



Vliv klimatické změny na charakter srážek

Martin Hanel, Fakulta životního prostředí, ČZU

hanel@fzp.czu.cz

2023-11 | ČZU

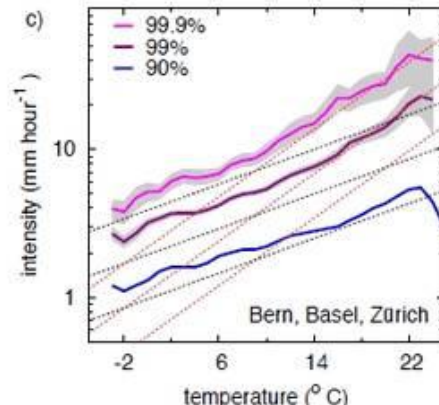
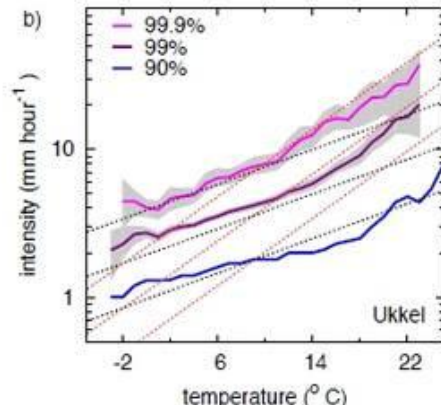
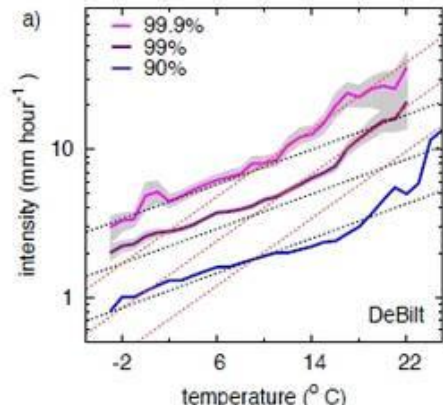
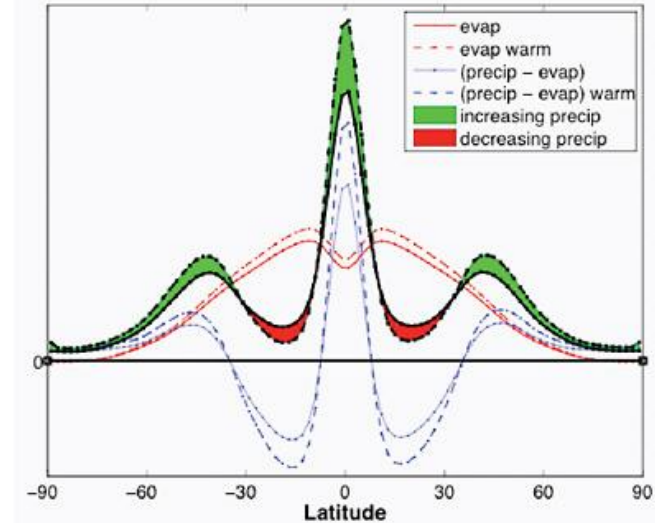


- Odhady dopadů klimatické změny
- Srážkové události a jejich změny
- Změny erozivity deště
- Změny návrhových srážek

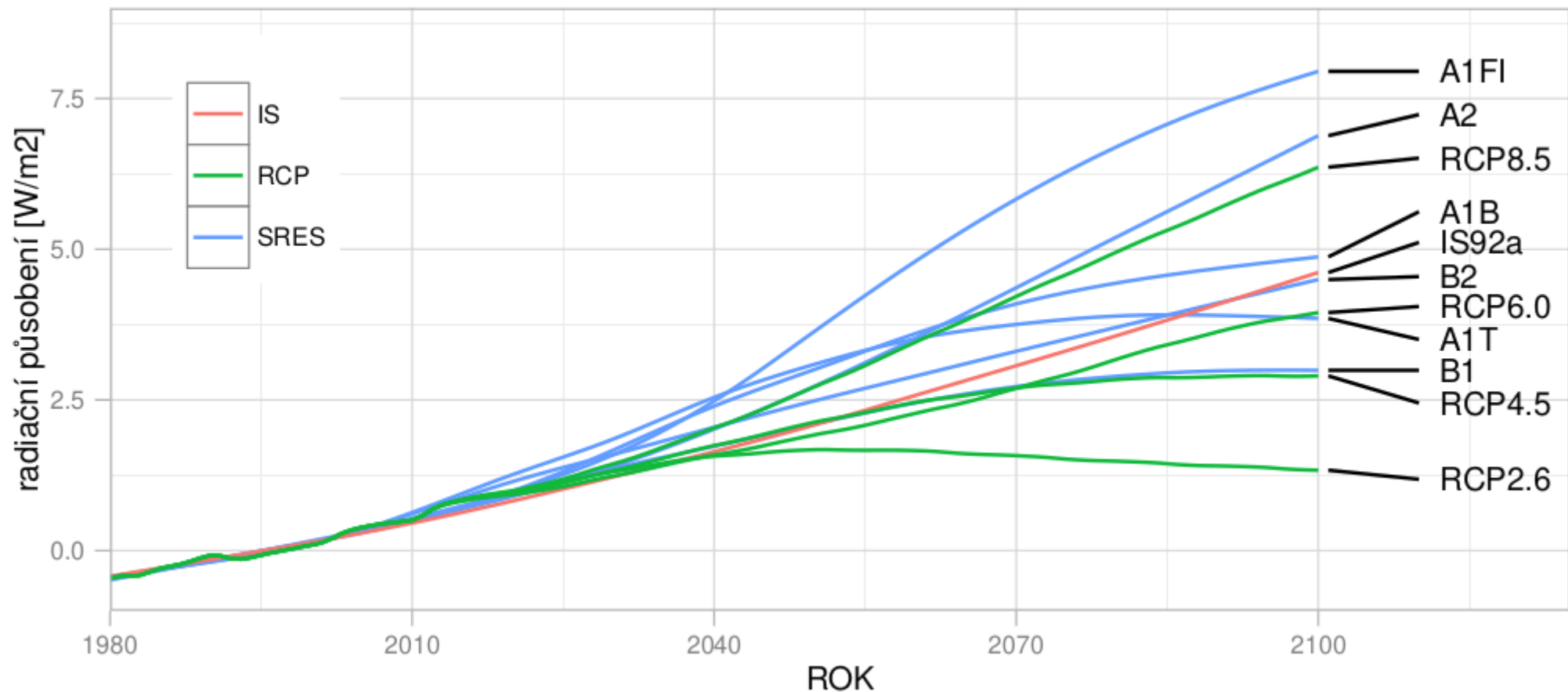
ODHADY DOPADŮ KLIMATICKÉ ZMĚNY

Změny srážek

- změny atmosferické cirkulace
- změny vlastností atmosféry



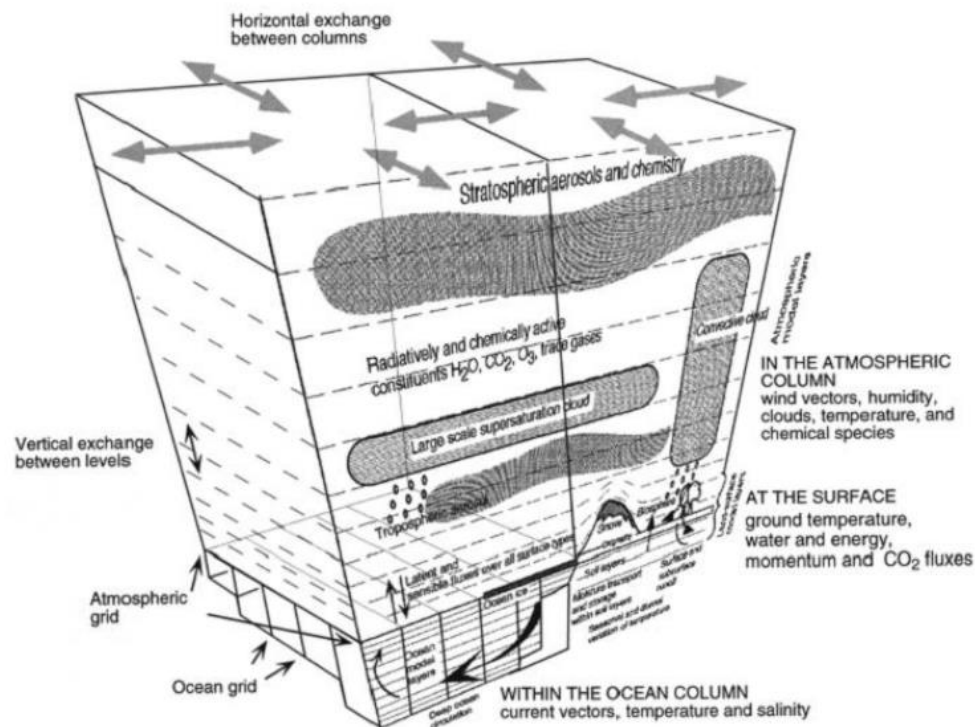
Scénáře emisí/koncentrací



Klimatické modely

- ▶ matematický model klimatického systému založený na fyzikálních zákonech
- ▶ globální (GCM) x regionální (RCM)

Dvě možné strategie pro tvorbu scénářů:
 a) analýza korigovaných simulací
 b) odvození změn ze simulací

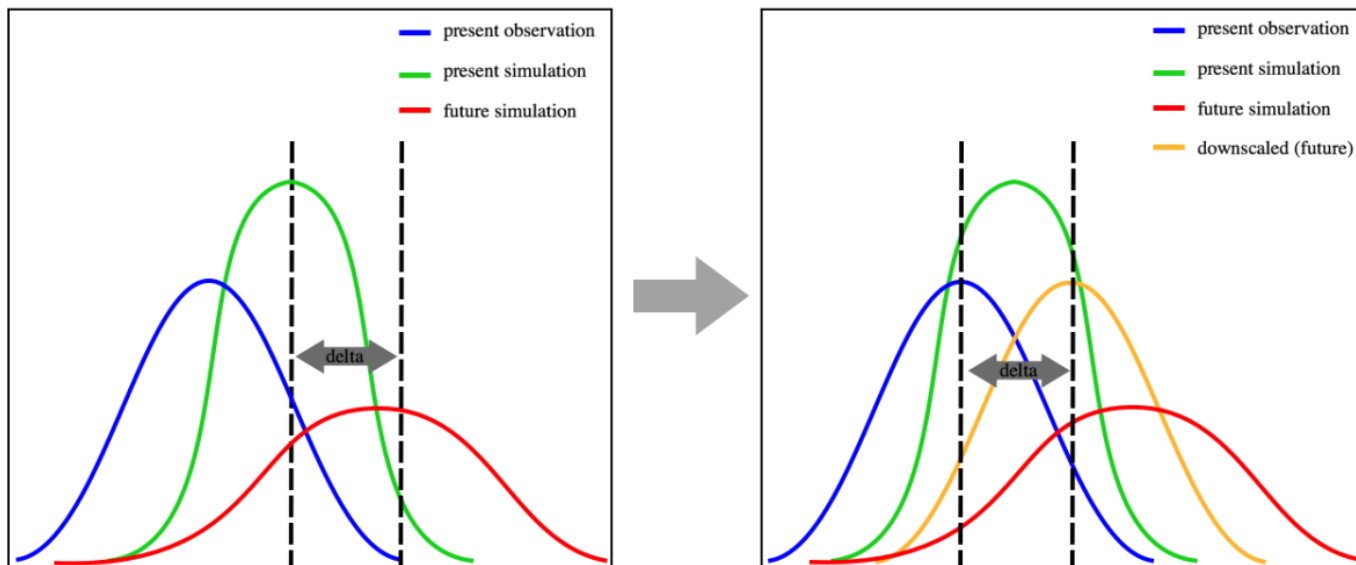


zdroj: McGuffie, K.,

Odhady dopadů KZ



- Zde založeny na přírůstkové metodě, tj. neudáváme hodnoty návrhových parametrů, ale jejich změny



Data

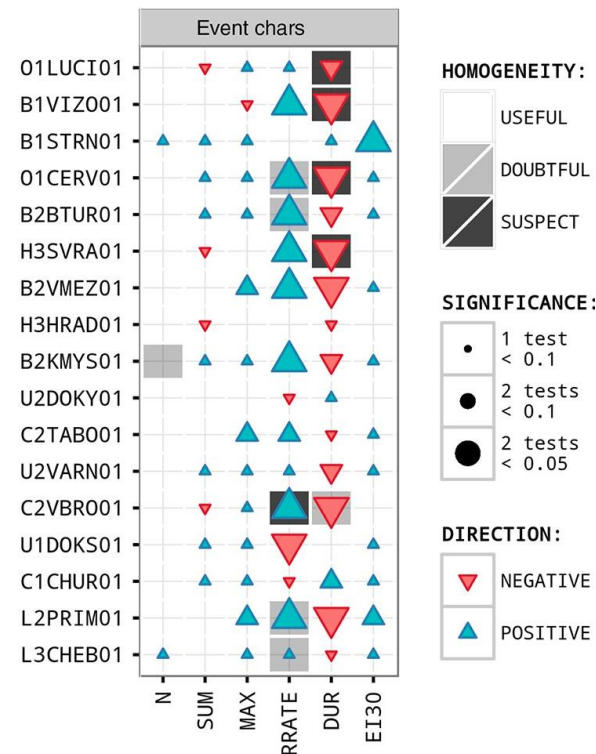
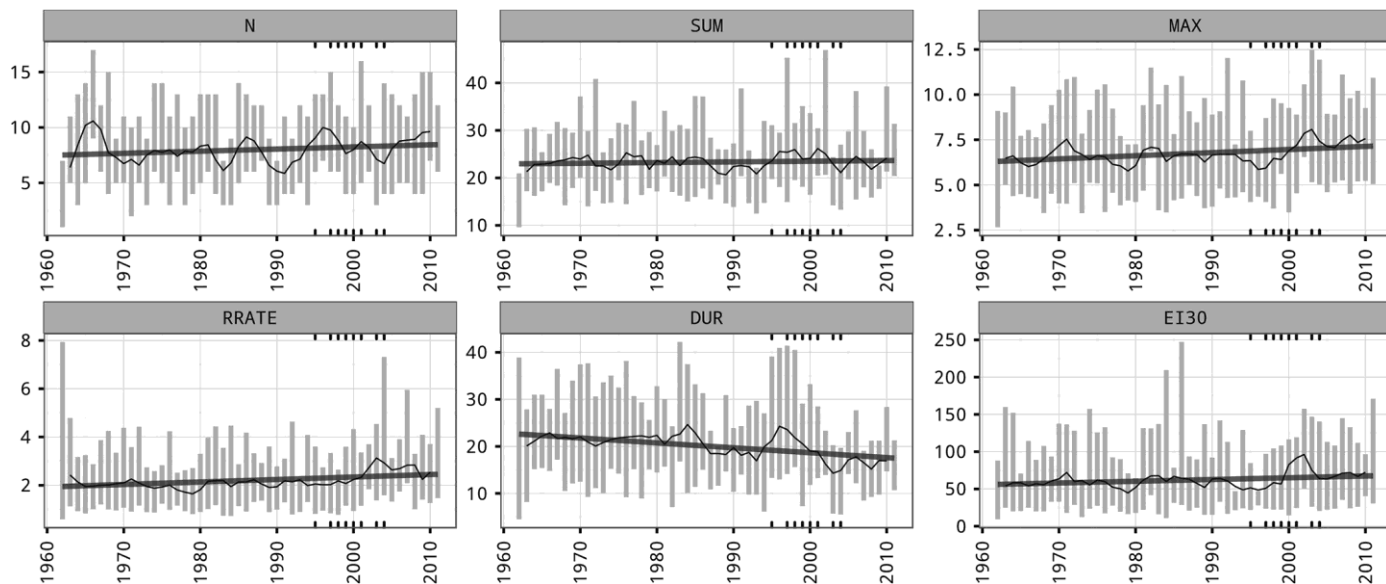


GCM	RCM	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	SRES A1B
CNRM-CERFACS-CNRM-CM5	CNRM-ALADIN63	1	1	1	
	SMHI-RCA4		2	2	
ECHAM5	RACMO				1
ICHEC-EC-EARTH	MOHC-HadREM3-GA7-05			1	
	SMHI-RCA4	2	2	4	
IPSL-IPSL-CM5A-MR	SMHI-RCA4		2	2	
MIROC	RACMO				1
MOHC-HadGEM2-ES	CNRM-ALADIN63			1	
	MOHC-HadREM3-GA7-05			1	
	SMHI-RCA4	1	2	2	
MPI-M-MPI-ESM-LR	CLMcom-ETH-COSMO-crCLIM-v1-1			2	
	ICTP-RegCM4-6	1		1	
	SMHI-RCA4	1	2	4	
	GERICS-REMO2015	1		2	
NCC-NorESM1-M	CLMcom-ETH-COSMO-crCLIM-v1-1			1	
	SMHI-RCA4	1	1	2	
	GERICS-REMO2015	2		1	
	GERICS-REMO2015	1		1	
HadCM	HadRMQ0				1
	HadRMQ16				1
	HadRMQ3				1
CCCma-CanESM2	SMHI-RCA4		1	1	
MIROC-MIROC5	SMHI-RCA4		1	1	
NOAA-GFDL-GFDL-ESM2M	SMHI-RCA4		1	1	
TOTAL: 12	10	11	15	31	5

SRÁŽKOVÉ UDÁLOSTI

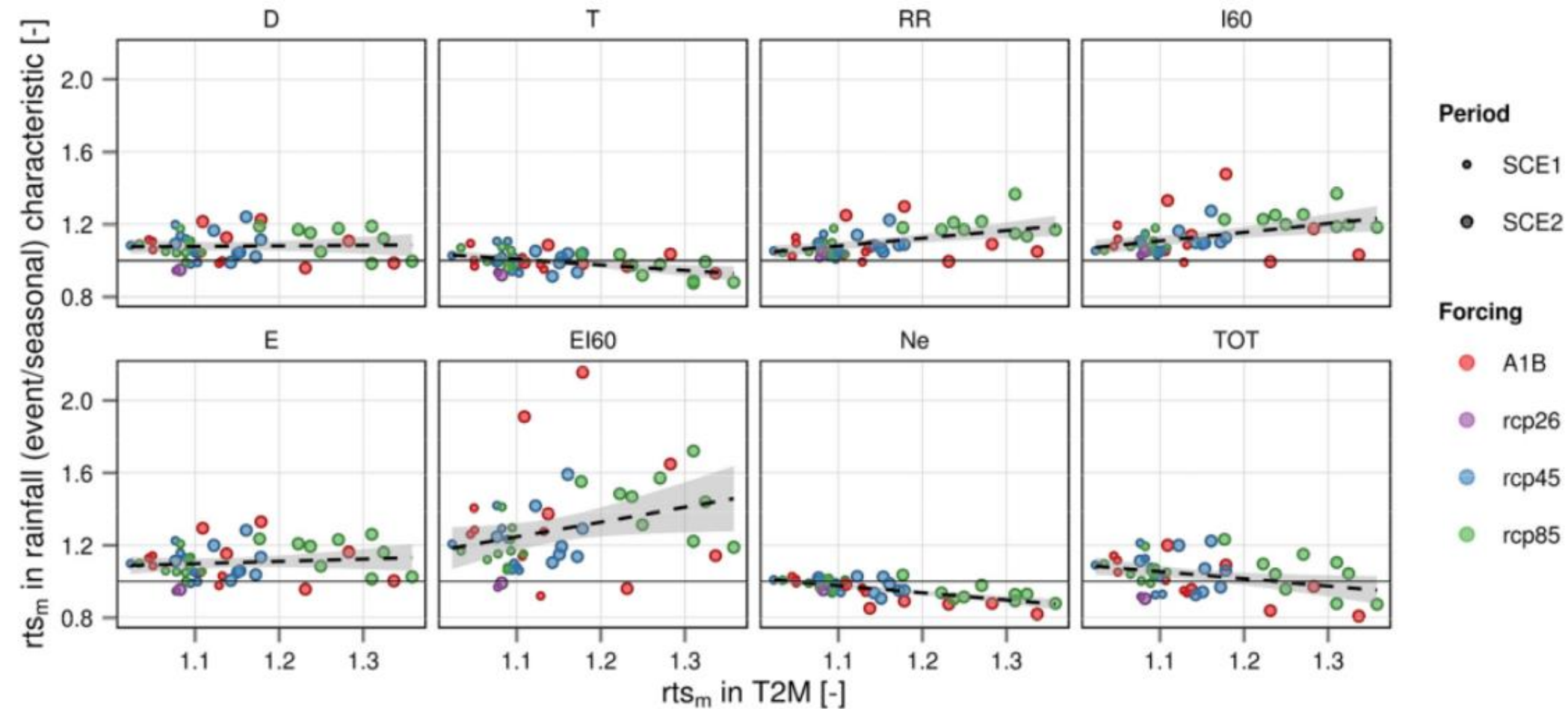
- Řada možných definic
- Zpravidla na základě stanovení minimální doby mezi pozorováními (MIT)
- Někdy v kombinaci s dalšími podmínkami
- Př. erozivní událost dle USLE
 - min. 6 hod interval mezi událostmi
 - celkový úhrn min 12.7 mm nebo
 - max intenzita $> 6.35 \text{ mm} / 15 \text{ min}$

Srážkové události - pozorování



- systematický růst průměrné intenzity událostí
- zejména kvůli zkracování událostí
- částečně i růst maxim a úhrnů událostí

Srážkové události - RCM



ZMĚNY EROZIVITY DEŠTĚ

Výpočet Rfaktoru spočívá v

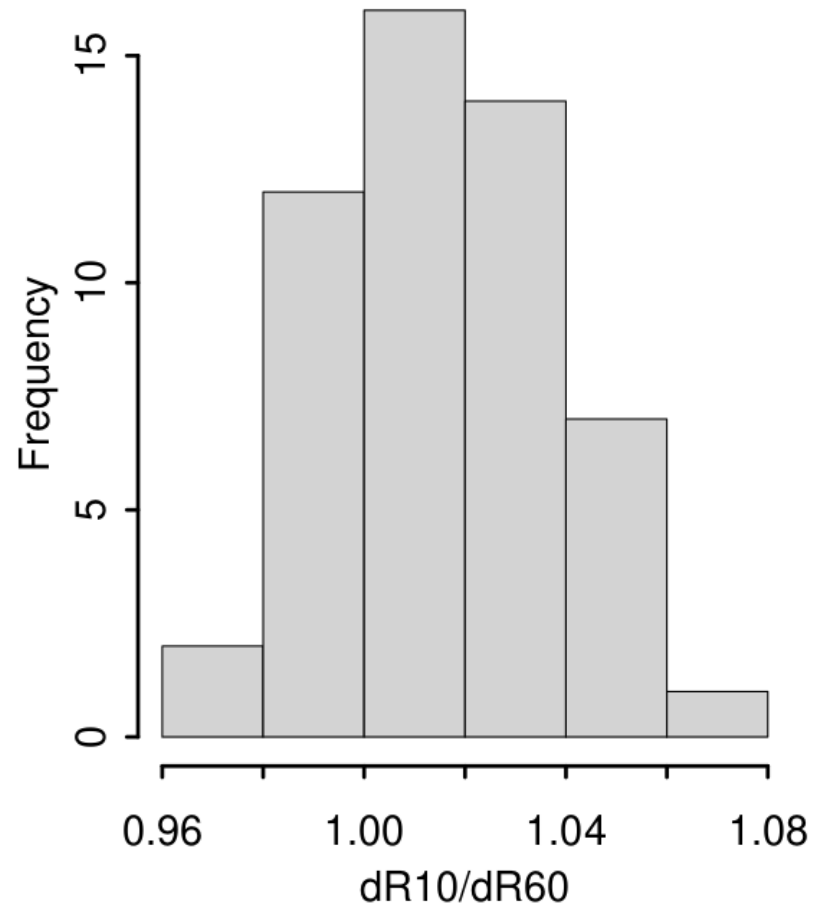
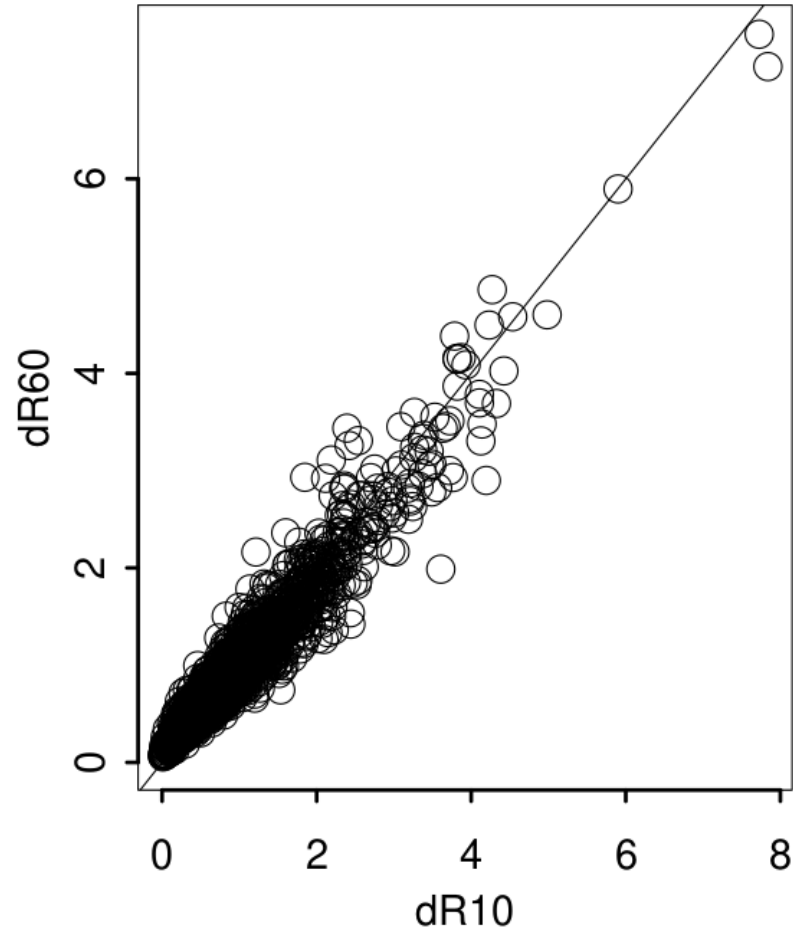
- ▶ identifikaci erozivních událostí
- ▶ výpočtu erozivního indexu (EI30) pro jednotlivé události

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

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

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

Rfaktor



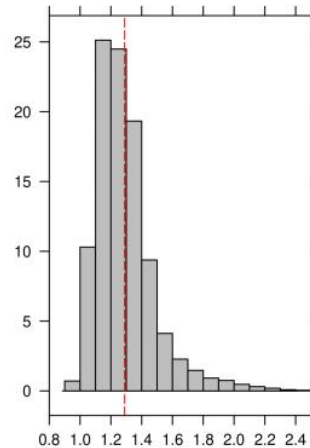
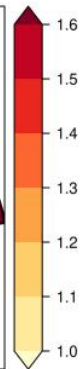
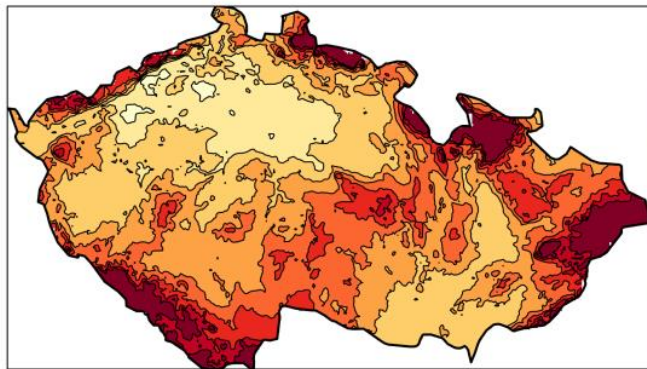
- ▶ změny Rfaktoru spočteny pro všechny RCM simulace, je nutné:
 - ▶ oddělit signál od přirozené variability
 - ▶ interpolovat změny na společný raster
- ▶ použít lineární mixed-effects model - umožňuje
 - ▶ dekompozici nejistot a zároveň interpolaci
 - ▶ kvantifikaci intenzity signálu (signal-to-noise ratio)
- ▶ model se skládá z fixní části

$$\log(dR) \sim \text{Nadm.V} + \text{Lon} + \text{Rfaktor} + \text{FORCING}$$

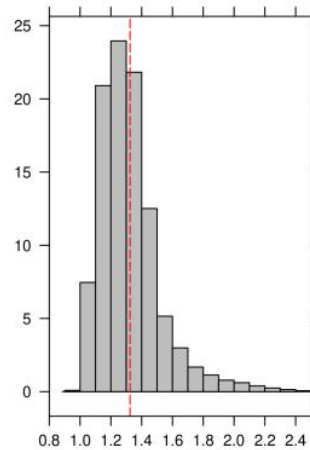
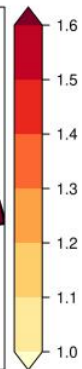
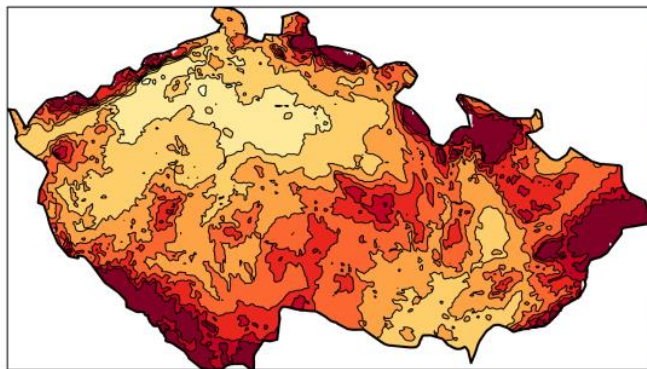
a části popisující variabilitu vysvětlenou GCM/RCM/RCP a náhodnou, prostorově závislou, chybou

Rfaktor

Změny Rfaktoru (2050-2100 | RCP 2.6)

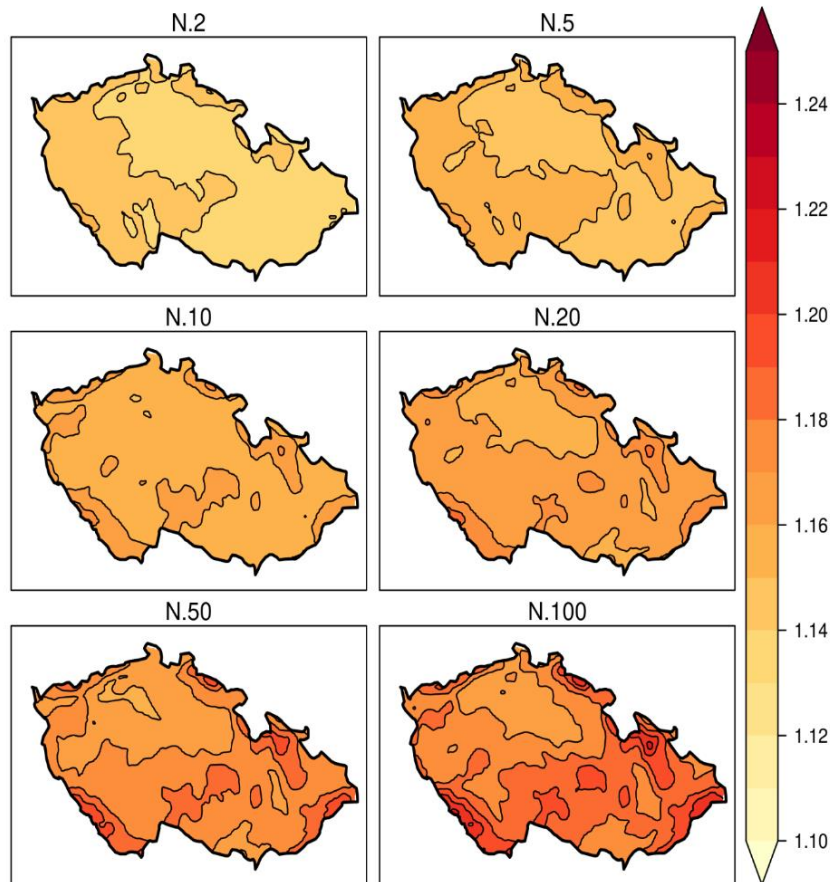


Změny Rfaktoru (2050 | RCP 4.5)



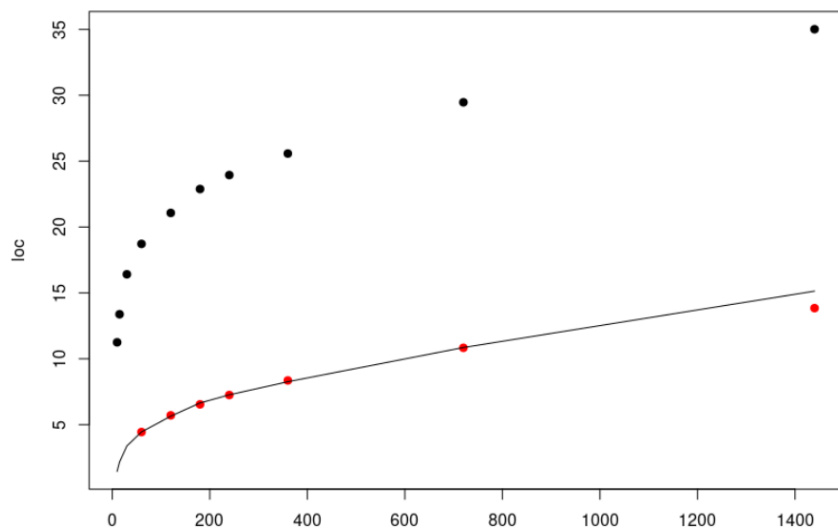
SRÁŽKOVÉ EXTRÉMY

- 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



- 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

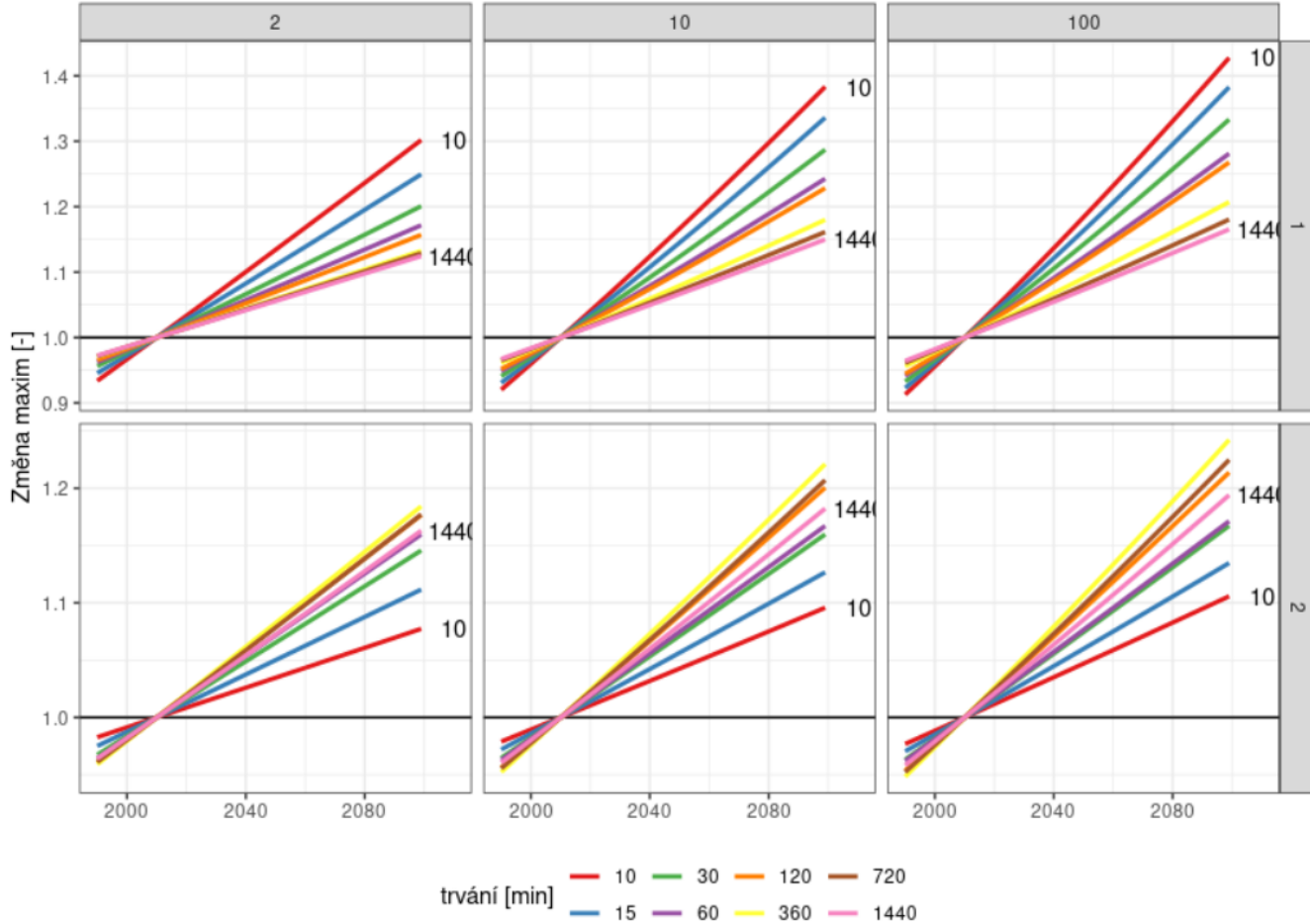


- Pro kratší doby trvání aplikováno pro území Prahy
- Extrapolace GEV modelu na základě pozorovaného vztahu doby trvání a parametrů modelu
- Provedena shluková analýza změn

Srážkové extrémy



Změna extrémů pro doby opakování 2, 10, 100 let pro clustery 1-2



ZÁVĚR

- Projekce ukazují na intenzifikaci srážek v ČR, tj.
 - zvyšování intenzit událostí
 - růst maxim událostí
 - zvyšování erozivity deště
 - snižování počtu událostí
- Odhady stále zatíženy značnou nejistotou spojenou s reprezentací konvektivních srážek v klimatických modelech



Děkuji za pozornost

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

hanel@fzp.czu.cz