

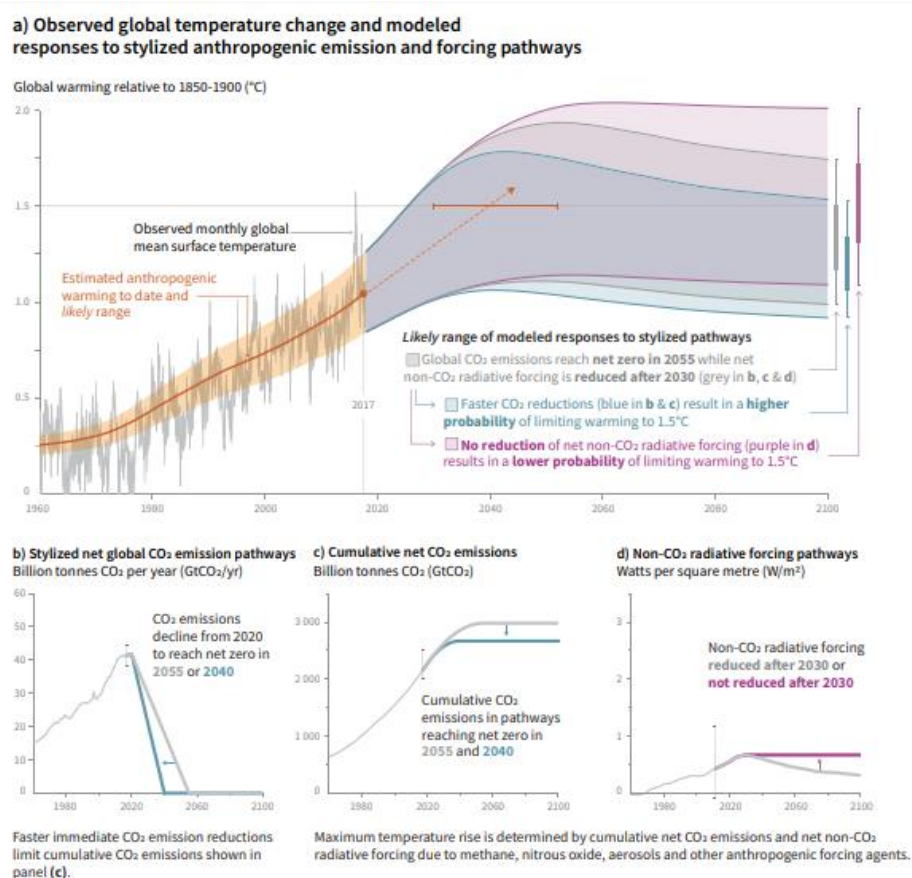
Global Warming of 1.5 °C

Téma 1: Sekce A (str. 4–6), B (str. 7–11) a C (str. 12–17); *Jaké budou dopady a možnosti adaptace při vzrůstu globální teploty o 1,5–2 °C oproti období 1850–1900? Jak by se musely vyvíjet emise skleníkových plynů a struktura výroby energie, aby se mohl růst globální teploty zastavit na úrovni 1,5 °C?*

A Understanding Global Warming of 1,5 °C

Pochopení globálního oteplování o teplotě 1,5 °C

Zvýšení globální teploty přibližně o 1 °C od preindustriálního období je způsobeno především antropogenní činností. *Pozorovaná globální průměrná povrchová teplota (GMST) za období 2006–2015 byla o 0,87 °C vyšší než průměr za období 1850–1900.* Pokud se bude globální teplota zvyšovat dále tímto tempem, je pravděpodobné, že mezi roky 2030 a 2052 dosáhne růst hodnoty 1,5 °C v porovnání s obdobím 1850–1900 (Obr. 1). Oranžová šipka naznačuje očekávaný růst globální průměrné povrchové teploty, jednotlivé šedé oblasti ukazují modelovaný průběh při třech situacích. V prvním případě se jedná i snižování CO₂ po roce 2030, kdy by globální emise CO₂ dosáhly „čisté nuly“ v roce 2055. V druhém případě okamžité snižování CO₂ a vyšší pravděpodobnost snížení oteplování na 1,5 °C (na grafech b a c modrá linie). A v posledním případě se jedná o nižší pravděpodobnost snížení oteplování na 1,5 °C a neredukování radiačního působení jiných faktorů než CO₂ (např. dalších skleníkových plynů).



Obr. 1 Pozorovaná globální změna (měsíční globální povrchová teplota) a odhadované oteplování způsobené antropogenní činností (IPCC, 2018)

Oteplování větší, než celosvětový průměr je zaznamenáno v mnoha pevninských oblastí a v průběhu ročních období, včetně dvakrát až třikrát vyššího v Arktidě. Je obecně vyšší nad pevninou než nad oceánem.

Oteplení způsobené antropogenními emisemi z pre-industriálního období do současnosti bude přetrvávat po stovky až tisíce let a bude dále způsobovat dlouhodobé změny v systému klimatu (zvyšování hladin moří se souvisejícími dopady). Tyto antropogenní emise ale samy o sobě těžko způsobí oteplení o 1,5 °C.

Rizika pro přírodní společenstva a lidstvo budou vyšší při globálním oteplování o 1,5 °C než v současnosti ale nižší než by byly při 2 °C. Tato rizika jsou závislá na velikosti a rozsahu globálního oteplování, na geografické poloze a *na možnostech adaptace a na zmírnění dopadů*. Dopady globálního oteplování na přírodní společenstva a lidstvo a jejich činnost jsou na mnoha místech pozorovatelná (v pevninských i oceánských ekosystémech). Některé dopady mohou být dlouhodobé anebo nevratné, zejména pokud se globální teplota bude nadále zvyšovat.

B. Projected Climate Change, Potential Impacts and Associated Risks

Předpokládané změny klimatu, možné dopady a související rizika

Klimatické modely ukazují rozdíly v regionálních klimatických charakteristikách mezi současností a globálním oteplováním o 1,5 °C a mezi oteplováním o 1,5 °C a 2 °C. Jedná se zejména o zvýšení průměrné teploty ve většině pevninských i oceánských zemí, extrémní maximálních teplot osídlených oblastí, silné srážky v několika regionech a pravděpodobný deficit sucha a srážek v některých regionech.

Do roku 2100 se globální průměrná hladina moří předpokládá o 0,1 m níže při globálním oteplování o 1,5 °C (0,26 – 0,77 m) než při 2 °C. Hladina moří bude i nadále stoupat po roce 2100, velikost a rychlost závisí na budoucích emisích. Pomalejší rychlost stoupaní hladiny nabízí větší možnosti pro přizpůsobení člověka, včetně obnovy ekologických systémů malých ostrovů a nízko položených oblastí a delt.

Předpokládá se, že při oteplováním o 1,5 °C ve srovnání s 2 °C se sníží dopady na suchozemské sladkovodní a pobřežní ekosystémy a jejich biodiverzitu, včetně snížení úbytku a vymírání druhů. Při 1,5 °C jsou nižší rizika lesních požárů a šíření invazivních druhů. Dalším rizikem je ohrožení tundry a boreálních lesů degradací a ztrátou půdy. Limitování oteplování o 1,5 °C zabrání tání permafrostu až o 1,5 až 2,5 milionů km².

Dále se očekává, že globální oteplování o 1,5 °C posune mnoho mořských druhů do vyšších zeměpisných šířek a také dojde k poškození mnoha mořských ekosystémů a sníží se produktivita rybolovu. Ve srovnání s 2 °C se však předpokládá, že tato rizika budou nižší. Například jeden globální model týkající se rybolovu předpokládá pokles celosvětového ročního objemu úlovků pro mořský rybolov přibližně 1,5 milionu tun při oteplování o 1,5 °C ve srovnání se ztrátou více než 3 miliony tun při globálním oteplování o 2 °C. Dojde ke zvýšení okyselování oceánů a snížení hladiny kyslíku v oceánu. To nám ukazují nedávné změny v arktických mořských ledech a ekosystémech korálových útesů teplé vody, u kterých se předpokládá jejich další pokles (přibližně o 70-90 %).

Rizika spojená se změnou klimatu se také týkají živobytí, zabezpečení potravin, zásobování vodou, bezpečnosti lidí. Nepřiměřeně vyšší riziko nepříznivých důsledků ovlivňuje znevýhodněné populace, závislé na zemědělství a rybolovu. Dalším předpokladem je tedy zvýšení chudoby. Globální oteplování má velký vliv na lidské zdraví. Předpokládá se zvýšení úmrtnosti vlivem zvýšení teploty, rozšíření nemocí. Očekává se zesílení efektu městského tepleného ostrova. Dále se předpokládá snížení výnosů kukuřice, pšenice, rýže a dalších obilovin v subsaharské Africe, jihovýchodní Asii, ve střední a jižní Americe. Také se očekává nepříznivé ovlivnění hospodářských zvířat, co se týče kvality krmiv, šíření nemocí a dostupnosti vodních zdrojů.

V závislosti na budoucích socio-ekonomických podmínkách omezení globálního oteplování na 1,5 °C ve srovnání s 2 °C může snížit podíl světové populace, která je vystavena klimatické změně v souvislosti s nedostatkem vody až o 50 %. Musí se brát ale do úvahy, že mezi regiony existuje značná variabilita. Pokud bude globální oteplování omezena na 1,5 °C místo 2 °C, můžou malé ostrovní rozvojové státy čelit menšímu riziku sucha v důsledky předpokládaných změn.

Očekává se, že rizika pro globální celkový ekonomický růst budou nižší při oteplení o 1,5 °C než při 2 °C do konce tohoto století. Nejsou zde zahrnuty náklady na zmírňování, investice na adaptaci a přínosy z přizpůsobování. Očekává se, že země v tropech a subtropích na jižní polokouli zažijí největší dopady na ekonomický růst v důsledku změny klimatu, pokud by se globální oteplování mělo zvýšit z 1,5 °C na 2 °C.

Nejvyšší podíl obyvatelstva je vystaven globálnímu oteplování a následné chudobě v Africe a Asii. Při globálním oteplování o 2 °C místo o 1,5 °C se mohou začít současně zhoršovat situace napříč energetickými, potravinářskými a vodními sektory. Tímto by se vytvořila nová rizika a nebezpečí, která by zasáhla mnoho lidí a regionů.

Existuje mnoho důkazů, že se hodnocené úrovně rizika zvýšily pro čtyři z pěti příčin znepokojení globálního oteplování na 2 °C.

Je k dispozici široká škála možností, které povedou k přizpůsobení a následnému snížení rizik pro přírodní a řízené ekosystémy. Sem můžeme zařadit přizpůsobení ekosystémů, obnovu ekosystémů, zabránění degradaci a odlesňování a řízení biologické rozmanitosti. Můžeme dále snižovat rizika růstu hladiny moře (např. pobřežní ochrana a zpevnění) a rizika pro zdraví, živobytí, jídlo, vodu a ekonomický růst, zejména ve venkovských krajinách (např. účinné zavlažování, sítě sociálního zabezpečení, řízení při nebezpečích různých katastrof) a také v městských oblastech (např. zelená infrastruktura, udržitelné využívání půdy a úsporné hospodaření s vodou).

Můžeme ale očekávat, že přizpůsobení bude horší při oteplení o 2 °C než o 1,5 °C, především pro ekosystémy, potravinové a zdravotní systémy. Předpokládá se, že některé zranitelné regiony, především malé ostrovy a nejméně rozvinuté země, budou i při globálním oteplování 1,5 °C vystaveny vysokým rizikům.

Adekvátní limity pro adaptaci existují při globálním oteplení o 1,5 °C. Dopady jsou výraznější při vyšších hodnotách oteplení a diferencují se podle odvětví, což má specifické důsledky pro zranitelné regiony, ekosystémy a lidské zdraví.

C. Emisní trajektorie a systém změn pro udržení globálního oteplení na úrovni 1,5 °C

V modelových trajektoriích při žádném nebo mírném překročení 1,5 °C, by bylo nutné snížit antropogenní globální emise CO₂ o přibližně 45% úrovně v roce 2010 do roku 2030. A dostat se na nulu v emisích CO₂ v roce 2050.

V modelových trajektoriích, kde by se mělo globální oteplení zastavit na 2 °C, by bylo nutné snížit emise CO₂ o 25% úrovně v roce 2010 do roku 2030 a dosáhnout nulových emisí v roce 2070.

Úrovně ostatních emisí by museli velmi silně klesnout, aby bylo možné udržet globální oteplení na úrovni 1,5 °C.

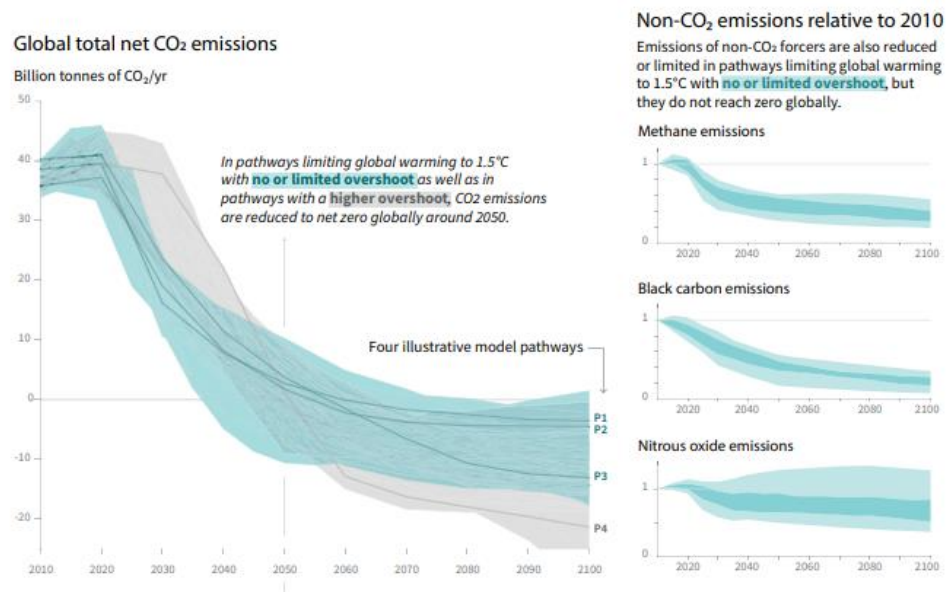
Modelové trajektorie, v rámci kterých by se mělo globální oteplení zastavit na 1,5°C zahrnují snížení methanu a černého uhlíku o 35% nebo více u obou (úrovně v roce 2010) do roku 2050, tyto trajektorie také zahrnují redukci většiny chladicích aerosolů.

Ostatní emise lze snížit rozmanitými a rozsáhlými změnami v energetice. V zemědělství lze významně omezit methan, některé zdroje černého uhlíku a flourovodíků. Na druhou stranu vysoká poptávka po bioenergii může zvýšit emise oxidu dusného.

Zlepšení kvality ovzduší v důsledku snížení emisí přináší přímé a okamžité přínosy pro zdraví obyvatelstva ve všech trajektoriích modelu, který počítá se zastavením globálního oteplení na 1,5 °C.

Vlastnosti globálních emisních trajektorií

Obecné vlastnosti vývoje emisí CO₂, metanu, černého uhlíku a oxid dusného v modelových trajektoriích, které předpokládají zastavení globálního oteplení na úrovni 1,5 °C. Předpokládají, že se emise CO₂ dostanou na nulu do roku 2100, kdežto u ostatních emisí to není možné.



Obr. 2 Modelované emisní trajektorie CO₂, methanu, černého uhlíku a oxidu dusného při využití strategií P1-P4 (IPCC, 2018)

Vlastnosti 4 ilustrovaných modelových trajektorií

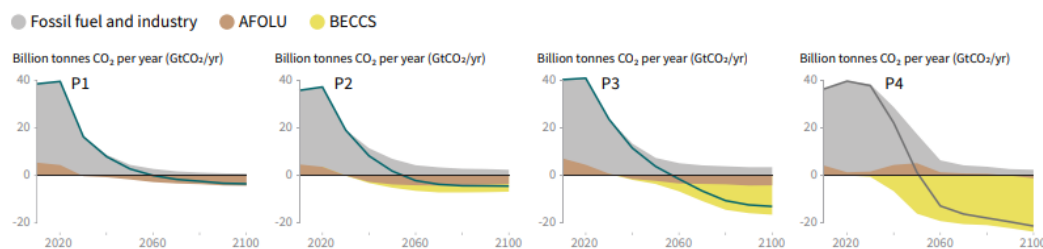
Snižování emisí tak, aby globální oteplování nepřekročilo 1,5 °C, lze dosáhnout různými strategiemi. Všechny trajektorie snižují emise v průmyslu a spalování fosilních paliv (CDR), ovšem různou rychlostí. Navíc zde hraje roli i zemědělství, lesnictví a další land use (AFOLU) a také získávání bioenergie z biomasy a zachycování a ukládání uhlíku (BECCS).

P1: Důraz na inovace a technologie - nižší energetická náročnost. Žádný ohled na BECCS.

P2: Důraz na udržitelnost, mezinárodní spolupráci, nízkouhlíkové technologie. Správný land use s BECCS.

P3: Snížení emisí bylo dosaženo hlavně změnou ve způsobu, jak jsou energie a různé výrobky vyráběny.

P4: V tomto scénáři je životní styl lidí náročný na skleníkové plyny, ale je vyrovnáván zaměřením se na snižování oxidu uhličitého prostřednictvím BECCS.



Obr. 3 Strategie P1-P4 pro snižování CO₂ (IPCC, 2018)

Aby se růst globální teploty zastavil na 1,5 °C, vyžadovalo by to dalekosáhlé změny v oblasti energetiky, půdy, měst, infrastruktury a průmyslu. Tyto změny jsou nutné z hlediska rozsahu, ne až tak nutné z hlediska rychlosti, a znamenaly by hluboké snížení emisí.

V energetice by bylo nutné omezit spalování černého uhlí (0-2 %), naopak zvýšit podíl obnovitelných zdrojů na 70-85 %. Dále je důležitý podíl na výrobě elektřiny spalováním plynu, což by mělo dělat 8 %. Ve scénářích hraje důležitou roli také jaderná energetika a spalováním fosilních paliv se zachytáváním a ukládáním CO₂.

Uhlíkové emise z průmyslu, by se měly snížit o 65-90 % (úrovně z roku 2010) do roku 2050.

Takového snížení lze dosáhnout kombinací nových a stávajících technologií a postupů, včetně udržitelných surovin na biologickém základě, zachycování, využití a skladování uhlíku.

Tyto možnosti jsou technicky ověřeny v různých měřítkách, ale jejich rozsáhlé nasazení může být omezeno ekonomickými a lidskými schopnostmi.

Z hlediska měst a infrastruktury by zastavení růstu globální teploty na 1,5 °C znamenalo změny v postupech územního plánování. Navíc by bylo nutné hlubší snížení emisí v dopravě a ve vytápění budov.

Z hlediska půdy, by se podle modelů měla snížit obdělávaná zemědělská půda ze 4 milionů km² na 2,5 milionu km², což je ale vzhledem k demografickému vývoji těžko realizovatelné.

Při zavedení nízkouhlíkové strategie do výroby energie, by se roční náklady od roku 2016-2050 pohybovali v rozmezí 640-910 miliard amerických dolarů. Náklady na snižování emisí k tomu, abychom nepřekročili hranici 1,5 °C, jsou 3-4 x vyšší než kdybychom mířili k překročení hranice 2°C.

Všechny modely počítají s odstraňováním oxidu uhličitého a to 100-1000 Gt v průběhu 21. století. Podléhají však několika omezením proveditelnosti a udržitelnosti.

Existující a potenciální opatření CDR zahrnují zalesňování, obnovu půdy a přímé zachycování a ukládání uhlíku.

Většina současných a potenciálních opatření CDR by mohla mít významný dopad na půdu, energii, vodu a živiny, pokud by byla nasazena ve velkém měřítku. Zalesňování a bioenergie mohou konkurovat jiným způsobům využití půdy a mohou mít významné dopady na zemědělství a biologickou rozmanitost.

Některá opatření CDR související s AFOLU, jako je obnova přírodních ekosystémů by mohla poskytnout společné přínosy, jako je vyšší biologická rozmanitost a kvalita půdy.

Zdroj:

IPCC, 2018: Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. In Press.

Téma 2: Sekce A (str. 2–18) *Jak se liší míra klimatické změny na pevninách oproti globálnímu průměru? Jaké přirozené i antropogenní systémy na pevninách jsou nejvíce ohroženy při různé míře oteplení a rozdílném socio-ekonomickém vývoji?*

Climate Change and Land

Souš je pro člověka zdrojem jídla, vody, biodiverzity a dalších ekosystémových služeb. Člověk ovlivňuje více než 70 % souše nepokryté ledem. Čtvrtina až třetina souše je využívána k produkci jídla, krmiva, vlákniných či dřevěných materiálů a energie. Ekosystémové funkce jsou však přibližně stejně důležité jako hrubý domácí produkt. Pozemní ekosystémy a biodiverzita jsou ale zranitelné vůči dlouhodobým vlivům klimatických změn, které jsou částečně způsobeny plyny skleníkového efektu, které nad souši vznikají. Tyto negativní efekty se mohou zmírnit šetrnou péčí o zemi. Negativní efekty spojené s růstem ničení ekosystémů a množství skleníkových plynů jsou podporovány i silným šířením zemědělských aktivit, které byly vyvolány velkým populačním nárůstem. Tyto aktivity jsou velmi náročné na využívání pozemků a vodních zdrojů.

Od roku 1961 se výroby masa a rostlinných olejů zdvojnásobila a množství kalorií se zvýšila o třetinu, 25-30 % vyrobeného jídla se ale nevyužije. Tato výroba dále podporuje skleníkový efekt. Navzdory větší výrobě jídla asi 821 miliónu obyvatel je stále podvyživeno a naopak asi 2 miliardy obyvatel trpí nadváhou či obezitou. Podle dat týkající se výroby jídla, produkce se od roku 1961 zvýšila o 150 %. Při porovnání nárůstu obezity a úbytku podvyživených, tak obézních přibýlo o 75 % zatímco podvyživených ubylo jen o necelých 50 %.

Podle dat o změnách globální teploty a teploty na souši sbíraných od roku 1850 jsme zjistili, že teplota vzduchu pevnin se od před-průmyslové doby, téměř zdvojnásobila. Podle dat se globální teplota zvýšila o 0,87 °C, ale při zaměření pouze na suchou zem zjistíme, že se teplota zvýšila o 1,53 °C.

Od roku 1961 se populace potýkající se s desertifikací zvýšila o 200 %. Souše jsou dále ohroženy rychlostí půdní degradací, která se pohybuje podle odhadů mezi 10 až 100 násobkem rychlostí tvorby nové půdy. Změna klimatu přináší kromě nárůstu teploty i nárůst výskytu extrémních faktorů. Mezi vyvolané extrémy patří hlavně intenzivní a dlouhodobá sucha ale i větší intenzita srážek. Kombinací těchto faktorů se ještě dále zesilují erozní procesy ohrožující půdu.

Podle satelitních snímků bylo možné pozorovat míry množství zelené vegetace a hnědé vegetace. Kvůli kombinaci množství dusičnanů, oxidu uhličitého či místní péči o zemi je zelená vegetace globálně převažující nad hnědou vegetací.

Kombinací faktorů se stávají častějšími i prachové bouře, které negativně ovlivňují lidské zdraví a přispívají k desertifikaci. Desertifikace je také podporována vysokou mírou evapotranspirace a nízkým úhrnem srážek, které jsou následkem vysoké teploty.

Klimatické změny ovlivnily i světové regiony. Aridní oblasti se rozšiřují a polární zóny se zmenšují. Důsledkem těchto změn se musí přizpůsobit mnoho živočišných i rostlinných druhů. Vlivem změn se mění i pěstování některých rostlinných produktů. V níže položených

polohách produkce poklesla a ve výše položených polohách naopak narostla. V některých regionech poklesla i živočišná výroba.

Zemědělství, lesnictví a ostatní aktivity využívání půdy byly považovány za činitele emisí 13 % CO₂, 44 % methanu (CH₄) a 82 % oxidu dusičitého (N₂O) z celosvětových lidských aktivit během let 2007-2016, což představuje 23% celkového množství emisí CO₂,NH₄ a N₂O. Pokud zahrneme emise z předprodukčních a postprodukčních aktivit z celosvětového systému potravin, který zahrnuje cestu od pěstitele ke spotřebiteli, jsou emise odhadovány na 21-37 % celosvětových antropogenních emisí CO₂, NH₄ a N₂O.

Země produkuje a zároveň i redukuje CO₂ a to kvůli antropogenním a přírodním silám. Toto znemožňuje oddělení antropogenních činností od přírodních toků. Celosvětové modely odhadují emise CO₂ na 5,2 ± 2,6 GtCO₂ ročně z využití území a změny využití území během let 2007-2016. Tyto emise jsou způsobeny hlavně odlesňováním, které jsou částečně kompenzovány zalesňováním. Neexistuje žádný jasný roční emisní trend od roku 1990.

Přírozenou odezvou země na člověkem způsobené enviromentální změny, jako je zvýšení koncentrace CO₂ v atmosféře, depozice dusíku a změna klimatu, byla odstranění 11,2 ± 2,6 Gt CO₂ ročně během let 2007-2016. Zvýšené emise z vegetace a půdy způsobené změnou klimatu budou kompenzovány CO₂ hnojením a delšími obdobími pěstování. Očekává se, že tání permafrostu způsobí zvýšenou ztrátu půdního uhlíku. Vegetační růst v těchto oblastech během 21. století by mohl kompenzovat část jeho ztráty.

Globální modely a národní CO₂, NH₄ a N₂O inventáře používají různé metody k odhadu antropogenních emisí CO₂ a jejich úbytku na zemi. Obě metody zahrnují do odhadu změny využití území včetně lesa (odlesňování, zalesňování), ale liší se v řízených lesích. Globální modely považují za řízené lesy ty plochy, které byly určeny k těžbě. Národní inventáře pak definují řízené lesy obsáhleji. Obě tyto metody odhadují emise jiným množstvím. Zvážení rozdílů v metodách můžou zlepšit porozumění emisí na pevninách, jejich odhad a aplikaci.

SPM approved draft IPCC SRCCL
Table SPMI. Net anthropogenic emissions due to Agriculture, Forestry, and other Land Use (AFOLU) and non-AFOLU (Panel 1) and global food systems (average for 2007-2016)¹ (Panel 2). Positive value represents emissions; negative value represents removals.

		Direct Anthropogenic				Total net anthropogenic emissions (AFOLU + non-AFOLU) by gas	AFOLU as a % of total net anthropogenic emissions, by gas	Natural response of land to human-induced environmental change ⁷	Net land – atmosphere flux from all lands
		Net anthropogenic emissions due to Agriculture, Forestry, and Other Land Use (AFOLU)		Non-AFOLU anthropogenic GHG emissions ⁶					
Panel 1: Contribution of AFOLU									
		FOLU	Agriculture	Total					
		A	B	C = B + A	D	E = C + D	F = (C/E)*100	G	A + G
CO ₂ ²	Gt CO ₂ y ⁻¹	5.2 ± 2.6	-- ¹¹	5.2 ± 2.6	33.9 ± 1.8	39.1 ± 3.2	~13%	-11.2 ± 2.6	-6.0 ± 2.0
	Mt CH ₄ y ⁻¹	19 ± 6	142 ± 43	162 ± 48.6	201 ± 100	363 ± 111			
CH ₄ ^{3,8}	Gt CO _{2e} y ⁻¹	0.5 ± 0.2	4.0 ± 1.2	4.5 ± 1.4	5.6 ± 2.8	10.1 ± 3.1	~44%		
	Mt N ₂ O y ⁻¹	0.3 ± 0.1	8 ± 2	8.3 ± 2.5	2.0 ± 1.0	10.4 ± 2.7			
N ₂ O ^{3,8}	Gt CO _{2e} y ⁻¹	0.09 ± 0.03	2.2 ± 0.7	2.3 ± 0.7	0.5 ± 0.3	2.8 ± 0.7	~82%		
	Total (GHG)	5.8 ± 2.6	6.2 ± 1.4	12.0 ± 3.0	40.0 ± 3.4	52.0 ± 4.5	~23%		
Panel 2: Contribution of global food system									
		Land-use change	Agriculture		Non-AFOLU ⁵ other sectors pre- to post-production	Total global food system emissions			
CO ₂ ⁴ Land-use change	Gt CO ₂ y ⁻¹	4.9 ± 2.5							
CH ₄ ^{3,8,9} Agriculture	Gt CO _{2e} y ⁻¹		4.0 ± 1.2						
N ₂ O ^{3,8,9} Agriculture	Gt CO _{2e} y ⁻¹		2.2 ± 0.7						
CO ₂ other sectors	Gt CO ₂ y ⁻¹				2.4 – 4.8				
Total (CO_{2e})¹⁰	Gt CO_{2e} y⁻¹	4.9 ± 2.5	6.2 ± 1.4		2.4 – 4.8	10.7 – 19.1			

Globálna priemerná atmosférická koncentrácia metánu sa znížila v priebehu osemdesiatych rokov, ľahko narástla od polovice devädesiatych do roku 1999, nenarastala do roku 2006 a od 2007 opäť narastala. Biogénne zdroje vypúšťajú viac emisií v 21. storočí. Prežúvavce a rozšírenie ryžovej kultúry zväčšuje koncentráciu metánu.

Emisie oxidu dusného taktiež narastajú, hlavne používaním dusíkatých hnojív. vysoká koncentrácia sa vyskytuje taktiež pri nánosoch hnoja na pastvinách. V roku 2014 to predstavovalo viac ako polovicu emisií N₂O.

Skleníkové plyny z poľnohospodárstva, lesníctva a iného land-use počas rokov 2007-2016 predstavovali 23% všetkých antropogénnych emisií. Odlesňovanie a rozklad rašelinísk, globálny potravinový systém predstavujú ďalšie formy vzniku emisií. 5-10% emisií skleníkových plynov pochádza z mimo poľnohospodárskej oblasti. Rôznorodosť systému jedla a konzumného vzoru taktiež ovplyvňuje množstvo emisií.

Regionálna aj globálna klíma je ovplyvnená zmenami podmienok land-use či klimatickými zmenami. V regionálnej mierke vie zmena podmienok krajiny znížiť otepľovanie alebo extrémne javy. Závisí to od lokácie aj obdobia.

Od predpriemyselnej doby zmeny krajiny ovplyvnené antropogénnymi činiteľmi viedli k vypúšťaniu CO₂, ku globálnemu otepľovaniu, zvýšeniu albeda spôsobujúceho ochladenie povrchu.

Pravdepodobnosť, trvanie a sila extrémnych javov môže byť ovplyvnená vlnami tepla alebo silnými zrážkami.

Klimatická zmena je taktiež ovplyvnená regionálnou klímou. V boreálnych oblastiach sa otepľovanie zimy prejaví topením snehu a znížením albeda počas obdobia vegetácie vďaka zvýšenej evapotranspirácii. V tropických oblastiach, kde je väčší objem zrážok, je taktiež zvýšená populácia vegetácie, čo zredukuje regionálne otepľovanie počas vegetačného obdobia v podobe evapotranspirácie a môže znížiť taktiež výskyt extrémnych horúčav. V podmienkach so suchšími pôdami môžu nastať vlny tepla.

Dezertifikácia ovplyvňuje globálne otepľovanie vypúšťaním CO₂, čo sa spája s redukciou vegetačnej pokrývky, čo zvyšuje lokálne albedo, čo vedie k ochladzovaniu povrchu zeme.

Deforestácia, zalesňovanie a vyľesňovanie spôsobuje zmenu teploty pozmenenou výmenou vody a energie (evapotranspirácia).

Z kombinácie globálneho otepľovania a urbanizácie vzniká tepelný ostrov mesta. Nočné teploty sú týmto viac ovplyvnené ako denné. Zvýšená urbanizácia môže mať taktiež za následok extrémne dažde v mestách alebo silné vetry.

SSP (Shared Socioeconomic Pathways) sa chopí problémov do budúcnosti ohľadom migrácie za dôsledku zmeny klímy. SSP1: Pokles populácie, vyššie príjmy a zníženie nerovnosti, efektívny land-use, menej konzumných intenzívnych zdrojov, čo zahŕňa zníženie emisií zo skleníkových plynov, zníženie odpadu z jedla, voľný obchod a technológie a životné štýly priateľné k životnému prostrediu. SSP2: stredný nárast populácie, stredný príjem, technologický postup, vzor konzumu a produkcie je pokračovaním predošlých trendov. SSP3: vysoká populácia, nízky príjem, nerovnosť, intenzívna produkcia a konzum, bariéry obchodu, a pomalý nárast technologickej zmeny, vysoké ciele ohľadom migrácie. SSP4: stredný nárast populácie, stredný príjem, a podstatná nerovnosť medzi regiónmi, nízke ciele ohľadom migrácie. SSP5: pokles populácie, vyšší príjem, voľný obchod, málo nerovnosti a vysoké výzvy migrácie.

Počas 21. storočia sa očakáva nárast extrémnych prajvov tepla. Napríklad v Stredozemí a severnej Afrike nárast súch. V boreálnych oblastiach sa to môže prejavovať suchami, požiarimi, zánikom rašelinísk.

Pri oteplení o 1,5 °C môže dôjsť ku vysúšeniu vodných plôch v suchých oblastiach, či k nedostatku zásob jedla. Pri 2 °C môže nastať roztápanie permafrostu a nedostatok zásob jedla

ešte väčším riskom. Pri 3 °C môže nastať pokles vegetácie, požiare a vysúšaniu vôd v suchých oblastiach ešte viac.

Väčšia koncentrácia CO₂ môže viesť ku zníženiu výživovej kvality potravín. Podľa SSP2 sa kvôli zmene klímy do roku 2050 navýšia ceny obilnín o 7,6%, čo bude viesť k hladomoru hlavne ľudí krajín 3. sveta.

V suchých oblastiach je dezertifikácia hlavnou príčinou redukcie úrody a produktivity dobytka, či redukcie biodiverzity. Podľa SSP2 bude pri oteplení do roku 2050 o 1,5 °C populácia žijúca vo vysušených oblastiach 178 mil., o 2 °C to bude 220 mil. a o 3 °C to bude 277 mil.

V Asii a Africe (v severní Africe budú lidé trpět nedostatkem vody) se očekává, že budou mít největší počet ohrožených lidí kvůli zväčšujúci se desertifikaci. Severní Amerika, Jižní Amerika, Středomoří, Jižní Afrika a Centrální Asie môžu trpět zväčšujúci se počtem požárů. Tropické oblasti a subtropy budú nejvíce ohroženy malou výnosností plodin. Kombinace zvyšování hladiny oceánů a intenzivnějších cyklón způsobí degradaci půdy a cyklóny budou ohrožovat životy v oblastech s jejich častým výskytem. Nejohroženější budou ženy, děti, starší a chudí.

Změny klimatu mohou zesílit environmentálně podmíněnou migraci v rámci státu i mezi státy. Extrémní počasí a změny klimatu mohou také vést k přemístění či přerušení potravních řetězců, což ohrozí životy a zapříčiní to sklony ke konfliktům.

Neudržitelné obhospodařování země vedlo k negativním ekonomickým dopadům. Změnou klimatu se tyto dopady ještě zhorší.

Míra ohrožení změnami klimatu závisí na míře oteplování a na jak se bude vyvíjet populace, produkce, spotřeba, technologie a obhospodařování země. V případě zintenzivnění produkce a spotřeby a limitovaným vývojem technologií v zemědělství dojde k ohrožení z nedostatku vody, degradaci půdy a nedostatku jídla.

Zvýšení populace a příjmu v kombinaci se změnami spotřebních návyků způsobí větší žádost jídla a vody. Tyto změny povedou ke změně využití území, což způsobí nedostatek vody, nedostatek jídla, emise CO₂, NH₄ a N₂O a konfiskaci biodiverzity. Kvůli zväčšování zemědělských ploch bude vysoce klesat biodiverzita.

Nebezpečí nedostatku vody v suchých oblastech je nižší ve variantě s nízkých populačním růstem, menším zvýšením žádosti po vodě a vysokou přizpůsobivostí. (SSP1). V této variantě je nebezpečí z nedostatku vody v suchých oblastech mírné i přes globální oteplení 3 °C. Velký rozdíl je ve variantách s vysokým růstem populace, vysoké zranitelnosti, větší žádosti po vodě a menší přizpůsobivosti. (SSP3)

Nebezpečí spojená s degradací půdy jsou větší ve variantách s větší populací, zvýšenou změnou ve využití území, nízkou přizpůsobivostí a ostatními překážkami k adaptaci. (SSP3). Výsledkem těchto variant budou lidé vystaveni degradaci ekosystémů, požárům a pobřežním záplavám. Ve variantě SSP1 je změna degradace půdy z mírného na vysoké nebezpečí odhadována na globální oteplení mezi 1,8 – 2,8 °C. Ve variantě SSP3 1,4 – 2 °C.

Nebezpečí spojená s dostatkem jídla jsou větší ve variantách s nižším příjmem, zvýšenou žádostí po jídle, zvýšenou cenou jídla způsobenou konkurencí o půdu, a omezeným obchodem (SSP3). Zde jsou změny z mírného nebezpečí na vysoké nebezpečí odhadovány na oteplení mezi 2,5 – 3,5 °C pro SSP1. V SSP3 oteplení mezi 1,3 – 1,7 °C.

Rozšíření měst by vedlo ke změně zemědělské půdy, což by vedlo ke ztrátám v potravinové produkci. Strategie, které chtějí zredukovat tyto dopady zahrnují městskou a příměstskou produkci potravin a řízené rozšiřování městských oblastí, stejně tak jako výsadbu zeleně ve městech, která by pomohla snížit klimatické nebezpečí ve městech.

IPCC – Klimatické změny a krajina

Referát z predmetu Meteorologie a Klimatologie

B. Adaptácia a zmiernenie možných dopadov

Některé lidské činnosti mohou přispět ke lepší adaptaci prostředí na klimatické změny, nebo ke zmírnění jejich dopadu. Tyto činnosti byly hodnoceny vzhledem k adaptaci krajiny na klimatickou změnu, zmírnění jejího dopadu, zastavení desertifikace a degradace půdy, potravinovému zabezpečení a udržitelnému rozvoji. Některé z těchto činností mají okamžitý, pozorovatelný dopad (zachování rašelinišť, bažin, mangrovových porostů), u některých musíme počkat několik desetiletí, abychom se dostali k měřitelným výsledkům (zalesňování, rekultivace půdy). Úspěšná implementace zmírňujících opatření závisí na místních ekologických a socio-ekonomických podmínkách. Některá opatření lze využít napříč širokým spektrem územních typů (management půdního uhlíku), některé závisí na specifických agroekologických podmínkách (tvorba mokřadů a rašelinišť).

Mnoho z opatření vedoucích k adaptaci na klimatické změny může být aplikováno bez výrazných změn stávajícího využití půdy, například metody jako zlepšení obhospodařování stávající zemědělské půdy a udržitelné hospodaření v lesích výraznou změnu půdy nevyžadují. Tato opatření lze zavést v různém měřítku, od jednotlivých zemědělců, až po celé regiony. Většina těchto činností také přispívá k udržitelnému rozvoji, nebo jsou jinak prospěšné pro společnost.

Některé metody, jako například zalesňování, nebo vyžívání biomasy v bioenergetice ale výraznou změnu ve využívání půdy vyžadují a mohou vést k nepříznivým vedlejším účinkům. Pokud však budou aplikována na omezený podíl půdy v udržitelně spravované krajině, jsou tato opatření realizovatelná.

Aktivity vedoucí k zastavení, nebo zpomalení desertifikace taktéž přispívají k adaptaci na klimatické změny, nebo ke zmírnění jejich dopadu. Opatření zlepšují úrodnost půdy v pouštních oblastech a umožňují zde lepší vstřebávání uhlíku do půdy a biomasy. Tato opatření jsou regionálně odlišná a zahrnují zadržování vody v krajině, mikro-zavlažování, a obnovu degradované půdy pomocí sadby suchomilných rostlin. Redukce prachových a písečných bouří a pohybu písečných dun díky vysazování stromů nenáročných na vodu a tvorbě větrolamů zmírní dopady větrné eroze. Jelikož je však v současné době jen málo znalostí o adaptaci prostředí na efekt desertifikace a klimatické změny, je tedy velmi pravděpodobné, že ne všechna opatření budou zcela efektivní. Některé možnosti adaptace se mohou stát neefektivní díky jejich environmentálnímu dopadu. Například zavlažování v aridních oblastech může vést k zasolování půdy a odčerpávání zásob pitné vody.

Udržitelný územní management zahrnující udržitelný lesnický management může předcházet degradaci půdy, udržuje produkci a zmírňuje dopady změny klimatu na půdu. Udržitelné hospodaření s půdou a lesy je zde definováno jako správa a využívání pozemních zdrojů (půd, rostlin, zvířat), aby uspokojili měnící se lidské potřeby a současně zajistili dlouhodobý produktivní potenciál těchto zdrojů a zachování jejich environmentálních funkcí. To zahrnuje například vhodné střídání plodin a lesů, ekologické zemědělství, ochranu opylovačů, zadržování dešťové vody atd.

Ke zmírnění dopadů klimatické změny také vedou změny ve stravovacích návycích. Důležitá je vyvážená strava, která mixuje potraviny na rostlinné bázi a živočišné produkty z udržitelných, nízkoemisních zdrojů. Relativně účinné je také zamezení, nebo redukce plýtvání potravinami.

Budúce využívanie pôdy čiastočne závisí od požadovaného výsledku v oblasti klímy a nasadeného portfólia možností odozvy (vysoká dôvera).

Všetky hodnotené modelované dráhy, ktoré obmedzujú otepľovanie na 1,5 °C alebo výrazne pod 2 °C si vyžadujú zmiernenie a zmenu využitia pôdy, ktoré zahrňujú najviac odlišné kombinácie zalesňovania, zníženého odlesňovania a bioenergie. Malý počet modelových ciest dosahuje 1,5 °C so zníženou konverziou pôdy a teda znížené následky na rozširovanie púští, degradáciu pôdy a potravinovú bezpečnosť. Modelované cesty limitujúce globálne otepľovanie na 1,5 °C zahrňujú zmiernovanie viac na pevnine než cesty vyššieho otepľovania (vysoká dôvera) ale dopady zmeny podnebia v týchto cestách na pozemné systémy sú menej závažné (stredná dôvera). Tieto modely projektujú redukciu 2 miliónov km² lesnej plochy na 12 miliónov km² vzrastu v roku 2050 v porovnaní s rokom 2010. Cesty s 3°C počítajú so znížením o 4 milióny km² na zvýšenie o 6 miliónov km² lesných oblastí (stredná dôvera). Územná plocha potrebná pre bioenergiu v modelových cestách sa výrazne líši v závislosti od sociálno-ekonomickej dráhy, úrovne otepľovania, východiskovej suroviny a použitého systému výroby (vysoká dôvera). Modelované cesty obmedzujúce globálne otepľovanie na 1,5 °C by v roku 2050 mali využívať až 7 miliónov km² na bioenergiu (stredná dôvera).

Cesty s veľkou úrovňou pôdnej premeny môžu mať za následok nepriaznivé vedľajšie účinky, ktoré majú vplyv na nedostatok vody, biodiverzity, pôdnej degradácie, dezertifikácie a potravinovej bezpečnosti, pokiaľ nie sú primerane a starostlivo riadené. Najviac zmiernujúce cesty zahrňuje podstatné využitie technológií bioenergie. Majú väčšie spoľahnutie na rýchle a ďalekosiahle prechody v oblasti energie, pôdy, mestských systémov a infraštruktúry, a na správanie a zmeny životného štýlu v porovnaní s inými cestami s teplotou 1,5 °C. Tieto cesty zahrňujú iba podmnožinu hodnotených možností reakcie v tejto správe (vysoká dôvera). Začlenenie ďalších možností reakcie do modelov by mohlo znížiť predpokladanú potrebu bioenergie alebo odstránenie oxidu uhličitého, ktoré zvyšujú dopyt po pôde.

Úroveň dôvery: Do dôvery, ktorá má veľkostné kategórie (vysoká, stredná, nízka) patrí každá možnosť na účely zmiernenia, prispôsobenia, boja proti rozširovaniu púští, pôdnej degradácie a zvýšenia potravinovej bezpečnosti. Vysoká dôvera znamená, že je tu vysoká úroveň dohody a dôkazov v literatúre na podporu kategorizácie. Nízka dôvera znamená, že kategorizácia veľkosti je založená na niekoľkých štúdiách. Stredná dôvera odráža stredné dôkazy a súhlas v rozsahu reakcie.

C. Vhodné reakcie na možné dopady

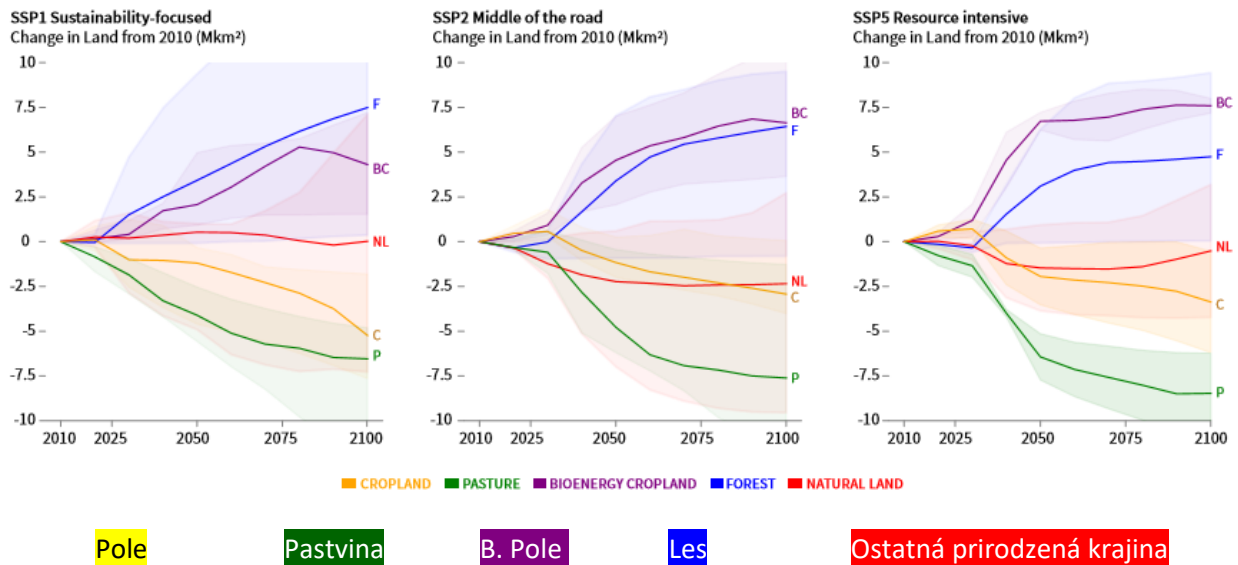
Vhodná politika inštitúcií a vlád môže prispieť ku zmierneniu klimatických zmien. V obojstranne nápomocnej stratégii je potenciál ku záchrane zdrojov či podpore obnovenia ekosystémov.

Efektívnosť a množstvo vykonaných rozhodnutí vlády s cieľom zmierniť zmeny podnebia sú podporované vplyvom lokálnych zainteresovaných subjektov (dobrovoľnícke komunity na ochranu životného prostredia, podnebia atď...). Dobrovoľnícka činnosť má rôzne formy (farmy šetrné k životnému prostrediu, štandardy a certifikácie kvality produkcie, používanie vedeckých znalostí) a môže dosiahnuť pozitívnu adaptáciu a zmiernenie. Tieto komunity pomáhajú aj pri určovaní miery zmeny biodiverzity, straty pôdy, zmeny vlastností podzemných vôd, zmeny vo využívaní územia, poľnohospodárskej i živočíšnej výrobe či zalesnení.

Politická podpora nedegradovania krajiny podporuje bezpečnosť potravín, ľudské blaho i zmiernenie klimatickej zmeny. K výraznejšiemu obnoveniu dochádza ak je lokálny manažment s prírodnými zdrojmi podporovaný vládou. Obmedzený prístup do krajiny pre užívateľov i majiteľov pozemkov má vo vhodnej miere taktiež pozitívny vplyv.

Spoločnosti pracujúce s jedlom, vrátane tých, ktoré sa starajú o zmiernenie strát, podporujú trvalo udržateľný spôsob využívania pôdy a znižujú emisie. Zlepšenie prístupu na trhy, zaistenie držby pôdy alebo platby za ekosystémové služby môžu viesť k stabilite manažmentu krajiny a odstráneniu

chudoby. Úspešné zrealizovanie trvalo udržateľného rozvoja však požaduje vhodné prírodné a socioekonomické podmienky.



Obr.1 Model vývoja krajiny v závislosti na socioekonomickom vývoji a miere krokov vykonaných na zmiernenie klimatickej zmeny [mil. km³] (zľava doprava: udržateľnosť v krajinnom manažmente, zvýšené požiadavky na zmiernovanie vplyvu určitých ľudských činností na prírodu, vzor intenzívnej produkcie a využívania zdrojov).

Vo všetkých modeloch vykazujú stratu pastviny a polia, nárast plochy do budúcnosti zasa lesy a polia na výrobu bio – energie. Hodnoty sa však líšia, keďže každý model predstavuje inú situáciu. Rozdiel medzi prvým a tretím modelom v zmene plochy lesa [mil. km²] môže vysvetliť neprítomnosťou ťažby v prvom a prítomnosťou ťažby v treťom modeli.

D. Opatrenia v blízkej budúcnosti

Budovanie kapacít v blízkej budúcnosti, prenos a zavádzanie technológií a umožňujúce finančné mechanizmy môžu posilniť prispôbenie a zmiernenie v sektore pôdy. Znalosti a transfer technológií môže pomôcť zvýšiť trvalo udržateľné využívanie prírodných zdrojov na potravinovú bezpečnosť v meniacom sa prostredí a rozšírenie prístupu k poľnohospodárskym službám pre výrobcov a užívateľov pôdy môže efektívne riešiť degradáciu pôdy.

Meranie a monitorovanie zmeny využívania pôdy vrátane degradácie a dezertifikácie je podporované rozšíreným využívaním nových informácií a komunikačných technológií. Systémy včasného varovania pred extrémnymi poveternostnými a klimatickými udalosťami sú kritické na ochranu životov a majetku a znižujú riziko katastrof. Sezónne predpovede a systémy včasného varovania sú dôležité pre potravinovú bezpečnosť a monitorovanie biodiverzity vrátane škodcov a chorôb a adaptívne riadenie klimatických rizík.

Investície do ľudských a inštitucionálnych kapacít sú vysoké a zahŕňajú prístup k systémom pozorovania, včasného varovania a iným službám (terénne pozorovanie, digitálne technológie, hydrometeorologické a monitorovacie systémy a údaje). Rámcové hospodárenie s pôdou hrá dôležitú úlohu napríklad pri adaptácii prostredníctvom krajinných prístupov, biologickej kontrole ohnísk, škodcov a chorôb. Trvalo udržateľné hospodárenie s pôdou sa dá zlepšiť zvýšením dostupnosti údajov a informácií týkajúcich sa napríklad efektívnosti využívania pôdy, vznikajúcich rizík či vedľajších výhod. Krátkodobé opatrenia na podporu trvalo udržateľného hospodárenia s pôdou pomôžu znížiť zraniteľnosť pôdy súvisiacu s potravinami a vytvárať odolnejšie živobytie, znižovať degradáciu pôdy,

rozširovanie púští a stratu biodiverzity. Investície do obnovy pôdy môžu mať za následok globálny prínos a môžu to byť aj suché oblasti. Mnohé technológie udržateľného manažmentu pôdy a postupy sú ziskové do troch až desiatich rokov. Počiatočné investície do postupov a týchto technológií sa môžu pohybovať približne od 20 do 5000 dolárov na hektár.

V budúcich scenároch znamená odklad zníženia emisií skleníkových plynov zmenu, vedúcu k výrazne vyšším nákladom a rizikám spojenými so stúpajúcimi teplotami. Napríklad zvýšenie organického uhlíka v pôde, ktorý klesá so zintenzívňovaním zmeny podnebia, pokles produktivity poľnohospodárstva, degradácia permafrostu a ťažkosti spätného navlhčenia rašeliniska. Problém by sa týkal aj nenávratnej straty funkcií ekosystémov služieb pôdy potrebných pre výživu, zdravie, obyvateľstvo, sídla a produkciu, čo vedie k čoraz významnejším ekonomickým dopadom v mnohých krajinách mnohých regiónov sveta.

Response options based on land management		Mitigation	Adaptation	Desertification	Land Degradation	Food Security	Cost
Agriculture	Increased food productivity	L	M	L	M	H	---
	Agro-forestry	M	M	M	M	L	●●
	Improved cropland management	M	L	L	L	L	●●●
	Improved livestock management	M	L	L	L	L	●●●●
	Agricultural diversification	L	L	L	M	L	●
	Improved grazing land management	M	L	L	L	L	---
	Integrated water management	L	L	L	L	L	●●
	Reduced grassland conversion to cropland	L	---	L	L	L	●
Forests	Forest management	M	L	L	L	L	●●●
	Reduced deforestation and forest degradation	H	L	L	L	L	●●●
Soils	Increased soil organic carbon content	H	L	M	M	L	●●●
	Reduced soil erosion	---	L	M	M	L	●●●
	Reduced soil salinization	---	L	L	L	L	●●●
	Reduced soil compaction	---	L	---	L	L	●
Other ecosystems	Fire management	M	M	M	M	L	●
	Reduced landslides and natural hazards	L	L	L	L	L	---
	Reduced pollution including acidification	---	M	L	L	L	---
	Restoration & reduced conversion of coastal wetlands	M	L	M	M	L	---
	Restoration & reduced conversion of peatlands	M	---	na	M	L	●
Response options based on value chain management		Mitigation	Adaptation	Desertification	Land Degradation	Food Security	Cost
Demand	Reduced post-harvest losses	H	M	L	L	H	---
	Dietary change	H	---	L	M	H	---
	Reduced food waste (consumer or retailer)	H	---	L	M	M	---
Supply	Sustainable sourcing	---	L	---	L	L	---
	Improved food processing and retailing	L	L	---	---	L	---
	Improved energy use in food systems	L	L	---	---	L	---
Response options based on risk management		Mitigation	Adaptation	Desertification	Land Degradation	Food Security	Cost
Risk	Livelihood diversification	---	L	---	L	L	---
	Management of urban sprawl	---	L	L	M	L	---
	Risk sharing instruments	---	L	L	---	L	●●

Options shown are those for which data are available to assess global potential for three or more land challenges. The magnitudes are assessed independently for each option and are not additive.

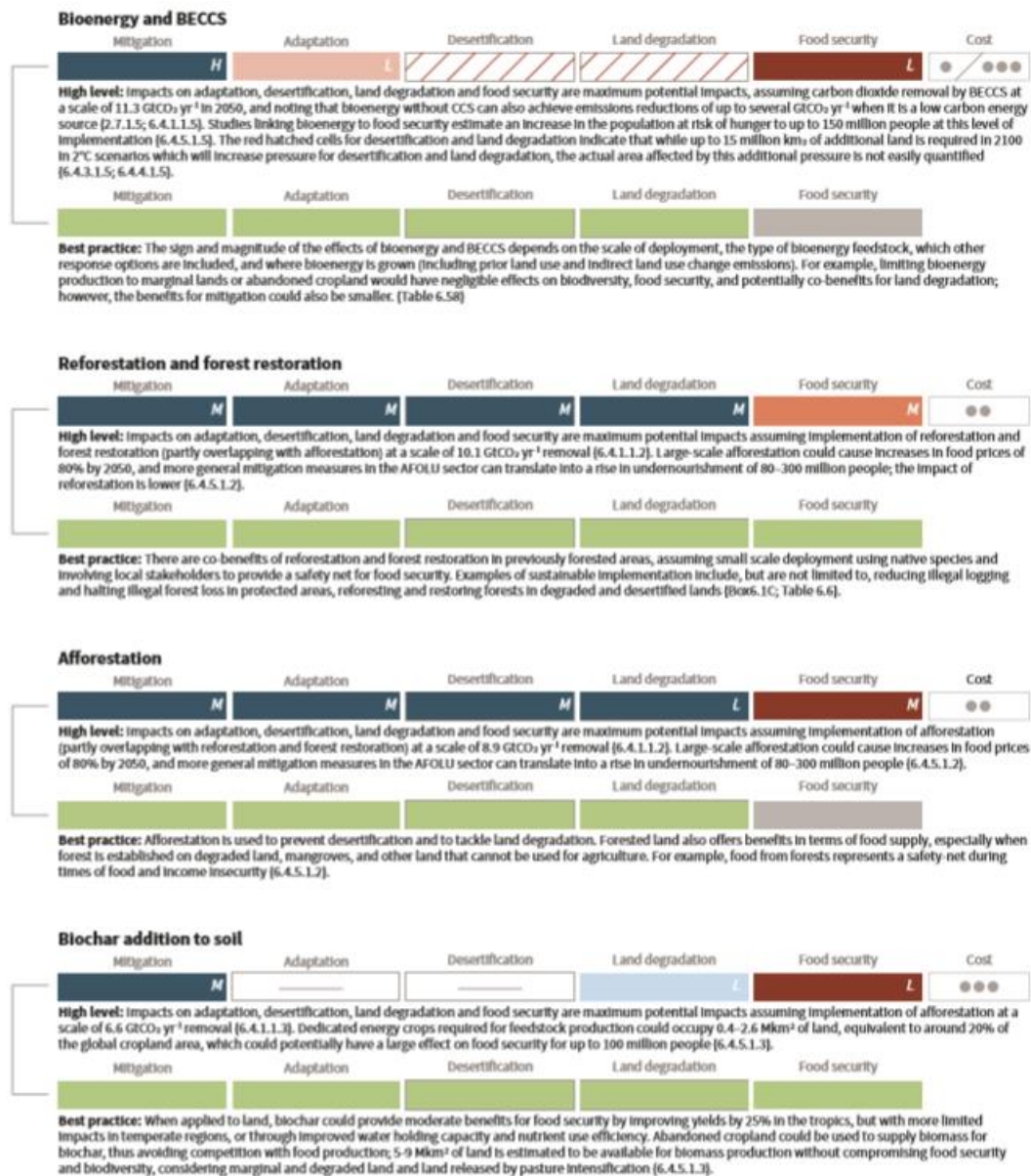
Key for criteria used to define magnitude of impact of each integrated response option						
		Mitigation Gt CO ₂ -eq yr ⁻¹	Adaptation Million people	Desertification Million km ²	Land Degradation Million km ²	Food Security Million people
Positive	Large	More than 3	Positive for more than 25	Positive for more than 3	Positive for more than 3	Positive for more than 100
	Moderate	0.3 to 3	1 to 25	0.5 to 3	0.5 to 3	1 to 100
	Small	Less than 0.3	Less than 1	Less than 0.5	Less than 0.5	Less than 1
	Negligible	No effect	No effect	No effect	No effect	No effect
Negative	Small	Less than -0.3	Less than 1	Less than 0.5	Less than 0.5	Less than 1
	Large	-0.3 to -3	1 to 25	0.5 to 3	0.5 to 3	1 to 100
		More than -3	Negative for more than 25	Negative for more than 3	Negative for more than 3	Negative for more than 100

--- Variable: Can be positive or negative --- no data na not applicable

Confidence level
Indicates confidence in the estimate of magnitude category.
H High confidence
M Medium confidence
L Low confidence

Cost range
See technical caption for cost ranges in US\$ tCO₂e⁻¹ or US\$ ha⁻¹.
●●● High cost
●● Medium cost
● Low cost
--- no data

Obr.2 Potenciálny globálny prínos možných dopadov na adaptáciu a zmiernenie pri boji s dezertifikáciou, degradáciou pôdy a bezpečnosťou potravín



Obr.3 Potenciálny globálny prínos možných dopadov na adaptáciu a zmiernenie pri boji s dezertifikáciou, degradáciou pôdy a bezpečnosťou potravín

Zdroje:

Študijné materiály IS Masarykovej univerzity predmetu Meteorologie a Klimatologie:

IPCC (2019): Climate Change and Land, Summary for Policymakers, str. 19-41

Pozorované změny a dopady v kryosféře a v oceánu

Za poslední desetiletí se díky globálnímu oteplování zmenšily zásoby vody v ledovcích, ubyl rozsah grónského a antarktického ledového příkrovu. Dále se zmenšila tloušťka permafrostu. V průběhu let 2006 až 2015 ztratil Grónský ledovec kolem 278 Gt své masy ročně. Na antarktickém ledovém příkrovu činil úbytek masy během těchto let průměrně kolem 1555 Gt za rok a zbytek ledovců ztratil průměrně 220 Gt ročně. Jak v polárních, tak vysokohorských oblastech se teplota permafrostu zvýšila o $0,29 \pm 0,12$ °C v rozmezí let 2007 až 2016. Během období 1979 až 2018 se rozloha arktického ledu zmenšila zhruba o 12,8 % za každých deset let.

Co se oceánu týče, je zřejmé, že se od roku 1970 ohřál. S vysokou mírou spolehlivosti můžeme říci, že v oceánech došlo k navýšení akumulované tepelné energie způsobené globálním oteplováním a to o 90 %. Dalším problémem jsou mořské horké vlny s výskytem u pobřeží jsou dnes dvakrát častější než v roce 1982 a zvyšuje se také jejich intenzita a doba trvání. Je pravděpodobné, že na 84 až 90 % těchto mořských horkých vln, které se objevily v období let 2006 až 2015, mají podíl antropogenně způsobené nárůsty teploty.

Díky oteplování se také mění hustotní rozdíly mezi spodní a vrchní vrstvou oceánu. Vrstva stratifikace v horních 200 m se zvýšila asi o 2,3 % od 80. let. Tento nárůst ztěžuje vertikální výměny tepla, kyslíku a uhlíku, živin mezi vrstvami oceánu.

Další problémy způsobuje zvýšení množství CO₂ v atmosféře. Oceány pobírají asi 20 až 30 % emisí CO₂. Díky tomu se od 80. let 20. století snížilo pH o 0,017 – 0,027 v každém desetiletí, a dochází tak ke zvyšování acidifikace moří.

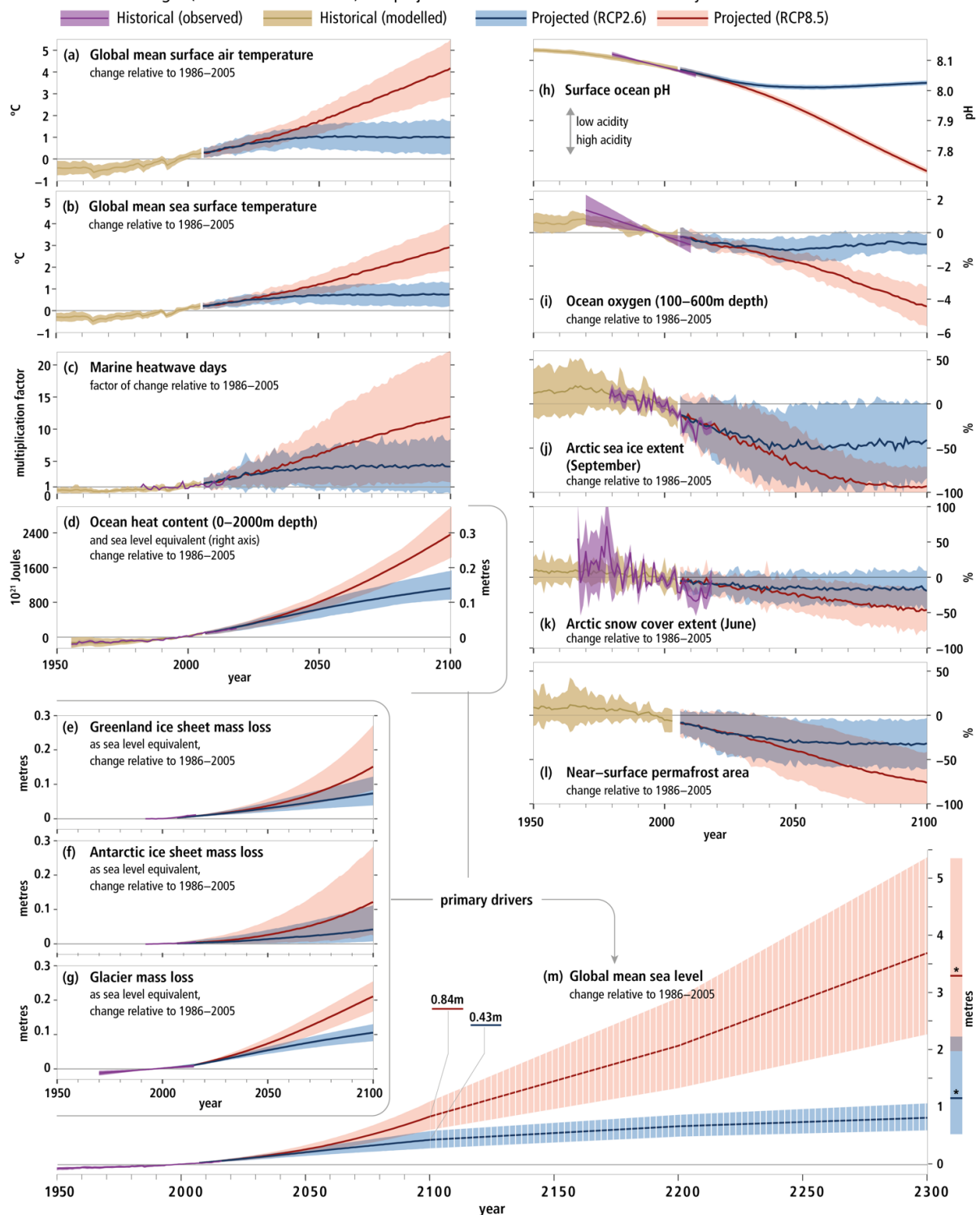
Globálně průměrná hladina moře v posledních dekadách stoupá stále rychleji, hlavně díky tání ledovců, především díky tání grónského a antarktického ledovce. Svůj podíl na tom mají i ztráty mas z horských ledovců a teplotní roztažnost vody, která při zahřátí zvětšuje svůj objem.

V rozmezí let 1902 až 2015 se hladina světového oceánu průměrně zvedla o 0,16 m. Zdvih hladiny se v posledních letech zrychlil, hlavně díky úbytku masy hmot z kontinentálních ledovců. Zdvih hladiny mezi roky 2007-2016 je trojnásobný oproti míře zdvihu 1997-2006.

Jedním z dopadů jsou extrémní vlny, například na pobřeží Atlantiku se v období 1985 až 2018 zvýšily o 0,8 až 1 cm ročně. Klimatická změna má i jiné dopady, jako zvýšení pozorovaných srážek, záplavy spojené s některými tropickými cyklónami. Samotné tropické cyklóny také proporcionalně zhoršily a mohou dosahovat kategoričkových hodnot 4 až 5.

Past and future changes in the ocean and cryosphere

Historical changes (observed and modelled) and projections under RCP2.6 and RCP8.5 for key indicators

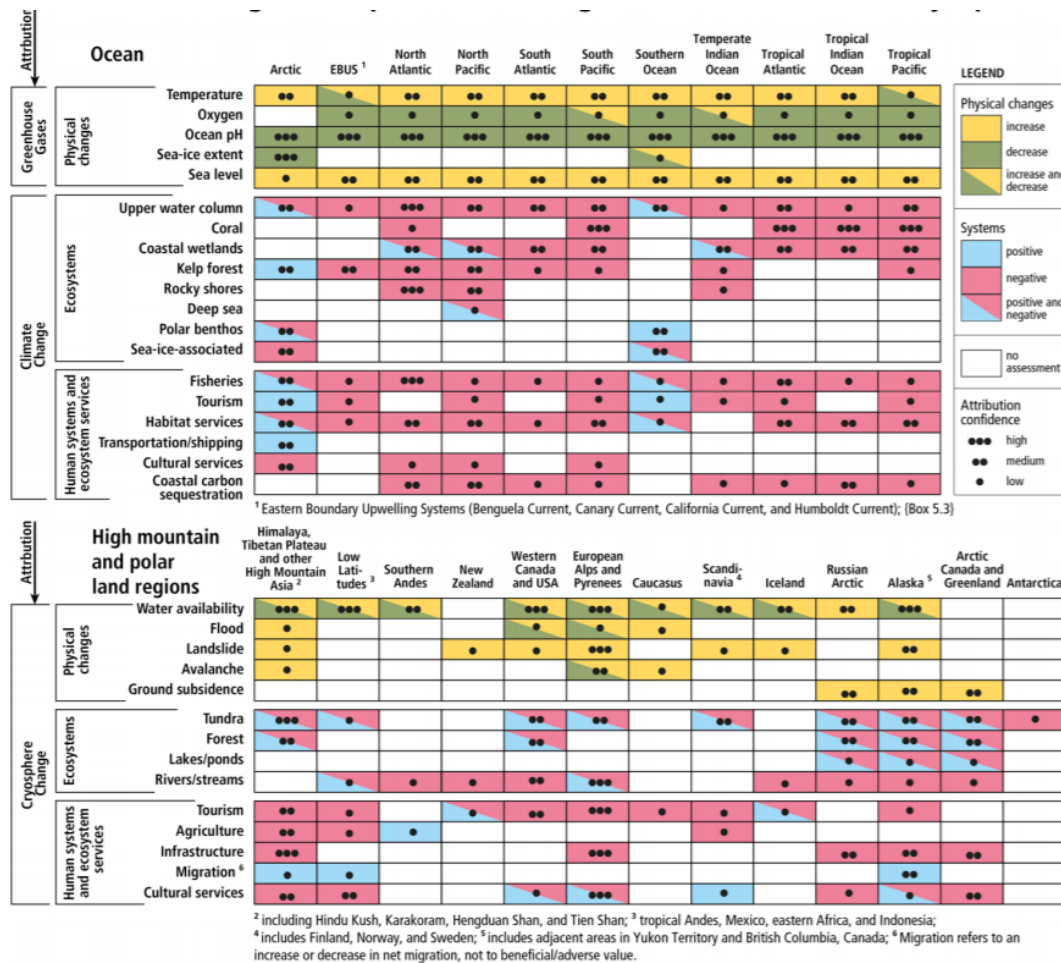


Obr. 1 historické změny a modely budoucích změn v oceánu a kryosféře (Zdroj dát: IPCC (2019): Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (7.11.2019))

Grafy v obr. č. 1 popisují modely historických a budoucích změn v oceánu a kryosféře. Fialové jsou vyznačeny historická empiricky naměřená data, hnědé historické modely. Modře je vyznačena prognóza modelu RCP2.6, která reprezentuje budoucnost, ve které se podaří dosáhnout světové uhlíkové neutrality před r. 2050. Naopak prognóza RCP8.5, která je zde vyznačena růžovou barvou, představuje budoucnost, kde se to nepodaří a emise CO₂ a CO₄ do konce století nadále poroste. Předpokládá se tedy vysoký podíl skleníkových plynů.

V budúcnu môžeme očakávať nárast hodnôt u priemernej teploty povrchu celosvetového oceánu (b), u počtu a dĺžky trvania morských horkých vln (c). Ďalej obsah tepla, vyjadreného v jouloch, do 2 km hĺbky (d) ztráty masy z grónskeho (e) a antarktického (f) ľadovca a ďalších horských ľadovcov (g) a díky tomu i zvýšenie hladiny svetového oceánu (m). Naopak zníženie hodnôt môžeme očakávať u hodnôt pH a tiež zvýšenie acidifikácie (h). Úbytok zasáhne tiež množstvo kyslíku rozpušteného vo vode (i).

Pozorované regionálne dopady na zmeny v oceáne a kryosfére



Obr. 2 – Regionálne dopady na zmenu v oceáne a kryosfére (Zdroj dát: IPCC (2019): Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (7.11.2019))

Na obrázku č.1 môžeme pozorovať dopady spôsobené zmenou v oceáne či kryosfére na rôzne regióny sveta. Vrchná časť schémy sa venuje dopadom klimatickej zmeny. V rámci teploty došlo až na výnimku tropického Pacifiku ku zvýšeniu teploty morí a oceánov. Zároveň k zvýšeniu kyslosti a teda aj k zmene zásaditosti vo väčšine morí. Pozorovaný bol aj vzostup morskej hladiny. Čo sa týka morských ekosystémov, na väčšinu skúmaných oblastí mala zmena negatívny dopad. Došlo k úbytku korálových útesov, pobrežných mokradí či chaluhoých lesov. Negatívnu zmenu zaznamenali aj ekosystémy skalnatých pobreží, hlbokomorské ekosystémy, polárne biocenózy či ekosystémy viazané na ľad. Vplyv na človeka, ľudské aktivity či ekosystémy sa ukázal byť negatívny v oblasti rybolovu, pobrežnej uhlíkovej sekvestrácie a kultúrnych či ekologických služieb. Pozitívne vyšiel dopad na dopravu či turizmus v oblasti Arktického ľadového oceánu.

Spodná časť schémy sa zase zamerala na kryosférickú zmenu – teda zmeny v ľadovej a snehovej pokrývke. Jednoznačný vzrast nastal v zosuvoch pôdy, početnosti lavín či poklese pôdy. V niektorých

oblastiach ako Kaukaz či Himaláje bol zaznamenaný aj častejší výskyt povodní, zatiaľ čo dostupnosť vodných zdrojov bola hodnotená vo väčšine prípadov aj kladne aj záporne. Vplyv na ekosystémy sa ukázal byť negatívny hlavne v oblasti riek a riečnych spoločenstiev. V oblastiach tundier, lesov či jazier boli dopady zmiešané. Na ľudské aktivity a človeka v ľadovcových oblastiach najhoršie dopadá zmena na turizmus či kultúru. Rovnako je negatívny aj vzťah zmeny voči agrikultúre a infraštruktúre. Prekvapivo však pozitívne boli vnímané dopady na migráciu.

Pozorované dopady na ľudí a ekosystémy

Úbytok kryosféry v arktických a vysokohorských oblastiach viedol podľa správy IPCC aj k zhoršenému prístupu k potravinám. Došlo k poklesu poľnohospodárskych výnosov, a to hlavne v oblasti Himaláji a Ánd. U miestneho obyvateľstva nastalo zvýšené riziko chorôb, ktoré súviselo hlavne so zhoršenou kvalitou vody. Táto voda bola často narušovaná rôznymi kontaminantami, z ktorých najvýznamnejším bola ortuť. Ortuť sa najčastejšie uvoľňuje z roztápajúcich sa ľadovcov či permafrostu a následne sa dostáva ku zdrojom pitnej vody. Miestni domorodci dokonca musia časovo upraviť rôzne aktivity (napr. poľnohospodárske) keďže zmena klímy spôsobuje skoršie alebo neskoršie oteplenie (či naopak ochladenie). V týchto oblastiach sa zvyšuje aj riziko povodní, kde sú ohrozené najmä oblasti s trvale zamrznutou pôdou (môže tu prísť k vzniku bahenných prúdov). Sprístupnenie nových miest láka množstvo nových turistov, ktorí sú však rovnako ako domáci vystavení zvýšenému riziku zasiahnutia prírodnými katastrofami. Týka sa to hlavne oblastí Ánd, Himaláji, ale podobné prípady nájdeme aj v Európe v Alpách či Karpatoch. Vo vysokohorských vodných nádržiach boli dokonca zaznamenané zmeny v množstve a v čase prítoku vody (čo má kladný vplyv na tvorbu energie). Zreteľná je však vizuálna zmena krajiny a to hlavne v oblastiach kde ešte v nedávnej dobe bolo plno snehu a dnes je tam už len tundra či kamenná pláň. Zmenu zachytávajú aj lyžiarske strediská, kde je potreba čoraz viac využívať umelé zasnežovanie.

Ďalšou významnou klimatickou zmenou je zmena chemickej, fyzikálnej a biologickej štruktúry oceánov. Týka sa to hlavne zdvíhu hladiny vody, zmenšenie celkovej salinity, či vo zvýšení teploty mora. Najviac zasiahnuté touto zmenou je domorodé obyvateľstvo žijúce v blízkosti pobreží, závislé na rybolove. Dochádza totiž k priestorovej zmene rozloženia rýb a rôznych druhov mäkkýšov, ktorí pre toto obyvateľstvo tvoria obživu. Touto problematikou sa už začali zaoberať aj medzinárodné subjekty, ktoré pomocou rôznych opatrení zabezpečili reguláciu rybolovu. Najviac zasiahnuté oblasti sa nachádzajú v Arktíde, severnom Atlantiku či Tichomorí). Ďalším vážnym problémom je nadmerné znečistenie pobreží škodlivými kvetmi rias. Tieto škodlivé kvety sú do týchto oblastí dovážané hlavne odtokom živín z riek, pod vplyvom silných búrok. V týchto oblastiach dochádza často k eutrofizácii, strate kyslíka či prudkým zmenám teploty. Na ľudí toto znečistenie vplýva v znehodnotených potravinách (napr. rôzne morské produkty), zníženom cestovnom ruchu či zdraví.

Posledným významným dôsledkom na ľudí a ekosystémy sú extrémne udalosti. Zaraďujú sa sem hlavne hurikány, záplavy, zosuvy pôd, strata ľadovej pokrývky či zvyšovanie hladiny mora. Najviac spomedzi všetkých lokalít sú ohrozené pobrežné oblasti s vysokou koncentráciou obyvateľstva. Tu je okrem zmienených vplyvov zrejмый aj rast znečistenia, degradácia prirodzeného biotopu či nadmerná ťažba piesku v útesových regiónoch. Ľudstvo sa voči týmto úkazom obrátilo tvorbou rôznych hrádzí, morských múrov či nárazových bariér. Najviac ohrozené oblasti týmito záplavami sú mestá v deltách veľkých riek (ako napr. Benátky, či mestá v Bangladéši). V vyspelejších niektorých došlo ku tvorbe tzv. polderov – teda k vysušeniu pôdy, kde bolo kedysi more v prospech ornej pôdy. Typickým príkladom je Holandsko, kde husto osídlené územie leží pod hladinou mora. Protikladom polderov je naopak pobrežný ústup, kedy dôjde k vysídleniu obyvateľstva a následnému zaplaveniu územia morom. Tento proces je zriedkavý a využíva sa hlavne v oblasti mokradí.

Pozorované dopady na ekosystémy

Změny v kryosféře zasáhly ekosystémy vysokých hor a polárních oblastí. Ovlivněny jsou životy jak suchozemských, tak vodních živočichů. Toto mělo za následek změny hojnosti živočichů i rostlin, změny sezónních aktivit.

Kvůli ústupu ledovců a prodloužení období bez sněhové pokrývky, sledovaných v posledním století, se některé druhy živočichů a rostlin rozšířily. To znamená například, že druhy migrují do oblastí vyšších sfér. Naopak to má za následek také úbytek fauny a flory, které jsou chladu přizpůsobeny. Zvýšený počet lesních požárů a tání permafrostu způsobuje častější a intenzivnější narušení ekosystému, to ovlivňuje jak vegetaci, tak divoká zvířata (např. losos, sob). Díky satelitním snímkům je možné pozorovat zvětšující se zelené plochy, což indikuje větší produktivitu rostlin. Naopak hnědnoucí oblasti tajgy a tundry znamenají nižší produkci. Kromě negativních důsledků, jako je například snížení kulturní hodnoty ekosystému, je zde také několik pozitivních důsledků, jedním z nich je například zlepšení poskytování služeb v horských i polárních oblastech.

Další změnou, sledovanou přibližně od roku 1950, je výskyt a aktivita mořských druhů. Příčinou je zahřívání oceánu, s oteplováním související zmenšení lední plochy a úbytek kyslíku. Od rovníku směrem k pólům můžeme pozorovat změny v rozmístění druhů, množství a produkci biomasy. Změny interakce mezi druhy způsobily také změny ve struktuře ekosystému i změny ve funkcích ekosystému. Posuny v rozmístění různých mořských druhů jsou od 50. let 52 ± 33 km za desetiletí a 29 ± 16 km za desetiletí pro organismy vyskytující se v epipelagické zóně (vyskytující se výše 200m od dna moře) a organismy na dně moře. Změny jsou ovlivňovány také lokální teplotou, množstvím kyslíku a mořskými proudy. Zvýšená teplota oceánu a jeho acidifikace ohrožuje také korálové útesy. Ekosystémy skalnatého pobřeží jsou degradovány a jejich zotavení trvá více než 15 let. EBUS, neboli rostoucí systém východních hranic, jeden z nejproduktivnějších oceánských ekosystémů je negativně ovlivňován zvyšující se acidifikací a úbytkem kyslíku. Konkrétně tyto procesy působí na dva ze čtyř těchto rostoucích ekosystémů, Kalifornský proud Humboldtův proud. Opět dochází ke změně struktury těchto ekosystémů a negativním vlivům na produkci biomasy. Dále vlivem zvyšující se teploty oceánu došlo ke snížení lovného potenciálu. Globální oteplování vedlo ke snížení množství ryb, tedy i ke snížení rybářských úlovků. Avšak v některých oblastech došlo naopak ke zvýšení množství některých druhů ryb.

Na změny v ekosystémech mají vliv i lidské aktivity. Za posledních 100 let bylo ztraceno téměř 50 % pobřežních mokřin kombinací lidské činnosti a extrémních klimatických změn. Zalesněné pobřežní ekosystémy napomáhají k zarážení zvýšené mořské hladiny, chrání před bouřkami a erozí. Jejich ztráta má za následek vypuštění 1 billionu tun uhlíku za rok. Dochází také k rozsáhlému úbytku mangrovů, ty se začaly přemísťovat do oblastí solných bažin, což dále způsobilo úbytek bylin, poskytujících potravu a útočiště jiným druhům. Intenzivní vývoj člověka vedl také ke zvýšení organických látek v ústí řek. Do ústí řek proniká také více mořské vody, čímž se snížil počet vhodných stanovišť pro systémy ústí řek.

Predikované změny v oceánech a kryosféře

V letech 2015 až 2100 se předpokládá snížení hmotnosti ledovců (vyjma ledových příkrovů) buďto o 18 +/- 7 % (RPC2,6) což by odpovídalo nárůstu hladiny světového oceánu o 94 mm. Další z možných scénářů je snížení hmotnosti o 36+-11 % (RPC8,5) což by znamenalo nárůst hladiny zhruba o 200 mm. Co se týká oblastí s menšími ledovci, jako je Střední Evropa, Kavkaz, Andy, Skandinávie atd. předpokládá se, že podle RPC8,5 ztratí přes 80 % plochy ledovců. Co se týče Grónského ledovce, ten má v dnešní době větší vliv na nárůst hladiny oceánů. Nicméně do konce 21. století by se měl na nárůstu hladiny světových oceánů více podílet ledovec Antarktický. Dále se do roku 2100 předpokládá rozsáhlé tání permafrostu o 24 až 69 %. Jestliže by došlo k poklesu plochy o 69 % (RPC8,5) zapříčinilo by to vypuštění obrovského množství oxidu uhličitého a metanu do atmosféry, což by přispívalo dále ke zhoršení změny klimatu. V horských oblastech by zmenšení plochy ledovců a permafrostu s velkou pravděpodobností způsobovalo sesuvy půd a pády lavin i na místech, kde tomu nebylo obvyklé. Odtok vysokohorských řek, jež jsou ovlivňovány ledovcem, či táním sněhu bude s jistotou změněn, a to bez ohledu na další emisní vývoj planety. Častěji bude odtok dosahovat vysokých hodnot v jarních měsících. Průměrný roční odtok z ledovců se však bude snižovat.

U světového oceán je prakticky jisté zvyšování teploty. A předpokládá, že povrchová vrstva 2000 m pojme v případě RPC8,5 6krát více tepla a v případě RPC2,6 zhruba 3krát více tepla. Toto bude mít vliv na hustotu nejvyšších vrstev oceánu a tím pádem na vertikální tok živin, uhlíku a kyslíku. Z toho vyplyne pokles kyslíku o 3-4 % a dusičnanů o 9-14 %. Dále je očekávaná acidifikace oceánské vody, přičemž se předpokládá do konce století pokles o přibližně 0,3 pH. Co se týká jevů El Niño a La Niña, do konce století odhaduje zvýšení frekvence jejich výskytu, a to téměř dvakrát vůči četnosti výskytu v 20. století. Dále se pak očekává zesílení vlivu těchto jevů. Hladina světového oceánu bude nadále narůstat. Oproti období 1986-2005 se předpokládá že bude hladina vyšší podle RPC2,6 o 0,43 m a podle RPC8,5 o 0,84 m. Tento vývoj však může být silně ovlivněn vývojem tání ledovců, převážně toho Antarktického, jak je zmíněno výše. Další důležitým faktorem je oteplování oceánské vody, která tak zvětšuje svůj objem. Takovéto zvyšování hladiny světového oceánu bude mít za následek zvýšení četnosti extrémních událostí, které budou silně ovlivňovat mnoho osídlených míst na zemi.

V případě změn v ekosystémech se předpokládá nejvíce proměna suchozemských a sladkovodních ekosystémů v horských a polárních oblastech. V případě horských oblastí by došlo ke snížení populací závislých na výskytu sněhu a ledovců. Pro udržení těchto druhů je do značné míry nepostradatelná podpora ze strany člověka. V arktických oblastech se opět předpokládá pokles celosvětově jedinečné biologické rozmanitosti a druhy na nejextrémnějších stanovištích budou postupně vytlačovány druhy z mírnějších stanovišť. Do jisté míry je tak možné, že křoviny a stromy se do roku 2050 rozšíří do 24-52 % arktické tundry. Dále pak tání

permafrostu a sněhu bude ovlivňovat arktickou a horskou hydrologii což může vést k vysychání půdy s vlivem na produktivitu ekosystémů.

Změny, jež jsou očekávány v oceánech, jako jejich oteplování, acidifikace či okysličení budou mít vliv i na mořské ekosystémy. Dojde tak ke snížení maximálního možného odlovu ryb o 20,5 - 24,1 % na konci 21. století vůči období 1986-2005. Hodnota těchto změn se zhruba 4krát zvyšuje při porovnání RPC2,6 a RPC8,5. Dále pak snížení rozsahu mořského ledu ovlivní mořské ekosystémy a jejich životaschopnost. Měl by se tak snížit rozsah výskytu arktických mořských druhů, včetně mořských savců a ptáků. Tyto druhy budou vytlačeny druhy ze subarktických oblastí. Nakonec pak ohřívání oceánu, úbytek kyslíku, okyselení a snížení toku organického uhlíku do hloubky oceánu způsobuje také poškozování stanovišť korálů, které velmi podporují biologickou rozmanitost.

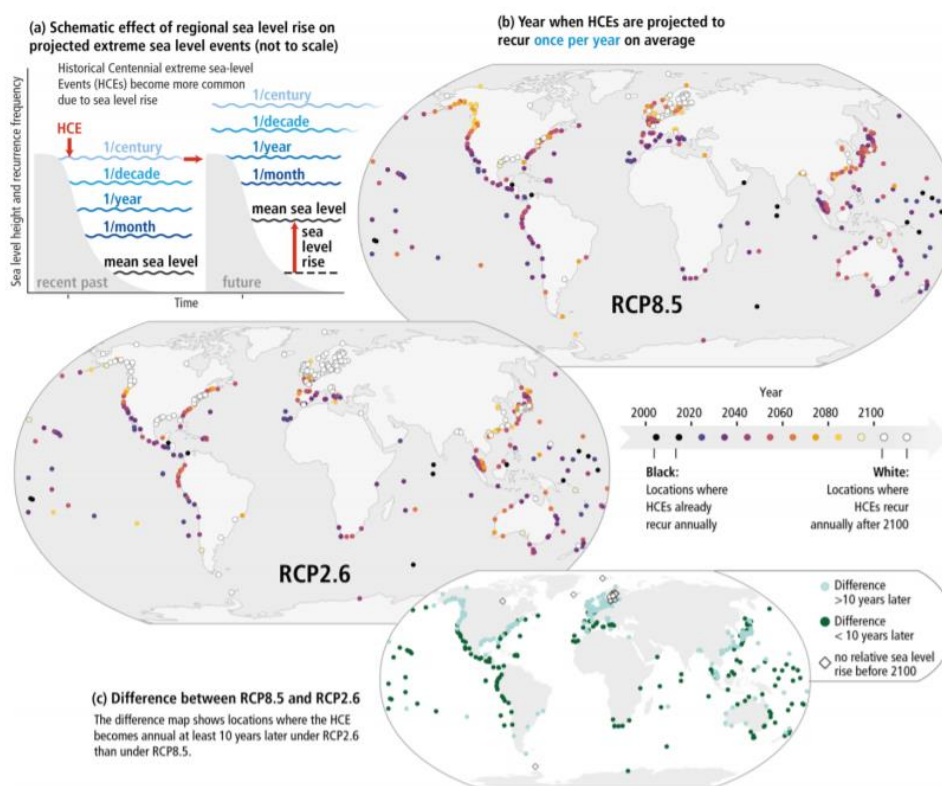
Předpokládané změny, dopady a rizika pro oceány, ekosystémy a pro pobřeží oceánů mohou být: hloubková integrovaná čistá primární výroba, celková živočišná biomasa, maximální odlov rybolov. Přičemž pro celkovou živočišnou výrobu a pro odlov ryb platí, že závisí na teplotě a hladině kyslíku.

Větší rizika pro pobřežní ekosystémy hlavně platí pro oblasti s vyššími teplotami. Pro ekosystémy je vhodné se přizpůsobovat a adaptovat v oblastech s nižší hladinou emisních scénářů. Mluvíme o celém 21. století. Například pro podmořské louky a řasy, které jsou velmi citlivé, se předpovídají vysoká rizika, pokud globální oteplování překročí 2 °C. Veškerý podmořský svět už v dnešní době čelí rizikům v rámci globálního oteplování. Dále jsou ve v ohrožení skalnaté ekosystémy v důsledku mořských vln, zvýšení hladiny moří, či ztrátě vápenných druhů. Acidifikace oceánu potlačuje kalcifikaci. Očekává se pokles mořských řas i v mírných oblastech zejména v důsledku mořských vln. Oteplování oceánu, vzestup hladiny moří a přílivové změny mají za následek salinizaci moří či hypoxii organismů v ústí řek. To vede k migraci nebo i vyhynutí lokální bioty. Téměř všechny korálové útesy s proudy teplé vody budou trpět významnými ztrátami.

Budoucí změny kryosféry na půdě budou mít vliv na vodní zdroje a jejich využití, jako jsou hydroelektrárny, dále na zavlažované zemědělství v horských oblastech a také na živobytí v arktických oblastech. Dále se očekává, že povodně, laviny, sesuvy půdy a pozemní destabilizace zvýší riziko pro infrastrukturu, kulturu, cestovní ruch a rekreaci. V horských oblastech a Arktidě by se měly zvýšit rizika pro osídlení a živobytí vlivem záplav, požárů, sesuvů půdy, lavinám či sněhovým podmínkám. Výhodou je dobrá adaptační strategie, která předchází snížení rizik. V tomto případě například protipovodňová ochrana, která v tomto století bude zejména potřeba v horských oblastech. V Arktidě a vysokých horských oblastech se předpokládá tání permafrostu. V důsledku toho by s infrastruktura měla modernizovat. Dále se očekává pokles cestovního ruchu v rámci horských oblastí spojené s lyžařskou turistikou. Při globálním oteplování platí toto riziko pro teplejší oblasti většiny Evropy, Severní Ameriky a Japonska.

Distribuce ryb v důsledku klimatických změn očekává úbytek. Tento problém se bude týkat zejména rybářských společností. Některá lidská komunita je v t oblasti rybářství závislá na příjmech a svém živobytí, a to zejména v oblastech, které jsou ekonomicky zranitelné. V rámci RCP jsou rozšířené výzvy k řízení rybolovu.

V pobřežních oblastech se předpokládá, že zvýšení střední hladiny moře, oteplování a acidifikace moří způsobí rizika pro lidskou komunitu. V arktických oblastech, které jsou obyvatelné, se bez pozvednutí půdy v městských a atolských ostrovech předpokládají mírná až vysoká rizika. Dále se předpokládá, že se zvýší až trojnásobně do roku 2100 škody po povodních v pobřežních oblastech. Pokud se však investuje do protipovodňových ochranných opatření v pobřežních oblastech, nemusí dojít k rapidnímu vzestupu škod. Tato ochrana by se však pohybovala v řádech desítek až několik stovek miliard dolarů. Kvůli změnám v oceánech a kryosféře se pravděpodobně ostrovní státy stanou neobyvatelnými.



Na obrázku a) vidíme schématický příklad mimořádných událostí na hladině moře a jejich průměrného opakování. Jedná se o data z období 1985-2005. Do budoucna se předpovídá, že hladiny moří, které se objevily jednou za století, se budou opakovat častěji. V dalších dvou obrázcích mapu světa, kde nám kolečka ukazují opakování zvýšené hladiny moře. Čím je kolečko tmavší, tím se očekává dřívější nástup dané hladiny.