



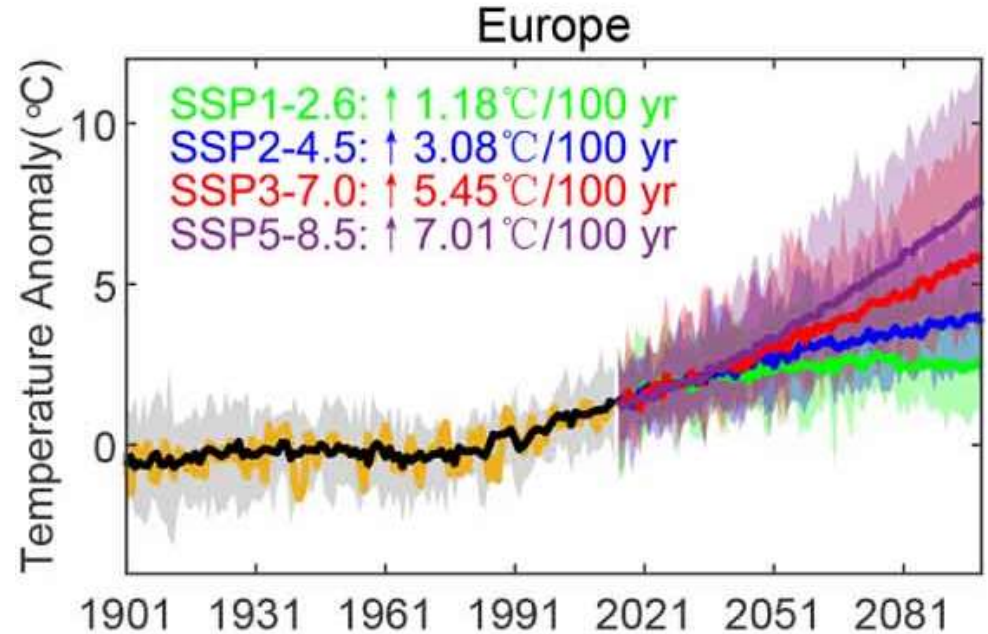
Studie dopadů klimatické změny

Martin Hanel, Fakulta životního prostředí, ČZU

hanel@fzp.czu.cz

2022-05 | Brno/Praha

- Zvýšení teploty v důsledku zvýšení intenzity skleníkového efektu
- V současnosti v ČR zvýšení teploty o 2 °C
- Budoucí vývoj silně ovlivněn globálním socioekonomickým vývojem



Změny vodního režimu krajiny

Jev	Projev	Dopad
Změna teploty	Zvýšení krátkodobých extrémů	Přívalové povodně Vodní eroze
Změny atmosférické cirkulace	Změny průměrných srážek Změny v dynamice suchých a vlhkých období	Regionální povodně Sucho Dostupnost a potřeba vodních zdrojů
Změna teploty	Změna dynamiky sněhové pokrývky	Změna rozložení odtoku v čase Snížena možnost doplňování zásoby vody v půdě a podzemní vody
Změna teploty	Změny územního výparu	Sucho Pokles zásob vody v povodí

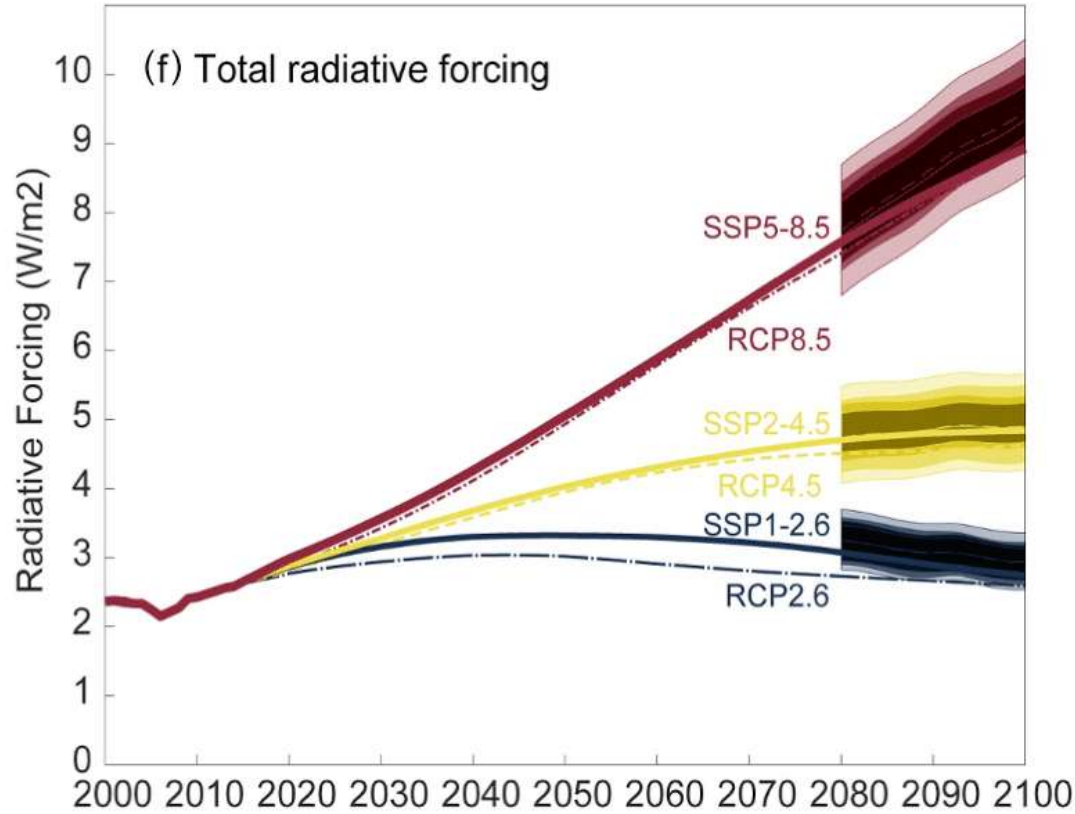
Změny vodního režimu krajiny

Jev	Projev	Dopad	Studie SPU
Změna teploty	Zvýšení krátkodobých extrémů	Povodně Vodní eroze	Změny: Srážek Teploty Pot. evapotranspirace Odtoku R-faktor Zabezpečení MVN Závlahová potřeba
Změny atmosférické cirkulace	Změny průměrných srážek Změny v dynamice suchých a vlhkých období	Regionální povodně Sucho Dostupnost a potřeba vodních zdrojů	
Změna teploty	Změna dynamiky sněhové pokrývky	Změna rozložení odtoku v čase Snížena možnost doplňování zásoby vody v půdě a podzemní vody	
Změna teploty	Změny územního výparu	Sucho Pokles zásob vody v povodí	

Hanel M, Vizina A, Trnka M, Šindlar M et al. (2021) Studie klimatických charakteristik pro účely dimenzování prvků PSZ a posouzení projektových dokumentací pro realizaci vodohospodářských staveb. SPÚ Praha.

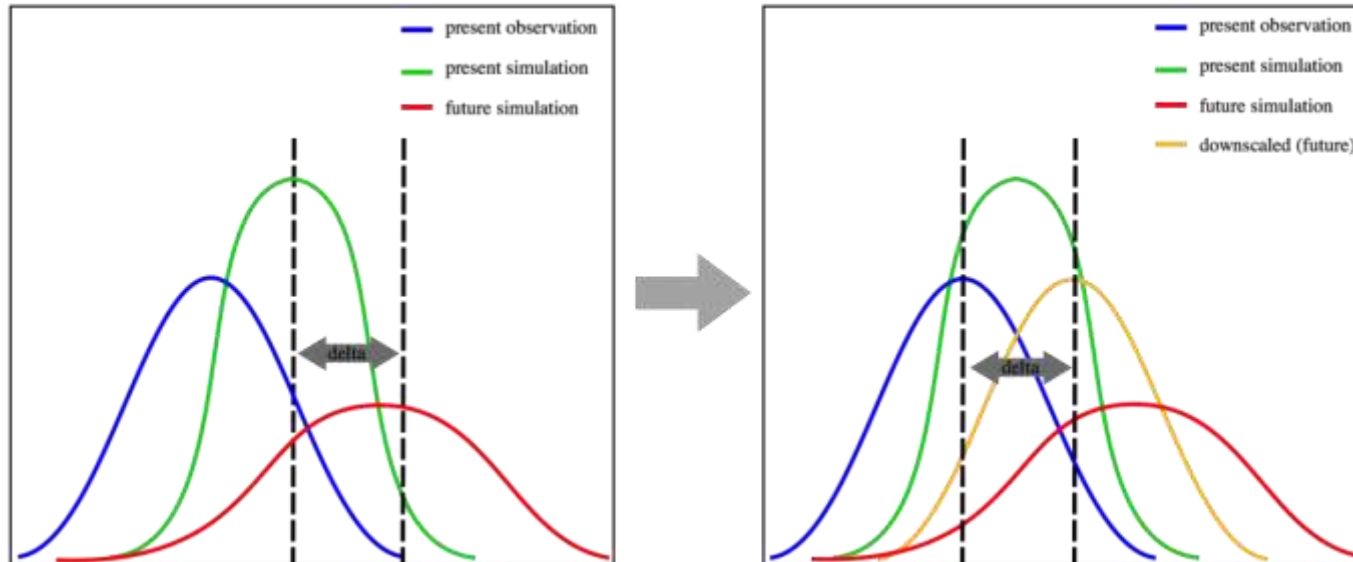
1. Data a metodický přístup
2. Základní klimatické veličiny (srážky, teplota, výpar)
3. Srážkové extrémy (N-leté srážky a Rfaktor)
4. Hydrologické veličiny (odtok, m-denní vody, zabezpečení zásobní funkce, nedostatkové objemy)
5. Závlahová potřeba

DATA A METODICKÝ POSTUP

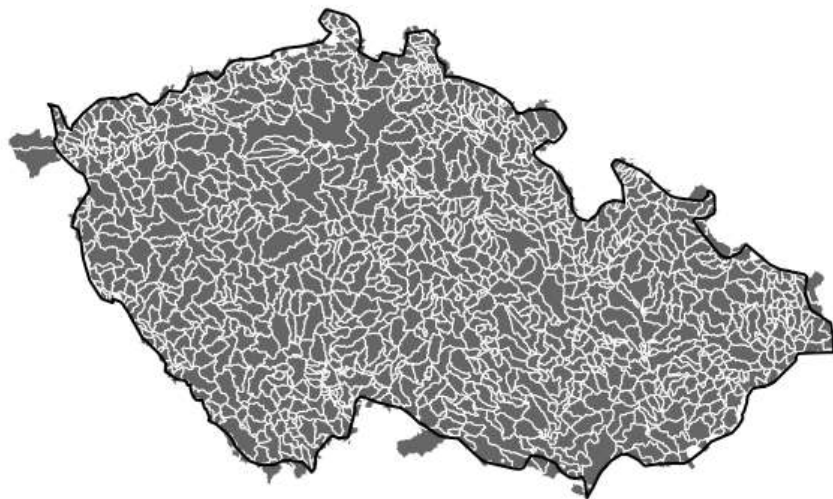


- pro základní klimatické veličiny, hydrologické veličiny a závlahovou potřebu soubor globálních klimatických modelů (UVGZ AV ČR)
- pro srážkové extrémy a Rfaktor soubor regionálních klimatických modelů
- simulace řízené různými scénáři koncentrací

- Založena na přírůstkové metodě, tj. studie neudává hodnoty návrhových parametrů, ale jejich změny
- Zpracováno pro změny mezi 1990-2020 a 2035-2065/2070-2099
- Varianty zredukovány na jednu základní + meze nejistot



- Studie udává změny vybraných veličin a odhad jejich nejistot
- Měřítko útvarů povrchových vod
- Hydrologické veličiny dostupné jak pro jednotlivá povodí, tak pro jejich soustavy

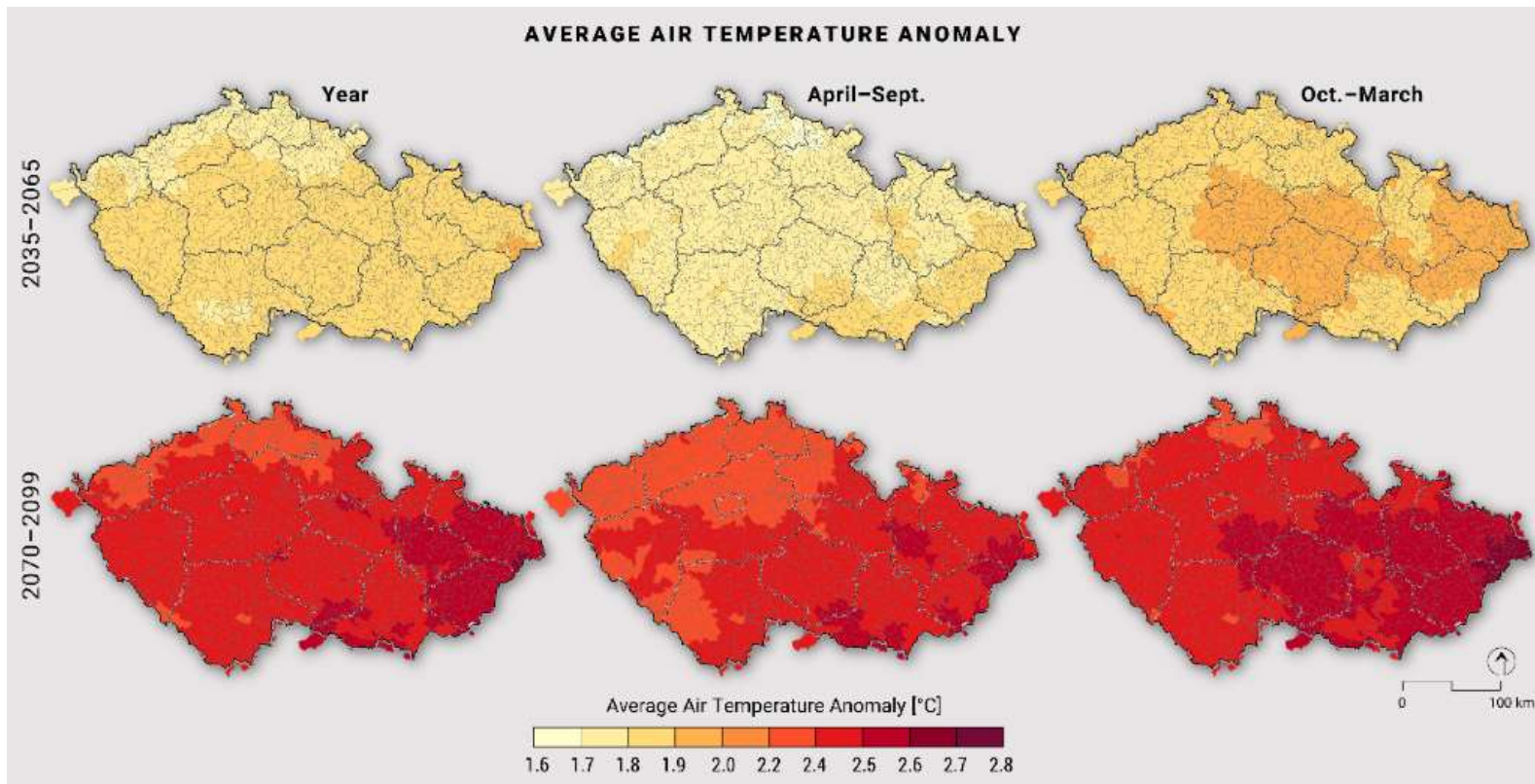


ZÁKLADNÍ KLIMATICKÉ VELIČINY

Změny srážek, teploty a výparu

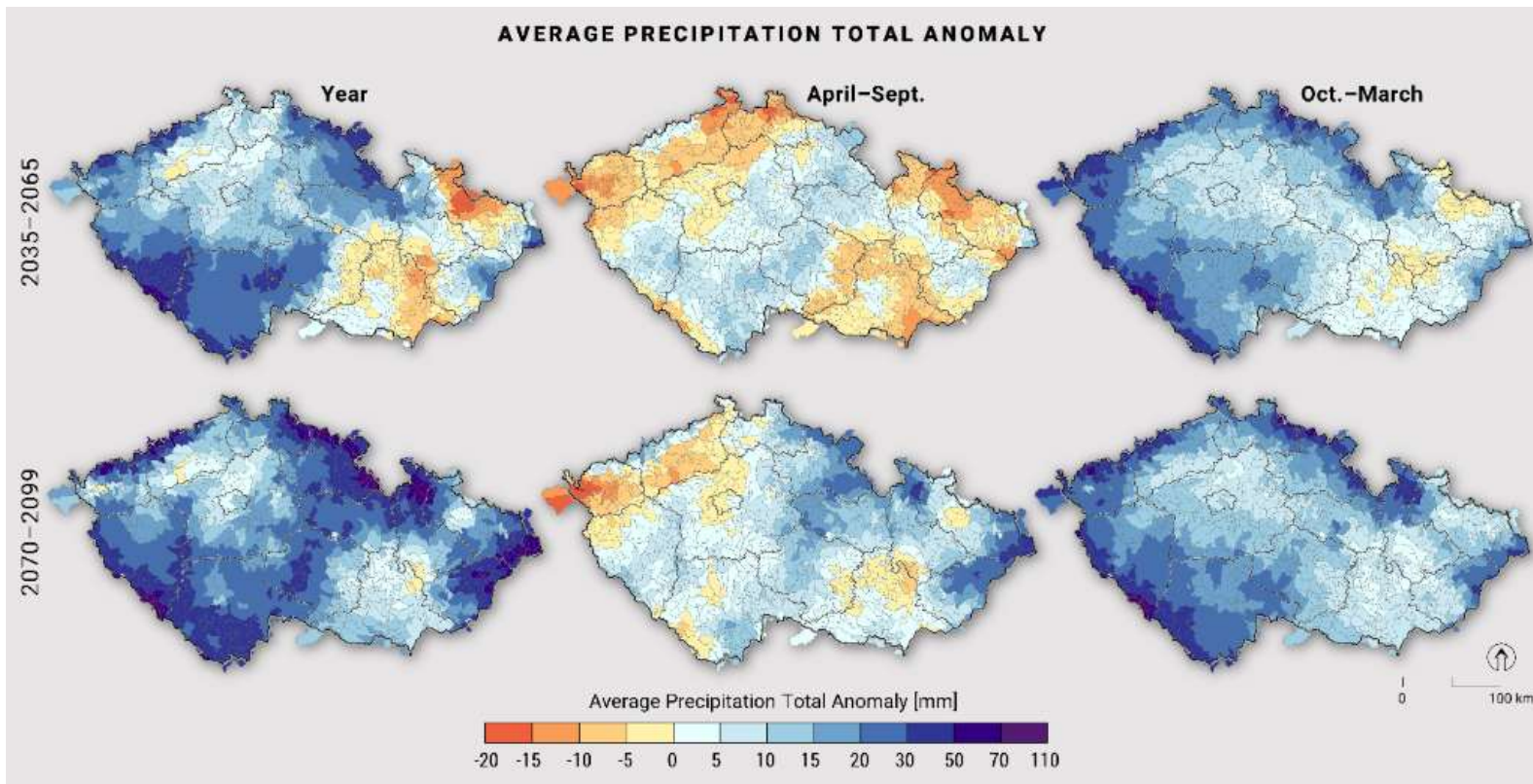


Změna teploty



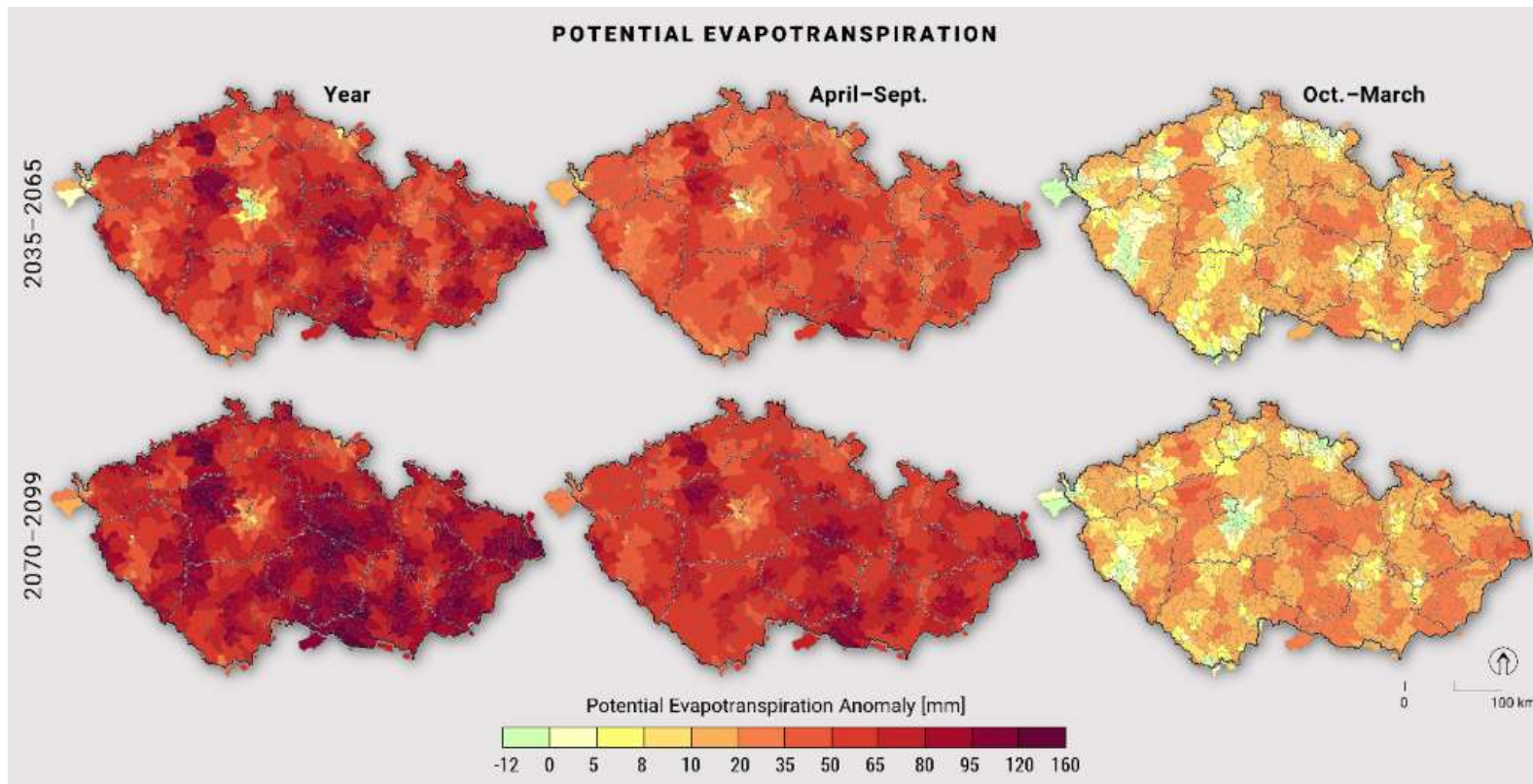
Změny srážek, teploty a výparu

Změna srážek



Změny srážek, teploty a výparu

Změna potenciální evapotranspirace



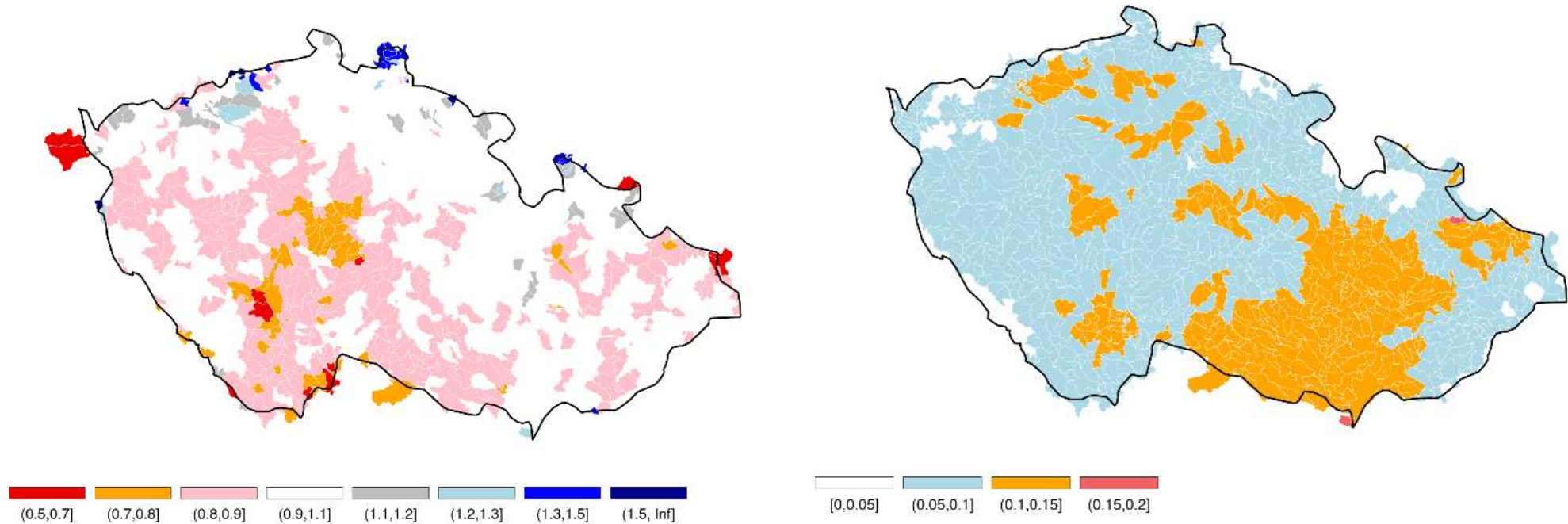
HYDROLOGICKÉ VELIČINY

- simulace modelu GR4J pro jednotlivé útvary povrchových vod
- zapojení do soustavy pomocí modelu Wateres

Odhadnuty změny:

- průměrných měsíčních a sezónních odtoků
- M-denních vod
- Zabezpečení objemu fiktivních MVN v jednotlivých útvarech

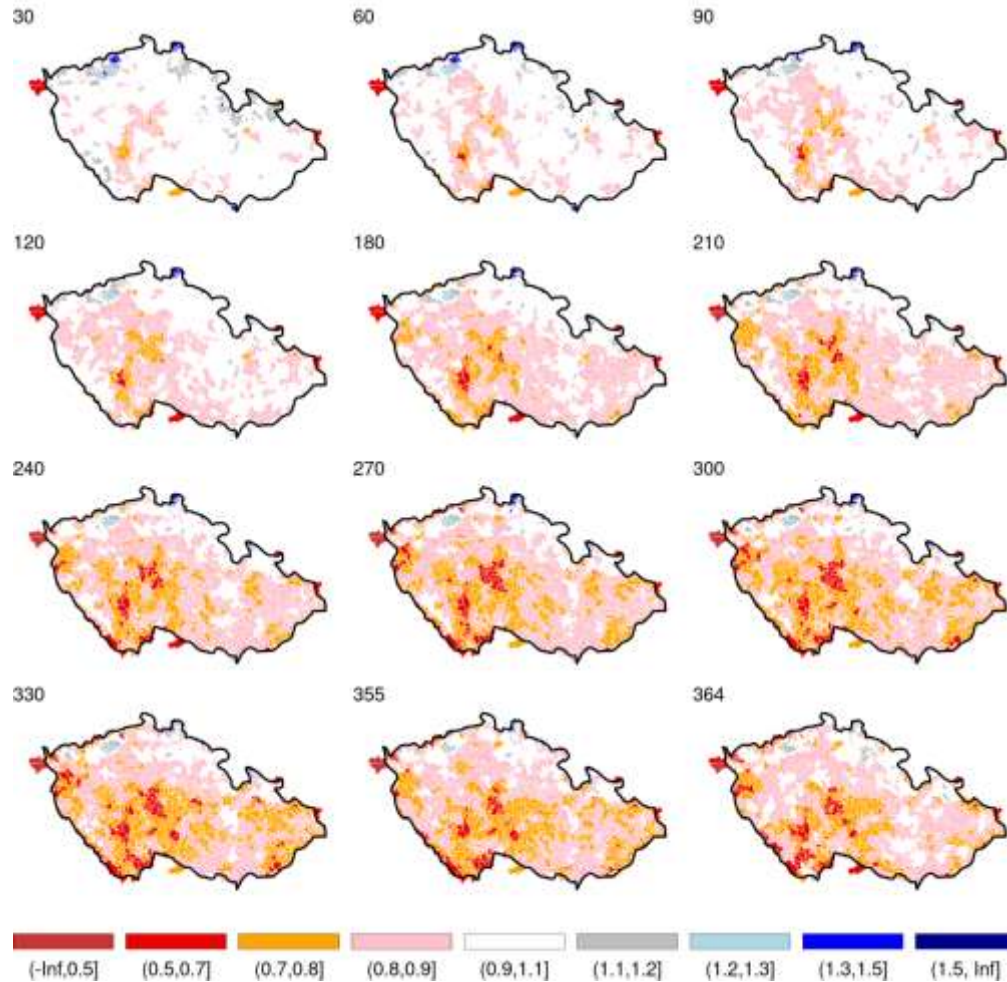
Změna Q_a z útvarů a její nejistota



Změny hydrologických veličin



Změna m-denních vod pro útvary



Změna nedostatkových objemů

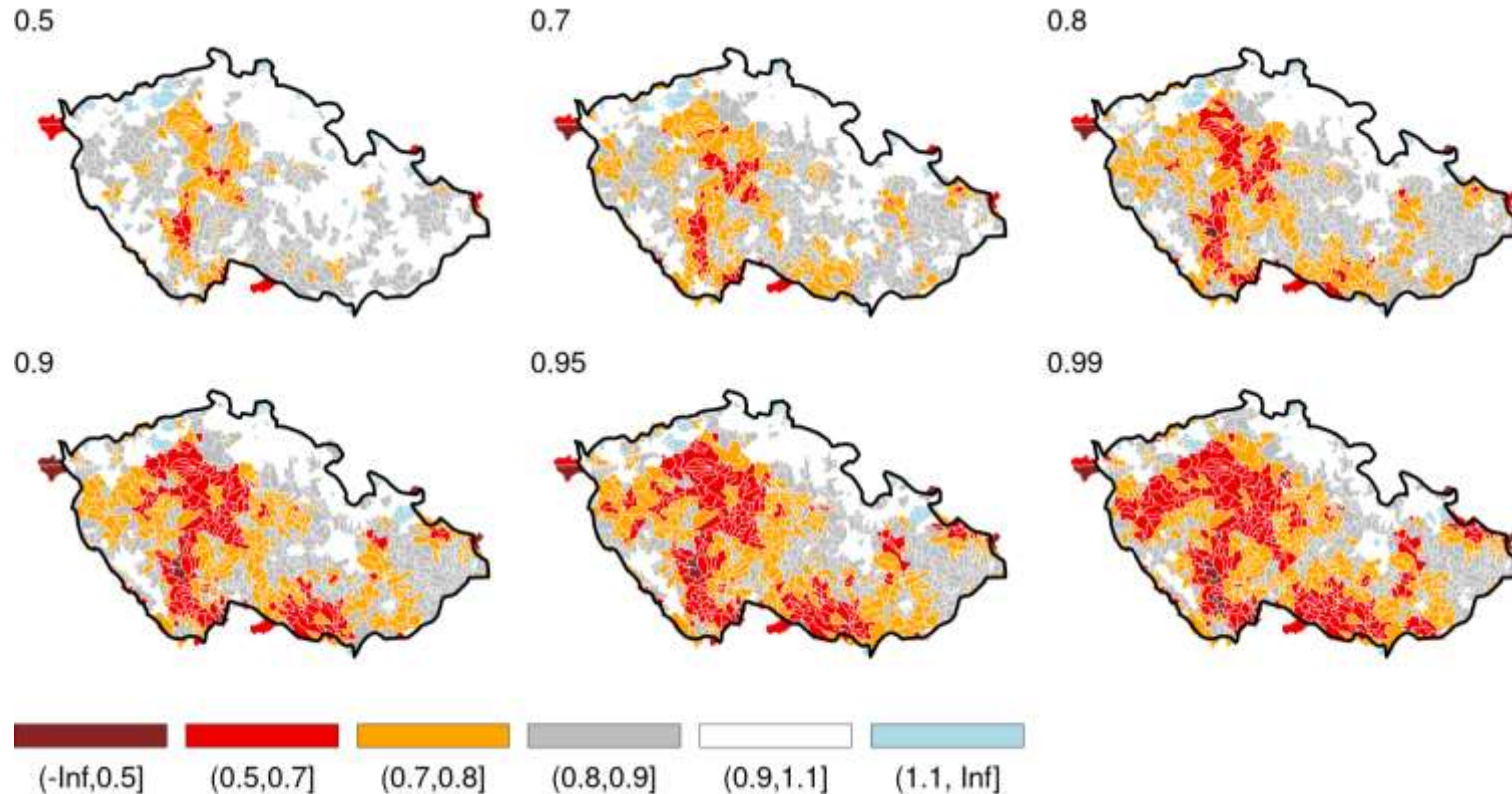
Jednotlivá povodí



Celá povodí



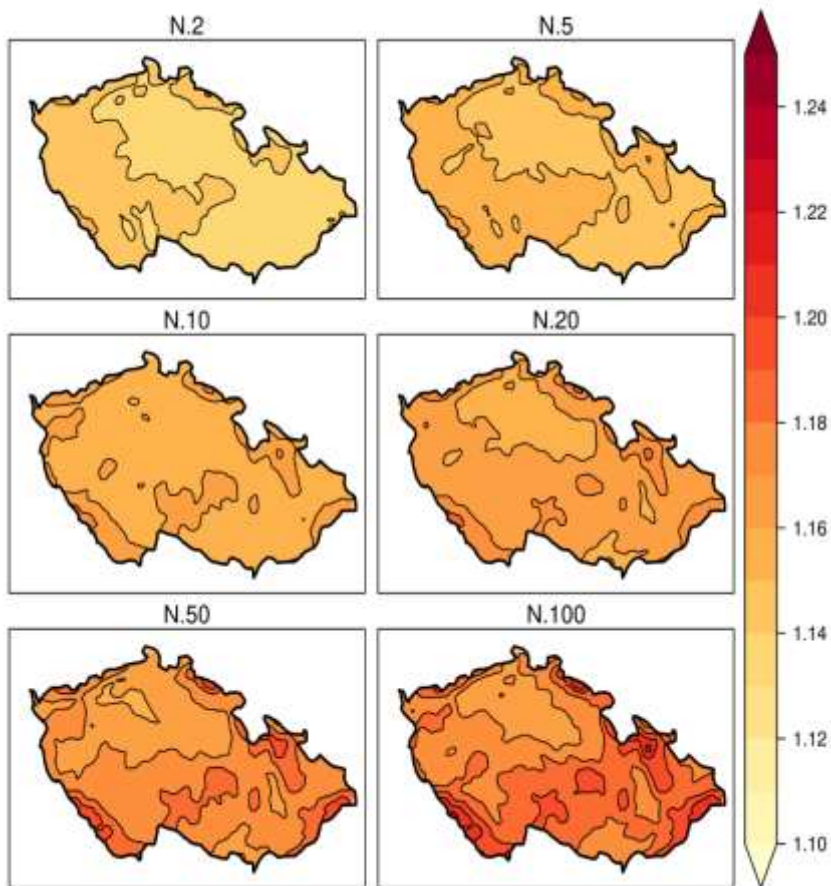
Změna zabezpečení objemu MVN



SRÁŽKOVÉ EXTRÉMY

- Na základě simulací regionálních klimatických modelů v hodinovém kroku
- Regionální GEV model kombinující data ze sousedních výpočetních bodů klimatického modelu
- Pro jednotlivé výpočetní body a simulace klimatických modelů spočteny změny N-letých srážek pro trvání 1-24hod
- Tyto změny dále interpolovány na 1km raster pomocí lineárního mixed-effects modelu

Srážkové extrémy



Změna hodinových srážkových extrémů

Doba opakování	2	5	10	20	50	100
Střední odhad změny [%]	13	14	14	15	15	16
Interval odpovídající mezikvartilovému rozpětí [%]	6 – 20	6 – 22	5 – 23	5 – 25	2 – 28	0 – 31

Výpočet Rfaktoru spočívá v

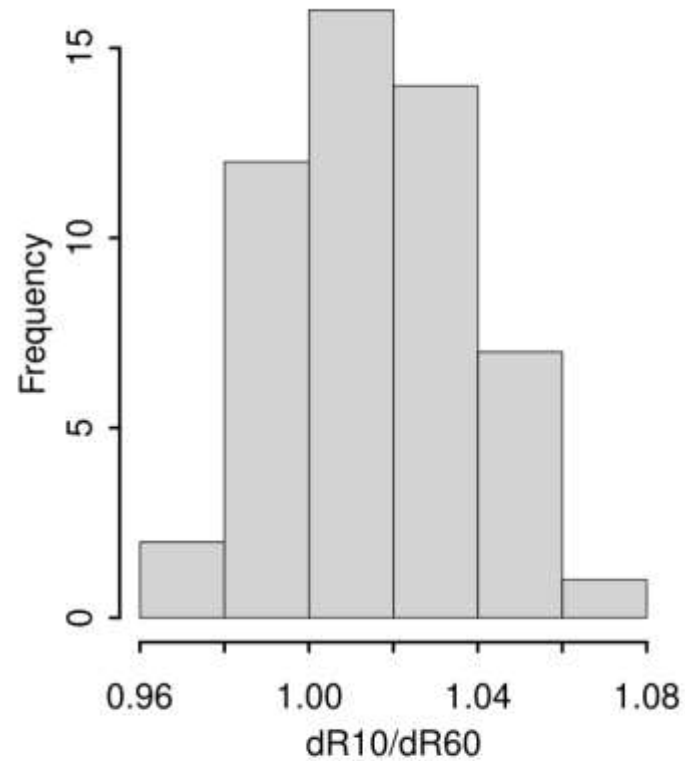
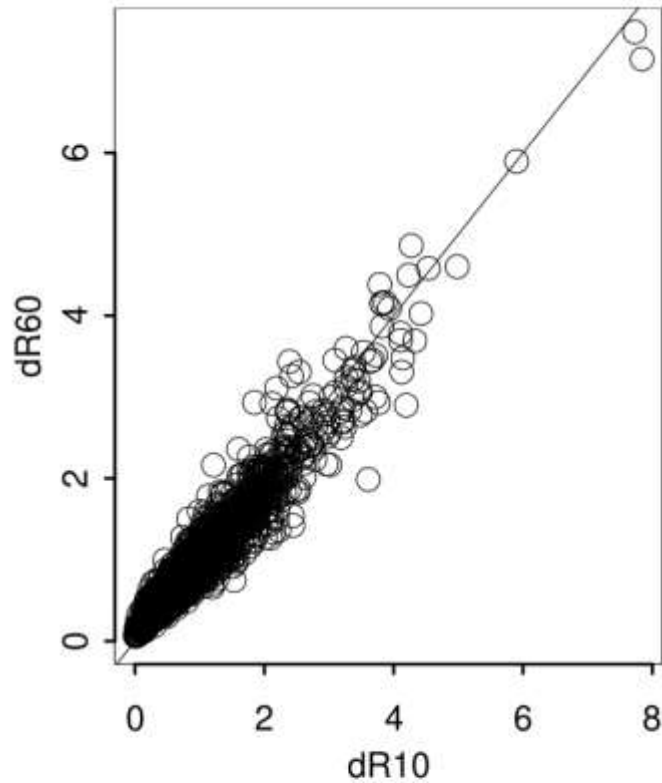
- ▶ identifikaci erozivních událostí
- ▶ výpočtu erozivního indexu (EI30) pro jednotlivé události

$$EI30 = I_{30} \sum_i e_i v_i$$

$$e_i = 28.3[1 - 0.52 \exp(-0.042r_i)]$$

- ▶ výpočet průměrné dlouhodobé roční sumy indexu erozivity (= Rfaktor)
- ▶ pozorovaná data v 10-20 min kroku - RCM hodinový

- ▶ pro ověření vhodnosti odhadu změn Rfaktoru na základě hodinových dat byla provedena analýza pozorovaných dat pro 182 stanic
- ▶ délka řad 10-80 let, 10-min rozlišení
- ▶ Rfaktor spočten pro 10 min (R10) i pro data agregovaná do hodinového rozlišení (R60)
- ▶ byl spočten průměr pro příslušnou agregaci a následně relativní odchylky od tohoto průměru (dR10, dR60)



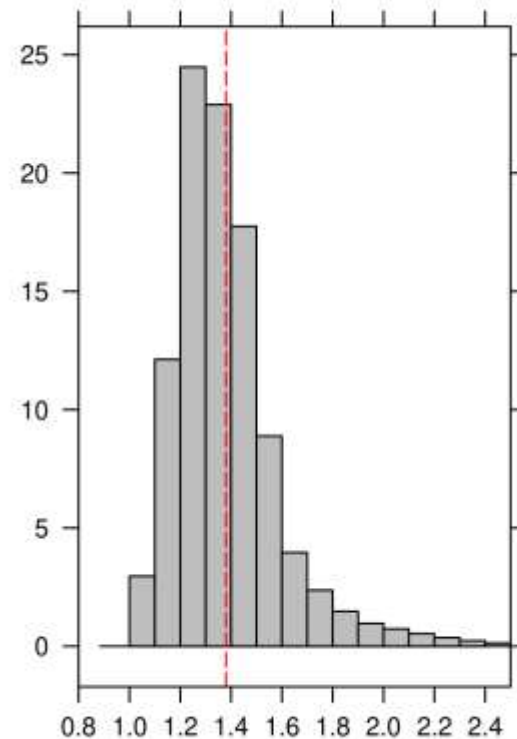
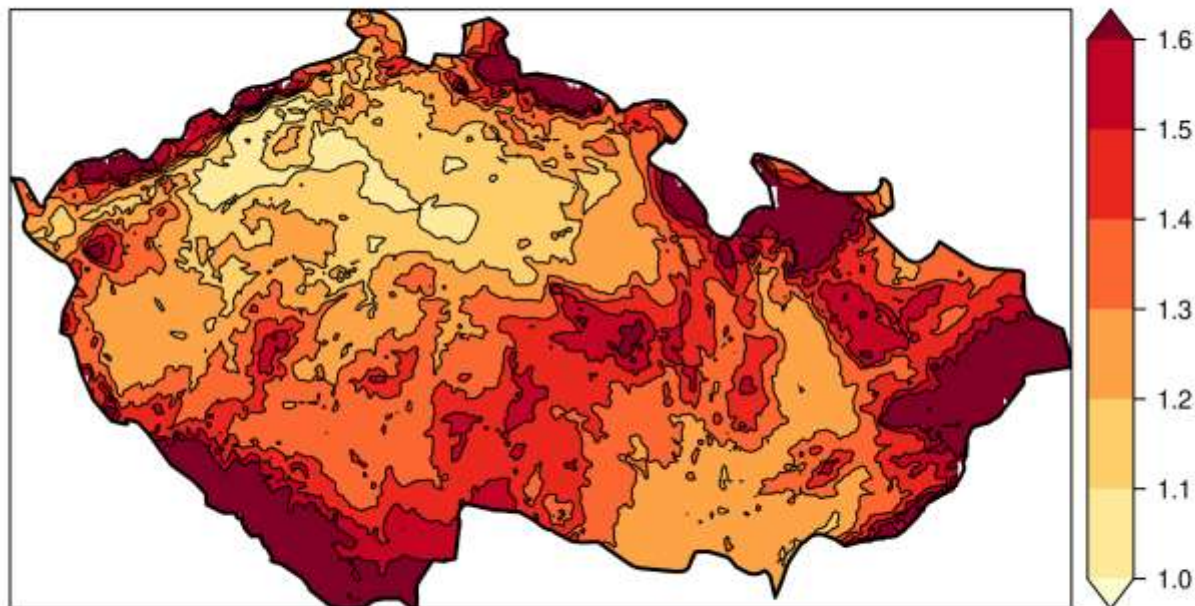
- rozdíl většinou jednotky procent - v průměru 1.5 % - lze zanedbat

Rfaktor

Změna erozivnosti deště

- interpolováno pomocí lineárního mixed-effects modelu do 1 km rasteru

Změny Rfaktoru (2050 | RCP 8.5 = 2100 | RCP 4.5)



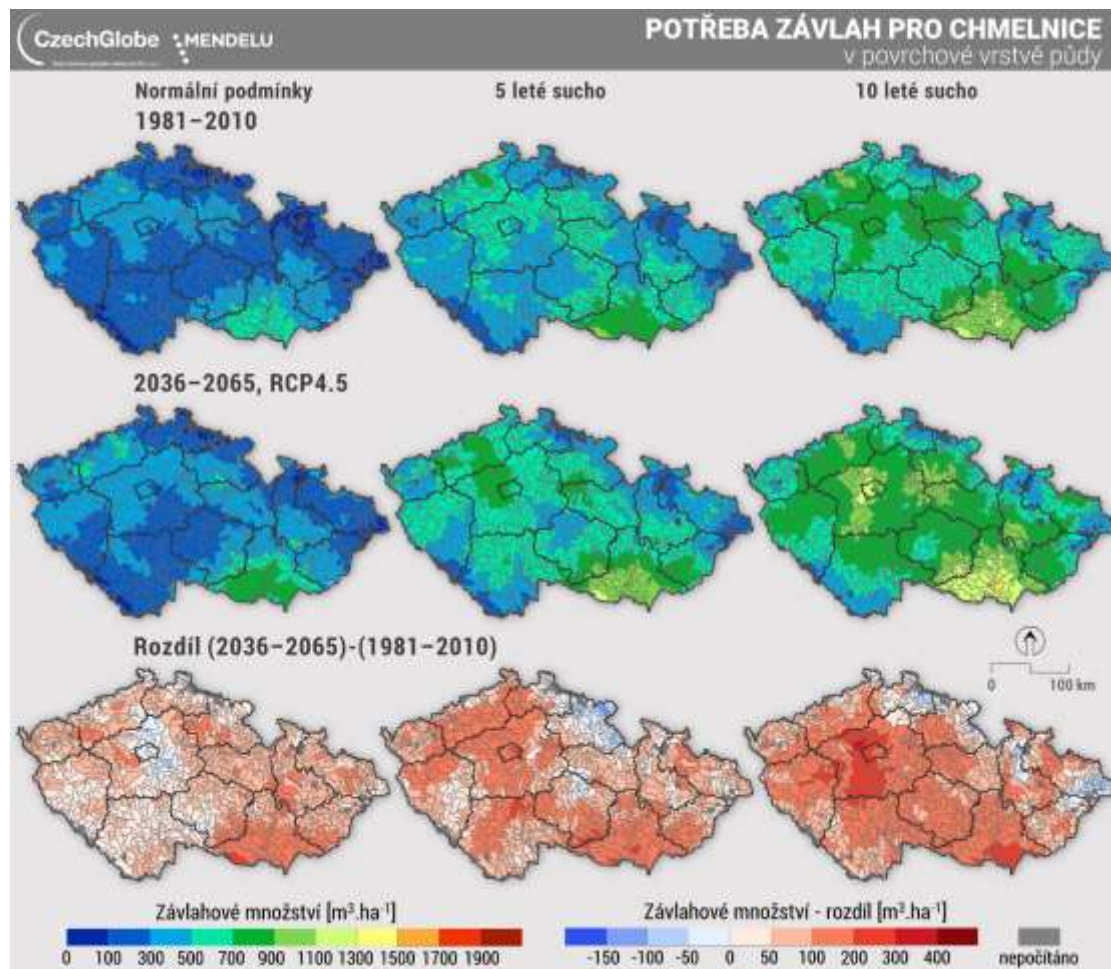
ZÁVLAHOVÁ POTŘEBA

Závlahová potřeba

Výpočty byly provedeny

tyto plodiny:

ječmen jarní,
pšenice ozimá,
kukuřice,
česnek,
jabloně,
třešně,
meruňky,
broskve,
řepka ozimá,
vojtěška,
brambory ranné,
vinice,
cibule,
chmelnice,
mrkve,
papriky,
okurky,
jahody,
květák,
zelí.

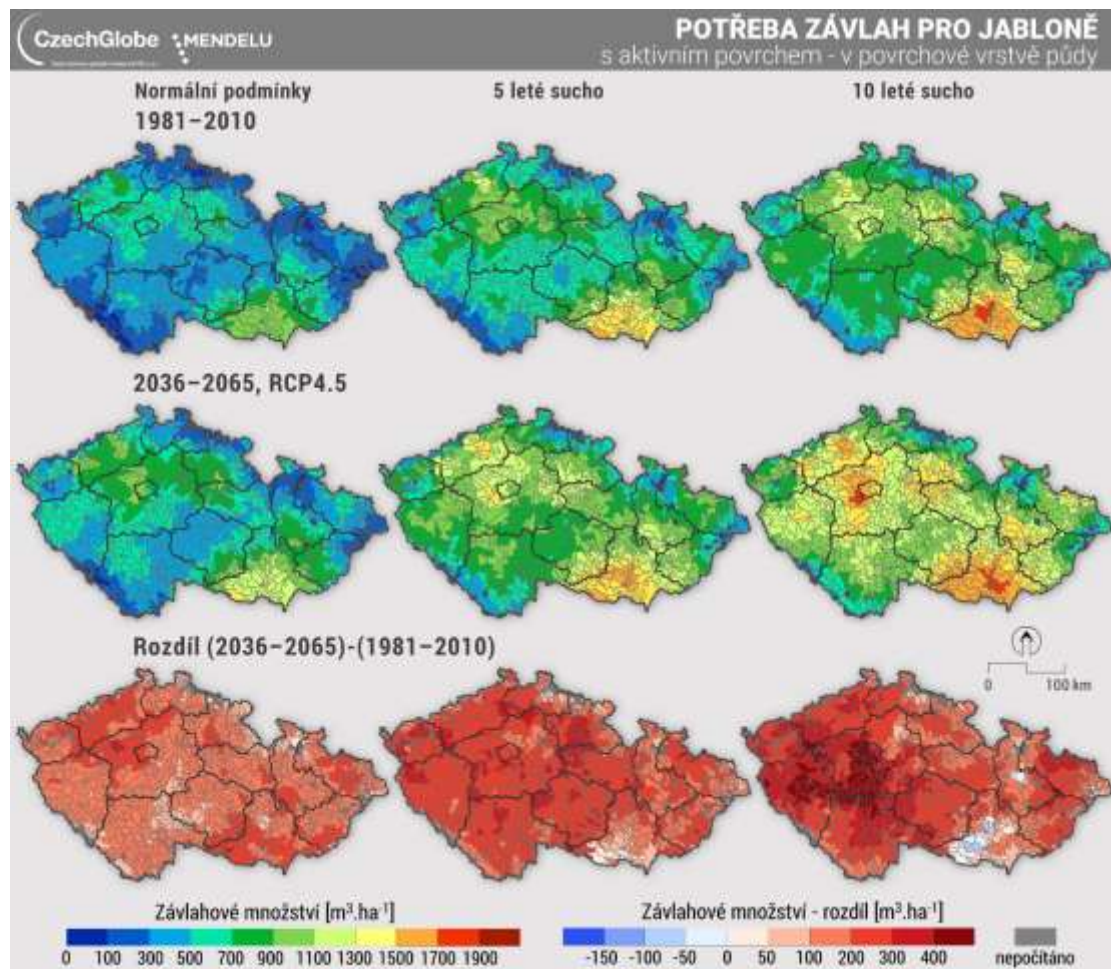


Závlahová potřeba

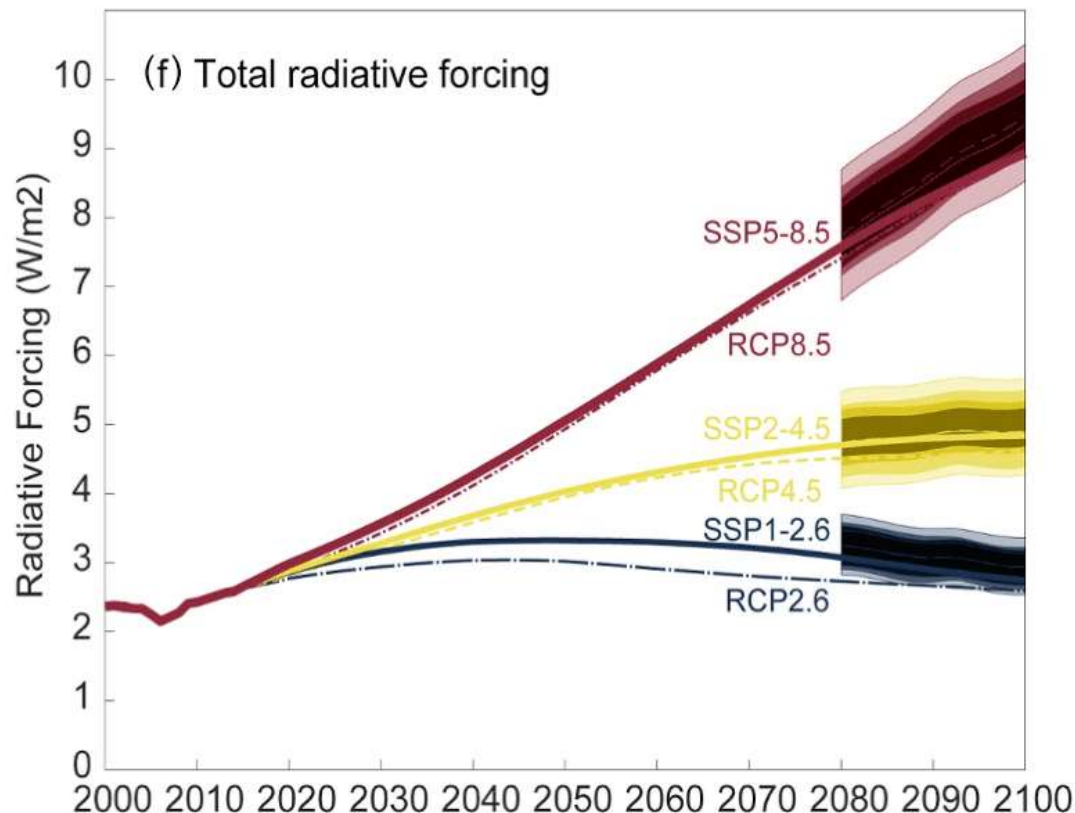
Výpočty byly provedeny

tyto plodiny:

ječmen jarní,
pšenice ozimá,
kukuřice,
česnek,
jabloně,
třešně,
meruňky,
broskve,
řepka ozimá,
vojtěška,
brambory ranné,
vinice,
cibule,
chmelnice,
mrkve,
papriky,
okurky,
jahody,
květák,
zelí.



ZÁVĚR



- KZ má negativní dopady v řadě oblastí, zejména v souvislosti s extrémy
- Modelování dopadů KZ zatíženo řadou nejistot x požadavek praxe na jednoznačné řešení
- Nutno bilancovat náklady x míra ochrany
- Nutná pravidelná revize odhadů



Děkuji za pozornost

**Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta životního prostředí**

hanel@fzp.czu.cz