonomicko-klimatických modelů počítá s tím, že ve druhé polovině tohoto století bude možné dosáhnout negativní bilance skleníkových plynů. To však někteří autoři považují za nerealistické (viz Anderson a kol., 2020). Mitigační scénář uvažovaný zde také počítá s negativními emisemi ve druhé polovině tohoto století, nicméně tento objem se pohybuje v měřítku objemu CO₂, které dokážou ve stávajících podmínkách pohltit lesní ekosystémy na území ČR, takže jej lze považovat za realistický.

První oficiální hodnocení úspěšnosti závazků jednotlivých států v souvislosti s Pařížskou dohodou proběhne v roce 2023, tedy 5 let po její ratifikaci. Podle vědeckých analýz však dosavadní trajektorie emisí skleníkových plynů naznačuje nesoulad mezi závazkem udržet oteplení na úrovni 1.5 až 2°C a skutečným poklesem emisí prakticky u všech rozvinutých států. V mnoha případech nejsou státy ani na cestě k naplnění závazků stanovených v INDCs, přičemž i při jejich naplnění by globální teplota vzrostla nejméně o víc jak 2,5°C, ale to není případ České republiky (Victor a kol., 2017).

6) Porovnejte uhlíkový rozpočet dle bodu 2. a křivku snižování emisí dle bodu 3. s cíli snižování emisí CO₂ekv. podle jednotlivých scénářů Politiky ochrany klimatu2 a závazku (Intended National Determined Contribution – INDC) Evropské unie ke snížení emisí skleníkových plynů o 40 % v roce 2030 oproti roku 1990.3 K jakému oteplení ve °C by v globálním měřítku směřovalo snižování emisí tempem dle Politiky ochrany klimatu?

Stanovené cíle v politice ochrany klimatu znázorňuje Obr. 3. Tyto závazky jsou přísnější nežli stávající legislativa EU, kde je referenční rok pro snižování emisí rok 1990. Pokud by legislativa pro mitigační scénáře v ČR zůstala nezměněna (současné NDCs EÚ), a podobný přístup by byl aplikován globálně, globální oteplení by do konce století dosáhlo 3,8 °C (duPont a kol., 2017). Při naplnění závazků POK by oteplení bylo nižší, ale stále v rozporu se závazky definovanými v Pařížské dohodě (Obr. 3.)

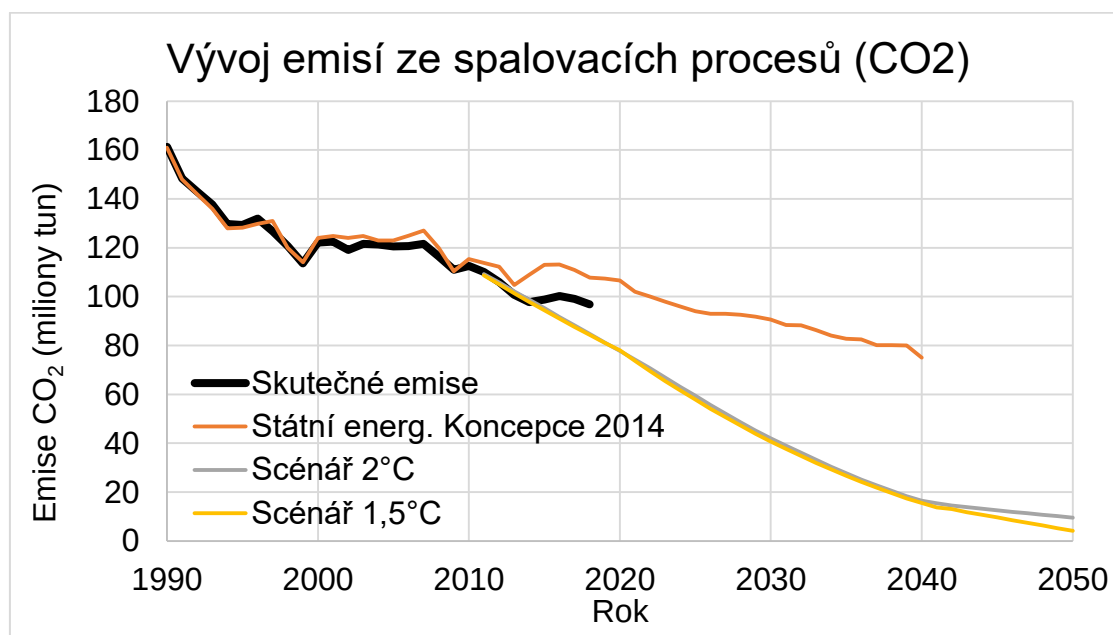


*Bez LULUCF, NIR

Obr. 3: Emisní mitigační scénáře pro ČR do roku 2050, počítající s optimální kombinací historické odpovědnosti, možností, a rovnosti mezi obyvatelé planety. Emisní trajektorie je normalizovaná pro rok 2005 (2050 = 100 %). POK = stávající cíle podle Politiky ochrany klimatu.

7) Porovnejte cíl snižování emisí CO₂ekv. v energetice dle Státní energetické koncepce v roce 2030 s proporcí (tedy poměrně vzhledem k podílu emisí skleníkových plynů v ČR z energetiky na celkovém množství skleníkových plynů) určeným uhlíkovým rozpočtem energetiky ČR do roku 2030 dle bodu 2. a proporcí upravenou křivkou snižování emisí CO₂ekv. dle bodu 3. K jakému oteplení ve °C by globálně směřovalo snižování emisí z energetiky tempem dle Státní energetické koncepce?

Množství emisí ze spalovacích procesů tvoří v současnosti asi 75% množství všech emisí skleníkových plynů, takže pro mitigaci je rozhodující. Jak ukazuje Obr. 4. plán omezování emisí podle Státní energetické koncepce z roku 2014 není v souladu udržení oteplení do hranice 1,5 respektive 2°C. Navíc, realizovaný pokles emisí je o něco výraznější, stále však nepostačuje pro dosažení cílů zakotvených v Pařížské dohodě. Dokument SEK předpokládá víc jak 50% závislost na fosilních palivech ještě v roce 2040, což je také v rozporu s plněním omezením oteplení do 1,5°C, respektive 2°C.

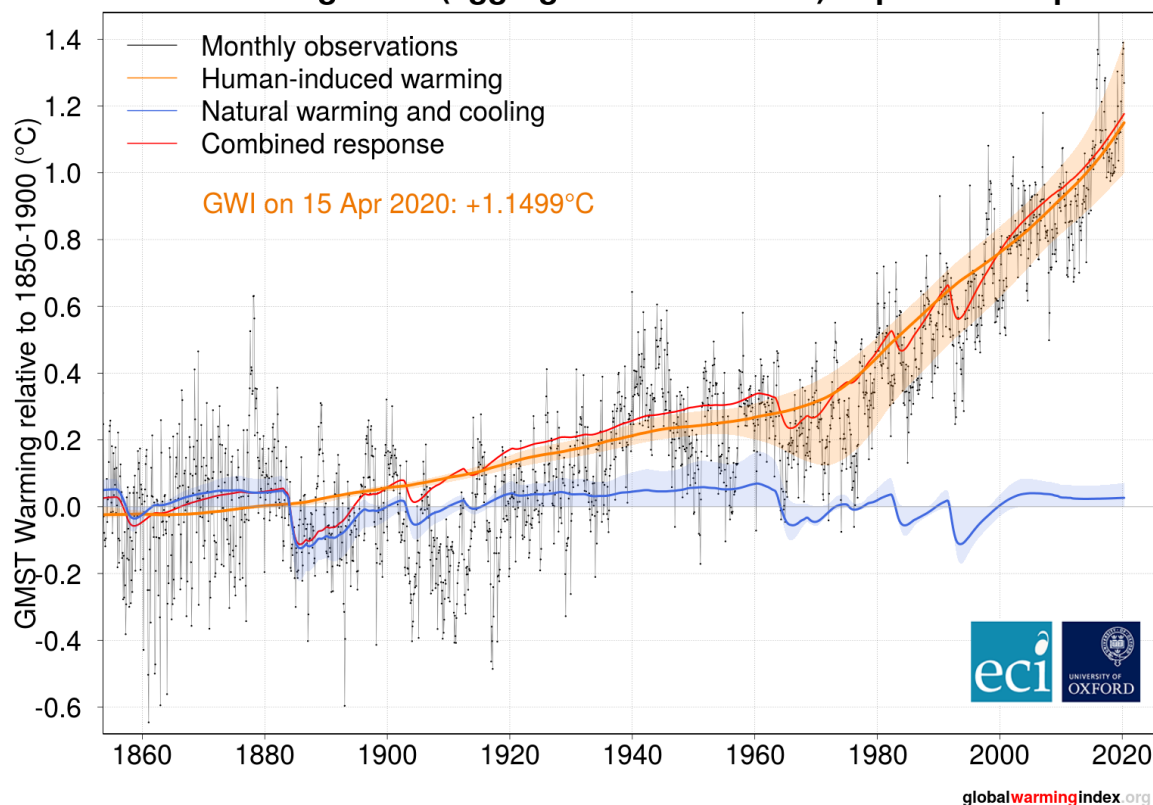


Obr. 4: Vývoj emisí CO₂ ze spalovacích procesů (černá křivka), mitigační scénáře pro 2 °C (šedá) a 1,5 °C (žlutá) a mitigační scénář podle Státní energetické koncepce (SEK, oranžová).

- 8) *Stručně popište příčinnou souvislost mezi globální změnou klimatu, jejími příčinami (včetně podílu ČR) a projevy v ČR. Stručně vysvětlete, jakým způsobem činnosti na území ČR přispívají ke globální změně klimatu.*

Vědecky přijímána a prokázána příčina globální změny klimatu spočívá ve zvyšování obsahu koncentrace skleníkových plynů. Skleníkové plyny (primárně oxid uhličitý, metan, oxid dusný a některé další) zesilují přirozený skleníkový efekt atmosféry a od počátku průmyslové revoluce jejich působením došlo ke zvýšení radiačního působení atmosféry asi o 3 W.m^{-2} (NOAA, 2020). Tato energetická nerovnováha má za následek zvyšování tepelného obsahu oceánů a růst průměrné globální teploty atmosféry. Pokud bychom brali v úvahu pouze přirozené faktory ovlivňující globální teplotu, nemělo by docházet k jejímu růstu. Lze proto konstatovat, že prakticky veškeré (tj. cca 100 %) oteplení pozorované od začátku průmyslové revoluce jde na vrub lidské činnosti (viz Obr 5).

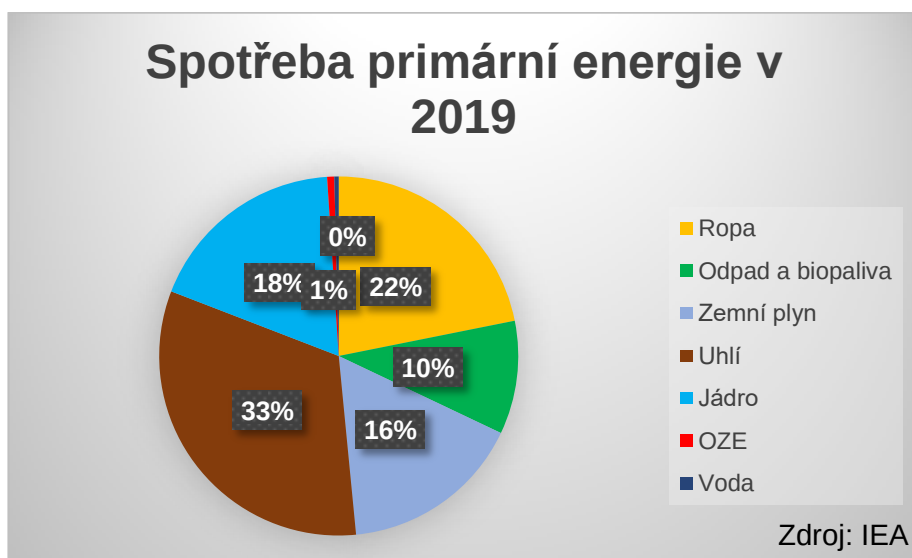
Global Warming Index (aggregate observations) - updated to Apr 2020



Obr. 5: Srovnání vlivu přirozených (modrá čára) a antropogenních (oranžová čára) faktorů na globální teplotu. Pouze započítání lidských faktorů vysvětluje pozorovaný růst globální teploty. (Zdroj: www.globalwarmingindex.org)

Příčinná souvislost mezi vyšší teplotou atmosféry a vybranými projevy extrémního počasí bývá složitější a záleží, které konkrétní události hodnotíme. Nejprůměrnější vztah lze prokázat mezi oteplováním a vyšším počtem extrémně teplých dní a poklesem počtu chladných dní. Také zvýšení frekvence a délky trvání vln veder na našem území lze vysvětlit teplejší atmosférou. Další důsledek související s novými klimatickými podmínkami je v našich podmínkách rostoucí sucho. Důvod spočívá v tom, že rostoucí teplota má za následek vyšší výpar, který ovšem není kompenzován rostoucími srážkami. Protože se průměrná roční teplota od začátku průmyslové revoluce již zvýšila přibližně o 2°C, tak pro zachování stejné vodní bilance by muselo napršet o 200 mm (tj. 200 litrů) srážek na m² více. Průměrné množství srážek (tj. od roku 1961 přibližně 670 mm) se však nemění. Celková bilance vody v krajině tak musí dlouhodobě nutně klesat. Historické prameny dokládají, že ve střední Evropě také dochází k vyššímu výskytu četnosti povodní (Bloschl a kol., 2020), nicméně příčinná souvislost s vyšší teplotou se prokazuje hůře.

Podíl ČR na globálním oteplování je proporční k podílu růstu globální koncentrace skleníkových plynů, tedy v současné době asi 0,25 % (asi 51 miliard tun CO_{2eq} globálně a 128 milionů tun CO_{2eq} v ČR) (FAO, 2020). Podíl na globální populaci však činí pouhých asi 0,137 %, takže přímá zodpovědnost v přepočtu na obyvatele je téměř dvojnásobná oproti průměru světa, což také odpovídá asi 2násobné uhlíkové stopě v propočtu na jednoho obyvatele v ČR ve srovnání s globálním průměrem.



Obr. 6: Zdroje energie pro ČR vyjádřeny v podílu k celkové spotřebě energie (Zdroj: Mezinárodní energetická agentura, 2020)

EMISE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ V ČR PODLE SEKTORŮ DETAILNĚ

Celkové emise ČR za rok 2018



Obr. 7: Podrobné rozdělení zdrojů emisí skleníkových plynů v ČR podle jednotlivých sektorů. (Zdroj: Faktaoklimatu.cz)

Použitá literatura:

Anderson, K., Broderick J. F., Stoddard, I. A factor of two: how the mitigation plans of 'climate progressive' nations fall far short of Paris-compliant pathways. *Climate Policy*. <http://doi.org/10.1080/14693062.2020.1728209>

Blöschl, G., Kiss, A., Viglione, A. *et al.* Current European flood-rich period exceptional compared with past 500 years. *Nature* **583**, 560–566 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2478-3>

ČHMU, 2020. <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-teploty>.

duPont a kol., 2017. *Nature Climate Change*. <https://doi.org/10.1038/nclimate3186>

FAO, 2020. The Contribution of Agriculture to Greenhouse Gas Emissions. <http://www.fao.org/economic/ess/environment/data/emission-shares/en/>

IEA, 2020. Mezinárodní energetická agentura. <https://www.iea.org/countries/czech-republic>

IPCC, 2018. <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/chapter-1/>

Faktaoklimatu.cz

NOAA, 2020. Annual Greenhouse Gas Index. <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi/>

Národní inventarizační správa ČR, 2020. <https://unfccc.int/ghg-inventories-annex-i-parties/2020>

NASA, 2020. <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/>

MacDougall a kol., 2020. *Biogeosciences*. <https://doi.org/10.5194/bg-17-2987-2020>, 2020

Victor a kol., 2017. Prove Paris was more than paper promises. *Nature*.

Raftery a kol., 2017. Less than 2°C by 2100 unlikely. *Nature Climate Change*. <https://doi.org/10.1038/nclimate3352>

Schurer a kol., 2017. *Nature Climate Change*. <https://doi.org/10.1038/nclimate3345>

Státní energetická koncepce, 2014.

<https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/52841/60959/636207/priloha006.pdf>.

WMO, United in Science, 2020. dostupné na: https://public.wmo.int/en/resources/united_in_science