



---

Univerzita Palackého  
v Olomouci

# Současné přístupy k hodnocení tepelného prostředí města na příkladu Prahy

Michal Lehnert<sup>1</sup>, Jan Geletič<sup>2</sup>, Zdeněk Janků<sup>3</sup>, Veronika Květoňová<sup>1</sup>, Martin Jurek<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Katedra Geografie, Univerzita Palackého v Olomouci*

<sup>2</sup> *Ústav informatiky AV ČR, v. v. i.*

<sup>3</sup> *Geografický ústav, Masarykova univerzita*

# Metody výzkumu

- Staniční měření
- Mobilní měření
- Dálkový průzkum Země
- (Numerické) modelování
- Dotazníková šetření a participativní metody



## Tradiční a nové přístupy ke studiu tepelného prostředí člověka ve městě: kritické shrnutí současného stavu poznání

MICHAL LEHNERT<sup>1</sup>, JAN GELETIČ<sup>2,3</sup>, MARTIN JUREK<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, katedra geografie, Olomouc, Česko (Palacký University, Faculty of Science, Department of Geography, Olomouc, Czechia); e-mail: m.lehnert@upol.cz, martin.jurek@upol.cz

<sup>2</sup> Ústav informatiky Akademie věd ČR, oddělení složitých systémů, Praha, Česko (Institute of Computer Science of the Czech Academy of Sciences, Department of Complex Systems, Prague, Czechia); e-mail: geletic@cs.cas.cz

<sup>3</sup> Ústav výzkumu globální změny Akademie věd ČR, Brno, Česko (Global Change Research Institute of the Czech Academy of Sciences, Brno, Czechia)

**ABSTRACT** Traditional and novel approaches to studying the human thermal environment in urban areas: A critical review of the current state of the art – Traditional approaches to researching the urban thermal environment focus on identifying the specific manifestations of the local climate and microclimate within urban structures and various types of urban development, and on detecting urban heat islands using meteorological station data, mobile measurements, remote sensing, and (micro)climatic modelling. Nonetheless, current manifestations of climate change and its projections into the future bring the need for the effective climatic adaptation of urban environments. Current research focuses on approaches allowing for a more complex assessment of both the thermal and overall environment of people in towns and cities. This requires numerical modelling in high spatial resolution and large questionnaire surveys. Despite many unanswered theoretical and methodological questions, the approaches to and knowledge of the human urban thermal environment demonstrate growing application potential.

**KEY WORDS** urban climate – urban heat island – thermal exposure – thermal comfort – thermal sensation

LEHNERT, M., GELETIČ, J., JUREK, M. (2023): Tradiční a nové přístupy ke studiu tepelného prostředí člověka ve městě: kritické shrnutí současného stavu poznání. Geografie, 128, 3, 351–377.

<https://doi.org/10.37040/geografie.2023.012>

Do redakce došlo v prosinci 2022, přijato do tisku v březnu 2023.



# Staniční měření





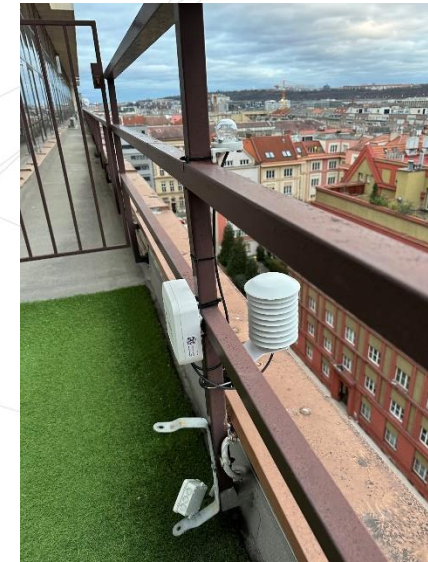
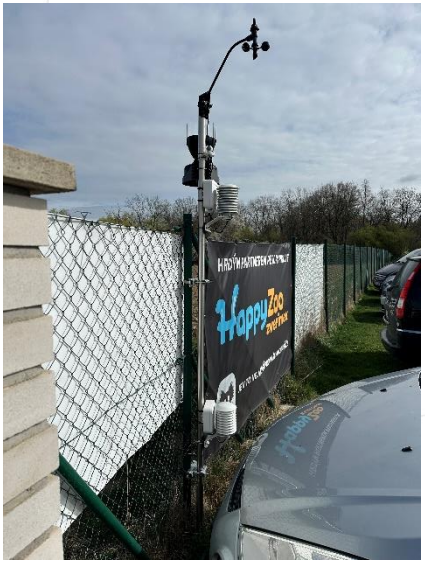
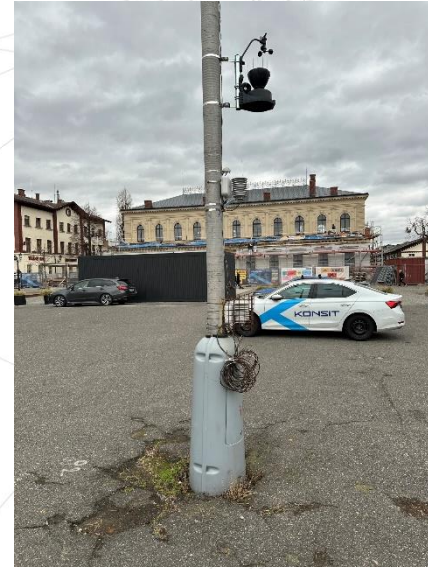
# Staniční měření



**Monitoring mikroklimatických parametrů  
v urbanizovaném prostředí – zhodnocení  
výzkumných lokalit a vyhodnocení měření**

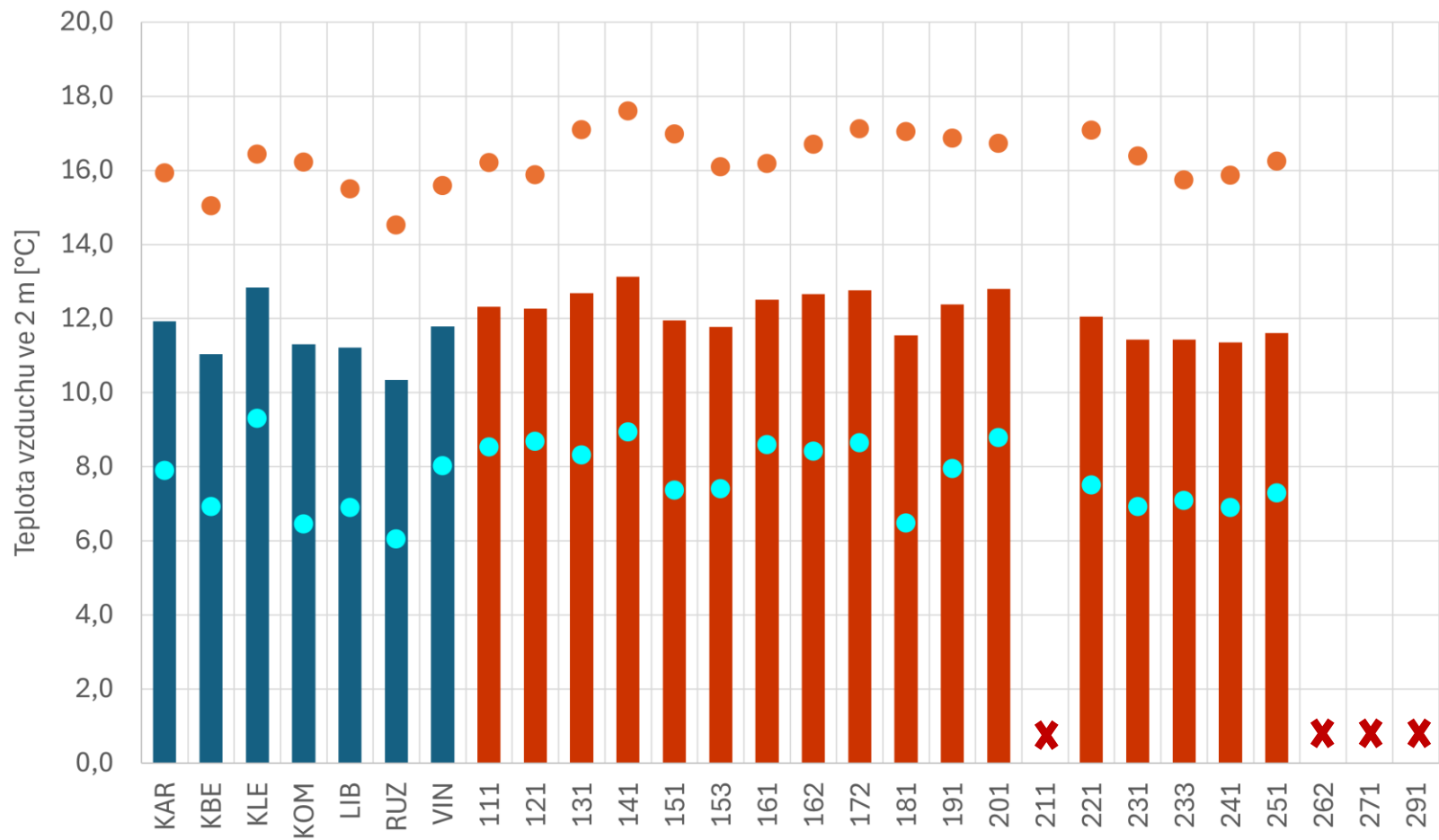
**Hodnoticí zpráva**







ID	Výzkumný bod	Povrch zjištěný	Reprezentativnost/relevantnost pro výzkum tepelného prostředí člověka *	Určeno pro výzkum městské zeleně	Vhodnost umístění senzorů				
					TH <sub>0,5</sub>	TH <sub>2</sub>	V	P	IR
<b>Pražská tržnice</b>									
131	Osvětlení	asfalt/beton	dobrá	ne	x	x	x	x	x
132	Jižní strom	asfalt/beton	omezená	ano	x	–	–	–	–
133	Severní strom	asfalt/beton	omezená	ano	x	–	–	–	–
<b>Náměstí Republiky</b>									
141	VO 106760	dlažba	dobrá	ne	x	x	x	x	x
<b>Heroldovy sady</b>									
151	VO 001220	trávník, dlažba	dobrá	ne	x	x	x	x	x
152	východní strom	trávník	omezená	ano	x	–	–	–	–
153	VO 001215	holá půda/nizká vegetace	dobrá	ne	x	x	–	–	x
154	západní strom	holá půda/opadanka	omezená	ano	x	–	–	–	–
<b>Moskevská</b>									
161	VO 020185	asfalt/dlažba	dobrá	ne	x	x	x	x	x
162	VO 020196	asfalt/dlažba	dobrá	ne	x	x	–	–	x
163	severní strom	mlat/holá půda	omezená	ano	x	–	–	–	–
164	jižní strom	mlat/holá půda	omezená	ano	x	–	–	–	–
<b>Žitomířská</b>									
171	VO 00185	asfalt/dlažba	dobrá	ne	x	x	x	–	x
172	VO 001179	asfalt/dlažba	dobrá	ne	x	x	–	–	x
<b>Orelská</b>									
201	VO 001251	asfalt	dobrá	ne	x	x	x	–	x
<b>Severní IV Spořilov</b>									
221	VO 423474	dlažba,asfalt/beton, trávník	dobrá	ne	x	x	x	x	x
<b>Zdislavická</b>									
231	VO 417762	trávník, asfalt	dobrá	ne	x	x	x	x	x
232	strom u sloupku	trávník	omezená	ano	x	–	–	–	–
233	sloupek	trávník	dobrá	ne	x	x	–	–	–
234	strom u hřiště	trávník	nizká	ano	x	–	–	–	–



131 Pražská tržnice

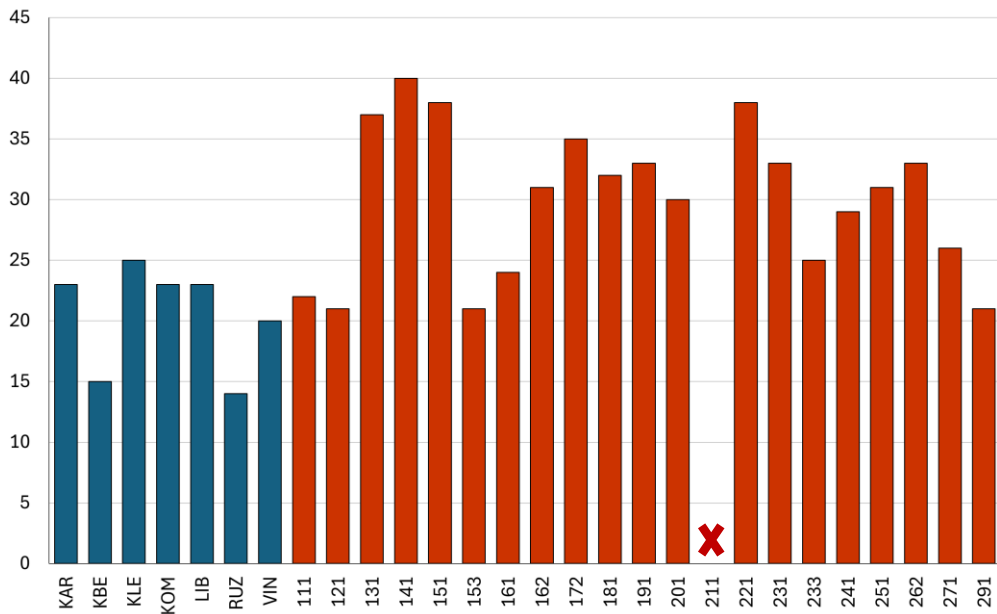


141 Náměstí republiky



221 Severní

Průměrná denní teplota vzduchu, průměrná maximální denní teplota vzduchu a průměrná minimální denní teplota vzduchu na stanicích ČHMÚ a na výzkumných bodech OICT



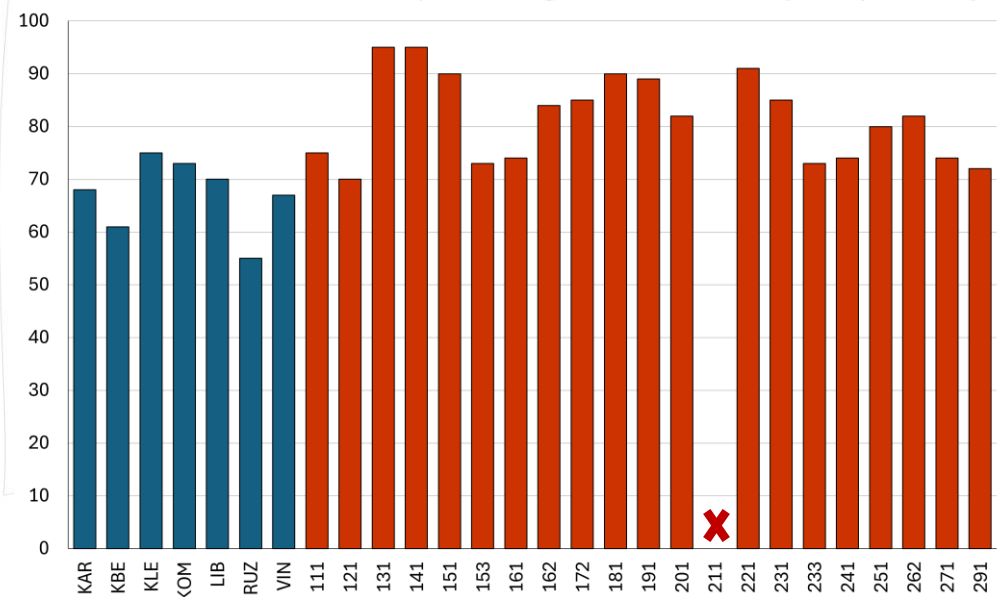
Letní dny na stanicích sítě OICT a ČHMÚ v Praze v roce 2023



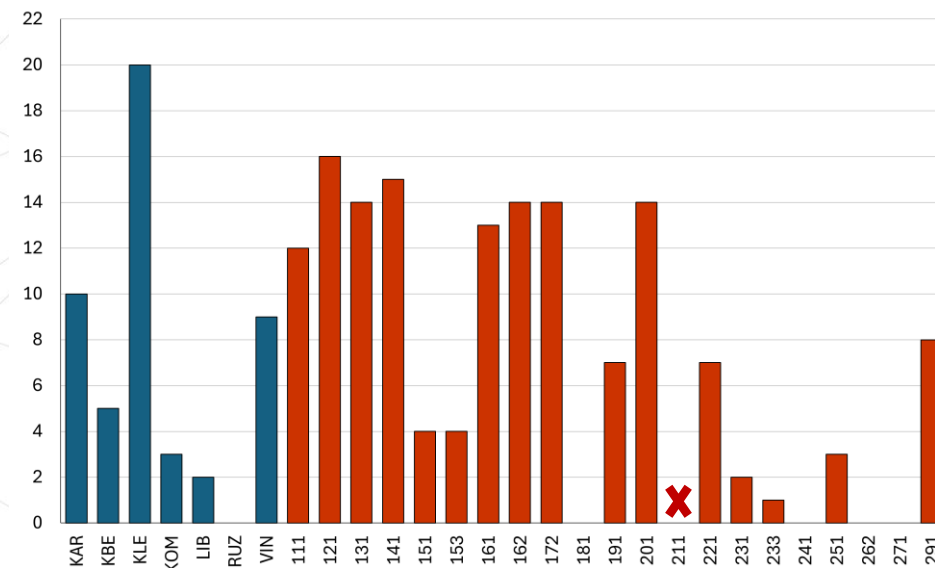
121 Vnitroblok  
Orlická-Vinohradská



ČHMÚ Praha-  
Klementinum

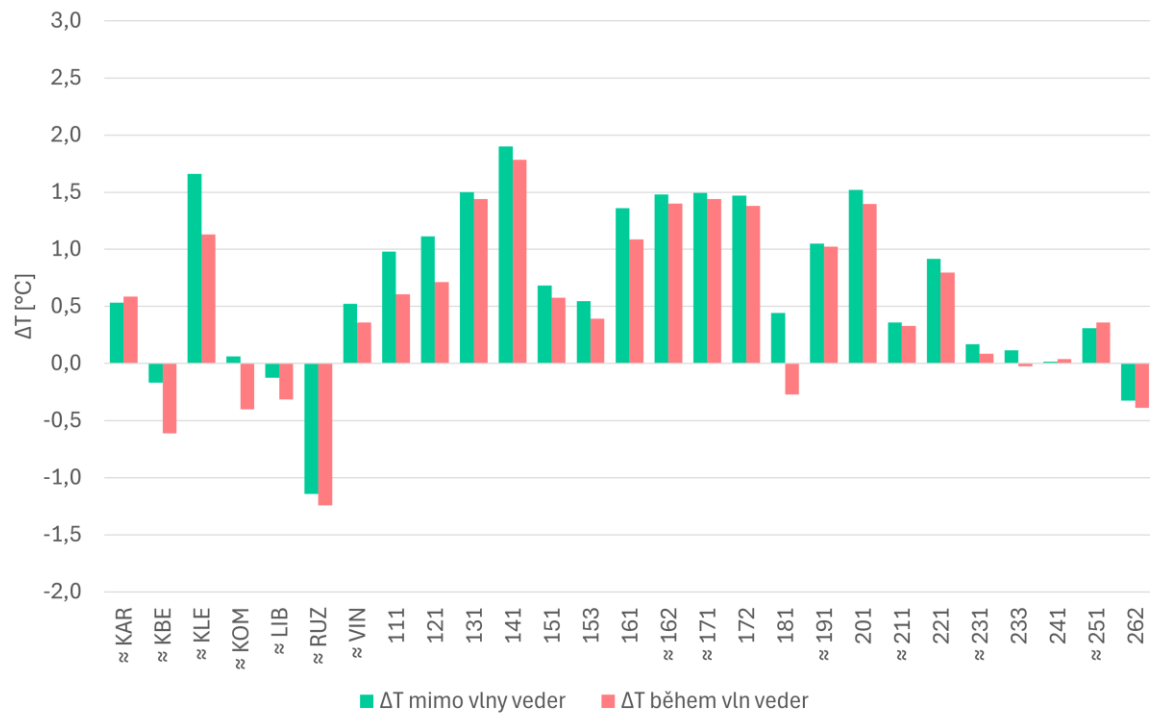


Horké dny na stanicích sítě OICT a ČHMÚ v Praze v roce 2023

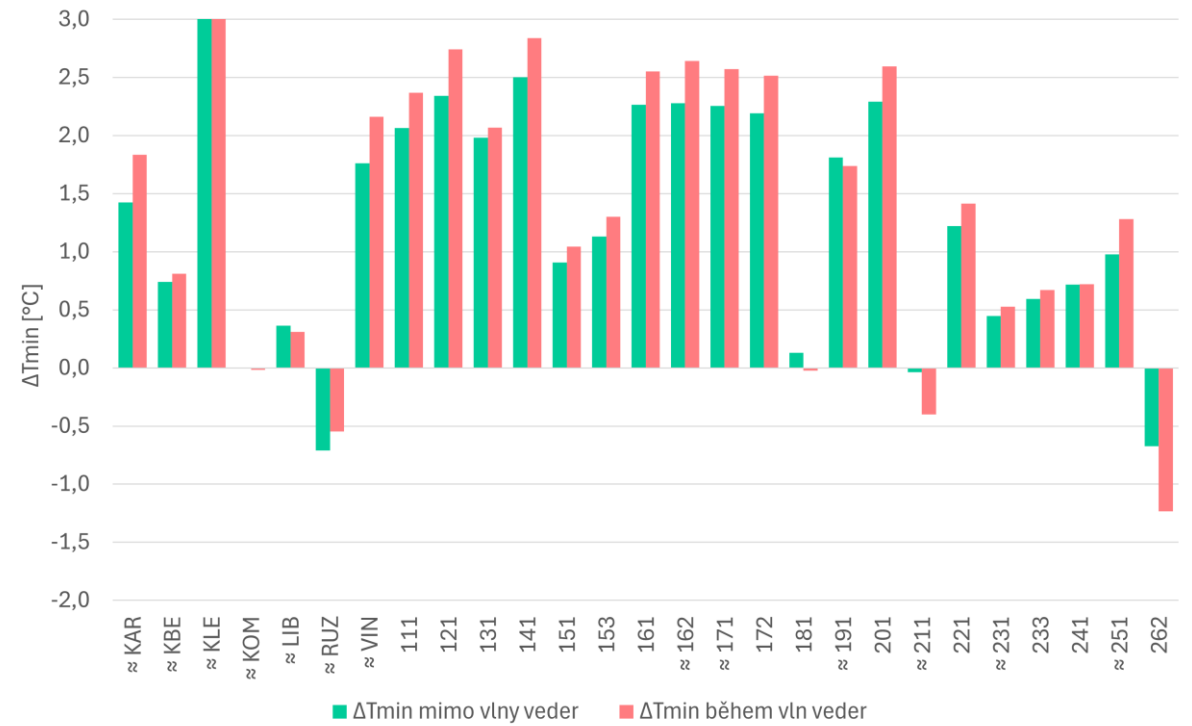


Dny s tropickou nocí na stanicích sítě OICT a ČHMÚ v Praze v roce 2023



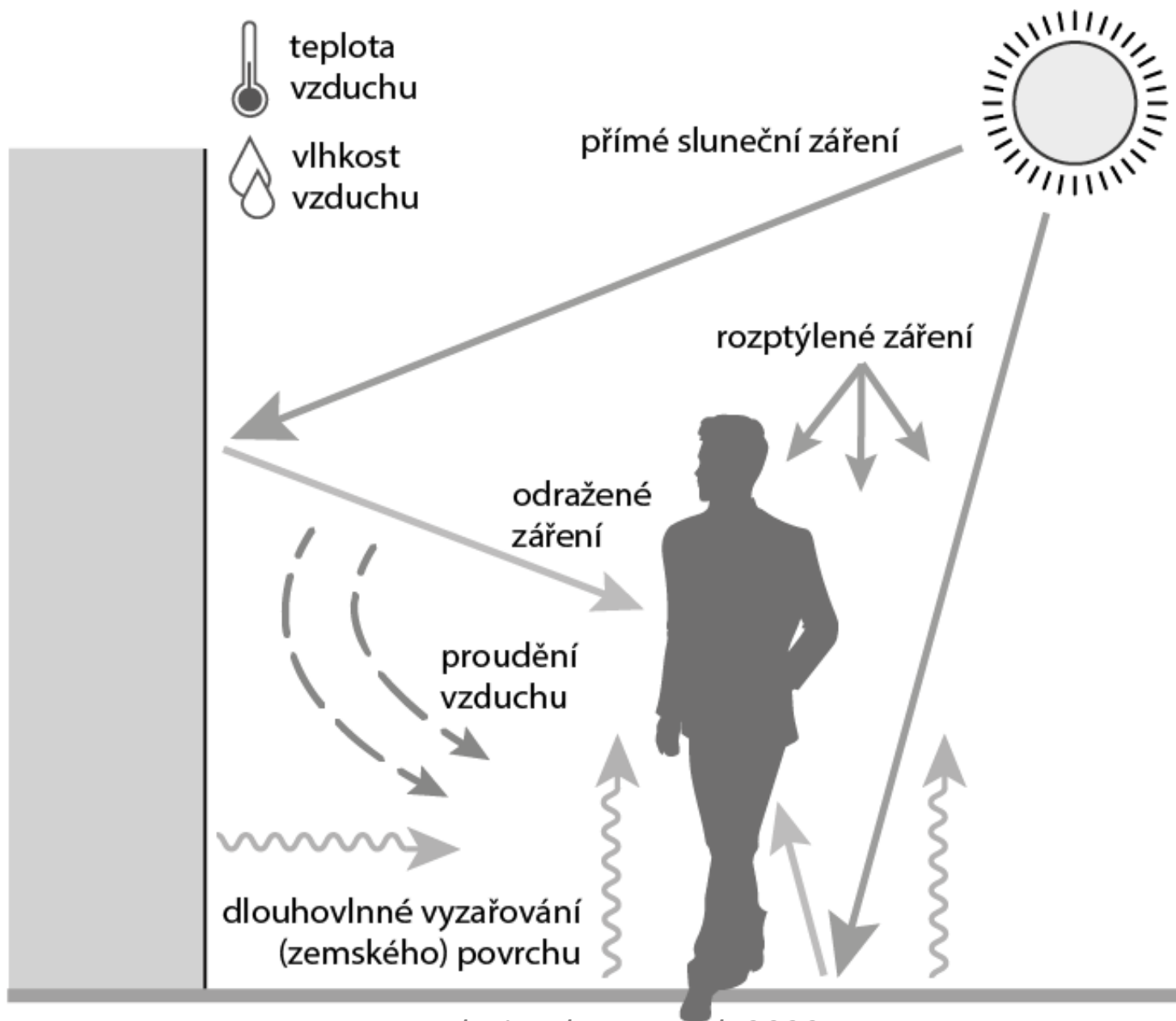


„UHII\*“ na základě průměrných denních teplot na výzkumných bodech OICT v Praze v letním období 2023



„UHII\*“ na základě průměrné minimální denní teploty na výzkumných bodech OICT v Praze v letním období 2023

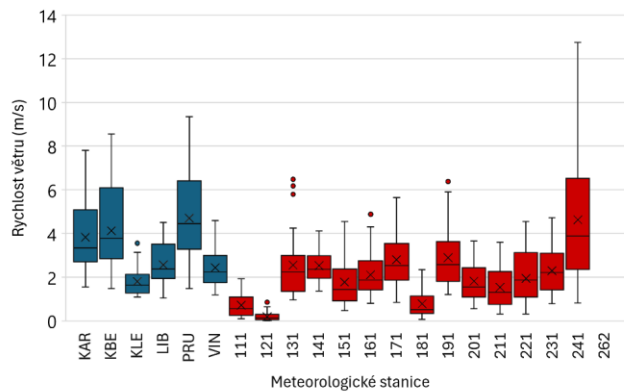
# Tepelná expozice



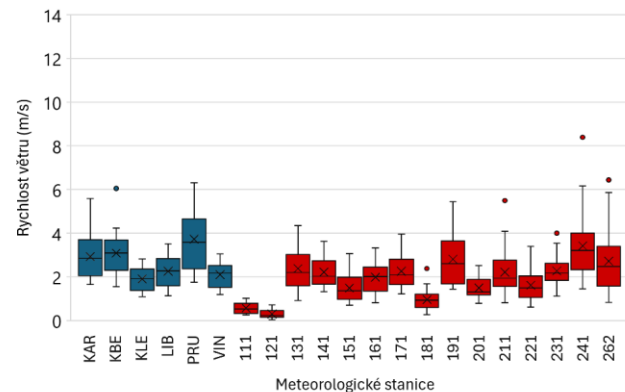
Zdroj: Lehnert et al. 2023



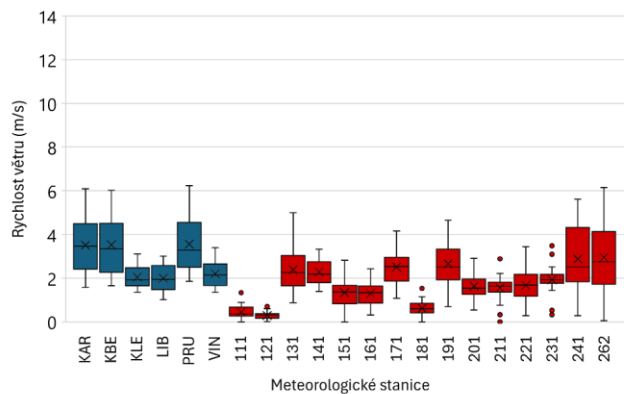
LEDEN 2023



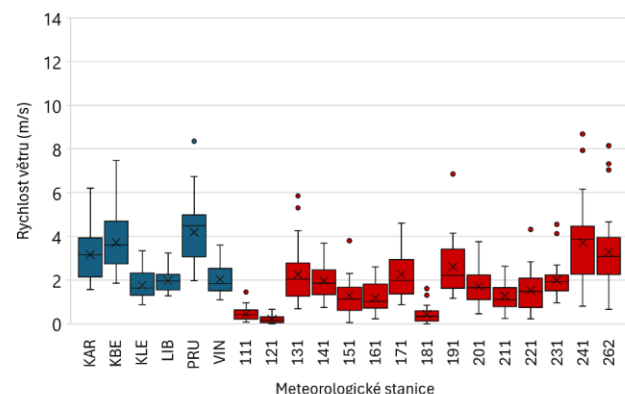
DUBEN 2023



ČERVENEC 2023



ŘÍJEN 2023

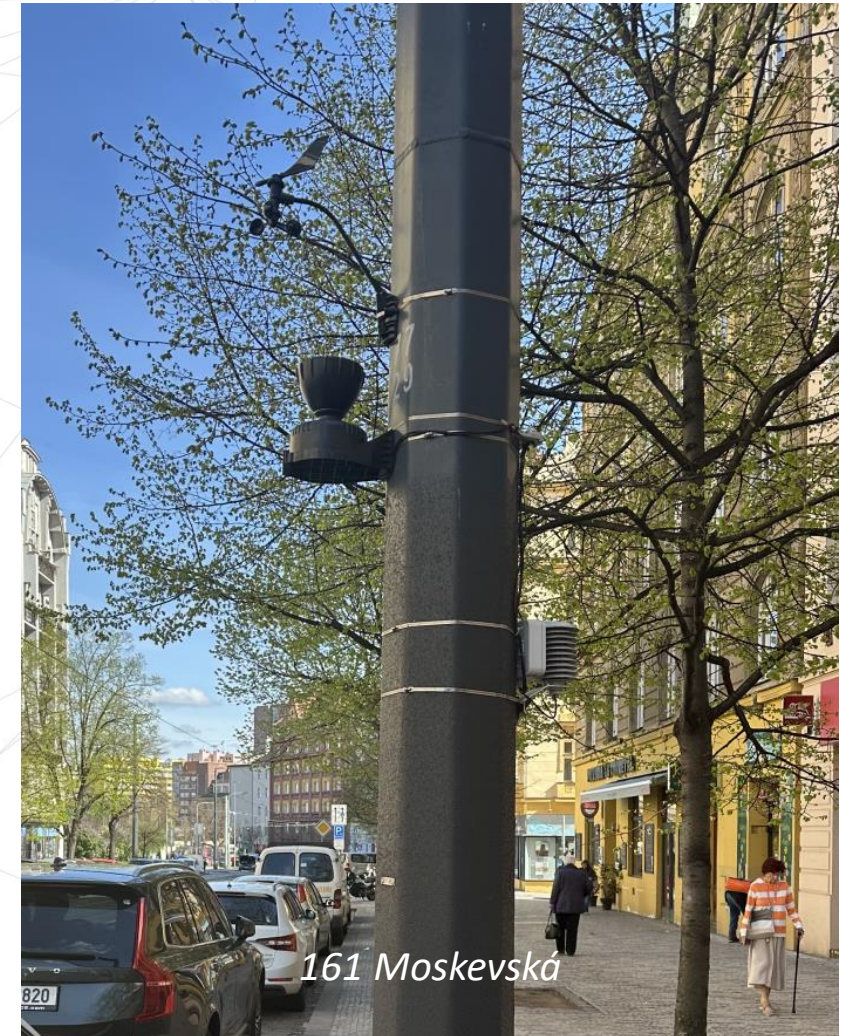
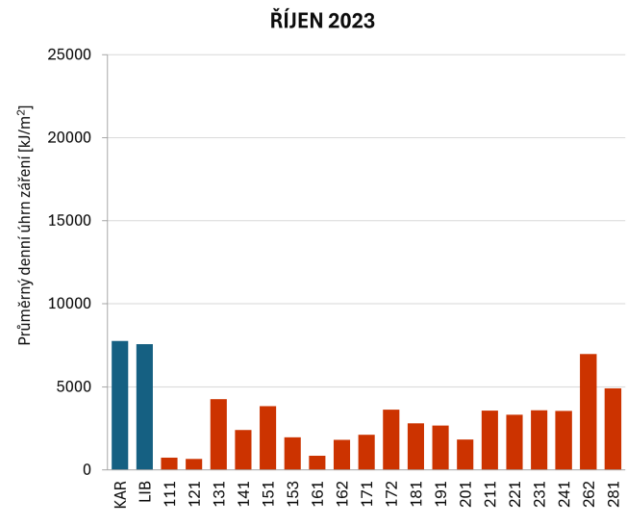
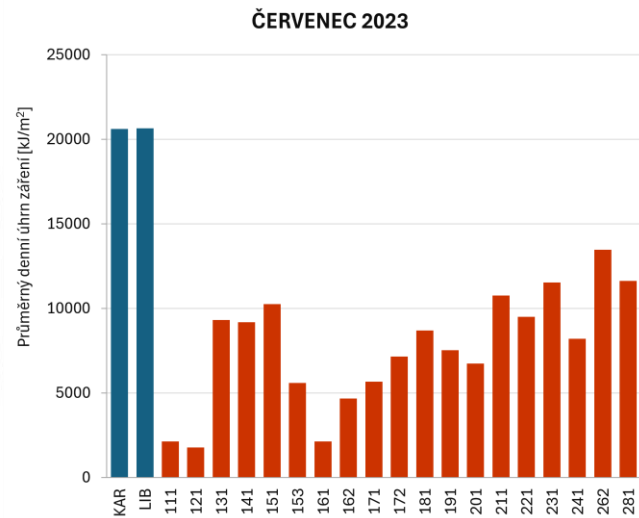
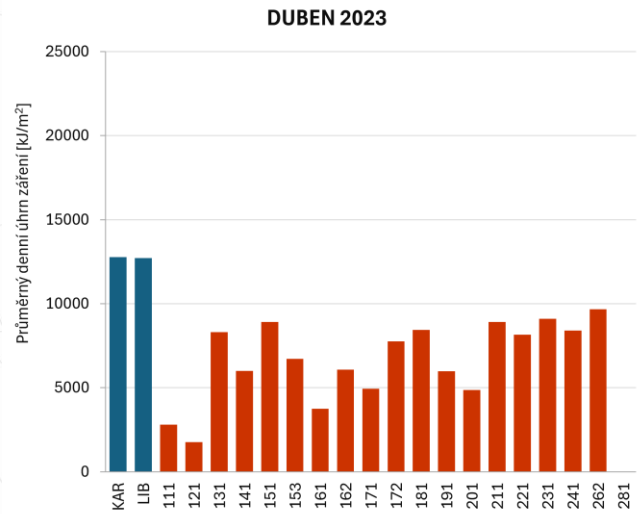
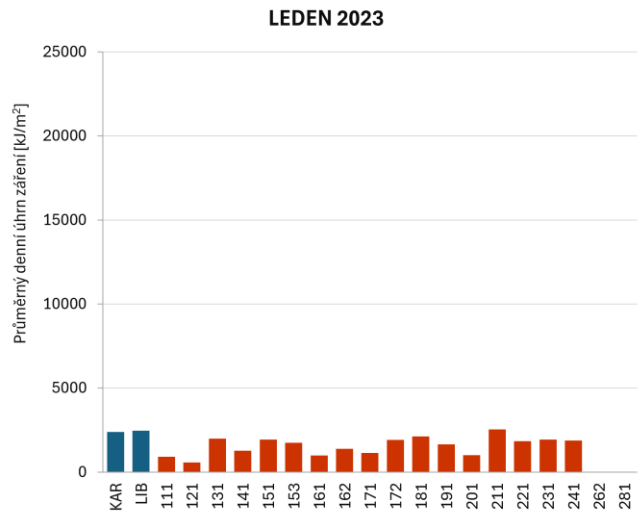


241 Centrální park  
Jižní Město



161 Moskevská

Průměrná denní rychlost větru ( $m \cdot s^{-1}$ ) na výzkumných bodech sítě OICT během vybraných měsíců roku 2023



Průměrné denní úhrny globálního slunečního záření ( $W \cdot m^{-2}$ ) na výzkumných bodech sítě OICT během vybraných měsíců roku 2023



# Vybrané poznatky z měření a další doporučení

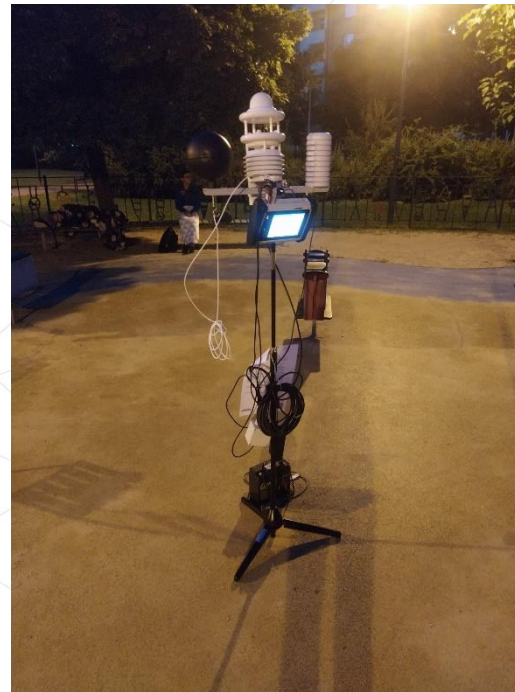
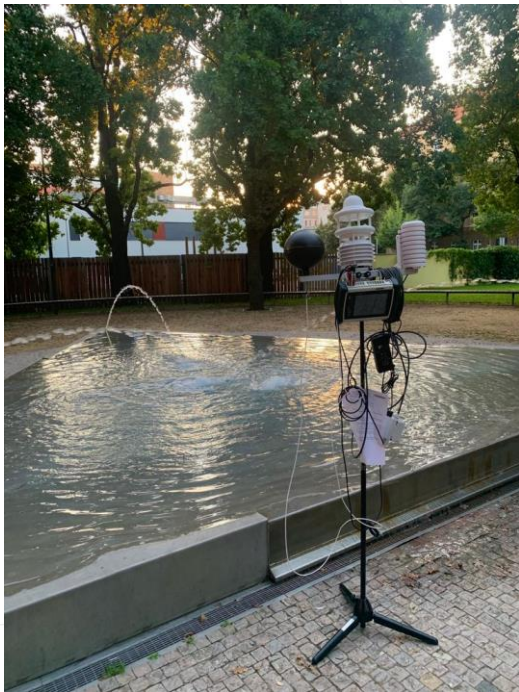
- Průměrné denní teploty vzduchu ve výšce 2 m na stanicích sítě OICT umístěných v typickém městském prostředí jsou obecně vyšší než na standardních stanicích ČHMÚ. V případě maximálních denních teplot jsou rozdíly ještě výraznější
- Na stanicích OICT bylo v průměru zjištěno výrazně více horkých dnů než na stanicích ČHMÚ. Nejvyšší počty horkých dnů jsou zaznamenány v osluněných lokalitách, kde aktivním povrchem je dlažba či asfalt/beton
- Nejvyšší počty dnů s tropickou nocí byly zjištěny ve vnitroblocích
- Data rychlosti a směru větru ze sítě OICT byla zatížena četnými výpadky a chybami měření, avšak v měsících, pro které bylo možné provést vyhodnocení, jsou patrné nižší rychlosti větru v městské zástavbě, avšak současný koncept měření je nevhodný

# Vybrané poznatky z měření a další doporučení

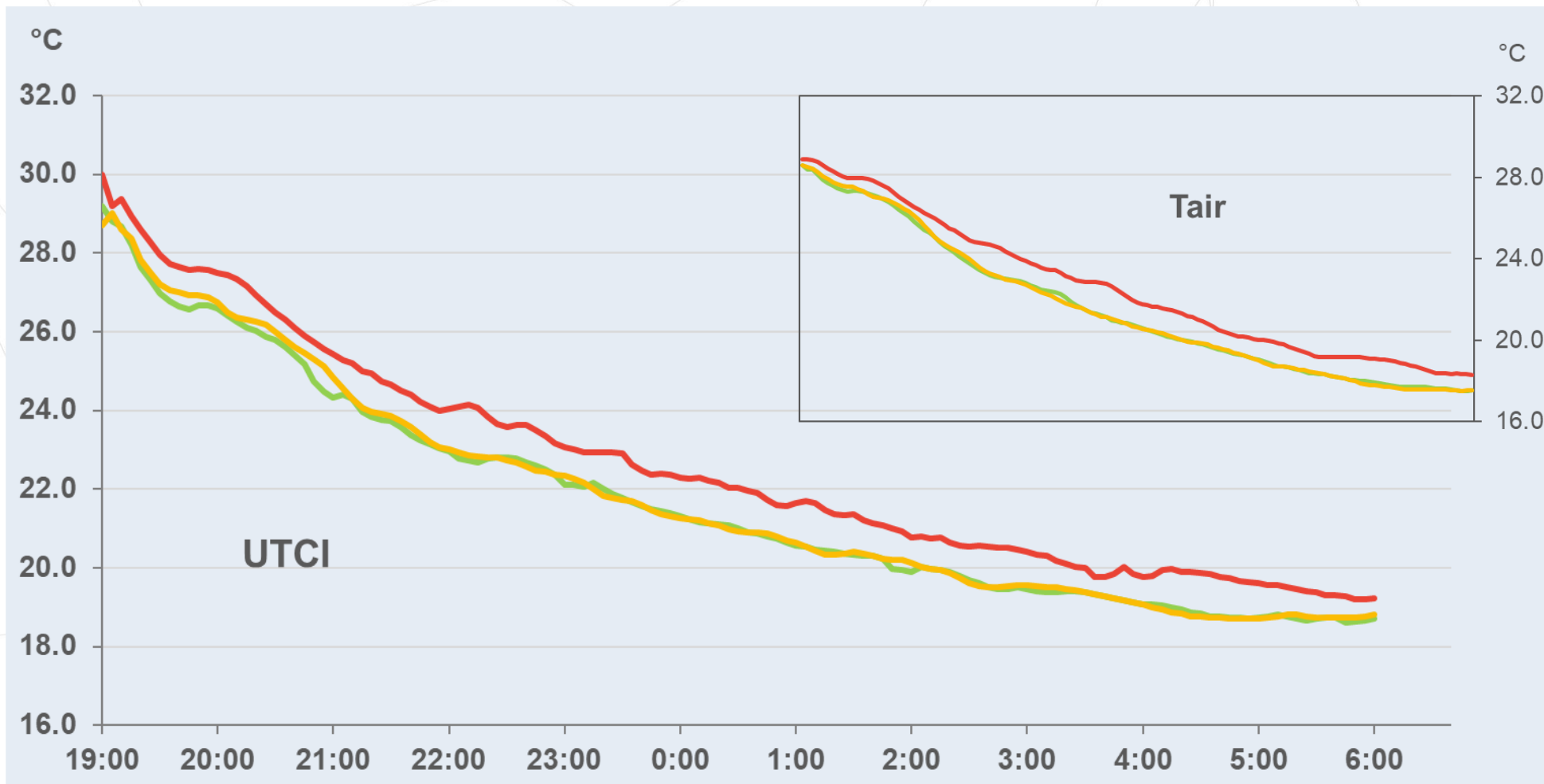
- Data o globálním slunečním záření ze sítě OICT vykazují systematicky nižší hodnoty než referenční stanice ČHMÚ
- Pro potřeby klimatického modelování jsou ze získaných výsledků využitelná především data z měření teploty vzduchu ve výšce 2 m (tam, kde je indikována dobrá reprezentativnost měření)
- Pro další výzkum radiačních toků je vhodné využít specializované měřicí kampaně v rámci uličního prostoru – například měření krátkovlnného a dlouhovlnného záření pomocí pyrrometrů nebo netradiometrů či měření střední radiační teploty pomocí kvalitního kulového teploměru



# Terénní měřicí kampaň v Praze-Holešovicích srpen 2022

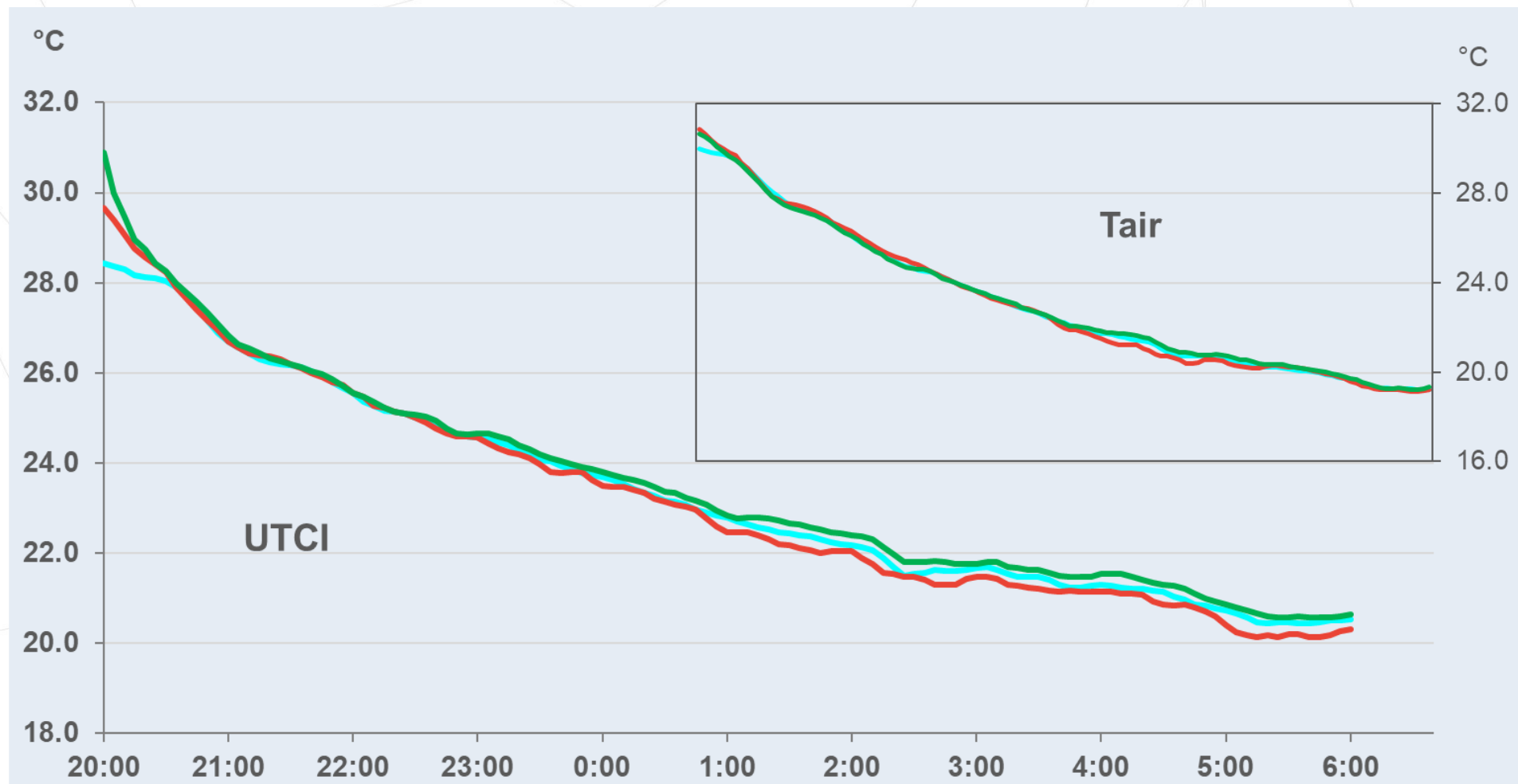


# Ortenovo náměstí: noc z 3. na 4. srpna 2022

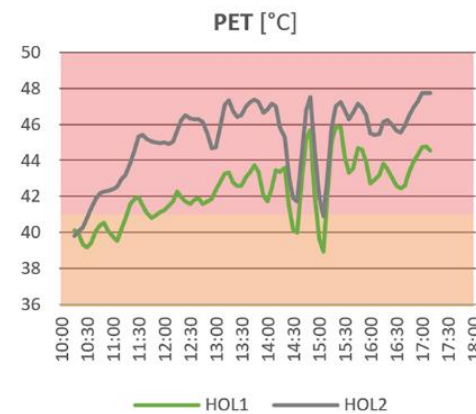
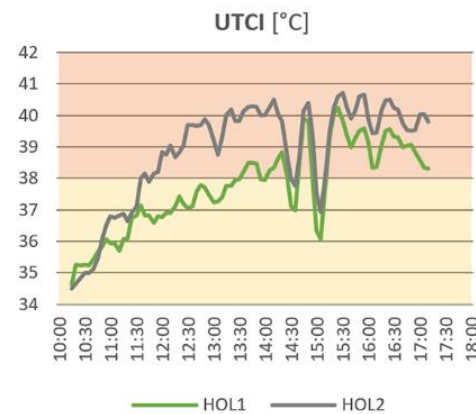
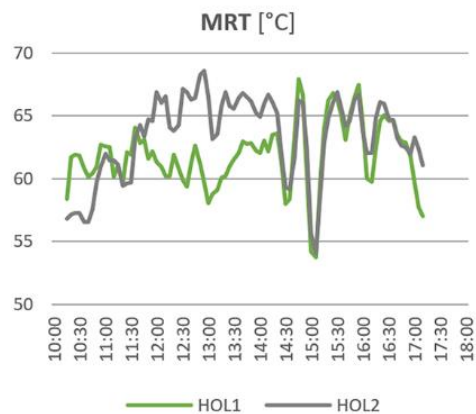
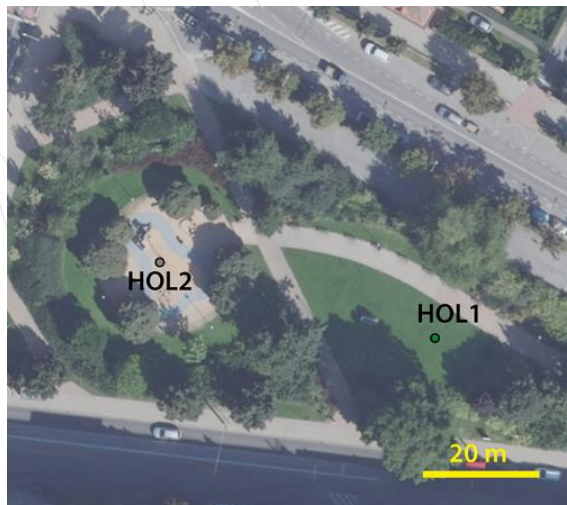
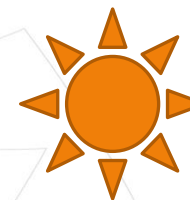




# Ortenovo náměstí: noc z 3. na 4. srpna 2022



# Ortenovo náměstí: 3. srpna 2022



Zdroj: Lehnert et al. 2024

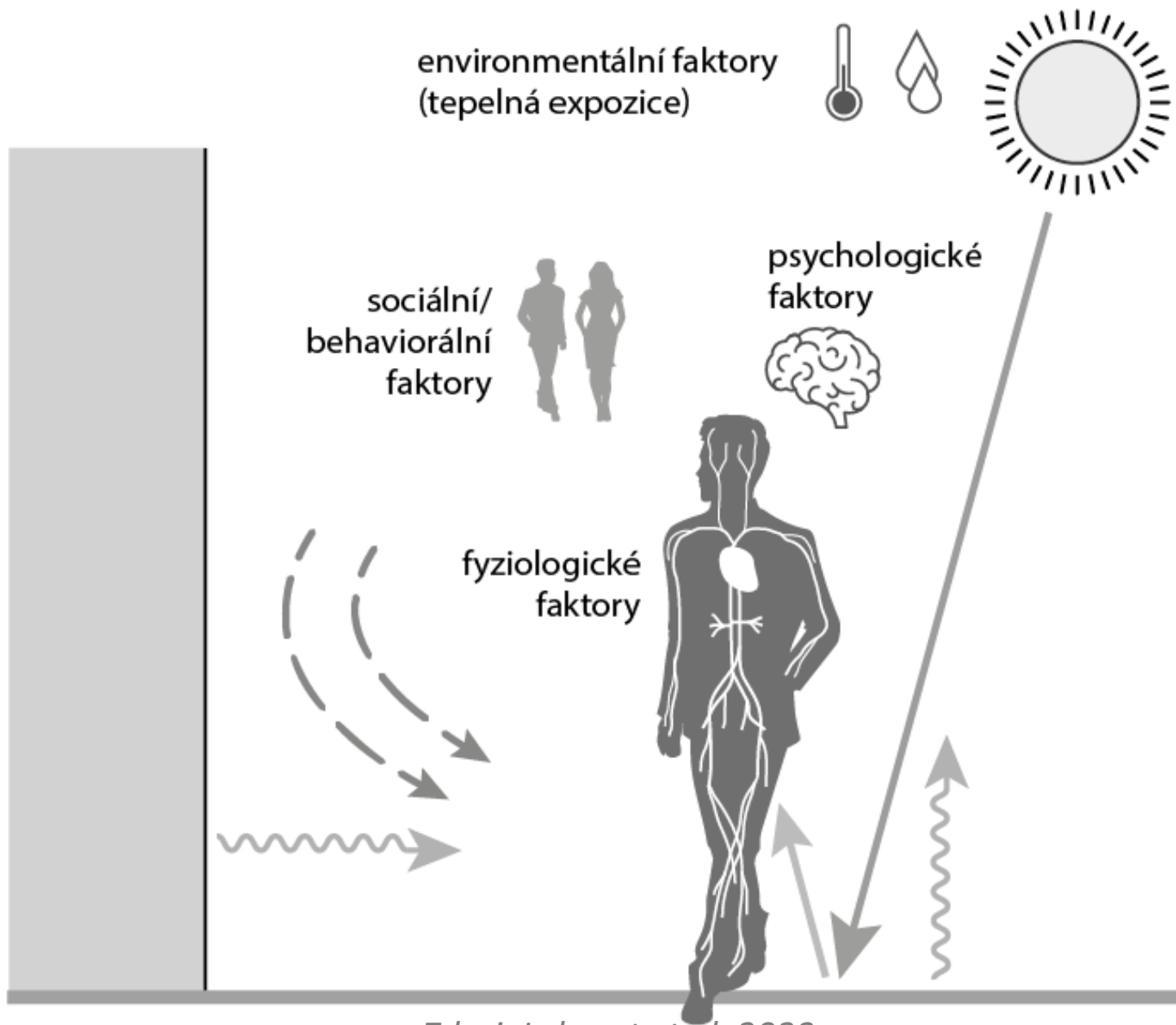
# Shrnutí výsledků měřicích kampaní pro česká města

- Stromy ve dne snižují UTCI o **5–10 K**, v noci však mohou zvyšovat UTCI o  $\approx$  **0–3 K** ve srovnání s otevřeným vydlážděným/štěrkovým povrchem
- Stínící plachty na daném místě ve dne snižují UTCI o **3–6 K**; v noci však mohou zvyšovat UTCI o  $\approx$  **0–2 K**
- Udržovaný trávník na otevřeném prostranství může ve dne i v noci snížit UTCI o **0–2 K** ve srovnání s otevřeným vydlážděným/štěrkovým povrchem
- Malé vodní prvky mění v daném místě závislosti na jejich charakteru UTCI v rozsahu **–2 až +1 K**
- Fontány, které ve dne kropí dlažbu, snižují UTCI o **1–3 K**, ochlazující účinek přetrvává i v nočních hodinách



# Tepelný komfort

*Tepelný komfort člověka  
v prostředí města*



Zdroj: Lehnert et al. 2023

# Metody výzkumu

- Staniční měření
- Mobilní měření
- Dálkový průzkum Země
- (Numerické) modelování
- Dotazníková šetření a participativní metody



## Tradiční a nové přístupy ke studiu tepelného prostředí člověka ve městě: kritické shrnutí současného stavu poznání

MICHAL LEHNERT<sup>1</sup>, JAN GELETIČ<sup>2,3</sup>, MARTIN JUREK<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, katedra geografie, Olomouc, Česko (Palacký University, Faculty of Science, Department of Geography, Olomouc, Czechia); e-mail: m.lehnert@upol.cz, martin.jurek@upol.cz

<sup>2</sup> Ústav informatiky Akademie věd ČR, oddělení složitých systémů, Praha, Česko (Institute of Computer Science of the Czech Academy of Sciences, Department of Complex Systems, Prague, Czechia); e-mail: geletic@cs.cas.cz

<sup>3</sup> Ústav výzkumu globální změny Akademie věd ČR, Brno, Česko (Global Change Research Institute of the Czech Academy of Sciences, Brno, Czechia)

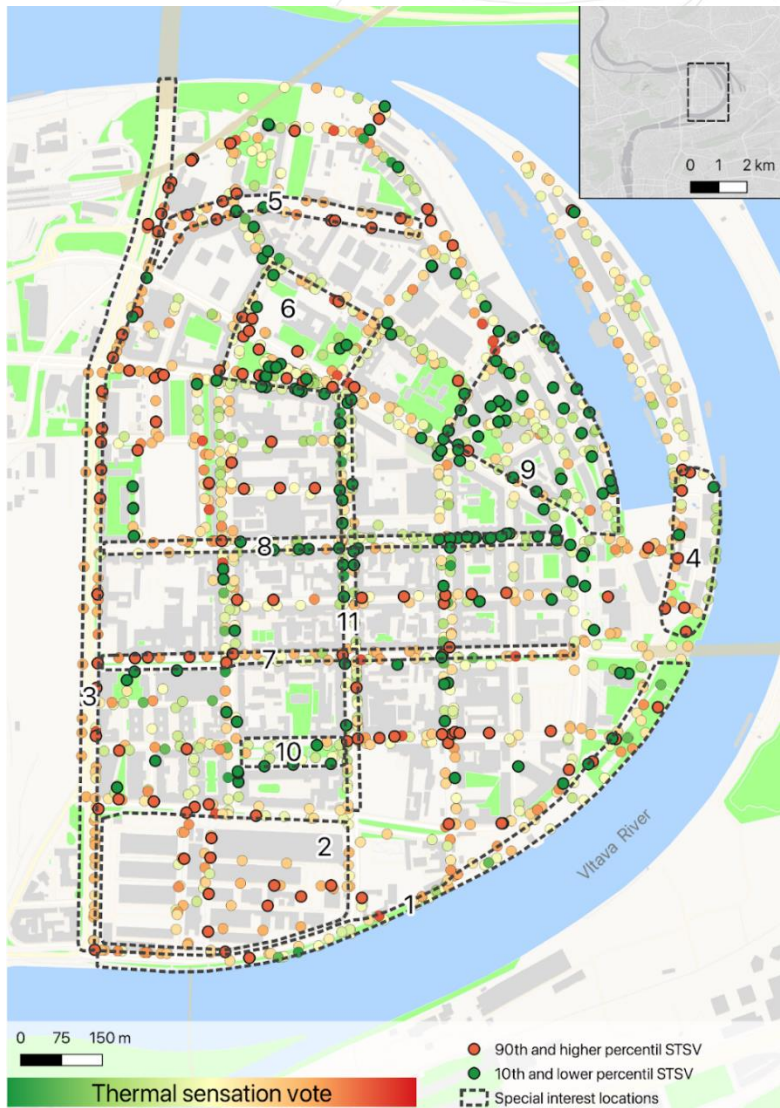
**ABSTRACT** Traditional and novel approaches to studying the human thermal environment in urban areas: A critical review of the current state of the art - Traditional approaches to researching the urban thermal environment focus on identifying the specific manifestations of the local climate and microclimate within urban structures and various types of urban development, and on detecting urban heat islands using meteorological station data, mobile measurements, remote sensing, and (micro)climatic modelling. Nonetheless, current manifestations of climate change and its projections into the future bring the need for the effective climatic adaptation of urban environments. Current research focuses on approaches allowing for a more complex assessment of both the thermal and overall environment of people in towns and cities. This requires numerical modelling in high spatial resolution and large questionnaire surveys. Despite many unanswered theoretical and methodological questions, the approaches to and knowledge of the human urban thermal environment demonstrate growing application potential.

**KEY WORDS** urban climate - urban heat island - thermal exposure - thermal comfort - thermal sensation

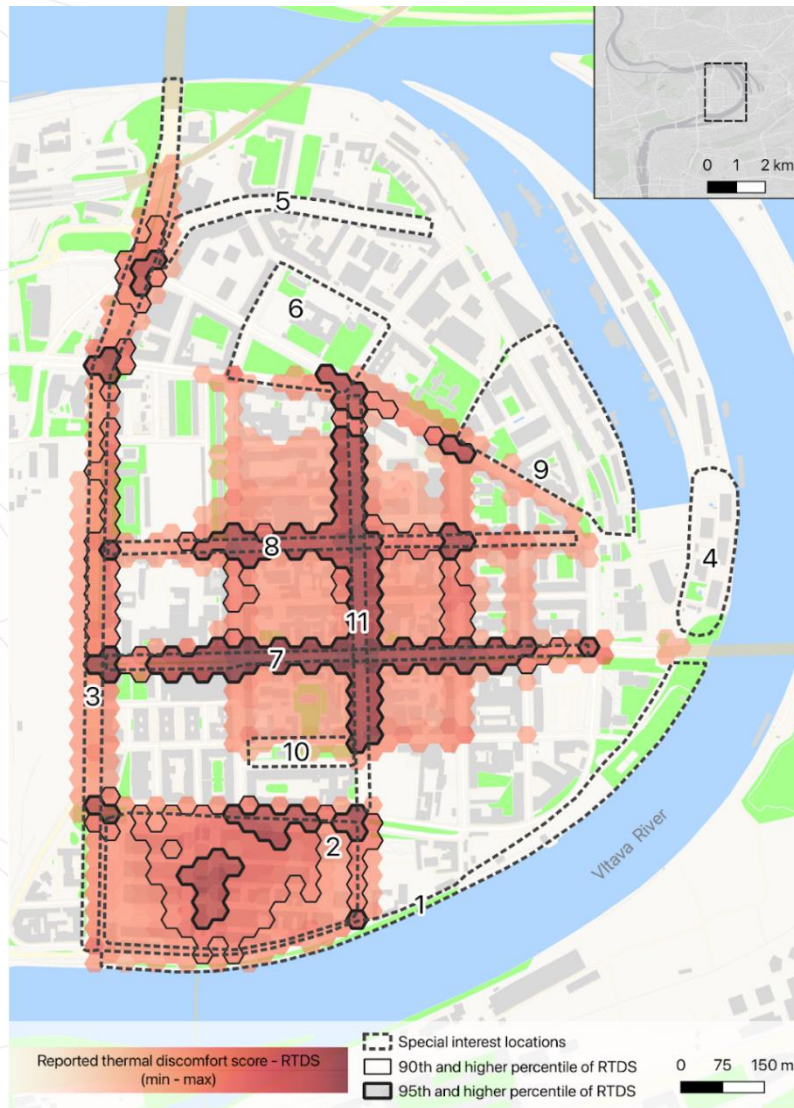
LEHNERT, M., GELETIČ, J., JUREK, M. (2023): Tradiční a nové přístupy ke studiu tepelného prostředí člověka ve městě: kritické shrnutí současného stavu poznání. Geografie, 128, 3, 351-377. <https://doi.org/10.37040/geografie.2023.012>

Do redakce došlo v prosinci 2022, přijato do tisku v březnu 2023.

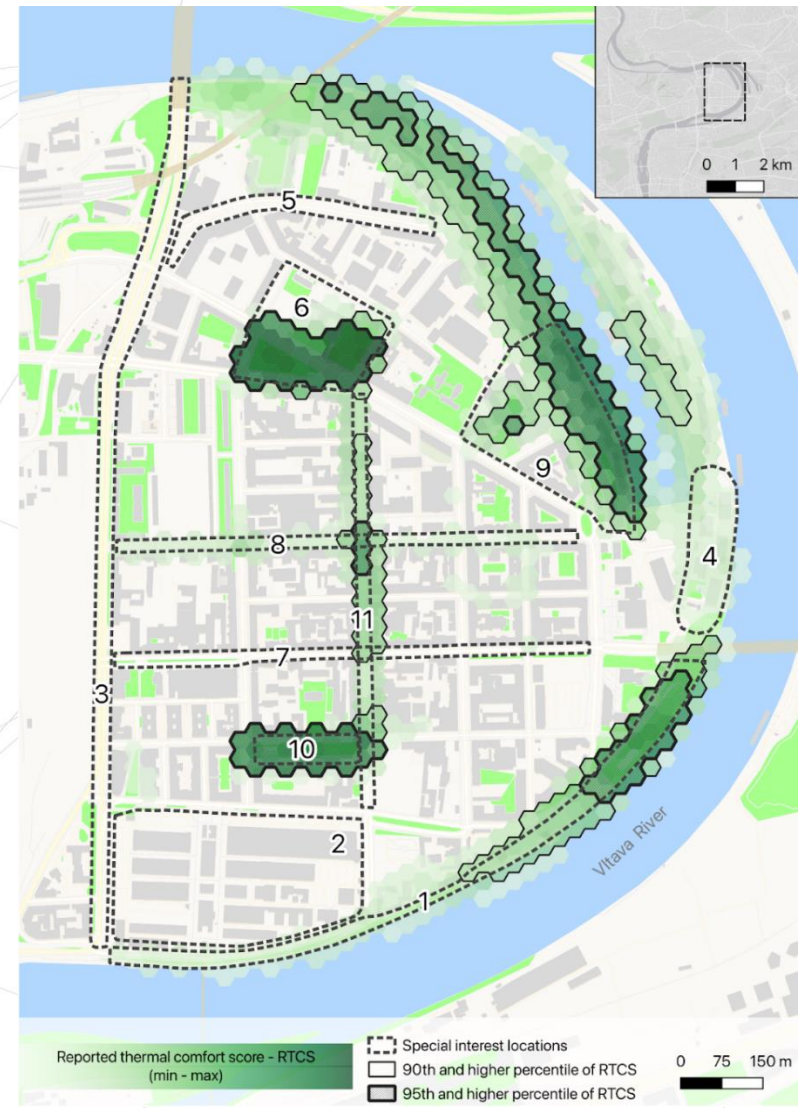




*Standardizované tepelné pocity*



*Mentální hotspoty*



*Mentální coolspoty*

Zdroj: Květoňová et al. 2024 under review



## Zdroje

- Květoňová, V., Pánek, J., Geletič, J., Šimáček, P., Lehnert, M. (2024). Where is the heat threat in a city? Different perspectives on people-oriented and remote sensing methods: the case of Prague (under review)
- Lehnert, M., Geletič, J., Jurek, M. (2023). Tradiční a nové přístupy ke studiu tepelného prostředí člověka ve městě: kritické shrnutí současného stavu poznání. *Geografie* 128/3.
- Lehnert, M., Jirmus, R., Květoňová, V., Geletič, J., Jurek, M., Středová, H., Frajer, J. (2024). Overheated children's playgrounds in Central European cities: The effects of surfaces and shading on thermal exposure during hot summer days. *Urban Climate*, 55, 101873.

Děkujeme za pozornost a spolupráci  
při organizaci výzkumných kampaní

Srpen 2024 Praha-Holešovice!



Akademie věd  
České republiky



Palacký University  
Olomouc