

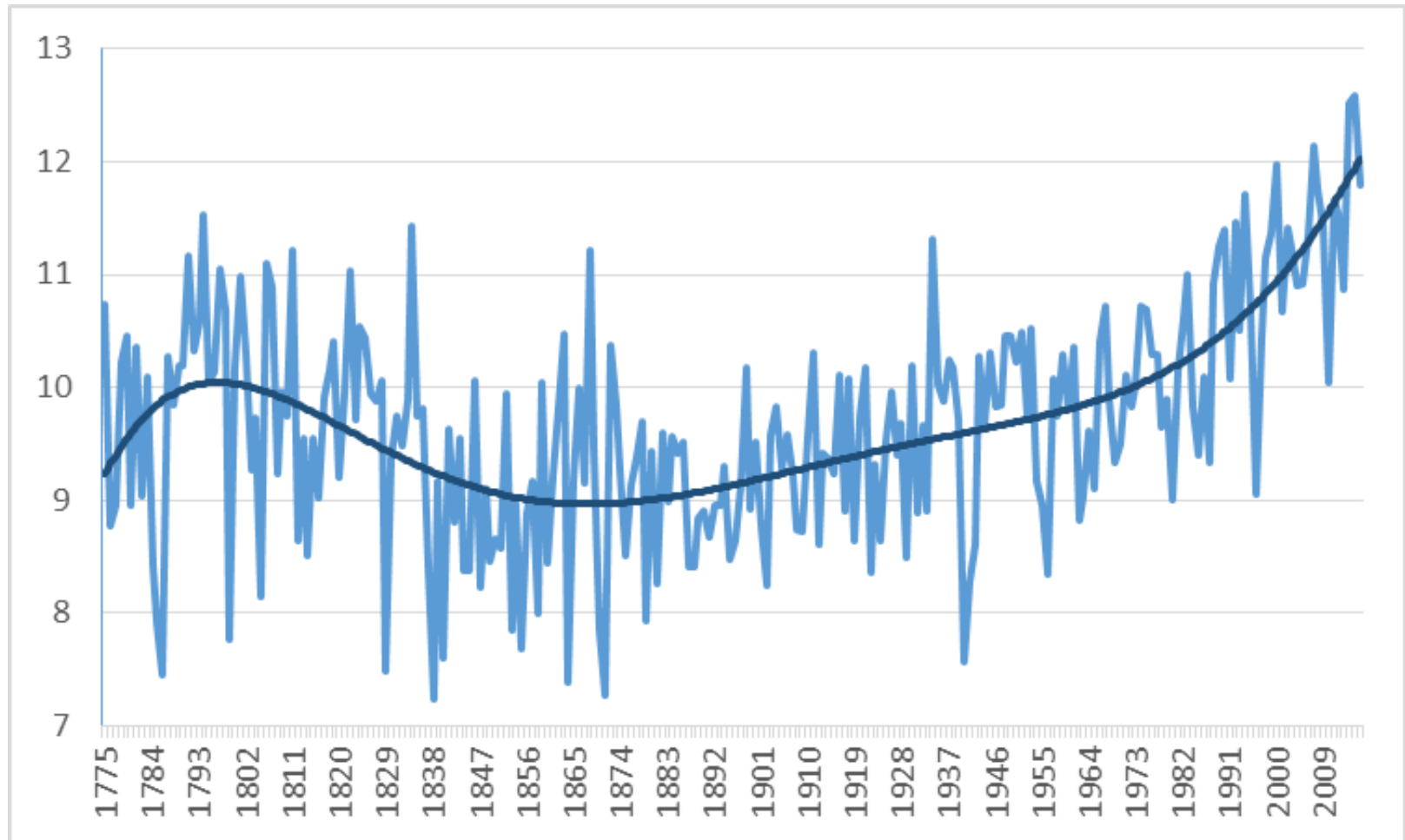
Jak se projevuje změna klimatu v Praze?

Michal Žák (*Pavel Zahradníček*)

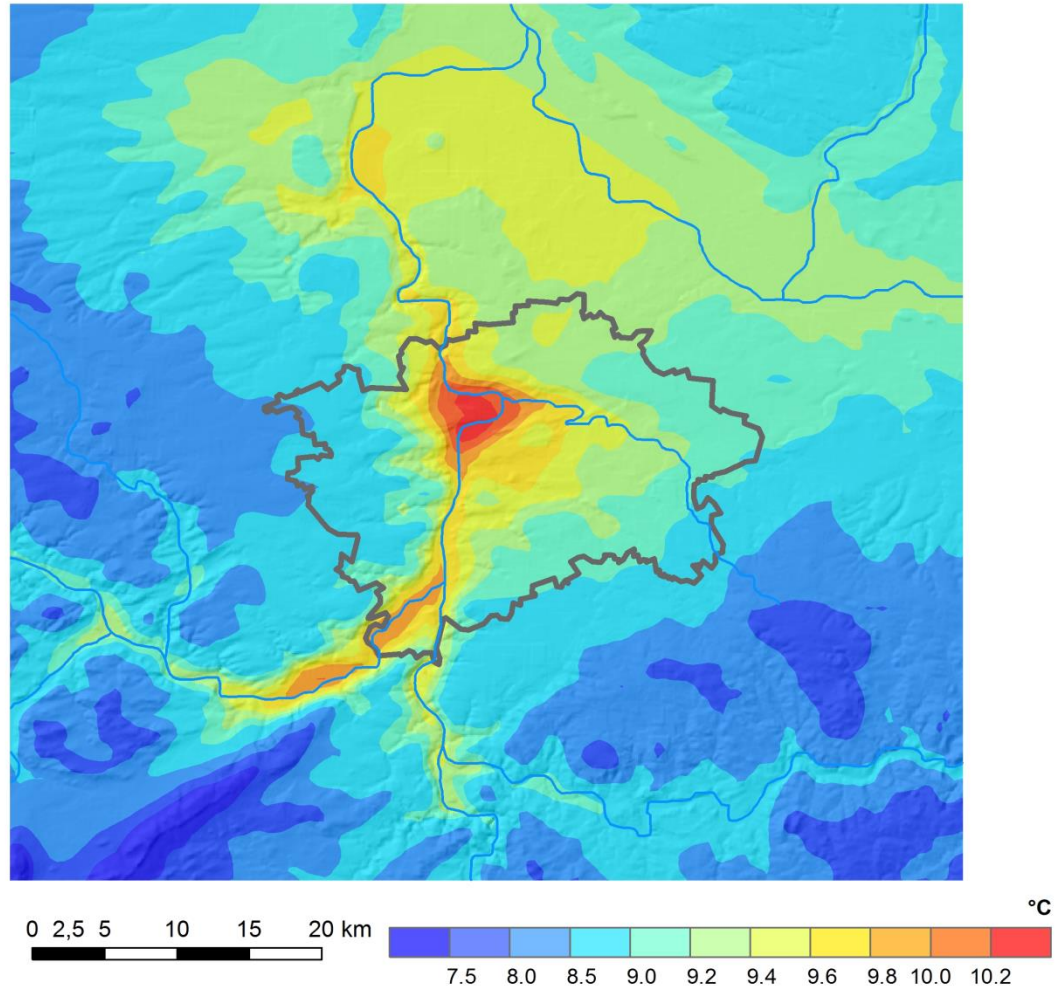
**Český hydrometeorologický ústav
Katedra fyziky atmosféry**

Matematicko-fyzikální fakulta Univerzita Karlova

Průměrná roční teplota vzduchu v Praze - Klementinu (1775-2016)



Průměrná roční teplota vzduchu v Praze a v okolí (1961-2016)



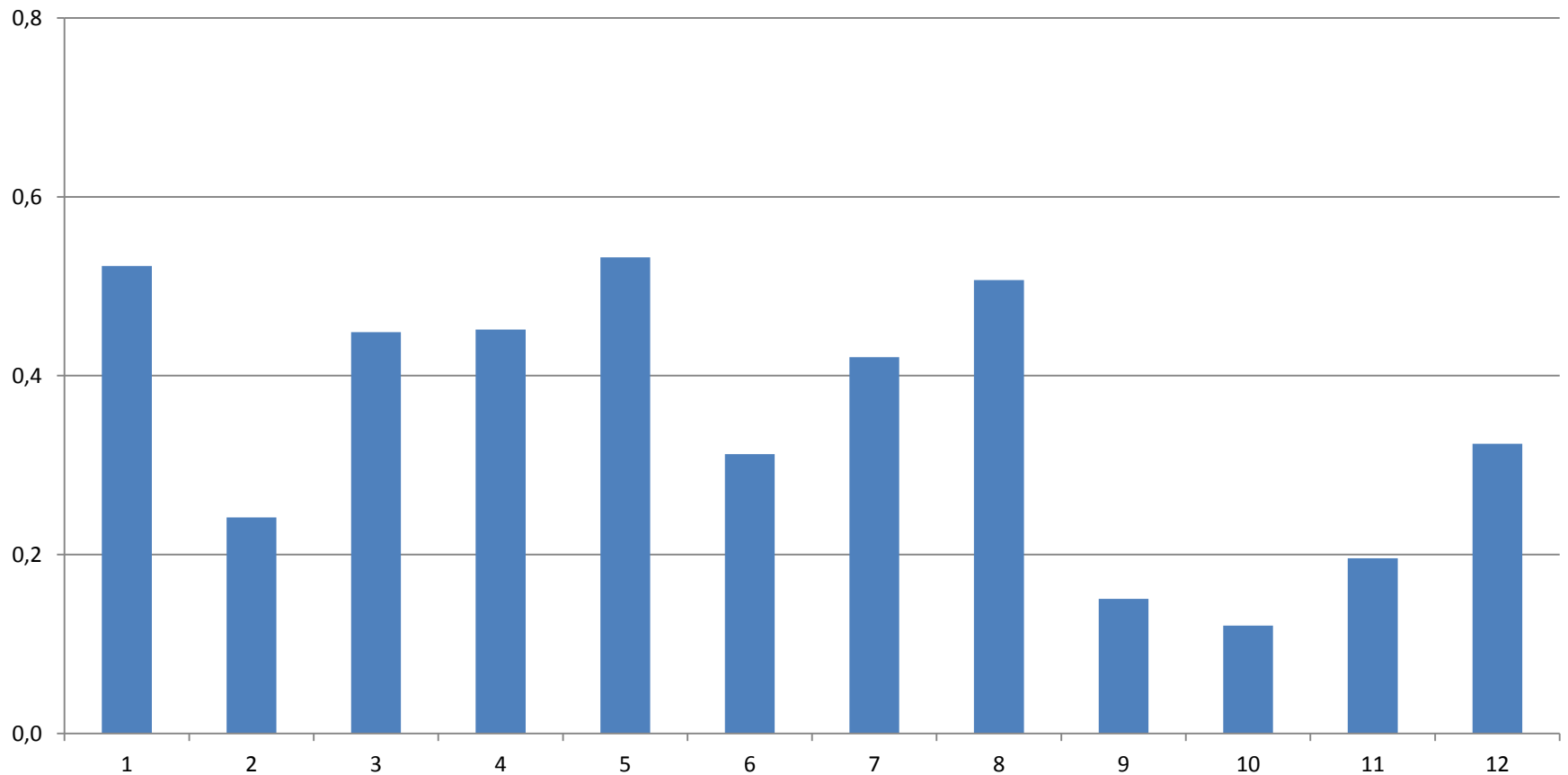
Trend výskytu horkých a studených dnů

- Větší růst letních dnů a tropických dnů/nocí v centru (žluté stanice) než na okraji (oranžově)

Stanice	Letní den	Tropický den	Tropická noc	Mrazový den	Ledový den	Arktický den
KARLOV	4.72	2.02	0.34	-4.50	-2.00	-0.19
KLEMENTINUM	4.29	1.53	1.27	-3.37	-2.23	-0.17
LIBUŠ	5.01	2.11	0.13	-3.33	-1.73	-0.21
RUZYŇ	3.45	1.04	0.01	-3.85	-1.63	-0.25

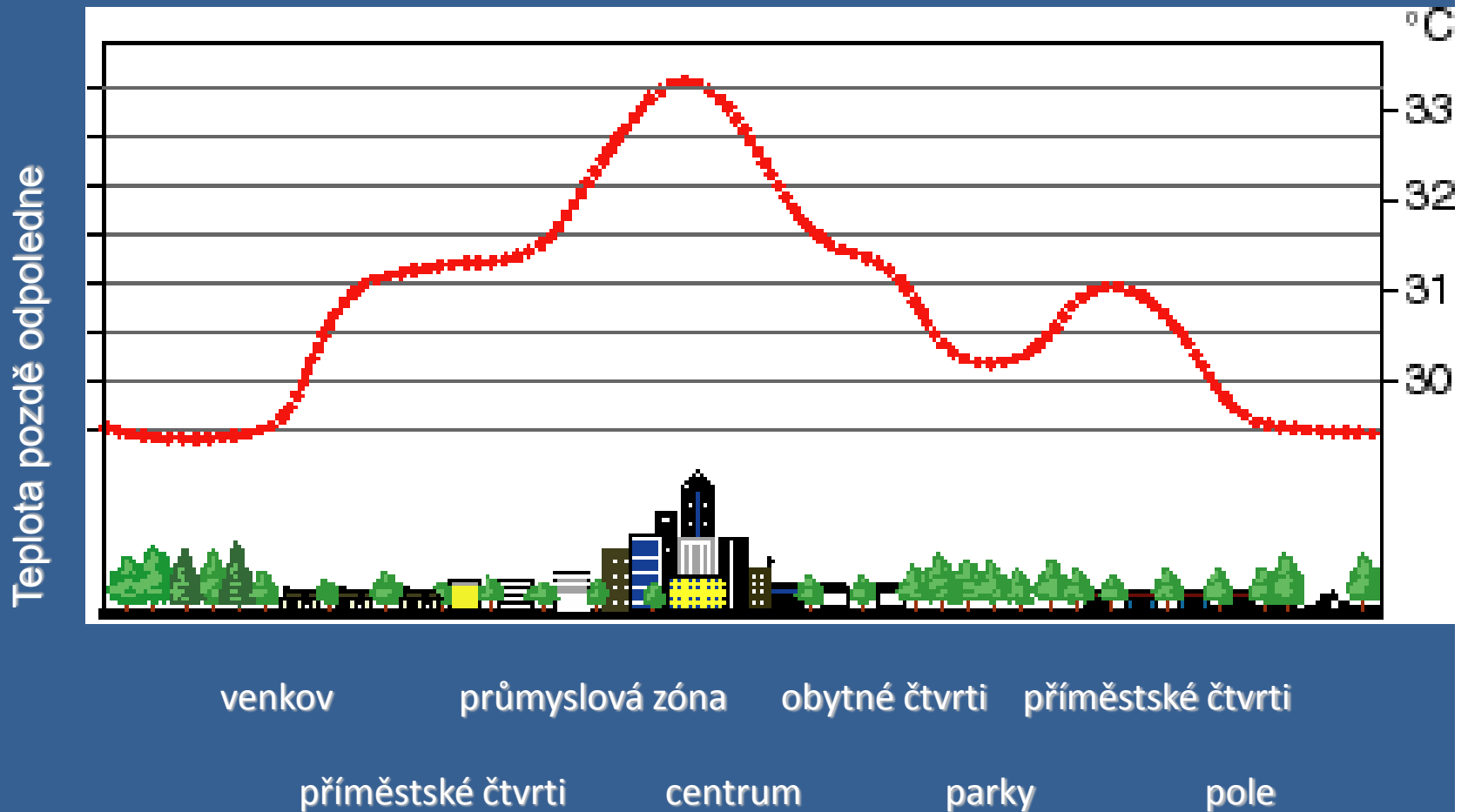
Trend: dnů/10 let

Průměrná teplota vzduchu v Praze trend za 10 let (1961-2016)



Tepelný ostrov města

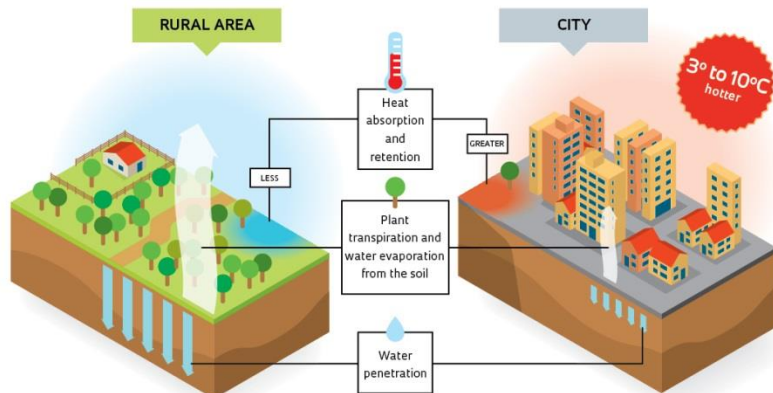
Náčrt profilu tepelného ostrovu města



Tepelný ostrov města

- **Geometrie města** – mnohonásobný odraz a absorpce záření v površích zvětšují intenzitu absorpce tepla (tzv. efekt kaňonů), zeslabení větru
- **Změna aktivního povrchu** – použití umělých materiálů (asfalt, beton) s odlišnými absorpčními tepelnými vlastnostmi než přirozený povrch => změna energetické bilance
- **Zmenšení intenzity vypařování vody** (kanály, menší množství vegetace ...)
- **Odpadní teplo** vznikající lidskou činností (topení, průmysl, doprava ...)

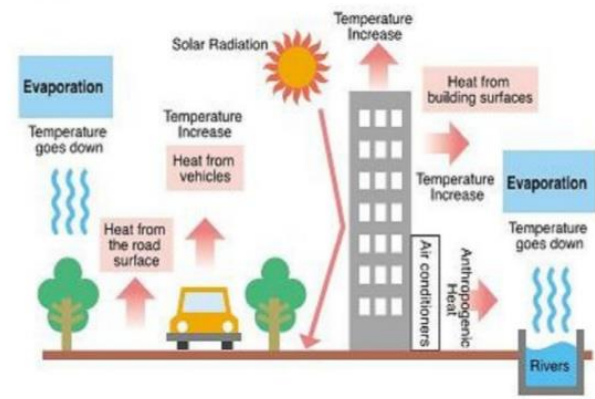
Why the urban heat island effect occurs



16. 1. 2018

What is an Urban Heat Island?

● The Urban Heat Island Effect

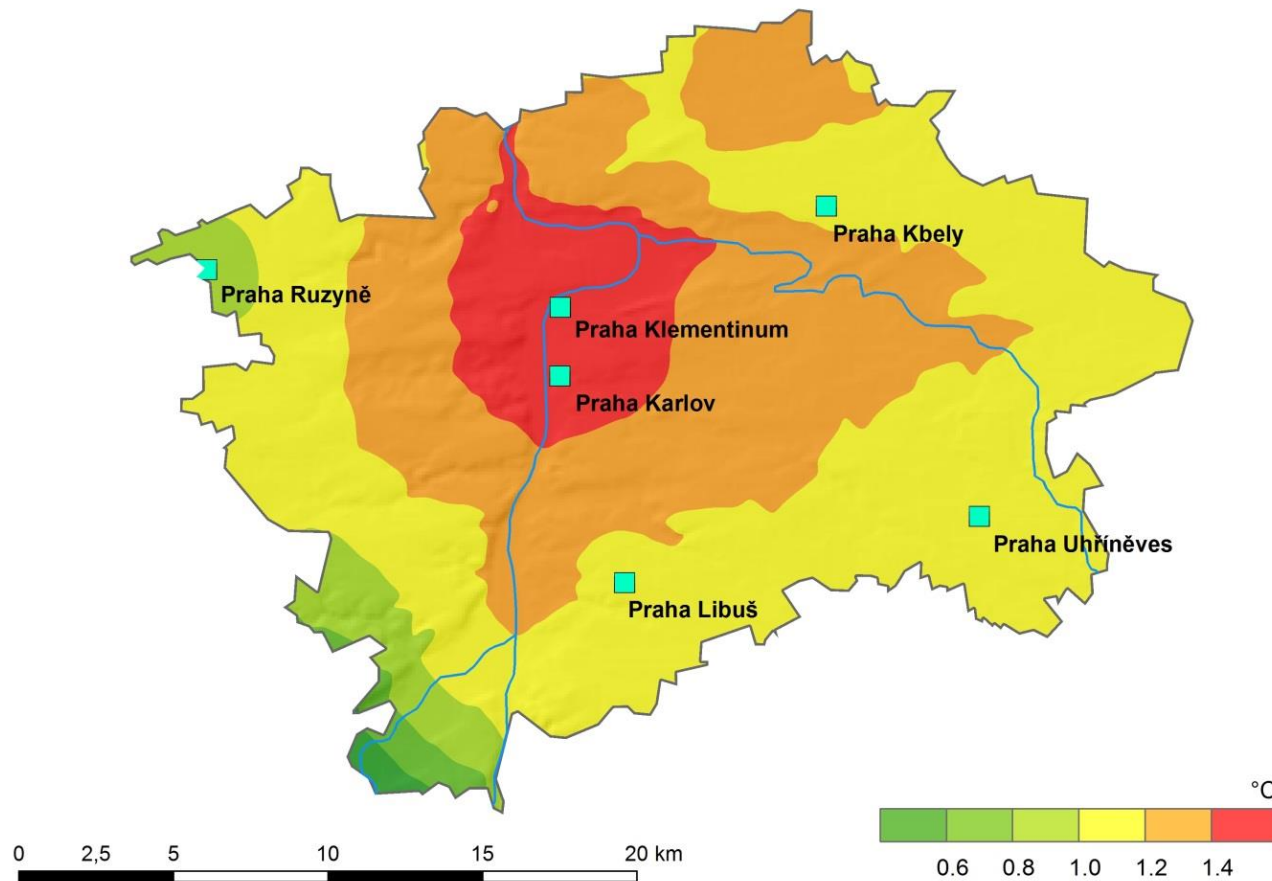


Tepelný ostrov města

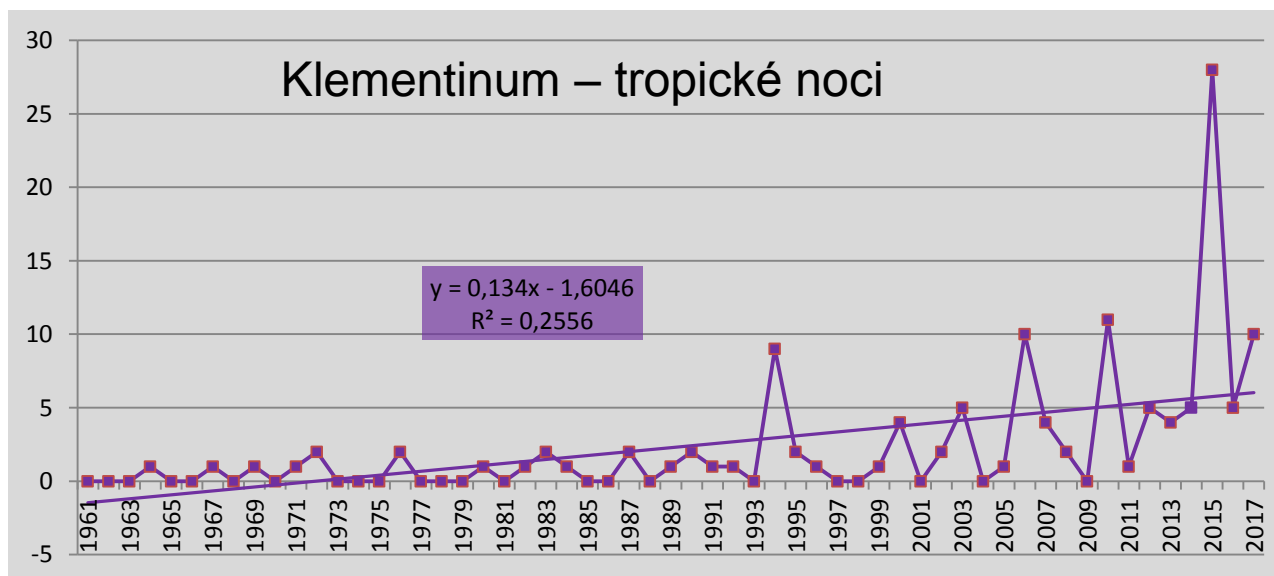
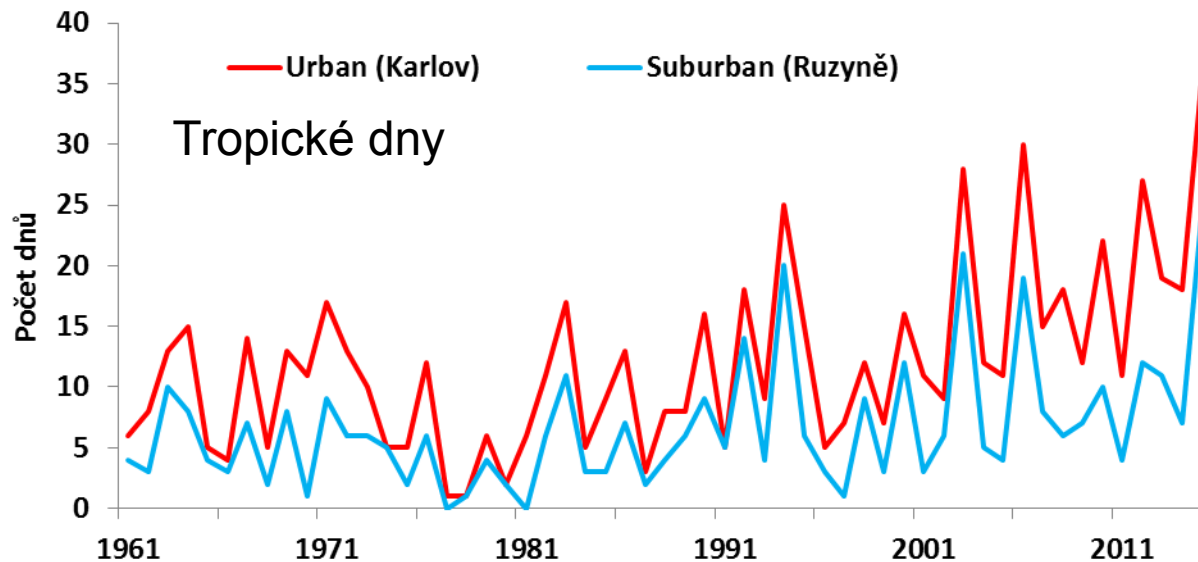
- Vlivem růstu městské populace, rozšiřování zástavby, růstu spotřeby elektřiny a zintenzívnění průmyslu a dopravy dochází k **zesilování intenzity pražského MTO**
- Za období 1961-2016:
 - **0,16 °C/10 let pro minimální teploty**
 - **0,08 °C/10 let pro průměrné denní teploty**
 - 0,03 °C/10 let pro maximální teploty

Tepelný ostrov města

- Rozdíl ročního průměru minima teploty vzduchu v letech 2001-2010 a 1961-1971



Tropické dny a noci v Praze



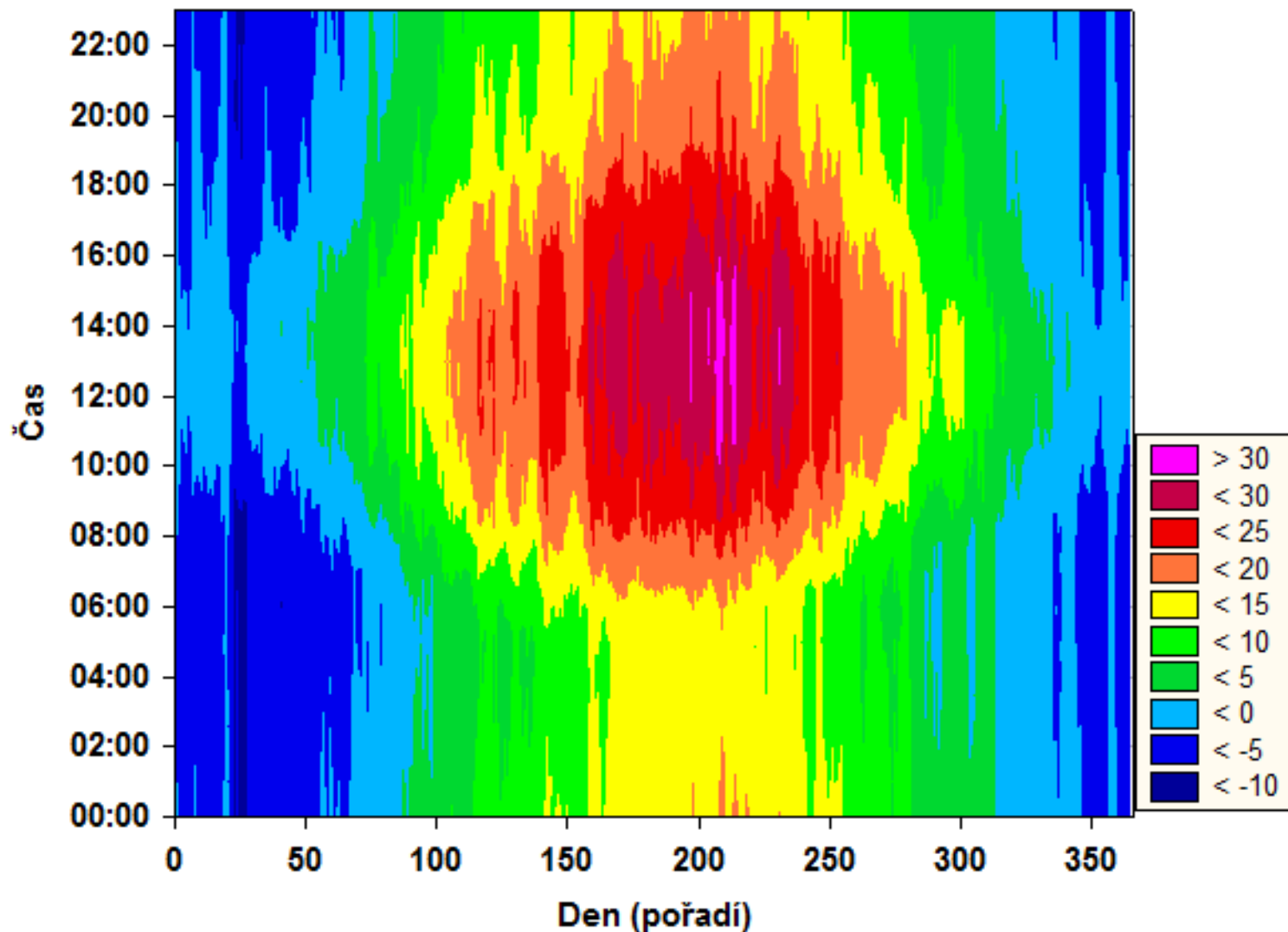
Fyziologicky ekvivalentní teplota

- Obyčejná teplota vzduchu není optimální pro vyjádření vnímání člověka => proto zavedeny tepelné indexy
- Jedním z nich je PET – fyziologicky ekvivalentní teplota
- Uvažuje celkový účinek teploty vzduchu, rychlosti větru, vlhkosti vzduchu a toků radiace
- Současně umožňuje kombinaci s energetickou bilancí člověka (vliv oblečení, pohlaví, výšky apod.)
- Od 26 °C začíná **mírný** tepelný stres, nad 34 °C **silný** a nad 43 °C **extrémní** stres z tepla



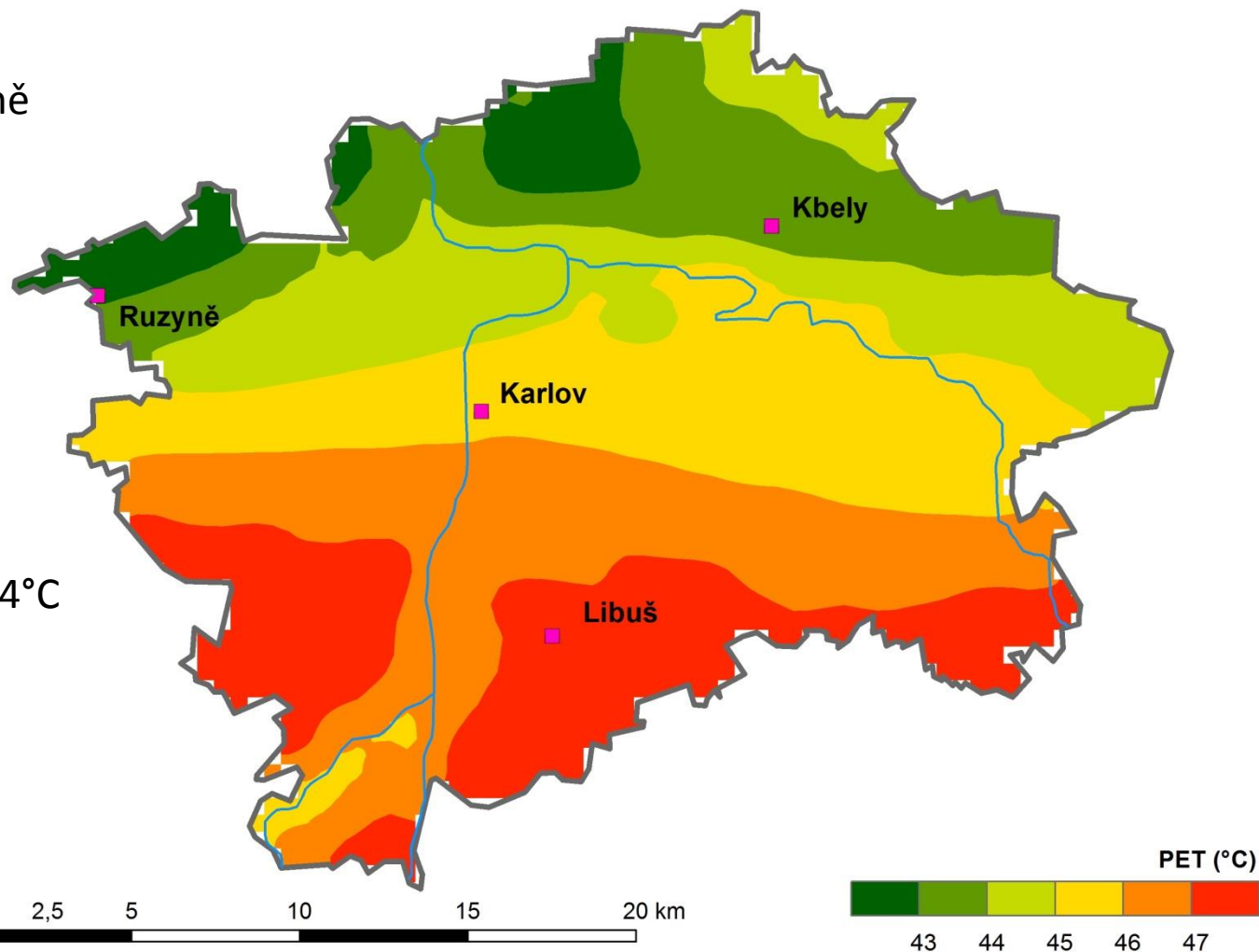
Fyziologicky ekvivalentní teplota

- Praha Karlov, roční/denní chod PET



Fyziologicky ekvivalentní teplota

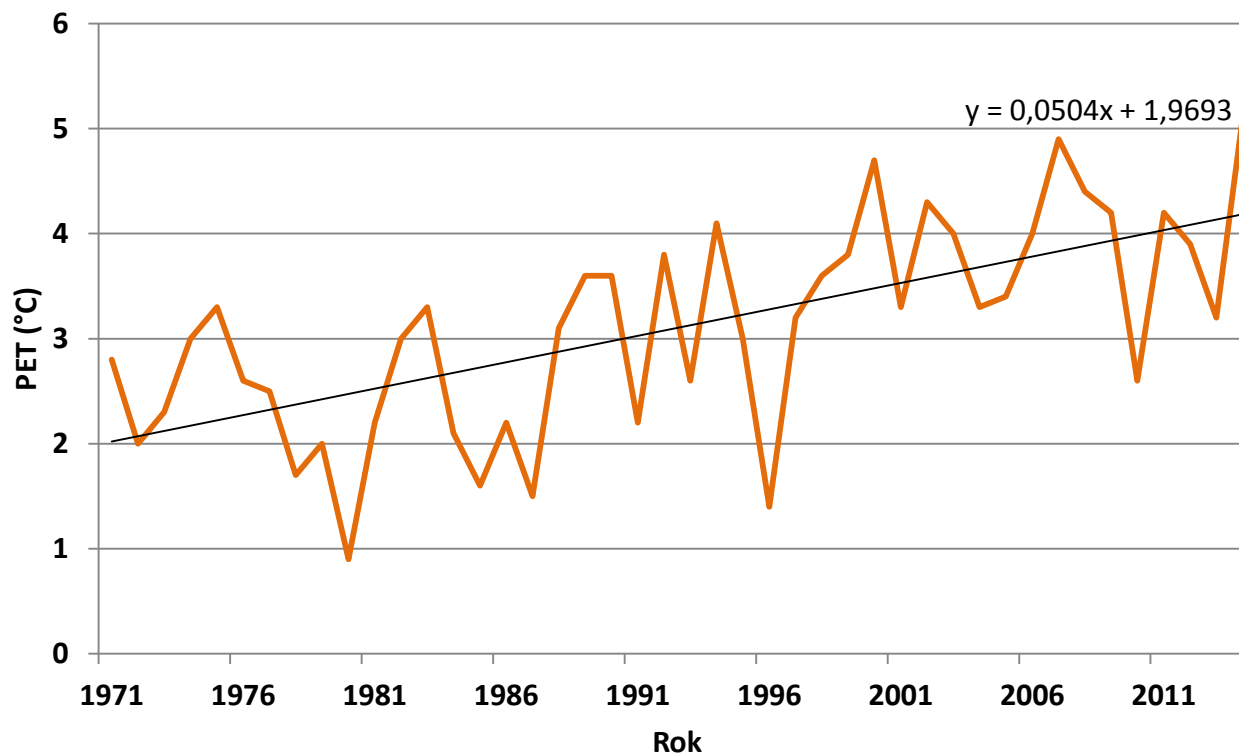
- Nejteplejší den v historii měření v Praze
- 20.8.2012
- PET 47,9°C Libuš
- PET 42,8°C Ruzyně



- TMA
- Dobřichovice 40,4°C
- Libuš 39,6°C
- Karlov 38,1°C
- Ruzyně 37,4°C

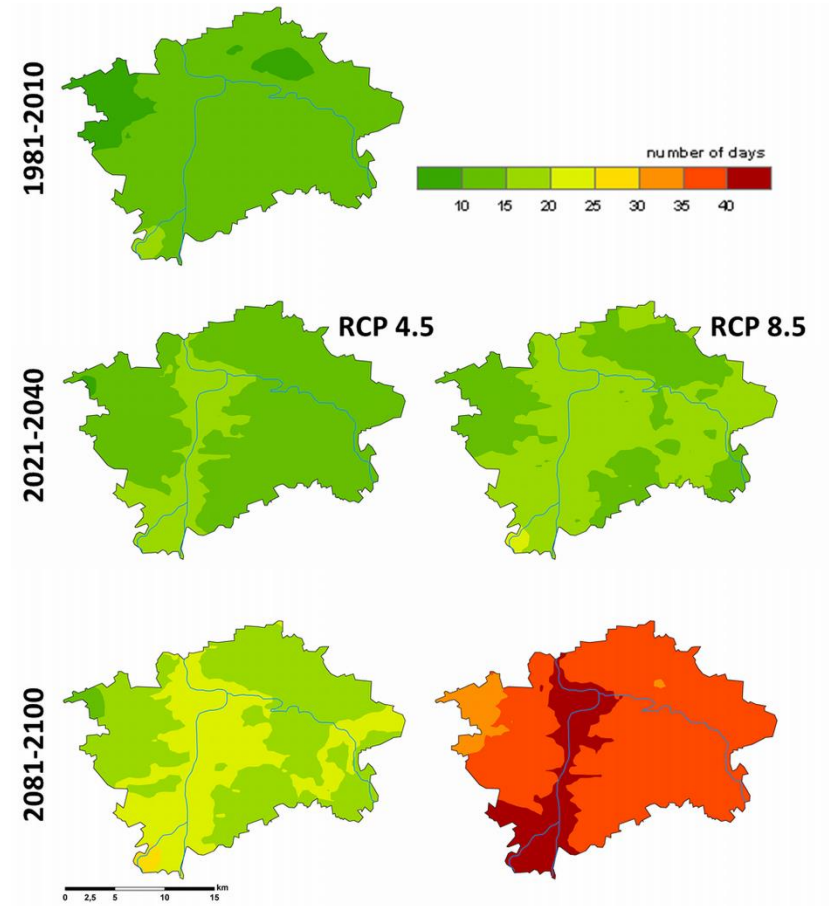
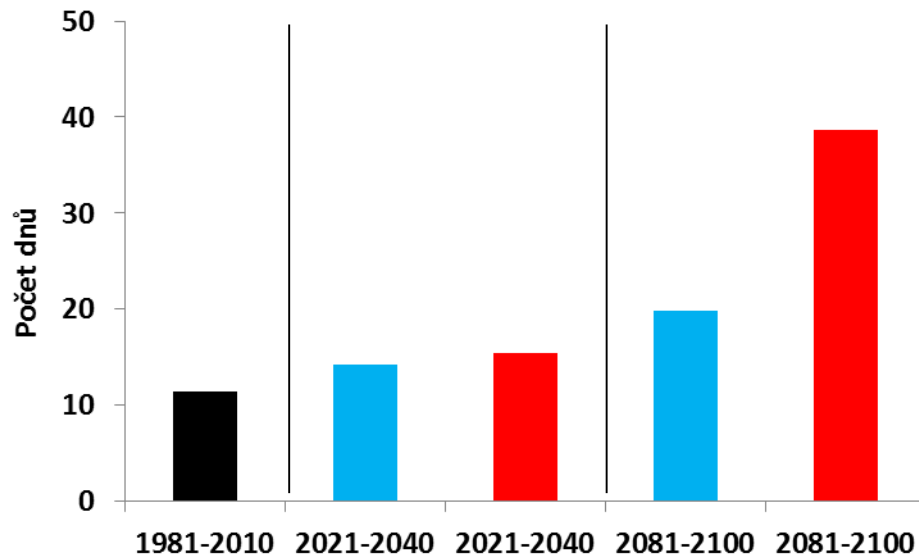
Fyziologicky ekvivalentní teplota

Trend PET na Ruzyni



Praha a budoucí výhled

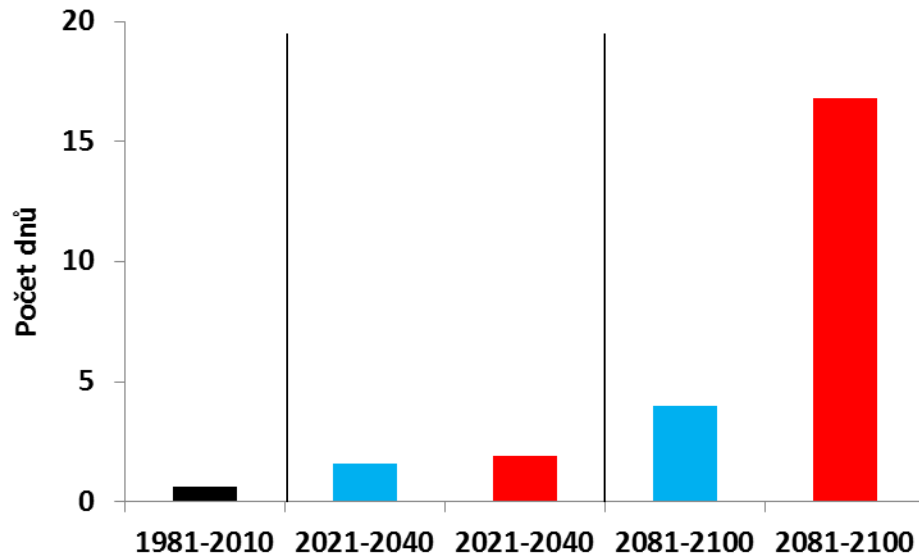
Tropické dny



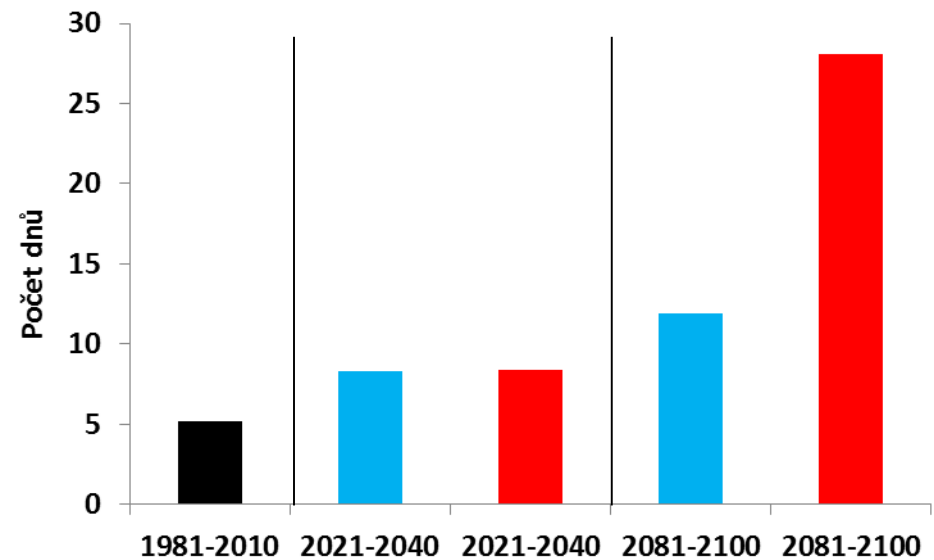
Černá = současnost, modrá = RCP 4,5,
červená RCP 8,5

Teplota v Praze - budoucnost

Tropické noci



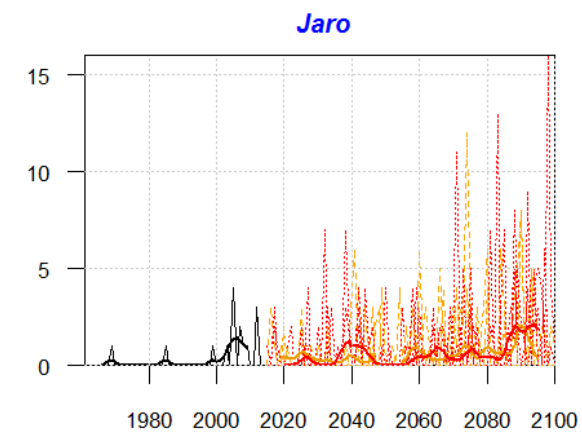
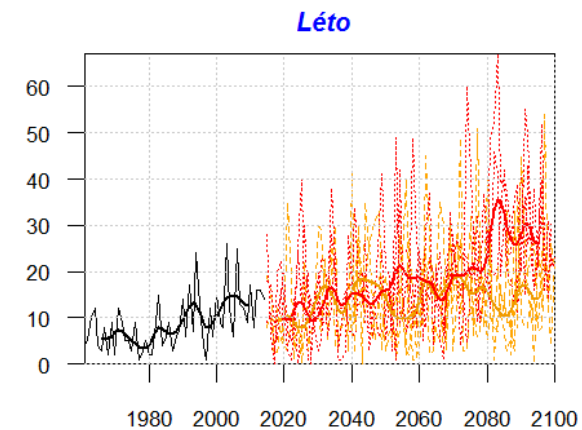
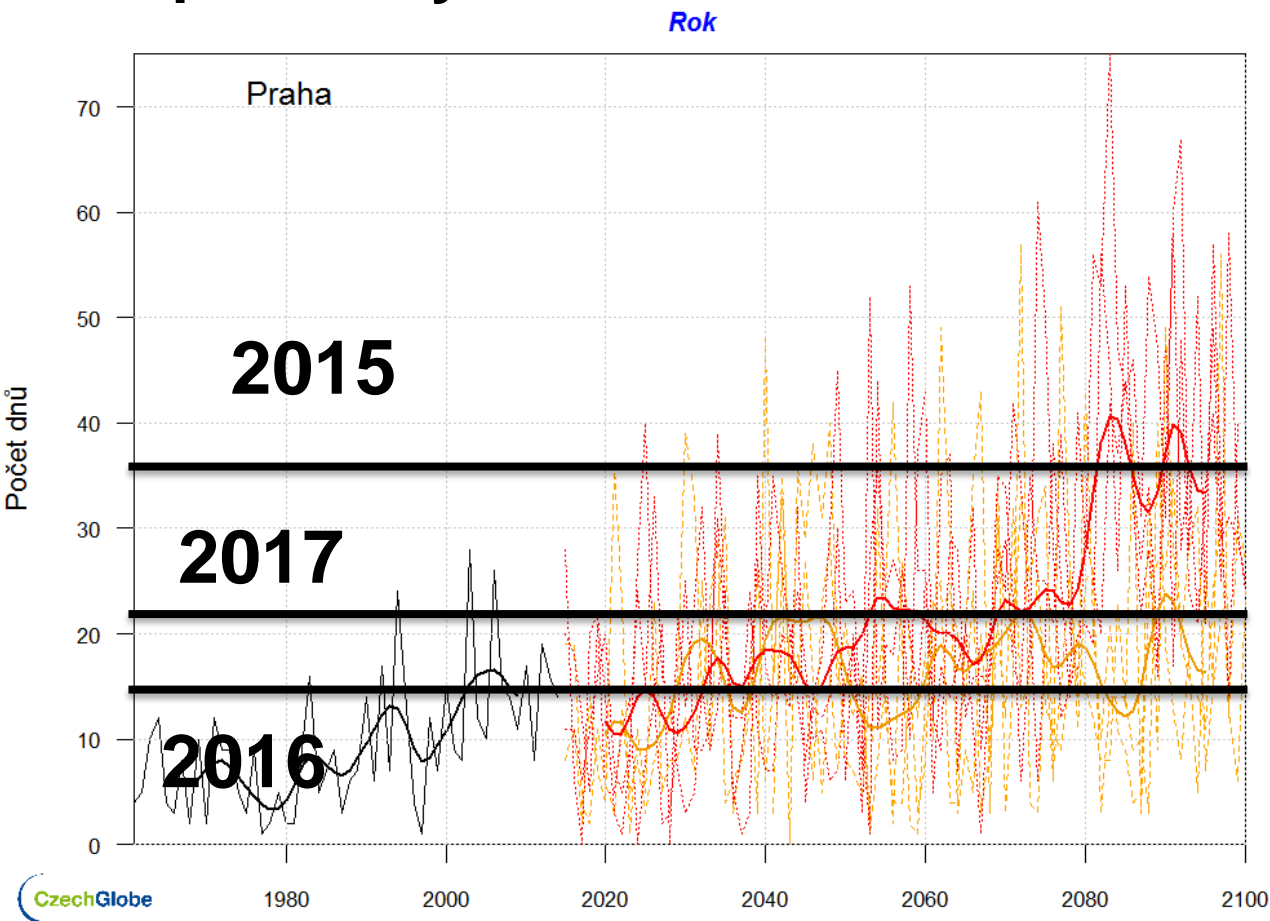
Horké vlny (3 a více dnů s maximální teplotou nad 30°C)



Černá = současnost, modrá = RCP 4,5, červená RCP 8,5

Teplota v Praze - budoucnost

Tropické dny



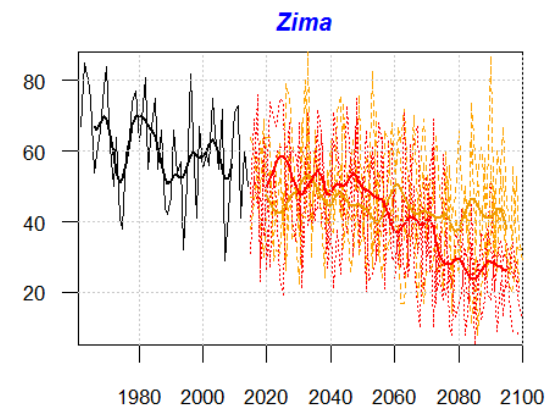
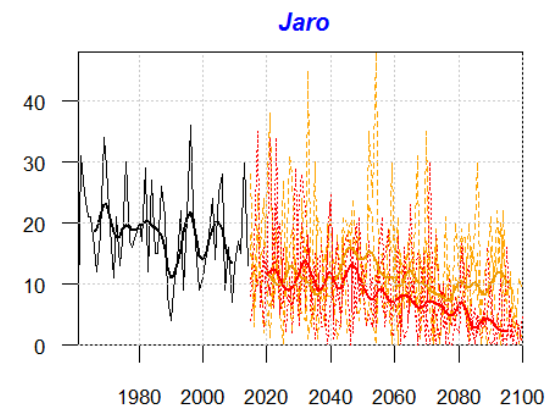
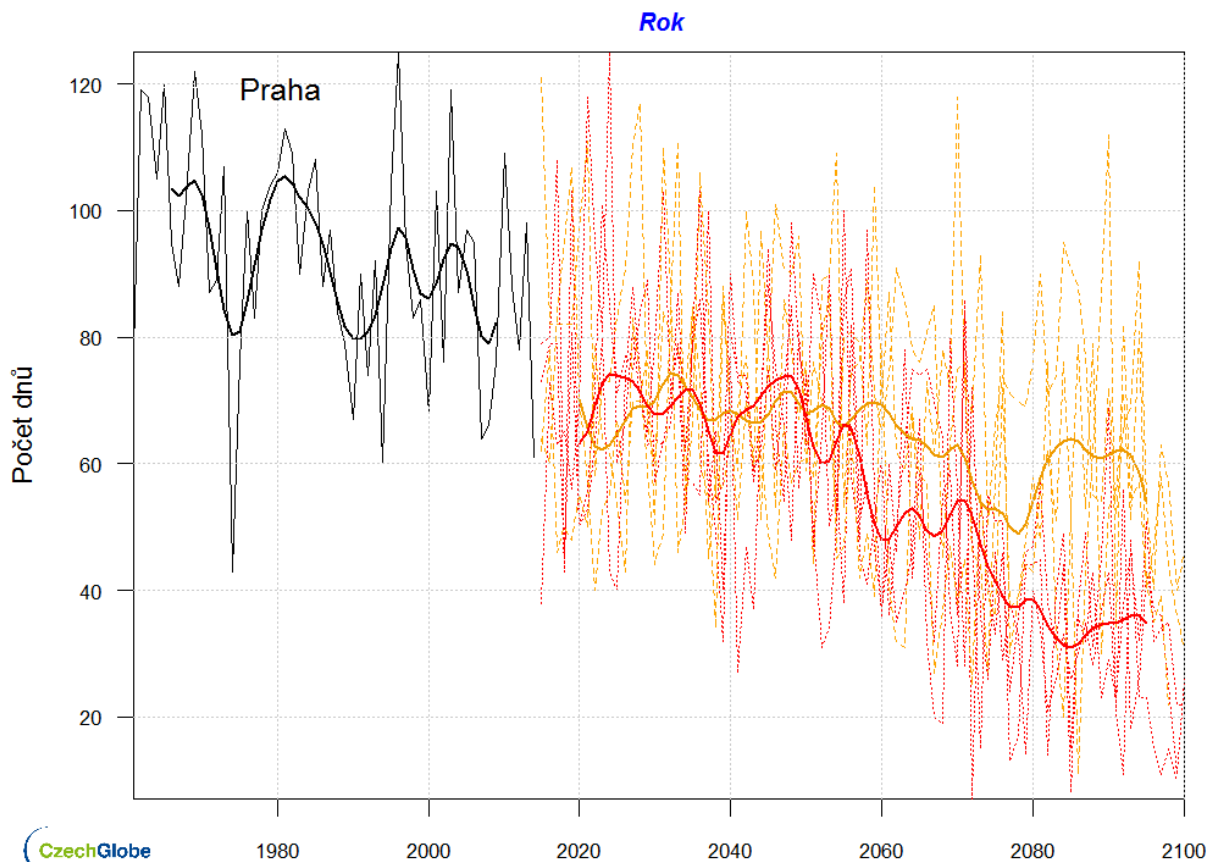
Červená čára je RCP 8.5, oranžová je emisní scénář 4.5



Teplota v Praze - budoucnost

Mrazové dny ($T_{min} < 0\text{ }^{\circ}\text{C}$)

- Nevýhoda pro horské oblasti
- Výhoda pro města – méně topení, méně sněžení, dříve roztává sněhová pokrývka



Červená čára je RCP 8.5, oranžová je emisní scénář 4.5



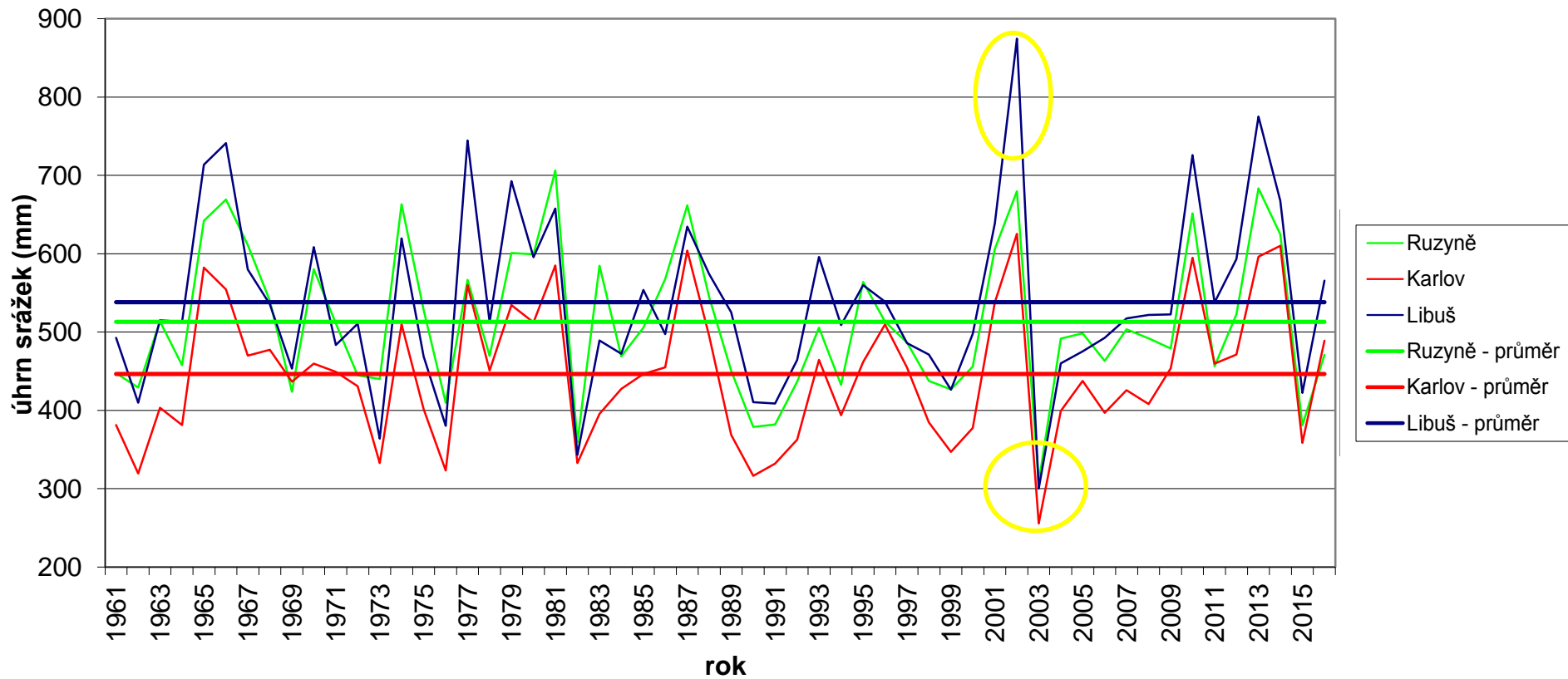
Město a člověk – zhodnocení dopadů UHI

- Snížení počtu dnů s tepelným stresem vlivem chladu
- Menší počet ledových a mrazových dnů
- Snížení spotřeby energie na vytápění v zimě
- Nárůst „beer-degree-days“ ☺

- Delší vlny vedra v létě
- Zkrácení doby komfortu v noci
- Zvýšení tepelné zátěže, nárůst zdravotních rizik pro seniory a děti
- Méně vhodný pobyt venku během letních měsíců
- Zvýšení spotřeby elektřiny v létě (klimatizace)
- Rychlejší růst teploty ve městech v důsledku globální změny klimatu

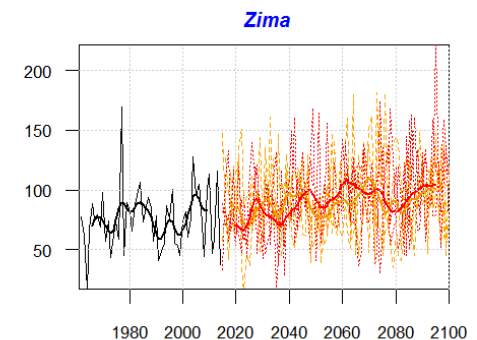
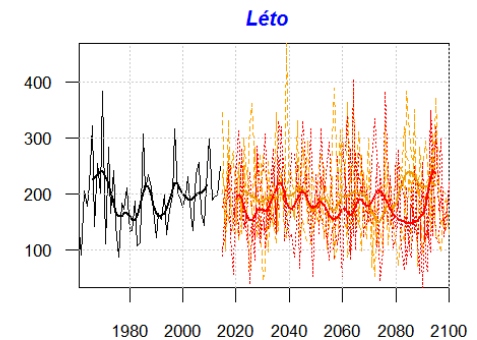
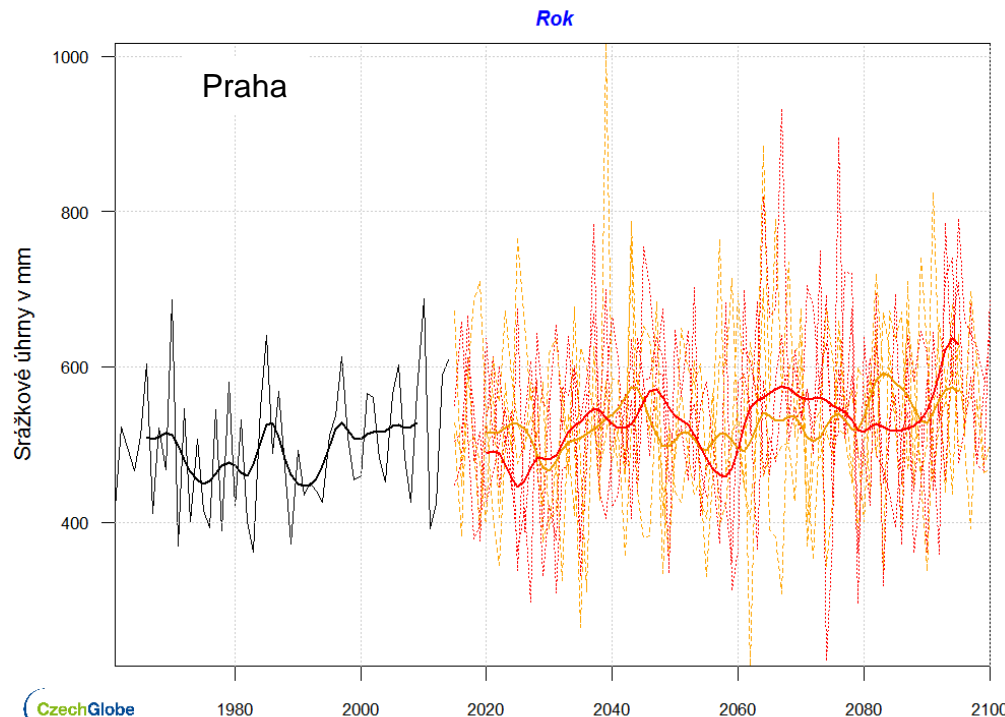
Srážky v Praze

Průměrný roční úhrn srážek



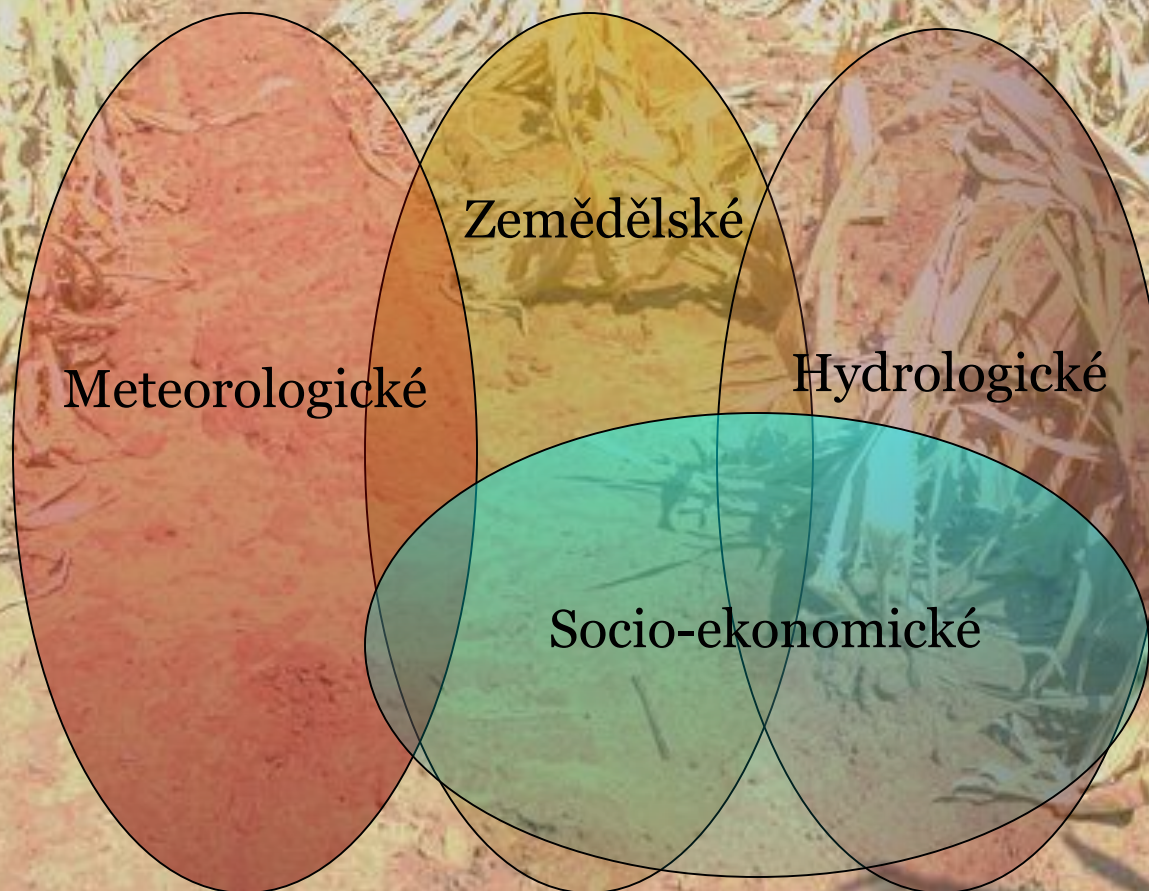
Srážky - budoucnost

Emission scenario	Period	YEAR	DJF	MAM	JJA	SON
rcp45	2021-2040	106.6	109.3	105.9	105.0	107.4
rcp45	2041-2060	107.0	110.5	111.5	100.9	108.7
rcp45	2061-2080	110.3	115.9	115.1	104.4	109.5
rcp45	2081-2100	112.7	114.0	119.3	107.5	112.4
rcp85	2021-2040	106.5	110.6	109.3	103.4	106.2
rcp85	2041-2060	112.2	120.4	115.4	105.8	112.3
rcp85	2061-2080	113.7	126.1	118.7	104.3	113.8
rcp85	2081-2100	116.3	135.1	123.5	102.4	115.9



Červená čára je RCP 8.5, oranžová je emisní scénář 4.5

Pokles významu klimatologických příčin (např. deficitu srážek)

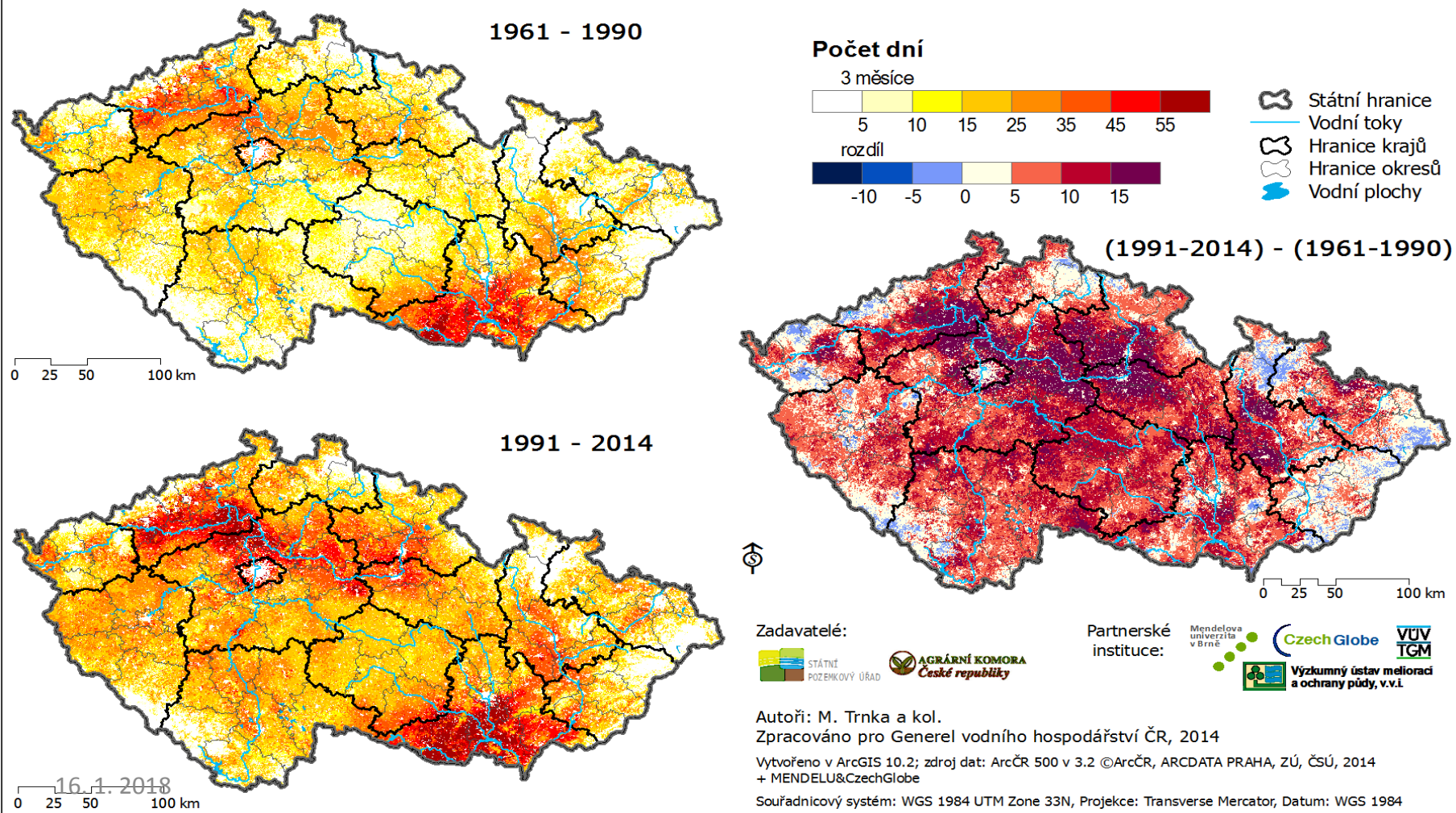


Sucho nahodilé

- Nepravidelně se vyskytující období podnormálních srážek, trvající několik týdnů, měsíců i roků
- Ve vegetačním období bývá srážkový deficit doprovázen často i nadnormálními teplotami, nižší relativní vlhkostí vzduchu, malou oblačností a delším trváním slunečního svitu
- Tyto meteorologické prvky mají pak za následek vyšší evapotranspiraci, čímž se dále zvyšuje nedostatek vody (vláhy)

Je sucho v ČR častějším fenoménem?

VÝVOJ POČTU DNÍ S PŮDNÍ VLHKOSTÍ POD BODEM SNÍŽENÉ DOSTUPNOSTI PRO ROSTLINY V POVRCHOVÉ VRSTVĚ PŮDY (DUBEN-ČERVEN)



- Dochází k oteplování, roste počet teplých a extrémně teplých dnů i nocí, klesá počet dnů studených
- Do konce století **další nárůst teploty** i teplých dnů
- Negativní dopady oteplování prohlubuje **městský tepelný ostrov**
- Množství ročních srážek se příliš nezmění – rozdíly mezi modely
- Změní se charakter srážek – **stoupne množství intenzivních srážek** (bouřky) a zároveň se zvýší počet za sebou jdoucích dnů bez srážek
- Kvůli zvýšené teplotě a nevýrazné změně v množství srážek bude větší výpar a tedy **větší tendence k suchu**

Nový projekt OP-PPR „URBI PRAGENSI“

- Urbanizovaná předpověď pro Prahu ve vysokém rozlišení
- Předpověď kvality ovzduší pro Prahu ve vysokém rozlišení – navázaná na urbanizovanou předpověď počasí
- Změna klimatu a její důsledky pro Prahu (tepelný ostrov, kvalita ovzduší), analýza a hodnocení možných adaptačních a mitigačních opatření
- Mikroměřítkové studie kritických oblastí (kvazi-operativní předpověď)
- Schválen, doba řešení 30 měsíců, od 01/2018 do 06/2020
- Řešitelé: KFA MFF UK, ÚI AV ČR, ČHMÚ



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Praha – pól růstu ČR



Děkuji za pozornost