

# Změny klimatu - její rizika a dopady

Jan Pretel

Český hydrometeorologický ústav

*Forum mládeže: Klimatické změny - odpovědnost generací*

*Hotel Dorint Praha Don Giovanni*

*11.4.2007*

# Hlavní témata

- ✓ Klimatický systém, vývoj klimatu a historické změny
- ✓ Skleníkový efekt a jeho zesilování
- ✓ Pozorované změny a výhled do budoucnosti
- ✓ Rizika a dopady změny klimatu
- ✓ Cesty k řešení problému

# Počasí a klima

## ➤ POČASÍ

= okamžitý (krátkodobý) stav atmosféry v daném místě

## ➤ KLIMA

= „průměrný“ (charakteristický) stav počasí daného místa

# Klimatický systém

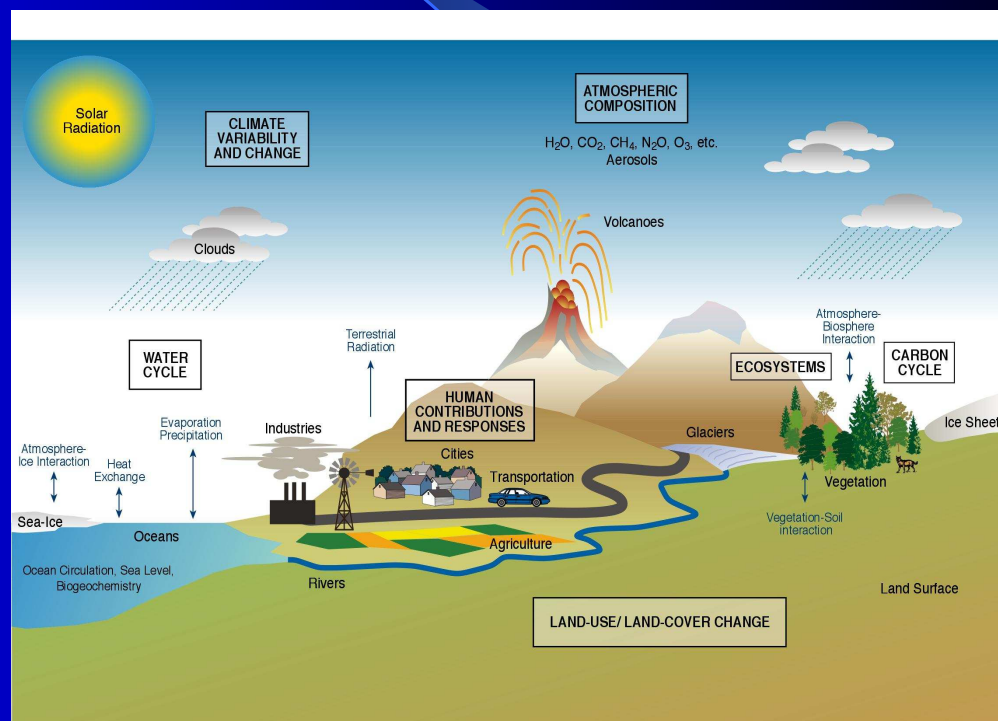
## ➤ fyzikální systém

- atmosféra
- oceán
- zemský povrch
- biosféra

## ➤ chemické vazby

## ➤ biologické změny

## ➤ zpětné vazby mezi složkami systému

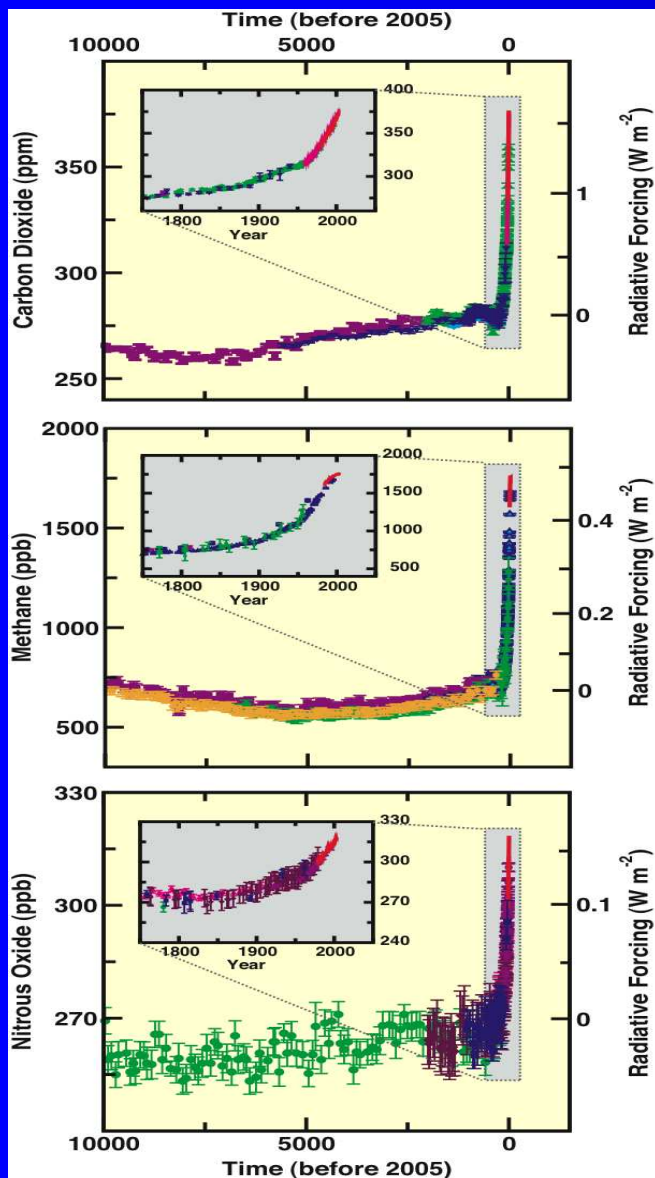


# Proč se klima mění ?

- **extraterestrické vlivy**
  - sluneční záření, sluneční činnost, změny orbitální dráhy, sluneční vítr aj.
- **terestrické vlivy**
  - rozložení pevnin a oceánů, sopečná činnost, vegetační pokrývka
- **antropogenní změny (vliv člověka)**
  - nárůst emisí, uvolňování tepla, aj.



# Zesilování skleníkového efektu



emise - (od 1990) **↑ 13%**

- akumulace v atmosféře
- dlouhé působení (jednotky až stovky let)
- dobré promíchávání
- téměř nezávislost na místě vzniku

⇒ globální aspekty

koncentrace (od ca 1750)

CO<sub>2</sub>

**↑ 35%**

CH<sub>4</sub>

**↑ 140%**

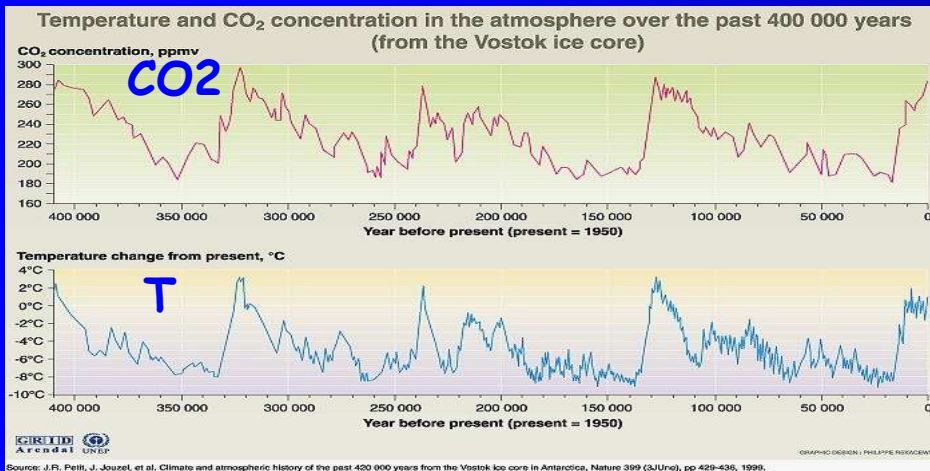
N<sub>2</sub>O

**↑ 18%**

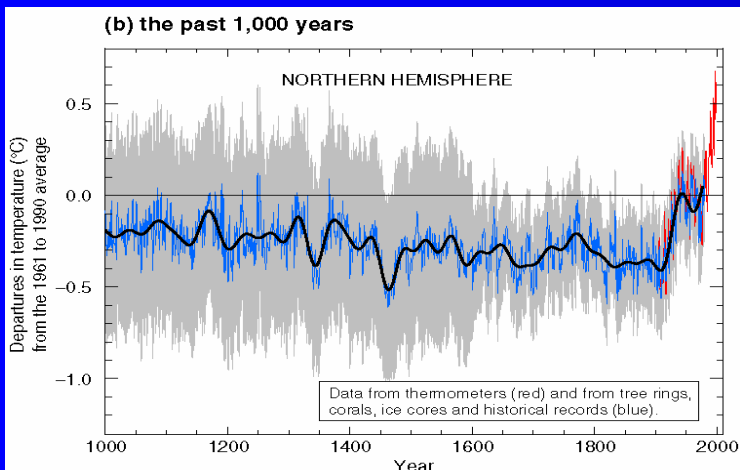
F-plyny

**↑ zcela nové!**

# Vývoj klimatu

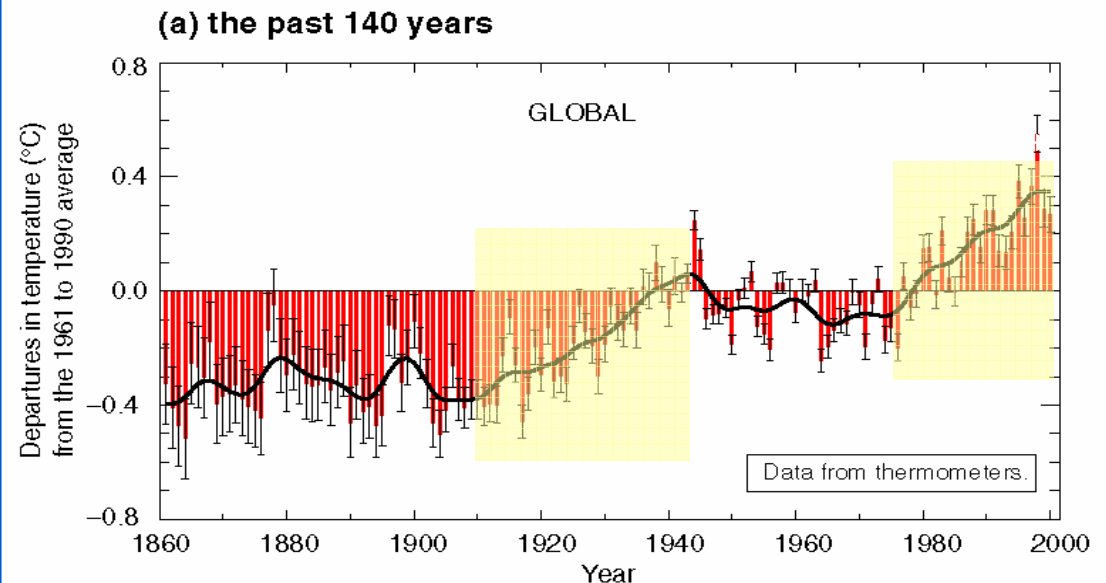


- nárůst teploty nejvyšší za posledních 1000 let
- zesílení v posledních 2-3 desetiletích
- poslední dekáda nejteplejší

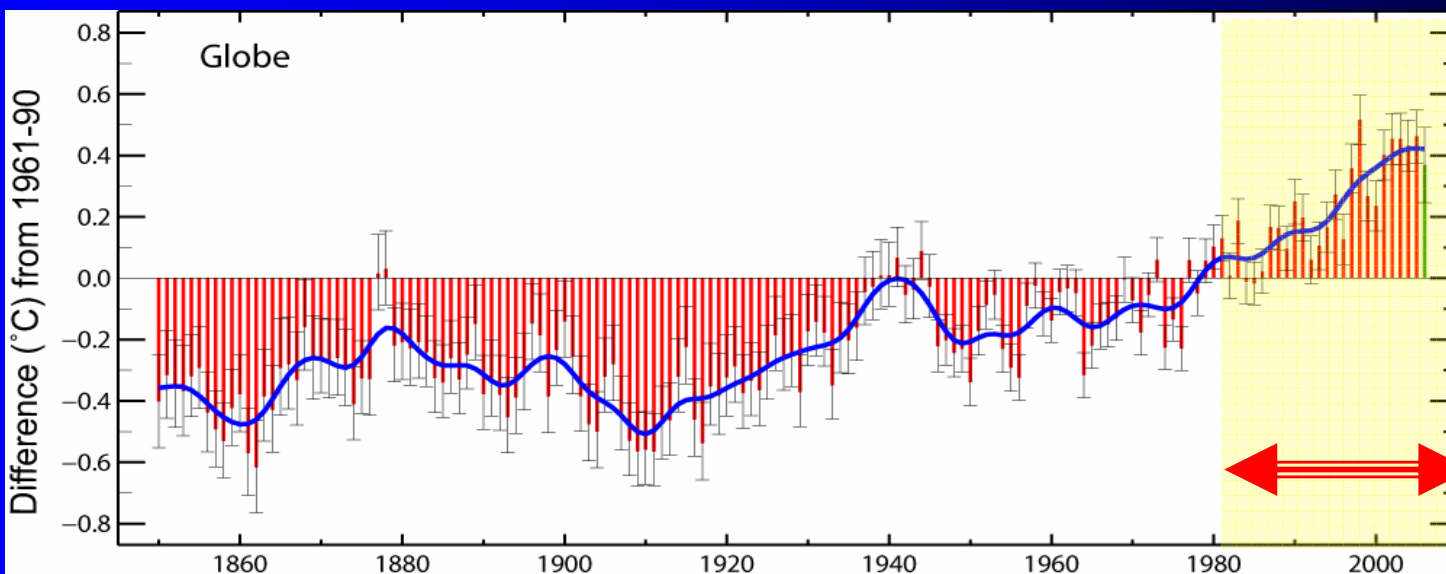
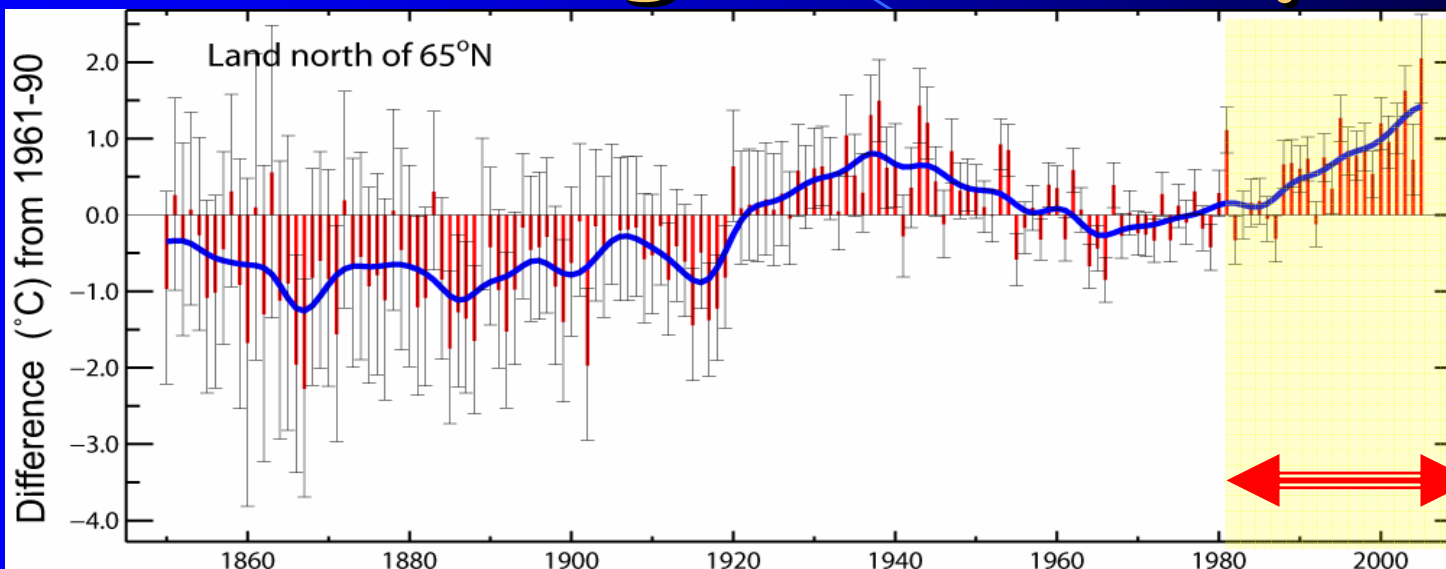


11 z posledních 12 let = nejteplejší  
(1998, 2005, 2003, 2002, 2004, 2006, 2001, atd.)

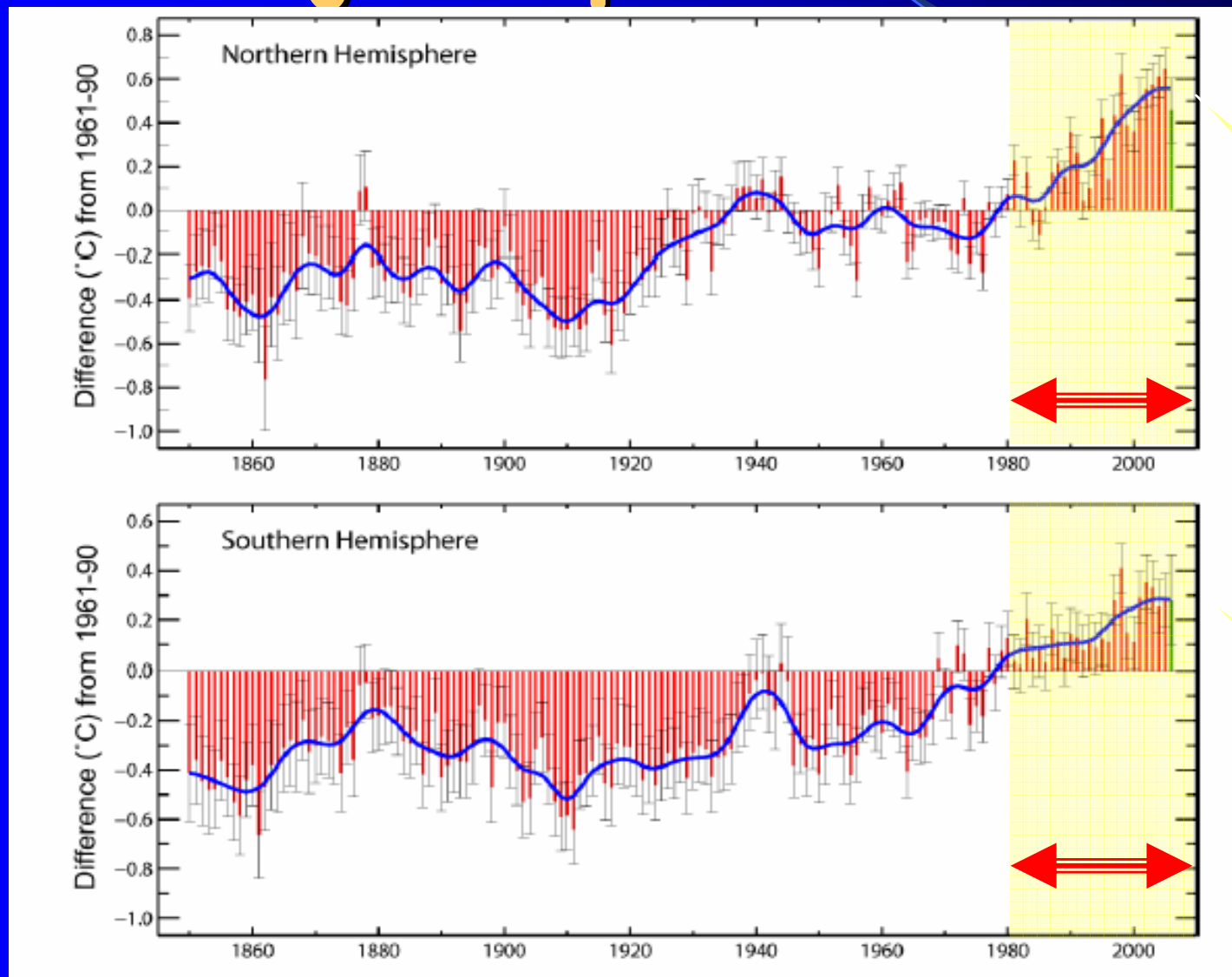
## Variations of the Earth's surface temperature for:



# Arktická a globální teplota



# Teplota severní a jižní polokoule



~ 0,55°

~ 0,28°

# Indikátory klimatické změny (2)

(20. století)

- sněhová pokrývka - úbytek ca 10 % (od konce 60.let)
- horské ledovce - úbytek na obou polokoulích o ca 20-30 % (od 80.let)
- arktické ledovce - úbytek o ca 40 %
- mořský arktický led - úbytek rozsahu o 2,7 % /10 let, v létě poklesy větší - 7,4% (od 80.let)
- arktický permafrost - zvýšení teplot až o 3 °C (od 80.let)
- sezónně zmrzlá půda = snížení max. plochy na severní polokouli o 7 %, na jaře o 15 % (20. století)

# Indikátory klimatické změny (2)

(20. století)

- hladiny oceánů - nárůst o 17 cm (1,8 mm/rok od počátku 60.let)
- srážky a výpar = změny nad oceány (snížení slanosti ve středních a vyšších, zvýšení v nízkých z.š.)
- „extrémy“
  - zesílení západních větrů ve stř. z.š. na obou polokoulích
  - zvýšení četnosti silných srážek
  - změny v extrémních teplotách (méně studených dnů, studených nocí a mrazů, více horkých dnů, nocí a horkých vln)

# Odhad budoucího vývoje (1)

## ➤ emisní scénáře SRES

- do r. 2030 nezávisí na volbě scénáře
- příští dvě desetiletí  $\Rightarrow \Delta T \approx 0,2 \text{ } ^\circ\text{C} / 10 \text{ let}$
- stabilizace koncentrací (2000)  $\Delta T \approx 0,1 \text{ } ^\circ\text{C} / 10 \text{ let}$

## ➤ nárůst teploty

- vyšší než dosud, větší prostorové rozdíly
- vyšší oteplení nad pevninou a ve vyšších z.š. N polokoule
- nižší oteplení nad jižními oceány a N Atlantikem

## ➤ nárůsty hladin

scénář	nárůst teploty ( $^\circ\text{C}$ )		zvýšení hladiny moří (m)
	<i>nejlepší odhad</i>	<i>rozsah</i>	<i>modelový rozsah</i>
stabilizace (2000)	0,6	0,3 - 0,9	není k dispozici
B1	1,8	1,1 - 2,9	0,18 - 0,38
A1T	2,4	1,4 - 3,8	0,20 - 0,45
B2	2,4	1,4 - 3,8	0,20 - 0,43
A1B	2,8	1,7 - 4,4	0,21 - 0,48
A2	3,4	2,0 - 5,4	0,23 - 0,51
A1FI	4,0	2,4 - 6,4	0,26 - 0,59

konec 21.  
století

# Vývojové emisní scénáře

<b>A1</b>	rychlý růst ekonomiky, populace a vývoj nových technologií
<i>A1FI</i>	<i>intenzivní využívání fosilních paliv</i>
<i>A1T</i>	<i>bez fosilních paliv</i>
<i>A1B</i>	<i>vyvážené využívání všech zdrojů energie</i>
<b>A2</b>	heterogenní svět, silný populační nárůst, přetrvávající regionální ekonomické rozdíly
<b>B1</b>	postupující globalizace, rychlý rozvoj informačních technologií, služeb, zavádění nových technologií
<b>B2</b>	důraz na udržitelný rozvoj, podpora regionálních ekonomik, různorodost technologických změn

# Odhad budoucího vývoje (2)

- snižování výšky i rozsahu sněhové pokrývky
- tání permafrostu
- ubývání pevninských, arktických a částečně i antarktických ledovců
- extrémně vysoké teploty
- silné a přívalové srážky
- pokles výskytu tropických cyklón
- změny srážkového režimu (vyšší zeměpisné šířky nárůst, subtropické oblasti nad pevninami pokles)

# Dopady změny klimatu

## Dopady na

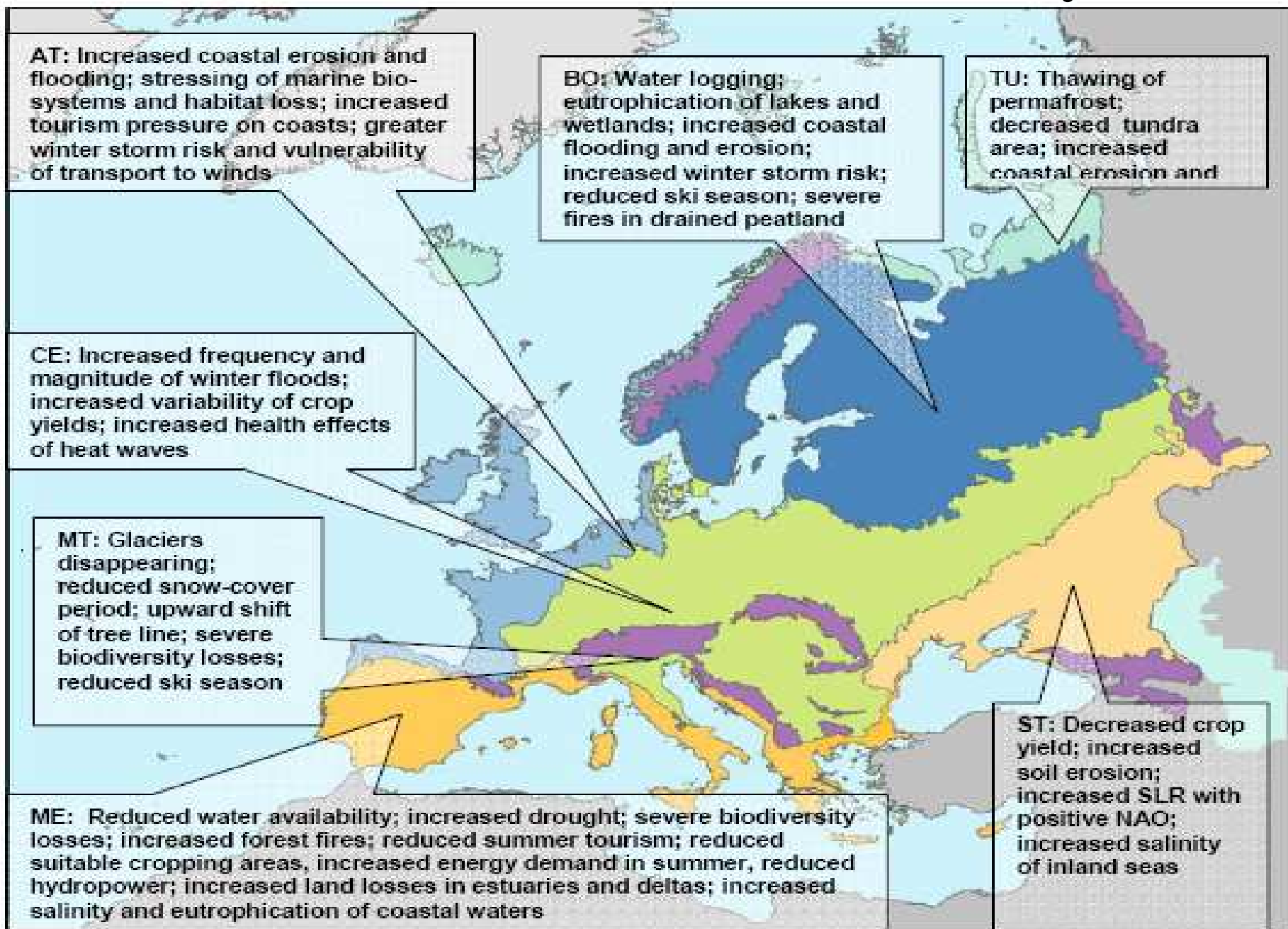
- ✓ vodní hospodářství
- ✓ zemědělství a lesnictví
- ✓ lidské zdraví
- ✓ biodiversitu a produktivitu ekologických systémů
- ✓ energetiku
- ✓ turistiku
- ✓ malé ostrovní státy, příbřežní zóny
- ✓ ekonomickou a ekologickou migraci obyvatelstva
- ✓ trhy
- ✓ .....

- negativní (i pozitivní) environmentální a socio-ekonomické změny
- větší a rychlejší změny ⇒ více negativní důsledky
- chudší región ⇒ více negativní důsledky

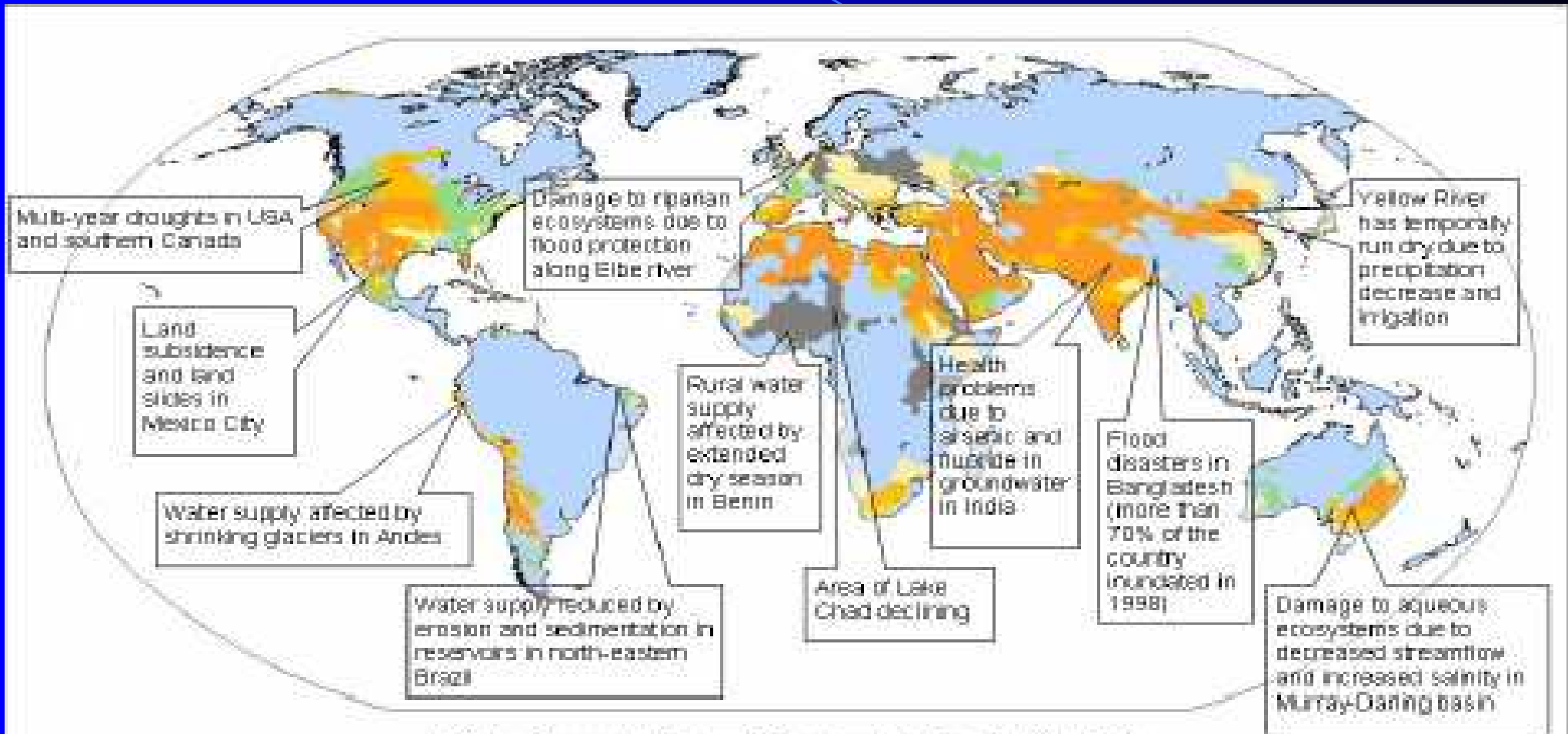
# Evropa

- tání horských ledovců (- 1,3 % / rok)
  - 2035 ≈ - 50 %, 2050 ≈ - 75 %, 2100 ≈ - 100 %
- delší vegetační období - problém vláhy
- posun živočišných i rostlinných druhů
- zdravotní rizika (teplotní vlny)
- záplavy, povodně (i časně jarní)
- pobřežní vlny, eroze půdy (Atlantik)
- turistika (zimní, letní)
- změny lesní produktivity (střed, jih - pokles, sever - nárůst)
- změny srážkového režimu (léto - silné, intenzivní srážky)
- dopady na energetiku (vodní, chlazení, posun špiček)
- klíčový prvek = VODA

# Klíčová rizika v Evropě



# Voda (dnes)



Water Stress Indicator: Withdrawal-to-Availability Ratio

No Stress Low Stress Mid Stress High Stress Very High Stress



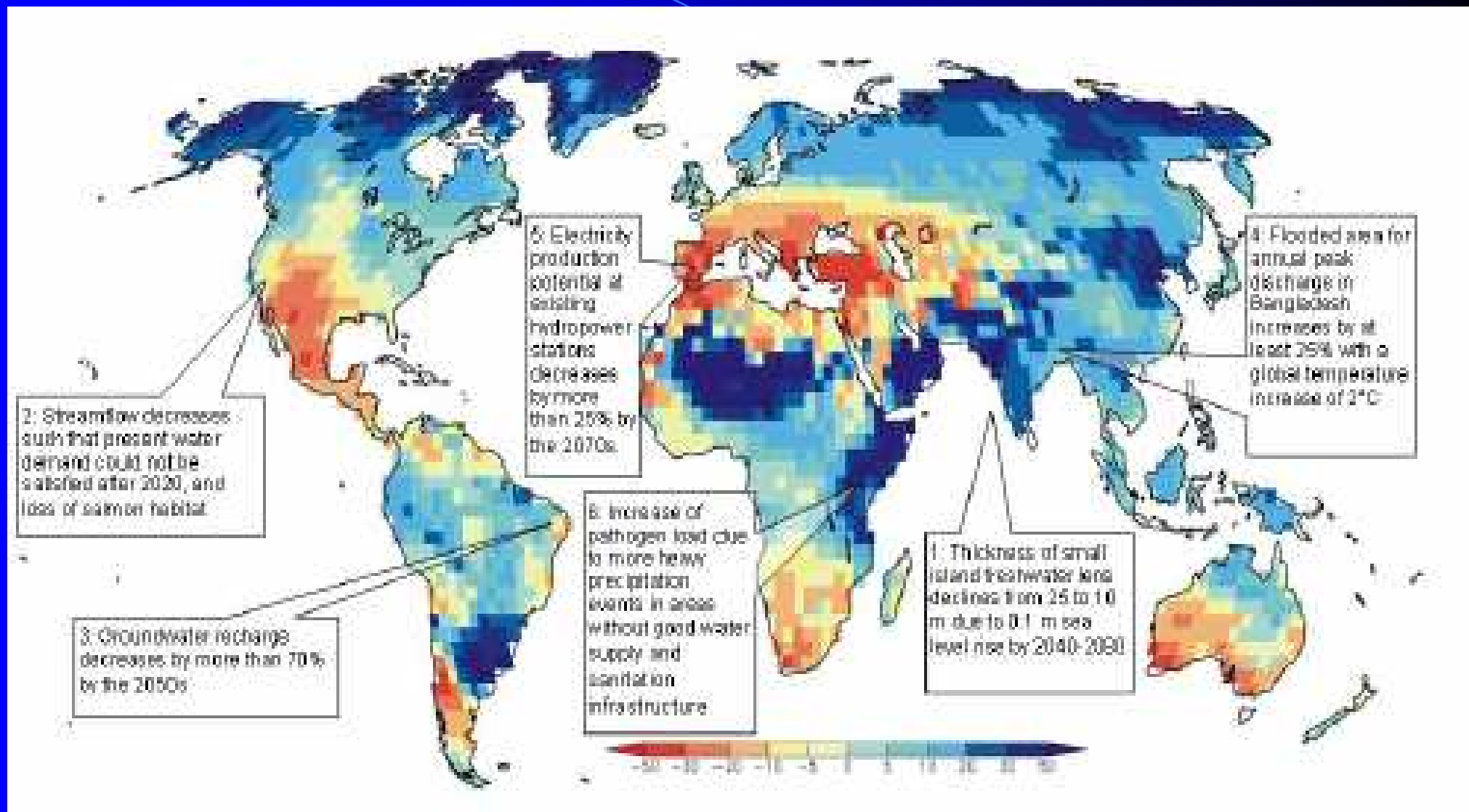
0 0.1 0.2 0.4 0.5

No or low stress and per capita water availability < 1700 m<sup>3</sup>/yr

Water withdrawal: water used for irrigation, livestock, domestic and industrial purposes (2000)

Water availability: Average annual water availability based on the 30-year period 1961-90

# Voda (konec 21. století vs. dnes)



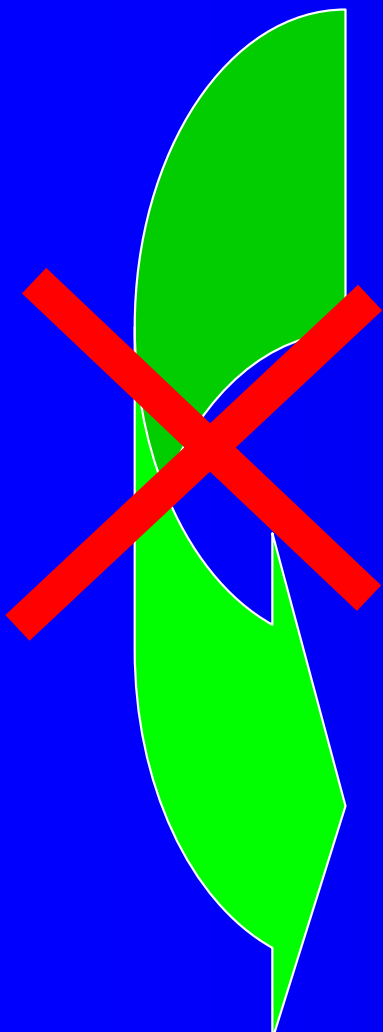
**Scénář A1B = velmi rychlý ekonomický nárůst v celém světě, vysoký populační nárůst, rovnoměrný energetický mix**

# Příčiny změn (IPCC AR4)

„Značná část nárůstu průměrných globálních teplot je *velmi pravděpodobně* (> 90 %) spojena se zvýšenou produkcí skleníkových plynů antropogenního původu.“

Z upřesněné spolehlivosti výroku nelze

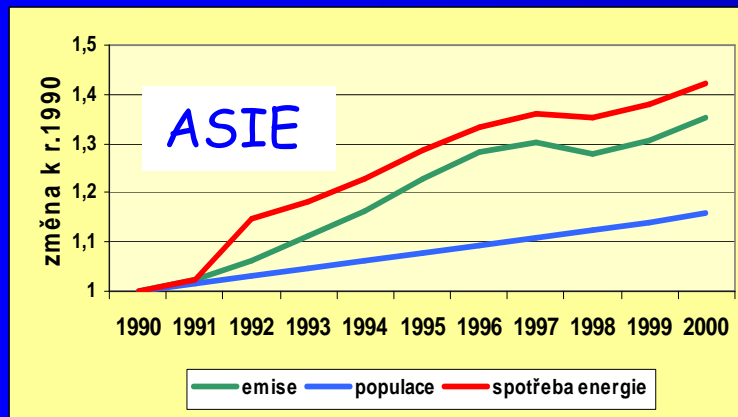
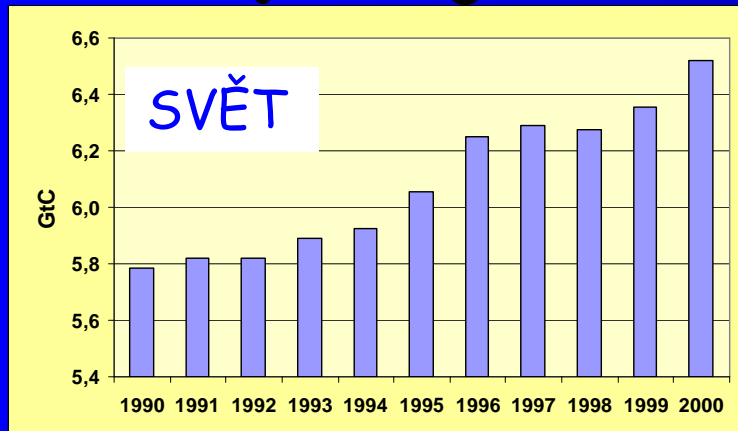
1. dovozovat kvantitativní stanovení podílu člověka na globálním oteplování a následně na klimatické změně
2. zpochybňovat existenci vlivu člověka na globální klima



# Jak problém řešit ?



# Vývoj světových emisí



## Emise rozvojových států

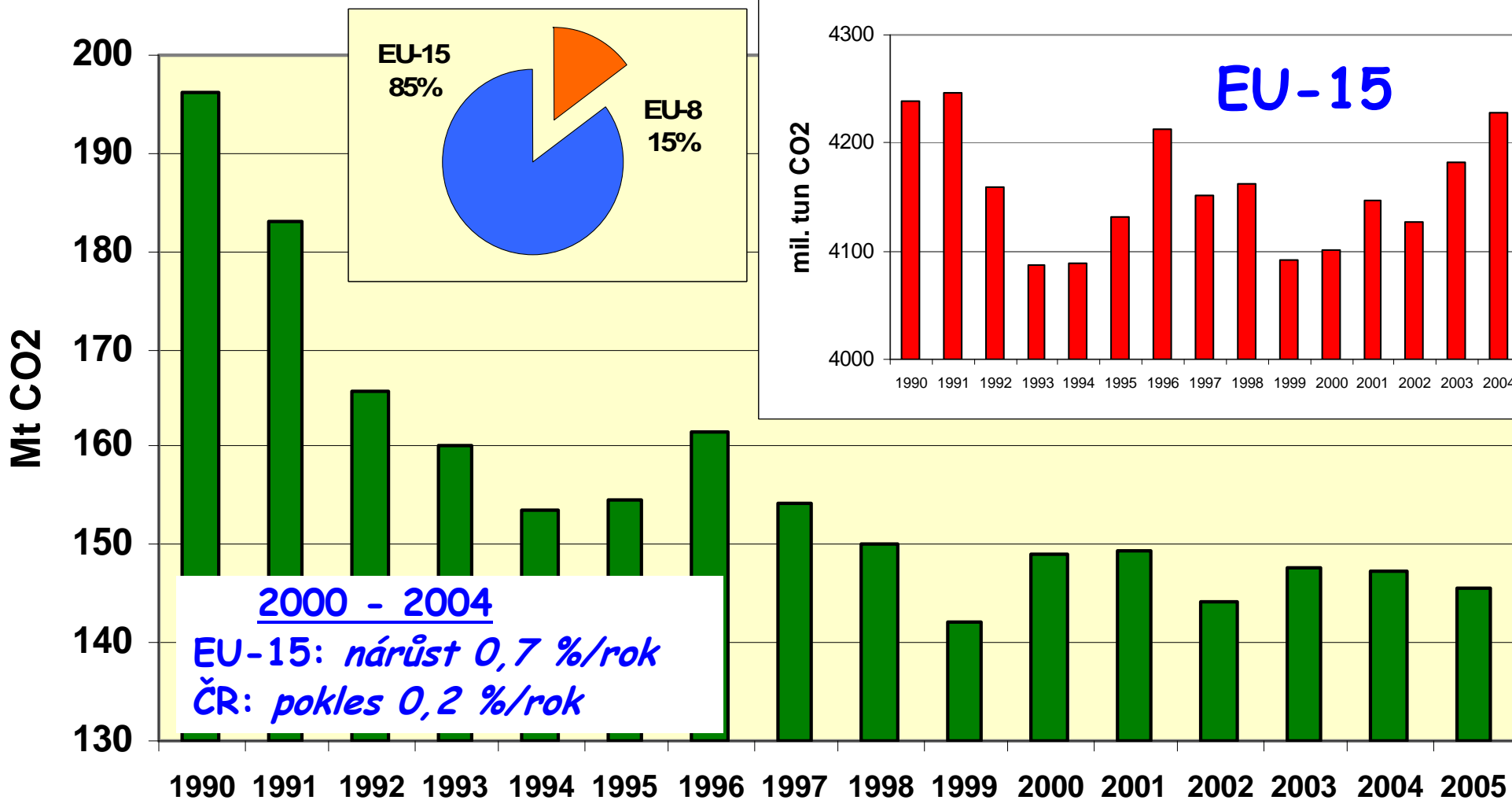
1990 - 30 %  
 2000 - 40 %  
 2010 - 50 %  
 2025 - 75 %

2004 vs. 1990

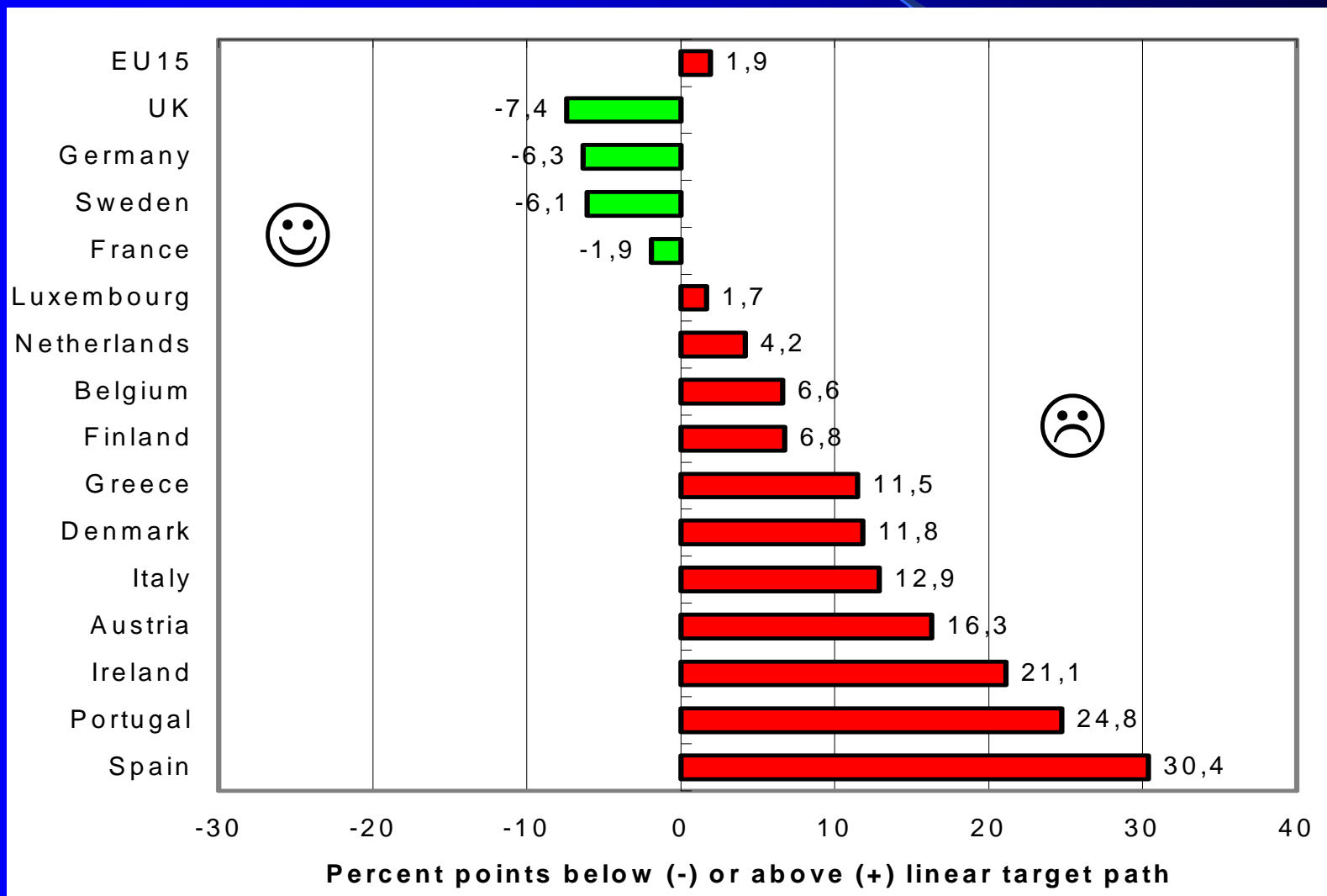
ČR	- 25 %
EU-8	- 28 %
EU-15	- 1 %
Rusko	- 32 %
Ukrajina	-55 %
Austrálie	+ 25 %
USA	+ 16 %
Japonsko	+ 7 %
Kanada	+ 27 %

trend nárůstu světových emisí  
 1,3 % / rok

# Trend emisí ČR vs. EU-15



# Emise EU-15 a Kjótský protokol



# Adaptační opatření (1)

soubor možných přizpůsobení přírodního nebo antropogenního systému skutečné nebo (IPCC TAR, 2001) předpokládané změně klimatu a jejím dopadům

- ❖ autonomní (*přirozené adaptace*)
- ❖ plánovaná (*výsledek politického uvažování*)

- ❖ předjímací (*před vznikem rizika*)
- ❖ reaktivní (*po zjištění rizika*)

- ✓ soukromá sféra
- ✓ veřejnost, státní správa

# Adaptační opatření (2)

## Adaptační kapacita =

potenciál nebo schopnost systému, regionu, nebo společnosti se přizpůsobit existující či předjímané změně (geografická a socio-ekonomická proměnná)

## Důvody k zahájení adaptačních opatření

- klimatická změna je realita
- budoucí změny mohou být rychlejší než ukazují současné projekce
- předjímaní opatření bývají efektivnější než opatření reaktivní typu „last-minute“
- téměř okamžité výsledky

# Závěry

- Klimatická změna je realitou 21. století
- Obtížné rozlišení přirozených a antropogenních příčin
- Vliv člověka nelze podceňovat (*ani přeceňovat*)
- Antropogenní interference s klimatickým systémem je regionálně nehomogenní (poloha, dopady, adaptační kapacita)
- Integrovaná „*klimatická politika*“ = vyváženost přístupů snižování emisí a adaptací