

Předpověď budoucího klimatu - známé a neznámé nejistoty v modelech

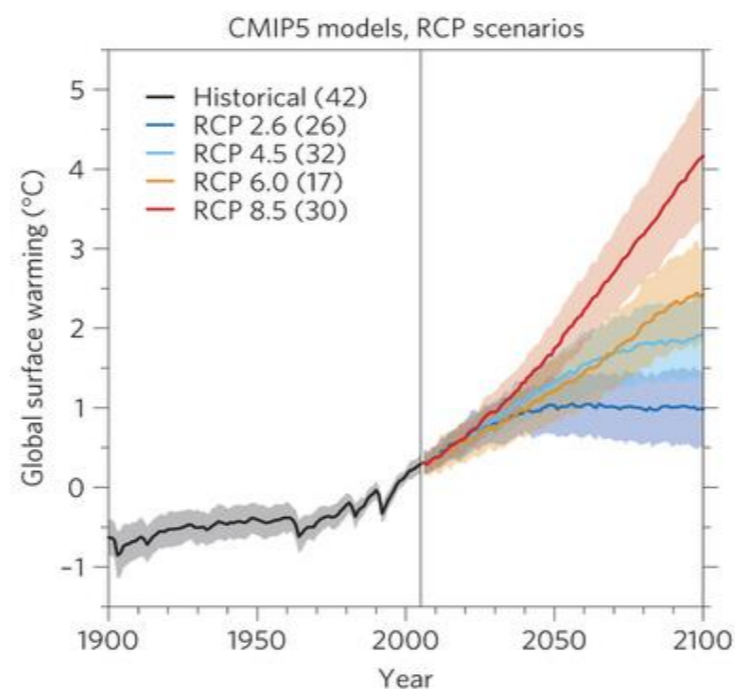
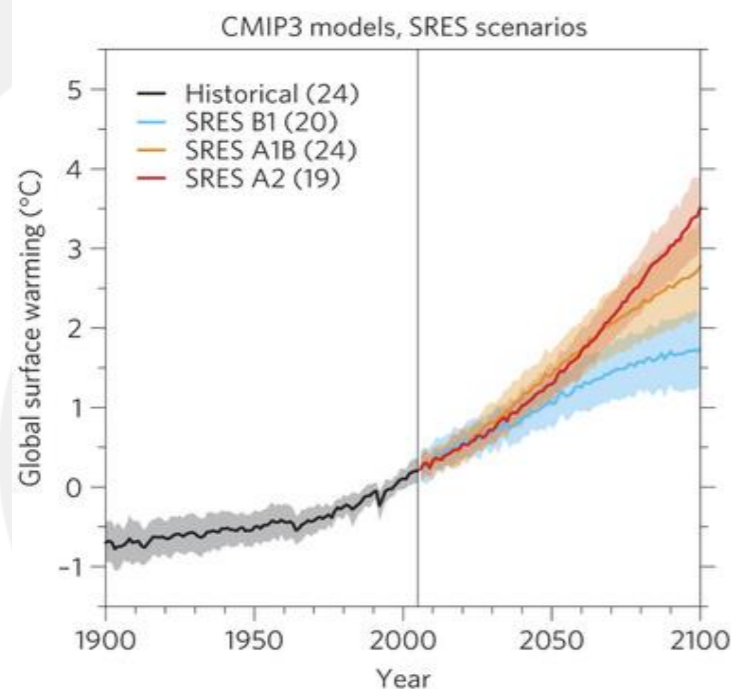
Lucie Pokorná

Ústav fyziky atmosféry AV ČR, Praha

Katedra fyzické geografie a
geoekologie, Přírodovědecká fakulta,
UK Praha

KLIMATICKÉ MODELŮ

- PRINCIP KLIMATICKÝCH MODELŮ
- JAKÉ JSOU ZDROJE NEJISTOT
- KONKRÉTNÍ PŘÍKLADY ZDROJŮ NEJISTOT
- SCÉNÁŘE VYBRANÝCH CHARAKTERISTIK PRO ČR



Scénáře vývoje
globální teploty
podle CMIP3 a
CMIP5

KLIMATICKÉ MODELY

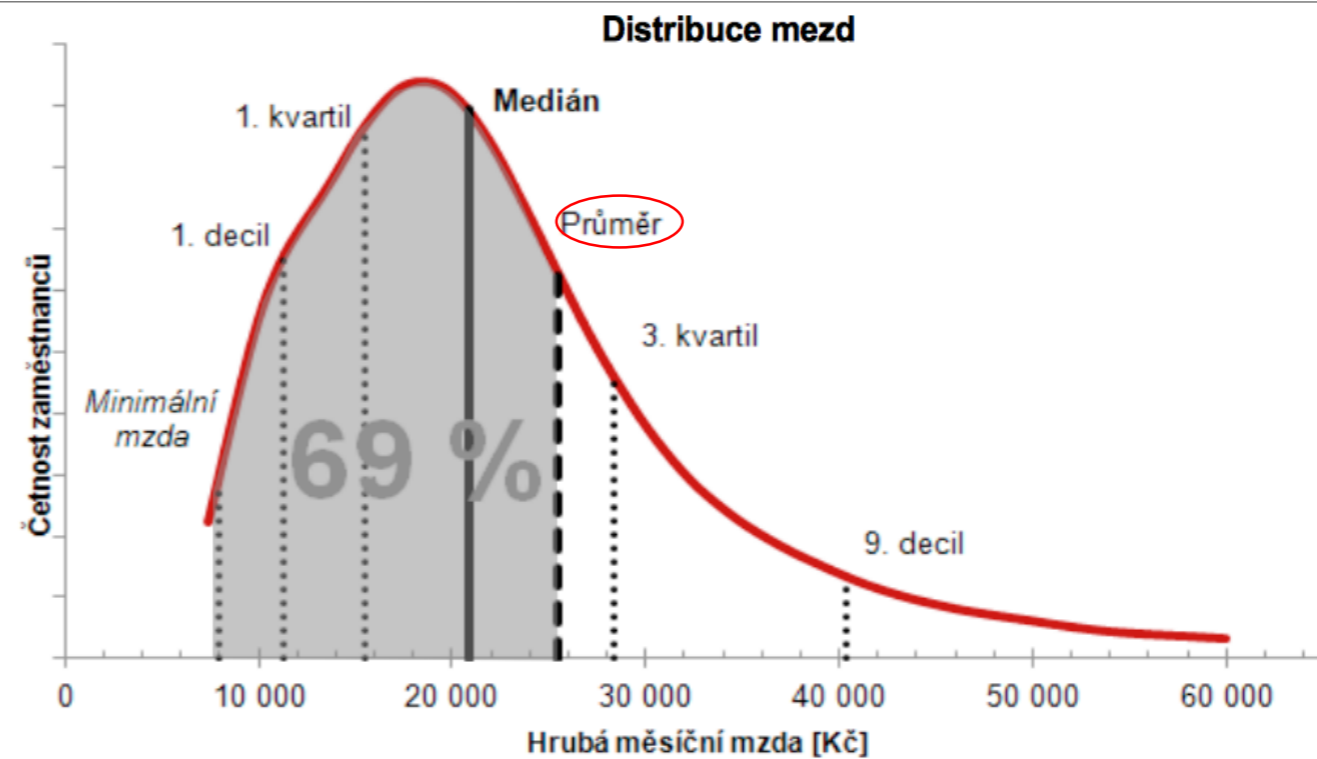
Definice klimatu z různých pohledů:

Klimatolog: dlouhodobý charakteristický režim počasí podmíněný energetickou bilancí, cirkulací atmosféry, charakterem aktivního povrchu a lidskou činností. Lze ho charakterizovat pomocí průměrných hodnot meteorologických prvků doplněných o extrémny a četnosti jejich výskytu, popřípadě o další statistické charakteristiky.

Modelář: pravděpodobnostní rozdělení výskytu konkrétních hodnot dané charakteristiky nebo stavu počasí

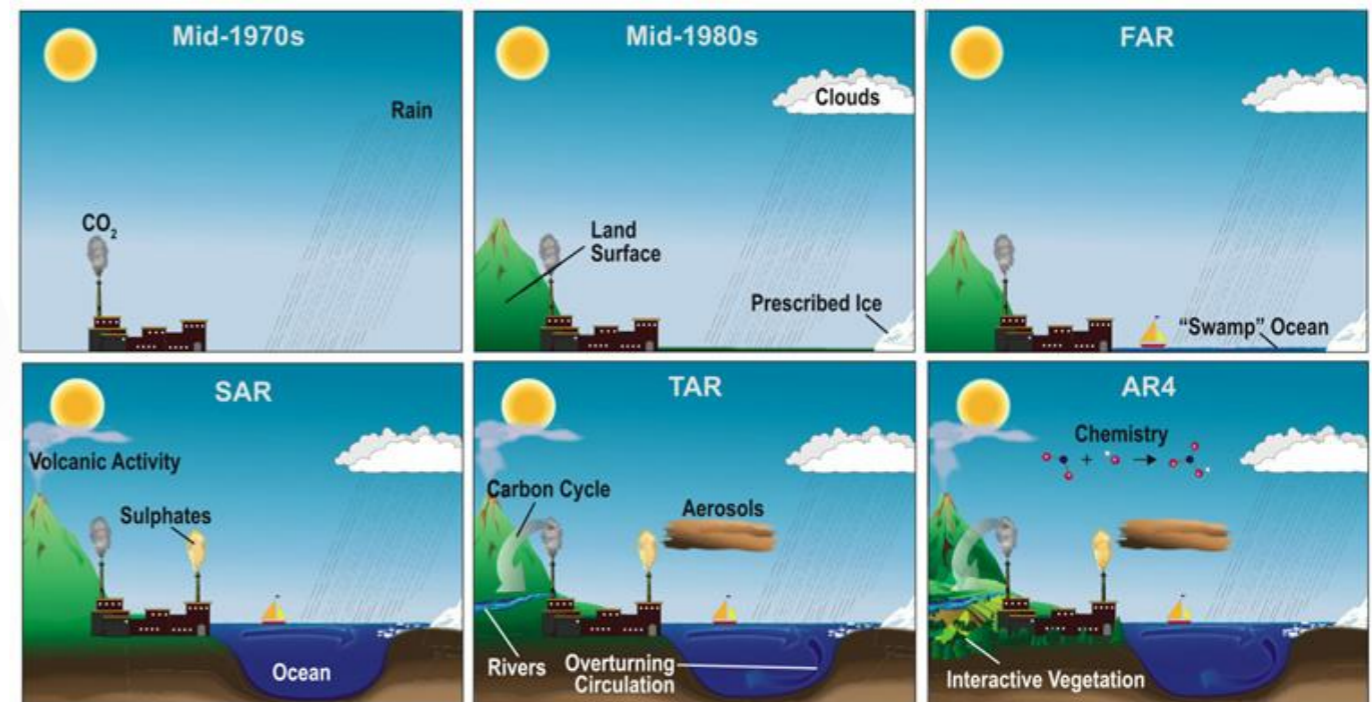
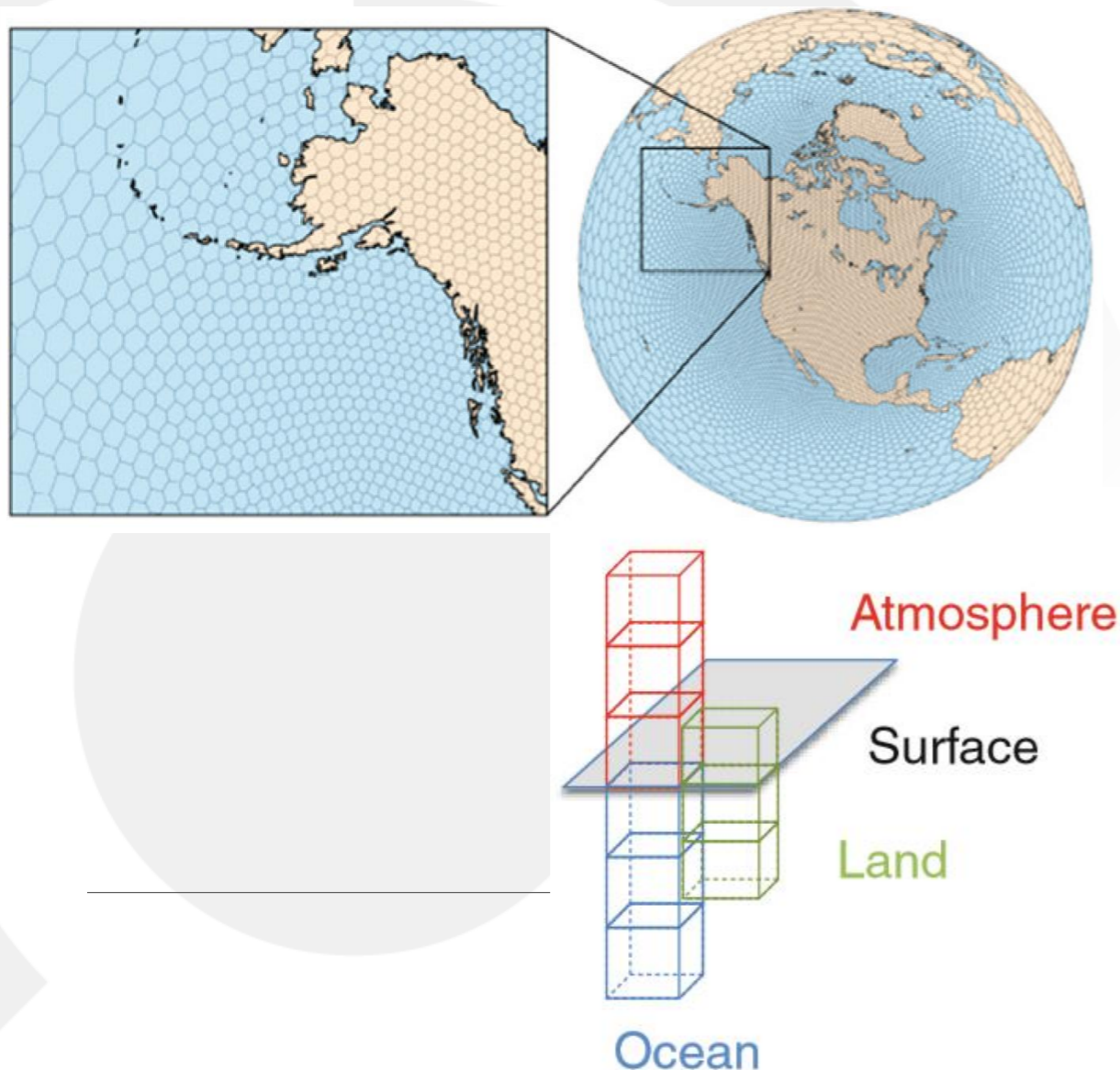
KLIMATICKÉ MODELY

Co nám říká průměr?



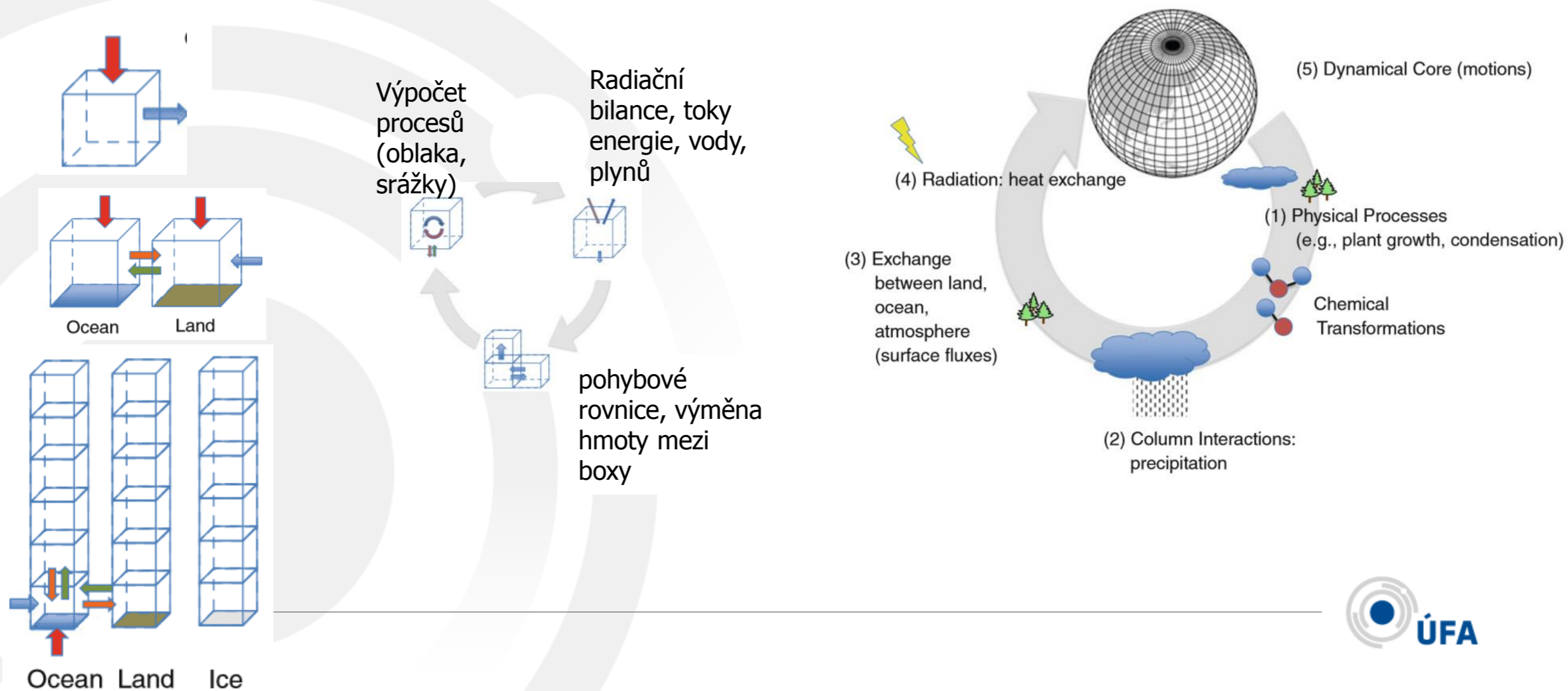
KLIMATICKÉ MODELY

- Rozlišení modelů – globální (uzavřený systém, zachovává hmotu a energii) – horizontální krok 100 km (10 000 km²)
- Složky systému modelovány odděleně, s různým časovým krokem, propojení jednotlivých složek po určitém počtu kroků

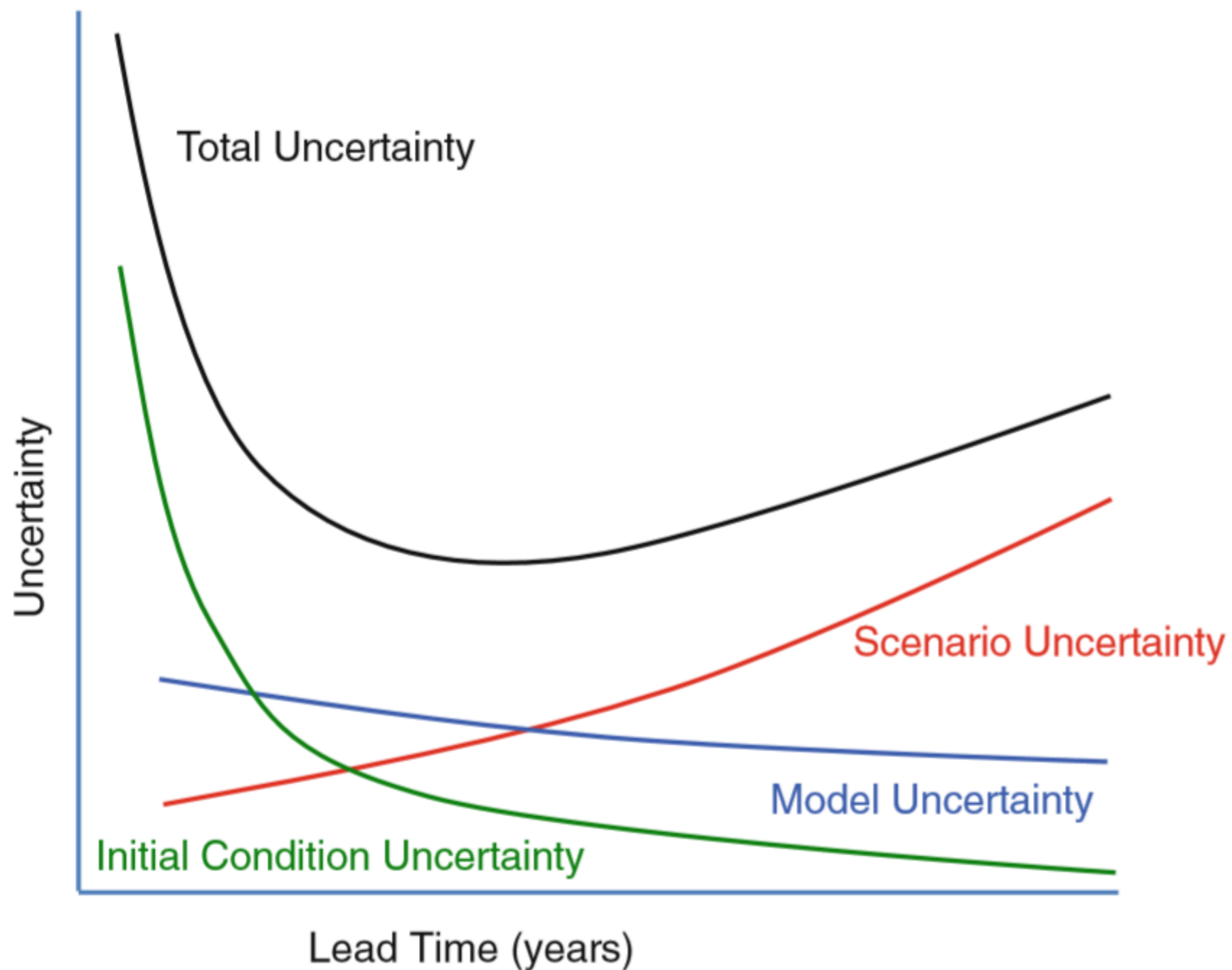


KLIMATICKÉ MODELŮ

- Dimenze modelů
- časové uspořádání výpočtů v jednotlivých grid-boxech podle jejich důležitosti



ZDROJE NEJISTOT



od

osti

ocesů

mu
ÚFA

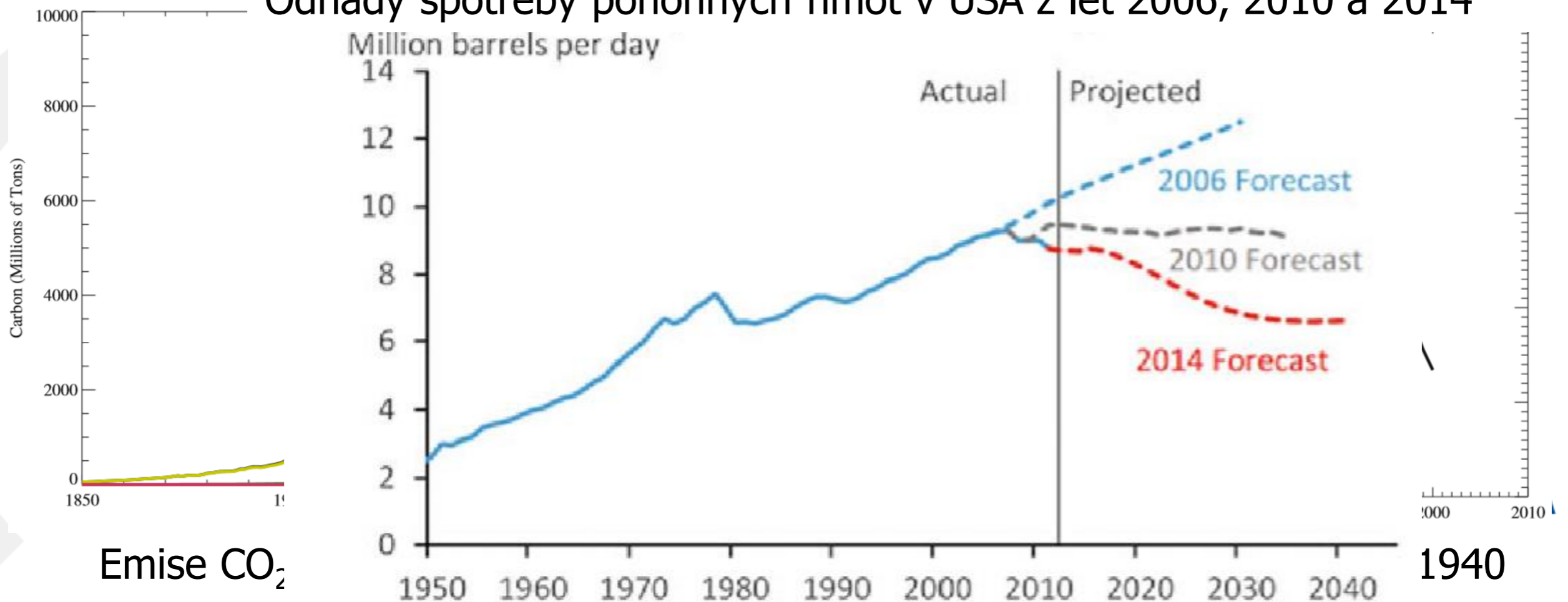
NEJISTOTY SPOJENÉ S EMISNÍMI SCÉNÁŘI

Jak se budou vyvíjet emise skleníkových plynů:

Záleží na technickém pokroku, rozhodnutí politiků, chování společnosti, ekonomických podmínkách

Modely vývoje společnosti nemají jasná pravidla jako GCM (žádné fyzikální zákony)

Odhady spotřeby pohonných hmot v USA z let 2006, 2010 a 2014

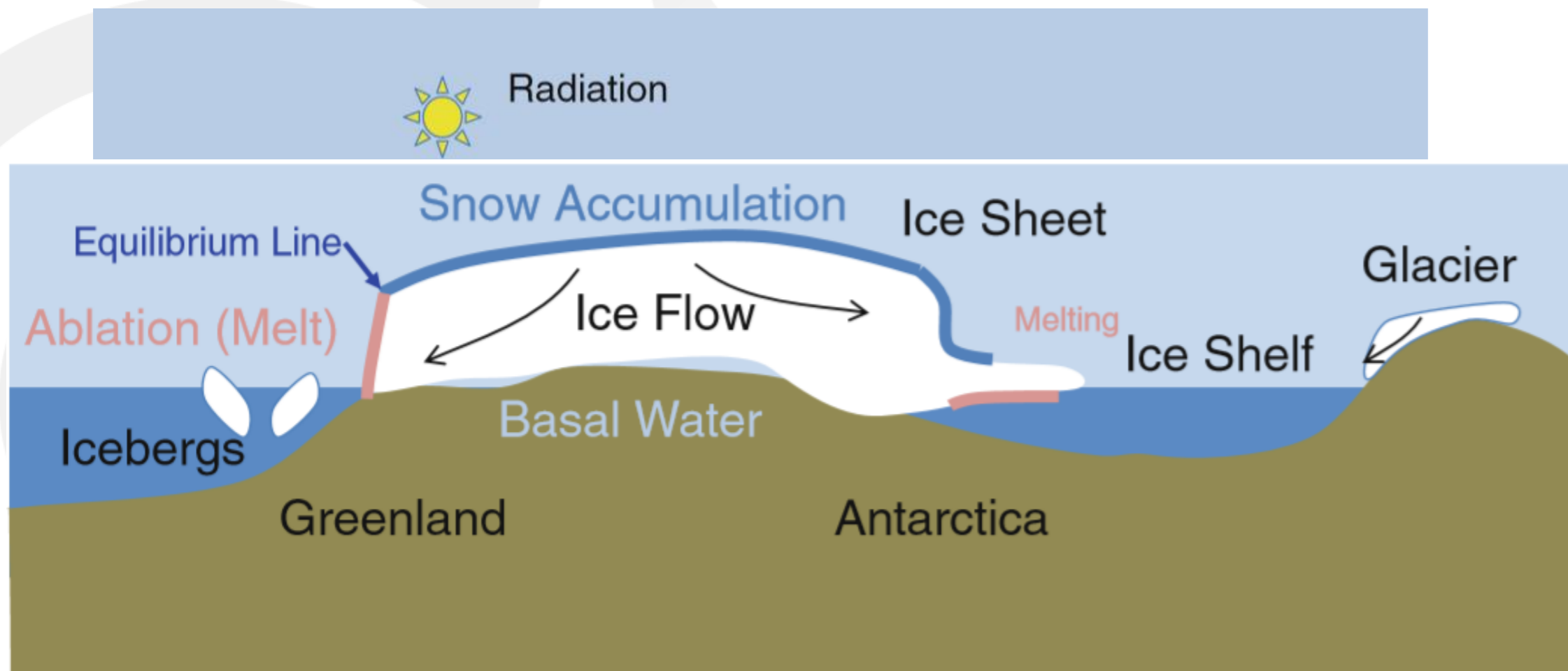


NEJISTOTY SPOJENÉ S MODELOVÁNÍM LEDU

Rychlost a struktura mořského ledu závisí na teplotě a rozvlnění moře (rychlosti větru)

Rozvlněné moře – kapsy solanky – jiná odrazivost a kondukční vedení tepla – vliv na radiační bilanci

Pevninský led – tloušťka, topografie, rychlost pohybu, praskání

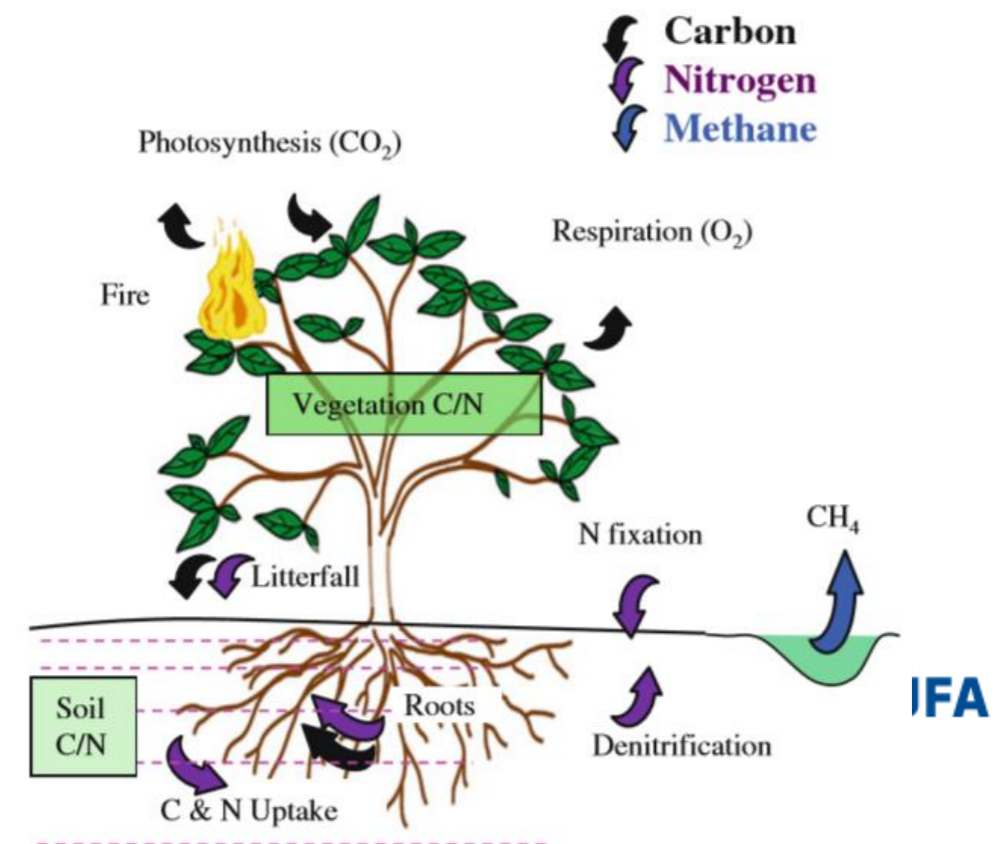
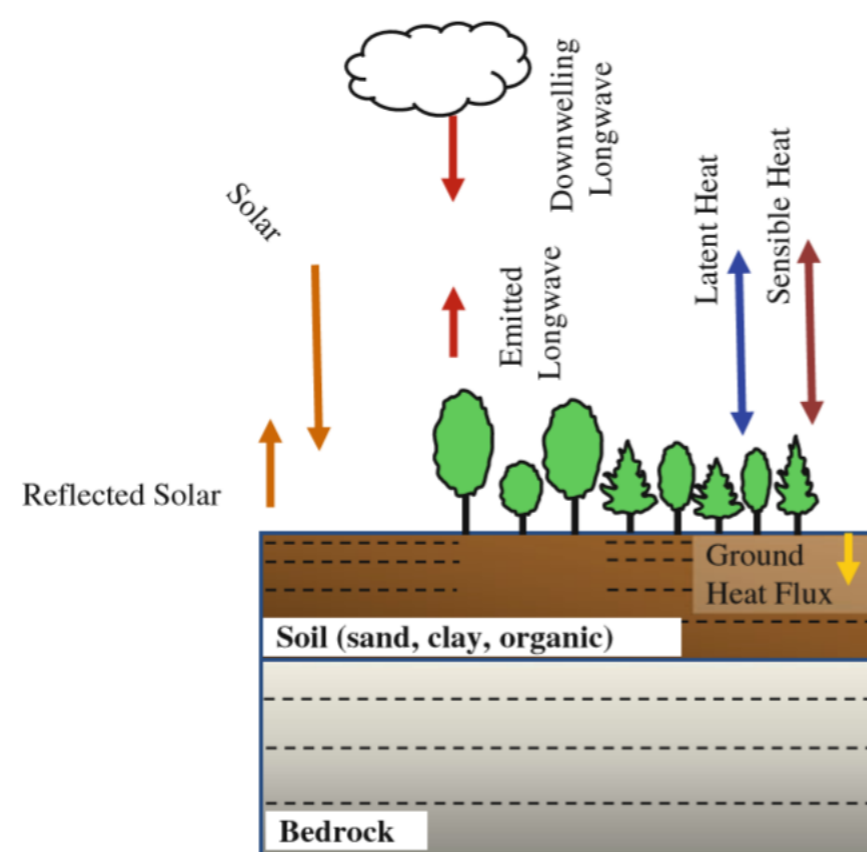


NEJISTOTY SPOJENÉ S MODELOVÁNÍM VEGETACE

Spolehlivé simulace

- energetické bilance na různých typech pokrytí půdy
- hydrologického cyklu, vsaku a odtoku vody, růstu rostlin podle dostupné vláhy, koncentrací CO_2 a N_2O , změny v množství biomasy

Změny ekosystémů (využití půdy) opět závisí na chování společnosti



Jak s modely pracovat

- **Ensemblové simulace s různými počátečními podmínkami, různou fyzikou a různými scénáři**
- **Regionální modely řízené různými globálními**
- **Úkolem modelů není předpovídat změny průměrů, ale změny v rozdělení a hlavně extrémy**
- **Modely schopné simulovat danou oblast nebo charakteristiku, podle cílů studií o dopadech**

Scénáře budoucího klimatu – vliv cirkulace na teploty

Jakou měrou změny v cirkulaci ovlivní přízemní teploty v
příštích dekádách?

scénáře SRES A1B a modely z projektu ENSEMBLES

- Cirkulace v modelech simulovaná uspokojivě 😊 😞
- Teploty v současnosti svázané s cirkulací hlavně v zimě
- V budoucnosti vliv cirkulace zeslábne. Jaké další procesy
tedy povedou ke zvyšování teplot?

Plavcový, Kyselý, 2013

Scénáře budoucího klimatu – vliv cirkulace na teploty

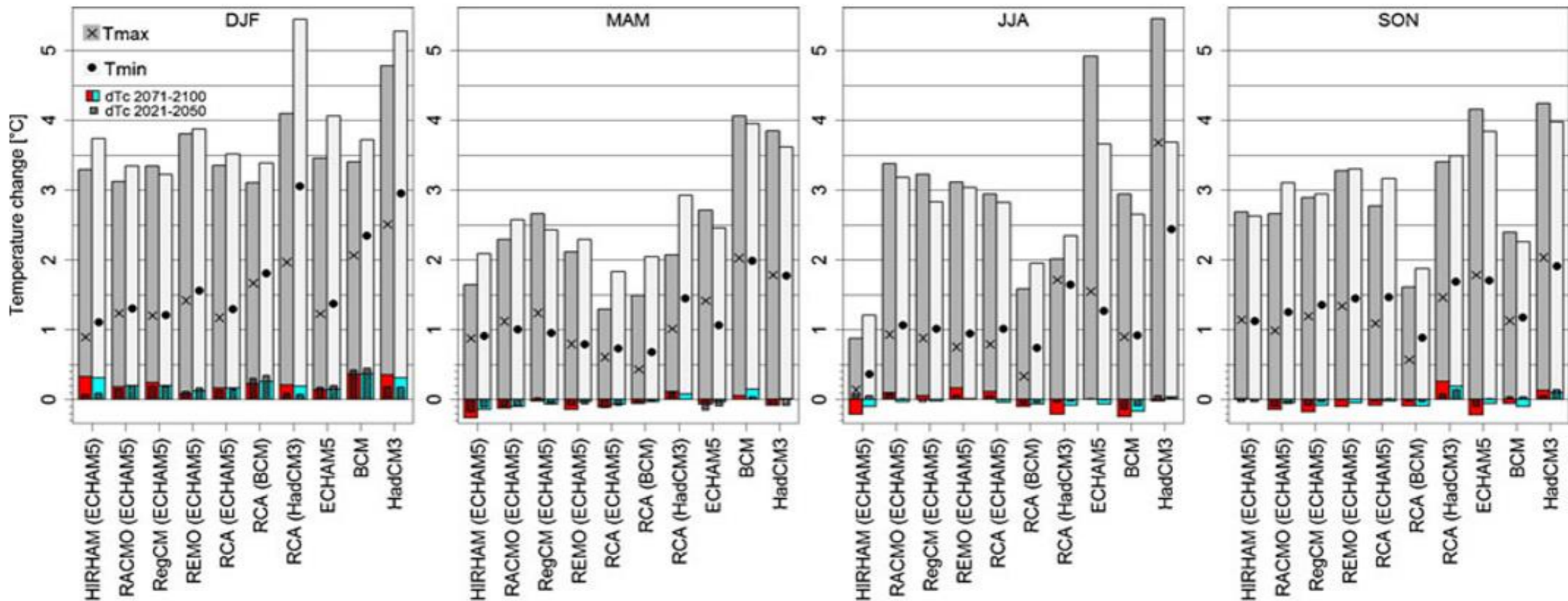
Cirkulace ve střední Evropě + teploty v Polabí

zima

jaro

léto

podzim



Křížky a body - změna teplot v období 2021-2050

Sloupce – změna teploty v období 2071-2100

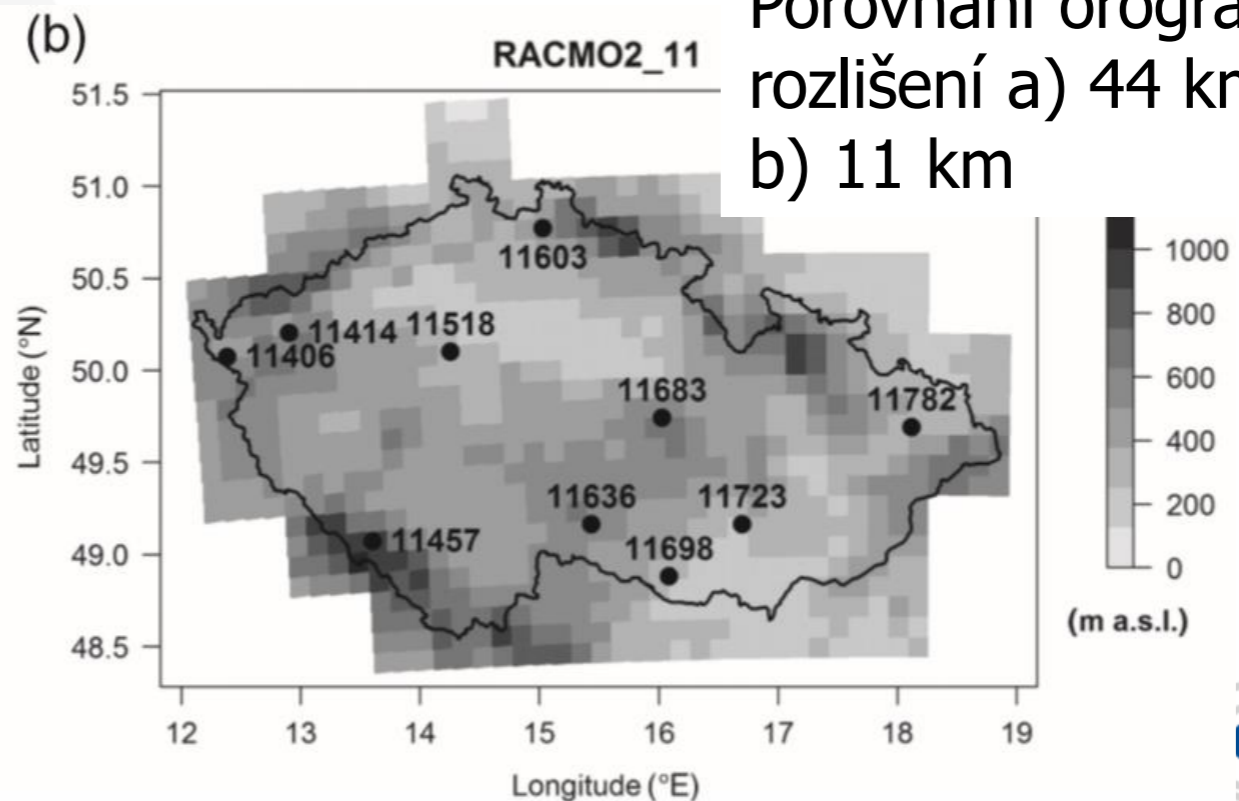
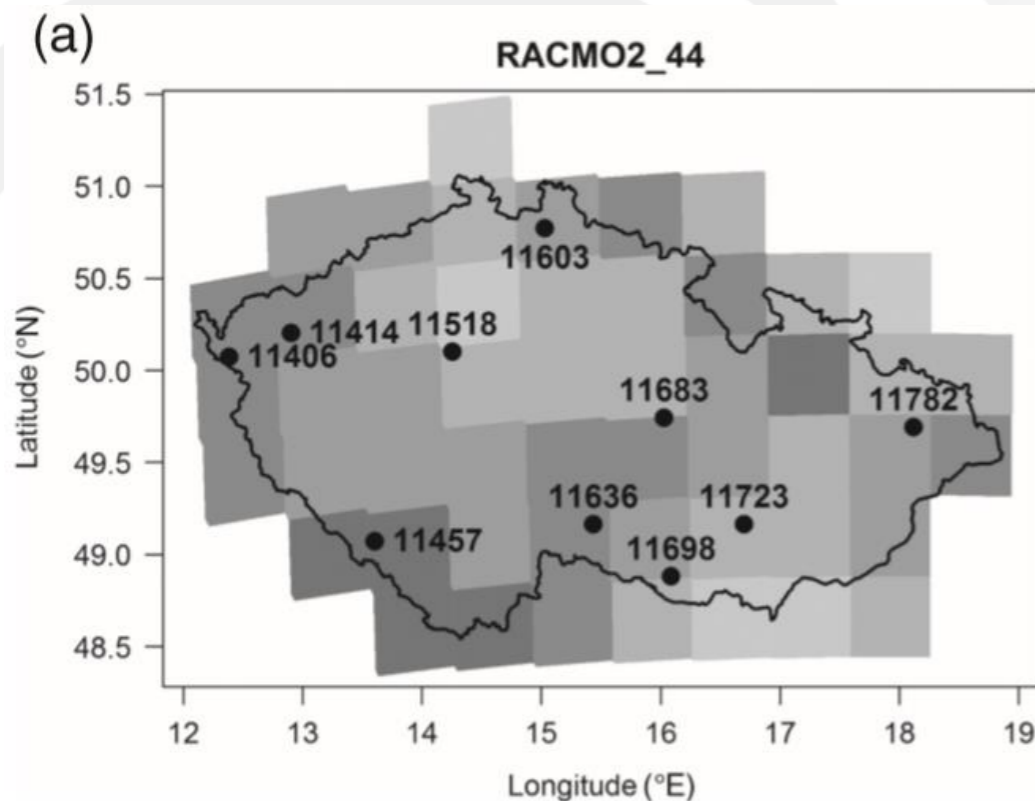
Barevné sloupce – změna související s cirkulací

Scénáře budoucího klimatu - změny konvekčních a vrstevnatých srážek

Jak se změní množství a poměr srážek pocházející z vrstevnaté a z konvekční oblačnosti pro konec 21. století v porovnání s obdobím 1971-2000 ?

scénáře RCP4.5 a RCP8.5, regionální modely projektu

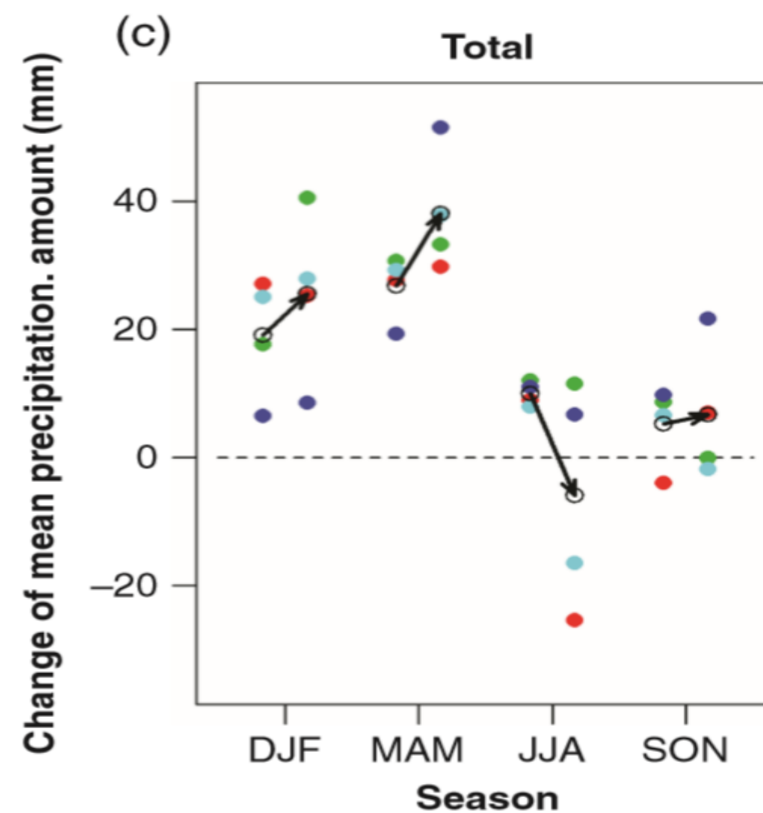
EURO-CODEX



Porovnání orografie v rozlišení a) 44 km a b) 11 km

Scénáře budoucího klimatu - změny konvekčních a vrstevnatých srážek

Celkové úhrny srážek se zvýší, zejména na jaře a víc u vrstevnatých srážek. V létě dojde ke zvýšení konvekčních srážek, pro scénář RCP8.5 ale výrazné snížení vrstevnatých srážek

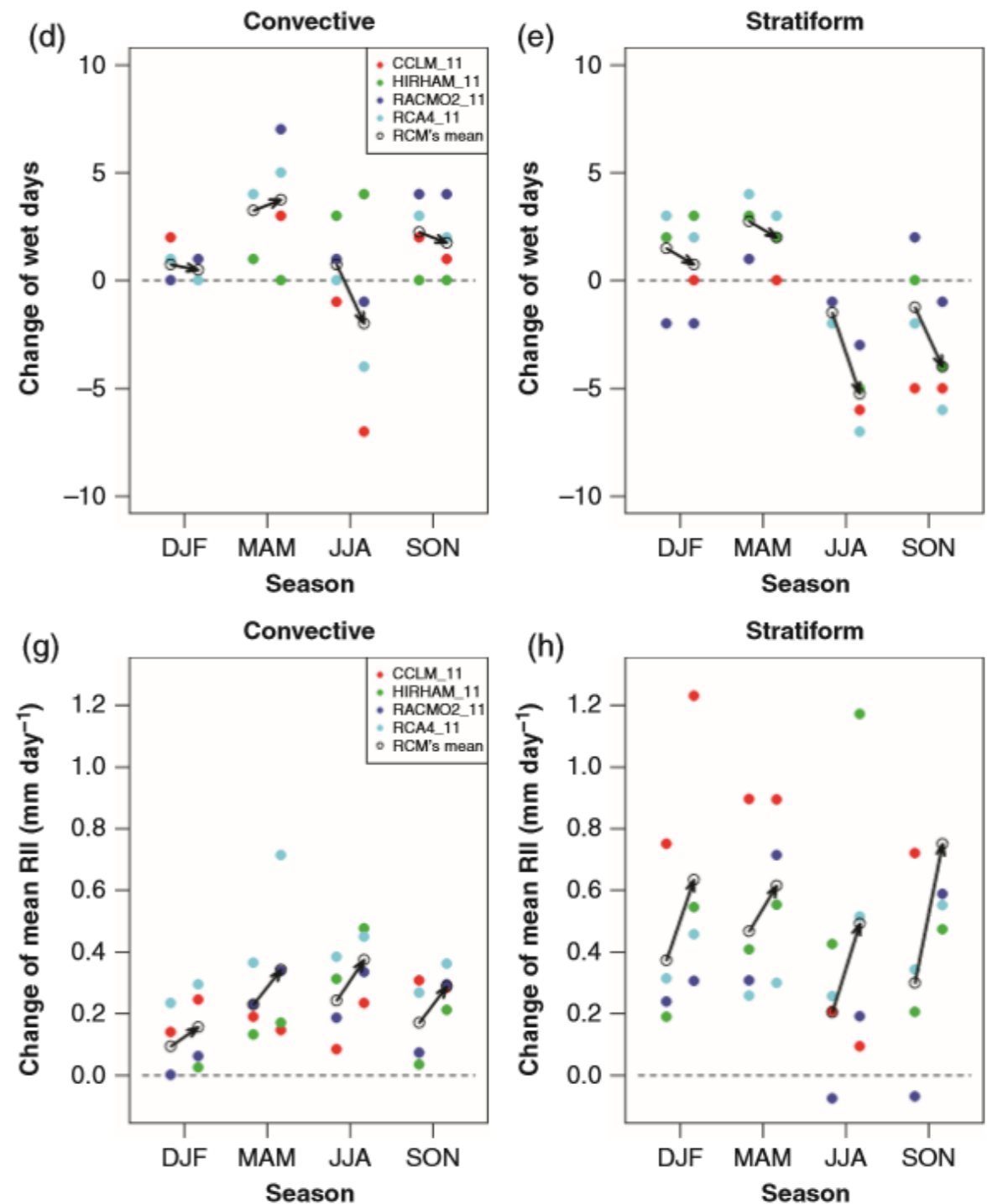


Změny srážkových úhrnů mezi roky 1971-2000 a 2071-2100, šipky označují rozdíl průměrů ze všech modelů pro scénáře RCP4.5 a 8.5

Scénáře budoucího klimatu - změny konvekčních a vrstevnatých srážek

Pokles dní se srážkami u konvekčních srážek v létě a u vrstevnatých v létě i na podzim

Nárůst úhrnů ve srážkových dnech ve všech sezónách



Změny počtu dní se srážkami a průměrných denních úhrnů mezi roky 1971-2000 a 2071-2100, šipky označují rozdíl průměrů ze všech modelů pro scénáře RCP4.5 a 8.5

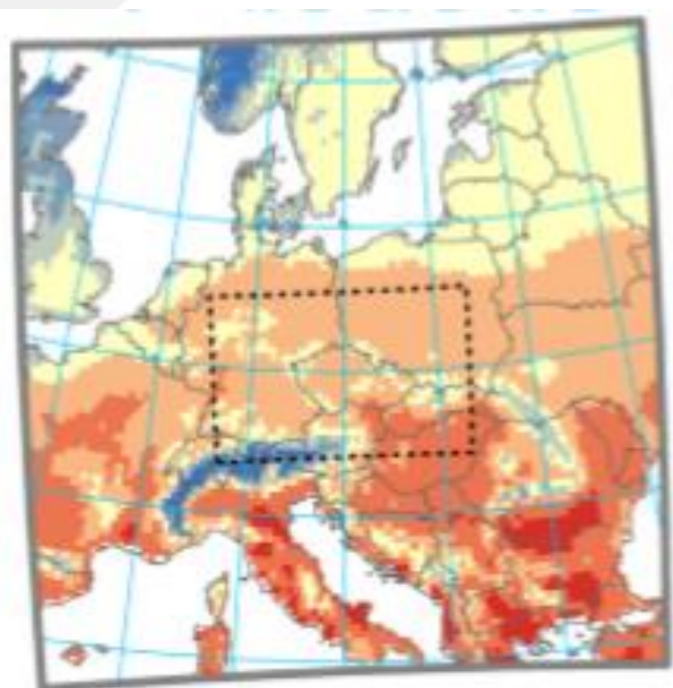
Scénáře budoucího klimatu

- změny v četnosti horkých vln

Jak se změní frekvence horkých vln a extrémních horkých vln a množství a poměr srážek pocházející z vrstevnaté a z konvekční oblačnosti pro konec 21. století v porovnání s obdobím 1970-2000 ?

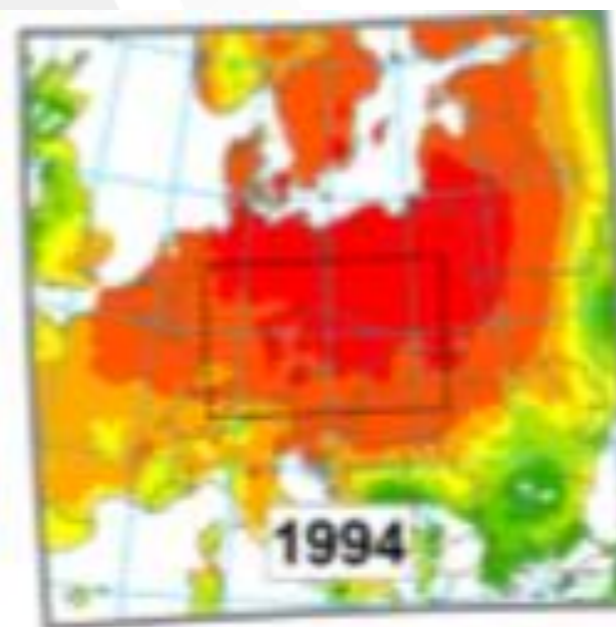
scénáře RCP4.5 a RCP8.5, regionální modely projektu

EURO-CODEX a ENSEMBLES v rozlišení 11, 25 a 44 km



Temperature [°C]:

≤ 20.0
20.1 - 22.5
22.6 - 25.0
25.1 - 27.5
27.6 - 30.0
30.1 - 32.5
> 32.5



Sum of positive T_{max} deviations [°C]:

0.1 - 1
1.1 - 2
2.1 - 5
5.1 - 10
10.1 - 20
20.1 - 50
> 50

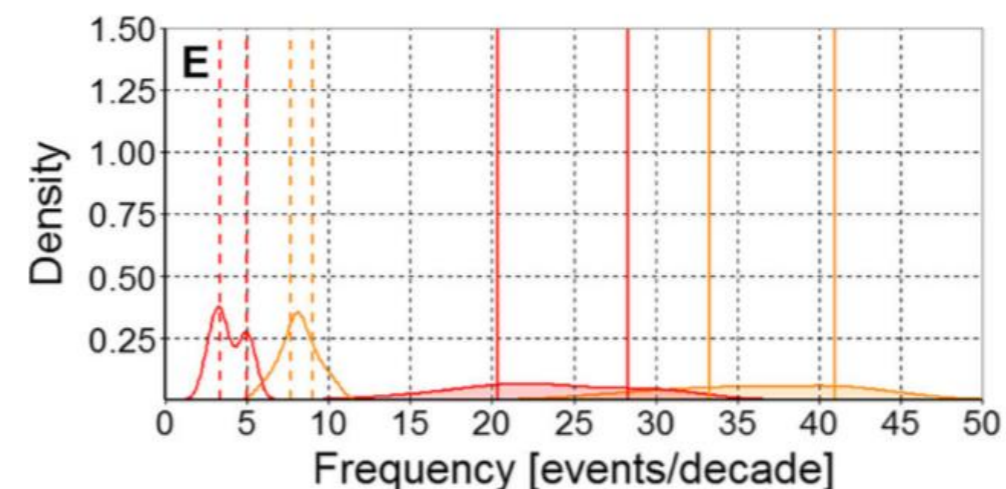
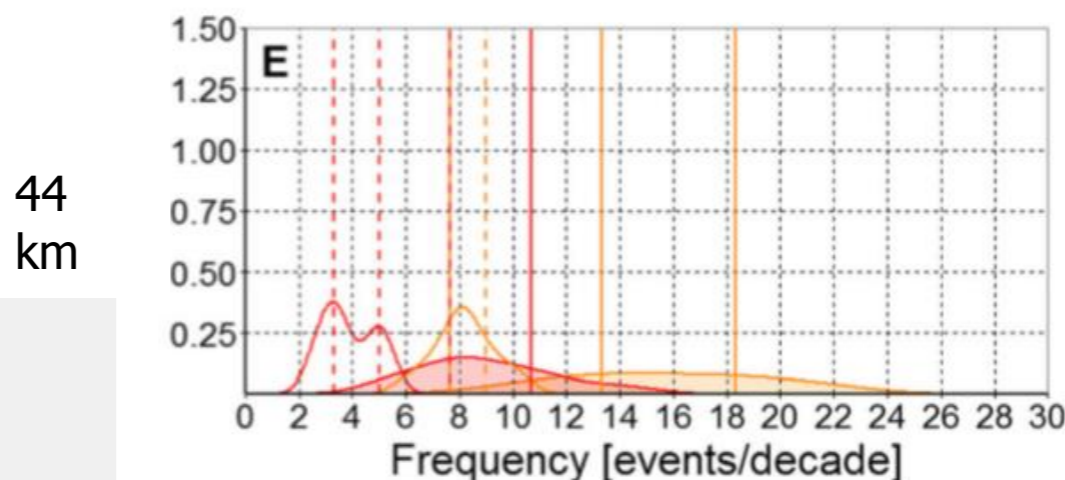
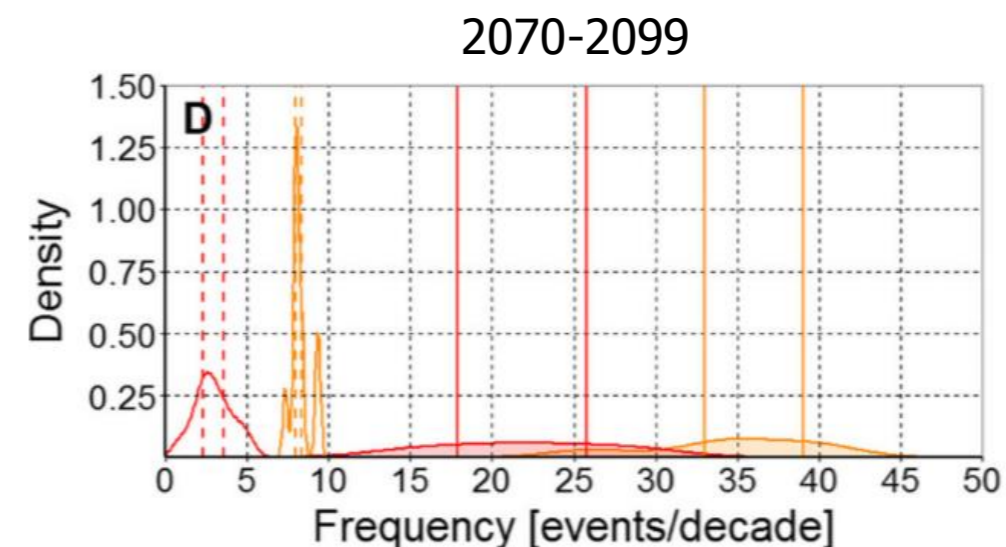
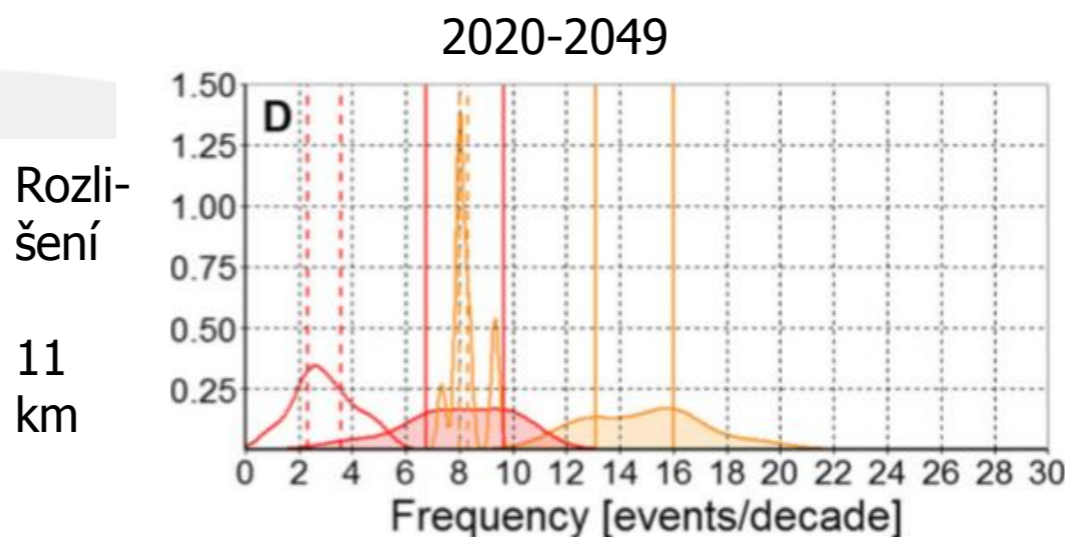
Lhotka et al. 2018

Hodnocená oblast střední Evropy (zobrazen 90. percentil maximálních denních teplot v létě) a nejsilnější horká vlna v roce 1994 (suma odchylek od 90. percentilu)

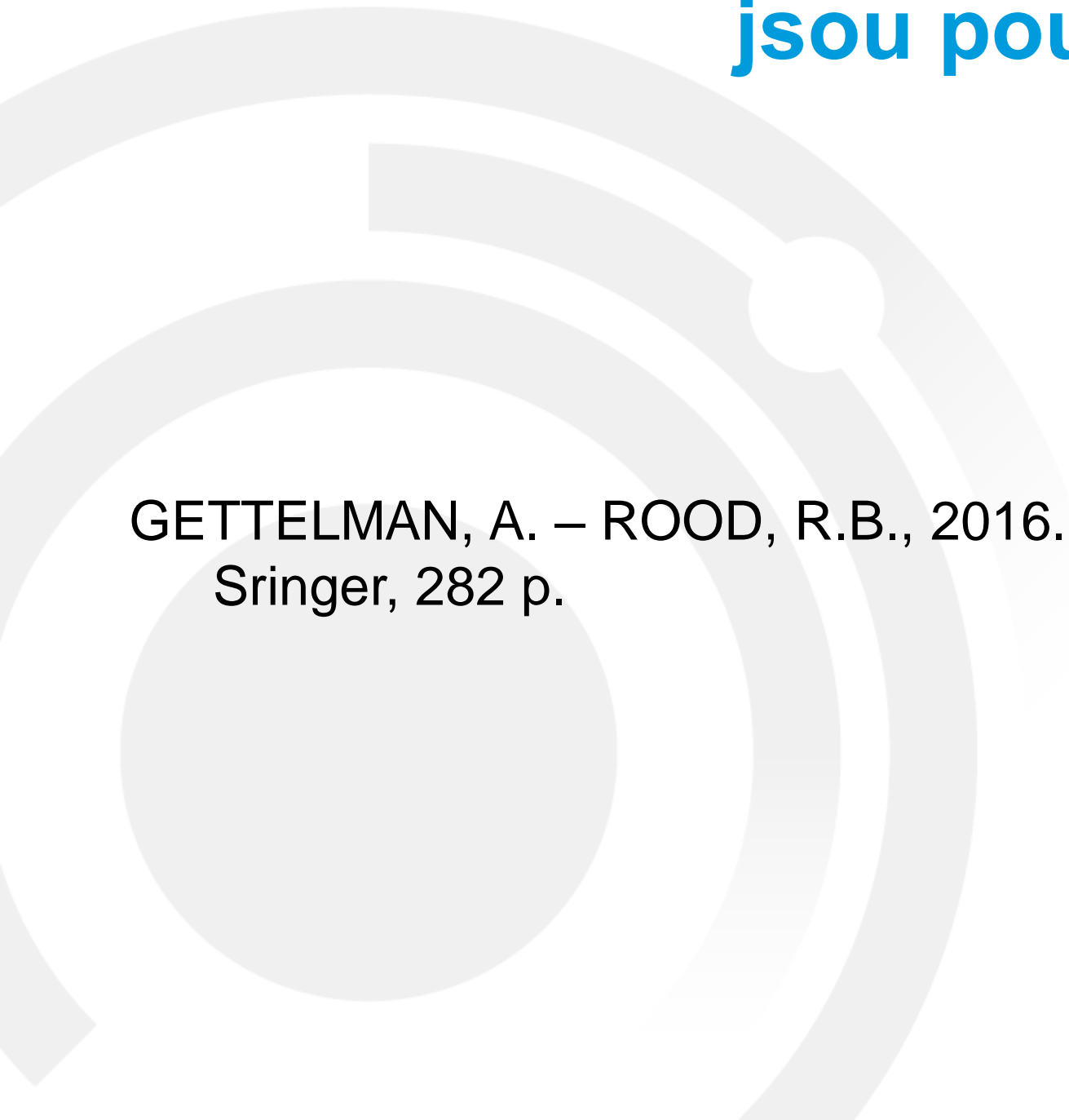
Scénáře budoucího klimatu - změny v četnosti horkých vln

Četnost horkých i extrémních horkých vln se zvýší, rozdíl ve scénářích RCP 4.5 a 8.5 v závislosti na prostorovém kroku

modelů



Změny pravděpodobnostních funkcí frekvence horkých vln modelů Cordex pro scénáře RCP4.5 (plně) a 8.5 (linie) pro všechny horké vlny (červeně) a silné horké vlny (žlutě)



**„Všechny modely jsou špatné, ale některé
jsou použitelné“**

George Box

GETTELMAN, A. – ROOD, R.B., 2016. Demystifying Climate Models.
Springer, 282 p.