

Specifika městského prostředí v různých měřítcích; tepelný komfort a související proměnné

Řezníček, H., Geletič, J., Resler, J., Krč, P., Bureš, M.

Ústav informatiky AV ČR, v. v. i.

Několik slov úvodem...

Města: Klimatická změna + rostoucí počet obyvatel = zvýšený zájem o klima

- Nejčastější přístupy: intenzita tzv. tepelného ostrova měst
 - (A)UHI – rozdílná teplota vzduchu mezi městem a jeho okolím
 - SUHI – rozdíly mezi povrchovou teplotou měst a jejich okolími
 - Analýza tepelného komfortu obyvatel (*novinka*)
- S klimatickou změnou úzce souvisí adaptační a mitigační opatření
 - Rozdíly v měřítcích – město (km) × čtvrť (stovky m) × ulice (desítky m) × chodec (nízké jednotky m)
 - Jaké podklady jsou „optimální“?
 - Jaké chyby se zanedbáním měřítka dopustíme?
- Zvolený nástroj by měl, mimo relevanci, reflektovat požadavky na měřítko!



1. Tepelný ostrov měst (A)UHI

(A)UHI

- Charakteristika založená na teplotě vzduchu
- Měří se sítí tzv. účelových měřících stanic (často jiný standard než pro meteorologická měření ČHMÚ)
- Výhody
 - Kontinuální časová řada (např. po 10 min)
- Nevýhody
 - Omezení pouze na okolí měřících pozic
 - Krátkodobá měření (většinou jednotky let)
 - Cenová a časová náročnost
 - Časté poškození stanic nebo čidel
- Variabilita (A)UHI: max. v nízkých jednotkách °C

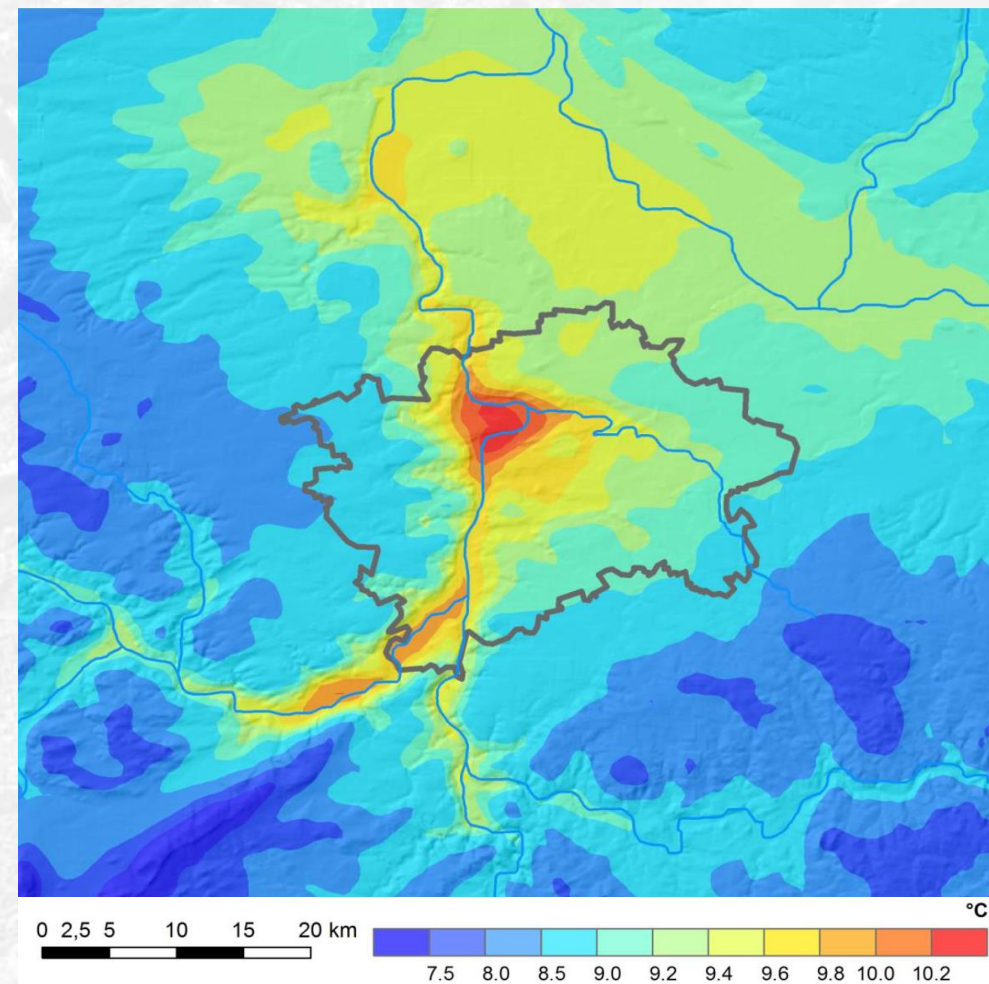


Příklady městských účelových měřících stanic

Zdroj: webové stránky Barani Design, allMeteo, University of Birmingham

(A)UHI Prahy

- Vlivem růstu městské populace, rozšiřování zástavby, růstu spotřeby elektřiny a zintenzívnění průmyslu a dopravy dochází k zesilování intenzity pražského (A)UHI
- 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
- Obecně: větší nárůst počtu tzv. letních charakteristických dnů (letních / tropických dnů a nebo nocí) je v centru města než na jeho okraji



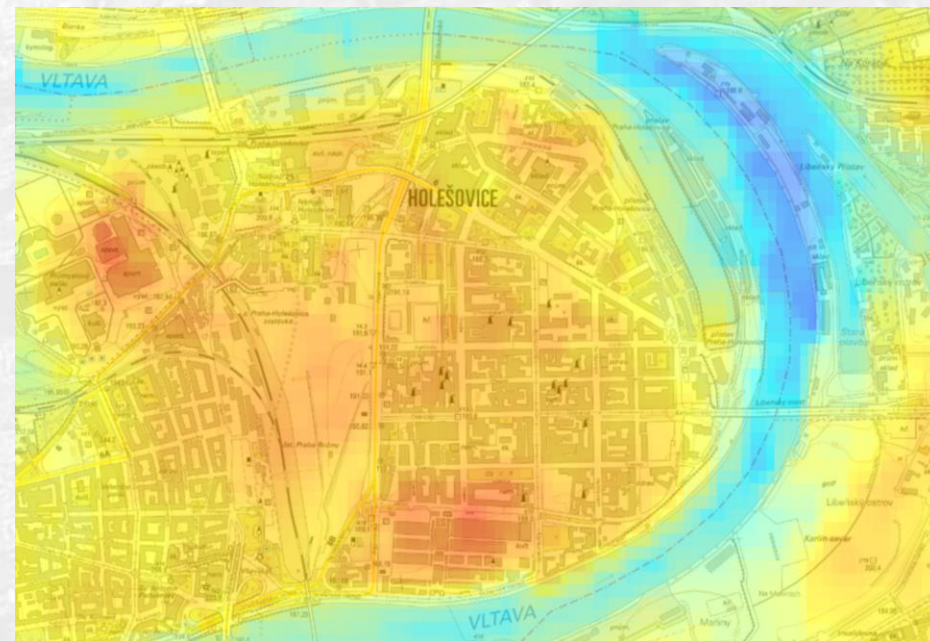
Průměrná roční teplota vzduchu v Praze a okolí (1961–2016)
Zdroj: Žák, M., Zahradníček, P. (2017): *Tepelný ostrov v Praze a možnosti zmírnění jeho negativních dopadů*



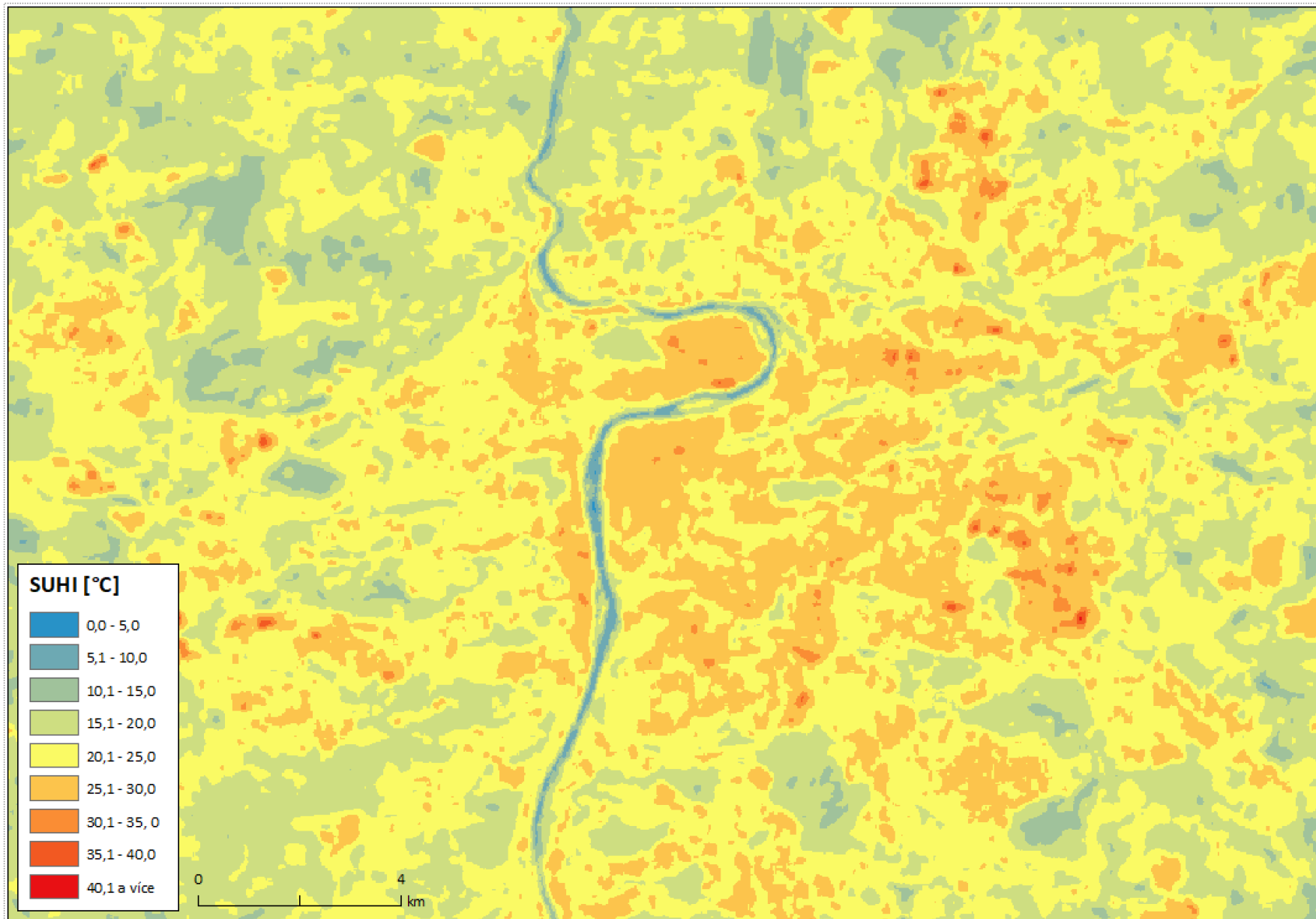
2. Povrchový tepelný ostrov měst SUHI

SUHI

- Charakteristika založená na povrchové teplotě
- Měří se pomocí metod dálkového průzkumu Země (satelity, letadla, balóny, drony, UAV apod.)
- Výhody
 - Levné, často volně dostupné
- Nevýhody
 - Pohled „shora“ (nevidí pod stromy, mix povrchů atd.)
 - Příliš hrubé rozlišení (desítky m až jednotky km)
 - Vliv přírodních jevů (oblačnost, prach atd.)
 - Periodicita (často méně než 1 snímek denně)
 - Různé metody zpracování (zdroj emisivity povrchů)
- Variabilita SUHI: v desítkách °C



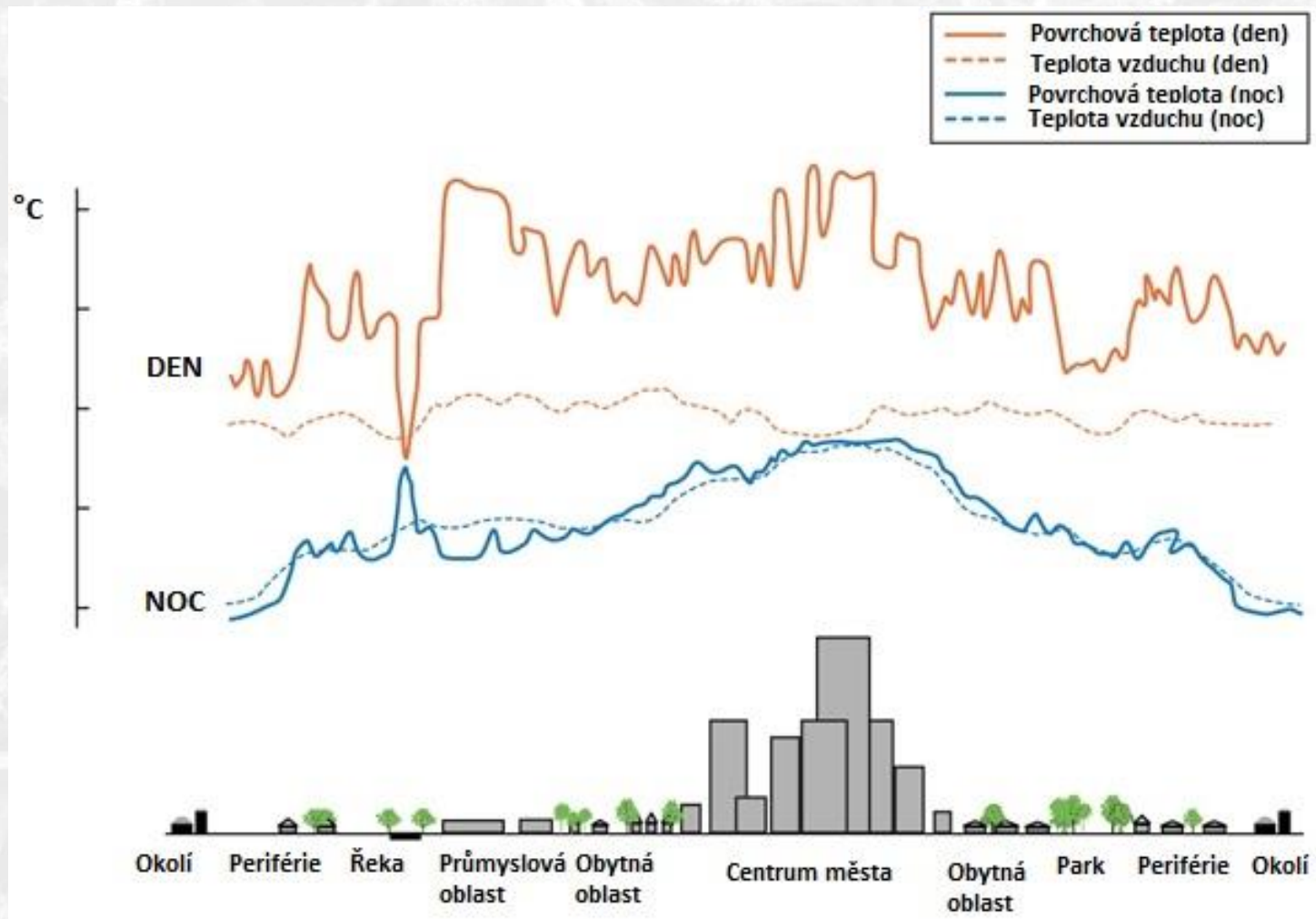
Povrchová teplota ze senzoru ECOSTRESS, 18.6.2022
Zdroj: Senzor ECOSTRESS, ISS (vlastní zpracování)



Intenzita povrchového tepelného ostrova Prahy v 9:51 UTC (11:51 CEST) ze dne 18.6.2022

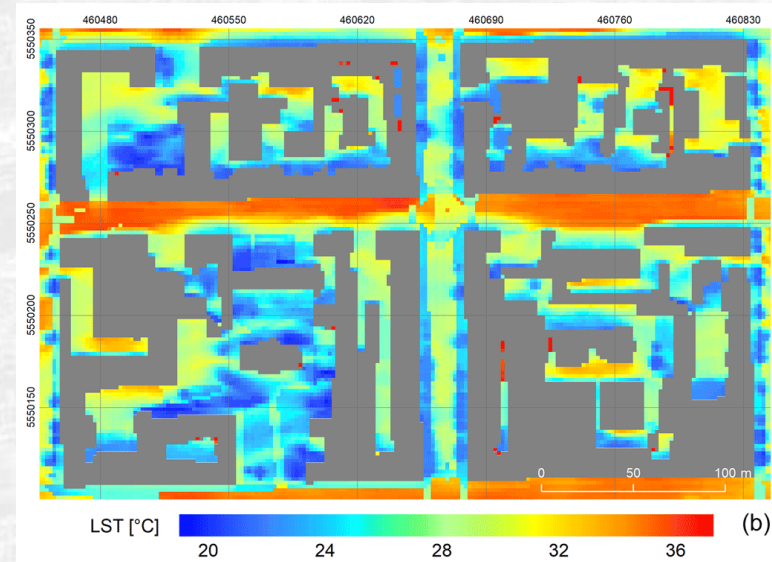
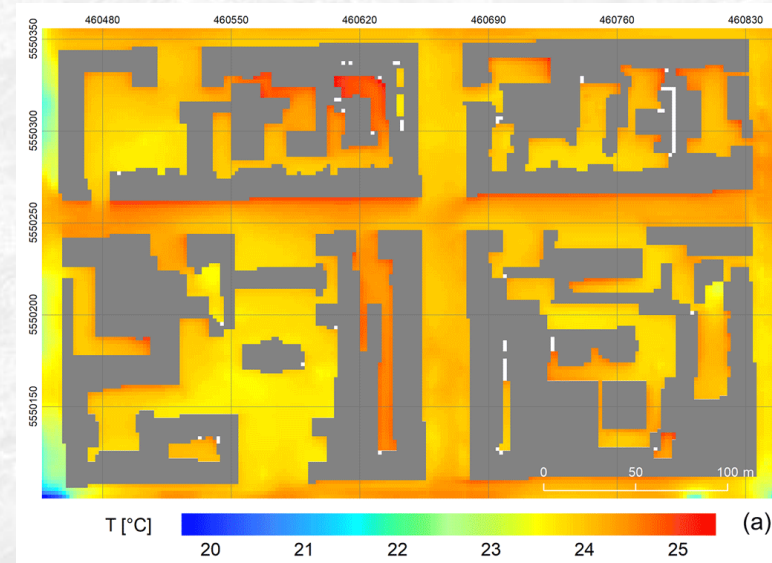
Zdroj dat: USGS, LANDSAT-8 (vlastní zpracování)

Rozdíly mezi (A)UHI a SUHI



Rozdíly mezi (A)UHI a SUHI

Zdroj: webové stránky UrbanAdapt, upraveno



Průměrná teplota vzduchu (a) a povrchové teploty (b), Praha-Holešovice 2.7.2015

Zdroj: Belda a kol. (2021)

Nejčastější zdroje dat – satelity

- LANDSAT (5, 8, 9)
 - Prostorové rozlišení 30 m, ale fakticky jde o převzorkování ze 100 m
 - Nemá vlastní emisivitu; pro výpočet povrchové teploty se používají buď algoritmy (LSE – land surface emissivity) nebo data z jiných družic (ASTER GED – global emissivity database)
 - Perioda 1x za 16 dnů, drtivá většina jsou denní snímky
 - Zadarmo, tedy nejpoužívanější
 - Nejedná se však o teplotu vzduchu a není možné ji ze snímku odvodit!!!
- ECOSTRESS
 - Prostorové rozlišení cca 40 × 70 m
 - Má vlastní emisivitu, denní perioda snímkování
 - Také zadarmo, ale jde o novinku (data od roku 2021)
- Další zdroje dat: Terra ASTER, SENTINEL-3, MODIS...

Satelitní snímky odhalují pražské tepelné ostrovy

Novinky.cz

Hlavní stránka Stalo se Domácí Volby Koronavirus Zahraniční Válka na Ukrajině Krim Kultura Ekonomika Finance Sport Žena Koktej Komentáře Internet a PC AutoMoto Muži Věda a školy Býdlení Cestování Historie Podcasty Speciály Počasí TV program Denní tisk Tiráž

VÁLKA NA UKRAJINĚ MAPA KONFLIKTŮ ZBYTEČNÁ VÁLKA ENERIE: POMOČ A CENY EKONOMIKA: VÝVOJ INFLACE

Novinky.cz » Věda a školy » Satelitní snímky odhalují pražské tepelné ostrovy

Satelitní snímky odhalují pražské tepelné ostrovy

12. 7. 2022, 16:06
Filip Štara, Novinky

Speciální přístroj operující na Mezinárodní vesmírné stanici (ISS) zachytil nedávné teplotní extrémy na zemském povrchu v Miláně, Paříži i v Praze. Poskytl data pro teplotní mapy, které ukazují „městské tepelné ostrovy“, tedy oblasti s mimořádným teplem ve srovnání s okolní krajinou. Teploty vzduchu byly v mnoha evropských městech o 10 °C nad průměrem pro danou roční dobu.



Snímek z vesmíru ukazuje rozžhavené Holešovice

ČESKÝ ROZHLAS RADIOŽURNÁL PLUS DVOJKA VLTAVA WAVE ŽIVÉ VYSÍLÁNÍ REGIONY MJUROZHLAS ESHOP

18. října 2022 | MICHAELA

IROZHLAS

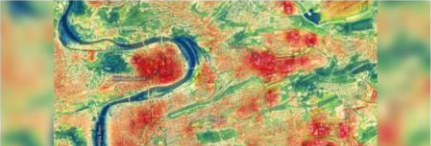
DOMOV SVĚT EKONOMIKA SPORT KULTURA VĚDA KOMENTÁŘE ŽIVOTNÍ STYL VOLBY POČASÍ VÍNOHRADSKÁ 12

Sledujte válku na Ukrajině

Kde se nacházíte: IROZHLAS.cz / Zprávy z domova | Související témata: Česko Praha Holešovice O2 Aréna ISS mezinárodní vesmírná stanice vesmír teplota klima věda tosto

Snímek z vesmíru ukazuje rozžhavené Holešovice, Pomoci by mohly solární panely, navrhuje odborník

Rozžhavené Holešovice, okolí O2 areny a průmyslová zóna ve Šterboholích. Tato místa červeně září na teplotním snímku z 18. června pořízeném z Mezinárodní vesmírné stanice. Slunce rozpaluje povrchy na víc než 45 stupňů. Co přesně snímek fotovoitaické panely? v rozhovoru pro IROZHLAS.cz odpovídal specialista na krajinné plánování Michael Pondělíček z pražského Institutu plánování a rozvoje.



Autorka
Anna Kottová

Další texty autorky:

- Detektivové stíhají po razií v Brně sedm lidí a dvě firmy. Pokračují s výslechy obviněných
- Co je moc, to je moc: Piráti v Brně nakonec do koalice sedmi stran jít nechtějí, vzniknout může i bez nich

ZPRÁVY, KTERÉ JSTE NEČETLI

Stagnace. Členů konspiračních facebookových skupin nepřibývá, zajímá je hlavně videoblah, říká Šterka

Ve kterých pražských čtvrtích je v létě nejtepleji? V Holešovicích a Libni

prazsky.denik.cz/zpravy_region/ve-kterych-prazskych-ctvrtich-je-v-lete-nejtepleji-v-holešovich-a-libni-202207.html

Chci zprávy do e-mailu Přihlášení členové Denik Klubu čtou vše bez omezení. Chci předplatné Přihlásit se

PRAHA Z OKOLÍ ENERIE KRIMI KULTURA TIPY ČESÍ V ČÍSLECH ČTENÁŘ REPORTÉŘ ČESKO A SVĚT

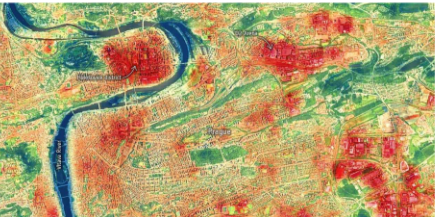
DŮCHODOVÁ KALKULAČKA Spočítejte si, o kolik se vám od ledna 2023 zvýší penze

Ve kterých pražských čtvrtích je v létě nejtepleji? V Holešovicích a Libni

0 *****
Nehodnoceno, buďte první! Ohodnotte článek

16. 7. 2022
Pavel Kopecký
redaktor
Napište mi

/FOTOGALERIE/ Mapa tepelných ostrovů v Praze, naměřená z Mezinárodní kosmické stanice ISS na začátku letošního léta, odhalila čtyři nejteplejší místa v hlavním městě. Patří mezi ně Holešovice, část Libně u O2 arény a průmyslové zóny ve Šterboholích a Hostivaři. Snímky Prahy, Paříže a Milána nyní zveřejnila Evropská kosmická agentura.



ZPRÁVY ODJINUD

Zanechat zprávu

Rozpálenou Prahu neuchladí ani Vltava, vysvětluje odborník nad snímkem z ISS

idnes.cz / ZPRÁVODAJSTVÍ Domácí Zahraničí Krim Kraje Volby Ekonomika Kultura Finance Revue

Praha a střední Čechy Zprávy Sport Výlety Jízdní řády MHD Práce City Stavíme Prahu

Na bězce v parku zautočil pes, pak i rozčilený majitel zvířete

Praha koupí trolejbusy za více než 1,1 miliardy. Už ví, kde budou jezdit


Premiery Natchtali jsme Doktoru Vševeda. I obdivaný soupeř ze soutěže Na lov má mezery

Středa 19. října 2022, svátek má Michaela Aktivovat Premium za 1 Kč Přihlásit

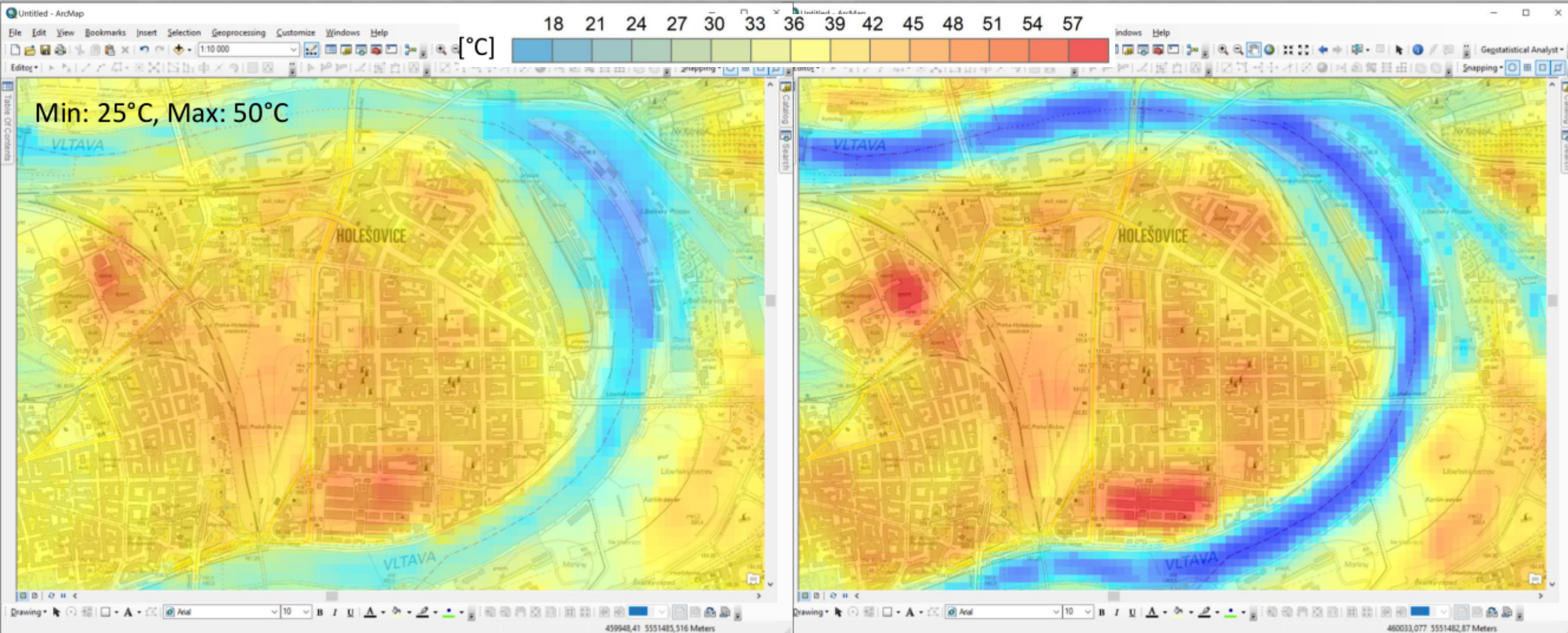
Rozpálenou Prahu neuchladí ani Vltava, vysvětluje odborník nad snímkem z ISS

23. července 2022, 11:11

NASA nedávno zveřejnila speciální snímky pořízené z Mezinárodní vesmírné stanice (ISS), které zachycují extrémní teploty z poslední doby v Praze, Miláně a Paříži. Proč jsou některá místa rozpálenější než jiná a jak to souvisí s takzvaným efektem městského tepelného ostrova, vysvětluje Aleš Urban z Ústavu fyziky atmosféry Akademie věd ČR a Fakulty životního prostředí České zemědělské univerzity.



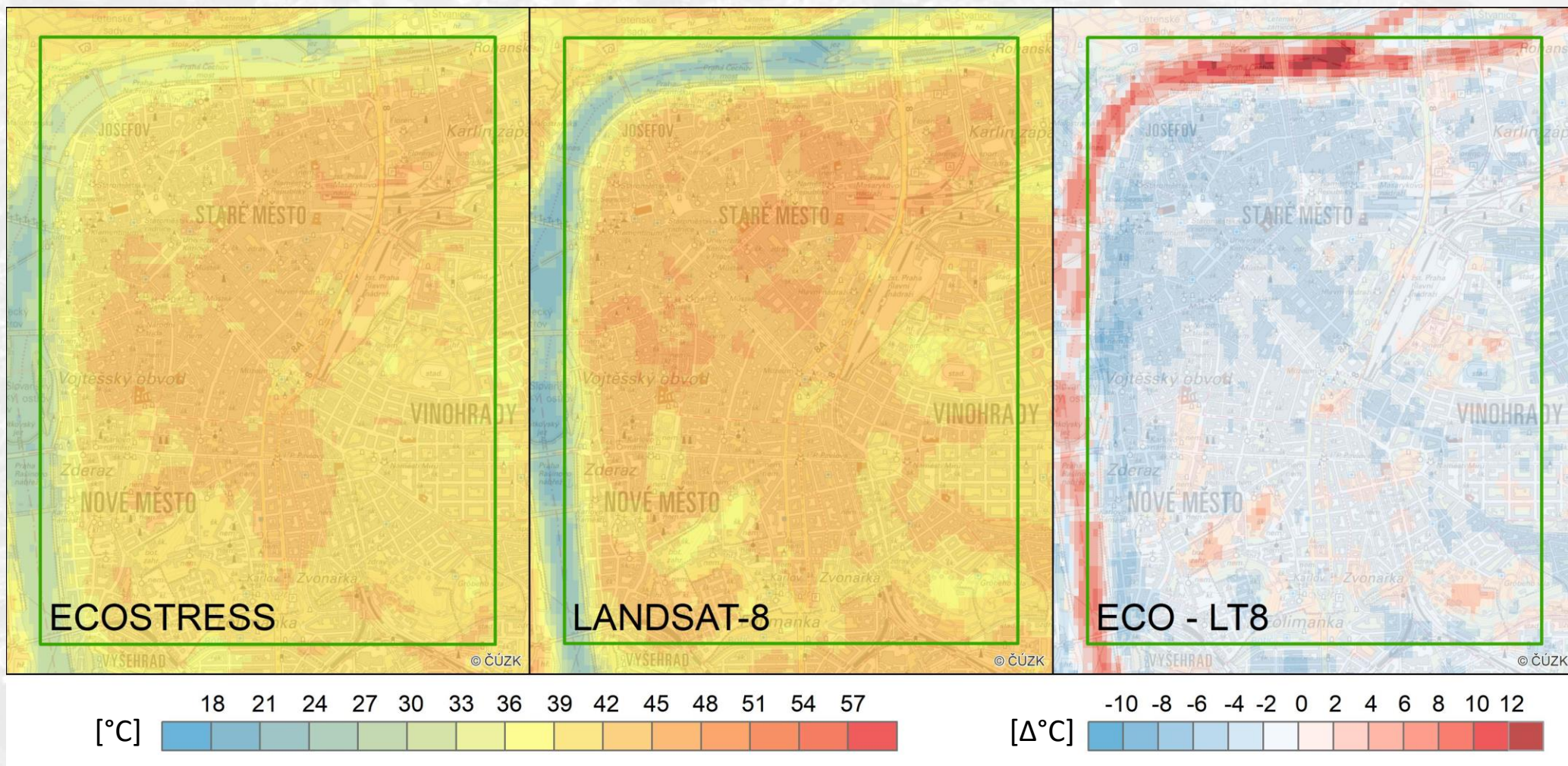
Povrchová teplota 18.6.2022



ECOSTRESS 10:15:50 UTC

LANDSAT-8 09:51:11 UTC

Když se řekne emisivita...

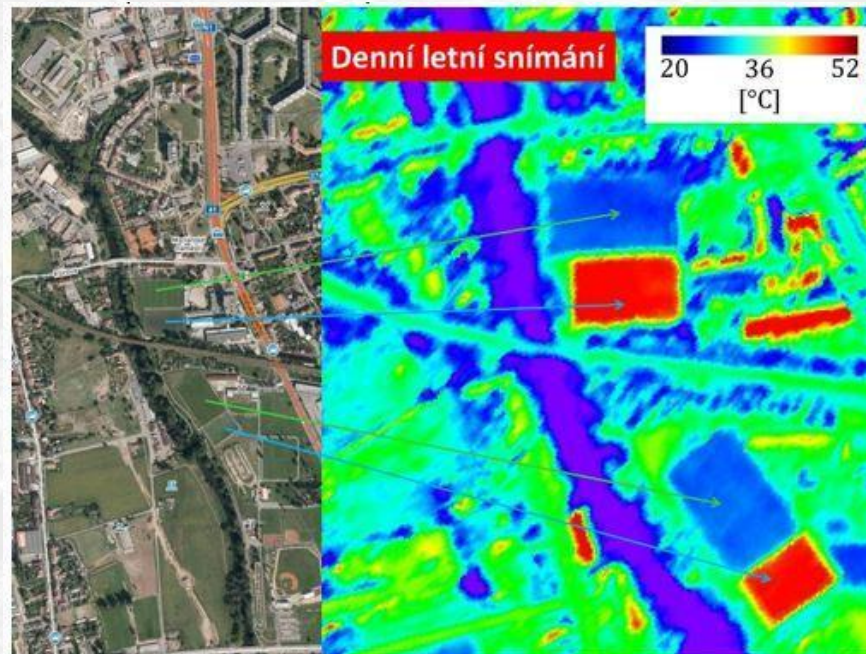


Pravděpodobný vliv emisivity na povrchové teploty u scén z družice ECOSTRESS (ECO) a LANDSAT-8 dne 18.6.2022. Čas pořízení snímků z ECO byl 10:13 UTC, LT-8 v 9:51 UTC (jedná se o střední časy scény). Napravo jsou difference povrchových teplot obou družic.

Pozn.: LT-8 je produkt stažený přímo z NASA, emisivita z ASTER GED. ECO je převzorkovaný do 30 m s vlastní emisivitou.

Další zdroje dat – letecké snímkování

- Účelové snímkování (k referenčnímu času a dni)
- Vyšší prostorové rozlišení (většinou desítky cm až jednotky m)
- Pohled „shora“ (nevidí pod stromy, vliv stínů vegetace a budov apod.)
- Cenově náročnější pořízení
- Nutno uvažovat místní omezení (výška letu apod.)
- Problematické odvození emisivity
- Stejně jako u satelitů: nejedná se o teplotu vzduchu a není možné ji ze snímku odvodit!!!



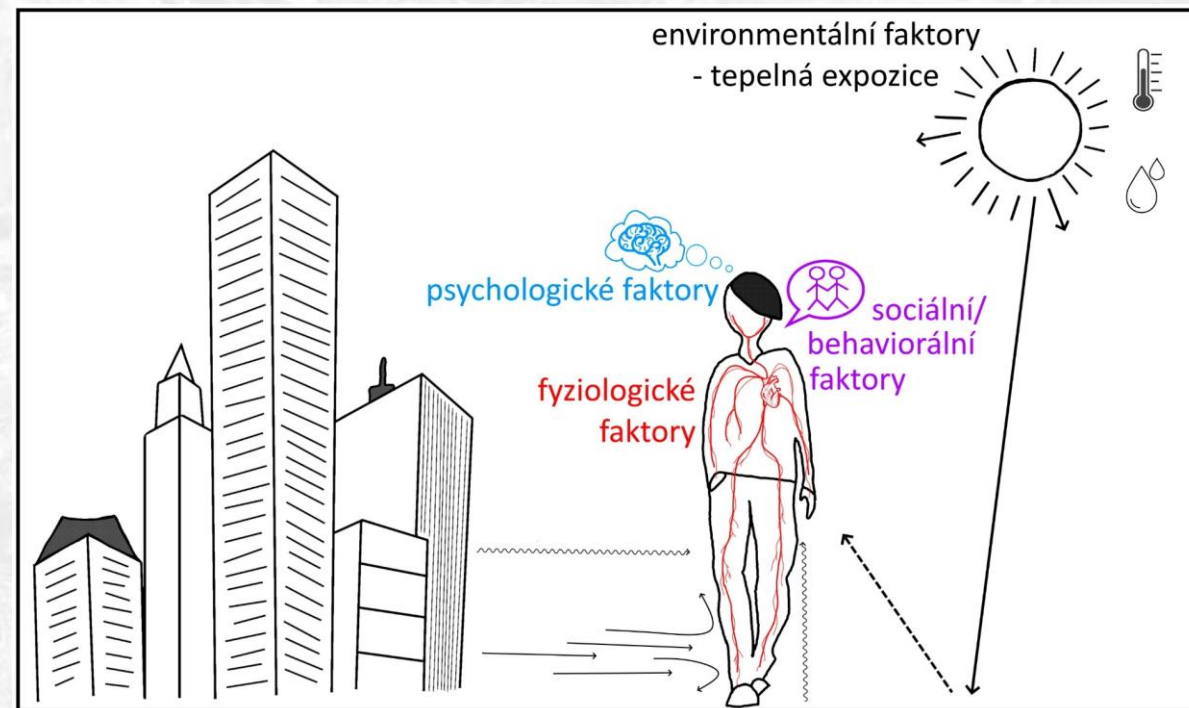
Povrchová teplota hřiště s umělou a přírodní trávou
Zdroj: webové stránky UrbanAdapt



3. Tepelný komfort

Tepelný komfort

- Definován jako stav mysli, který vyjadřuje spokojenost s tepelným prostředím
- Je dán tepelným pocitem a jeho vnímáním a prožíváním člověkem
- Jedná se tedy o komplexní koncept zahrnující environmentální, fyziologické, psychologické (psychofyziologické) a sociální/behaviorální složky
- V ČR řeší stres z tepla např. norma ČSN ISO 9886:2004

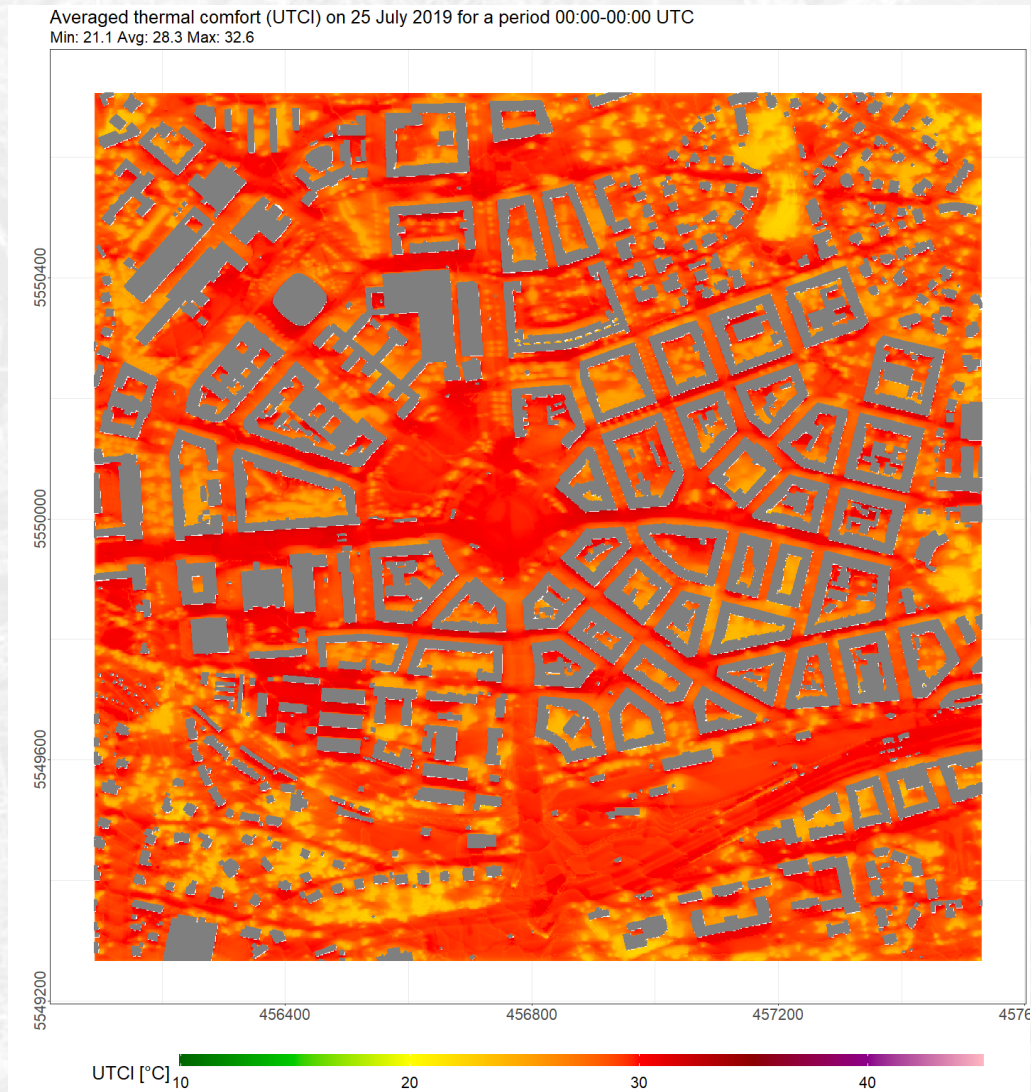


Tepelný komfort člověka v městském prostředí

Zdroj: Lehnert, M. (2021) *Teplota, tepelná expozice a tepelný komfort v urbánní krajině*

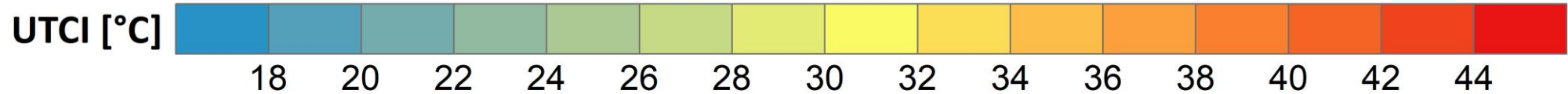
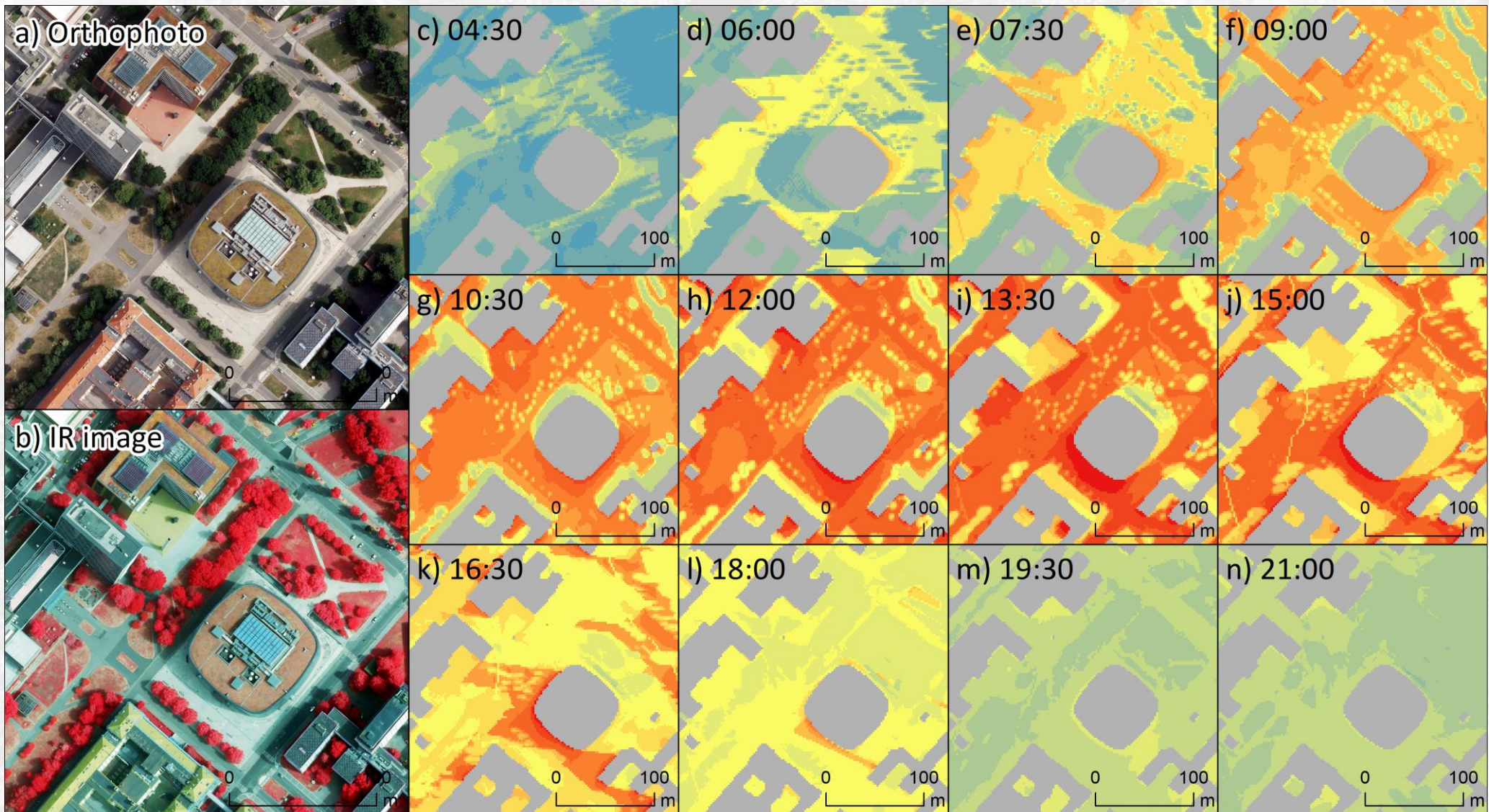
Tepelný komfort

- Vysoká variabilita
- Určuje se pomocí biometeorologických indexů nebo tzv. pocitových map
- Výhody
 - Orientováno na člověka
 - Vysoká časo-prostorová variabilita (desítky minut, resp. jednotky metrů)
 - Zahrnuje komplexitu města
- Nevýhody
 - Některé faktory nejsou dostatečně popsány (hlavně psychologicko-sociální)
 - Náročnost na data a metody (numerické modely)



Průměrné hodnoty biometeorologického indexu UTCI v Praze-Dejvicích dne 25.7.2019

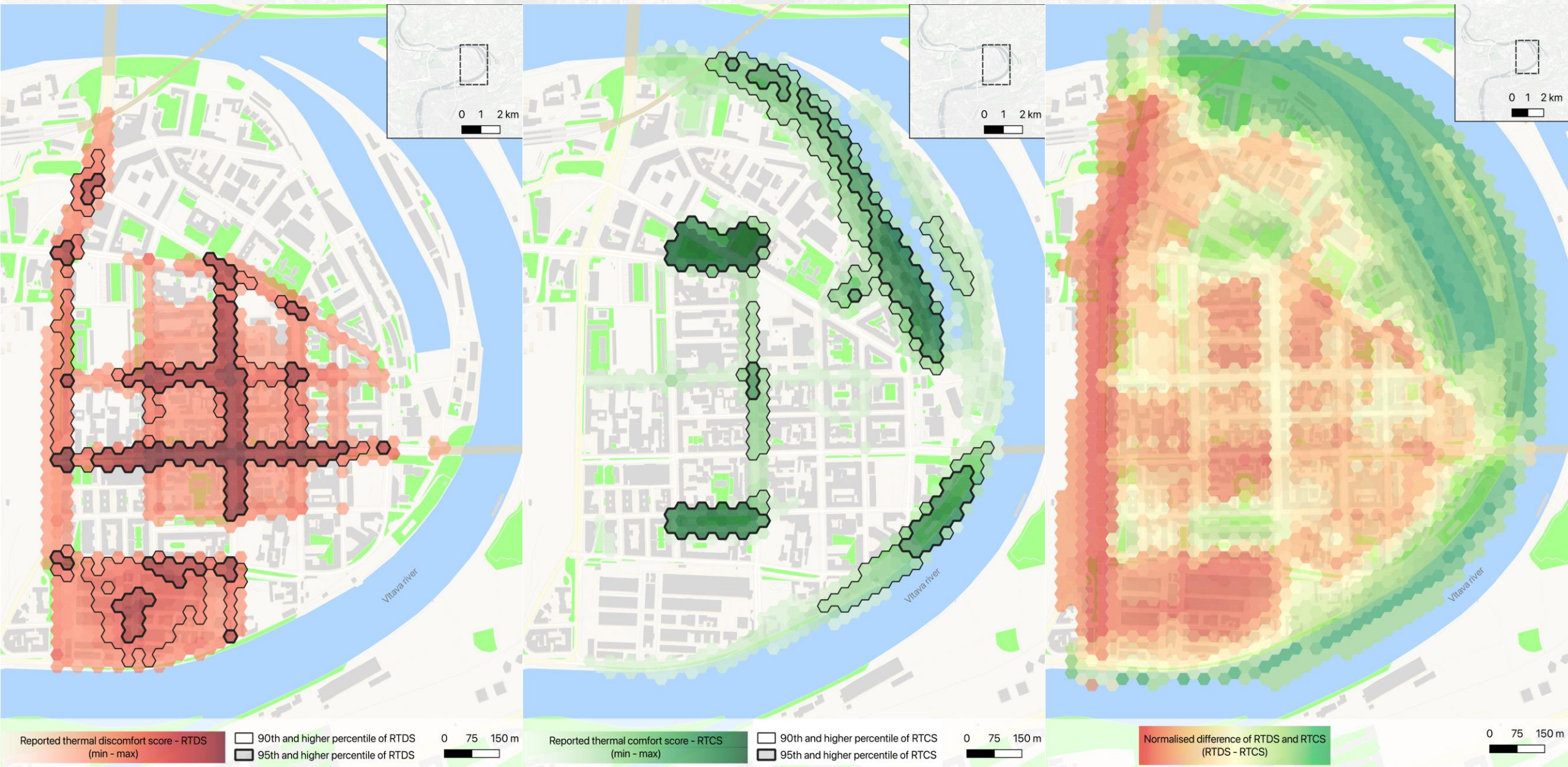
Zdroj: Geletič a kol. (2022) (vlastní zpracování)



Časoprostorová variabilita biometeorologického indexu UTCI v Praze-Dejvicích dne 25.7.2019, časy jsou v UTC (+2h CEST)

Zdroj: Geletič a kol. (2023) (vlastní zpracování)

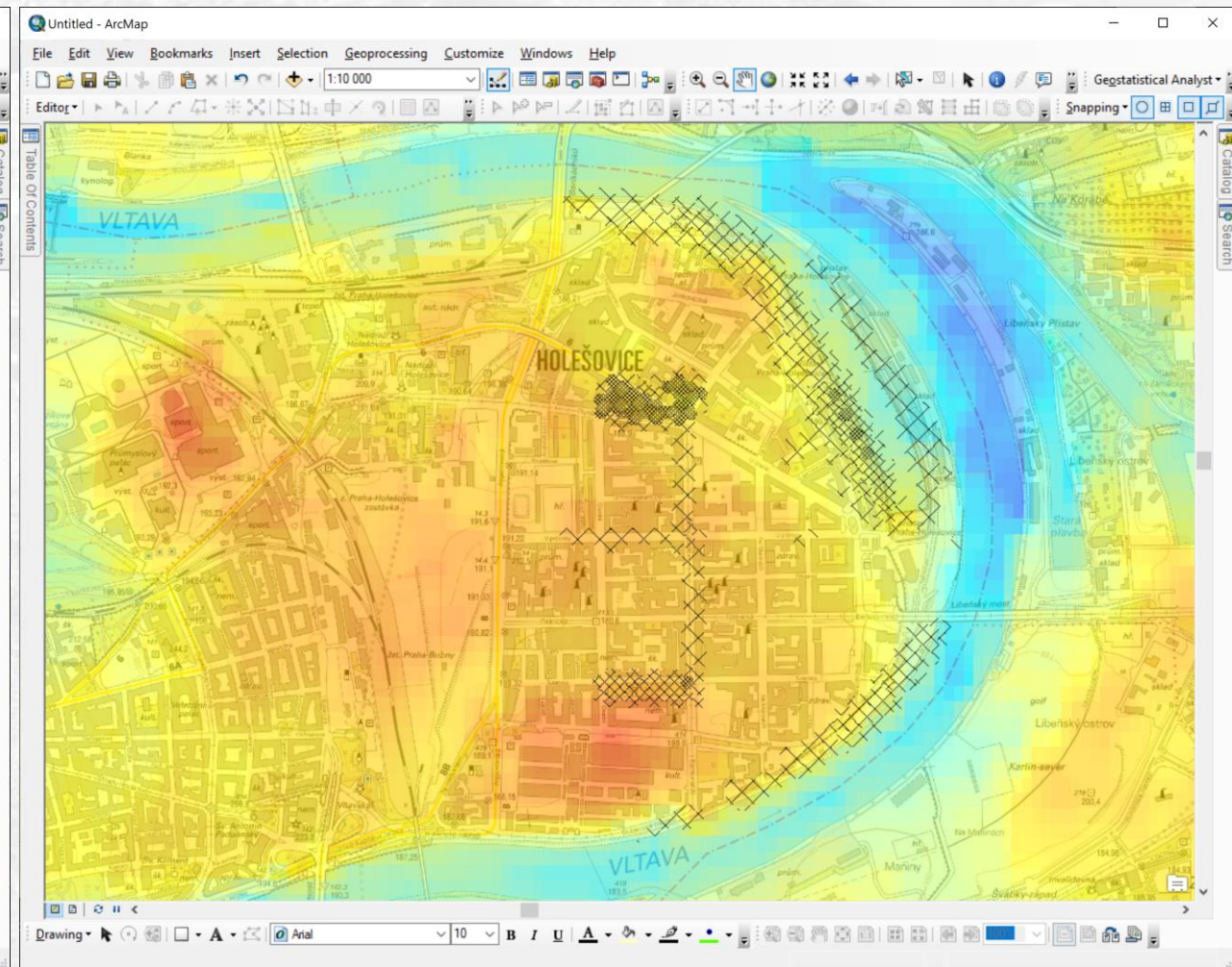
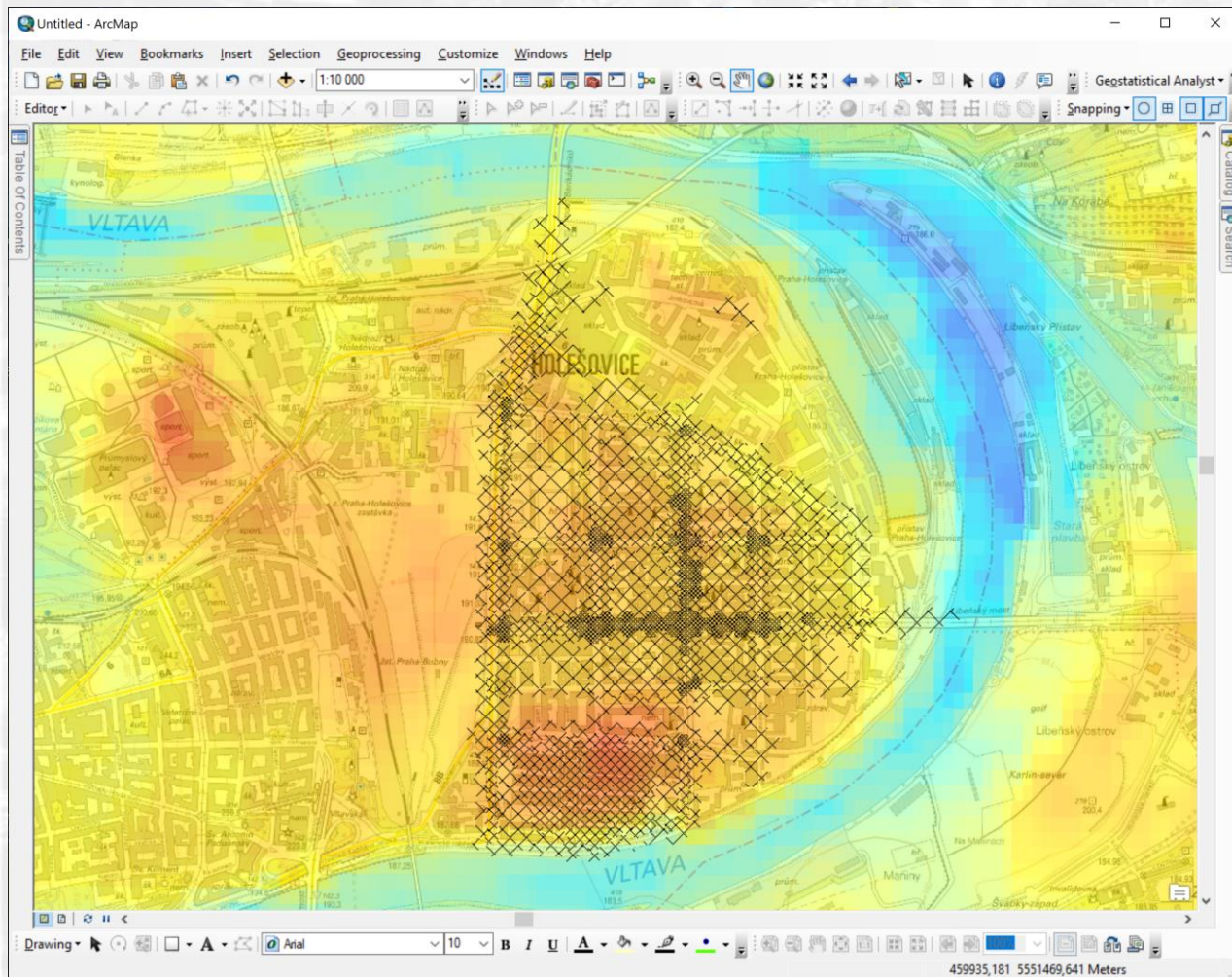
Proč se upřednostňuje tepelný komfort před
(A)UHI a SUHI?
(Praha-Holešovice)



Negativní (a), pozitivní (b) a normalizované (c) mentální hotspots v Praze-Holešovicích mapované v létě 2022

Zdroj: Lehnert a kol. (2023)

Mentální hotspoty a hotspoty povrchové teploty se překrývají méně než z poloviny



Srovnání negativních (a) a pozitivních mentálních hotspotů v Praze-Holešovicích mapované v létě 2022

Zdroj: Geletič a kol. (2022)

Závěr

- Satelitní i letecké snímky nejsou vhodné pro studium adaptačních a mitigačních opatření
 - Mají nízké časové i prostorové rozlišení
 - Nejedná se o teplotu vzduchu, ale povrchů (přesněji mixu různých povrchů)
 - Příliš velká nejistota při zpracování (emisivita, periodičita atd.)
 - Nereflektují člověka
 - Při vhodné interpretaci ale mohou pomoci vymezit tzv. hot-spoty
- Pro posuzování reálného vlivu se více hodí charakteristiky tepelného komfortu
 - Umožňuje kombinovat více metod (empirické, psychologické, sociální atd.) a zapojuje obyvatele měst do rozhodovacího procesu
 - Např. estetická a vizuální hodnota zeleně
- Otázkou nadále zůstávají komplexní vlivy (snížení teploty povrchu / vzduchu, nárůst koncentrací aj.)



Děkujeme za pozornost