



# Workshop k výzkumnému úkolu institucionální podpory Bezpečnost práce v kontextu klimatických změn (W)

**Číslo výzkumného úkolu:** V05\_S4

**Název výzkumného úkolu:** Bezpečnost práce v kontextu  
klimatických změn

**Hlavní řešitel:** Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i.

**Spoluřešitel:** -



## Zápis z workshopu

### **Klimatická změna a bezpečnost**

Plánovaný workshop byl realizován v rámci konference s mezinárodní účastí „Extrémní počasí, jejich dopady a bezpečnostní rizika“, pořádané v Broumově ve dnech 8. - 10. 10. 2019. Workshop s názvem „Klimatická změna a bezpečnost“ byl samostatným bodem plenárního jednání (9. 10. byl to jediný dopolední program) a zahrnoval odborné prezentace představení projektu a primární poznatky z prvního roku řešení projektu.

Po představení problematiky proběhla diskuse k tématu klimatické změny a jejích zdravotních a bezpečnostních efektů. Výhodou workshopu byla velká šíře zahrnutých expertů, kromě řešitelského týmu se jej zúčastnili také odborníci v oblasti klimatologie a meteorologie, zástupci veřejné správy, výzkumných institucí i praxe. Celkem se workshopu účastnilo 31 odborníků.

Závěrem workshopu proběhla odborná diskuze nad jednotlivými tématy, kde zazněly návrhy, postřehy a tipy pro další postupy řešení problematiky bezpečnosti práce a klimatických změn.

#### **Přílohy:**

Program workshopu

Prezenční listina

Prezentace

Zapsala: Ing. Lenka Schreiberová



Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i.

JERUZALÉMSKÁ 1283/9  
110 00 PRAHA 1 – NOVÉ MĚSTO  
ČESKÁ REPUBLIKA



## Workshop „Klimatická změna a bezpečnost“

Datum: 9. 10. 2019

Místo: Klášter Broumov, Klášterní 1, 550 01 Broumov

Čas: 9:00

### **Program:**

- |               |   |
|---------------|---|
| 10:00 – 10:30 | Klimatická změna, katastrofy a bezpečnost<br>(prof. RNDr. Danihelka, CSc.)  |
| 10:30 – 11:00 | Klima města jako bezpečnostní riziko do budoucnosti (Mgr.<br>Zahradníček, Ph.D.)  |
| 11:00 – 11:30 | Indexy hodnocení tepelného komfortu ve spojitosti s pracovními<br>předpisy (Bc. Vavrečková, Bc. Šigutová, Ing. Schreiberová, prof. RNDr.<br>Danihelka, CSc., doc. Ing. Zavila, Ph.D.) |
| 11:30 – 12:00 | Zásady měření teplotních a vlhkostních poměrů pracovního prostředí<br>(RNDr. Ing. Rožnovský, CSc., Plachý)  |
| 12:00 – 12:15 | Diskuze k výsledkům   |

Tento výsledek byl finančně podpořen z institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace na léta 2018–2022 a je součástí výzkumného úkolu V05-S4 Bezpečnost práce v kontextu klimatických změn, řešeného Výzkumným ústavem bezpečnosti práce, v. v. i., v letech 2019–2021.



Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i.

JERUZALÉMSKÁ 1283/9  
110 00 PRAHA 1 – NOVÉ MĚSTO  
ČESKÁ REPUBLIKA



## PREZENČNÍ LISTINA

### Workshop

### „Klimatická změna a bezpečnost“

Datum: 9. 10. 2019

Místo: Klášter Broumov, Klášterní 1, 550 01 Broumov

	Účastník	Organizace
1.	Ing. Bartosz David	VÚBP, v. v. i.
2.	Ing. Čermák Jan	Asociace pro vodu v krajině ČR, z.s.
3.	prof. RNDr. Danihelka Pavel, CSc.	VÚBP, v. v. i.
4.	Ing. Eliášová Hana, Ph.D.	SPU Nitra
5.	Ing. Fukalová Petra, Ph.D.	Mendelova univerzita
6.	Ing. Gomboš Milan, Ph.D.	ÚH SAV Bratislava
7.	Ing. Haberle Jan, CSc.	VÚRV, v. v. i.
8.	Ing. Hájková Lenka, Ph.D.	ČHMÚ
9.	Ing. Chvátalová Jana	Ministerstvo zemědělství ČR
10.	Dr. Knozová Gražyna	VÚBP, v. v. i.
11.	Bc. Vavrečková Kristýna	ČHMÚ, pobočka Brno
12.	doc. Ing. Kulhavý Zbyněk, CSc.	VÚMOP, v. v. i.
13.	Ing. Lang Jaroslav, CSc.	Zemědělský výzkum, spol. s r.o. Troubsko
14.	doc. Ing. Němec Jiří, CSc.	FŽP UJEP Ústí n. L.
15.	Mgr. Novák Martin	ČHMÚ, pobočka Brno
16.	Mgr. Pelíšek Igor, Ph.D.	VÚMOP, v. v. i.
17.	Plachý Martin	VÚBP, v. v. i.
18.	Ing. Pražáková Libuše	FŽP UJEP Ústí n. L.



**Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i.**

JERUZALÉMSKÁ 1283/9  
110 00 PRAHA 1 – NOVÉ MĚSTO  
ČESKÁ REPUBLIKA



	<b>Účastník</b>	<b>Organizace</b>
19.	Ing. Rak Libor	Mendelova univerzita v Brně
20.	Ing. Richterová Dáša	ČHMÚ, pobočka Ústí n. L.
21.	RNDr. Ing. Rožnovský Jaroslav, CSc.	ČHMÚ, pobočka Brno
22.	Ing. Schreiberová Lenka	VÚBP, v. v. i.
23.	Ing. Bc. Stehnová Eva	Mendelova univerzita v Brně
24.	Ing. Středa Tomáš, Ph.D.	Mendelova univerzita v Brně
25.	doc. Ing. Bc. Středová Hana, Ph.D.	Mendelova univerzita v Brně
26.	Ing. Šedivá Iva	Statutární město Hradec Králové
27.	prof. RNDr. Šiška Bernard, PhD.	SPU Nitra
28.	Mgr. Štěpánek Petr, Ph.D.	ÚVGZ AV ČR
29.	Bc. Vavrečková Kristýna	VÚBP, v. v. i.
31.	Mgr. Zahradníček Pavel, Ph.D.	ÚVGZ AV ČR

# KLIMATICKÁ ZMĚNA, KATASTROFY A BEZPEČNOST

**Pavel Danihelka**

Výzkumný ústav bezpečnosti práce

mail: [danihelka@vubp-praha.cz](mailto:danihelka@vubp-praha.cz)

Odborný workshop „Klimatická změna a bezpečnost“ 9.10.2019

Konference Extrémny počasí, jejich dopady a bezpečnostní rizika, Broumov 8.-10.10.2019

## **Motto:**

**Na ekonomice a sociální kohezi závisí možnost prosperity.  
Bezpečnost nám dává možnost v ní pokračovat.**

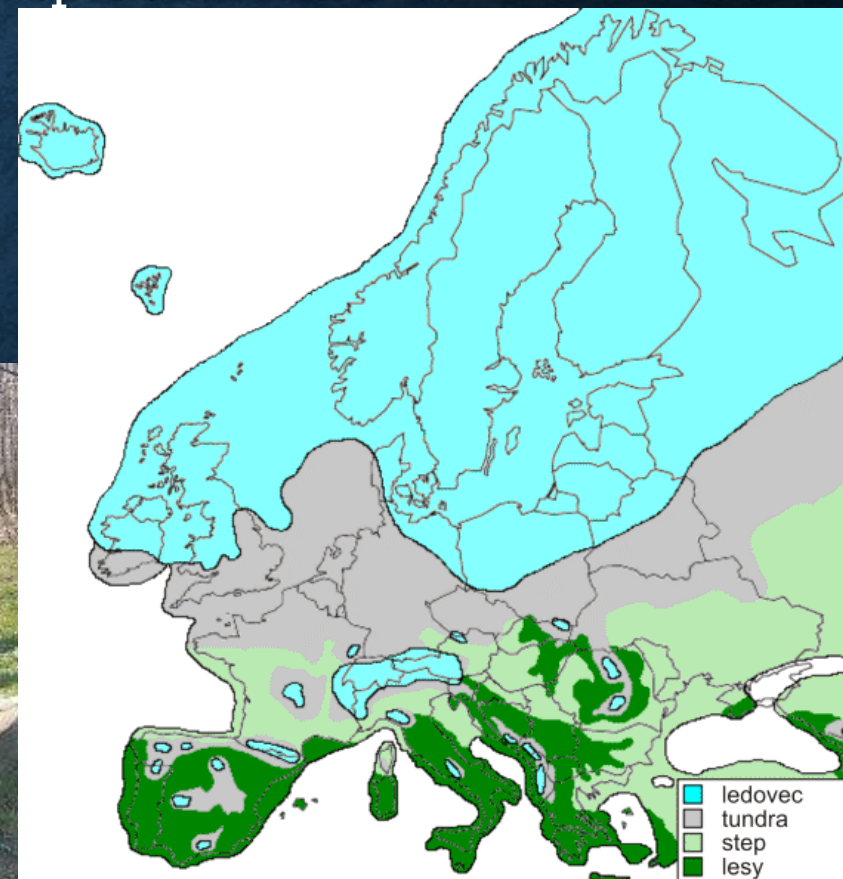
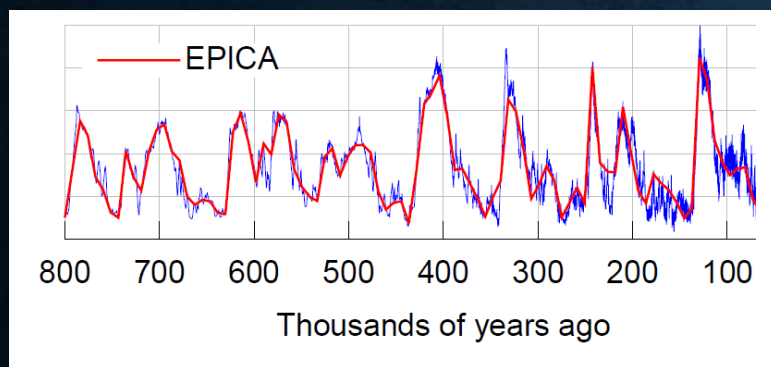
# **O ČEM BUDE TATO PREZENTACE ?**

- Proč téma katastrof na této konferenci?
- Co nás učí dávná i nedávná historie?
- Kde jsou potenciální hrozby?
- ... a prosba o pomoc...



# KLIMATICKÁ ZMĚNA V HISTORII

- V dějepisu se obvykle dozvíme, že starověká města neb i celé civilizace zanikly kvůli útokům nepřátel
- Ve skutečnosti je tato fáze nezřídka až poslední „ranou z milosti“ nebo dokonce ani nenastane, a hlavní fáze úpadku je způsobena epidemií nebo právě klimatickou změnou
- Ledových dob bylo mnoho.....



# CO NÁM O HISTORII, DNEŠKU A KATASTROFÁCH ŘÍKAJÍ STATISTICKÁ DATA?

Data převzata z Úřadu OSN pro snižování rizik katastrof



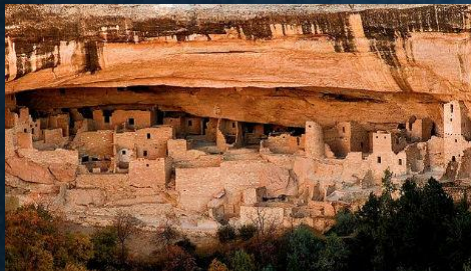
# STAROVĚKÉ ŘÍŠE ZNIČENÉ ZMĚNOU KLIMATU





# A NĚKTERÉ DALŠÍ...

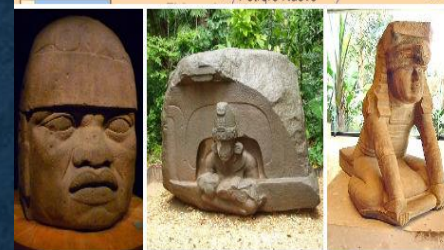
- Anasazi v Novém Mexiku



Kukuteni-Trypilians



Olmecká  
říše (Mexiko)





# PŘÍKLADY DOPADŮ ZMĚN VODNÍHO REŽIMU NA MĚSTA V HISTORII – MESA VERDE

- ▶ Na území koloradské plošiny v letech 1130 až 1180 epizoda sucha.
- ▶ Nedostatek srážek **v kombinaci s narušeným životním prostředím** zapříčinil akutní nedostatek potravin, který dále eskaloval **v sociální rozpad**.
- ▶ Existují důkazy o válce, lidských obětech a kanibalismu.
- ▶ Důsledkem byla migrace lidí a úplné **opuštění sídla**





# PŘÍKLADY DOPADŮ ZMĚN VODNÍHO REŽIMU NA MĚSTA V HISTORII – ANGKOR WAT, KAMBODŽA

- Centrum Khmerské říše
- Vynikající vodní stavby
- Dokázali odolat suchu
- Těžká ekologická nestabilita –
- půda neschopná pojmout vodu
- Zničily je povodně a kombinace povodní a sucha





# ZMĚNA KLIMATU JAKO PŘÍČINA ZÁNIKU MOCNÝCH ŘÍŠÍ?

- Mnoho říší, ale i měst a osad v minulosti bylo vyvráceno nebo opuštěno z důvodů, u kterých se ukazuje, že souvisely klimatem
- Nejčastější příčinou pádu říší bylo sucho (a jeho sekundární následky), často také střídání sucha a extrémních dešťů.
- Obyvatelé buď postupně vymřeli, odešli jinam, rozprchli se nebo se vzájemně vybíjeli v občanských válkách; společnost desintegrovala
- Riziko rozpadu států a oblastí trvá (Sahel, desertifikace polopouští kolem obratníku...), ale ani my nejsme bez rizika

# ZPRÁVA NASA O KLIMATU A CIVILIZACÍCH

*Satelitní snímky ukazují, že na mnoha dnes opuštěných a pustých místech bývaly kvetoucí civilizace, které zcela zmizely.*

<http://climate.nasa.gov/news/1010/>

**Když vykopáváme zbytky starých civilizací, jen zřídka najdeme důkazy, že by se lidé snažili učinit jakýkoliv pokus se adaptovat na měnící se klima.**

**Tento nedostatek flexibility je skutečná příčina kolapsu.**

Dr. Jason Ur, Harvardská univerzita



# Number of Climate-related Disasters Around the World (1980-2011)

 **3455**  
FLOODS

 **2689**  
STORMS

 **470**  
DROUGHTS

 **395**  
EXTREME TEMPS

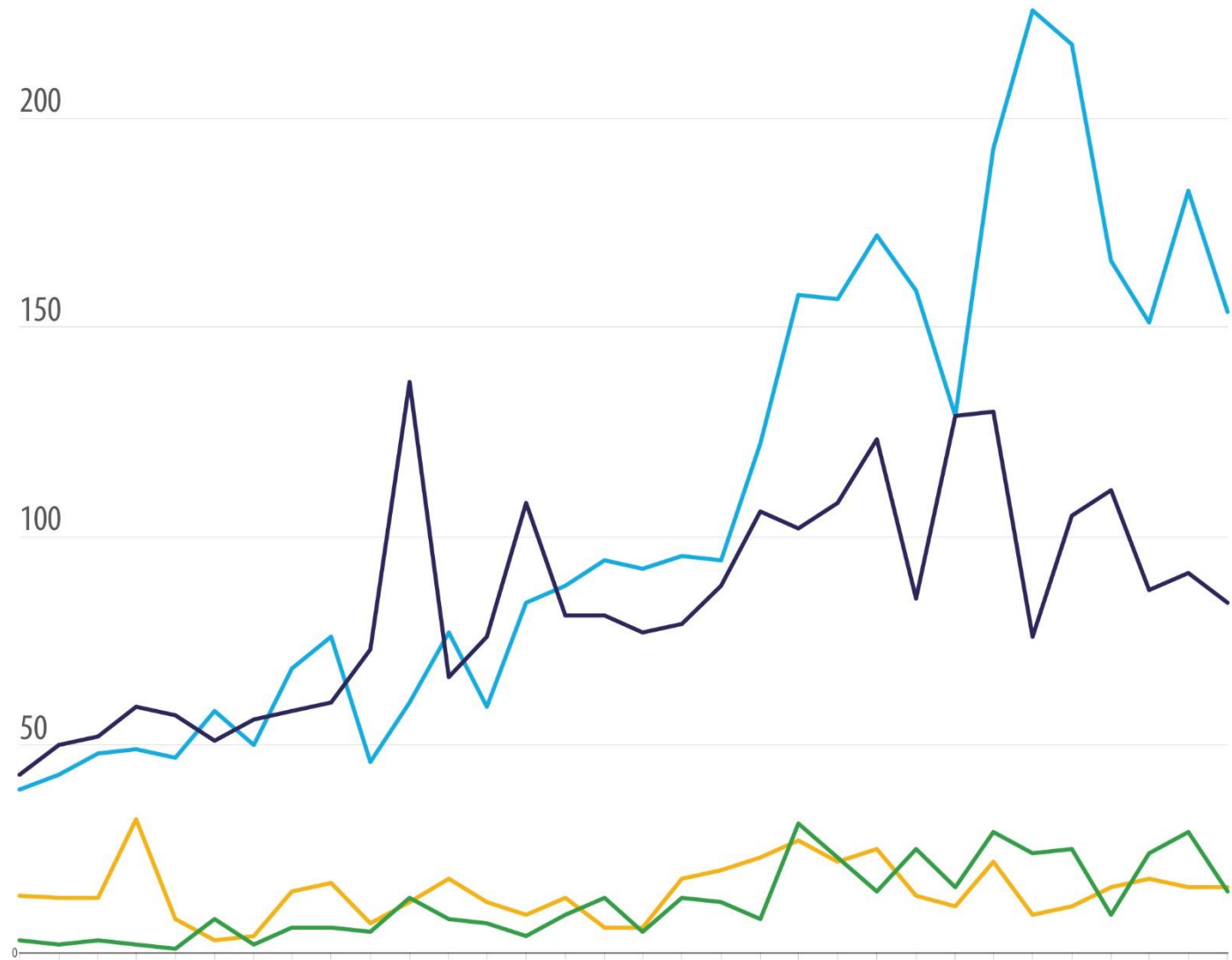
 **UNISDR**  
The United Nations Office for Disaster Risk Reduction  
<http://www.unisdr.org>

Version: 13 June 2012

DATA SOURCES

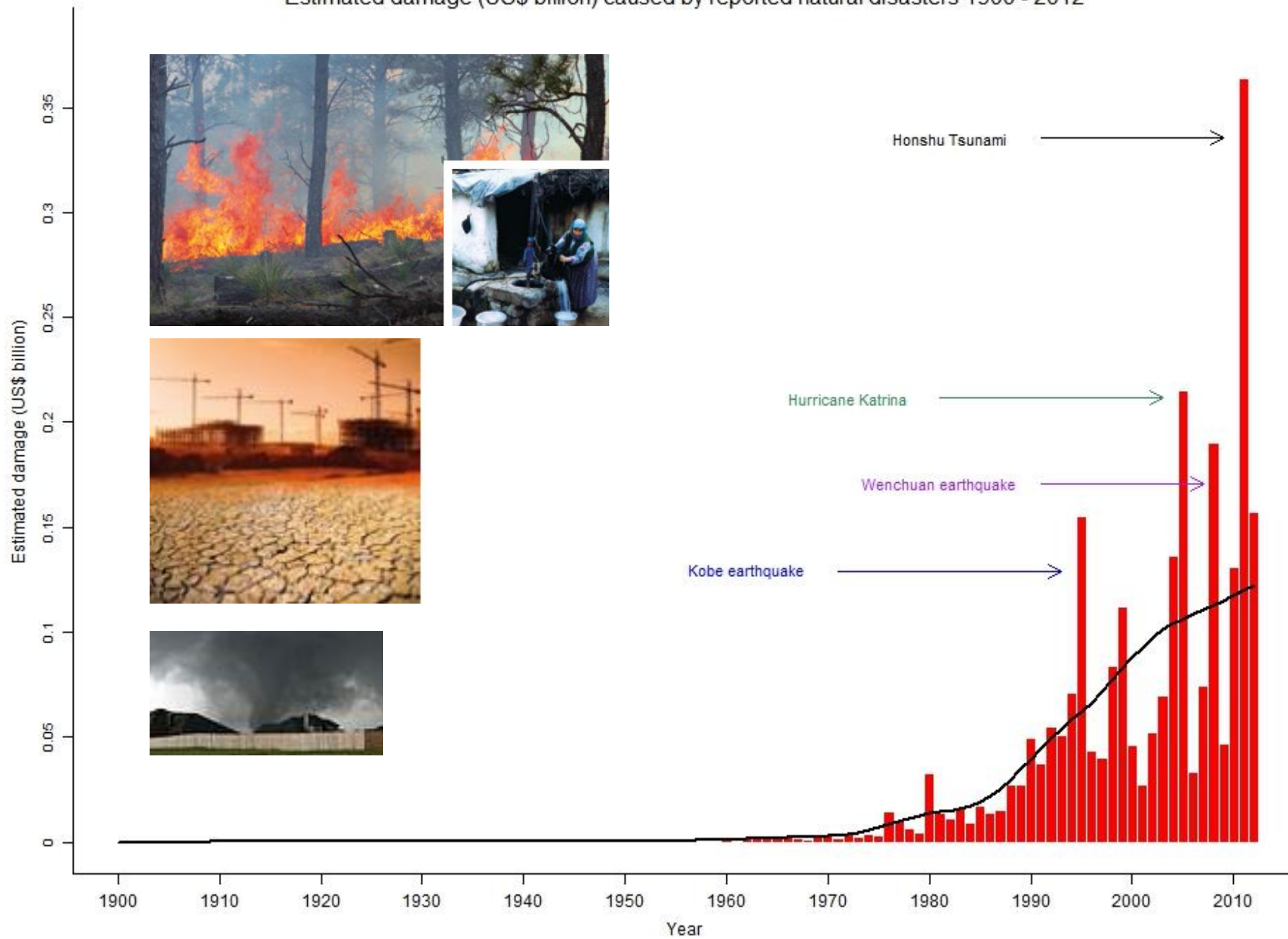
EM-DAT - <http://www.emdat.be/> - The OFDA/CRED International Disaster Database; Data version: 13 June 2012 - v12.07

Humanitarian Symbol Set (2008);  
<http://www.unisdr.org/map/guideline.php>

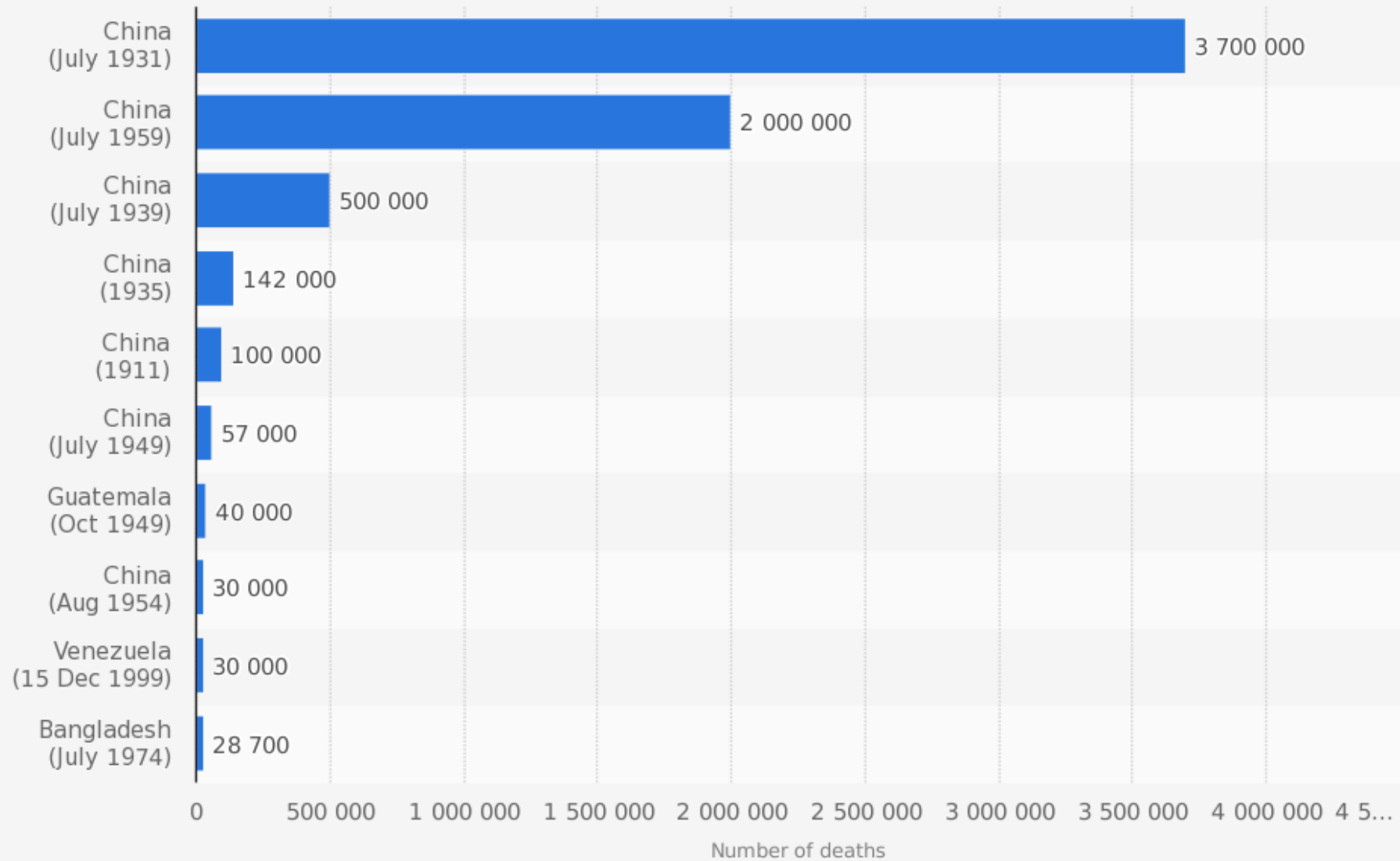


	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
FLOOD	39	43	48	49	47	58	50	68	76	46	60	77	59	84	88	81	81	77	79	88	106	102	108	123	85	129	130	226	218	166	151	183	154
STORM	43	50	52	59	57	51	56	58	60	73	137	66	76	108	81	81	77	79	88	106	102	108	123	85	129	130	76	105	111	87	91	84	
DROUGHT	14	13	13	32	8	3	4	15	17	7	12	18	12	9	13	6	6	18	20	23	27	22	25	14	11	22	9	11	16	18	16	16	
EXTREME TEMPERATURE	3	2	3	2	1	8	2	6	6	5	13	8	7	4	9	13	5	13	12	8	31	23	15	25	16	29	24	25	9	24	29	15	

Estimated damage (US\$ billion) caused by reported natural disasters 1900 - 2012



## Number of deaths due to major floods from 1900 to 2016\*



Source

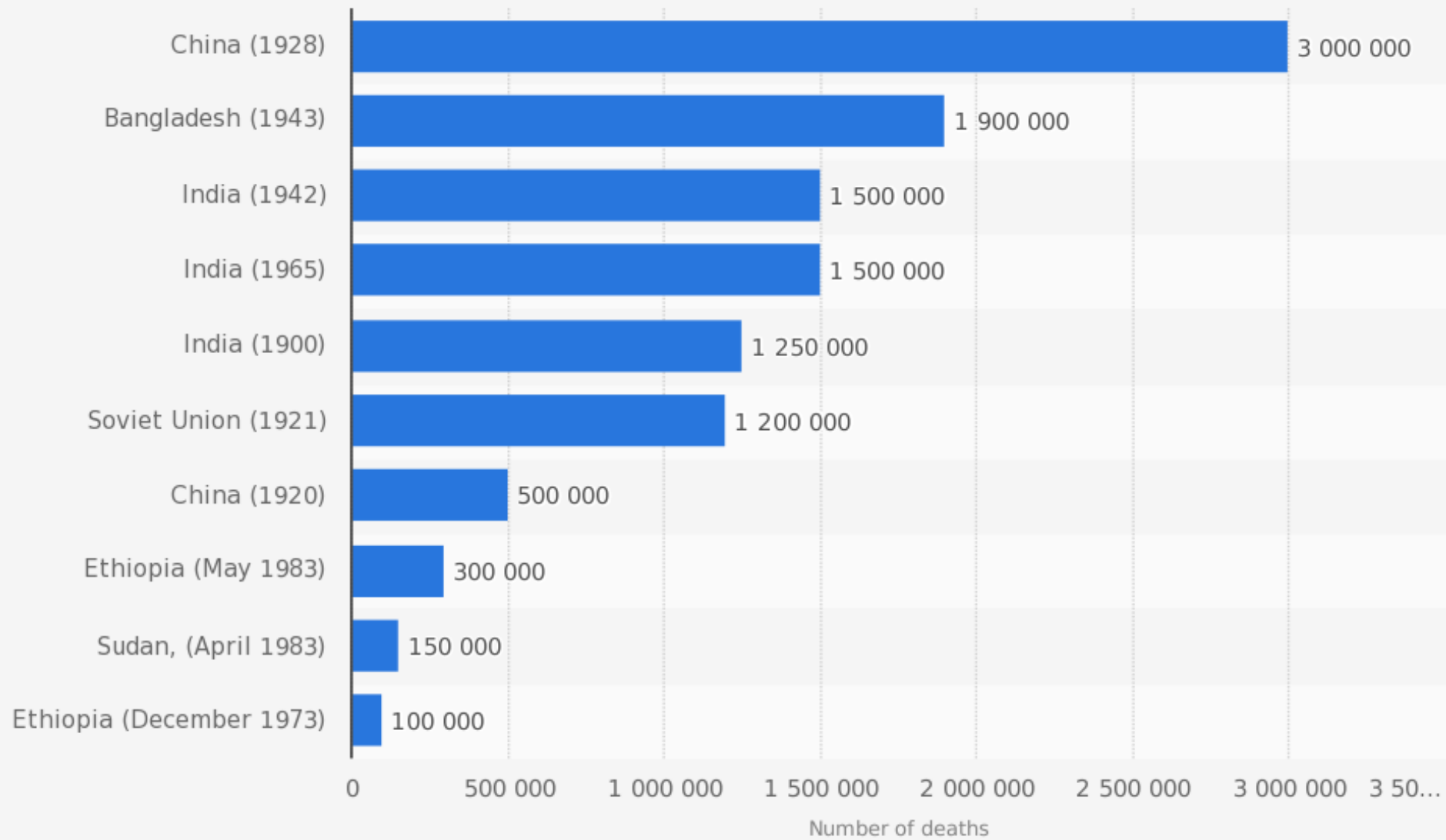
CRED

© Statista 2017

Additional Information:

Worldwide; CRED

to 2016\*

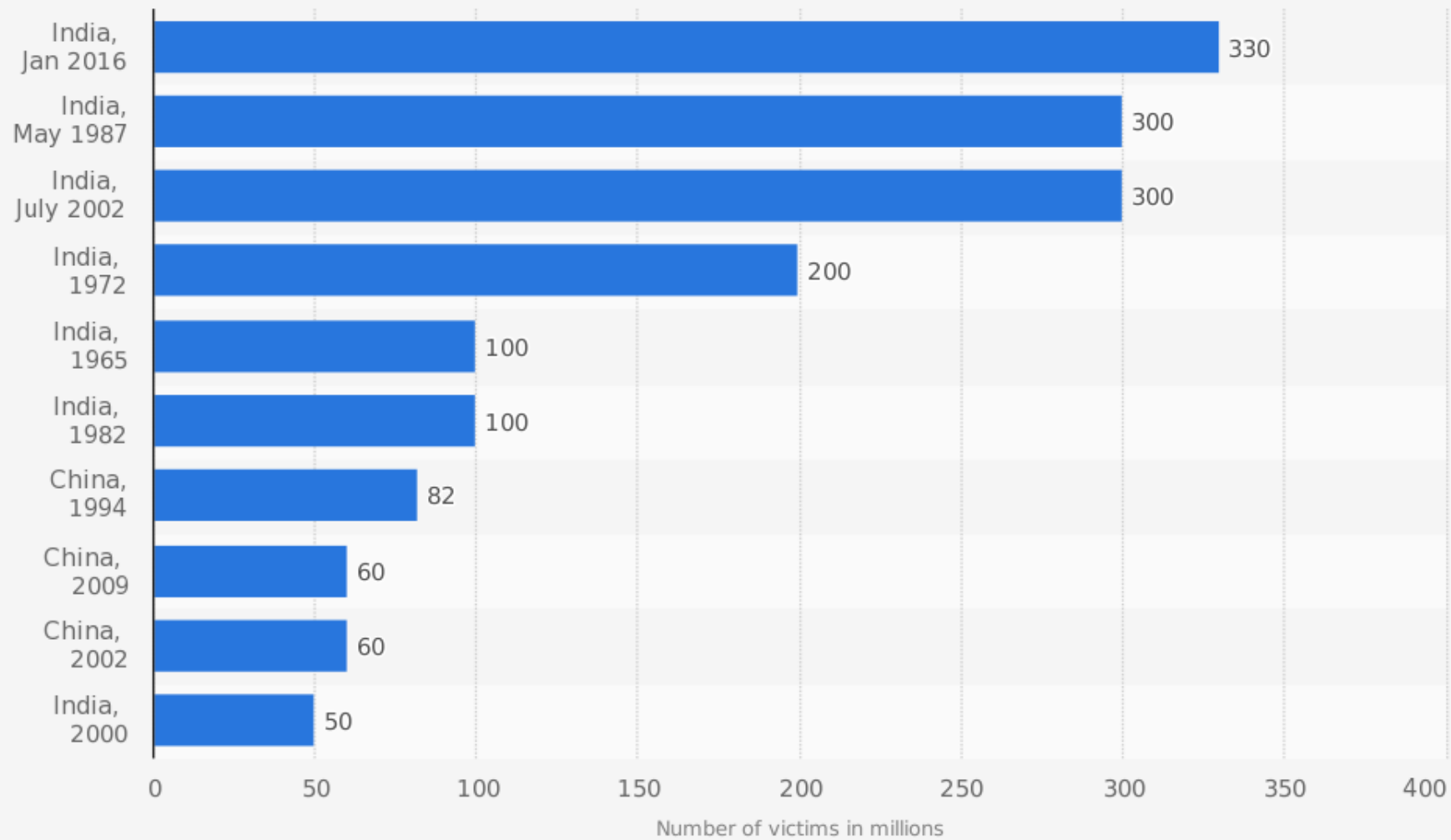


Source  
CRED  
© Statista 2017

Additional Information:  
Worldwide; CRED



## Number of people affected by the world's major droughts from 1900 to 2016\* (in million)



Source  
CRED  
© Statista 2017

Additional Information:  
Worldwide; CRED



# POČÍTÁME S KLIMATEM VE VŠECH PODOBÁCH A SITUACÍCH?

## Příklad: Ztráta příležitosti pro lyžařské areály

- v Bolívii bylo první lyžařské středisko Jižní Ameriky, od roku 2009 vůbec nefunguje
- Aspen v Kalifornii – odhad, že nejpozději v roce 2100 už nebude lyžařským střediskem

**cca 1990**



**2005**



**2012**





# A CO TŘEBA MRAZOVÉ JEVY?









# PŘÍKLAD Z USA – „DUST BOWL“

Kombinací špatné zemědělské strategie a sucha ve 30. letech 20. století došlo k tomu, že sucha a eroze zasáhly 400 000 km<sup>2</sup> ve státech Texas a Oklahoma a také Nové Mexiko, Colorado a Kansas. Ekologická katastrofa donutila tisíce rodin k migraci, která zhoršovala probíhající Velkou hospodářskou krizi. Více než 0,5 mil. lidí zůstalo bez domova.







<http://domaci.ihned.cz/c1-55925040-nejvetsi-lesni-pozar-v-cr-za-15-let-hasici-u-bzence-dostali-pozar-pod-kontrolo>

# JE NA VINĚ PŘÍRODA?

- 80% ztrát při přírodních katastrofách v EU je způsobeno meteorologickými jevy a klimatická změna situaci zhorší
- Odhady ekonomických ztrát povodněmi v roce 2050 v Evropě – **pětinásobek** současné hodnoty, **pokud nezměníme přístup**
- **Ale pouze jedna třetina zvýšení bude způsobena změnou klimatu, zbylé 2/3 by byly způsobeny lidským chováním**



# JAK SE KE KLIMATICKÉ ZMĚNĚ A KATASTROFÁM STAVÍ „VELCÍ HRÁČI“?





# EUROPE TO BE HIT HARD BY CLIMATE-RELATED DISASTERS IN THE FUTURE

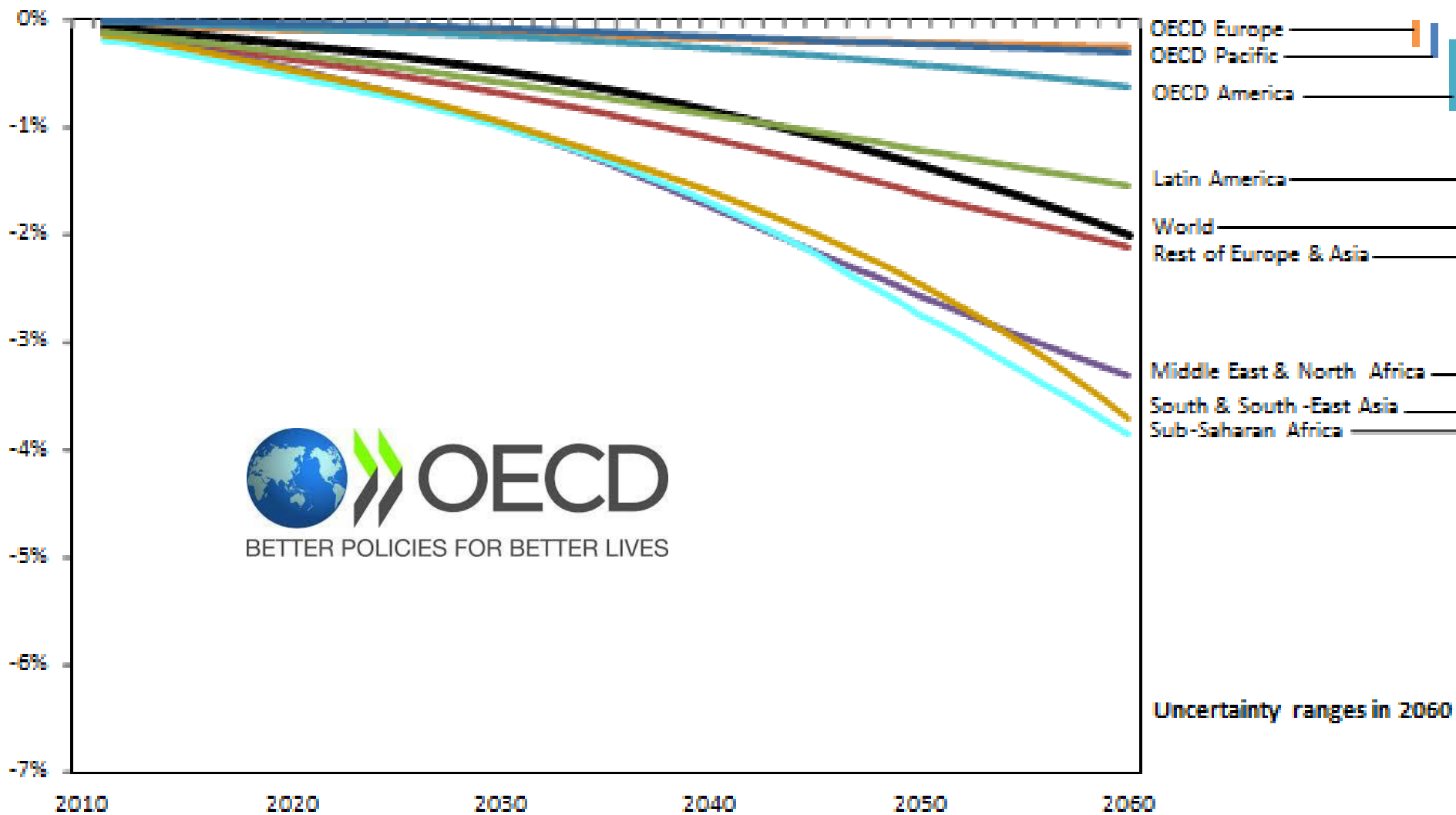
**„Weather-related disasters could affect around two-thirds of the European population annually by the end of this century. This could result in a 50-fold increase in fatalities compared to today if no measures are taken, according to a new study by the Joint Research Centre – the science and knowledge service of the European Commission.“**





# Regional damages from selected climate change impacts

Central projection, % change in regional GDP



Source: OECD (2015), The Economic Consequences of Climate Change

# CLIMATE CHANGE IS KEY DRIVER OF DISASTERS







THE CENTER FOR  
CLIMATE AND  
SECURITY



# OSCE: PROJECT CLIMATE CHANGE AND SECURITY IN EASTERN EUROPE, CENTRAL ASIA AND THE SOUTHERN CAUCASUS





# CO NÁM JEŠTĚ HROZÍ?

- Černé labutě
- Šedí nosorožci





# NUTNOST POZNÁNÍ PRO BEZPEČNOST – MNOHOKRÁT NÁS PŘÍRODA PŘEKVAPILA „ČERNOU LABUTÍ“

Co je to „černá labuť“? Týká se nejistot o nebezpečí v našem poznání – máme různé typy vědění

- Známé známé nebezpečí
- Známé neznámé nebezpečí
- **Neznámé neznámé nebezpečí**





# A CO ŠEDÍ NOSOROŽCI?

- O problému víme, víme že může být vážný, ale nevěnujeme mu pozornost – podceňujeme jej



# DĚKUJI ZA POZORNOST (ALE JEŠTĚ NEKONČÍM!)



Není to špatný, ale některým společensky výbušným tematům byste se měl jako karikaturista vyhnout... třeba počasí.



## A TEĎ TA PROSBA....

- Jak jste si určitě všimli, v prezentaci vůbec nebyla zmíněna bezpečnost práce.
- Ne, že by o tom nic nebylo, např. ILO napsalo celou příručku...
- Ale rád bychom využili vzácné příležitosti a zeptali se Vás. Klimatických odborníků nebo expertů zajímajících se o klima, na Vaše názory.
- **Můžete nám pomoci?**

# *Klima města jako bezpečnostní riziko do budoucnosti*

Pavel Zahradníček, Michal Žák, Petr Skalák, Petr Štěpánek atd.

 EUROPEAN UNION  
European Structural and Investment Funds  
Operational Programme Research,  
Development and Education

 MŠMT  
MINISTRY OF EDUCATION,  
YOUTH AND SPORTS

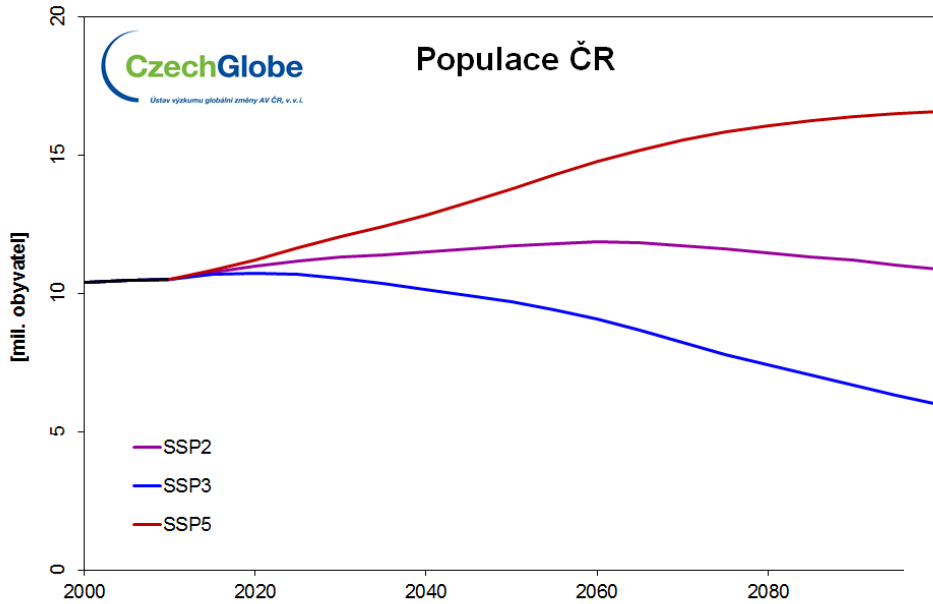
„SustES - Adaptation strategies for sustainable ecosystem services and food security under adverse environmental conditions“ (CZ.02.1.01/0.0/0.0/16\_019/0000797)

**Czechglobe – Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i**

**Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno**

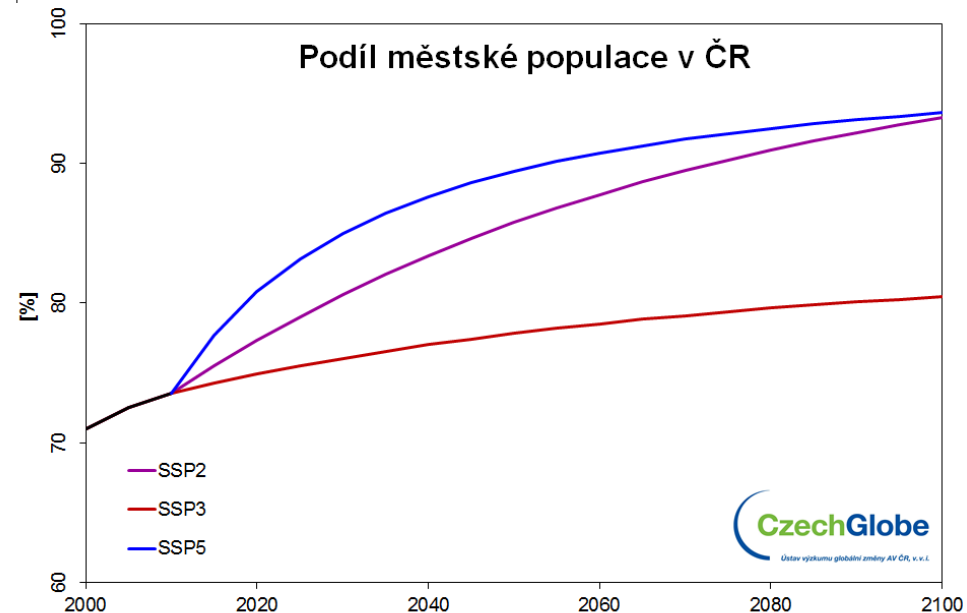
 **CzechGlobe**  
Centrum výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i.





Většina populace žije ve městech

Podíl městského obyvatelstva bude nadále narůstat bez ohledu na scénář vývoje počtu obyvatel ČR



SSP2: sociální, ekonomické a technologické trendy budou pokračovat podobně jako v minulosti,

SSP3: v budoucnosti převládne regionální zaměření, soutěživost mezi regiony a ústup globalizace,

SSP5: pokračující integraci globálních trhů a rychlý ekonomický rozvoj.

## 1. UHI (<http://eu-uhi.eu/cz/>)

- První projekt, na propojení týmů – klimatologové, urbanisty, ekologové, městská správa

## 2. UrbanAdapt

(<https://urbanadapt.cz/cs>)

- Zaměřeno na adaptační opatření
- Praha, Brno, Plzeň

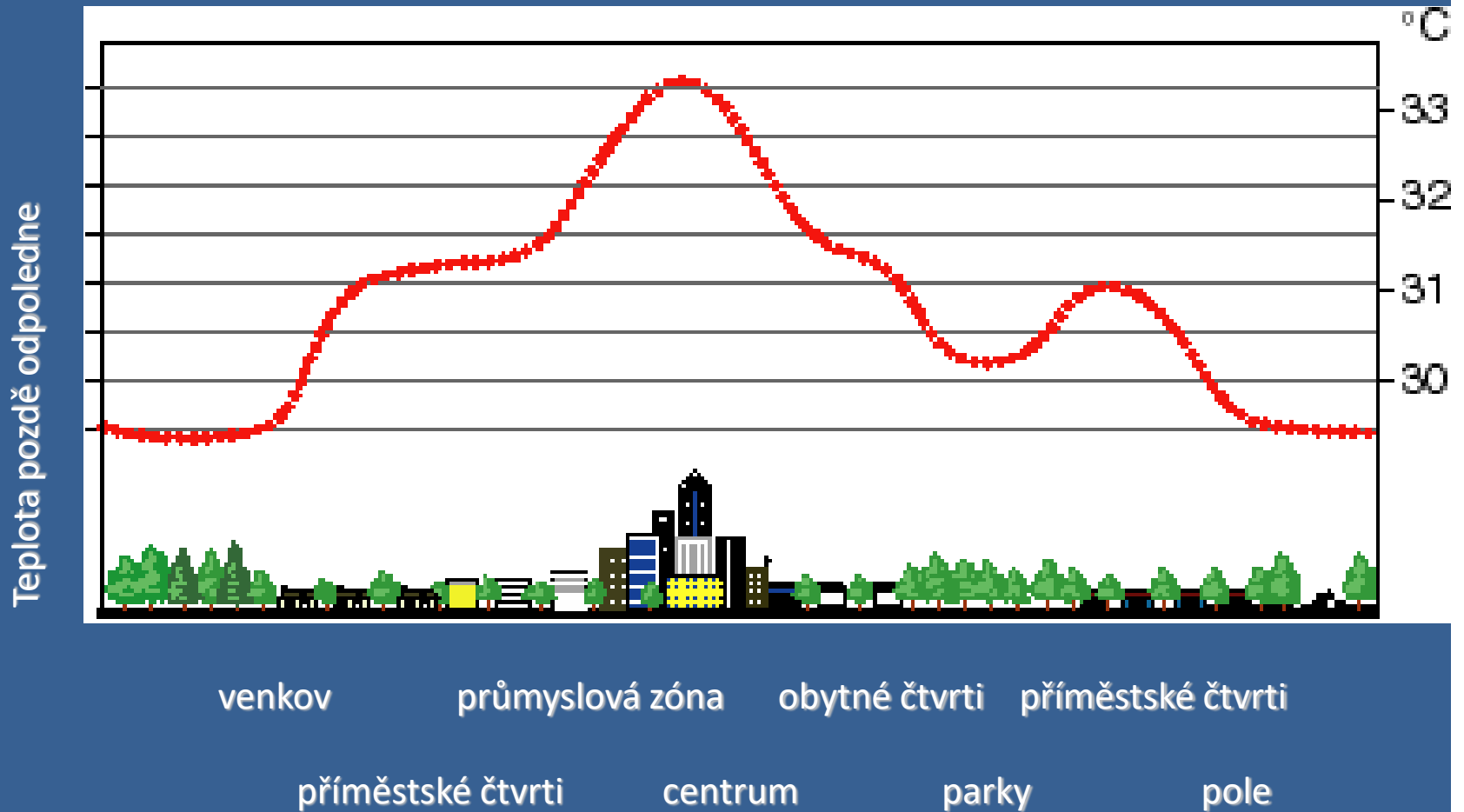
## 3. UrbiPragensis

- Lepší předpověď počasí pro Prahu
- Lepší předpověď rozptylových podmínek
- Klimatické změny v Praze



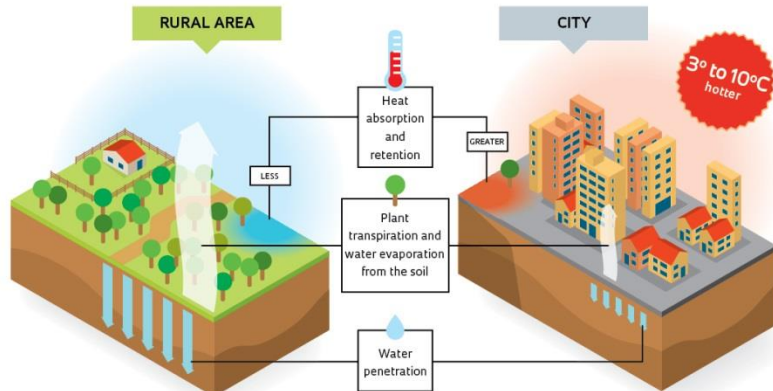


## Náčrt profilu tepelného ostrovu města

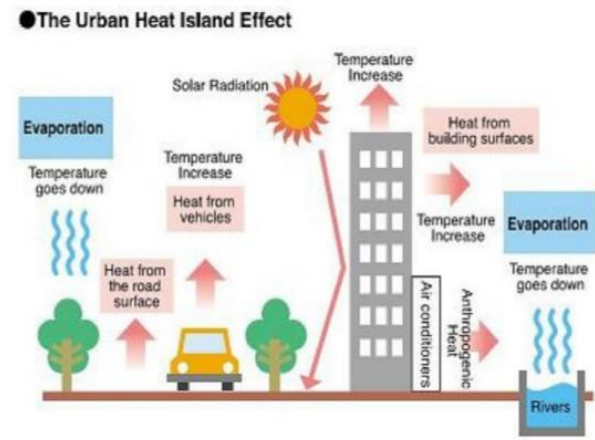


- **Geometrie města** – mnohonásobný odraz a absorpce záření v površích zvětšují intenzitu absorpce tepla (tzv. efekt kaňonů), zeslabení větru
- **Změna aktivního povrchu** – použití umělých materiálů (asfalt, beton) s odlišnými absorpčními tepelnými vlastnostmi než přirozený povrch => změna energetické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

## Why the urban heat island effect occurs



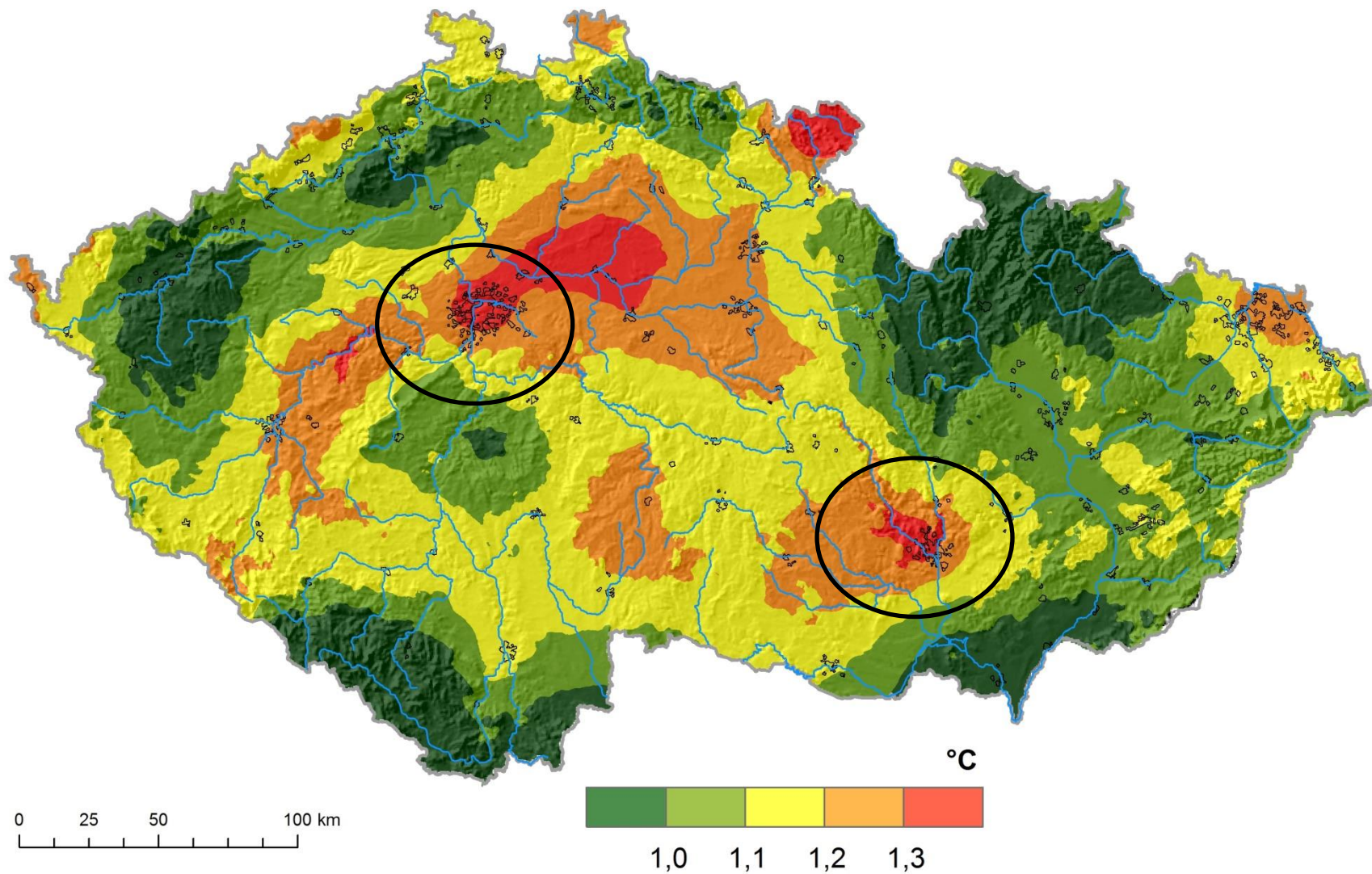
## What is an Urban Heat Island?



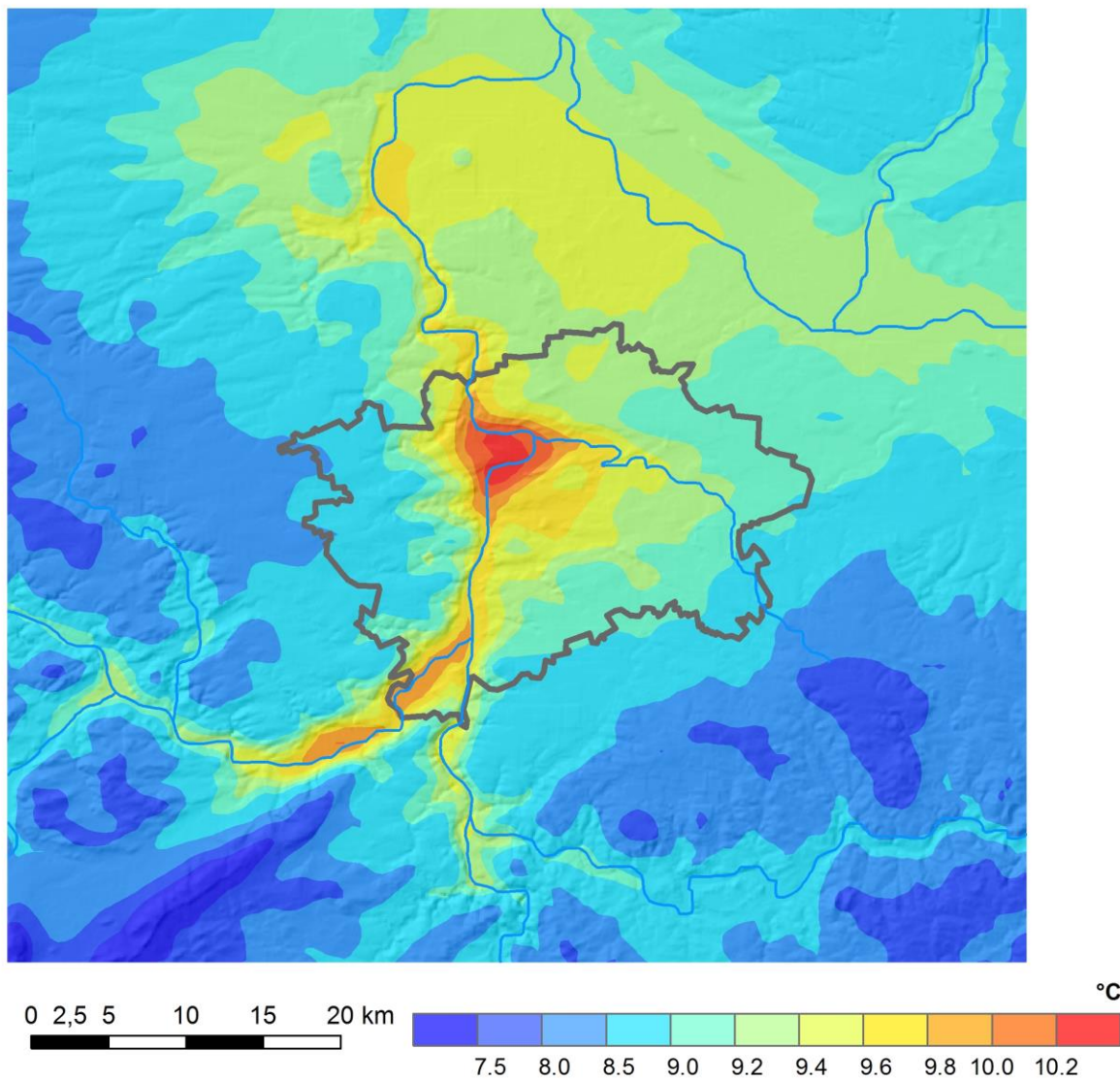


# Tepelný ostrov města

Rozdíl roční teploty vzduchu v letech 2001-2016  
od normálu 1961-1990

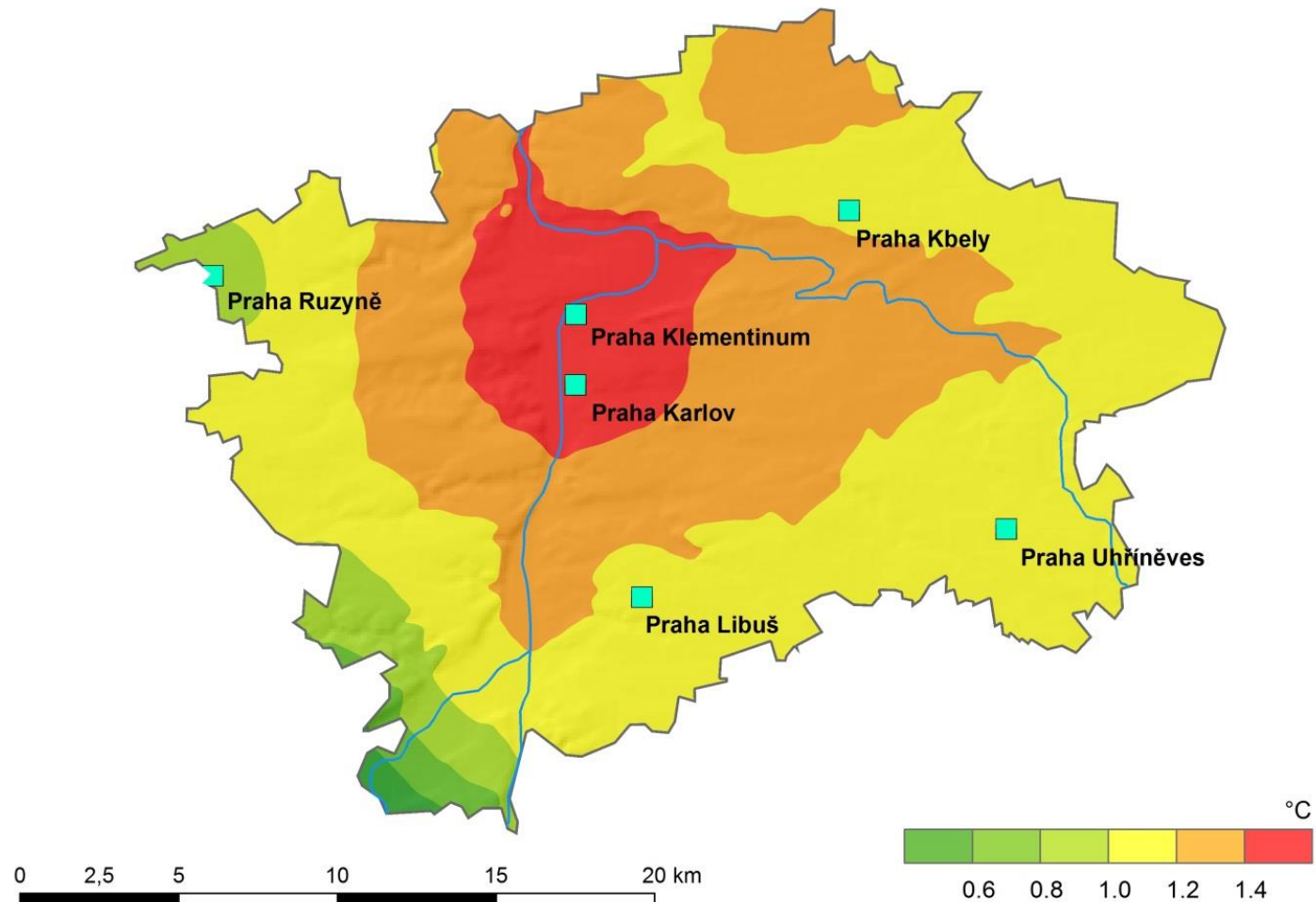


## Průměrná roční teplota vzduchu 1961-2015

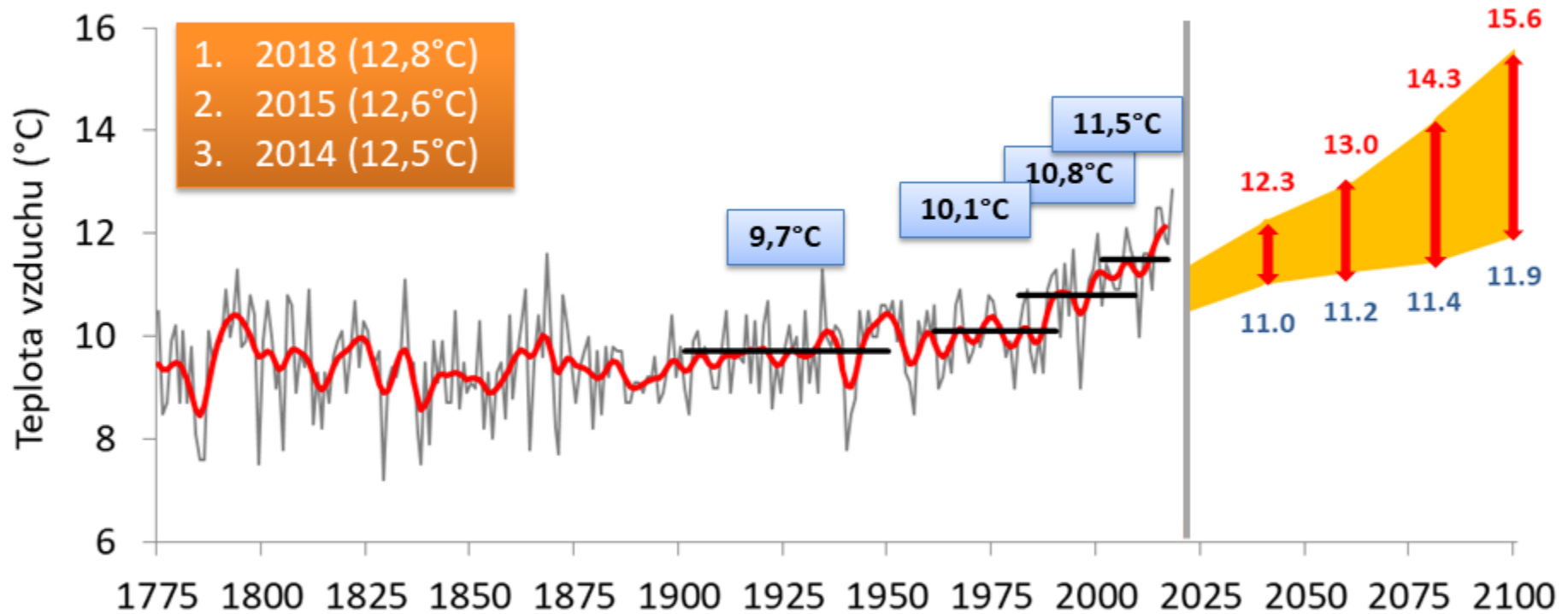




Rozdíl ročního průměru minima teploty vzduchu v letech 2001-2010 a 1961-1971

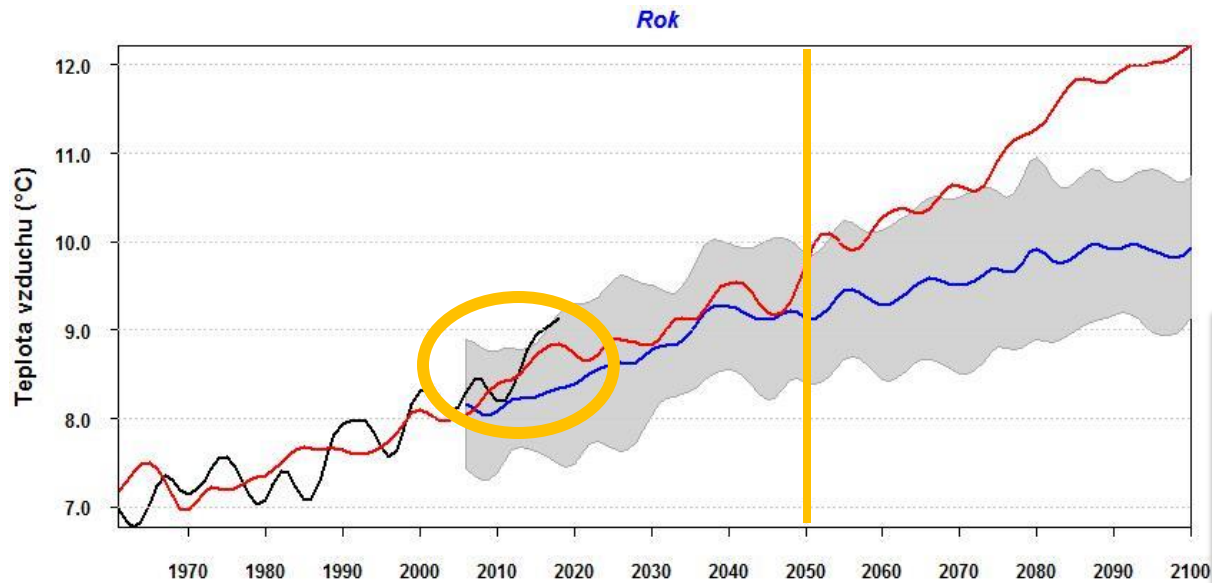


## Vývoj průměrné roční teploty vzduchu v Praze

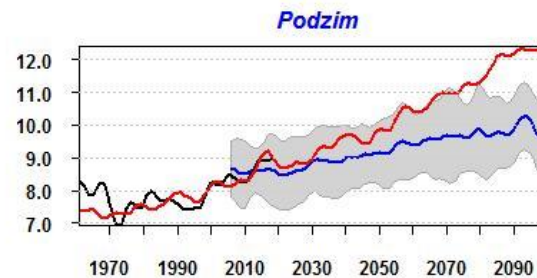
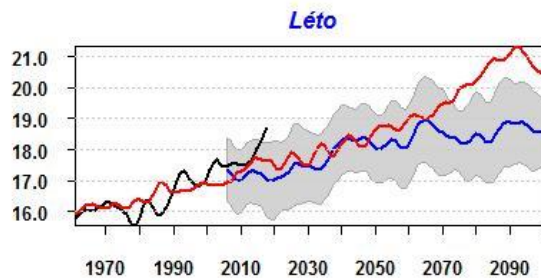
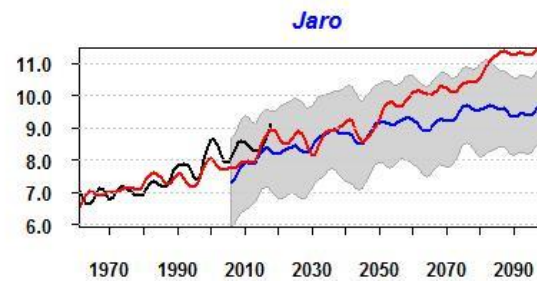
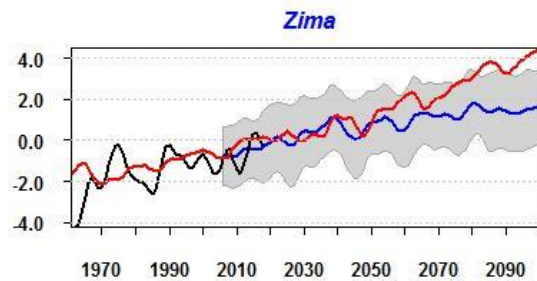




# Očekávaná změna teploty vzduchu



- Do roku 2050 – vývoj stejný podle obou emisních scénářů
- Po roce 2050 „rozevírání nůžek“
- Nevyhnutelná změna o 2°C do roku 2050
- Současnost je výše než výhled modelů pro toto období



Červeně – RCP8.5  
Modře – RCP4.5  
Černá - současnost

# Horké letní dny

Tropické dny – maxima nad 30°C

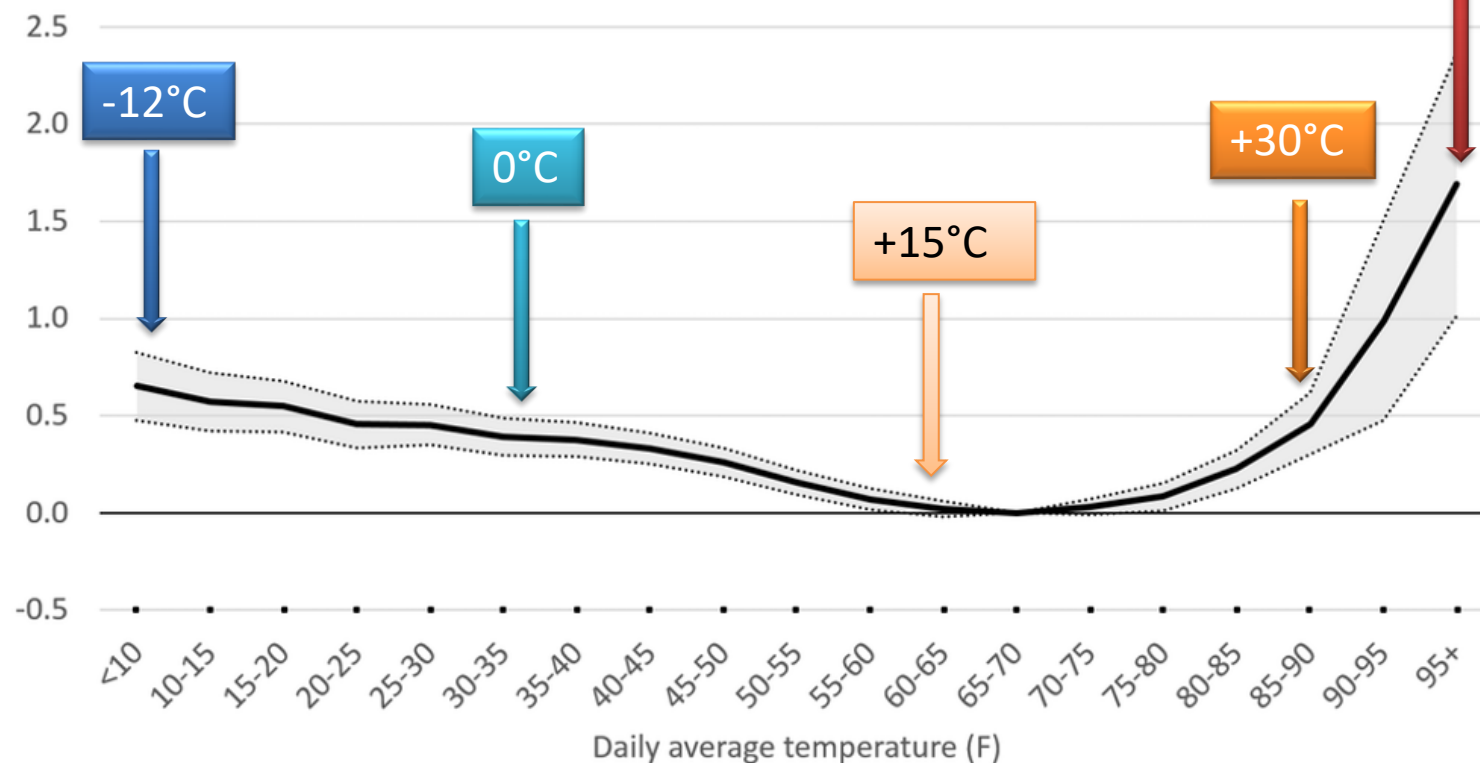
Tropické noci – v noci neklesne teplota pod 20°C

Horké vlny – několik dní po sobě s vysokou teplotou vzduchu

Při kombinaci horkých vln a tropických noci roste riziko zdravotních komplikací – hlavně problém velkých měst

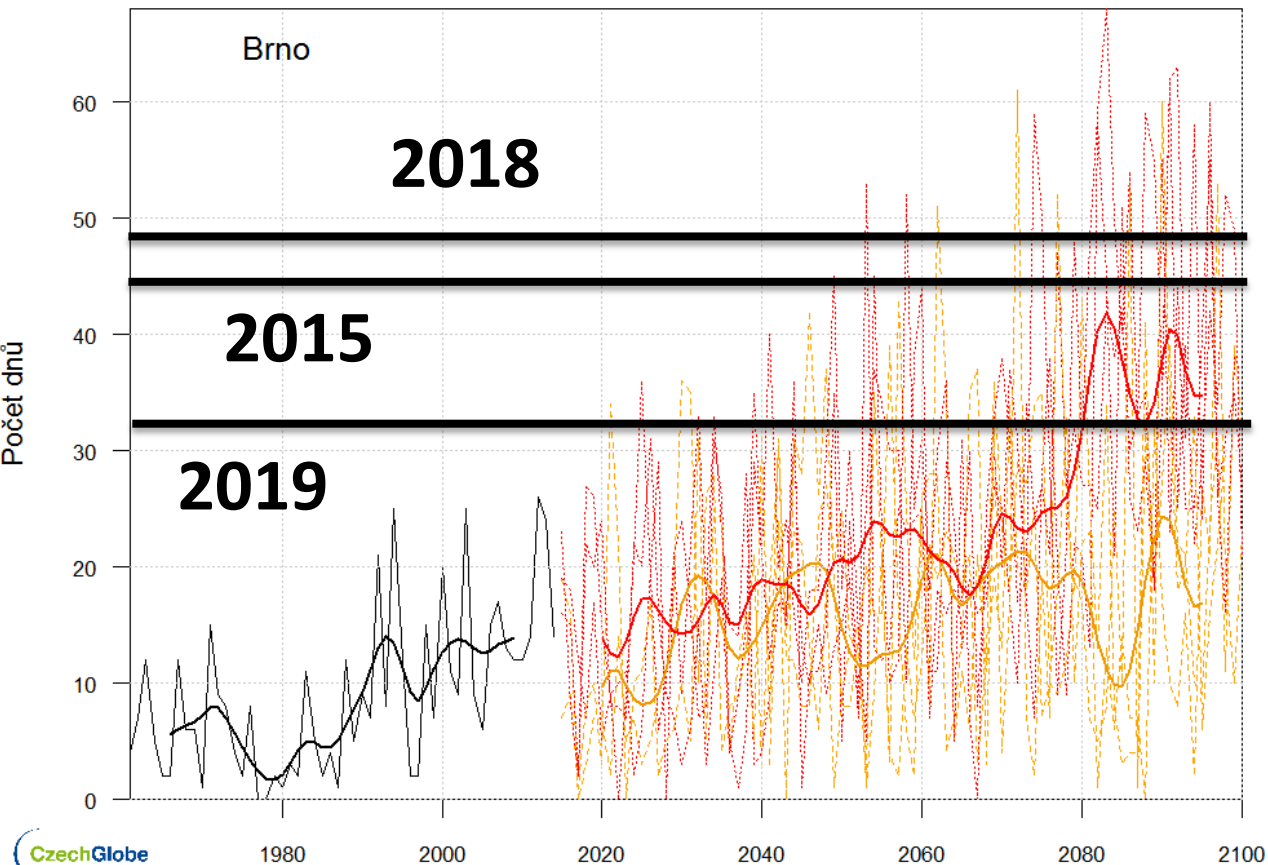
## Effect of temperature on mortality

Deaths per 100,000 individuals, ages 65 - 100

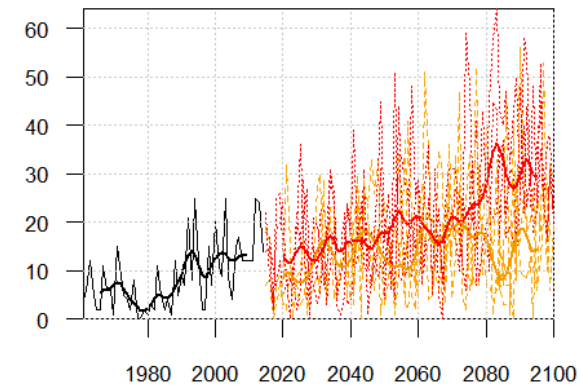




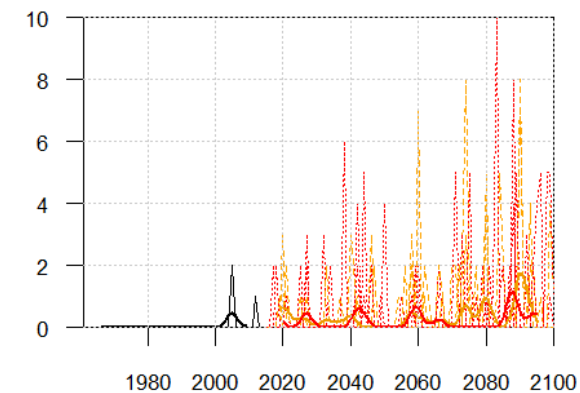
Rok



Léto



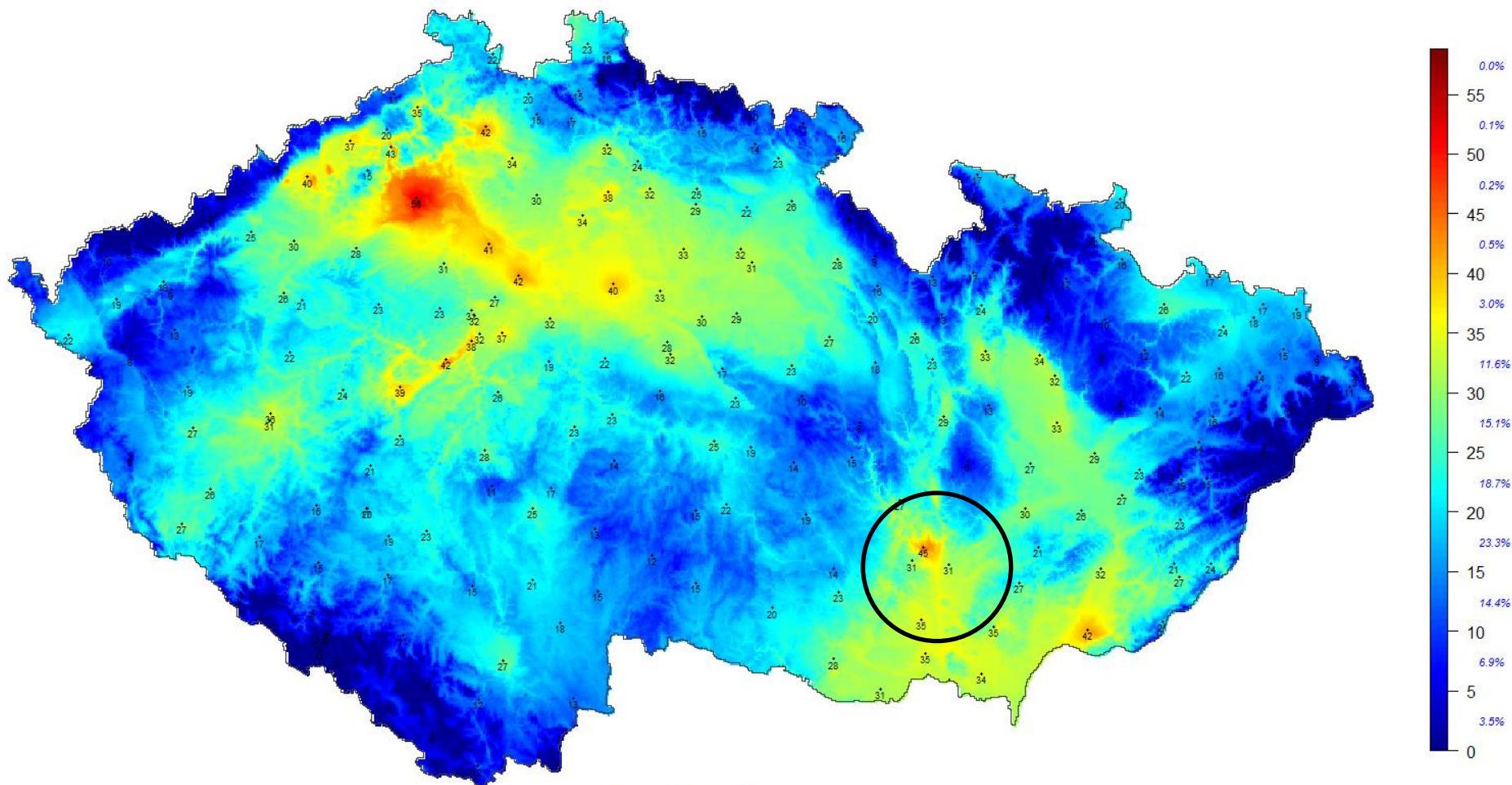
Jaro



Počet tropických dnů v roce 2018

Rozdíl Brno-centrum vs. okolí

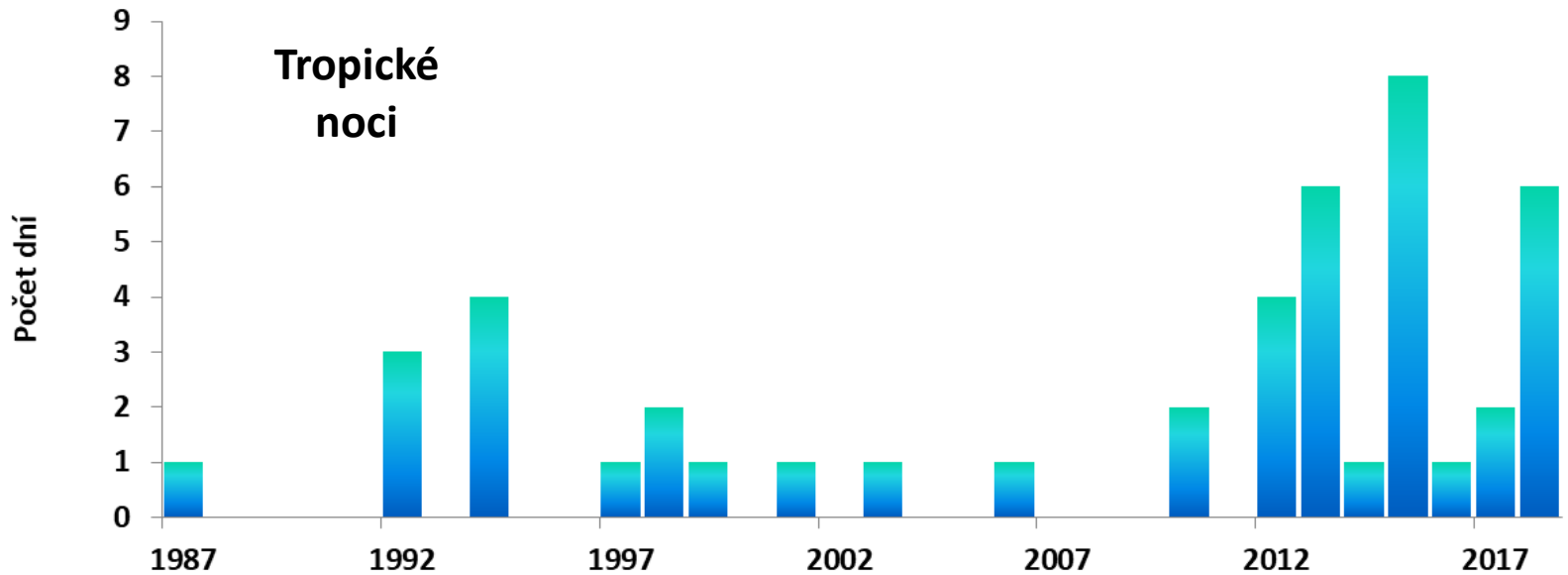
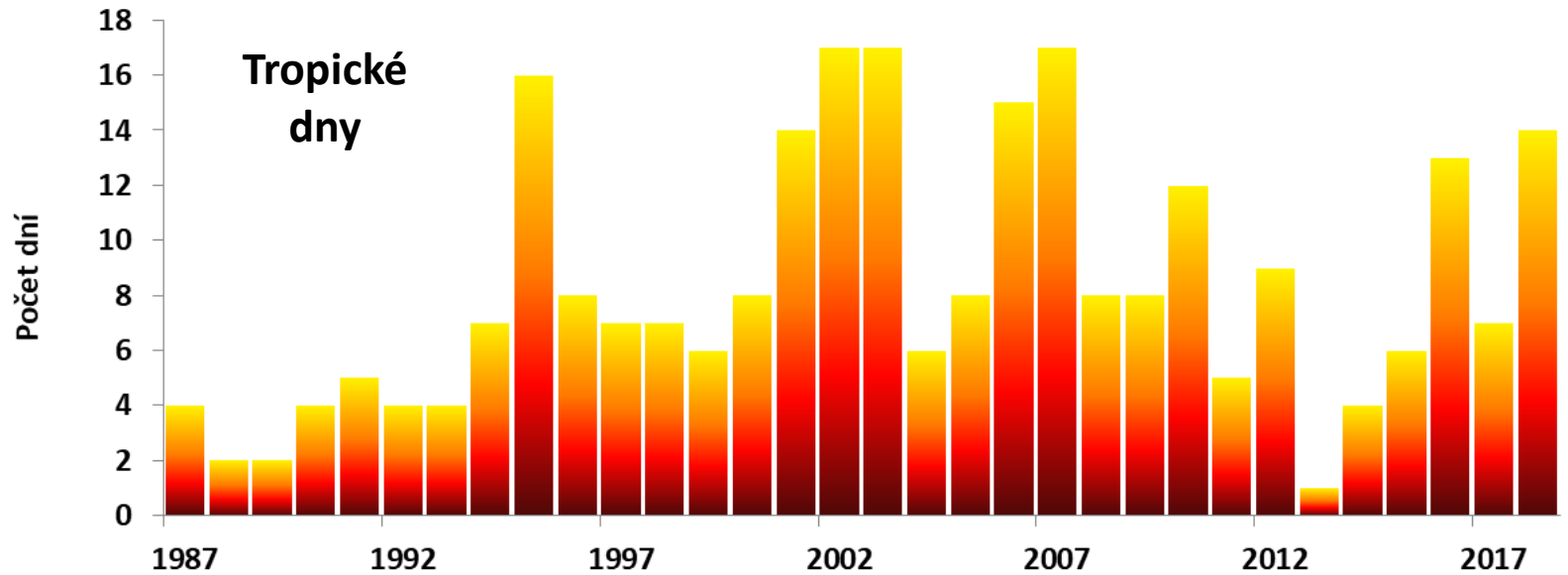
TROP\_2018\_21-00.tif (values WITH residuals)

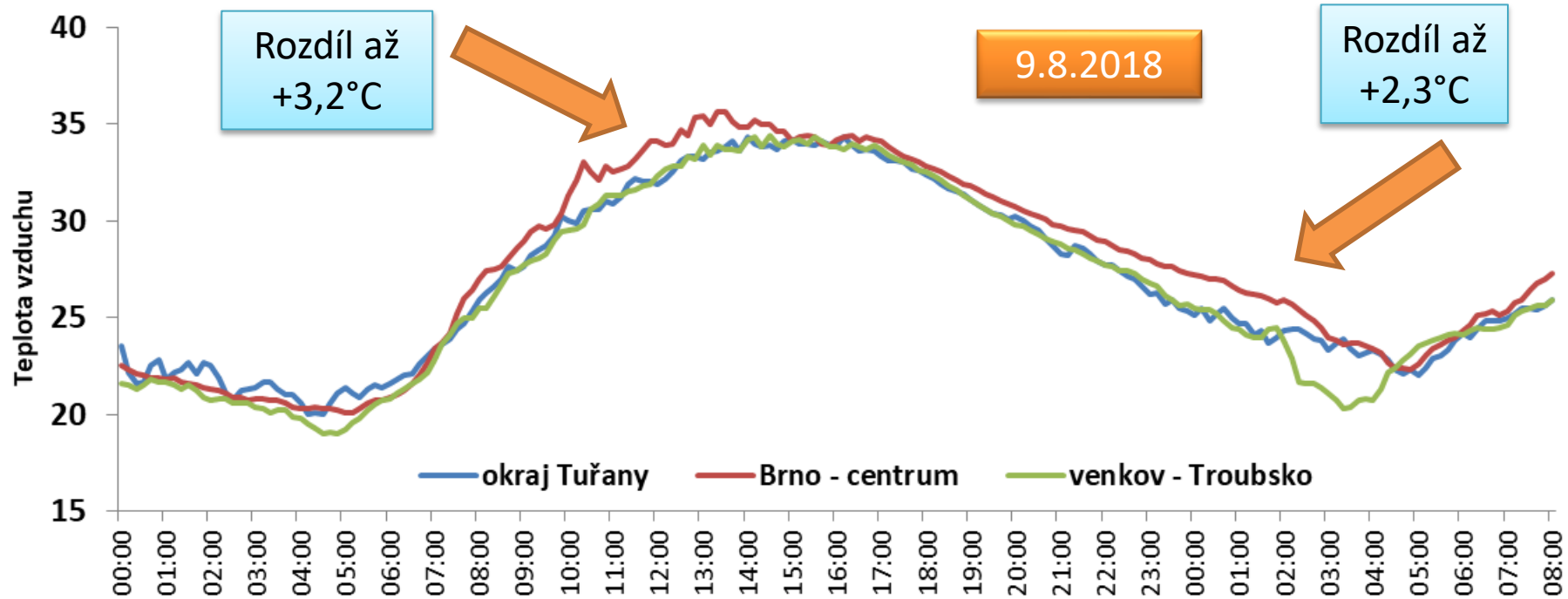
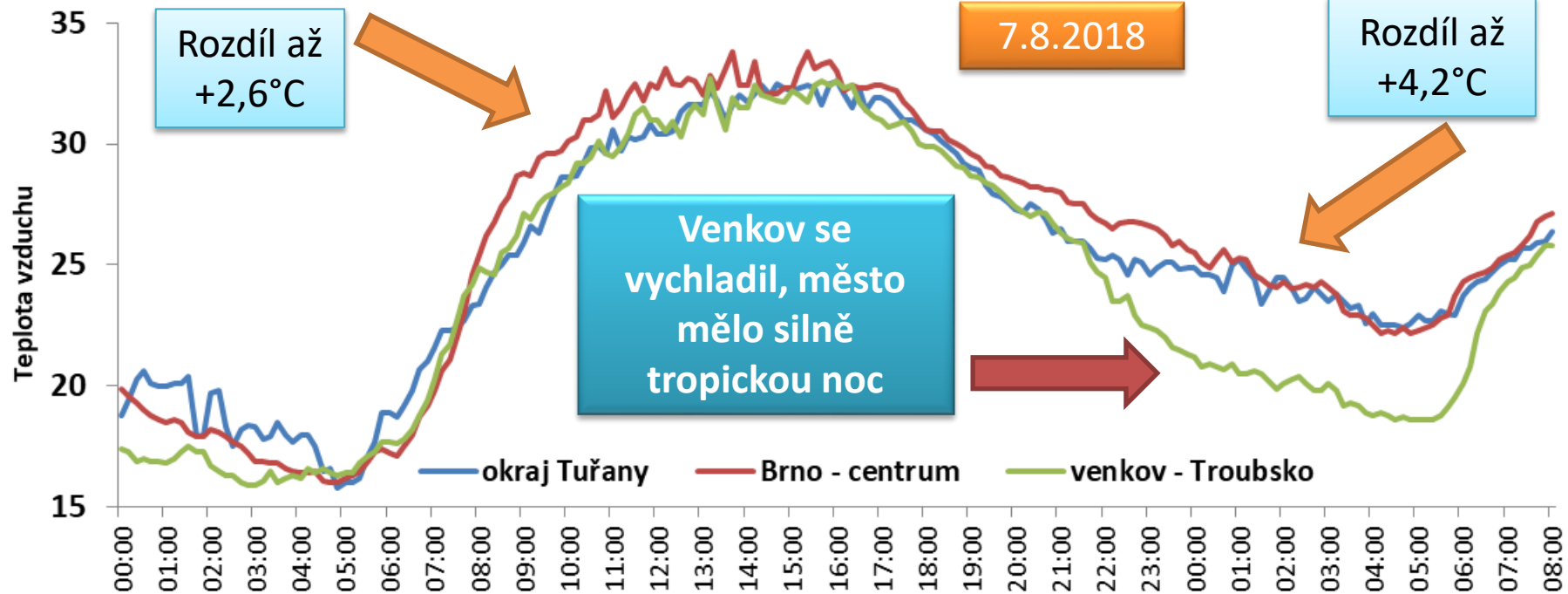


$N\_YEAR \sim alt\_ + Slope + TRI (RK, WITH residuals)$



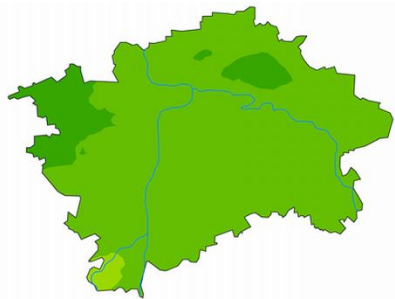
# Tropické dny a noci – rozdíl Brno město a venkov







1981-2010



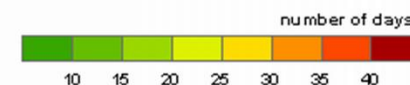
**Praha**



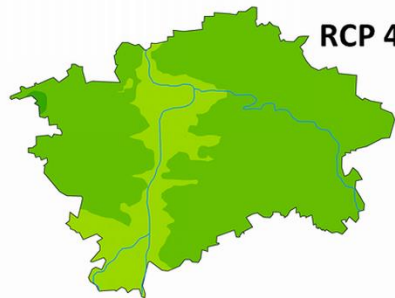
1981-2010



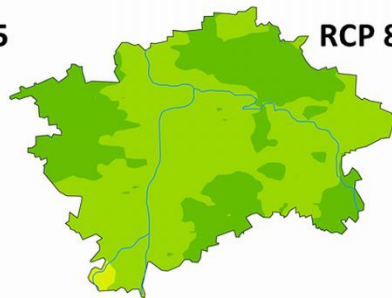
**Brno**



2021-2040

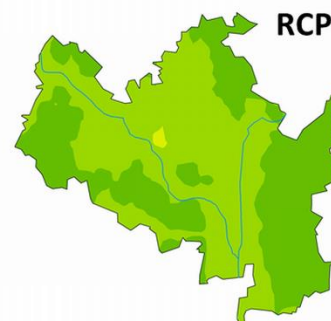


RCP 4.5

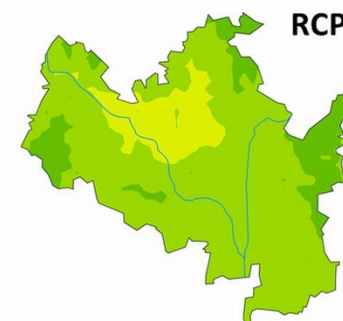


RCP 8.5

2021-2040

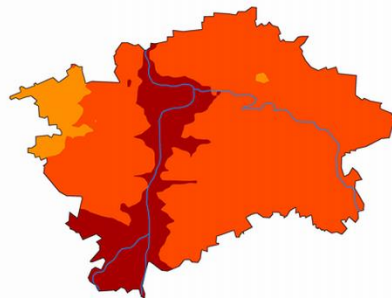
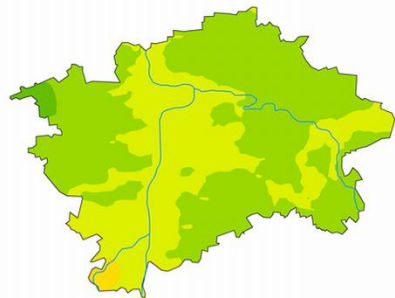


RCP 4.5

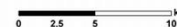
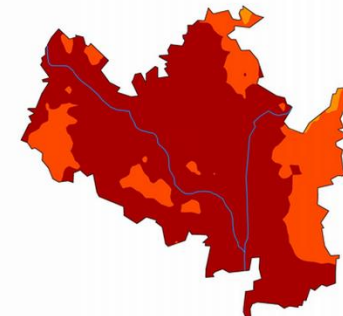
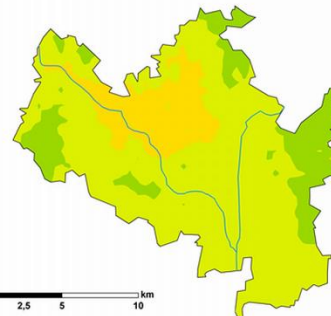


RCP 8.5

2081-2100



2081-2100



Průměr z 3 RCM modelů pro dva emisní scénáře, 2021-2040 a 2081-2100

# Zima ve městě – mrazové dny

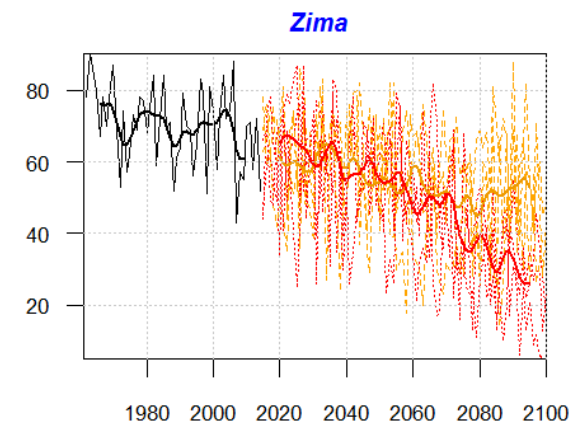
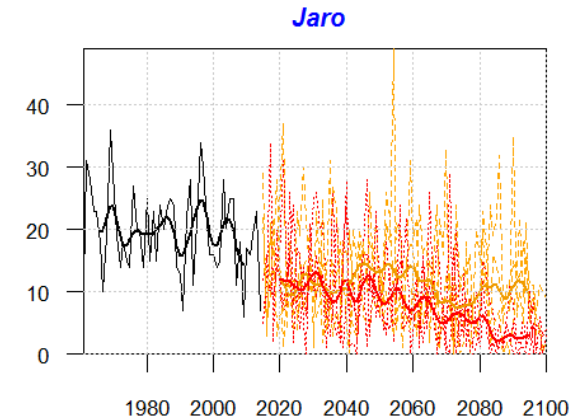
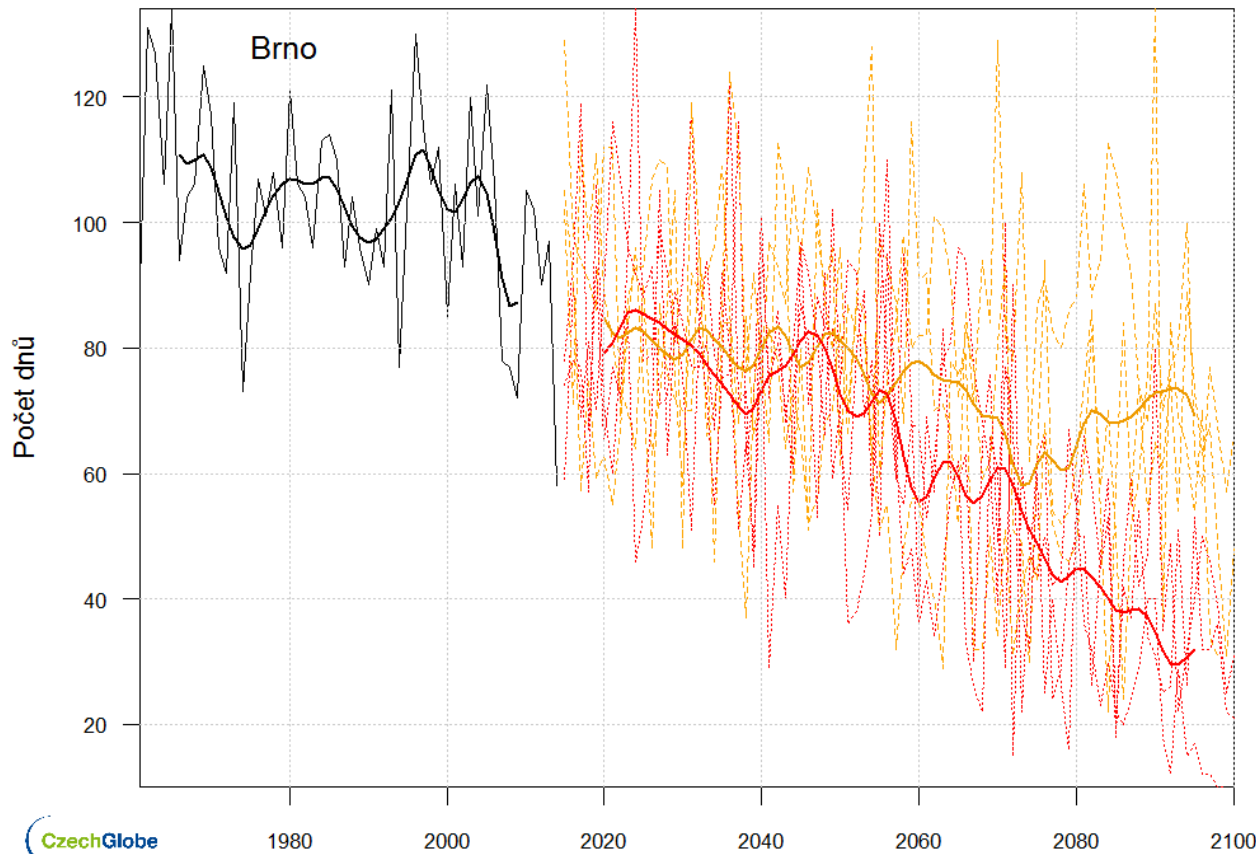
Den, kdy spadne teplota pod 0°C

Klesající trend

Nevýhoda pro horské oblasti

Výhoda pro města – méně topení, méně sněžení, dříve roztává sněhová pokrývka

Předpokládaný pokles úmrtnosti způsobené umrznutím



Červená čára je RCP 8.5, oranžová je emisní scénář 4.5

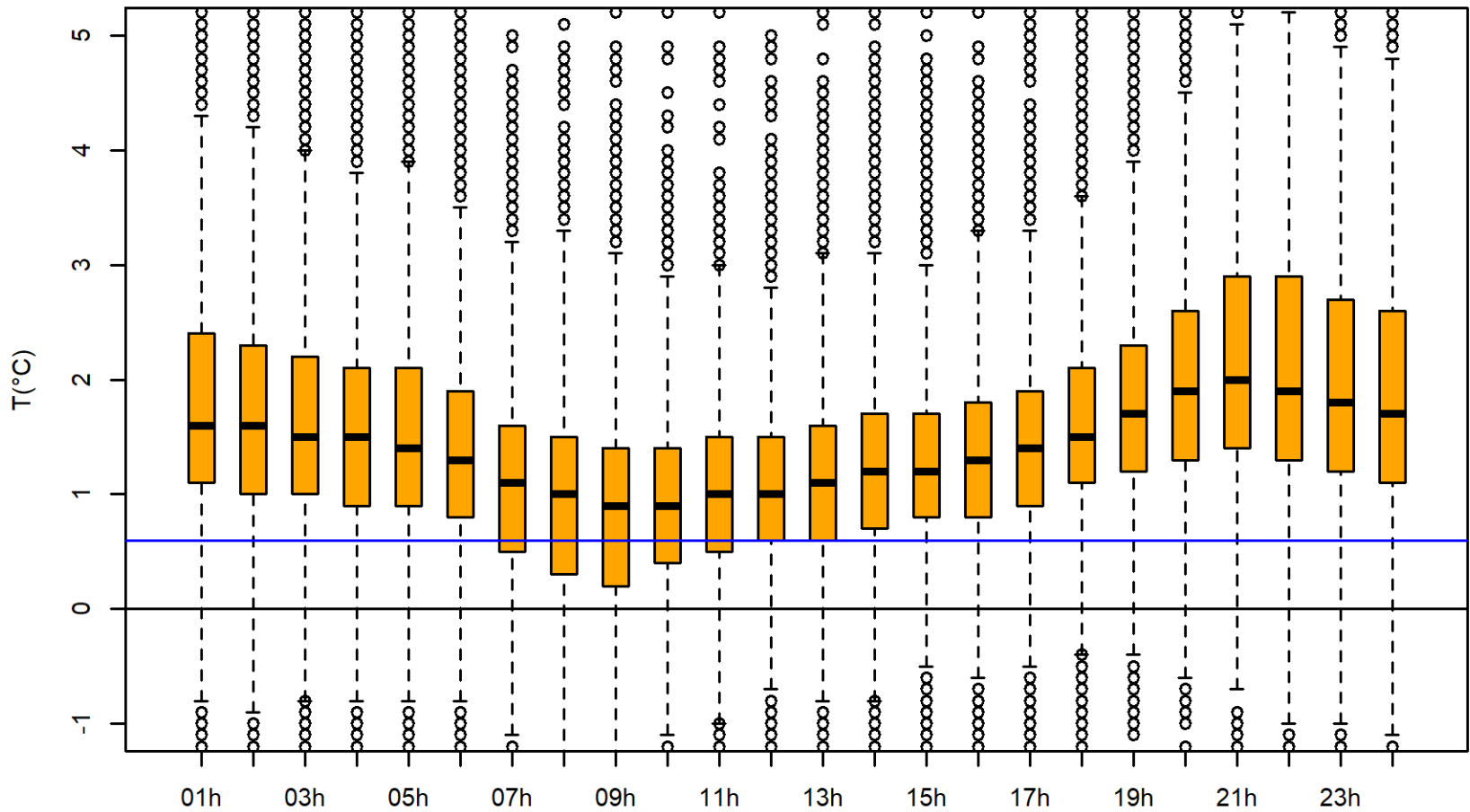


# Denní chod teplotních rozdílů

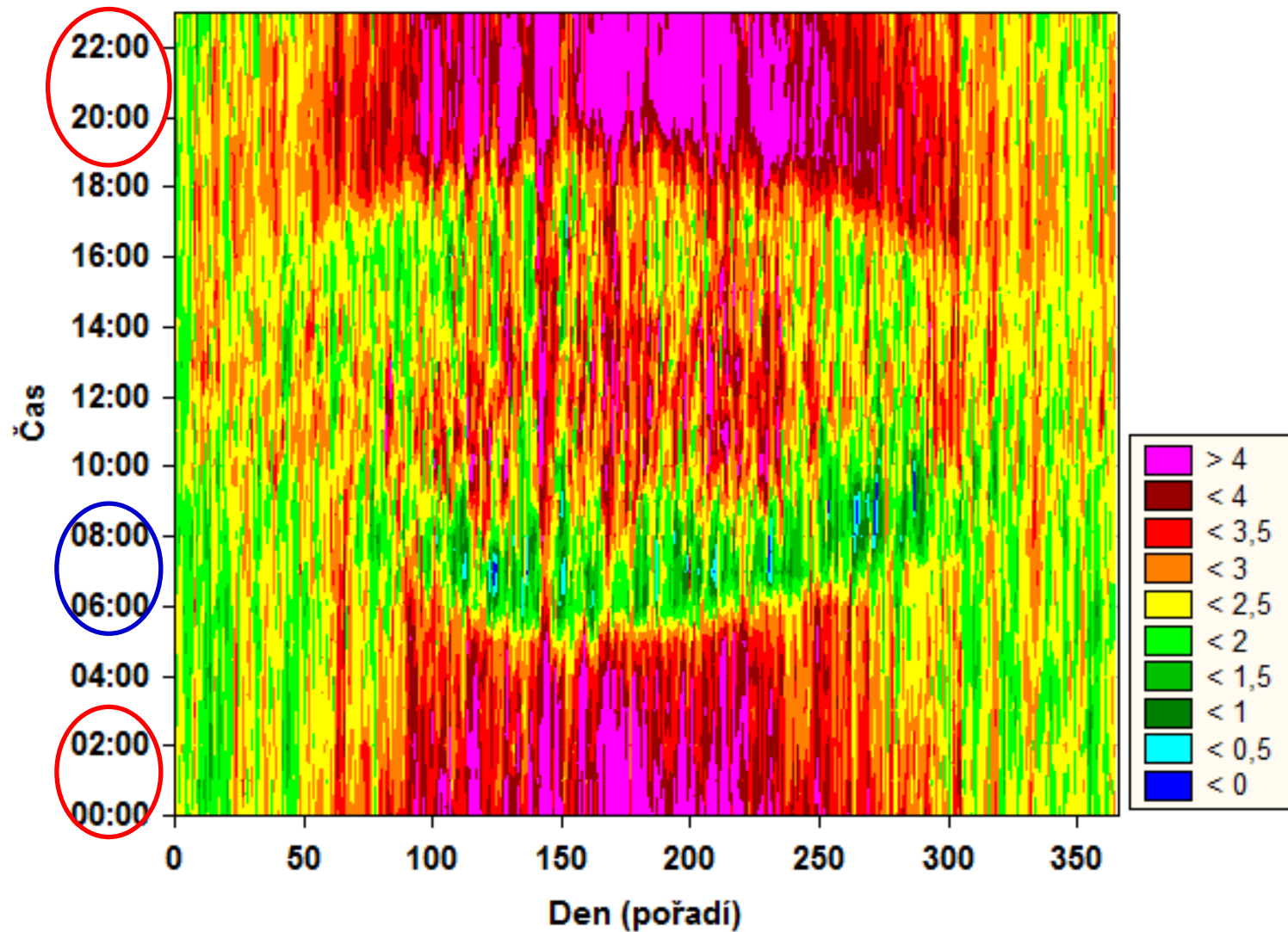
Rozdíl teploty mezi centrem a okolím není během dne a i roku konstantní

Největší rozdíl od 21 do 05 hodiny ránní – špatná ventilace města

Rozdíl Karlov vs. Ruzyně



- Rozdíly pocitové teploty Praha centrum vs. okrajové



200. den = 19. července

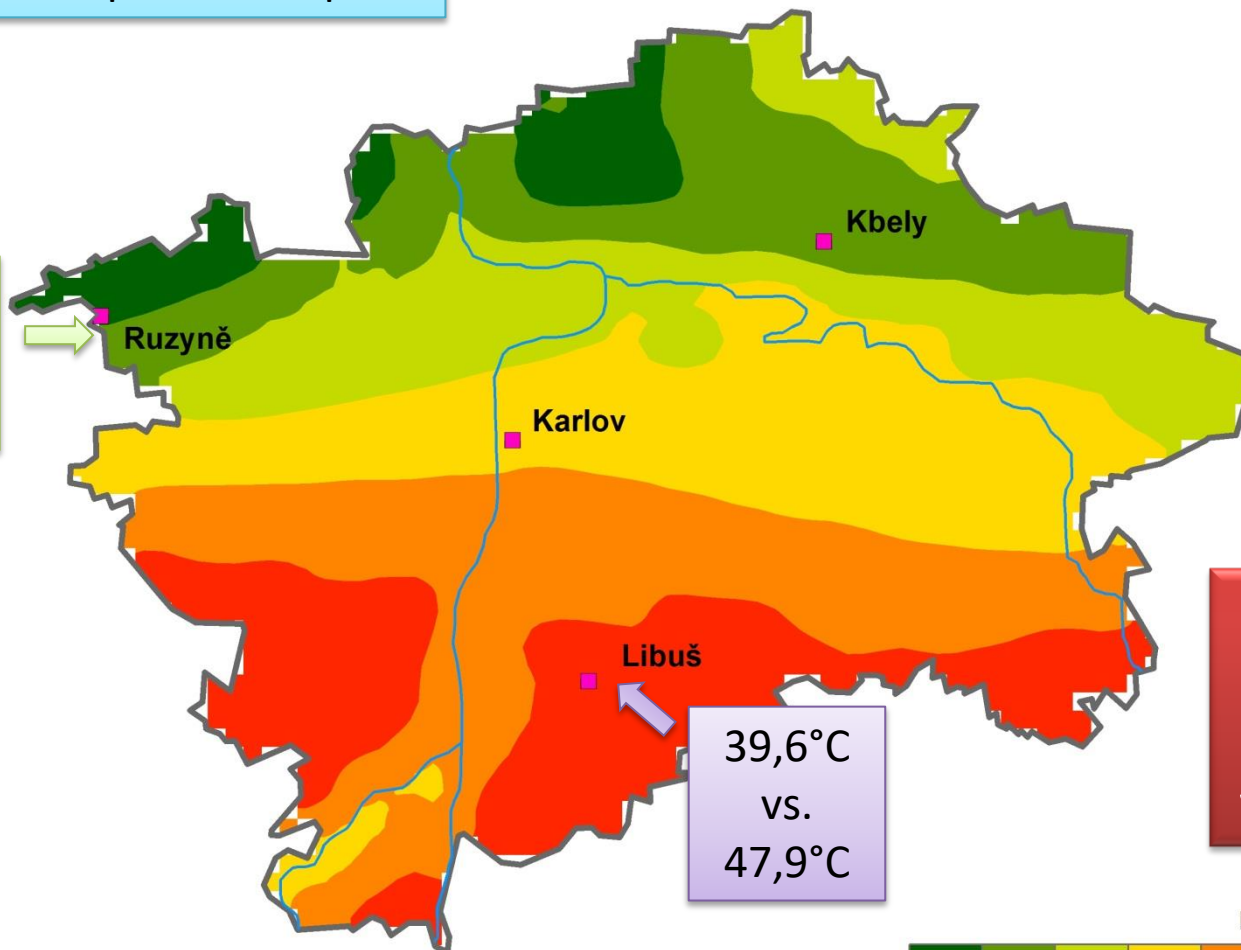


# Pocitová teplota

Teplota vzduchu v meteorologické budce byla výrazně nižší než pocitová teplota

Nejteplejší den v historii Prahy  
20.8.2012

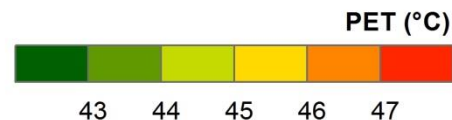
37,4°C  
vs.  
42,8°C



39,6°C  
vs.  
47,9°C

Pocitová  
teplota je za  
horkých dnů  
vyšší i než 47°C

0 2,5 5 10 15 20 km



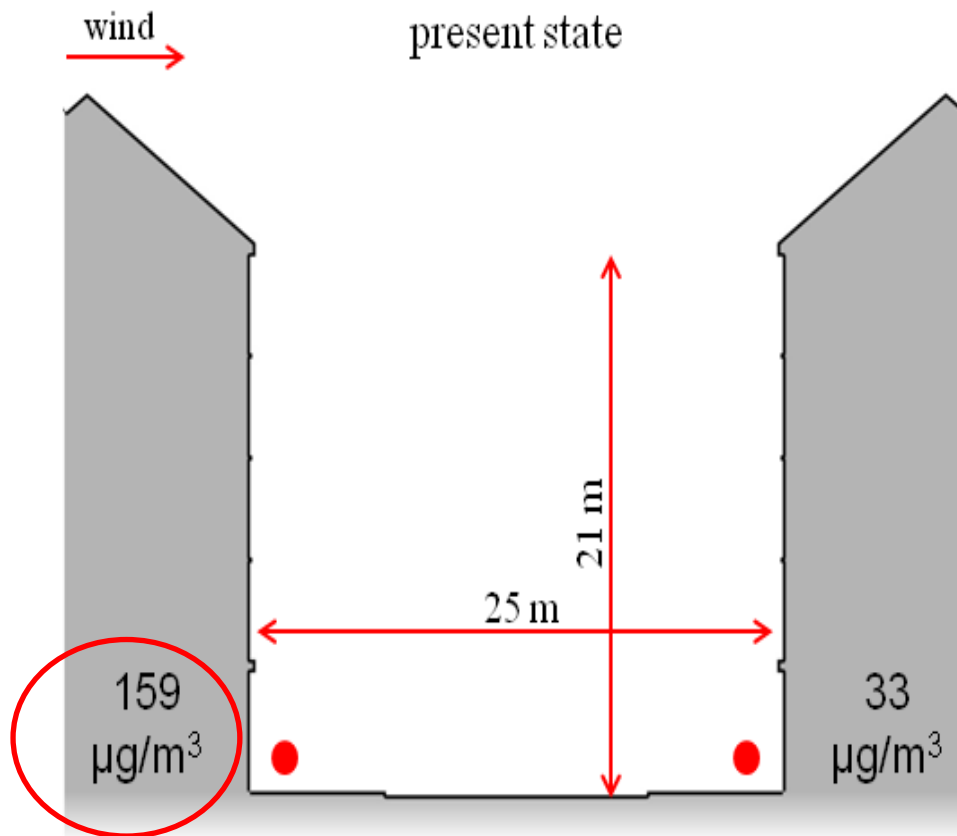
# Pilotní akce - opatření

- Koridor o šířce 25 m
- Budovy s výškou 21 m
- 45tis aut denně ve 4 pruzích
- Během léta je plně otevřena slunečnímu svitu, absorbovány asfaltem a fasády domu
- Pouze pár trávnickových pásů bez vrhání stínu

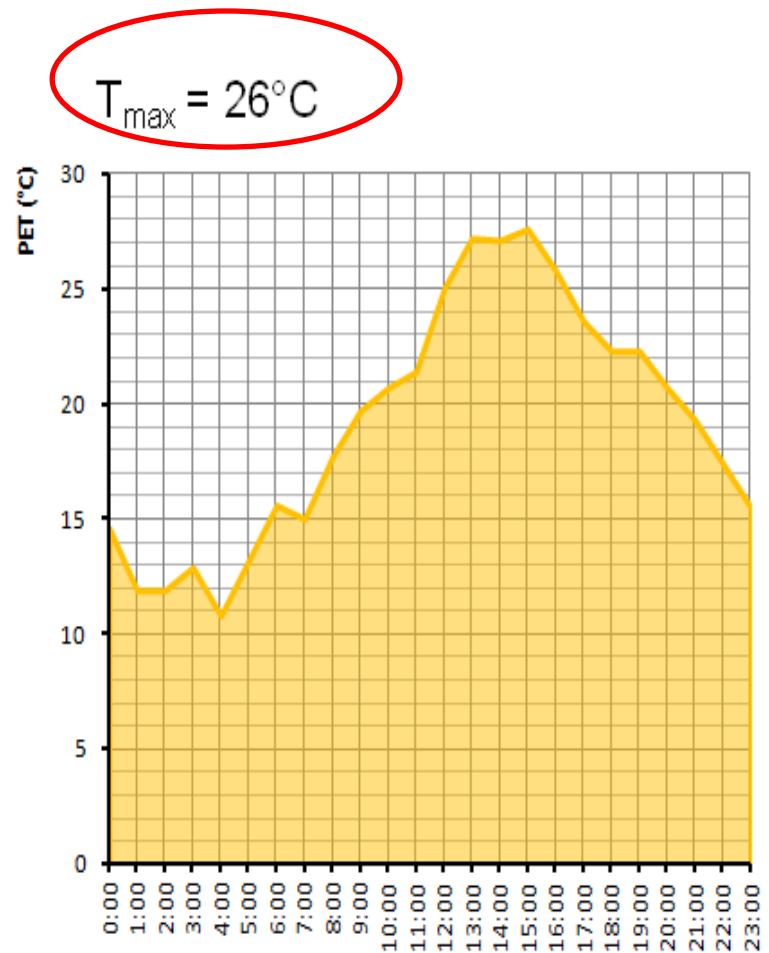




## Legerova ulice

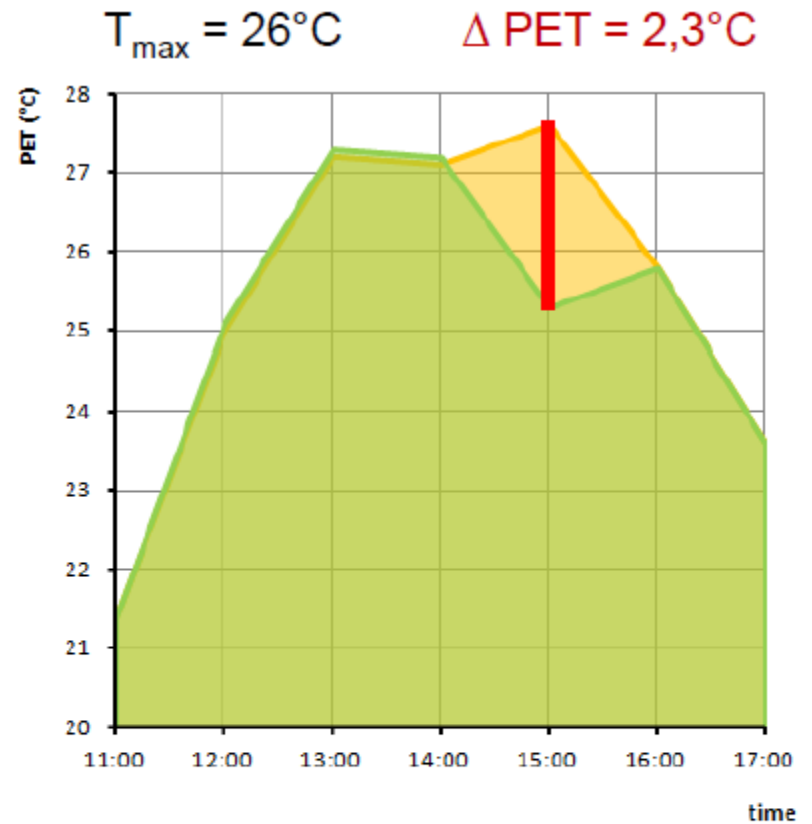
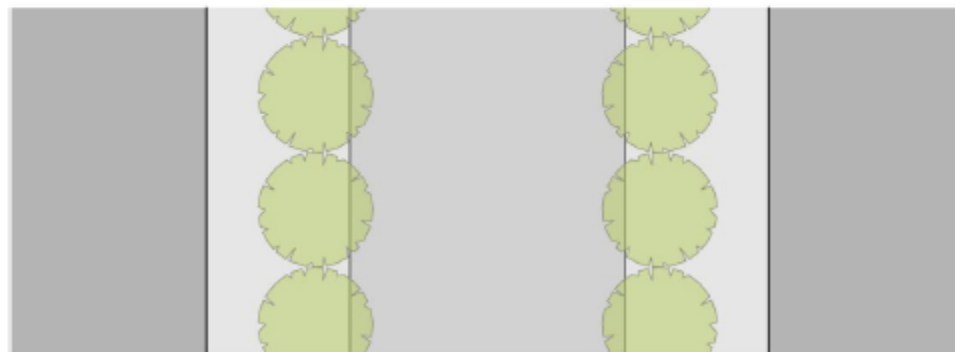
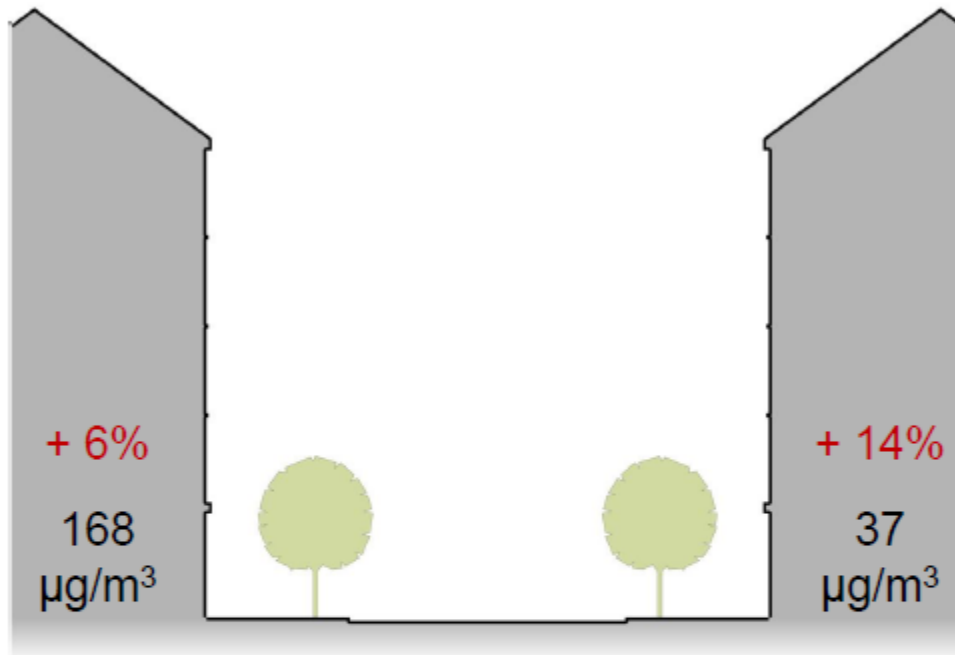


Koncentrace Nox, díky západnímu proudění  
disbalance mezi koncentracemi



## Legerova ulice

var 1 – small trees

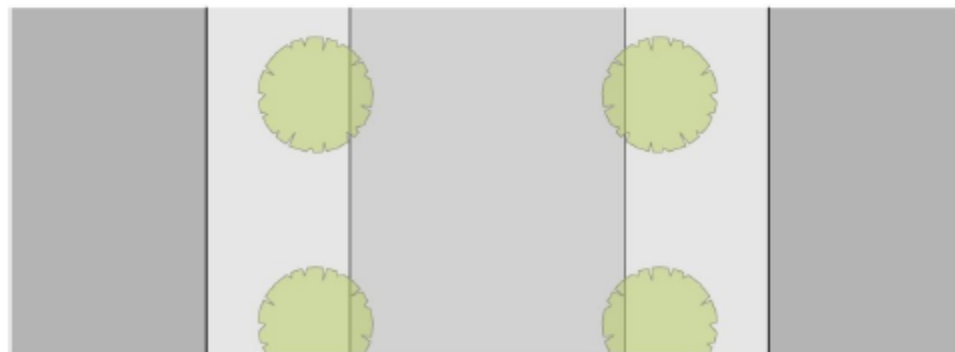
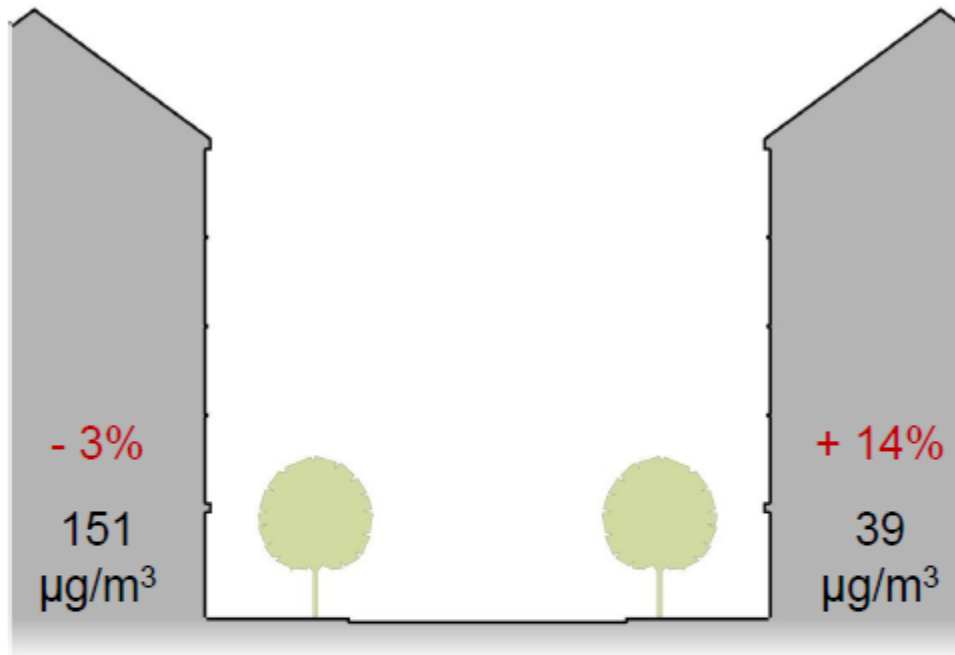


Snížení PET o  $2,3^\circ\text{C}$   
Při TMA  $37^\circ\text{C}$  redukce o  $3,5^\circ\text{C}$   
Negativní dopad na koncentraci znečištění



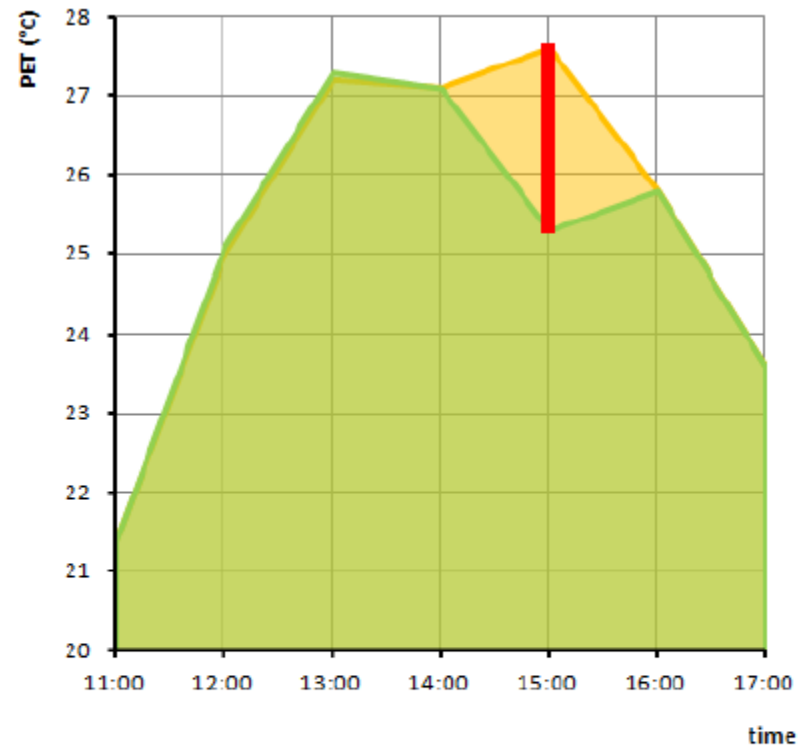
## Legerova ulice

var 2 – small trees, sparsely



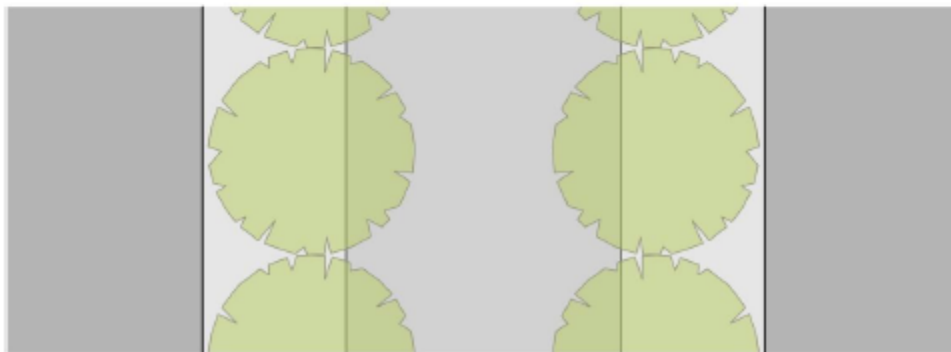
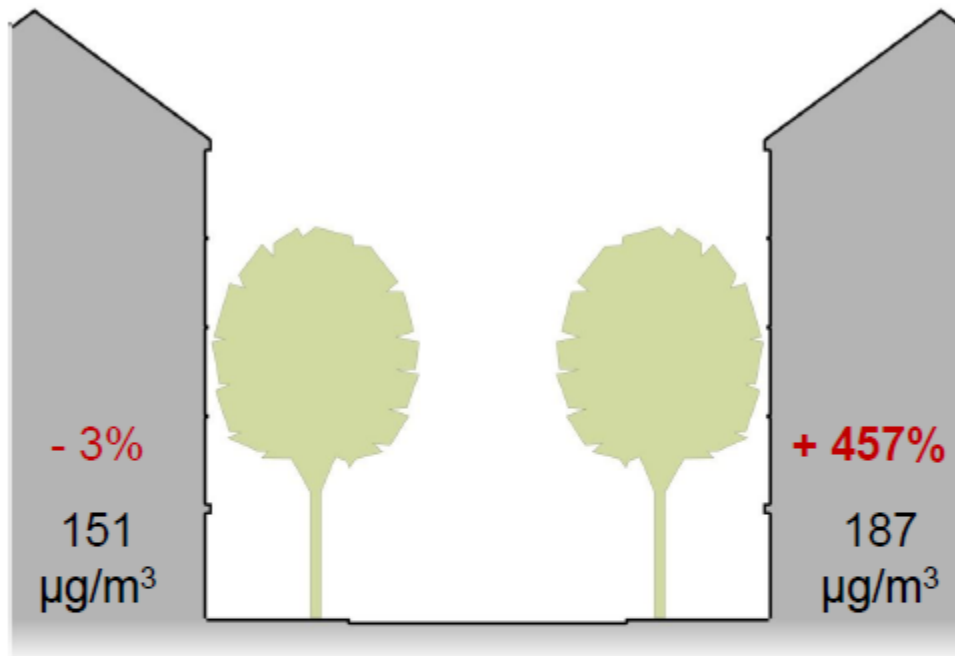
$T_{\text{max}} = 26^\circ\text{C}$

$\Delta \text{PET} = 2,3^\circ\text{C}$



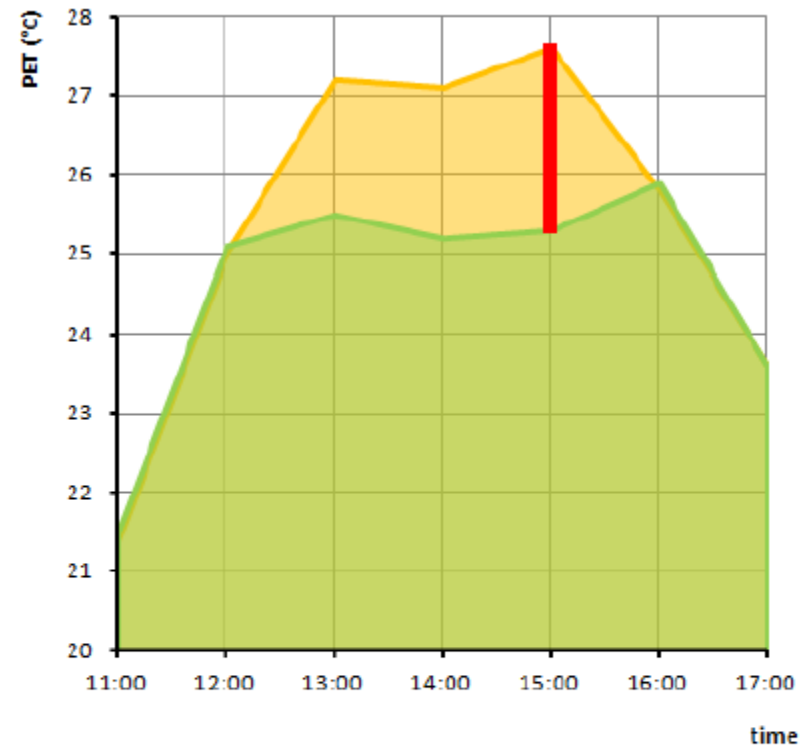
## Legerova ulice

var 3 – large trees



$T_{\text{max}} = 26^\circ\text{C}$

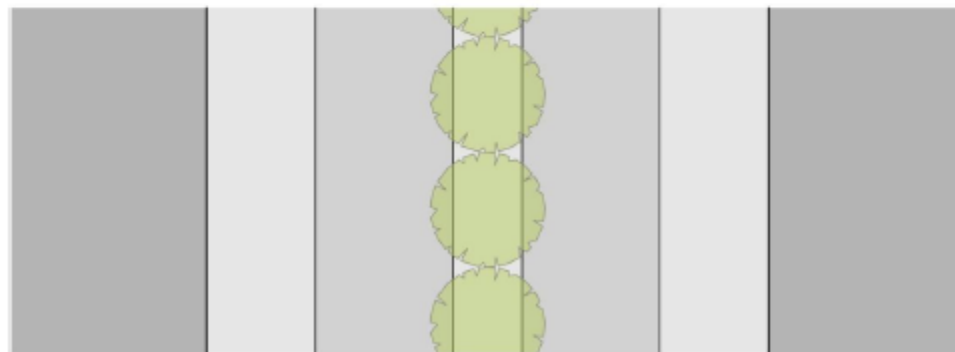
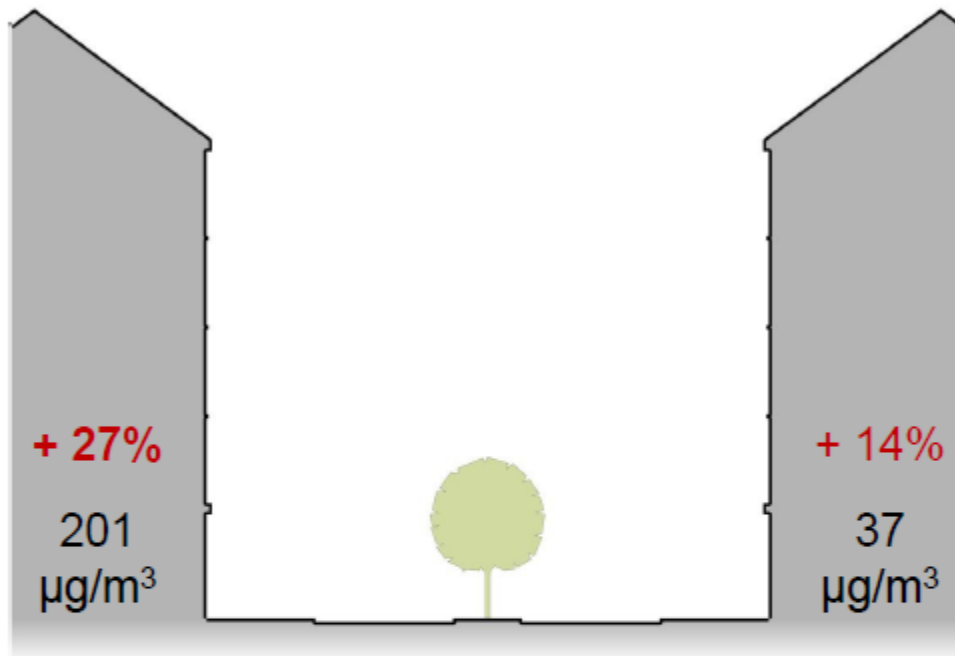
$\Delta \text{PET} = 2,3^\circ\text{C}$





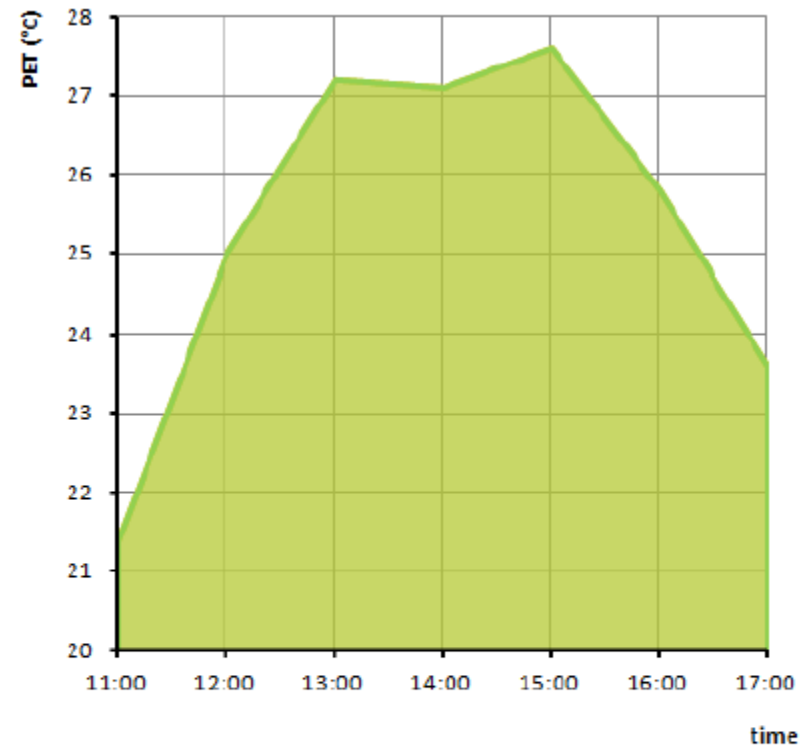
## Legerova ulice

var 4 – small trees, axial position



$T_{\text{max}} = 26^\circ\text{C}$

$\Delta \text{PET} = 0^\circ\text{C}$



Tepelný ostrov města se stále zintenzivňuje a to i díky klimatické změně

Do budoucna tento fenomén může ovlivnit až 90 % obyvatelstva

Největší vliv na zdraví obyvatelstva za horkých vln

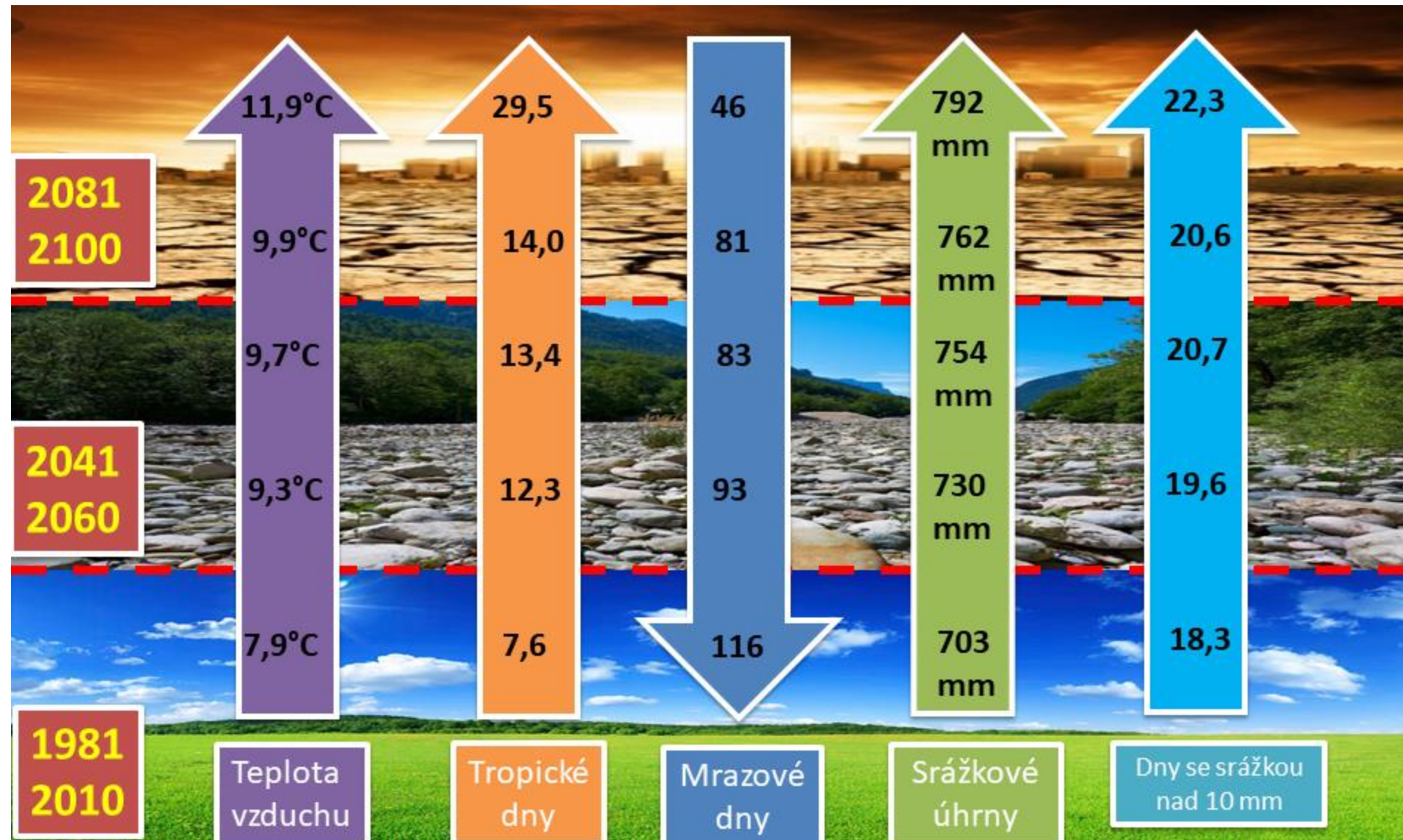
Větším problémem mohou být tropické noci

Centrum města je výrazně teplejší než okolí hlavně v noci (21-05 hod)

Úmrtnost za těchto vln stoupá

Pocitová teplota může být vyšší než 47°C

Adaptační opatření se musí dělat s rozmyslem a na základě vědeckých závěrů





# INDEXY HODNOCENÍ TEPELNÉHO KOMFORTU VE SPOJITOSTI S PRACOVNÍMI PŘEDPISY

Kristýna Vavrečková, Lenka Šigutová, Lenka Schreiberová, Pavel Danihelka, Ondřej Zavila

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i.

Odborný workshop Klimatická změna a bezpečnost

8. - 10.10. 2019 Broumov

email: [vavreckova@vubp-praha.cz](mailto:vavreckova@vubp-praha.cz)



Výzkumný ústav  
bezpečnosti práce, v. v. i.  
[www.vubp.cz](http://www.vubp.cz)  
[www.bozpinfo.cz](http://www.bozpinfo.cz)

# Obsah

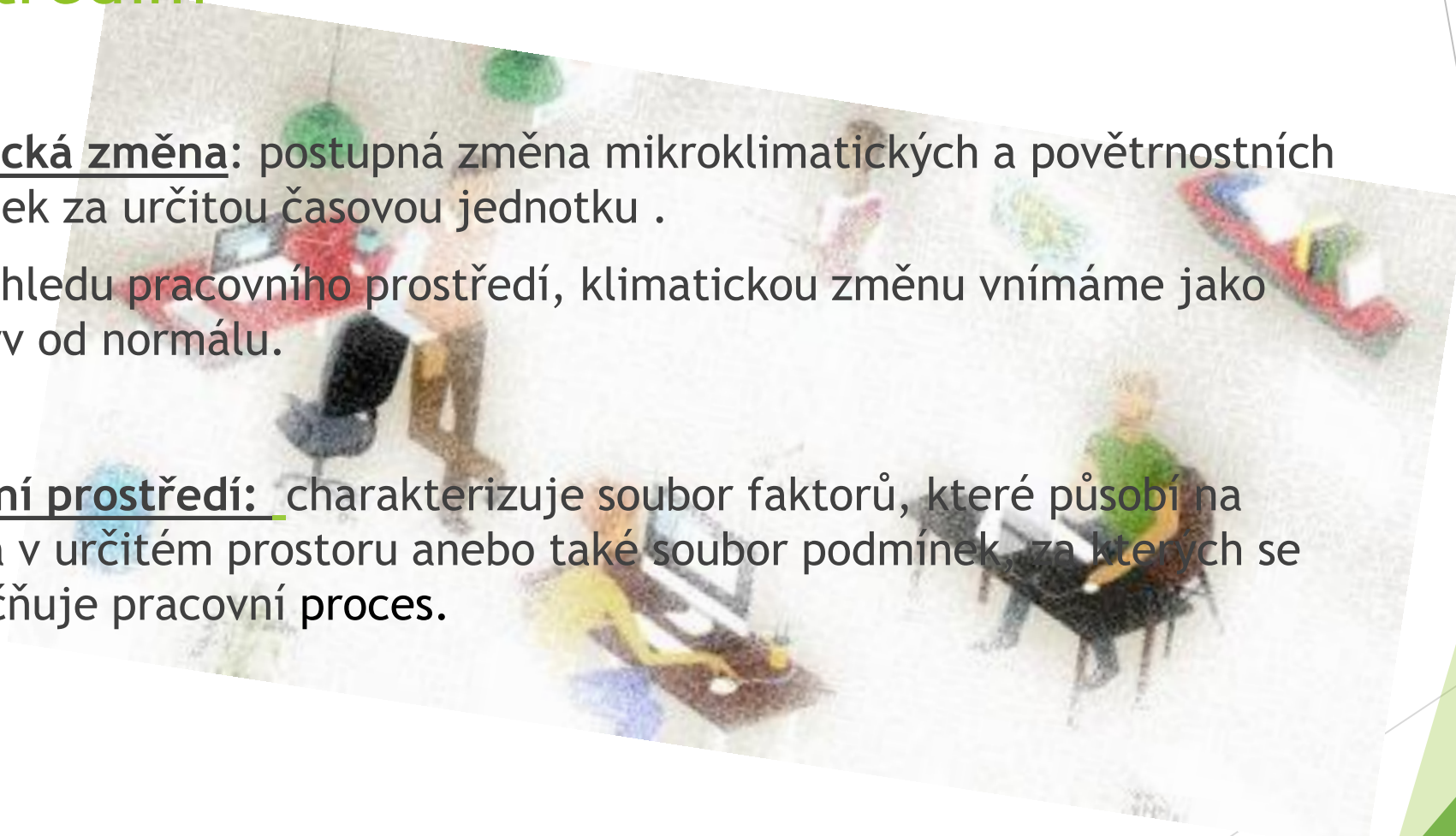
- ▶ Vztah mezi změnou klimatu a pracovním prostředím - zdravotní dopady
- ▶ Indexy
- ▶ Příklady zahraničních přístupů

# Klimatická změna v souvislosti s pracovním prostředím

**Klimatická změna:** postupná změna mikroklimatických a povětrnostních podmínek za určitou časovou jednotku .

- ▶ Z pohledu pracovního prostředí, klimatickou změnu vnímáme jako výkyv od normálu.

**Pracovní prostředí:** charakterizuje soubor faktorů, které působí na člověka v určitém prostoru anebo také soubor podmínek, za kterých se uskutečňuje pracovní proces.



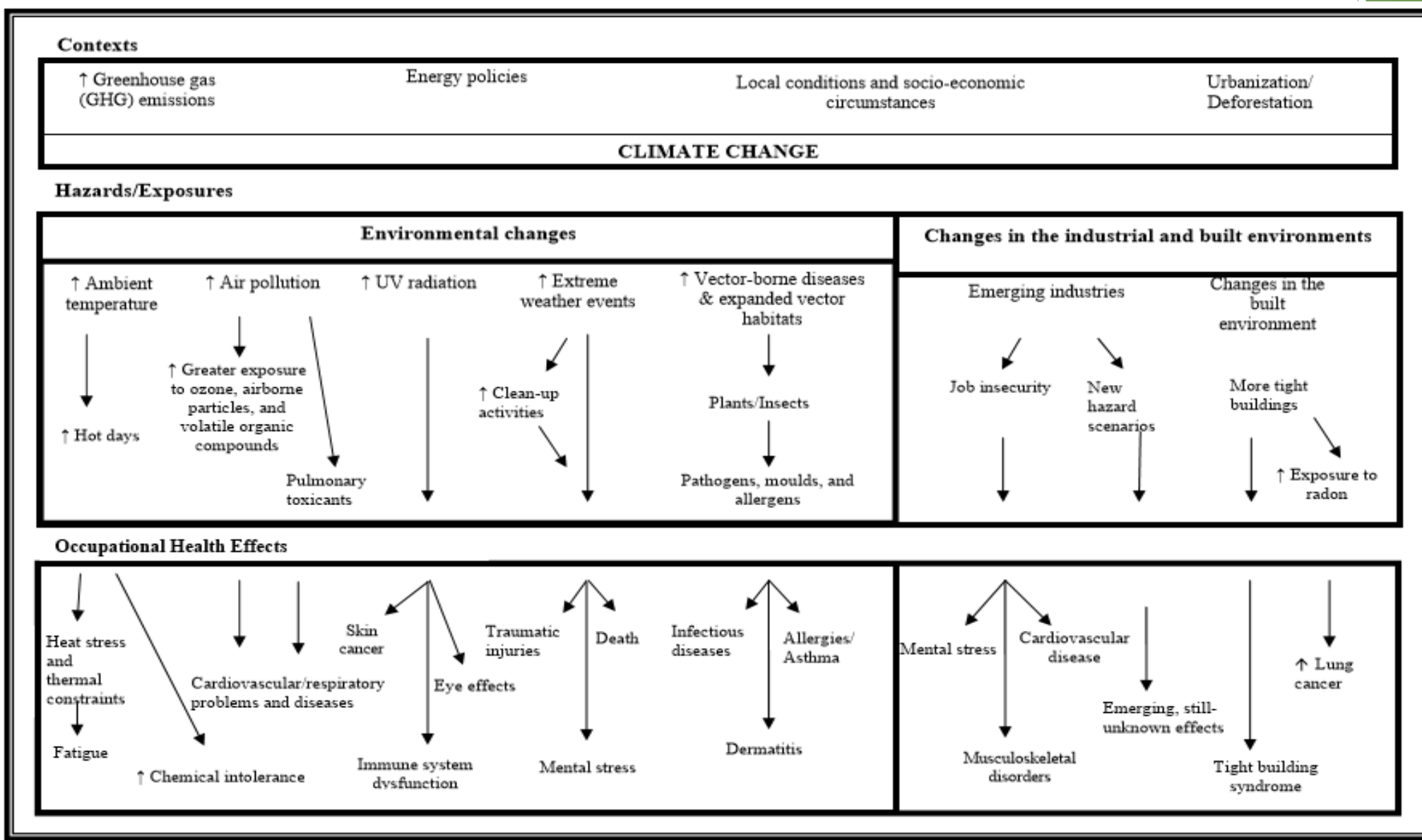


# Zdravotní dopady

Vliv teplotních změn:

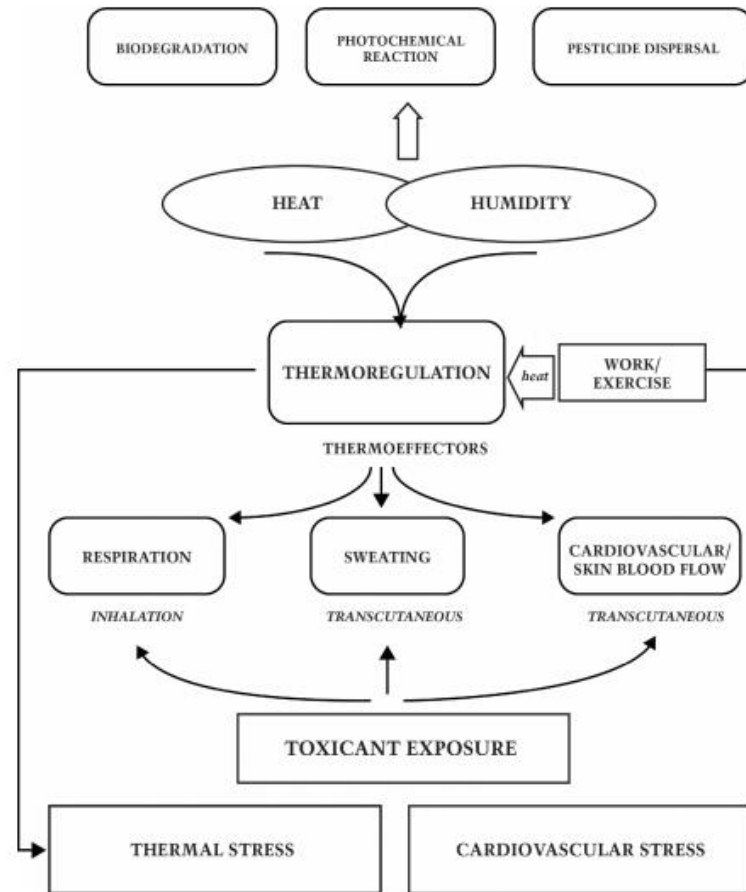
- ↑ riziko přehřátí organismu, úpalu, dehydratace
- ↑ pronikání krátkovlnné části spektra UV záření na zemský povrch - rakovina kůže
- ↑ výskyt nemoci případně zvýšení úmrtnosti zejména u rizikových skupin obyvatel se ztíženou schopností termoregulace (staří, nemocní a malé děti) na kardiovaskulární, renální, respirační a metabolické poruchy.
- ↑ průměrné teploty vzduchu v jarní až podzimní části roku = ↑ výskyt infekcí přenášených potravinami.





Koncepční rámec vztahu mezi změnou klimatu a bezpečností a ochranou zdraví při práci, Schulte a Chun 2009

# Tepelný stres a toxikologie



Jak teplo, vlhkost, práce a termoregulace ovlivňují fyziologickou reakci na toxické látky, Gordon 2013 adaptováno <sup>6</sup>



# Tepelný komfort

- ▶ ***Tepelný komfort je stav mysli, který vyjadřuje spokojenost s tepelným prostředím a je hodnocen subjektivním hodnocením.***
- ▶ Tepelný pocit člověka závisí hlavně na tepelné rovnováze jeho těla jako celku.

Tuto rovnováhu ovlivňuje:

1. tělesná činnost
2. oděv
3. parametry prostředí:
  - ▶ teplota vzduchu
  - ▶ střední radiační teplota (teplota povrchů)
  - ▶ rychlost proudění vzduchu
  - ▶ vlhkost vzduchu

# Tepelný komfort

Jakákoliv činnost v prostředí nad pásmem tepelné pohody zvyšuje celkové zatížení organismu vlivem termoregulačních pochodů

Výsledné zatížení organismu je součtem pracovní a tepelné zátěže (pracovně-tepelná zátěž)

*Z hlediska pracovních tepelných podmínek rozeznáváme:*

□ **Tepelně neutrální podmínky:**

- dolní hranice je dána nástupem třesu
- horní hranice nástupem viditelného pocení

□ **Optimální tepelné podmínky** - užší pásmo v rámci tepelně neutrálních podmínek - optimum i z hlediska charakteru oděvu.

- Stanovení optimálních tepelně vlhkostních podmínek není předmětem Nařízení vlády, pro zaměstnavatele jsou však velmi důležité.

# Tepelný komfort

- *U energeticky náročných činností (třída práce IIIb a výše) již nelze zajistit optimální podmínky, jelikož práce musí být z hlediska energetického přerušována a v době přestávek by byl pracovník silně ochlazován* →

**Dlouhodobě únosné tepelně vlhkostní podmínky**

**Krátkodobě únosné tepelně vlhkostní podmínky**



# Hodnocení tepelné zátěže a komfortu

K posouzení tepelné zátěže v pracovním prostředí se používají dva druhy hodnocení:

- I. Fyziologické hodnocení
- II. Predikční hodnocení

Hodnocení tepelného komfortu:

- ▶ probíhána na základě měření nebo na základě dotazování (subjektivní škály)

# Hodnocení tepelné zátěže a komfortu

## ČLOVĚK - osobní faktory

- ▶ Metabolické teplo  $M$
- ▶ Tepelný odpor oděvu  $clo$

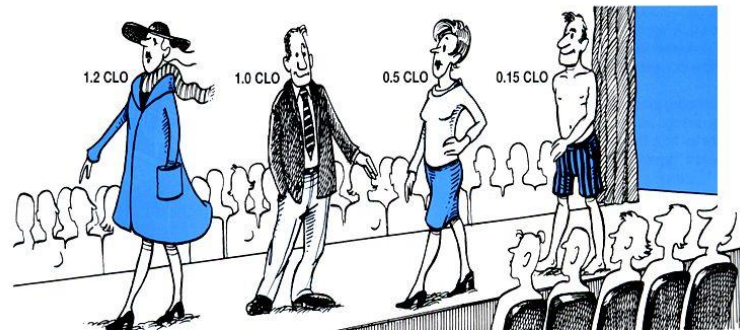
## FAKTORY PROSTŘEDÍ

- ▶ Teplota vzduchu  $t_a$
- ▶ Relativní vlhkost  $rh$
- ▶ Rychlost vzduchu  $v_a$
- ▶ Střední radiační teplota  $t_r$

## FAKTORY DOPLŇUJÍCÍ

- ▶ tělesná postava, podkožní tuk, věk a pohlaví, adaptace atd.

## Tepelný odpor oděvů



	0.28
+	
	0.25
+	
	0.04
+	
	0.25
+	
	0.05
+	
	0.04
=	0.91

ČSN EN ISO 7730

# Indexy

Dle normy: ČSN EN ISO 7730

## PMV - předpověď středního tepelného pocitu

V ukazateli PMV je fyziologická odpověď termoregulačního systému statisticky vztažena k výsledkům posouzení vlastního tepelného pocitu.

Sedmibodová stupnice tepelných pocitů:

PMV	-3	-2	-1	0	1	2	3
Tepelný pocit	zima	chladno	mírně chladno	neutrální	mírné teplo	teplo	horko



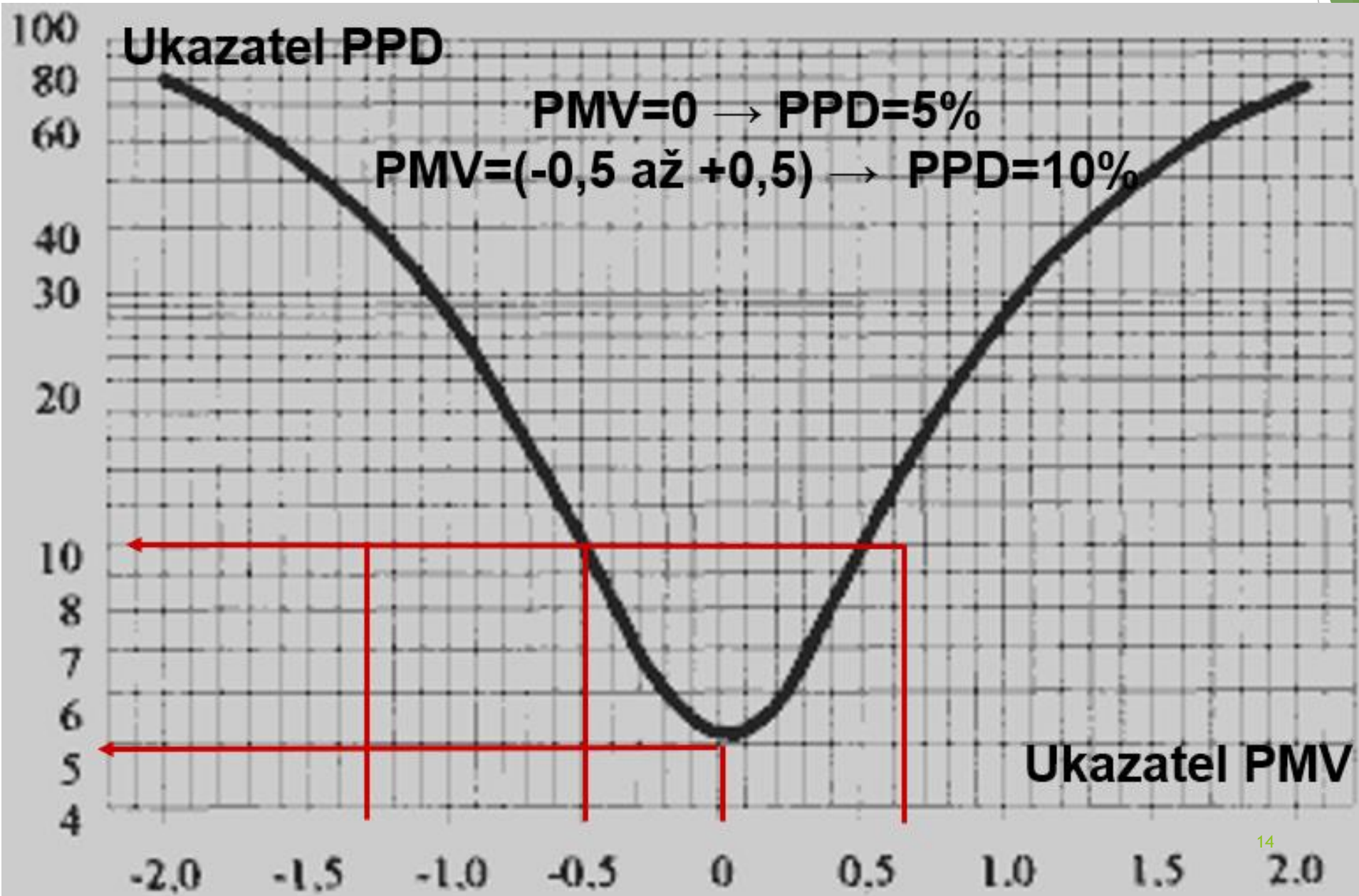
# Indexy

## PPD - předpověď procentuálního podílu nespokojených

Ukazatel PPD je kvantitativní předpověď poměrného počtu lidí, kteří budou s daným prostředím nespokojení. Z velké skupiny lidí předpovídá procentuální podíl osob, které budou pravděpodobně pociťovat přílišné teplo nebo chladno.

závisí na:

- ▶ parametrech prostředí ( $t_a$ ,  $t_r$ ,  $t_o$ ,  $rh$ ,  $va$ )
- ▶ osobních faktorech (metabolismus, oblečení)



# Fyziologické hodnocení

- ▶ Hodnocení fyziologické se opírá o změny fyziologických ukazatelů, zejména:
  - **teploty tělesného jádra**
  - **ztráty tekutin potem a dýcháním**
  - **teploty kůže**
  - **srdeční frekvence**



# Predikční hodnocení

- v preventivním dozoru
- stanovení režimu práce a oddechu

**Současné predikční postupy vycházejí z rovnice tepelné bilance**

Jako vstupní údaje pro výpočet slouží:

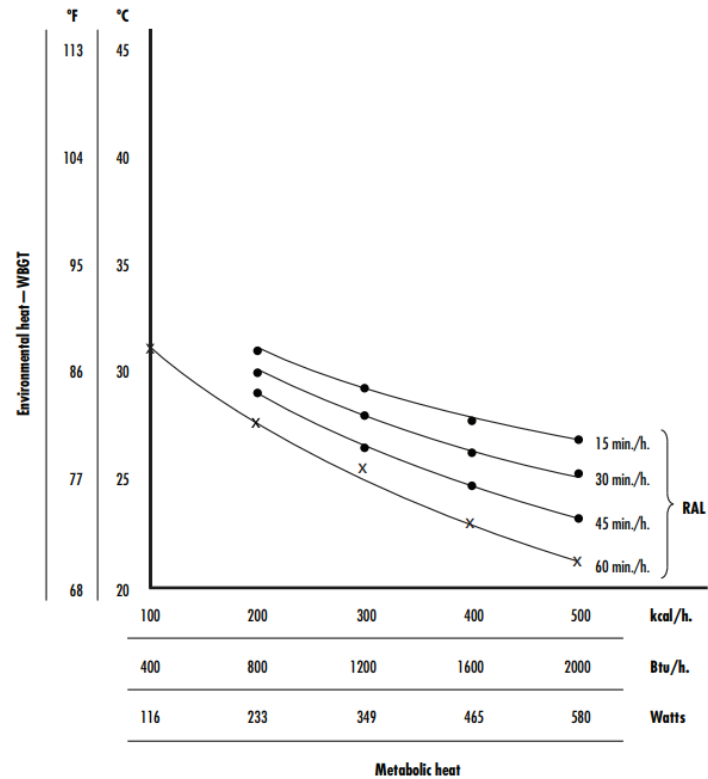
- tepelně vlhkostní podmínky prostředí ( $t_o$ ,  $v_a$ ,  $rh$ )
- metabolická produkce brutto ( $W.m^{-2}$ )

z hlediska metabolické produkce se práce zařazují do 8 tříd: (I  $\leq$  80 , IIa - 81 až 105, IIb - 106 až 130, IIIa - 131 až 160, IIIb - 161 až 200, IVa - 201 až 250, IVb - 251 až 300 a V  $\geq$  301  $W.m^{-2}$ )

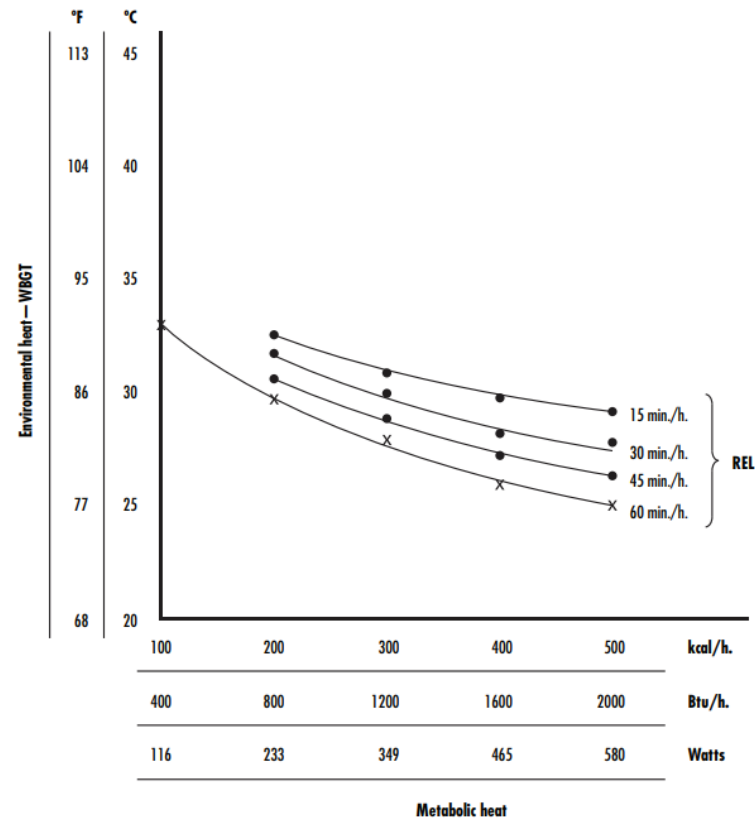
- tepelný odpor oděvu ( $clo$ )

# NIOSH: Institute for Occupational Safety and Health

## Neaklimatizovaný pracovník



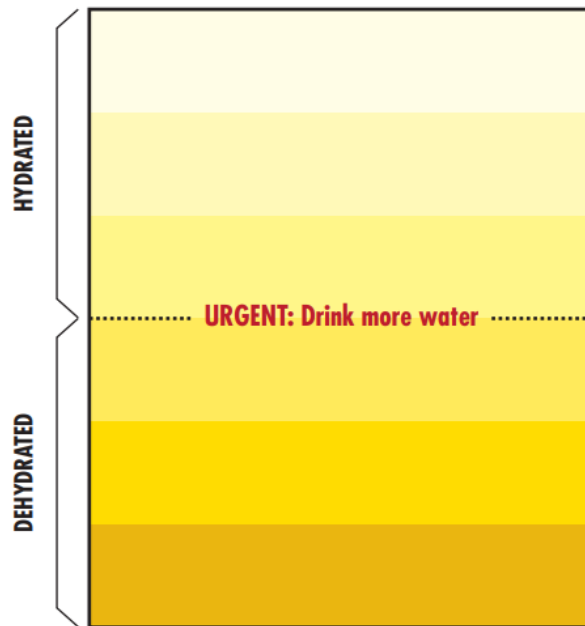
## Aklimatizovaný pracovník



# Barva moči

## Urine Color Chart

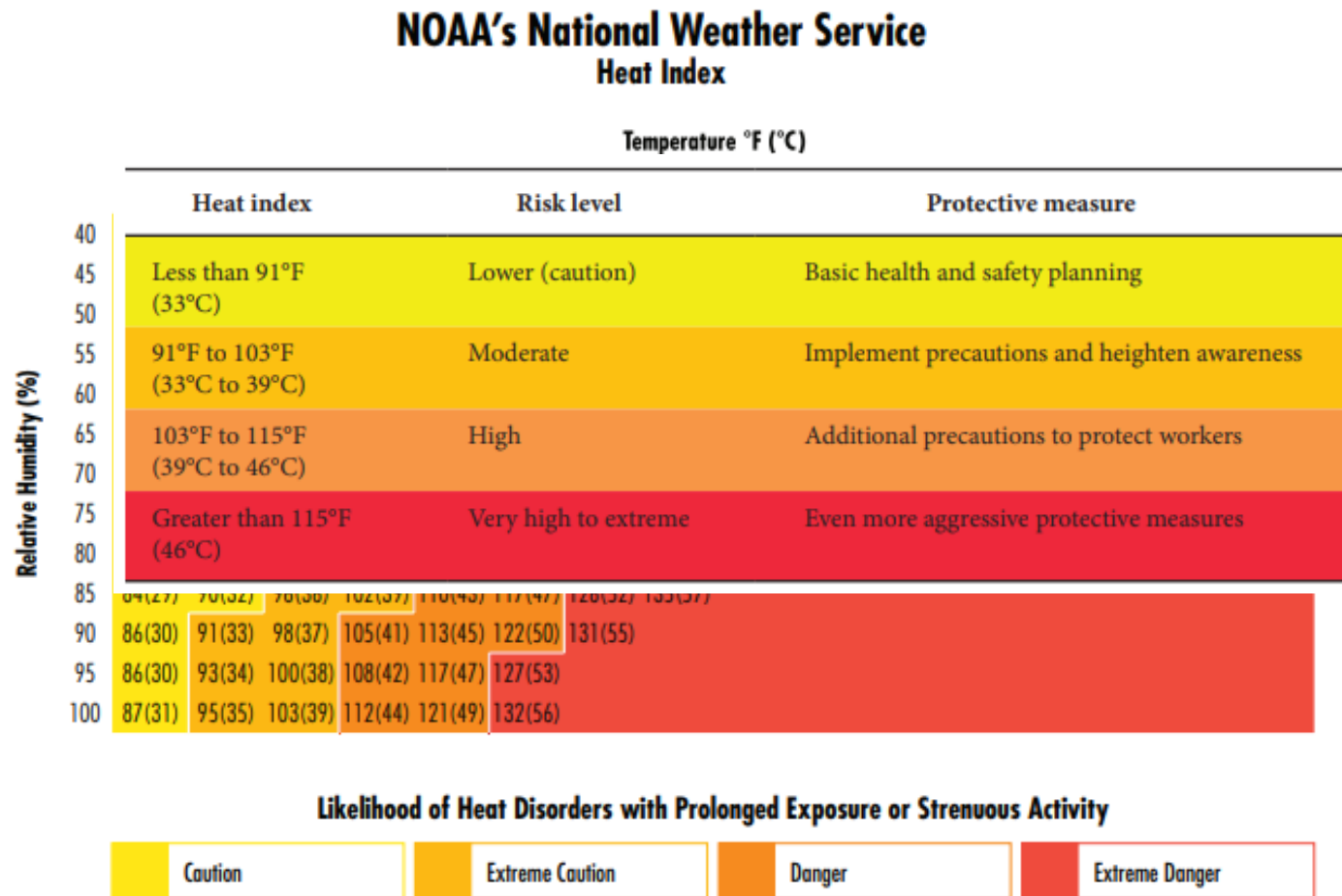
Are you hydrated?



Color	Causes		
	Diet	Medications	Medical conditions
Clear		<ul style="list-style-type: none"> <li>Diuretics</li> </ul>	
Cloudy or milky			<ul style="list-style-type: none"> <li>Urinary tract infection</li> <li>Bacteria</li> <li>Crystals</li> <li>Fat</li> <li>White or red blood cells</li> <li>Mucus</li> </ul>
Yellow	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vitamins</li> </ul>		
Orange	<ul style="list-style-type: none"> <li>B complex vitamins</li> <li>Carotene</li> <li>Carrots</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rifampin</li> <li>Sulfasalazine (Azulfidine)</li> <li>Phenazopyridine (Pyridium)</li> <li>Laxatives</li> <li>Chemotherapy drugs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Medical conditions (liver or bile duct)</li> </ul>
Red or pink	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beets</li> <li>Blackberries</li> <li>Rhubarb</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rifampin (Rifadin, Rimactane)</li> <li>Phenazopyridine</li> <li>Laxatives containing senna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Blood (infection or cancer)</li> <li>Toxins (chronic lead or mercury poisoning)</li> </ul>
Port wine or purple			<ul style="list-style-type: none"> <li>Porphyria (inherited disease)</li> </ul>
Green or blue	<ul style="list-style-type: none"> <li>Food dyes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amitriptyline</li> <li>Indonethacin (Indocin)</li> <li>Propofol (Diprivan)</li> <li>Medications containing methylene blue</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Familial hypercalcemia (inherited disorder)</li> <li>Urinary tract infection with <i>Pseudomonas</i> sp.</li> </ul>
Brown	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fava beans</li> <li>Rhubarb</li> <li>Aloe</li> <li>Kidney or liver disorders (cirrhosis)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Antimalarial drugs (chloroquine, primaquine)</li> <li>Antibiotics (metronidazole, nitrofurantoin)</li> <li>Laxatives containing cascara or senna</li> <li>Methocarbamol (muscle relaxant)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Urinary tract infections</li> </ul>



# NOAA: Národní správa pro oceány a atmosféru a OSHA Heat index: Evropská agentura pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci- teplotní index



# Oblasti nadcházejícího výzkumu

- Cirkadiální rytmus
- Detekce, léčba a prevence nemocí souvisejících s teplem
- Dopady globální změny klimatu
- Délka expozice
- Tělesná teplota
- Účinky chronické tepelné expozice
- Tolerance tepla a práce na směny

# Poděkování

Tento příspěvek vznikl za finanční podpory projektu Výzkumného ústavu bezpečnosti práce, v.v.i. s označením V05\_S4 Bezpečnost práce v kontextu klimatických změn.



**Děkujeme za  
pozornost**

# ZÁSADY MĚŘENÍ TEPLOTNÍCH A VLHKOSTNÍCH POMĚRŮ PRACOVNÍHO PROSTŘEDÍ

**Jaroslav Rožnovský, Martin Plachý**  
Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i.

Odborný workshop „Klimatická změna a bezpečnost“,  
Broumov 8.-10. 10. 2019

# Proč to děláme ???

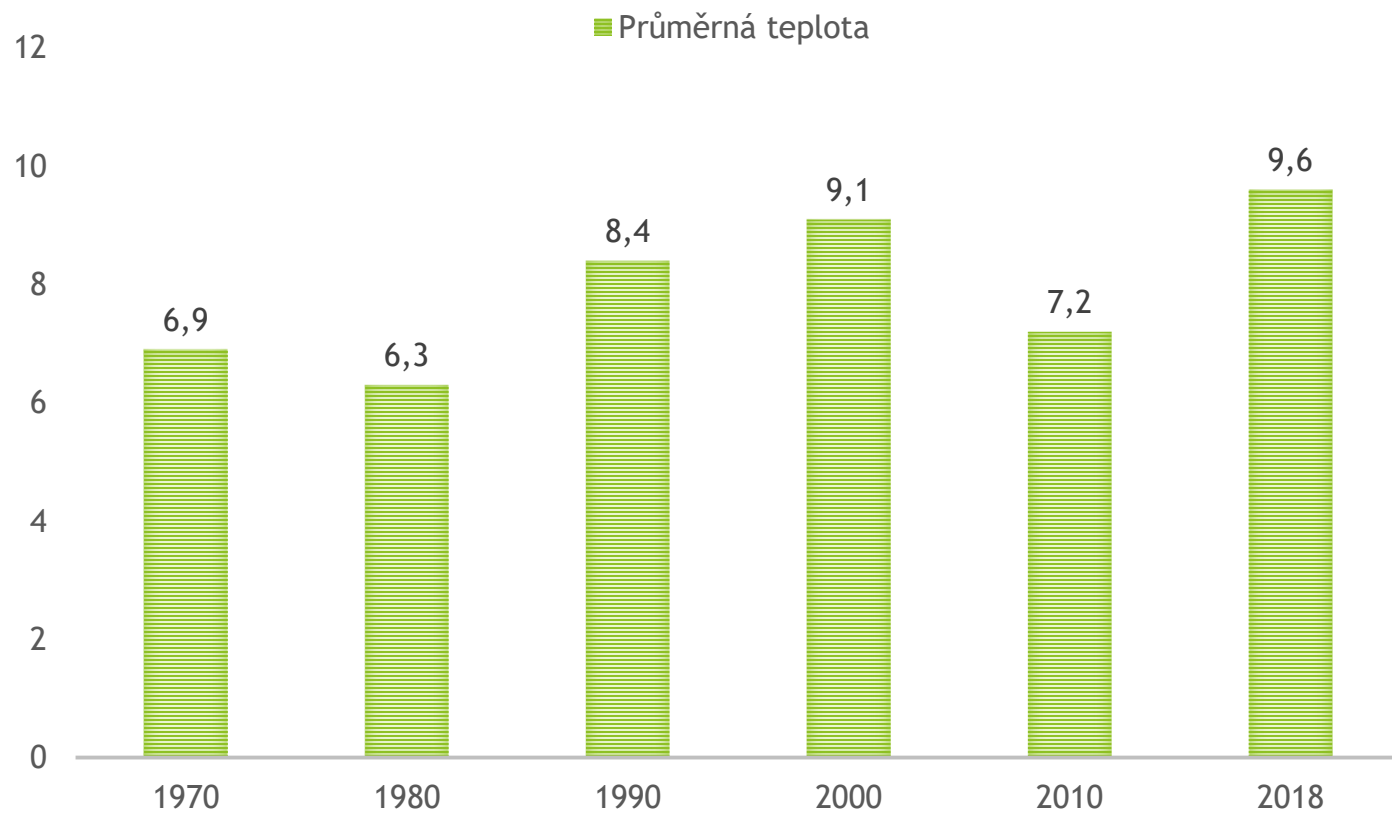
- ▶ V průběhu posledních let počasí dokládá změnu klimatu ...
  - ▶ Růst teploty vzduchu ovlivňující veškeré prostředí
  - ▶ V našem případě zejména to pracovní
- ▶ Vznikl projekt VLIV KLIMATICKÉ ZMĚNY NA BEZPEČNOST PRÁCE
  - ▶ Nelze uplatnit pravidla pro měření na klimatologických stanicích
  - ▶ Nutno vystihnout podmínky daného prostředí



# Základní informace k teplotě vzduchu

- ▶ Průměrná roční teplota vzduchu
  - ▶ Od roku 1961-2010 od 0 °C do 10 °C
- ▶ Nejvyšší maximum teploty vzduchu
  - ▶ 20. srpna 2012 v Dobřichovicích a to 40,4 °C
- ▶ Nejnižší minimum teploty vzduchu
  - ▶ 11. února v Litvínovicích u Českých Budějovic
- ▶ V průměru nejteplejší měsíc červenec, nejchladnější leden

# Vývoj teploty vzduchu v desetiletém období podle dat ČHMÚ



# Tropický den

- ▶ Ukazatel výskytu nejvyšších teplot vzduchu
- ▶ Denní maximum rovno či vyšší 30 °C
- ▶ Výskyt těchto teplot po více dnů → VLNA VEDER
- ▶ V mimořádně teplých rocích (2012, 2015, 2018 i 2019) mohou dosáhnout v nejteplejších oblastech i několik dnů
- ▶ Mimořádná zátěž našeho organismu



# Rozvoj industrializace

- ▶ Změna hospodaření člověka v krajině
- ▶ Urbanizace, rozvoj průmyslových zón
- ▶ Pobyť lidí v pracovních prostorách se prodlužuje
  - ▶ Teploty v objektech mohou narůstat vyšších teplot než venkovním prostředím

# Teplotní poměry v uzavřených prostorech

- ▶ Zcela jiné podmínky než ve volné krajině
- ▶ Z meteorologického hlediska označujeme za kryptoklima
  - ▶ Forma mikroklimatu, podmínky umělého i přírodního vlivu
  - ▶ Výrobní, provozní, dopravní, pracovní a obytné prostory
- ▶ Projev zejména ve specifických teplotních a vlhkostních poměrech, v prašnosti a podmínkách výměny vzduchu
- ▶ Častá úprava vytápěním, zvlhčováním a ventilací vzduchu

# Metody

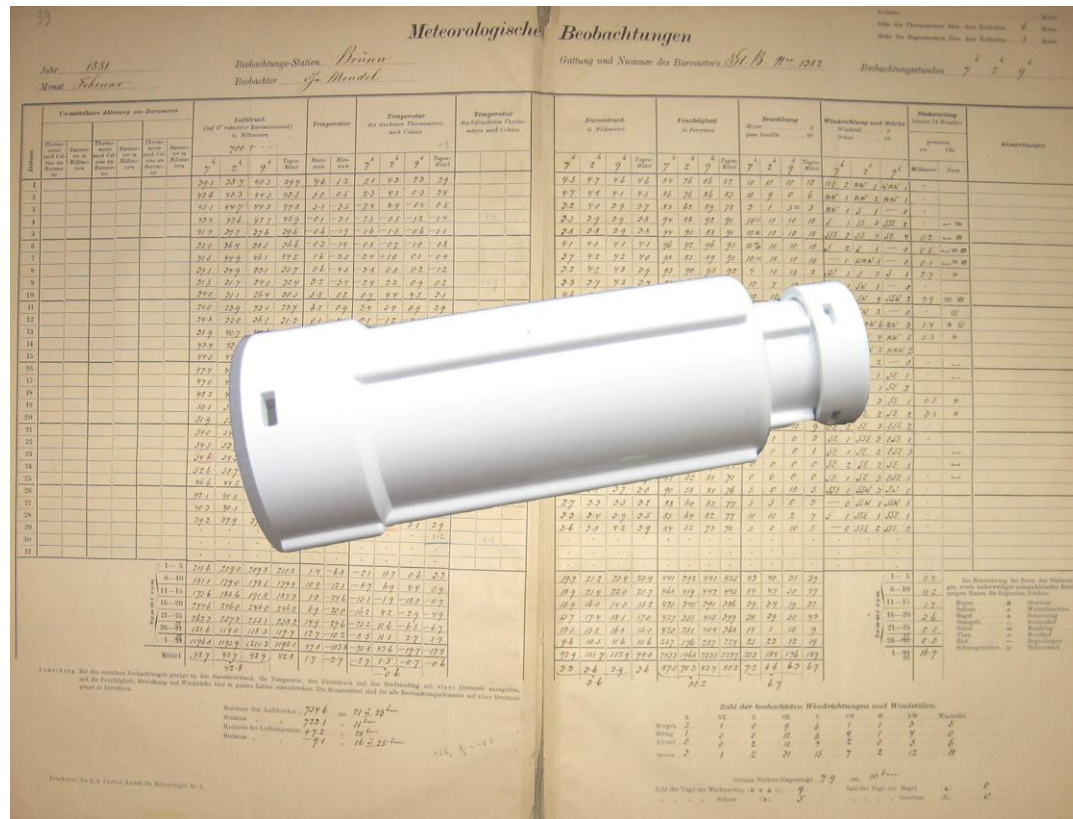
- ▶ 1. Vybudování systému měření teploty a vlhkosti vzduchu na vybraných pracovištích
- ▶ 2. Znalost podrobného popisu provozoven
  - ▶ rozměry, použitý materiál, popis pracovních činností, používaných technologií
- ▶ 3. Zahrnout do monitoringu i měření ve volných vnějších prostorech ve výšce dvou metrů
- ▶ 4. Zajištění dat z nejbližší klimatologické stanice
  
- ▶ Statická analýza bude zahrnovat naměřené hodnoty, tak vypočítané charakteristiky
- ▶ Výsledky srovnány se stávajícími normami, vyjádřen dopad, navrženy změny v předpisech a normách



# Čidla

- ▶ Použita teplotně vlhkostní čidla
- ▶ Nesmí narušovat svou funkcí pracovní činnost
- ▶ Použita čidla HOBO, které jsou umístěny do radiačních krytů
- ▶ Malá variabilní čidla

# Čidla



# Výsledky

- ▶ Vybudován systém měření ve dvou provozovnách
  - ▶ 1) měření nebylo ovlivňováno prováděnými pracemi
  - ▶ 2) charakteristiky pracovního prostoru co nejbližší pracovní činnosti
- ▶ Nutná instalace většího počtu čidel
- ▶ Podmínka instalace ve výšce 2 m, možnost srovnání s daty z nejbližší klimatologické stanice



# Současná měření

- ▶ Dvě nezávislá měření ve dvou podnicích v lokalitě Poličska
- ▶ Podniky zaměřené na strojní výrobu
- ▶ Pro nastínění způsobu měření budeme popisovat jeden podnik
  - ▶ Tento podnik nám dal k dispozici charakteristiku objektů
- ▶ V podniku provádíme měření ve dvou objektech + měření ve volném prostoru

# Popis objektů

## Měřený objekt č.1 pod označením 325

- ▶ Postaven v letech 1981-1983 pro účel laborace speciálních výrobků
- ▶ Od roku 2006 slouží k montáži a expedice pneumatických prvků
- ▶ Postaven jako jednopodlažní hala s vestavky v čelech objektu, propojena s dalšími budovami
- ▶ Ocelová konstrukce opláštěna keramickými panely
- ▶ Vnější povrchy upraveny pohledovou omítkou (štuk)
- ▶ Vnitřní povrchy nahozeny vápennou omítkou
- ▶ Podhled z perforovaných lamel, nášlapná vrstva podlahy podlahovina Fatrantis (PVC)

# Popis objektů

## Měřený objekt č.1 pod označením 325

- ▶ K dennímu osvětlení slouží ocelová okna
- ▶ Vytápění objektu centrálním teplovodním topením
- ▶ Osvětlení pomocí zářivkových těles
  
- ▶ V rámci rekonstrukce došlo k rozdělení na dílnu montáže a expedici

# Popis objektů

## Měřený objekt č.1 pod označením 325

► Základní údaje o objektu

Parametry	Hodnoty
Délka	84,72 m
Šířka	18,84 m
Výška	8,50 m
Zastavěná plocha	1596, 12 m <sup>2</sup>
Obestavěný prostor	13567,06 m <sup>3</sup>



# Popis objektů

## Měřený objekt č.1 pod označením 325

- ▶ Popis technologie
  - ▶ Běžné strojírenské práce (soustružení, vrtání, frézování, řezání)
  - ▶ Běžné montáže různých typů pneumatických prvků
- ▶ V pracovištích montáže je umístěno několik čidel.
  - ▶ Montáž pneu. prvků - čidlo umístěno nad pracovní plochou stolu
  - ▶ Montáže ovladačů - čidlo umístěno nad pracovní plochou stolu
  - ▶ Montáže ovládacích bloků - čidlo umístěno na dělicí stěně mezi stoly

# Popis objektů

## Měřený objekt č.1 pod označením 325

- ▶ V objektu není umístěn zdroj znečišťování ovzduší
- ▶ Vytápění teplovodním vedením z výměňkové stanice, doveden parovod z centrální kotelny
- ▶ Odpadní vody jsou svedeny do centrální splaškové kanalizace a odvedeny do podnikové čističky
- ▶ Průmyslové odpadní vody v objektu produkovány nejsou
- ▶ Méně často produkováno malé množství nebezpečného odpadu
  - ▶ Shromážděn ve speciálním objektu, odvážen na zřízenou skládku nebezpečného odpadu

# Čidlo nains. Foto

# Popis objektů

## Měřený objekt č.2 pod označením 107

- ▶ Jednopodlažní objekt s dvoupodlažními přístavky na východní straně objektu
- ▶ Zastřešen plochou střechou
- ▶ Opláštění budovy tvoří keramobetonové panely
  - ▶ Plocha upravena nástřikovou disperzní omítkovinou
  - ▶ Sokl obložen z řeznou granulí
- ▶ Budova prosvětlena ocelovými okny a střešními pásovými akrylonovými světlíky



# Popis objektů

## Měřený objekt č.2 pod označením 107

- ▶ Popis technologie
  - ▶ Převážnou část technologie tvoří obráběcí práce
  - ▶ Zejména soustružení, frézování na CNC strojích
- ▶ Ocelovými stěnami výšky 2,4 m jsou odděleny prostory skladu
  - ▶ Sklad tyčového materiálu, hotových výrobků
- ▶ V objektu jsou umístěna dvě čidla v protějších rozích objektu ve výšce dvou metrů.

# Popis objektů

## Měřený objekt č.2 pod označením 107

- ▶ V objektu není umístěn zdroj znečišťování ovzduší
- ▶ Vytápění teplovodním vedením z výměňkové stanice, doveden parovod z centrální kotelny
- ▶ Odpadní vody jsou svedeny do centrální splaškové kanalizace a odvedeny do podnikové čističky
- ▶ Průmyslové odpadní vody v objektu produkovány nejsou
- ▶ Produkce nebezpečného odpadu (zejména olejů)
  - ▶ Shromážděn ve speciálním objektu, odvážen na zřízenou skládku nebezpečného odpadu

# Shrnutí

- ▶ Oteplování je statisticky prokázáno
- ▶ Dochází k nárůstu tropických dnů, vysoké teploty se projevují i v budovách
- ▶ Podle typu budovy, technologií ... dochází k ovlivnění pracovního prostředí
- ▶ Nutno se zaměřit na mikroklimatické pracovní podmínky

# Otázky a odpovědi