



Sucho jako jedno z rizik klimatické změny

Jan Pretel

Český hydrometeorologický ústav

Seminář ČMeS

Ostrava, 30. 3. 2015





Témata k diskuzi

Co je to vlastně sucho?

Jaká jsou rizika podle IPCC AR5?

Důsledky nedostatku vody

Možné konfliktní konstelace

Zdroje nejistot současných projekcí

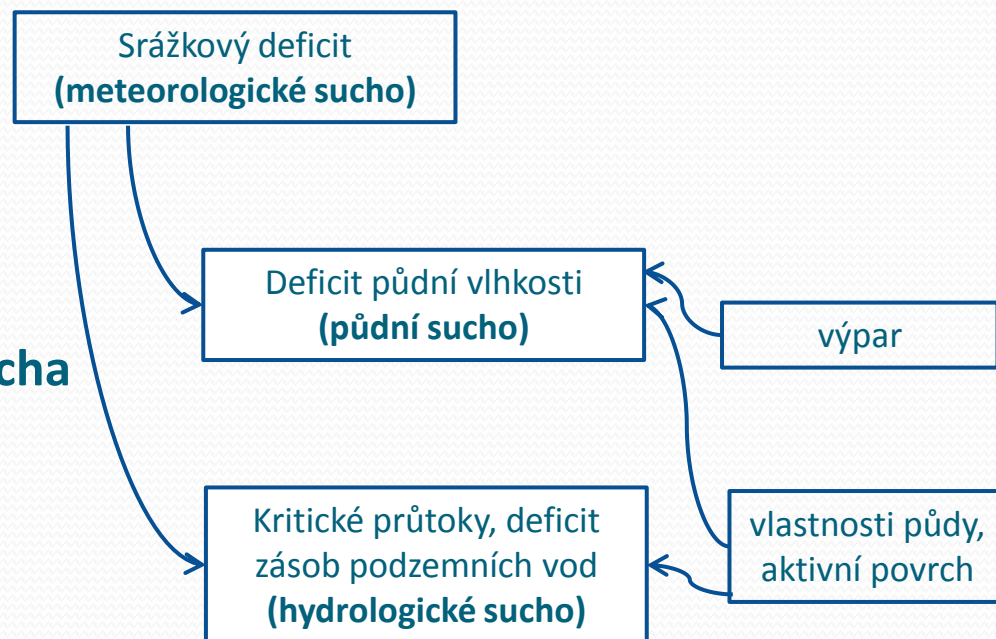
Současnost ve světle nedávné minulosti...

Jak odborné poznatky vnímat a přežijeme rok 2050 ?



Co je to vlastně sucho ?

- Definice IPCC = období abnormálně suchého počasí, které je příčinou hydrologické nerovnováhy
- Sucho = „relativní pojem“
 - meteorologické sucho
 - půdní (agronomické) sucho
 - hydrologické sucho
 - fyzické sucho
 - ekonomické sucho
- Klimatické podmínky pro vznik sucha
 - srážkový deficit
 - nadnormální teploty
 - nižší relativní vlhkost
 - malá oblačnost
 - vyšší délka slunečního svitu
- Indexy sucha
 - integrace srážkových, teplotních, příp. dalších parametrů
 - vztaženy k různým druhům (aspektům) sucha
 - klimatická změna - obvykle CDD index (*Consecutive Dry Days*), také PDSI (*Palmer Drought Severity Index*)





5. hodnotící zpráva IPCC

(IPCC Fifth Assessment Report - AR5)

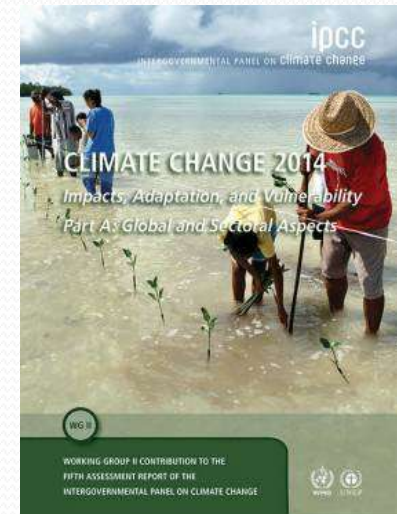
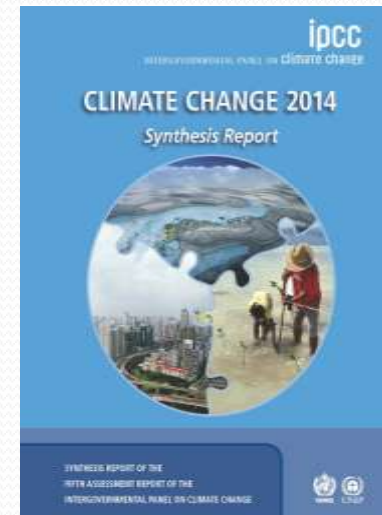
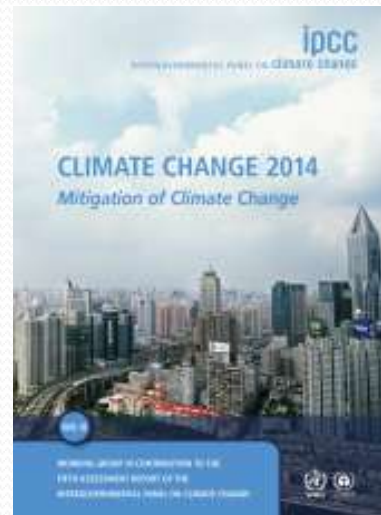


IX/2013 *The Physical Science Basis (WG I)*

III/2014 *Impacts, Adaptation and Vulnerability (WG II)*

IV/2014 *Mitigation of Climate Change (WG III)*

X/2014 *Synthesis Report (WG I – WG III)*





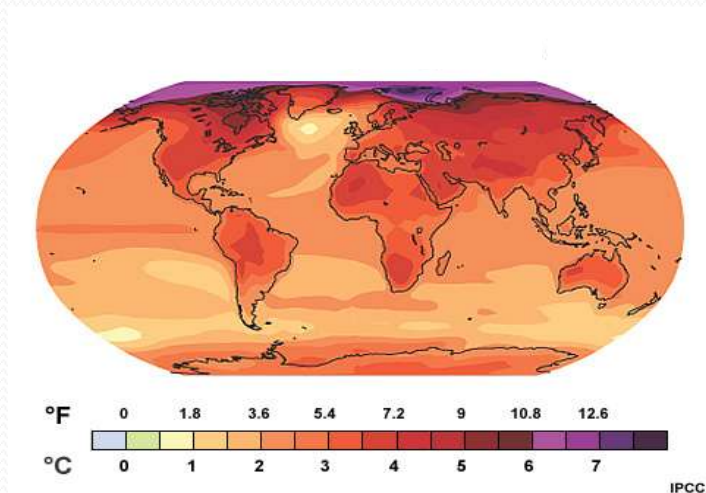
Hlavní poznatky z IPCC AR5

- Globální přízemní **teplota vzrostla** v období 1880-2012 o 0,85 °C
- Energie akumulovaná v klimatickém systému je z 90 % **ukládána do oceánu**
- Více než 50 % nárůstu teploty (1951-2010) je způsobeno zvýšením **koncentrací skleníkových plynů** a antropogenními změnami dalších faktorů
- Modelový **odhad dalšího vývoje**: zvýšení průměrné globální teploty o 1°C - 4°C (konec 21.století) v závislosti na **scénářích RCP 2013**
- **Dopady změn na přírodní a antropogenní systémy** jsou patrné na všech kontinentech a oceánech
- Zvyšování četnosti výskytu **extrémního počasí**
- Změny ovlivňují hydrologickou bilanci, **dostupnost a kvalitu pitné vody**
- Negativní dopady se nejvíce projevují v **hospodaření s vodou a v zemědělství**
- **Celkové ekonomické ztráty** jsou odhadovány v rozsahu 0,2 - 2% HDP

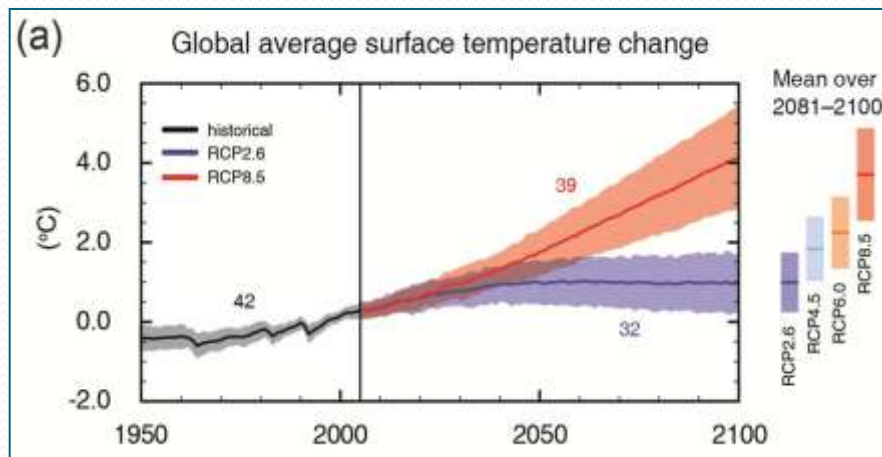


Scénáře RCP 2013 a jejich důsledky

- vzestup teploty o více než 2°C je pravděpodobný u scénářů RCP6.0 a RCP8.5
- do jisté míry je pravděpodobný i u scénáře RCP4.5
- podle všech scénářů s výjimkou RCP2.6 **bude oteplování pokračovat i po roce 2100**
- Zvyšování teploty bude nadále vykazovat **kolísání v rámci let až dekád a bude regionálně proměnlivé**



| | | teplota (°C) | | oceán (m) | |
|--------|-------------|--------------|------|-----------|------|
| | <i>max.</i> | 2050 | 2100 | 2050 | 2100 |
| RCP2.6 | 2020 | 1,0 | 1,0 | 0,24 | 0,40 |
| RCP4.5 | 2040 | 1,4 | 1,8 | 0,26 | 0,47 |
| RCP6.0 | 2080 | 1,3 | 2,2 | 0,25 | 0,48 |
| RCP8.5 | | 2,0 | 3,7 | 0,30 | 0,63 |

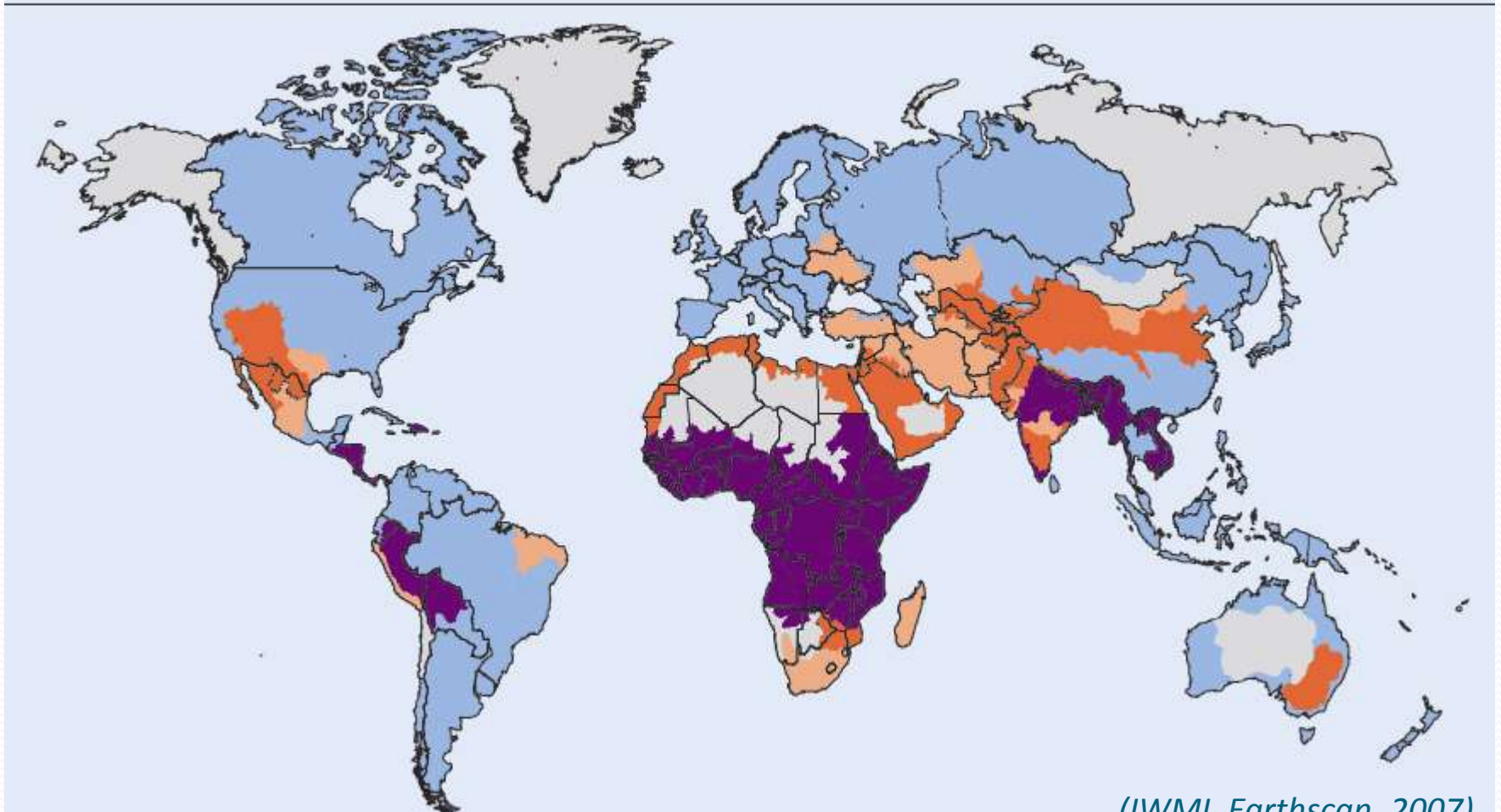
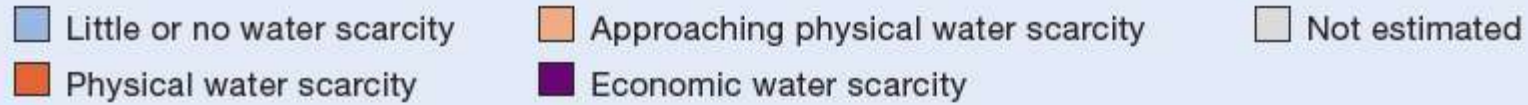




Jak vypadá současná situace

- V posledních 50 letech je pozorován **trend výskytu období sucha**
 - **Jižní Evropa**
 - **Severní a západní Afrika, jižní Afrika**
 - **Blízký a Střední Východ**
 - **Centrální a jižní Asie**
 - Střední Amerika
 - Severozápadní a jihovýchodní Austrálie
- Nedostatek vody k uspokojení potřeb z důvodů existence fyzikálních podmínek (**fyzické sucho**)
- Nedostatek vody k uspokojení potřeb z důvodů nedostatku investičních kapacit na podporu potřebné infrastruktury (**ekonomické sucho**)
- Studie „*Water for Food, Water for life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*“ (IWMI, Earthscan, 2007)

Fyzické a ekonomické sucho



(IWMI, Earthscan, 2007)

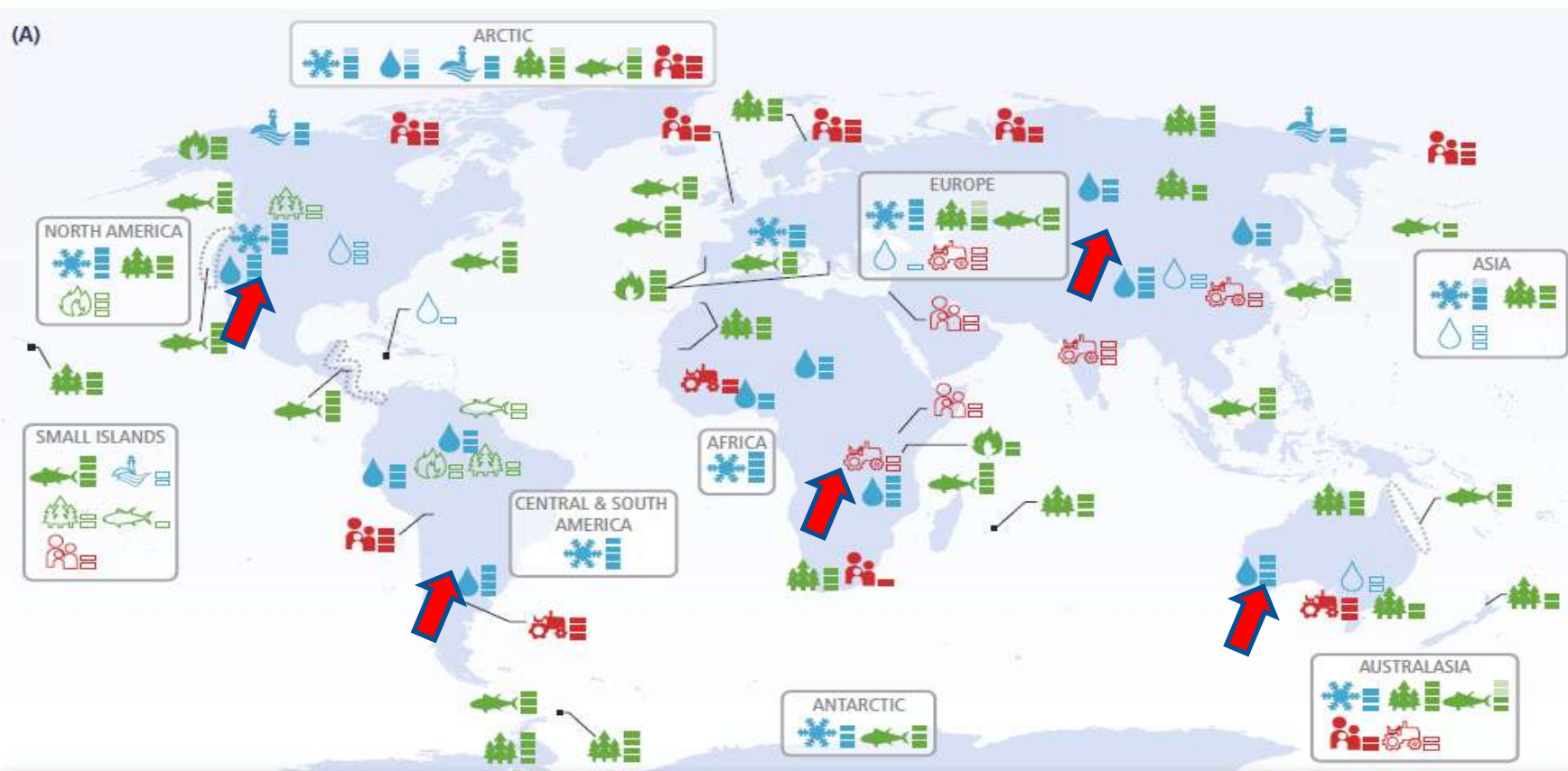


Jaký vývoj lze očekávat (IPCC)

- se „*střední spolehlivostí*“
 - **příspěvek antropogenních vlivů** ke změnám v průběhu sucha
 - **pokračování trendů výskytu období sucha**
 - jižní Evropa, Středomoří
 - středozápad USA, Střední Amerika, Mexiko, severovýchodní Brazílie
 - jižní Afrika
- s „*nižší až střední spolehlivostí*“
 - **postupný nárůst délky trvání a intenzit období sucha**
 - střední Evropa
 - v řadě dalších oblastí na téměř všech kontinentech



Sucho jako riziko klimatické změny



Confidence in attribution to climate change



indicates confidence range

Observed impacts attributed to climate change for

Physical systems



Biological systems



Human and managed systems



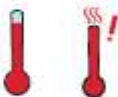




Regional-scale impacts

Outlined symbols = Minor contribution of climate change
Filled symbols = Major contribution of climate change

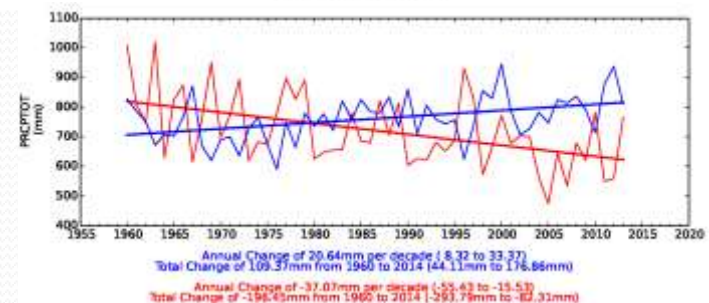
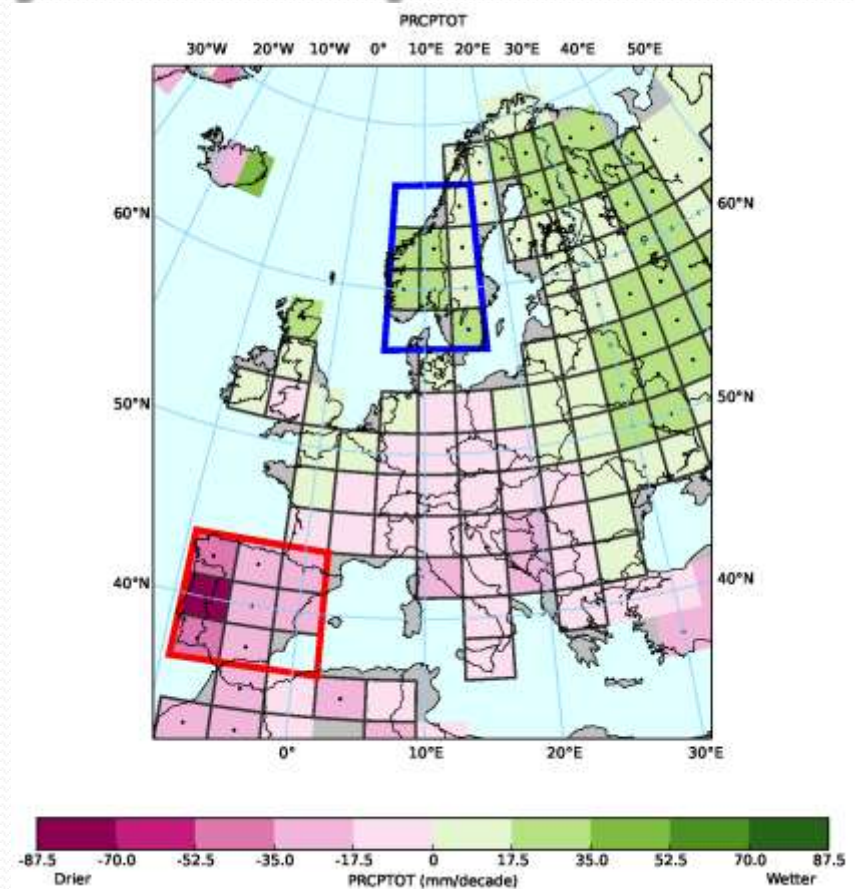
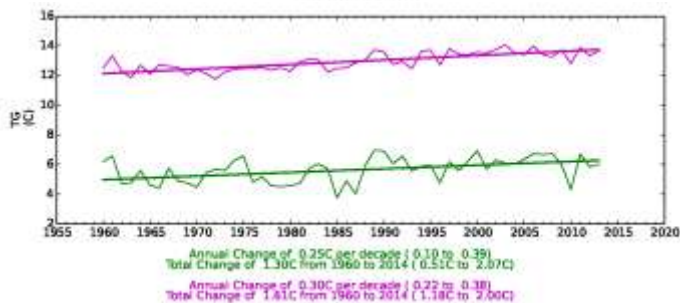
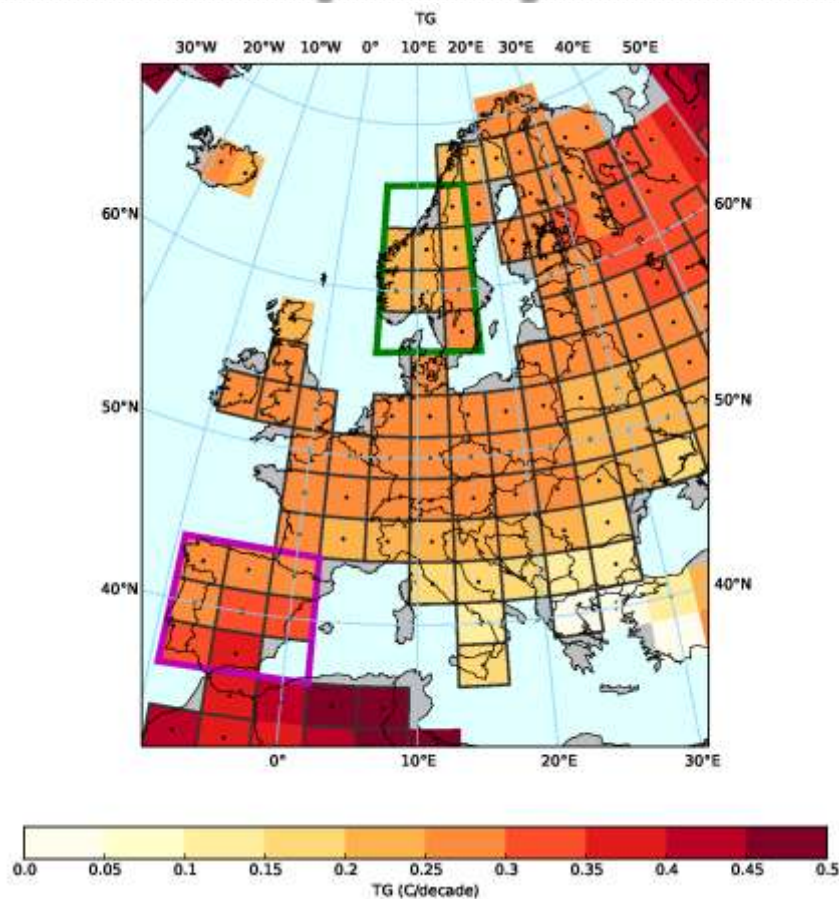


Klíčová rizika v Evropě

| Europe | | | | |
|--|--|--|-----------------------|-------------------------------------|
| Key risk | Adaptation issues & prospects | Climatic drivers | Timeframe | Risk & potential for adaptation |
| <p>Increased economic losses and people affected by flooding in river basins and coasts, driven by increasing urbanization, increasing sea levels, coastal erosion, and peak river discharges (<i>high confidence</i>)</p> <p>záplavy, hladiny oceánu, pobřežní eroze,</p> | <p>Adaptation can prevent most of the projected damages (<i>high confidence</i>).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Significant experience in hard flood-protection technologies and increasing experience with restoring wetlands • High costs for increasing flood protection • Potential barriers to implementation: demand for land in Europe and environmental and landscape concerns |   | | Very low Medium Very high |
| | | | Present | |
| | | | Near term (2030–2040) | |
| | | | Long term (2080–2100) | 2°C 4°C |
| <p>Increased water restrictions. Significant reduction in water availability from river abstraction and from groundwater resources, combined with increased water demand (e.g., for irrigation, energy and industry, domestic use) and with reduced water drainage and runoff as a result of increased evaporative demand, particularly in southern Europe (<i>high confidence</i>)</p> <p>úbytek zásob vody, požadavky na vodu</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Proven adaptation potential from adoption of more water-efficient technologies and of water-saving strategies (e.g., for irrigation, crop species, land cover, industries, domestic use) • Implementation of best practices and governance instruments in river basin management plans and integrated water management |   | | Very low Medium Very high |
| | | | Present | |
| | | | Near term (2030–2040) | |
| | | | Long term (2080–2100) | 2°C 4°C |
| <p>Increased economic losses and people affected by extreme heat events: impacts on health and well-being, labor productivity, crop production, air quality, and increasing risk of wildfires in southern Europe and in Russian boreal region (<i>medium confidence</i>)</p> <p>důsledky vln extrémních teplot</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Implementation of warning systems • Adaptation of dwellings and workplaces and of transport and energy infrastructure • Reductions in emissions to improve air quality • Improved wildfire management • Development of insurance products against weather-related yield variations |  | | Very low Medium Very high |
| | | | Present | |
| | | | Near term (2030–2040) | |
| | | | Long term (2080–2100) | 2°C 4°C |



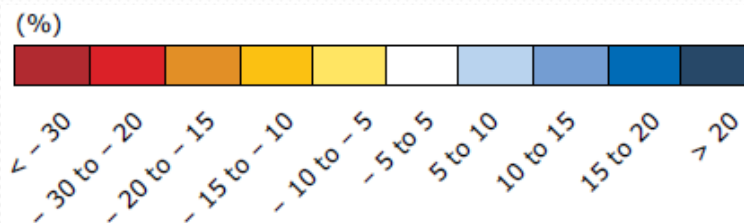
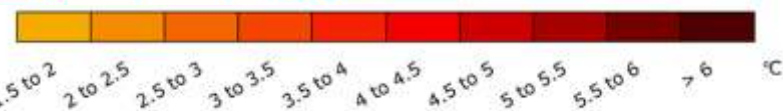
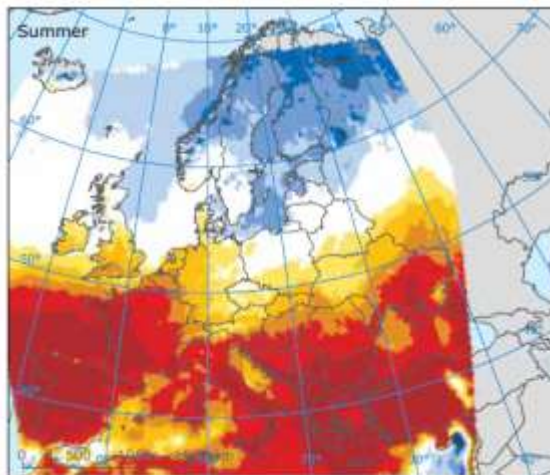
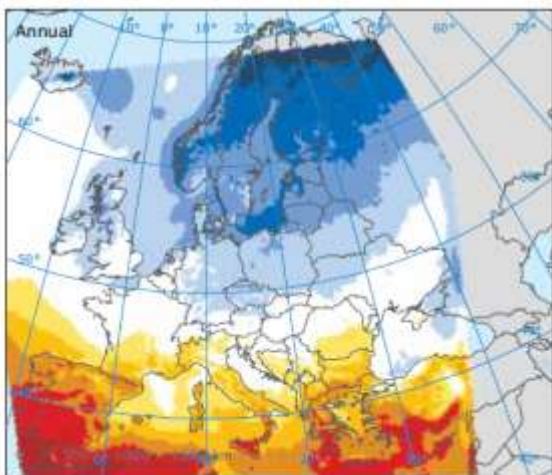
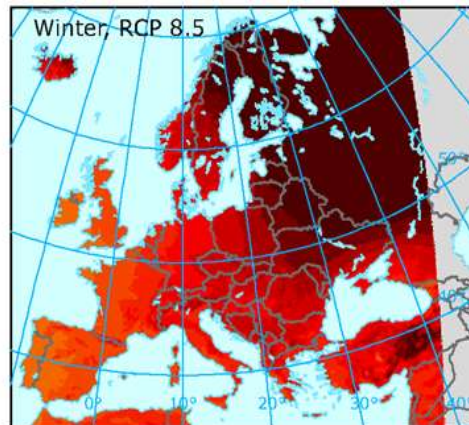
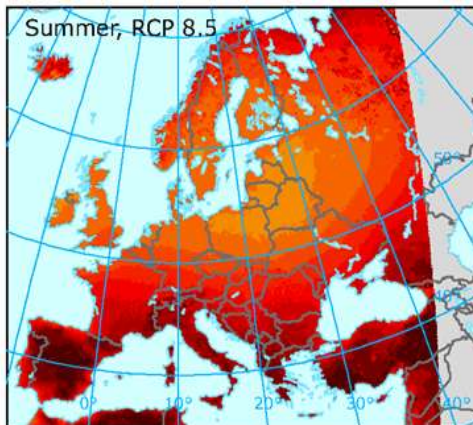
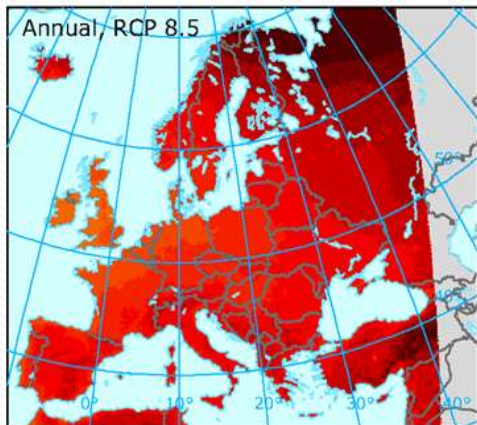
Teploty a srážky v Evropě 1961 - 2013





Teploty a srážky - modelový výhled

(2071-2100 vs. 1971-2000)





Nedostatek vody

- Za posledních 100 let – **nárůst světové populace 3x, zvýšení spotřeby vody 6x**
- Uspokojit spotřebu celé světové populace znamená **do r. 2050 zvýšit dostupnost vody o 50 %**
- **20% světové populace žije v podmínkách fyzického sucha, dalších 25% v podmínkách ekonomického sucha**
- V r. 2030 může žít téměř **50 % světové populace v oblastech rizikového nedostatku vody**
- V r. 2025 téměř **40 % světové populace nebude mít přístup k pitné vodě**
- Již v současnosti **1/3 světové populace nemá dostatečné hygienické podmínky**, zdroj 80 % infekčních chorob
- **do r. 2050 - 215 hraničních řek a 300 jezer mohou být potenciálním rizikem mezinárodních konfliktů**



Konfliktní konstelace

- **Prosperita** společnosti (*zemědělství, zdraví, infrastruktura, aj.*)
- **Konflikty** vyvolané dostupností zdrojů (*znehodnocení zdrojů pitné vody, pokles produkce potravin*)
- **Katastrofy** a výskyt extrémních povětrnostních jevů, ekonomické důsledky, ohrožení kritické infrastruktury
- Degradace půdy, ztráty území
- **Radikalizace společnosti**
- **Migrace** (*riziko zdůrazněno nárůstem populace v rizikových oblastech*)
- **Změna klimatu může přímo či nepřímo zvyšovat rizika konfliktů, ovlivňovat kritickou infrastrukturu mnoha zemí a snižovat jejich vnitřní bezpečnost**
 - Silná závislost na politické a ekonomické stabilitě společnosti
 - **Rizikové oblasti z hlediska klimatu v řadě případů spadají do oblastí (současného) politického napětí !!!**



Environmentální migrace

- **Migrace uvnitř vlastní země**
 - vyšší míra solidarity a schopnost společnosti přesuny zvládnout
- **Migrace přes hranice států**
 - sociální a politické napětí v cílových zemích
- **Migrace na velké vzdálenosti**
 - situace mezi původním obyvatelstvem a etnickými menšinami se může vyhrotit)

- **Problém definice environmentálního migranta**
 - Ženevská úmluva OSN o uprchlících z r. 1951: *rasa, náboženství, národnost, sociální skupiny, politický názor,...*
 - Protokol k Úmluvě z r. 1967: *+ válka, násilí*
- **Odhady rozsahu jsou neurčité a konceptuálně zpochybnitelné**
 - *10-25 mil. (2010), 50-250 mil. (2050)*



Zdroje nejistot současných projekcí

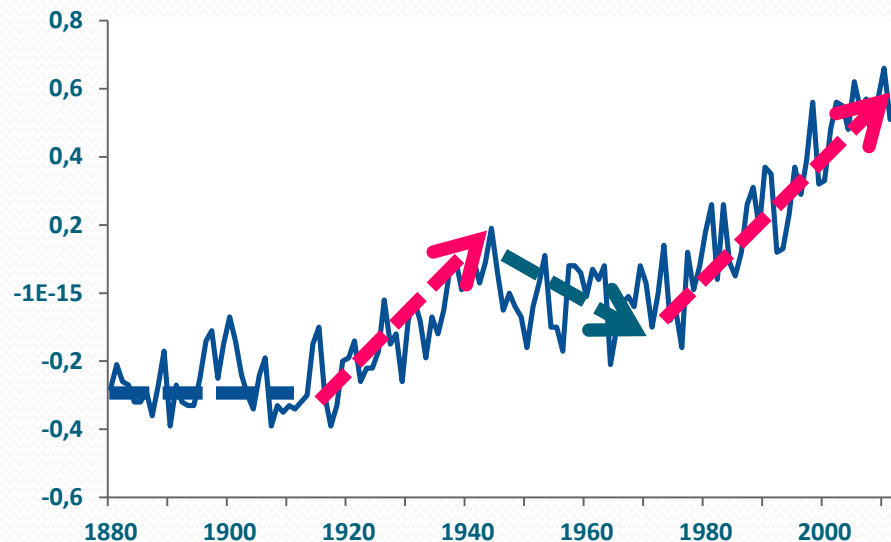
- socio-ekonomické **předpoklady modelů** (scénáře)
- **parametry modelů** (*vlhkost, oblačnost, uvolňování tepla z oceánů, aerosoly, zpětné vazby uhlíkového cyklu, aj.*)
- **vazba atmosféra – oceán** (*změny oceánického proudění, nárůst hladin oceánů*)
- **zjednodušená parametrizace srážkových procesů** (*nižší přesnost*)
- výraznější **nestacionarita procesů regionálních měřítek** (*nižší přesnost*)
- nejistoty se zvyšují se zvyšováním časových **projekčních období**
- modely velmi zjednodušeně zohledňují **zpětné vazby**
- **projekce nejsou předpověďmi výhledového stavu klimatu**



Pohled do nedávné historie (I)

Snahy o vysvětlení kolísání klimatu

- 1859: existence skleníkových plynů (*John Tyndall*)
- 1896: vliv emisí skleníkových plynů (*Svante Arrhenius*)
- 1914-1918: periodické cykly (*Milutin Milankovič*)



Globální oteplování – nárůst teplot od 20-tých let 20.století

- aplikace dosavadních poznatků o skleníkovém efektu
- 2.svět. válka – přerušení pozornosti
- vývoj teplot po válce se neshodoval s očekáváním



Pohled do nedávné historie (II)

Globální ochlazování – pokles teplot od 40-tých let 20.století

- obavy z návratu doby ledové – (?) paralela s obdobím mladšího dryasu, obavy z konce holocénu - rozvoj glaciologie
- vlivy vulkanického popela, vlivy znečištění
- dopady na životní prostředí - založení UNEP, GEMS
- intenzifikace výzkumu příčin ochlazování – 1974 OSN, *Henry Kissinger*
- odhady dramatického poklesu teploty do r. 2015
- snahy o „inženýrská“ řešení problému
- snahy o umělé zvyšování produkce CO₂



Pohled do nedávné historie (III)

Globální oteplování – nárůst teplot od 2.poloviny 70-tých let 20.století

- opětovná změna trendu
- obavy, že globální oteplování je rizikovější než globální ochlazování
- role USA – pozice se mění podle politické orientace vlády
 - 1978: v USA přijat zákon o národním klimatickém programu – zahájení výzkumu, založení časopisu *Climatic Change*
 - útlum aktivit 1981-1993 (Reagan, Bush), vzestup 1993-2001 (Clinton), útlum 2001-2009 (Bush), ??? 2009- (Obama)
- medializace problému - katastrofické scénáře dalšího vývoje
- rozvoj mezinárodních aktivit
 - 1988: Valné shromáždění OSN, založení IPCC – 1. shrnutí 1990
 - 1992: Rámcová úmluva OSN o změně klimatu
 - 1997: Kjótský protokol
 - 1992, 1995, 2001, 2007, 2012/13: další hodnotící zprávy IPCC



Pohled do současnosti (I)

- Výzkum klimatu se vcelku úspěšně rozvíjí v souladu s rozvojem úrovně poznání a zejména výpočetní techniky
- ... ale projevují se snahy, aby se výsledky výzkumu staly součástí politické prognostiky
 - *Výsledky prognóz vývoje klimatu závisejí na výchozích očekáváním a koncepcích a zadaných proměnných a datech*
 - *Převládá obhajoba koncepcí snižování emisí a vytváří se politicko-ekologický étos, který výrazně omezuje větší odchylky od „závazné koncepce“*
 - *Nebezpečné stupňování zájmů „ochránců přírody a životního prostředí“*
 - *Eskalace názorových střetů mezi apokalyptiky a skeptiky*



Pohled do současnosti (II)

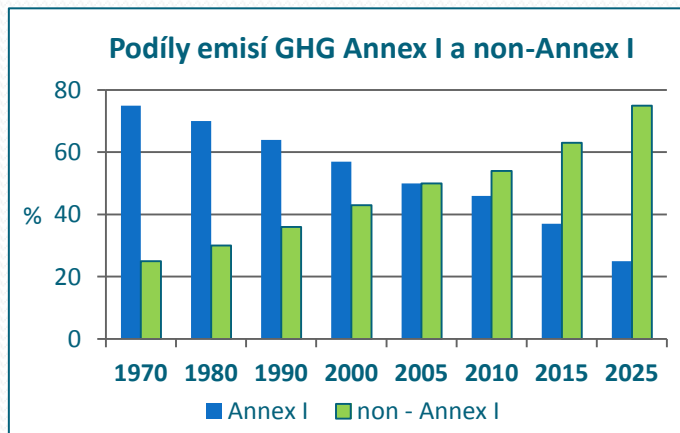
- **Politické a ekonomické zájmy** se výrazně promítají do vyjednávání o dalším vývoji Kjótského protokolu nebo jeho nástupci
- **Kjótský protokol** v současnosti kontroluje 12 - 13% světových emisí
- K účinnému zbrzdění oteplení by bylo nutné do poloviny 21. století splnit **několikanásobek „kjótských cílů“**...
- Naplnění záměrů vyžaduje „heroické výkony“ spojené mj. s výraznými **ekonomickými dopady**, nebo je dokonce utopií...
 - plán redukce EU vs. 1990: 2020 = -30%, 2030 = -40%, 2040 = -60%, 2050 = -80%
 - globální emise vs. 1990: 2010 = +30%, 2020 = +50%... (UNEP)
- „Zelené opojení“ **geoinženýrstvím**
- Za „nepříliš produktivní“ jsou stále považovány kroky vedoucí k **přizpůsobování se probíhajícím změnám (adaptace)**



Možné eliminace rizik

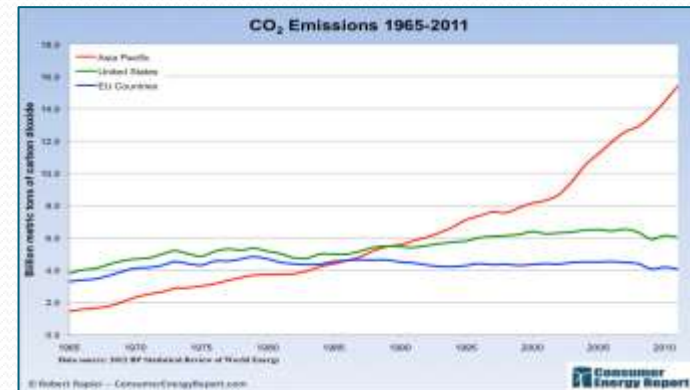
Snižování emisí GHG

- snížení emisí radiačně aktivních (skleníkových) plynů do atmosféry nebo vázání těchto plynů , resp. jejich prekurzorů
- náklady ca 200 mld. USD/rok pro snížení emisí o 25% do r. 2030 vs. 2000 (*UNFCCC*)
- **náklady 400-1400 mld. USD/rok do r. 2030 na stabilizaci emisí na úrovni 450 ppm (*EGTT, 2014*)**



Adaptační opatření

- soubor možných přizpůsobení přírodního nebo antropogenního systému probíhající nebo předpokládané změně klimatu a jejím dopadům
- sektorové aktivity podporující možná přizpůsobení a snižování rizik
- náklady do r. 2030 ca 30-70 mld. USD/rok (*UNFCCC*), 10-40 mld. USD/rok (*WB*)
- **náklady 30-150 mld. USD/rok pro stabilizaci dopadů změn (*EGTT, 2014*)**





Finanční mechanismy

- **Poskytování finanční podpory rozvojovým zemím** pro adaptační a mitigační opatření je v centru mezinárodních vyjednávání od jejich počátků....
 - **GEF** (světecký fond, adm. Světovou bankou) - *Special Climate Change Fund* (mitigace), *Adaptation Fund* (adaptace)
 - **Světová banka** - *Climate Investment Fund, Clean Technology Fund, Strategic Climate Fund*
 - **EU** – *Global Climate Change Alliance* (dobrovolné příspěvky)
 - **UNFCCC** – *Green Climate Fund* (mitigace+adaptace), do r. 2020 až 100 mld. USD/rok, zatím 10 mld. (USA 3 mld., JAP 1,5 mld., DE, FR, UK 1 mld., ..., DEN 70 mil., CZ 5,5 mil.)
- **Současná úroveň** dobrovolných finančních příspěvků plynoucích do rozvojových zemí zdaleka **nestačí na pokrytí nákladů**
- **Nedůvěra mezi rozvojovými a rozvinutými státy** má kořeny v minulosti a **současné praktiky ji spíše prohlubují**
 - přijímající rozvojové státy nejsou na „klimatických aktivitách“ dostatečně zainteresovány
 - rozvinuté státy považují státní správu rozvojových států za nedostatečně kompetentní
 - rozvojové státy nemají důvěru v instituce rozvinutých států
- **Stávající finanční architektura je základní překážkou dalšího vývoje mezinárodních vyjednávání**



Jak tedy na poznatky nahlížet ...

- Historie ukazuje, že **klima i v minulosti podléhalo změnám** a společnost na ně musela reagovat
- **Změny byly vždy vnímány jako ohrožení** a způsob reakce vždy závisel na úrovni civilizace
- V minulosti **teplejší období obvykle vždy přinášelo vyšší prosperitu** společnosti – **obavy byly vždy z chladných epizod**
- „Nemoc“ planety Země **KLIMATICKÁ ZMĚNA bude probíhat i nadále** a bude mít užitečné i škodlivé dopady na ekologické a socioekonomické systémy (*při nečinnosti škodlivých dopadů bude více....*)
- Úkolem společnosti je **nalézt nejrychlejší, nejvhodnější a nejlevnější metody terapie** a nepodléhat při tom politickým a lobbistickým zájmům, což je **v současných politických a ekonomických podmínkách úkol velmi složitý**
- **Klimatická změna zůstává pro naši generaci výzvou** – na našich reakcích **nezávisí jen stav světa, ale zejména kvalita naší existence**