



---

## Klimatická změna 2007: Fyzikální základ

---

### Shrnutí pro veřejné činitele

---

**Příspěvek Pracovní skupiny I ke Čtvrté hodnotící zprávě  
Mezivládního panelu pro změny klimatu**

**Toto Shrnutí pro veřejné činitele bylo formálně schváleno v únoru 2007 v Paříži  
na 10. zasedání pracovní skupiny I IPCC.**

**Poznámka:**

**Zde uvedený text, tabulky a obrázky jsou konečné, mohou ale být předmětem  
redakčních úprav.**

**Opravy provedeny k 5. únoru 2007**

**Neoficiální překlad do českého jazyka (verze z 1.4.2007)**

**Autoři návrhu:**

Richard Alley, Terje Berntsen, Nathaniel L. Bindoff, Zhenlin Chen, Amnat Chidthaisong, Pierre Friedlingstein, Jonathan Gregory, Gabriele Hegerl, Martin Heimann, Bruce Hewitson, Brian Hoskins, Fortunat Joos, Jean Jouzel, Vladimir Kattsov, Ulrike Lohmann, Martin Manning, Taroh Matsuno, Mario Molina, Neville Nicholls, Jonathan Overpeck, Dahe Qin, Graciela Raga, Venkatachalam Ramaswamy, Jiawen Ren, Matilde Rusticucci, Susan Solomon, Richard Somerville, Thomas F. Stocker, Peter Stott, Ronald J. Stouffer, Penny Whetton, Richard A. Wood, David Wratt

**Přispívající autoři:**

Julie Arblaster, Guy Brasseur, Jens Hesselbjerg Christensen, Kenneth Denman, David W. Fahey, Piers Forster, Eystein Jansen, Philip D. Jones, Reto Knutti, Hervé Le Treut, Peter Lemke, Gerald Meehl, Philip Mote, David Randall, Daithí A. Stone, Kevin E. Trenberth, Jürgen Willebrand, Francis Zwiers

**Český překlad:**

Jiří Mikšovský, Jaroslava Kalvová, Petr Pišoft, Jan Hollan

## ÚVOD

Príspevek pracovnej skupiny I ke Čtvrté hodnotící zprávě IPCC popisuje pokrok v porozumění přirozeným a antropogenním příčinám klimatických změn<sup>1</sup>, pozorovaným změnám klimatu, klimatickým procesům a atribucí<sup>1</sup> a odhady budoucích klimatických změn. Využívá dřívějších hodnotících zpráv IPCC a zohledňuje nové poznatky získané během posledních šesti let výzkumu. Vědecký vývoj od Třetí hodnotící zprávy (TAR) vychází z velkého množství nových a úplnějších dat, sofistikovanějších analýz dat, pokroku při porozumění procesům a jejich simulace v modelech a rozsáhlejšího výzkumu rozsahu neurčitostí.

Podklady pro jednotlivé odstavce v tomto Shrnutí pro veřejné činitele lze najít v kapitolách uvedených ve složených závorkách.

## ANTROPOGENNÍ A PŘIROZENÉ PŘÍČINY KLIMATICKÉ ZMĚNY

Změny množství atmosférických skleníkových plynů a aerosolů, slunečního záření a vlastností zemského povrchu mění energetickou bilanci klimatického systému. Tyto změny se vyjadřují pomocí radiačního působení<sup>2</sup>, které se používá ke stanovení toho, do jaké míry se různé přirozené a antropogenní faktory podílejí na oteplování či ochlazování globálního klimatu. Od vydání Třetí hodnotící zprávy (TAR) došlo díky novým pozorováním a s nimi souvisejícímu modelování skleníkových plynů, solární aktivity, vlastností zemského povrchu a některých aspektů aerosolů ke zlepšení kvantitativních odhadů radiačního působení.

**Globální atmosférické koncentrace oxidu uhličitého, metanu a oxidu dusného se v důsledku lidské činnosti od roku 1750 značně zvýšily a nyní výrazně překračují předindustriální hodnoty zjištěné z jader vrtů do ledových příkrovů<sup>ii</sup> zachycujících historii mnoha tisíc let (viz obrázek SPM-1). Globální zvýšení koncentrace oxidu uhličitého je převážně důsledkem využívání fosilních paliv a změn ve využívání krajiny, zatímco u metanu a oxidu dusného jde hlavně o vliv zemědělství. {2.3, 6.4, 7.3}**

- Oxid uhličitý je nejdůležitějším antropogenním skleníkovým plynem (viz obrázek SPM-2). Globální koncentrace oxidu uhličitého se z předindustriální hodnoty cca 280 ppm zvýšila na 379 ppm<sup>3</sup> v roce 2005. Atmosférická koncentrace oxidu uhličitého v roce 2005 dalece překročila přirozené výkyvy za posledních 650 000 let (180 až 300 ppm), stanovené z ledových vrtných jader. Růst průměrných ročních koncentrací oxidu uhličitého byl v posledních deseti letech rychlejší (průměrný nárůst v období 1995 – 2005 byl 1,9 ppm za rok) než růst zaznamenaný od začátku přímých atmosférických měření (průměr za období 1960 – 2005 byl 1,4 ppm za rok), i když míra růstu vykazuje určité meziroční variace. {2.3, 7.3}
- Hlavním důvodem zvýšení atmosférické koncentrace oxidu uhličitého v porovnání s předindustriálním obdobím je využívání fosilních paliv, spolu se změnami ve využití krajiny, které jsou příčinou dalšího významného, ale menšího příspěvku. Roční fosilní emise<sup>4</sup> CO<sub>2</sub> se zvýšily z průměrně 6,4 [6,0 až 6,8]<sup>5</sup> GtC

<sup>1</sup> *Klimatická změna* v dokumentech IPCC znamená jakoukoliv změnu klimatu v průběhu času, ať už v souvislosti s přirozenou variabilitou či jako důsledek lidské činnosti. V Rámcové úmluvě o změně klimatu je tento termín používán v jiném významu, k označení změny klimatu, která souvisí přímo či nepřímo s lidskou činností měnící složení globální atmosféry, a která ve srovnatelném období existuje navíc k přirozené klimatické proměnlivosti.

<sup>2</sup> *Radiační působení* (také účinnost) (v originále *radiative forcing* – pozn. překl.) je měřítkem vlivu, který má určitý faktor na změnu bilance mezi zářením vstupujícím do systému Země-atmosféra a zářením z tohoto systému vystupujícím, a je ukazatelem důležitosti tohoto faktoru coby potenciálního mechanismu klimatické změny. Kladné radiační působení vytváří tendenci k ohřívání povrchu, záporné k jeho ochlazování. V této zprávě jsou hodnoty radiačního působení uváděny pro rok 2005 ve srovnání s předindustriálními podmínkami roku 1750, a jsou vyjádřeny ve wattech na čtvereční metr (W m<sup>-2</sup>). Další podrobnosti viz Slovníček a Oddíl 2.2.

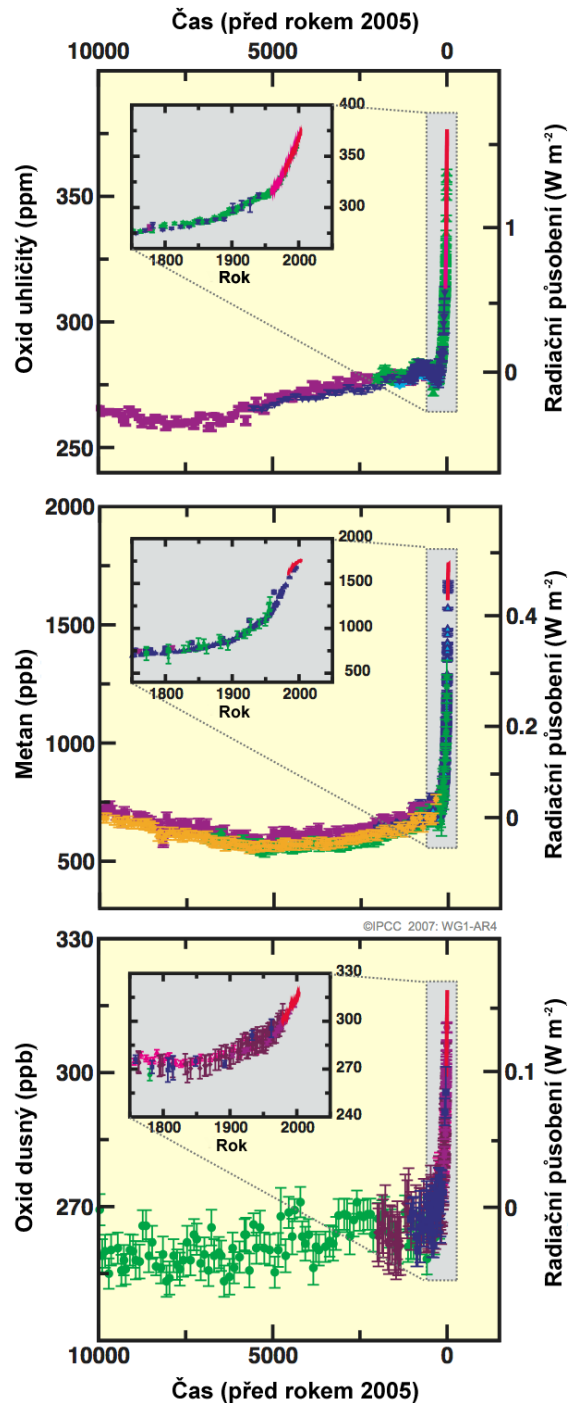
<sup>3</sup> ppm (parts per million) či ppb (parts per billion, 1 billion = 1,000 million) značí poměr mezi počtem molekul skleníkového plynu a počtem molekul suchého vzduchu. Například: 300 ppm znamená 300 molekul skleníkového plynu na milion molekul vzduchu.

<sup>4</sup> Fosilní emise oxidu uhličitého zahrnují jeho produkci z těžby, distribuce a spotřeby fosilních paliv a jako vedlejšího produktu při výrobě cementu. Emise ve výši 1 GtC odpovídají 3,67 GtCO<sub>2</sub>.

<sup>5</sup> Intervaly neurčitosti ve *Shrnutí pro veřejné činitele* obecně označují 90% intervaly neurčitosti, pokud není řečeno jinak. Existuje tedy 5% pravděpodobnost, že hodnota může být vyšší než rozsah uvedený ve hranatých závorkách a 5% pravděpodobnost, že je hodnota menší než tento rozsah. Nejlepší odhad je uváděn, pokud je k dispozici. Intervaly neurčitosti nejsou vždy symetrické okolo hodnoty nejlepšího odhadu. Všimněte si, že řada intervalů neurčitosti v TAR pracovní skupiny I odpovídá 2-sigma (95%), často s využitím expertního posouzení.

(23,5 [22,0 to 25,0] GtCO<sub>2</sub>) za rok v 90. letech na 7,2 [6,9 to 7,5] GtC (26,4 [25,3 to 27,5] GtCO<sub>2</sub>) za rok v období 2000–2005 (data za roky 2004 a 2005 jsou předběžné odhady). Emise oxidu uhličitého spojené se změnou využití krajiny se odhadují na 1,6 [0,5 až 2,7] GtC (5,9 [1,8 až 9,9] GtCO<sub>2</sub>) za rok pro 90. léta 20. století, tyto odhady jsou nicméně zatíženy značnou neurčitostí. {7.3}

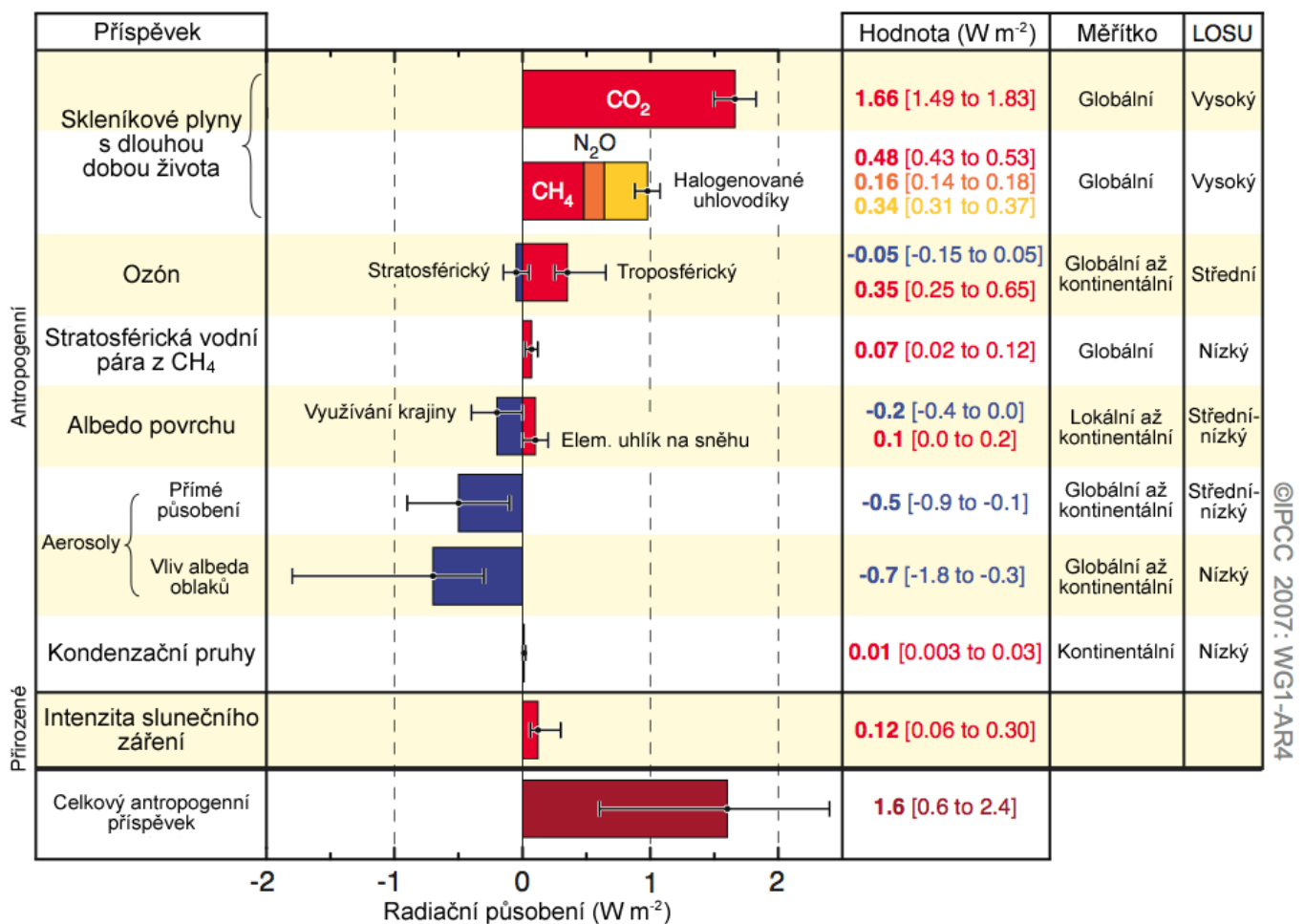
### Změny koncentrace skleníkových plynů odvozené z dat z ledových jader a současných měření



**Obrázek SPM-1.** Atmosférické koncentrace oxidu uhličitého, metanu a oxidu dusného za posledních 10 000 let (velké panely) a od roku 1750 (vnořené panely). Jsou znázorněna měření z ledových vrtných jader (symboly různých barev značí různé studie) a atmosférická měření (červená čára). Odpovídající hodnoty radiačního působení jsou vyneseny na pravé straně velkých panelů.

- Globální atmosférická koncentrace metanu se z předindustriální hodnoty zhruba 715 ppb zvýšila na 1732 ppb začátkem 90. let a v roce 2005 byla 1774 ppb. Atmosférická koncentrace metanu v roce 2005 daleko přesáhla rozsah hodnot za posledních 650 000 let (320 až 790 ppb), zrekonstruovaný z ledových vývrtů. Rychlost nárůstu od počátku 90. let poklesla, což je v souladu s tím, že celkový objem emisí (z antropogenních i přirozených zdrojů) byl v průběhu tohoto období takřka konstantní. Je *velmi pravděpodobné*<sup>6</sup>, že pozorovaný nárůst koncentrací metanu je důsledkem lidské činnosti, převážně zemědělství a využívání fosilních paliv, ale relativní příspěvky různých typů zdrojů nejsou dobře určeny. {2.3, 7.4}
- Globální koncentrace oxidu dusného vzrostla z předindustriální hodnoty cca 270 ppb na 319 ppb v roce 2005. Rychlost růstu byla od roku 1980 přibližně konstantní. Více než třetina všech emisí oxidu dusného je antropogenního původu, převážně důsledkem zemědělství. {2.3,7.4}

## Příspěvky k radiačnímu působení



**Obrázek SPM-2.** Globální průměr odhadů radiačního působení (Radiative Forcing – RF) a rozsahy neurčitostí v roce 2005 pro antropogenní oxid uhličitý ( $CO_2$ ), metan ( $CH_4$ ), oxid dusný ( $N_2O$ ) a další důležité činitele a mechanismy, doplněný typickým geografickým rozsahem (prostorovým měřítkem) působení a odhadovaným stupněm vědeckého porozumění (LOSU). Zobrazena je též výsledná bilance antropogenního radiačního působení a její neurčitost. Ta vyžaduje sčítání asymetrických odhadů neurčitosti jednotlivých příspěvků, což nelze provést prostou sumací. U dalších (zde nezobrazených) příspěvků je předpokládán stupeň vědeckého porozumění velmi malý. Sopečné aerosoly k přirozenému radiačnímu působení přispívají, v obrázku ale nejsou kvůli své epizodické povaze zahrnuty. Rozsah u kondenzačních pruhů nezahrnuje další možné vlivy letectví na oblačnost. {2.9, Obrázek 2.20}

<sup>6</sup> V tomto Shrnutí pro veřejné činitele byly použity následující termíny založené na expertních odhadech, vyjadřující pravděpodobnost výstupu nebo výsledku: *Prakticky jistý* > 99% pravděpodobnost výskytu, *Extremně pravděpodobný* > 95%, *Velmi pravděpodobný* > 90%, *Pravděpodobný* > 66%, *Spíše pravděpodobný* > 50%, *Nepravděpodobný* < 33%, *Velmi nepravděpodobný* < 10%, *Extremně nepravděpodobný* < 5% (bližší podrobnosti viz Box TS 1.1)

**Od vydání Třetí hodnotící zprávy (TAR) bylo dosaženo lepšího pochopení vlivů lidské činnosti přispívajících k oteplení či ochlazení klimatu. Lze s velmi vysokou jistotou<sup>7</sup> říct, že globálně průměrovaný výsledný efekt lidské činnosti způsobil v porovnání s rokem 1750 oteplení, s radiačním působením rovným +1,6 [+0,6 až +2.4] W m<sup>-2</sup>. (viz Obrázek SPM-2). {2.3, 6.5, 2.9}**

- Kombinované radiační působení dané zvýšením koncentrací oxidu uhličitého, metanu a oxidu dusného je +2,30 [+2.07 to +2.53] W m<sup>-2</sup>, a rychlost jeho nárůstu během průmyslové éry je *velmi pravděpodobně* nejvyšší za více než 10 000 let (viz Obrázky SPM-1 a SPM-2). Radiační působení oxidu uhličitého se mezi lety 1995 a 2005 zvýšilo o 20 %, což je největší desetiletá změna za posledních minimálně 200 let. {2.3, 6.4}
- Antropogenní aerosolové příspěvky (především sírany, organický uhlík, elementární uhlík<sup>iii</sup>, dusičnany a prach) společně působí ochlazení, s celkovým přímým radiačním působením rovným -0,5 [-0,9 až -0,1] W m<sup>-2</sup> a nepřímým působením prostřednictvím albeda oblaků -0,7 [-1,8 až -0,3] W m<sup>-2</sup>. Tato radiační působení jsou nyní lépe prozkoumána než v době TAR, díky zlepšeným měřením in situ, družicovým a pozemním měřením a komplexnějšímu modelování, zůstávají ale dominantní neurčitostí v radiačním působení. Aerosoly též ovlivňují délku existence oblaků a atmosférické srážky. {2.4, 2.9, 7.5}
- Významné antropogenní příspěvky k radiačnímu působení pocházejí i z dalších zdrojů. Změny troposférického ozónu v důsledku emisí chemických látek vytvářejících ozón (oxidy dusíku, oxid uhelnatý, uhlovodíky) přispívají +0,35 [+0,25 to +0,65] W m<sup>-2</sup>. Přímé radiační působení vlivem změn v koncentracích halogenovaných uhlovodíků<sup>8</sup> je +0,34 [+0,31 to +0,37] W m<sup>-2</sup>. Změny albeda zemského povrchu způsobené změnami jeho pokryvu a ukládáním částic sazí na povrch sněhu jsou odpovědné za radiační působení ve výši -0,2 [-0,4 to 0,0] a +0,1 [0,0 to +0,2] W m<sup>-2</sup>. Další vlivy o velikosti menší než ±0,1 W m<sup>-2</sup> lze najít na Obrázku SPM-2. {2.3, 2.5, 7.2}
- Odhadované radiační působení zapříčiněné změnou intenzity slunečního záření od roku 1750 činí +0,12 [+0,06 až +0,30] W m<sup>-2</sup>, což je méně než polovina odhadu uvedeného v TAR. {2.7}

## PŘÍMÁ POZOROVÁNÍ NEDÁVNÝCH KLIMATICKÝCH ZMĚN

Od vydání TAR bylo díky zlepšení a prodloužení celé řady datových souborů a analýzám dat, lepšímu geografickému pokrytí, lepšímu pochopení neurčitostí a širšímu spektru měření dosaženo lepšího pochopení toho, jak se klima mění v prostoru a v čase. Stále úplnější pozorování jsou od šedesátých let dostupná pro ledovce a sněhovou pokrývku, a přibližně od minulého desetiletí též pro výšku mořské hladiny a ledové štíty. Pro některé oblasti je nicméně dostupnost dat stále omezená.

**Jak je v současnosti zřejmé z pozorovaného nárůstu globálních teplot vzduchu a oceánu, rozsáhlého tání sněhu a ledu a zvýšení globálního průměru výšky mořské hladiny, klimatický systém se nepochybně otepluje (viz Obrázek SPM-3). {3.2, 4.2, 5.5}**

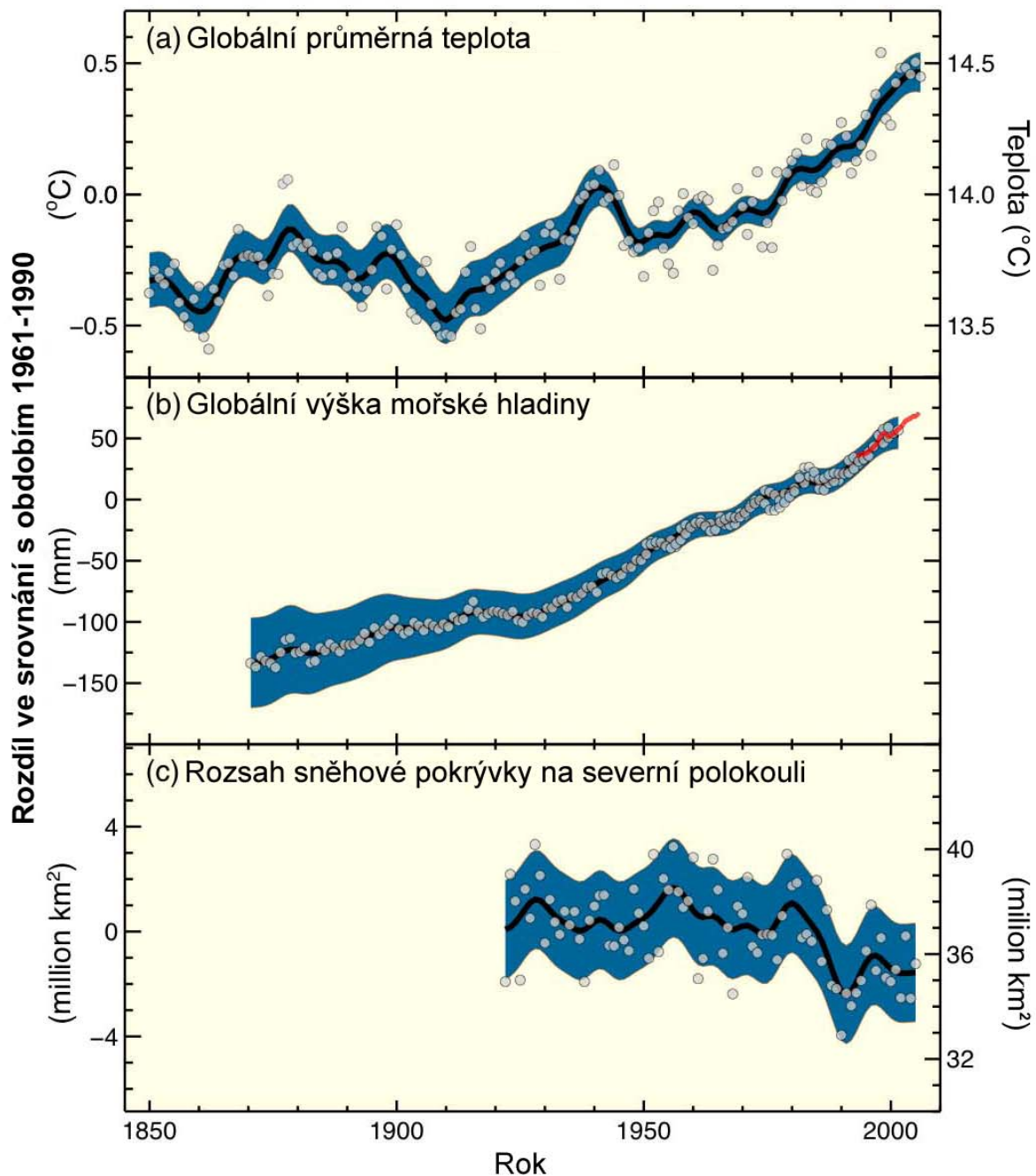
- Jedenáct z posledních dvanácti let (1995–2006) se řadí mezi 12 nejteplejších let za dobu přístrojových pozorování globální teploty vzduchu při zemském povrchu<sup>9</sup> (od roku 1850). Aktualizovaný stoletý lineární trend (1906–2005) o velikosti 0,74 [0,56 až 0,92] °C je tak větší než odpovídající trend uvedený v TAR pro období 1901–2000 o velikosti 0,6 [0,4 až 0,8] °C. Lineární trend růstu teplot za posledních 50 let (0,13 [0,10 až 0,16] °C za deset let) je téměř dvojnásobný ve srovnání s trendem za posledních sto let. Celkové zvýšení teploty mezi obdobími 1850–1899 a 2001–2005 je 0,76 [0,57 až 0,95] °C. Městské tepelné ostrovy existují, působí ale jen lokálně, a mají zanedbatelný vliv (méně než 0,006 °C za deset let nad pevninou a nula nad oceánem) na výše uvedené hodnoty. {3.2}

<sup>7</sup> V tomto Shrnutí pro veřejné činitele jsou k vyjádření expertního zhodnocení správnosti výchozích vědeckých informací používány následující stupně jistoty: *Velmi vysoká míra jistoty* znamená, že existuje šance alespoň 9 z 10, že je informace správná; *vysoká míra jistoty* znamená šanci přibližně 8 z 10.

<sup>8</sup> Radiační působení halogenovaných uhlovodíků bylo nedávno podrobně vyhodnoceno ve Zvláštní zprávě o ochraně ozónové vrstvy a globálního klimatického systému IPCC (2005).

<sup>9</sup> Průměr teploty vzduchu nad povrchem pevnin a teploty povrchu moří.

### Změny teploty, výšky mořské hladiny a rozsahu sněhové pokrývky na severní polokouli



**Obrázek SPM-3.** Pozorované změny (a) globální průměrné teploty vzduchu při zemském povrchu; (b) globálního průměrného zvýšení mořské hladiny na základě přímých přístrojových měření výšky hladiny (modrá) a družicových měření (červená) a (c) rozsahu sněhové pokrývky na severní polokouli v období březen-duben. Všechny změny jsou udávány jako odchylky od průměru za období 1961–1990. Shlazené křivky představují desetileté průměrné hodnoty zatímco kroužky znázorňují roční hodnoty. Vyplněné oblasti představují intervaly neurčitosti odhadnuté pomocí rozsáhlé analýzy známých neurčitostí (a a b) a z časových řad (c). {FAQ 3.1, Obrázek 1, Obrázek 4.2, Obrázek 5.13}

- Nové analýzy sondážních a družicových měření teplot ve spodní a střední troposféře ukazují míru oteplování podobnou míře pozorované v záznamech teplot vzduchu při zemském povrchu, a v rámci příslušných neurčitostí jsou vzájemně konzistentní, čímž se z valné části zahazuje nesrovnalost zmíněná v TAR. {3.2, 3.4}

- Průměrný obsah vodní páry v atmosféře se přinejmenším od osmdesátých let dvacátého století zvyšoval nad pevninou i oceánem, stejně jako ve vyšší troposféře. Tento nárůst je v zásadě v souladu s růstem množství vodní páry, kterou dokáže udržet teplejší vzduch. {3.4}
- Pozorování provedená od roku 1961 ukazují, že se průměrná teplota globálního oceánu zvýšila do hloubky minimálně 3000 m a že oceán absorboval více než 80 % tepla dodaného do klimatického systému. Toto ohřívání působí zvětšení objemu mořské vody, což přispívá ke zvyšování výšky mořské hladiny (Tabulka SPM-1). {5.2, 5.5}

**Tabulka SPM-1.** Pozorovaná míra zvyšování mořské hladiny a odhady příspěvků z různých zdrojů {5.5, Tabulka 5.3}

Příčina vzestupu hladiny	Rychlost vzestupu hladiny (mm za rok)	
	1961 – 2003	1993 – 2003
Teplotní roztažnost	0,42 ± 0,12	1,6 ± 0,5
Ledovce a ledové čepice	0,50 ± 0,18	0,77 ± 0,22
Grónský ledový štít	0,05 ± 0,12	0,21 ± 0,07
Antarktický ledový štít	0,14 ± 0,41	0,21 ± 0,35
Suma jednotlivých příspěvků	1,1 ± 0,5	2,8 ± 0,7
Pozorovaný celkový vzestup	1,8 ± 0,5 <sup>a</sup>	3,1 ± 0,7 <sup>a</sup>
Rozdíl (pozorované minus suma odhadovaných klimatických příspěvků)	0,7 ± 0,7	0,3 ± 1,0

Poznámka:

<sup>a</sup> Data předcházející roku 1993 pocházejí z přímých přístrojových měření výšky mořské hladiny, po roce 1993 ze satelitní altimetrie

- Horské ledovce a sněhová pokrývka se na obou polokoulích v průměru zmenšily. Rozsáhlý ústup ledovců a ledových čepic přispěl ke zvýšení hladiny moří (ledové čepice nezahrnují příspěvky od ledových příkrovů Grónska a Antarktidy). (viz Tabulka SPM-1) {4.6, 4.7, 4.8, 5.5}
- Nová data získaná od vydání TAR ukazují, že zmenšení ledových štítů Grónska a Antarktidy *velmi pravděpodobně* přispělo ke zvýšení mořské hladiny mezi roky 1993 až 2003 (Tabulka SPM-1). Zvýšila se rychlost tečení některých ledovců v okrajových oblastech Grónska a Antarktidy, odčerpávajících led z nitra ledovcových štítů. Odpovídající nárůst ztrát masy ledu často následoval po ztenčení, zmenšení či vymizení ledových šelfů či vymizení plovoucích ledovcových jazyků. Takováto dynamická ztráta ledu dostačuje k vysvětlení většiny čistého úbytku ledu v Antarktidě a zhruba poloviny úbytku v Grónsku. Ke zbylému úbytku ledu v Grónsku došlo z toho důvodu, že ztráty v důsledku tání převýšily přírůstek daný akumulací sněhových srážek. {4.6, 4.8, 5.5}
- Globální průměrná výška mořské hladiny rostla v letech 1961 – 2003 rychlostí 1,8 [1,3 až 2,3] mm za rok. V období 1993 až 2003 byla rychlost vzestupu vyšší, zhruba 3,1 [2,4 až 3,8] mm za rok. Zda rychlejší růst v období 1993 až 2003 odráží mezidekadovou variabilitu či dlouhodobější trend není jisté. Lze s *vysokou mírou jistoty* říct, že se rychlost vzestupu mořské hladiny mezi 19. a 20. stoletím zvýšila. Celkové zvýšení za 20. století je odhadováno na 0,17 [0,12 až 0,22] m. {5.5}
- Pro období 1993 – 2003 je suma klimatických příspěvků v rámci neurčitostí konzistentní s celkovým přímo pozorovaným vzestupem hladiny moří (viz Tabulka SPM-1). Tyto odhady jsou založené na zlepšených satelitních a in-situ měřeních, která jsou nyní k dispozici. Pro období 1961 – 2003 je odhadovaná suma klimatických příspěvků menší než pozorovaný vzestup mořské hladiny. TAR uváděl stejnou diskrepanci pro období 1910 – 1990. {5.5}

**V měřítku kontinentů, regionů a oceánských pánví byla pozorována řada dlouhodobých klimatických změn. Ty zahrnují změny arktických teplot a ledu, obecně rozšířené změny srážkových úhrnů, slanosti oceánů, pole větru a různých aspektů extrémního počasí včetně such, silných srážek, horkých vln a intenzity tropických cyklón<sup>10</sup>. {3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 5.2}**

- Průměrné teploty v Arktidě se za posledních 100 let zvyšovaly ve srovnání s globálním průměrem takřka dvojnásobnou rychlostí. Arktické teploty vykazují vysokou mezidekadovou variabilitu a teplé období bylo pozorováno též v letech 1925 – 1945. {3.2}
- Družicová data od roku 1978 ukazují, že se průměrná roční rozlehlost mořského ledu v Arktidě zmenšovala o 2,7 [2,1 až 3,3] % za desetiletí, přičemž v létě byly poklesy větší, o velikosti 7,4 [5,0 až 9,8] % za desetiletí. Tyto hodnoty jsou v souladu s hodnotami uvedenými v TAR. {4.4}
- Teploty povrchu věčně zmrzlé půdy se v Arktidě od osmdesátých let 20. století obecně zvýšily (až o 3 °C). Maximální plocha sezónně zmrzlé půdy se na severní polokouli od roku 1900 zmenšila o asi 7 %, na jaře došlo ke snížení až o 15 %. {4.7}
- V mnoha velkých oblastech<sup>11</sup> byly za období 1900 – 2005 pozorovány dlouhodobé trendy srážkových úhrnů. Významné zvýšení srážek bylo zaznamenáno ve východních částech Severní i Jižní Ameriky, severní Evropy a severní a centrální Asie. Pokles srážek byl pozorován v Sahelu, Středomoří, jižní Africe a částech jižní Asie. Srážky jsou velmi proměnlivé v prostoru i v čase, a v některých oblastech je množství dat omezené. V dalších velkých oblastech nebyly dlouhodobé trendy zaznamenány<sup>11</sup>. {3.3., 3.9}
- Snížení slanosti vody ve středních a vyšších šířkách spolu se zvýšením slanosti vody v nízkých zeměpisných šířkách ukazuje na změny srážek a výparu nad oceány. {5.2}
- Od šedesátých let 20. století došlo na obou polokoulích k zesílení západních větrů ve středních zeměpisných šířkách. {3.5}
- Od sedmdesátých let 20. století byla ve stále větších oblastech pozorována intenzivnější a delší sucha, zvláště v tropech a subtropích. Silnější vysychání způsobené vyššími teplotami a snížením srážek přispělo ke změnám ve výskytu such. Změny teploty povrchu moří (Sea Surface Temperature – SST), pole větru, snížení rozsahu sněhové pokrývky a zmenšení tloušťky sněhu mají s výskytem such též spojitost. {3.3.}
- Četnost případů se silnými srážkami se nad většinou pevniny zvýšila, což je v souladu s růstem teploty a pozorovaným zvýšením obsahu vodní páry v atmosféře. {3.8, 3.9}
- Obecně rozšířené změny byly za posledních 50 let pozorovány u extrémních teplot. Výskyt studených dnů, studených nocí a mrazů se stal méně běžným, zatímco horkých dnů, nocí a horkých vln přibývalo. {3.8}
- Z pozorování je patrný nárůst intenzivní tropické cyklonální aktivity v severním Atlantiku přibližně od roku 1970, korelovaný se zvyšováním povrchových teplot tropických moří. Existují také náznaky zvýšené aktivity tropických cyklon v jiných oblastech, kde jsou nicméně větší pochyby o kvalitě dat. Variabilita výskytu tropických cyklon v časovém měřítku mnoha desetiletí a kvalita záznamů tropických cyklon v období předcházejícím rutinním satelitním pozorováním zhruba od roku 1970 komplikují detekci dlouhodobých trendů aktivity tropických cyklón. V ročním počtu tropických cyklon neexistuje jednoznačný trend. {3.8}

<sup>10</sup> Tropické cyklony zahrnují hurikány a tajfuny

<sup>11</sup> Zkoumanými oblastmi se myslí oblasti uvažované v kapitole věnované regionálním předpovědím v TAR a v kapitole 11 této Zprávy.



**Tabulka SPM-2** Současné trendy, posouzení lidského vlivu na tyto trendy a projekce jevů spojených s extrémním počasím, pro které byl koncem 20. století pozorován trend. {Tabulky 3.7, 3.8, 9.4, Oddíly 3.8, 5.5, 9.7, 11.2-11.9}

Jev <sup>a</sup> a směr (znaménko) trendu	Pravděpodobnost, že se trend vyskytoval koncem 20. století (typicky po roce 1960)	Pravděpodobnost lidského příspěvku k pozorovanému trendu <sup>b</sup>	Pravděpodobnost budoucích trendů, založená na projekcích pro 21. století za pomoci scénářů SRES
Teplejší a méně časté studené dny a noci ve většině pevninských oblastí	<i>Velmi pravděpodobné<sup>c</sup></i>	<i>Pravděpodobné<sup>d</sup></i>	<i>Prakticky jisté<sup>d</sup></i>
Teplejší a častější horké dny a noci ve většině pevninských oblastí	<i>Velmi pravděpodobné<sup>d</sup></i>	<i>Pravděpodobné (noci)<sup>d</sup></i>	<i>Prakticky jisté<sup>d</sup></i>
Teplé periody / horké vlny Zvýšení četnosti ve většině pevninských oblastí	<i>Pravděpodobné</i>	<i>Spíše pravděpodobné<sup>f</sup></i>	<i>Velmi pravděpodobné</i>
Epizody se silnými srážkami. Zvýšení četnosti (či podílu silného deště na celkových srážkách) ve většině oblastí	<i>Pravděpodobné</i>	<i>Spíše pravděpodobné<sup>f</sup></i>	<i>Velmi pravděpodobné</i>
Zvětšení plochy zasažené suchem	<i>Pravděpodobné v mnoha oblastech od roku 1970</i>	<i>Spíše pravděpodobné</i>	<i>Pravděpodobné</i>
Nárůst intenzivní tropické cyklonální aktivity	<i>Pravděpodobné v některých oblastech od roku 1970</i>	<i>Spíše pravděpodobné<sup>f</sup></i>	<i>Pravděpodobné</i>
Zvýšený výskyt extrémně vysoké hladiny moře (mimo tsunami) <sup>g</sup>	<i>Pravděpodobné</i>	<i>Spíše pravděpodobné<sup>f,h</sup></i>	<i>Pravděpodobné<sup>i</sup></i>

Poznámky k tabulce:

- Další podrobnosti stran definic viz Tabulka 3.7
- Viz Tabulka TS-4, Box TS-3.4 a Tabulka 9.4
- Snížená četnost výskytu chladných dnů a nocí (nejchladnějších 10%)
- Zvýšení teploty nejextrémnějších dnů a nocí v každém roce
- Zvýšená četnost výskytu horkých dnů a nocí (nejteplejších 10%)
- Síla antropogenního příspěvku nebyla posuzována. Atribuce těchto jevů je založena na expertním posouzení spíše než na formálních atribučních studiích.
- Extrémně vysoká výška hladiny moře je podmíněna průměrnou výškou mořské hladiny a lokálními povětrnostními situacemi. Zde je definována jako nejvyšší 1 % hodinových hodnot výšky hladiny pozorovaných na stanici pro dané referenční období.
- Změny pozorovaných extrémně vysokých výšek hladiny těsně kopírují změny střední výšky mořské hladiny {5.5, 2.6}. Je *velmi pravděpodobné*, že lidská činnost přispívá k vzestupu střední výšky mořské hladiny.
- U všech scénářů je předpokládána globální průměrná výška hladiny v roce 2100 vyšší než pro referenční období {10.6}. Vliv změn lokálních povětrnostních situací na extrémy výšky mořské hladiny nebyl zkoumán.

### U některých aspektů klimatu nebyla změna pozorována {3.2, 3.8, 4.4, 5.3}

- V TAR byl uváděn pokles denní teplotní amplitudy (DTR), ale v té době dostupná data pokrývala jen období 1950 – 1993. Aktualizovaná pozorování ukázala, že se DTR v období 1979 – 2004 neměnila, neboť se denní i noční teploty zvyšovaly přibližně stejně rychle. Trendy se velmi liší od oblasti k oblasti. {3.2}
- Rozsah mořského ledu v Antarktidě stále vykazuje meziroční variabilitu a lokální změny, ale žádné statisticky významné průměrné trendy, což je v souladu s nepřítomností oteplování, které by se odráželo v teplotách vzduchu průměrovaných přes danou oblast. {3.2, 4.4}

- Neexistuje dostatek důkazů k posouzení, zda existují trendy v termohalinní cirkulaci globálního oceánu či u jevů malých měřítek jako jsou tornáda, kroupy, blesky a prachové bouře. {3.8, 5.3}

## PALEOKLIMATOLOGICKÝ POHLED

Paleoklimatologické studie využívají změn klimatologicky citlivých indikátorů k vyvozování informací o minulých změnách globálního klimatu v časových měřítcích desítek až milionů let. Tato proxy data (např. šířka letokruhů) mohou být ovlivněna lokálními teplotami či dalšími faktory jako jsou srážky, a často charakterizují konkrétní roční období spíše než celý rok. Studie vzniklé od doby vydání TAR dávají vyšší jistotu na základě nových dat vykazujících koherentní chování napříč různorodými indikátory z různých částí světa. Nicméně, čím dále do minulosti jdeme, tím více neurčitosti většinou narůstají, díky stále omezenějšímu územnímu pokrytí.

**Paleoklimatologické informace podporují výklad, že vysoká teplota posledního půl století je v rámci minulých minimálně 1300 let neobvyklá. V posledním období, kdy byly polární oblasti po delší dobu výrazně teplejší než v současnosti (před zhruba 125 000 lety), vedlo zmenšení objemu polárního ledu ke zvednutí hladiny moře o 4 až 6 metrů. {6.4, 6.6}**

- Průměrné teploty severní polokoule byly v druhé polovině 20. století *velmi pravděpodobně* vyšší než v jakékoliv jiné padesátileté periodě za posledních 500 let a *pravděpodobně* nejvyšší za nejméně posledních 1300 let. Některé nedávné studie naznačují vyšší variabilitu teplot severní polokoule, než jaká je uváděna v TAR, zejména díky nalezení chladnějších období, která se vyskytovala ve 12. až 14. století a v 17. a 19. století. Teplejší období předcházející 20. století nejdou za rámec rozsahu neurčitostí uvedeného v TAR. {6.6}
- Globální průměrná výška hladiny oceánu byla v poslední meziledové době (před zhruba 125 000 lety) *pravděpodobně* o 4 až 6 m vyšší než ve 20. století, především v důsledku ústupu polárního ledu. Data z ledových vývrtů naznačují, že průměrné polární teploty byly v té době o 3 až 5 °C vyšší než v současnosti, vlivem odlišných parametrů oběžné dráhy Země-Slunce. Grónský ledový štít a další arktická ledová pole pravděpodobně ke zjištěnému vzestupu hladiny moře nepřispěly více než čtyřmi metry. Mohl se vyskytnout též příspěvek z Antarktidy. {6.4}

## POCHOPENÍ KLIMATICKÉ ZMĚNY A JEJÍ PŘISOUZENÍ PŘÍČINÁM

Toto hodnocení bere v úvahu delší a lepší záznamy, širší škálu měření a zlepšené simulace mnoha aspektů klimatu a jeho variability založené na studiích publikovaných od vydání TAR. Rovněž bere v potaz výsledky nových studií věnovaných příspěvkům ke klimatické změně, které hodnotily, zda jsou pozorované změny kvantitativně konzistentní s očekávanou odezvou na vnější působení a nekonzistentní s alternativními fyzikálně přijatelnými zdůvodněními.

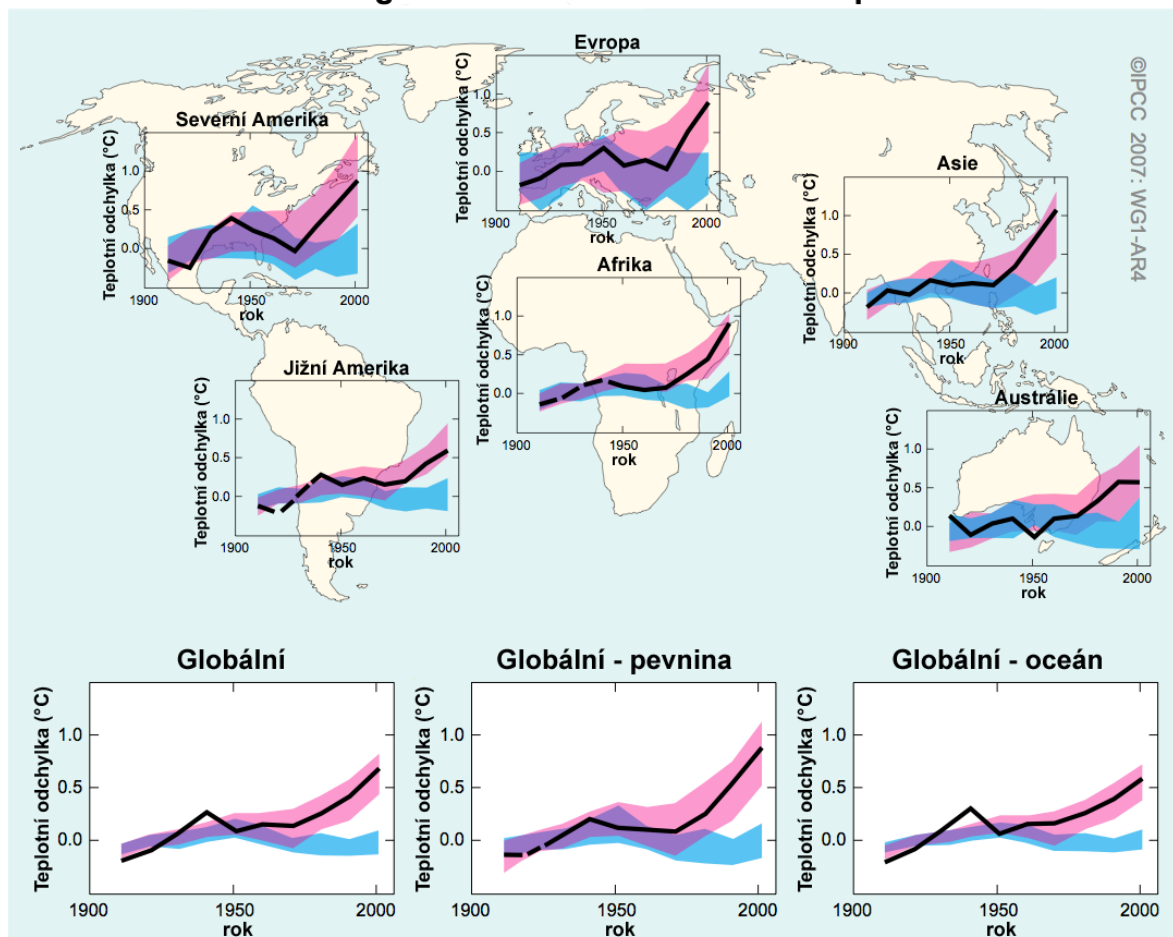
**Většina pozorovaného zvýšení globálních průměrných teplot od poloviny 20. století je *velmi pravděpodobně* důsledkem pozorovaného nárůstu koncentrací antropogenních skleníkových plynů<sup>12</sup>. To je pokrok oproti závěru TAR že „většina pozorovaného zvýšení teplot za posledních 50 let je *pravděpodobně* důsledkem zvýšení koncentrací skleníkových plynů“. Lidské vlivy jsou nyní rozpoznatelné i u dalších aspektů klimatu, včetně ohřevu oceánu, průměrných teplot nad kontinenty, teplotních extrémů a pole větru (viz Obrázek SPM-4 a Tabulka SPM-2). {9.4, 9.5}**

- Je *pravděpodobné*, že samotný nárůst koncentrací skleníkových plynů by způsobil větší oteplování, než je pozorované, protože vulkanické a antropogenní aerosoly kompenzovaly určitou část oteplování, která by jinak nastala. {2.9, 7.5, 9.4}
- Pozorované rozsáhlé oteplování atmosféry a oceánu spolu se snížením množství ledu podporují závěr, že je *extrémně nepravděpodobné*, že globální klimatická změna za posledních padesát let může být vysvětlena bez vnějšího působení, a je *velmi pravděpodobné*, že není působena jen samotnými známými přirozenými příčinami. {4.8, 5.2, 9.4, 9.5, 9.7}

<sup>12</sup> Úvaha o zbývajících neurčitostech je založena na současně používaných metodách.

- Ohřev klimatického systému byl detekován ve změnách teplot zemského povrchu i atmosféry, teplot svrchních několika set metrů oceánu a v příspěvcích k vzestupu mořské hladiny. Studie zabývající se přisouzením příčin pozorovaným změnám prokázaly antropogenní podíl u všech těchto změn. Pozorovaný charakter oteplování troposféry a ochlazování stratosféry je *velmi pravděpodobně* důsledkem kombinovaného vlivu růstu koncentrací skleníkových plynů a úbytku stratosférického ozónu. {3.2, 3.4, 9.4, 9.5}
- Je *pravděpodobné*, že významné antropogenní oteplování nastalo za posledních 50 let v průměru nad každým kontinentem, s výjimkou Antarktidy (viz Obrázek SPM-4). Pozorované rozložení růstu teplot, včetně většího oteplení nad pevninou než nad oceánem, a jejich vývoj v čase, je simulováno pouze modely zahrnujícími antropogenní vlivy. Schopnost spřažených klimatických modelů<sup>iv</sup> simulovat pozorovaný vývoj na každém ze šesti kontinentů poskytuje silnější důkaz lidského vlivu na klima než byl k dispozici v TAR. {3.2, 9.4}

### Změna globálních a kontinentálních teplot



**Obrázek SPM-4.** Srovnání pozorovaných změn teplot vzduchu při zemském povrchu v kontinentálních a globálních měřících s výsledky modelových simulací, které berou v úvahu přirozené a antropogenní vlivy. Desetileté průměry pozorování jsou znázorněny pro období 1906 – 2005 (černá čára). Jsou vyneseny proti středu desetiletí jako odchylky od příslušného průměru za období 1901-1950. Pokud bylo prostorové pokrytí údaji menší než 50 %, jsou použity přerušované čáry. Modře vyplněné oblasti znázorňují 5-95% meze pro 19 simulací z 5 klimatických modelů při použití pouze přirozeného působení daného slunečního a vulkanického aktivitou. Červeně vyplněné oblasti znázorňují 5-95% meze pro 58 simulací ze 14 modelů při použití jak přirozených, tak antropogenních faktorů. {FAQ 9.2, Obrázek 1}

- Na menších prostorových měřítkách problémy se spolehlivými simulacemi pozorovaných teplotních změn a jejich atribucí přetrvávají. V těchto měřítkách je přirozená variabilita relativně větší, což ztěžuje rozlišení změn očekávaných vlivem vnějších působení. Na malých prostorových měřítkách také ztěžují odhad příspěvku růstu skleníkových plynů k pozorovaným změnám teploty neurčitosti v lokálních faktorech působících na klima a zpětných vazbách. {8.3, 9.4}
- *Je pravděpodobné*, že antropogenní vlivy přispěly ke změnám v poli větru<sup>13</sup>, což ovlivnilo dráhy mimotropických tlakových níží a rozložení teploty na obou polokoulích. Pozorované změny cirkulace na severní polokouli jsou nicméně větší než ty, které jsou simulovány jako odezva na změnu působení přirozených a antropogenních faktorů ve 20. století. {3.5, 3.6, 9.5, 10.3}
- Teploty nejextrémnějších horkých nocí, chladných nocí a chladných dnů se vlivem antropogenního působení *pravděpodobně* zvýšily. *Je spíše pravděpodobné*, že antropogenní vliv zvýšil riziko horkých vln (viz Tabulka SPM-2). {9.4}

**Informace získané analýzou klimatických modelů spolu s informacemi z pozorování nyní poprvé umožňují stanovit *pravděpodobný* interval citlivosti klimatu a přináší zvýšenou jistotu pochopení odezvy klimatického systému na radiační působení. {6.6, 8.6, 9.6, Box 10.2}**

- Rovnovážná citlivost klimatu je mírou odezvy klimatického systému na trvalé radiační působení (radiative forcing). Nejde o projekci, ale je definována jako zvýšení průměrné globální teploty vzduchu při zemském povrchu následující po zdvojnásobení koncentrace oxidu uhličitého. Její hodnota se *pravděpodobně* nachází v intervalu 2 až 4,5 °C, přičemž nejlepší odhad je zhruba 3 °C, a je *velmi nepravděpodobné*, že by byla menší než 1,5 °C. Nelze vyloučit hodnoty podstatně větší než 4,5 °C, ale shoda modelů s pozorováními není pro tyto hodnoty tak dobrá. Změny množství vodní páry představují nejvýznamnější zpětnou vazbu ovlivňující citlivost klimatu a jsou v současné době pochopeny lépe než v TAR. Největším zdrojem neurčitosti zůstávají zpětné vazby spojené s oblačností. {8.6, 9.6, Box 10.2}
- Je *velmi nepravděpodobné*, že by změny klimatu za posledních nejméně sedm století před rokem 1950 byly důsledkem variability mající původ pouze v samotném klimatickém systému. Významnou část rekonstruované mezidekádní proměnlivosti teplot na severní polokouli lze během těchto století *velmi pravděpodobně* připisat sopečné činnosti a změnám intenzity slunečního záření, a je *pravděpodobné*, že antropogenní působení přispělo k oteplování na začátku 20. století, zřejmému z těchto záznamů. {2.7, 2.8, 6.6, 9.3}

## PROJEKCE BUDOUČÍCH ZMĚN KLIMATU

Hlavní pokrok tohoto posouzení projekcí klimatických změn ve srovnání s TAR spočívá ve velkém množství simulací dostupných ze širší škály modelů. Za současného využití dodatečných informací z pozorování poskytují tyto simulace kvantitativní základ pro pravděpodobnostní odhady mnoha aspektů budoucí klimatické změny. Modelové simulace pokrývají řadu možných budoucností včetně idealizovaných předpokladů o emisích či koncentracích. Zahrnují ilustrativní představitele scénářů SRES<sup>14</sup> pro období 2000 – 2100 a modelové experimenty s koncentracemi skleníkových plynů a aerosolů udržovanými na konstantní úrovni po roce 2000 či 2100.

**V příštích dvou dekádách je pro rozpětí emisních scénářů SRES předpovídán růst teploty zhruba 0,2 °C za deset let. I kdyby byly koncentrace skleníkových plynů a aerosolů udržovány konstantní na úrovni roku 2000, bylo by možné očekávat oteplení o zhruba 0,1 °C za 10 let. {10.3, 10.7}**

<sup>13</sup> Konkrétně cirkumpolární módy variability severní a jižní polokoule (Southern and Northern Annular Modes) a související změny Severoatlantické oscilace {3.6, 9.5, Box TS.3.1}

<sup>14</sup> Termín SRES odkazuje na Zvláštní zprávu o emisních scénářích (Special Report on Emission Scenarios, 2000) IPCC. Skupiny scénářů IPCC a ilustrativní případy, které neobsahovaly dodatečné klimatické iniciativy, jsou shrnuty na konci tohoto *Shrnutí pro veřejné činitele*. Přibližné ekvivalentní koncentrace CO<sub>2</sub>, odpovídající vypočtenému radiačnímu působení vyvolanému antropogenními skleníkovými plyny a aerosoly v roce 2100 (viz str. 823 v TAR), jsou pro scénáře SRES B1, A1T, B2, A1B, A2 a A1FI zhruba 600,700, 800, 850, 1250 a 1550 ppm. Scénáře B1, A1B a A2 byly předmětem mezimodelových srovnávacích studií a mnoho z těchto výsledků je vyhodnoceno v této zprávě.

- Od vydání první zprávy IPCC v roce 1990 udávaly posuzované projekce zvýšení globální průměrné teploty pro období 1990 až 2005 mezi 0,15 a 0,3 °C za deset let. Tento údaj lze nyní porovnat s pozorovanou hodnotou ve výši zhruba 0,2 °C za deset let, což posiluje důvěru v krátkodobé projekce. {1.2, 3.2}
- Modelové experimenty ukazují, že i pokud by všechny faktory radiačního působení zůstaly konstantní na úrovni roku 2000, v příštích dvou desetiletích by došlo k růstu teploty rychlostí zhruba 0,1 °C za desetiletí, především vlivem pomalé odezvy oceánů. Zhruba dvojnásobné oteplování (0,2 °C za desetiletí) by se dalo očekávat, pokud by emise byly v rámci rozpětí daného scénáře SRES. Nejlepší modelové odhady naznačují, že desetiletý průměr zvýšení teploty nezávisí do roku 2030 na každém z obydlených kontinentů na volbě SRES scénáře a je *velmi pravděpodobně* přinejmenším dvakrát tak velký jako odpovídající modelový odhad přirozené variability v průběhu 20. století. {9.4, 10.3, 10.5, 11.2-11.7, Obrázek TS-29}

**Pokračování emisí skleníkových plynů v současné či vyšší míře by způsobilo další oteplování a v průběhu 21. století by vyvolalo řadu změn v globálním klimatickém systému, které by byly *velmi pravděpodobně* větší než změny pozorované během 20. století. {10.3}**

- Pokroky v modelování klimatu dovolují nyní pro různé emisní scénáře vyjádřit nejlepší odhady a *pravděpodobné* intervaly neurčitostí projekcí očekávaného oteplování. Aby se předešlo ztrátám informací, důležitých pro rozhodování, jsou v této zprávě uváděny výsledky přímo pro jednotlivé scénáře. Předpokládané globální průměry růstu teploty při zemském povrchu ve srovnání s obdobím 1980 – 1999 jsou pro konec 21. století (2090 – 2099) uvedeny v Tabulce SPM-3. Ilustrují rozdíly mezi nižšími a vyššími emisemi v rámci SRES scénářů a předpokládanou neurčitost oteplování spojenou s těmito scénáři. {10.5}
- V této hodnotící zprávě jsou uvedeny a v Tabulce SPM-3 zobrazeny nejlepší odhady a *pravděpodobné* rozsahy zvýšení globálního průměru teploty vzduchu při zemském povrchu pro šest zástupců emisních scénářů SRES. Například, nejlepší odhad pro scénář B1 (pomalý růst emisí) je 1,8 °C (*pravděpodobný* rozsah 1,1 °C až 2,9 °C), a nejlepší odhad pro scénář A1FI (rychlý růst emisí) je 4,0 °C (*pravděpodobný* rozsah je 1,4 °C až 5,8 °C). Třebaže jsou tyto projekce v zásadě v souladu s rozsahem hodnot uvedeným v TAR (1,4 až 5,8 °C), nejsou přímo srovnatelné (viz Obrázek SPM-5). AR4 jde dále, protože poskytuje nejlepší odhady a odhad *pravděpodobného* rozsahu hodnot pro každý z ilustrativních scénářů. Toto nové posouzení *pravděpodobných* rozsahů hodnot je nyní založeno na větším počtu stále komplexnějších a realističtějších klimatických modelů a na nových informacích ohledně povahy zpětných vazeb spojených s uhlíkovým cyklem a informacích o citlivosti klimatu získaných z pozorování. {10.5}

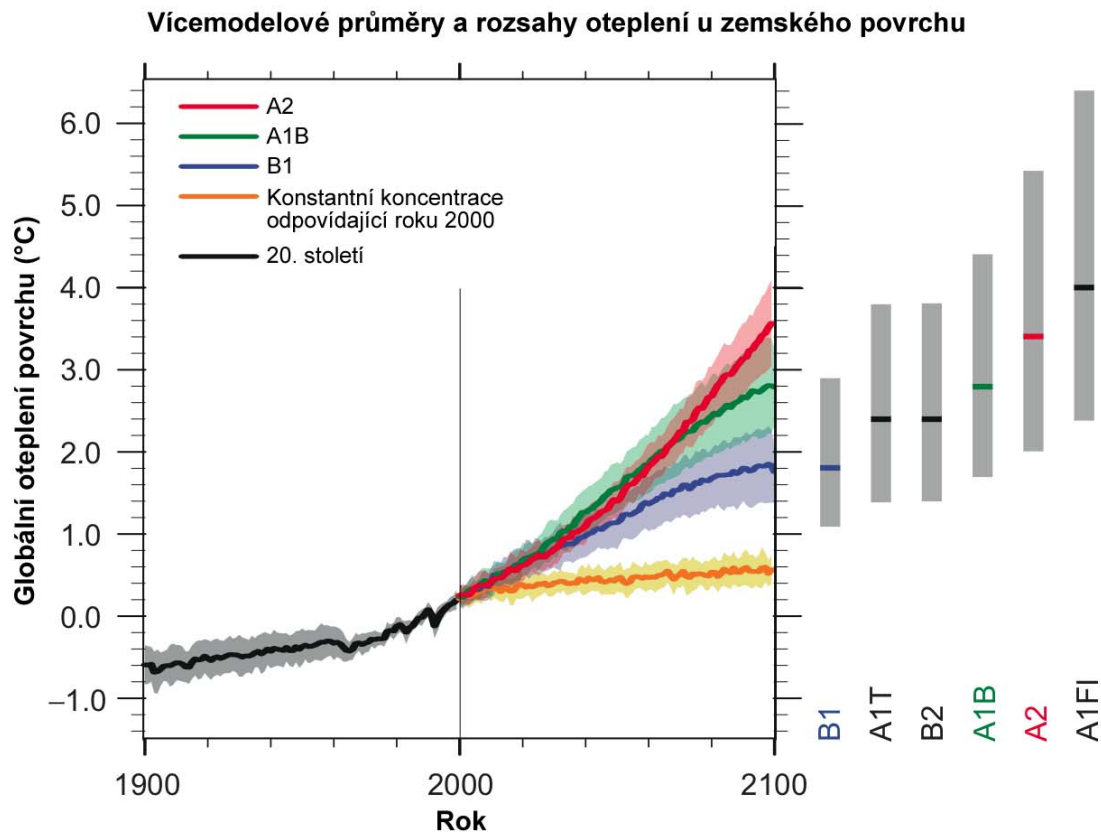
**Tabulka SPM-3.** Změny globálního průměru teploty vzduchu při zemském povrchu a zvýšení hladiny oceánu na konci 21. století pro různé modely. {10.5, 10.6, Tabulka 10.7}

Případ	Změna teploty (°C v období 2090-2099 ve srovnání s 1980-1999) <sup>a</sup>		Vzestup hladiny moře (m v období 2090-2099 ve srovnání s 1980-1999)
	Nejlepší odhad	<i>Pravděpodobný</i> rozsah	Rozsah založený na modelech, s vyloučením budoucích rychlých dynamických změn v toku ledu
Konstantní koncentrace na úrovni roku 2000 <sup>b</sup>	0,6	0,3-0,9	Není k dispozici
Scénář B1	1,8	1,1-2,9	0,18-0,38
Scénář A1T	2,4	1,4-3,8	0,20-0,45
Scénář B2	2,4	1,4-3,8	0,20-0,43
Scénář A1B	2,8	1,7-4,4	0,21-0,48
Scénář A2	3,4	2,0-5,4	0,23-0,51
Scénář A1FI	4,0	2,4-6,4	0,26-0,59

Poznámky k tabulce:

<sup>a</sup> Tyto odhady byly získány z hierarchie modelů zahrnující jednoduchý klimatický model, několik modelů EMIC (Earth Model of Intermediate Complexity) a velký počet modelů typu AOGCM (Atmosphere-Ocean Global Circulation Model).

<sup>b</sup> Případ s konstantní koncentrací na úrovni roku 2000 je založen pouze na modelech AOGCM.



**Obrázek SPM-5.** Nepřerušované čáry představují průměry globálního oteplení zemského povrchu (ve srovnání s obdobím 1980-99) vypočítané z mnoha klimatických modelů pro scénáře A2, A1B a B1 a znázorněné jako prodloužení simulací pro 20. století. Vybarvená oblast odpovídá rozsahu plus minus jedné směrodatné odchylky vypočítané z ročních průměrů pro jednotlivé modely. Oranžová čára představuje experiment, při kterém byly koncentrace udržovány konstantní na úrovni roku 2000. Šedé sloupce v pravé části obrázku ukazují nejlepší odhad (vodorovná čárka uvnitř každého sloupce) a *pravděpodobný* rozsah hodnot získaný pro každý ze šesti scénářů SRES. Při stanovení nejlepších odhadů a *pravděpodobných* intervalů (šedé sloupce) byly použity modely typu AOGCM v levé části obrázku a též výsledky získané z hierarchie nezávislých modelů a limitů odvozených z pozorování. {Obrázky 10.4 a 10.29}

- Oteplování snižuje schopnost pevniny a oceánu absorbovat vzdušný oxid uhličitý a zvyšuje tak podíl antropogenních emisí, které zůstávají v atmosféře. Kupříkladu pro scénář A2 zvyšuje zpětná vazba klima – uhlíkový cyklus příslušné globální oteplení v roce 2100 o více než 1 °C. Horní hranice zjištěných odhadů teploty jsou vyšší než v TAR (viz Tabulka SPM-3), především z tohoto důvodu, že širší spektrum nyní dostupných modelů ukazuje na přítomnost silnějších zpětných vazeb souvisejících s uhlíkovým cyklem. {7.3, 10.5}
- Modelové projekce globálního průměru zvýšení hladiny oceánu pro konec 21. století (2090 – 2099) jsou uvedeny v Tabulce SPM-3. Střední intervalů v tabulce SPM-3 se pro žádný scénář neliší o více než 10 % od modelového průměru uvedeného v TAR pro období 2090 – 2099. Šířky intervalů jsou užší než v TAR, především díky zlepšení informací o některých neurčitostech projekcí<sup>15</sup>. {10.6}
- Zatím používané modely nezahrnují neurčitosti ve zpětných vazbách klima – uhlíkový cyklus ani úplný vliv změn tečení ledových štítů, protože v publikované literatuře není dostatek údajů. Projekce zahrnují příspěvek daný zvýšeným tokem ledu z Grónska a Antarktidy rychlostí pozorovanou v období 1993 – 2003, tato rychlost se může nicméně v budoucnu zvýšit i snížit. Pokud by například tato rychlost rostla lineárně se změnou globální průměrné teploty, zvýšila by se horní hranice hodnot zvýšení mořské hladiny z Tabulky SPM-2 o 0,1

<sup>15</sup> Projekce v TAR byly vytvářeny pro rok 2100, zatímco v této Zprávě pro období 2090-2099. Intervaly v TAR by měly podobný rozsah jako v Tabulce SPM-2, pokud by byly neurčitosti posuzovány stejným způsobem.

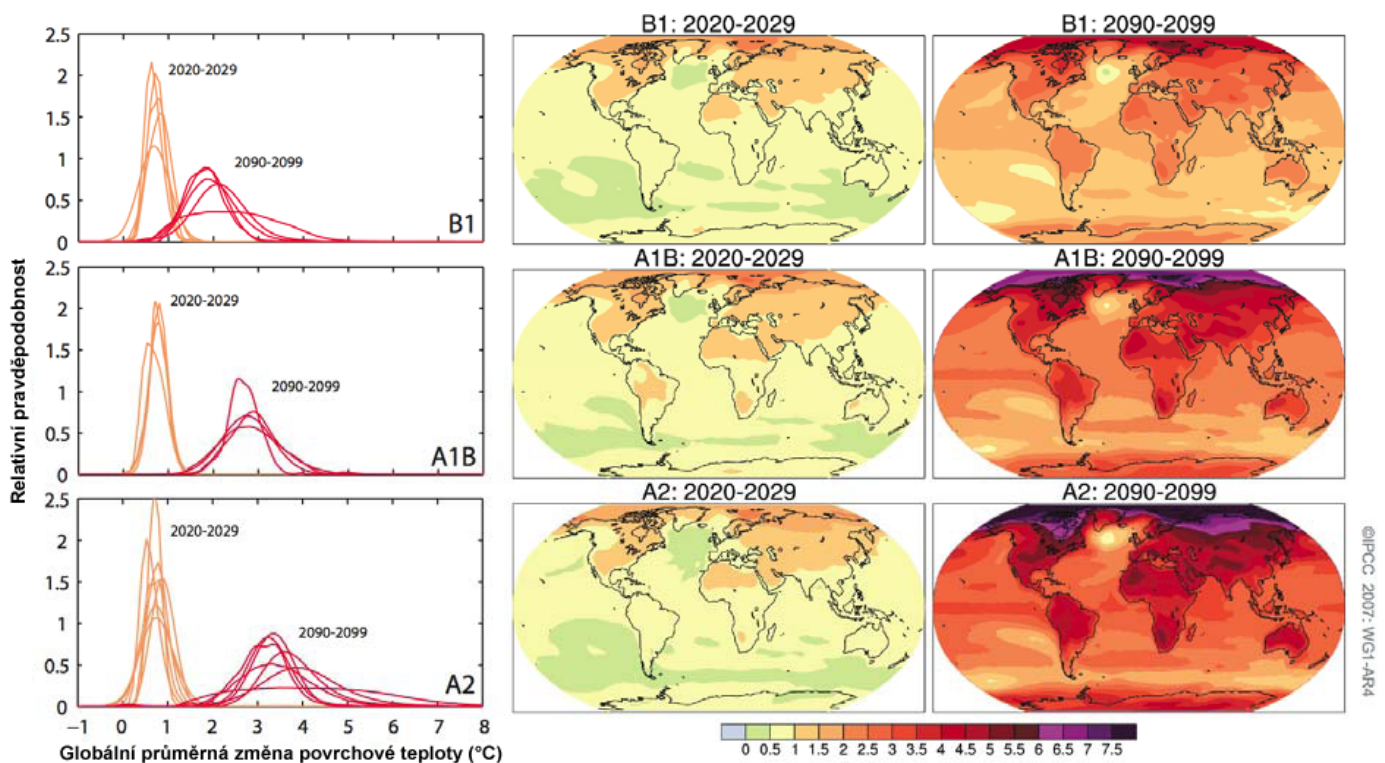
až 0,2 m. Vyšší hodnoty nelze vyloučit, ale porozumění těmto jevům je příliš omezené, než aby bylo možné posoudit jejich pravděpodobnost nebo poskytnout pro zvýšení hladiny oceánu nejlepší odhad či horní hranici odhadu. {10.6}

- Zvýšené koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře vedou ke zvýšení kyselosti oceánu. Projekce založené na scénářích SRES dávají v průběhu 21. století snížení průměrného globálního pH<sup>16</sup> na povrchu oceánů o 0,14 až 0,35, navíc ke snížení o 0,10 jednotek od předindustriálního období do současnosti. {5.4, Box 7.3, 10.4}

**V současné době panuje vyšší míra jistoty ohledně stanovení předpokládaného prostorového rozložení teplotních změn a dalších jevů regionálních měřítek, včetně změn v poli větru, srážek a některých aspektů extrémního počasí a ledu. {8.2, 8.3, 8.4, 8.5, 9.4, 9.5, 10.3, 11.1}**

- Předpokládané oteplování v 21. století vykazuje prostorové rozložení nezávislé na scénářích a podobné tomu, které bylo pozorováno během několika posledních desetiletí. Největší oteplení se očekává nad pevninou a v nejsevernějších zeměpisných šířkách, nejmenší nad jižními oceány a částmi severní poloviny Atlantského oceánu (viz Obrázek SPM-6). {10.3}

## AOGCM projekce povrchových teplot

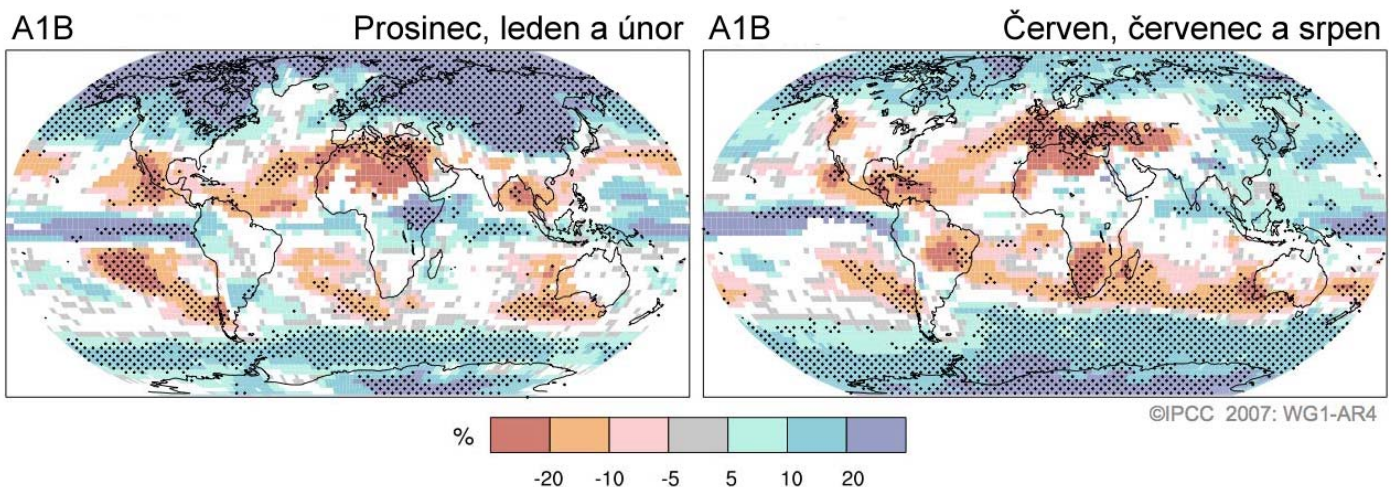


**Obrázek SPM-6.** Předpokládané změny teploty vzduchu při zemském povrchu na začátku a na konci 21. století ve srovnání s obdobím 1980 – 1999. Panely uprostřed a vpravo ukazují vícemodelový průměr založený na modelech typu AOGCM pro scénáře SRES B1 (nahore), A1B (uprostřed) a A2 (dole), vypočítaný pro desetiletí 2020 – 2029 (uprostřed) a 2090 – 2099 (vpravo). Panely vlevo znázorňují odpovídající neurčitosti jako relativní pravděpodobnosti globálního průměrného oteplení odhadovaného z několika různých AOGCM a EMIC studií pro tatáž období. Některé studie nabízí výsledky jen pro určitou podmnožinu SRES scénářů, či pro různé verze modelu. Rozdíl v počtu křivek, zobrazených na panelech vlevo, je tudíž dán pouze rozdíly v dostupnosti výsledků. {Obrázky 10.8 a 10.28}

<sup>16</sup> Pokles pH odpovídá zvýšení kyselosti roztoku. Více detailů viz Slovníček.

- Předpokládá se zmenšení rozsahu sněhové pokrývky. Ve většině oblastí s věčně zmrzlou půdou se předpokládá, že se značně rozšíří území, jež roztává do stále větších hloubek. {10.3, 10.6}
- Pro všechny SRES scénáře se předpokládá ústup mořského ledu v Arktidě i v Antarktidě. Podle některých projekcí ke konci 21. století led v pozdním létě z Arktidy téměř úplně vymizí. {10.3}
- Je *velmi pravděpodobné*, že bude dále narůstat četnost výskytu horkých extrémů, horkých vln a případů silných srážek. {10.3}
- Podle řady modelů je *pravděpodobné*, že v budoucnu budou tropické cyklóny (tajfuny a hurikány) intenzivnější, s vyššími maximy rychlosti větru a častějším výskytem silných srážek, což je spojeno s pokračujícím růstem povrchových teplot tropických moří. Spolehlivost projekcí globálního poklesu počtu tropických cyklón je nižší. Zjevný nárůst podílu velmi intenzivních tlakových níží je od roku 1970 v některých oblastech mnohem větší, než jak jej pro toto období simulují současné modely. {9.5, 10.3, 3.8}
- Předpokládá se posun drah mimotropických tlakových níží směrem k pólům, s následnými změnami v poli větru, srážek a teplot, coby pokračování rozsáhlého prostorového rozložení trendů pozorovaných za posledního půl století. {3.6, 10.3}
- Od vydání TAR došlo k pokroku v pochopení předpokládaných prostorových rozložení srážek. Ve vysokých zeměpisných šířkách je *velmi pravděpodobné* zvýšení množství srážek, zatímco snížení je *pravděpodobné* ve většině subtropických pevninských oblastí (v roce 2100 až o 20 % podle scénáře A1B, viz Obrázek SPM-7), jako pokračování dosavadních trendů. {3.3, 8.3, 9.5, 10.3, 11.2 až 11.9}
- Podle současných modelových simulací je *velmi pravděpodobné*, že se termohalinní cirkulace (Meridional Overturning Circulation – MOC) v Atlantském oceánu během 21. století zpomalí. Průměrné zpomalení, založené na průměru z řady modelů, činí 25 % pro emisní scénář A1B (při rozsahu výsledků od 0 do zhruba 50 %). U teplot v atlantském regionu se navzdory těmto změnám předpokládá jejich růst, vlivem podstatně silnějšího ohřevu spojeného s předpokládaným zvyšováním koncentrací skleníkových plynů. Je *velmi nepravděpodobné*, že v 21. století dojde k prudké změně MOC. Dlouhodobější změny MOC nemohou být s jistotou posouzeny. {10.3, 10.7}

### Projekce rozložení srážkových změn



**Obrázek SPM-7.** Relativní změna srážek (%) pro období 2090 – 2099 ve srovnání s obdobím 1980 – 1999. Hodnoty představují vícemodelový průměr založený na scénáři SRES A1B pro prosinec až únor (vlevo) a červen až srpen (vpravo). Bíle jsou znázorněny oblasti, kde se méně než 66 % modelů shoduje na znaménku změny; tečkovaně oblasti, kde se na znaménku změny shoduje více než 90 % modelů. {Obrázek 10.9}



**Antropogenní oteplování a zvyšování hladiny oceánů budou vlivem časových měřítek klimatických procesů a zpětných vazeb pokračovat po staletí, dokonce i pokud by došlo ke stabilizaci koncentrací skleníkových plynů. {10.4, 10.5, 10.7}**

- Předpokládá se, že vazba mezi klimatem a uhlíkovým cyklem bude při oteplování klimatického systému přidávat oxid uhličitý do atmosféry, ale síla této zpětné vazby je nejasná. To zvyšuje nejistotu ohledně průběhu vývoje emisí oxidu uhličitého, který by byl potřeba pro zajištění stabilizace koncentrace oxidu uhličitého na určité úrovni. Modelové studie vycházející ze současné úrovně pochopení zpětných vazeb uhlíkového cyklu naznačují, že by stabilizace koncentrace CO<sub>2</sub> na úrovni 450 ppm vyžadovala redukci emisí nakumulovaných v průběhu 21. století z průměrné hodnoty přibližně 670 [630 až 710] GtC na přibližně 490 [375 až 600] GtC. Podobně, ke stabilizaci na 1000 ppm by tato zpětná vazba vyžadovala omezení kumulativních emisí z modelového průměru zhruba 1415 [1340 až 1490] GtC na přibližně 1100 [980 až 1250] GtC. {7.3, 10.4}
- Pokud by došlo v roce 2100 ke stabilizaci radiačního působení na úrovních scénářů B1 či A1B<sup>11</sup>, stále by bylo třeba očekávat další růst průměrné globální teploty ve výši zhruba 0,5 °C, z toho většina do roku 2200. {10.7}
- Pokud by došlo v roce 2100 ke stabilizaci radiačního působení na úrovni A1B<sup>11</sup>, samotná teplotní objemová roztažnost by do roku 2300 vedla ke zvýšení hladiny oceánu o 0,3 až 0,8 m (ve srovnání s obdobím 1980 – 1999). Teplotní objemová expanze by pokračovala po mnoho století, vlivem času potřebného ke transportu tepla do hlubších částí oceánu. {10.7}
- Předpokládá se, že zmenšování grónského ledového štítu bude po roce 2100 dále přispívat k zvyšování hladiny moří. Současné modely naznačují, že úbytek hmoty ledu bude se zvyšováním teploty probíhat rychleji než přírůstek ledu díky atmosférickým srážkám, a že bilance hmoty na pevnině přejde do záporných hodnot při globálním oteplení o více než 1,9 °C až 4,6 °C (ve srovnání s předindustriální hodnotou). Pokud by záporná bilance hmoty na pevnině byla udržována po tisíce let, vedlo by to k prakticky úplné likvidaci grónského ledovcového štítu a výsledný příspěvek k vzestupu hladiny moře by byl asi 7 m. Odpovídající budoucí teploty v Grónsku jsou srovnatelné s teplotami rekonstruovanými pro poslední meziledové období před 125 000 lety, pro které paleoklimatologické informace naznačují zmenšení rozsahu polárního pevninského ledu a zvýšení mořské hladiny o 4 až 6 m. {6.4, 10.7}
- Dynamické procesy související s tokem ledu, které nejsou v současných modelech zahrnuty, ale jejichž existenci naznačují nedávná pozorování, mohou zvýšit citlivost ledových štítů na oteplení, což by způsobilo vyšší budoucí vzestup hladiny oceánů. Pochopení těchto procesů je omezené a ohledně jejich síly nepanuje shoda. {4.6, 10.7}
- Současné studie založené na globálních modelech udávají, že antarktický ledový štít zůstane příliš chladný, než aby došlo k rozsáhlejšímu tání, a předpokládají jeho nárůst díky zvýšeným sněhovým srážkám. V celkové bilanci by nicméně mohlo dojít ke ztrátě ledové hmoty, pokud by bilanci hmoty ledu dominoval dynamický odtok ledu. {10.7}
- Minulé i budoucí antropogenní emise oxidu uhličitého budou přispívat k oteplování a zvyšování hladiny moře po víc než tisíc let, vlivem časů potřebných k odstranění tohoto plynu z atmosféry. {7.3, 10.3}

**Scénáře emisí Zvláštní zpráva o emisních scénářích IPCC (SRES)<sup>17</sup>**

A1. Poměry představované skupinou scénářů A1 odpovídají světu rychlého ekonomického růstu, s globálním počtem obyvatel, který vrcholí v polovině století a poté klesá a rychlým zaváděním nových a efektivnějších technologií. Hlavními charakteristikami jsou sblížení různých oblastí, zvyšování výkonnosti a zesílené kulturní a sociální interakce, s výrazným zmenšením regionálních rozdílů v příjmech na osobu. Skupina scénářů A1 se dělí do tří skupin, které popisují různý směr technologických změn v energetice. Tyto tři skupiny se liší svým technologickým důrazem na: intenzivní využívání fosilních paliv (A1FI), nefosilní zdroje energie (A1T) či vyváženou kombinaci všech zdrojů (A1B) (přičemž vyváženost je definována jako přílišné nespolehání se na žádný konkrétní energetický zdroj, za předpokladu, že u všech energetických zdrojů a koncových technologií bude docházet k podobné míře pokroku).

A2. Poměry představované skupinou scénářů A2 odpovídají velmi heterogennímu světu. Hlavní důraz je kladen na soběstačnost a zachování místních identit. Porodnost v různých oblastech se sblíží velmi pomalu, což má za následek stále rostoucí počet obyvatel. Hospodářský rozvoj je orientován především regionálně a ekonomický růst na osobu a technologické změny jsou roztržštěnější a pomalejší než u ostatních scénářů vývoje.

B1. Poměry představované skupinou scénářů B1 odpovídají sblížujícímu se světu s celkovým počtem obyvatel, který vrcholí v polovině století a poté klesá, stejně jako v případě A1, ale s rychlými změnami ekonomické struktury směrem k ekonomice založené na informacích a službách, s omezením surovinové náročnosti a zaváděním čistých technologií, účinněji využívajících zdroje. Důraz je kladen na globální řešení ekonomické, sociální a environmentální udržitelnosti, včetně zlepšení spravedlnosti, ale bez dalších dodatečných klimatických iniciativ.

B2. Poměry představované skupinou scénářů B2 odpovídají světu, ve kterém je důraz kladen na lokální řešení ekonomické, sociální a environmentální udržitelnosti. Jedná se o svět s průběžně rostoucím počtem obyvatel, rychlostí nižší než v případě A2, střední úrovni ekonomického rozvoje a pomalejším a různorodějším technologickým vývojem než v případě scénářů vývoje A1 a B1. I když je scénář také orientován směrem k ochraně životního prostředí a sociální spravedlnosti, soustřeďuje se na lokální a regionální úroveň.

Pro každou ze šesti skupin scénářů A1B, A1FI, A1T, A2, B1 a B2 byl zvolen ilustrační scénář. U všech je předpokládána stejná pravděpodobnost uskutečnění.

Scénáře SRES nezahrnují dodatečné klimatické iniciativy, což znamená, že v nich nejsou zahrnuty žádné scénáře, které explicitně předpokládají implementaci Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu či emisních cílů Kjótského protokolu.

<sup>i</sup> Termín atribuce (angl. attribution) označuje připisování pozorovaných změn konkrétním příčinám.

<sup>ii</sup> V originále jen ice cores; jde o jádra získaná hloubkovými vrty do ledových štítů Antarktidy a Grónska, příp. do ledových čepic (ledových dómů menších rozměrů, obvykle na vrcholech hor).

<sup>iii</sup> V originále black carbon, převážně jde o částice sazí.

<sup>iv</sup> Spřažené modely atmosféra-oceán.

<sup>17</sup> V této zpráve Pracovní skupiny I IPCC nejsou emisní scénáře hodnoceny. Tento zarámovaný text se shrnutím SRES scénářů byl převzat z TAR a byl již dříve Panelem schválen řádek po řádku.