

**Český
hydrometeorologický
ústav**



Využití mobilních měřících jízd pro posouzení TOM

Konzultační setkání o průběžných výsledcích mikroklimatických měření v Praze

Ilona Zusková
ČHMÚ

Pražské inovační centrum, Magistrát hl.m. Prahy, 15.12.2022

Mobilní měření Prahou

- Účelem měřících jízd bylo zahuštění měření k získání podrobnějších informací o teplotně vlhkostních podmínkách na území Prahy
- Měřili jsme pomocí elektromobilu čidlem HOBO, které bylo umístěno 40 cm nad bílou střechou pod radiačním krytem a celkem ve 2 m nad zemí v období 8/2020 až 7/2021
- Toto měřidlo bylo vybráno pro svou kapacitu (přes 84 tis. záznamů) a možnost nastavení intervalu měření

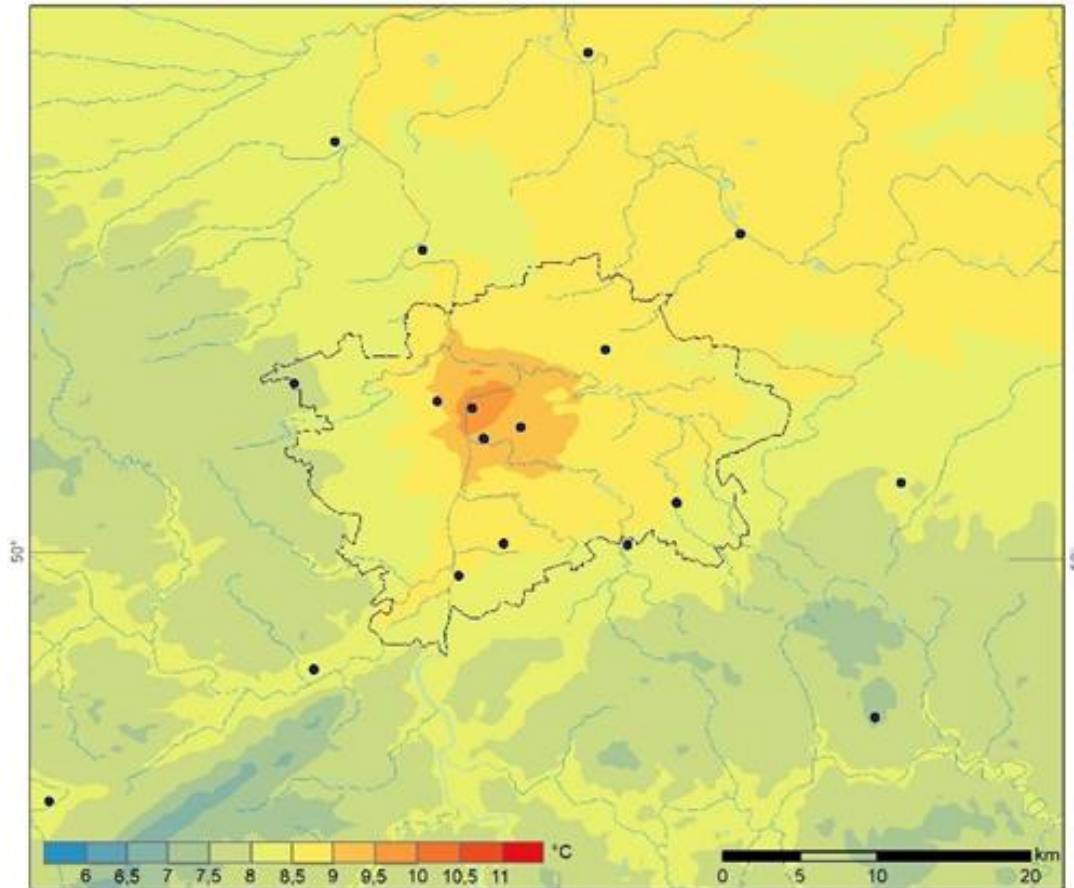


Volba trasy měření

Co nejvhodnější pokrytí plochy města a zohlednění změn s nadmořskou výškou

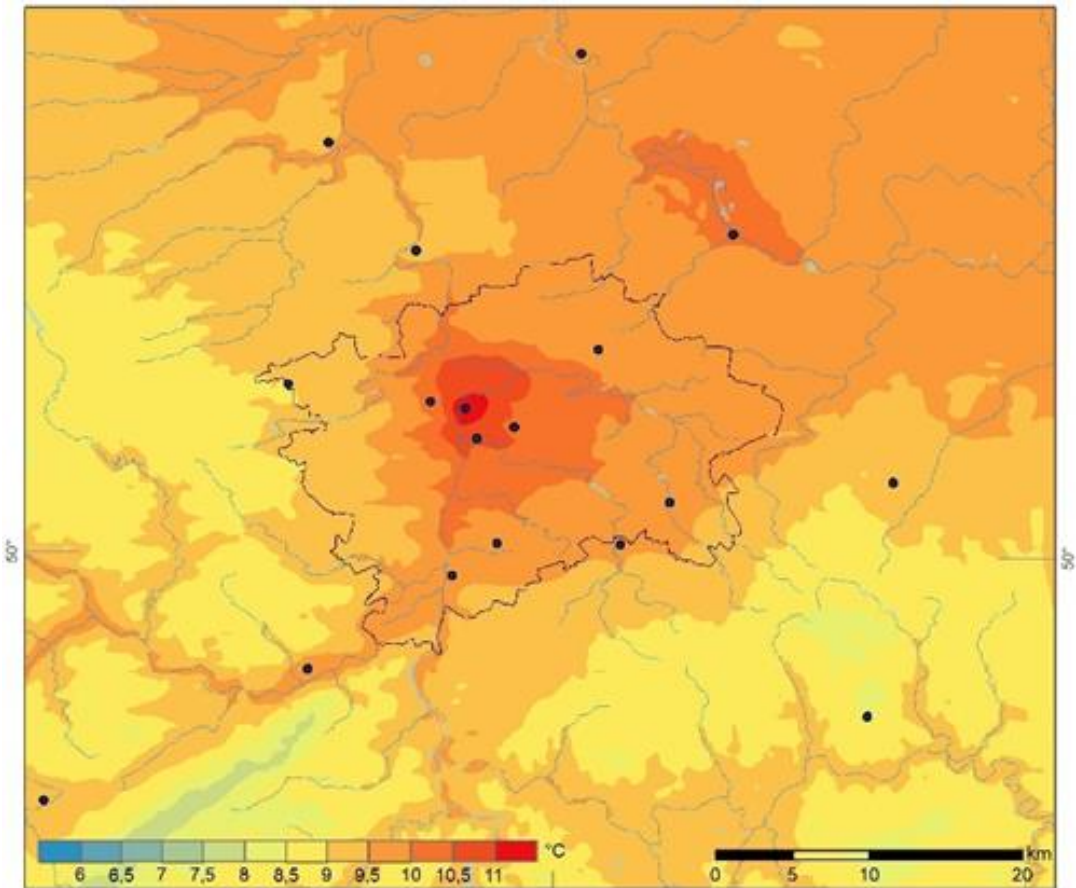
Na základě map průměrné roční teploty v Praze a okolí, v centru změna o 1,2 °C

Období 1961-1990 (vlevo)



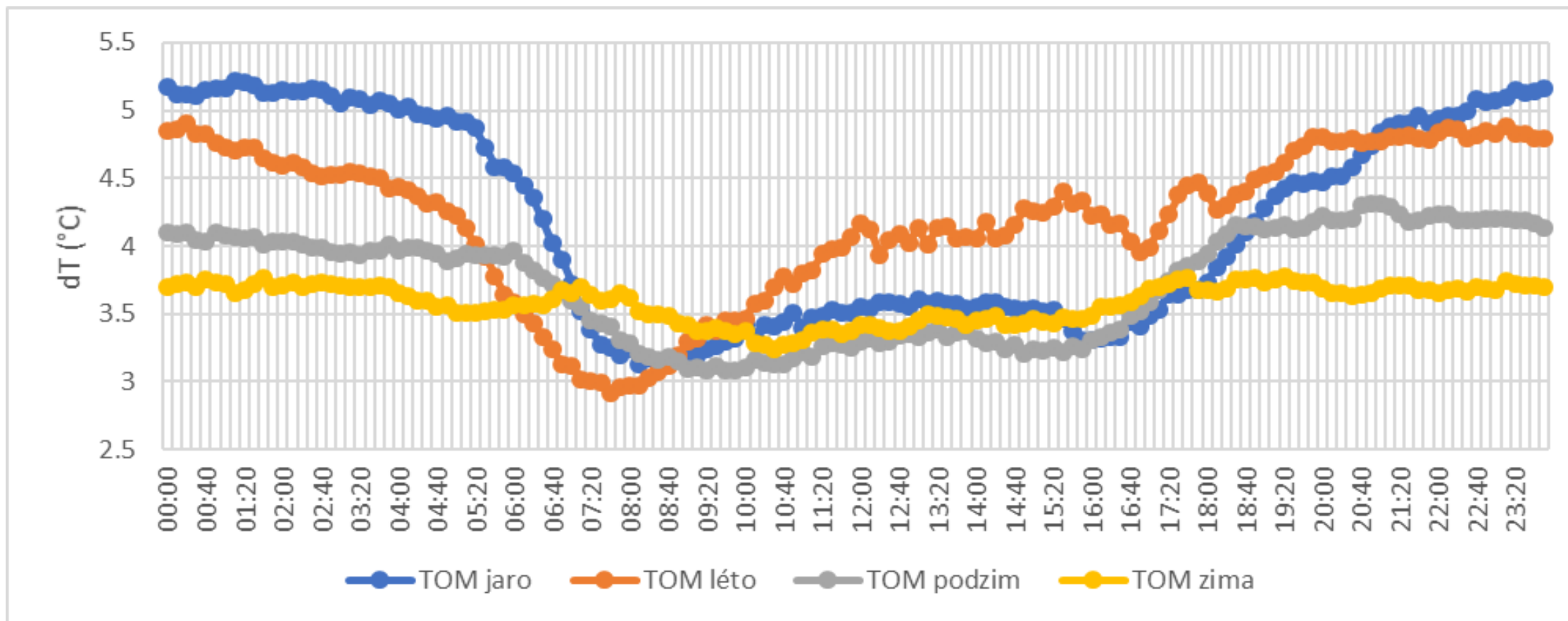
a

1991-2020 (vpravo).



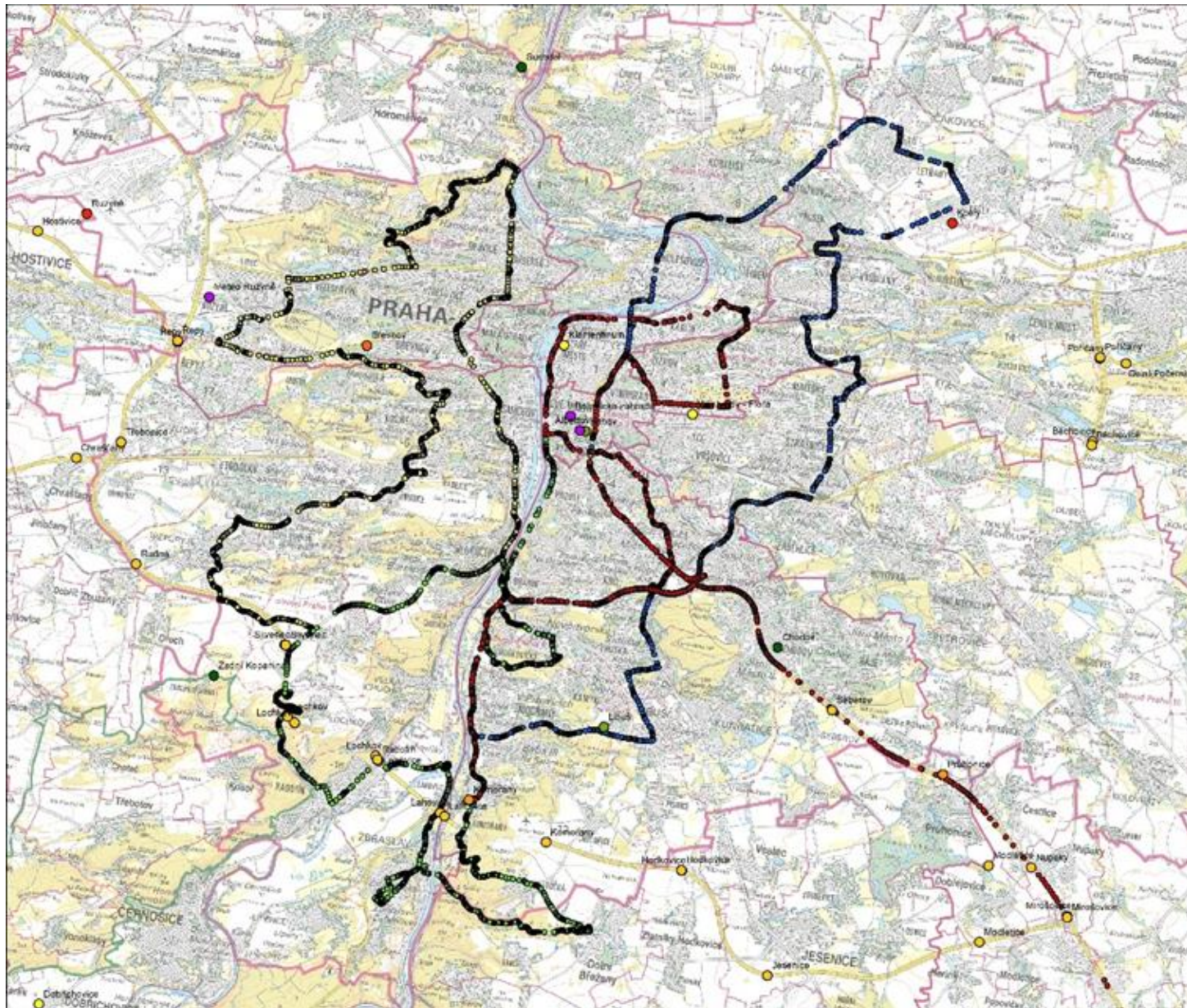
Určení vhodné doby jízdy

Na základě vyhodnocení denního chodu maximální odchylky teploty nejteplejší a nejchladnější stanice v Praze a okolí (sezonní průměr z desetiminutovek v roce 2020)



Mobilní měření

Vytipováno pět základních tras, které se střídaly s délkou kolem 50 km
Prováděno v časech minim a denních maxim, několikrát v noci



TOM - trasy měření T,H

- PŘES VINOHRADY
- KBELY, SKALKA
- RADOTÍN + CENTRUM
- ŠÁRKA

TOM - vybrané stanice

- JINÉ
- AKS1
- AKS2
- AKS4
- AMS
- AMS1
- ASS
- MSS
- SILNICE

Způsob záznamu mobilního měření

- Čidlo HOBO zaznamenávalo měření po ½ min a kapacita stačil na 1 týden měření
- Neměli jsme k dispozici kontinuální záznam polohy a času
- Byly stanoveny pevné lokality- body a při jejich průjezdu byl manuálně zaznamenán čas s přesností na minutu (využití sdílené tabulky a záznam v mobilu)
- Následně po odečtu čidla byly k lokalitám a časům dodatečně doplněny hodnoty teploty a vlhkosti
- Zápis času se v průběhu jízdy Prahou prováděl přibližně každé 2 minuty

Vyhodnocení mobilního měření

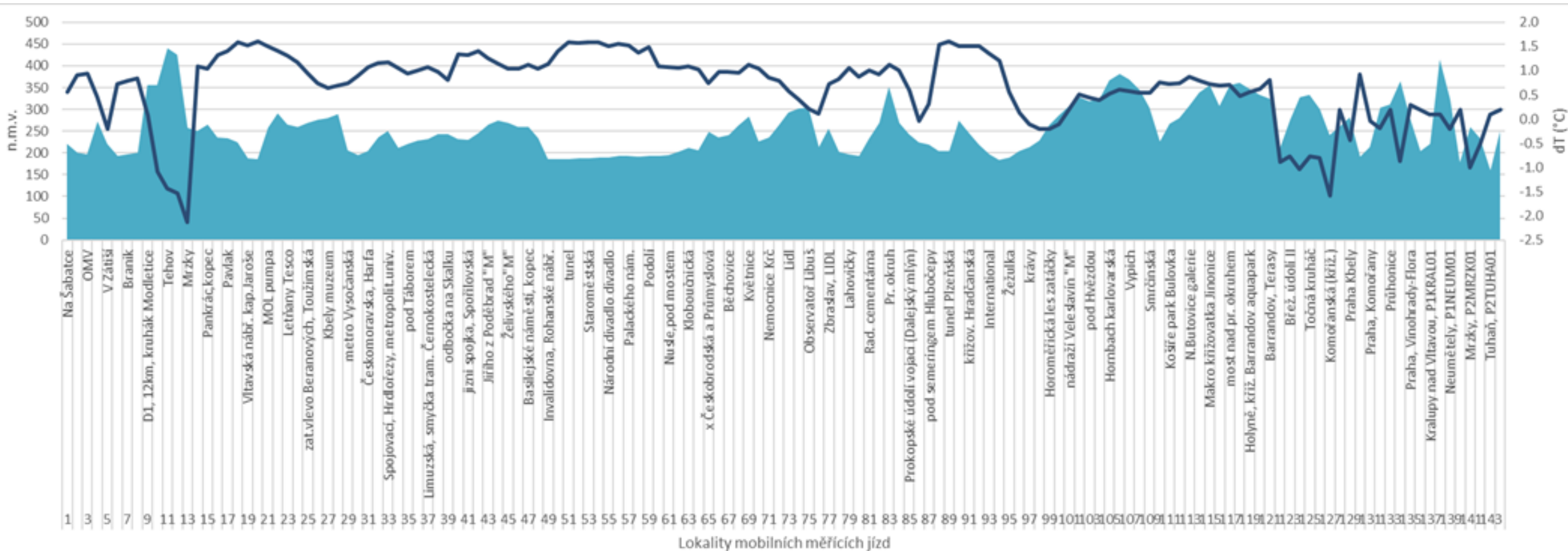
- Výsledkem bylo porovnání naměřených dat v lokalitě s hodnotou celopražského průměru pro daný čas. Tím se eliminovaly změny teploty v průběhu jízdy běžným denním chodem teploty, ale také z důvodu omezení vlivu nadmořské výšky, rozdílných poloh stanic v zástavbě města, případně z důvodu krátkodobých změn počasí (oblačnost, vítr).
- Každá jízda byla zařazena do kategorií podle denní doby jízdy (R,O,V,N), roční sezony (Z,L), na základě rychlosti větru (≤ 3 , $3 <$) a oblačnosti ($\leq 5/10$, $5/10 <$) ze stanice Karlov.
- Pro vybrané kategorie byl pro každou lokalitu určen: počet měření, maximální a minimální odchylka výběru a průměr.

Rok 2021	Jízdy Praha	ráno		odpoledne		večer							
č.	Datum	začátek	konec	začátek	konec	začátek	konec	sezona	denní doba	vítr	oblačnost	km	okruh
1	15.01.2021	8:00	11:15					Z	R	N	Z	110	1+2+3
2	18.01.2021	7:20	10:00					Z	R	N	Z	100	1+2
3	21.01.2021	7:20	10:00					Z	R	A	Z	100	1+2
4	21.01.2021			14:10	16:00			Z	O	A	Z	60	1+3
5	01.02.2021	7:30	10:15					Z	R	N	Z	100	1+2
6	01.02.2021			13:30	15:30			Z	O	N	Z	60	1+3
7	05.02.2021	7:40	9:15					Z	R	N	Z	60	1+3
8	15.02.2021			12:30	15:00			Z	O	N	Z	100	1+2

První 3 lokality z vybraných kategorií s maximální, minimální a průměrnou odchylkou (ze všech uskutečněných jízd v roce 2020 až 2021) oproti pražskému průměru:

		DT1	St_1	název 1	DT2	St_2	název 2	DT3	St_3	název 3
Celkem	max	4.9	9	D1, 12km, kruhák Modletice	4.9	88	Smíchov.nádr, P5	4.6	51	Těšnovský tunel, P1 nábřeží L.Svobody
	min	-6.1	13	Mrzky	-4.1	129	Praha Kbely, P9	-3.8	10	Otice
	prům	2.5	21	MOL pumpa,P8 Libeň	2.4	89	tunel Plzeňská, P5	2.4	88	Smíchov.nádr, P5
L	max	4.9	9	D1, 12km, kruhák Modletice	4.9	88	Smíchov.nádr, P5	4.6	51	Těšnovský tunel, P1 nábřeží L.Svobody
	min	-5.9	13	Mrzky	-3.8	10	Otice	-3.8	4	Na Výspě 50, P4
	prům	2.5	21	MOL pumpa,P8 Libeň	2.5	88	Smíchov.nádr, P5	2.5	51	Těšnovský tunel, P1 nábřeží L.Svobody
Z	max	4.3	9	D1, 12km, kruhák Modletice	4.1	52	Na Františku, P1 Staré Město	4.0	130	Praha, Klementinum
	min	-6.1	13	Mrzky	-4.1	129	Praha Kbely, P9	-3.3	131	Praha, Komořany
	prům	2.8	9	D1, 12km, kruhák Modletice	2.5	89	tunel Plzeňská, P5	2.3	56	Manes, Jiráskovo nám.
R	max	4.9	9	D1, 12km, kruhák Modletice	4.6	51	Těšnovský tunel, P1 nábřeží L.Svobody	4.4	52	Na Františku, P1 Staré Město
	min	-6.1	13	Mrzky	-4.1	129	Praha Kbely, P9	-3.8	10	Otice
	prům	2.7	89	tunel Plzeňská, P5	2.4	51	Těšnovský tunel, P1 nábřeží L.Svobody	2.4	52	Na Františku, P1 Staré Město
O	max	4.9	88	Smíchov.nádr, P5	4.5	8	Barandovský most	4.5	18	Hlavní nádraží
	min	-3.9	129	Praha Kbely, P9	-3.8	4	Na Výspě 50, P4	-3.7	16	Nuselský most, Karlov, P2
	prům	2.9	88	Smíchov.nádr, P5	2.4	18	Hlavní nádraží	2.4	59	Podolí, P4
NJ	max	4.6	51	Těšnovský tunel, P1 nábřeží L.Svobody	4.3	9	D1, 12km, kruhák Modletice	4.3	89	tunel Plzeňská, P5
	min	-6.1	13	Mrzky	-4.1	129	Praha Kbely, P9	-3.8	10	Otice
	prům	2.6	88	Smíchov.nádr, P5	2.4	59	Podolí, P4	2.4	89	tunel Plzeňská, P5
AZ	max	4.5	8	Barandovský most, P4	4.5	18	Hlavní nádraží, P2	4.5	7	P4, Branik
	min	-3.8	4	Na Výspě 50, P4	-3.8	16	Nuselský most, Karlov, P2	-3.5	129	Praha Kbely, P9
	prům	2.8	89	tunel Plzeňská, P5	2.6	92	kulaťák Dejvice	2.5	88	Smíchov.nádr, P5
RNJ	max	4.6	51	Těšnovský tunel, P1 nábřeží L.Svobody	4.3	9	D1, 12km, kruhák Modletice	4.3	89	tunel Plzeňská, P5
	min	-6.1	13	Mrzky	-4.1	129	Praha Kbely, P9	-3.8	10	Otice
	prům	4.1	89	tunel Plzeňská, P5	2.9	91	křížov. Hradčanská	2.8	92	kulaťák Dejvice
RNZ	max	4.9	9	D1, 12km, kruhák Modletice	4.4	54	Karlův most u Klementina	4.4	52	Na Františku, P1 Staré Město
	min	-3.1	76	Poliklinika Modřany, P12	-3.1	13	Mrzky	-2.4	134	Praha, Ruzyně, P6
	prům	2.7	52	Na Františku, P1 Staré Město	2.6	89	tunel Plzeňská	2.5	51	Těšnovský tunel, P1 nábřeží L.Svobody
LRNJ	max	4.6	51	Těšnovský tunel, P1 nábřeží L.Svobody	4.3	89	tunel Plzeňská	4.1	18	Hlavní nádraží
	min	4.1	89	tunel Plzeňská, P5	2.9	91	křížov. Hradčanská	2.8	92	kulaťák Dejvice
	prům	-3.8	10	Otice	-3.8	13	Mrzky	-3.6	1	Na Šabatce
LRNZ	max	4.9	9	D1, 12km, kruhák Modletice	4.4	51	Těšnovský tunel, P1 nábřeží L.Svobody	4.4	52	Na Františku, P1 Staré Město
	min	-3.1	76	Poliklinika Modřany, P12	-3.1	13	Mrzky	-2.4	134	Praha, Ruzyně, P6
	prům	2.6	41	jizni spojka, Spořilovská	2.5	51	Těšnovský tunel, P1 nábřeží L.Svobody	2.4	52	Na Františku, P1 Staré Město
ZRNZ	max	3.5	52	Na Františku, P1 Staré Město	3.3	57	Palackého nám.	3.3	58	Výtoň, Vyšehrad
	min	-1.8	13	Mrzky	-1.6	134	Praha, Ruzyně, P6	-1.4	98	Korek, šárecké údolí
	prům	2.9	52	Na Františku, P1 Staré Město	2.8	89	tunel Plzeňská, P5	2.4	51	Těšnovský tunel, P1 nábřeží L.Svobody

Vyhodnocení mobilního měření



Průměrná odchylka od pražského průměru v lokalitě ze všech měření neukazuje závislost na nadmořské výšce.

Výsledky mobilního měření

- Celoroční průměrná odchylka teploty mezi nejteplejším a nejchladnějším místem měřících jízd (8/2020 až 7/2021) byla 3,7 °C (jeden z možných ukazatelů intenzity TOM)
- Největší rozdíl teploty 8,1 °C v průběhu našeho měření byly ráno v zimním období při jasné obloze a bezvětrí s jasným vlivem orografie a lokálního vlivu inverzního počasí, kdy počasí v Česku ovlivňovala tlaková výše nad střední Evropou (15. 2. 2021 5:50 SEČ) .
- Vysokého rozdílu 6 °C dosáhla odchylka teploty stejný den odpoledne.

Výsledky mobilního měření

- Průměrná odchylka ranních letních jízd teploty mezi nejteplejším a nejchladnějším místem dosahovala **5,5 °C** za jasného počasí
- O něco méně (**5,1 °C**), když bylo zataženo (mapa LRNJ-Z).
- Z několika večerních a nočních měření v létě vyšla odchylka také vysoká **5,3 °C**
- Předpoklad i vyšší odchylky v létě v časech denního maxima se z našich odpoledních jízd nepotvrdil, průměrná hodnota **3,5 °C** je nižší než celoroční průměr.
- V době horkých vln se vysoké teploty vyskytují nejen v Praze, ale i v okolí Prahy (kruhový objezd u Modletic), a rozdíl teploty okolí oproti centru Prahy vysoký nevychází.
- Večerního a nočního měření se z technických důvodů provedlo málo

Výsledky mobilního měření – mapy

- Dalším výstupem provedeného měření bylo mapové zpracování odchylky teploty a to za použití 2 aplikací:

1) Aplikace AGHydroInterpolace (zkráceně AGHI) – metoda interpolace uplatňuje regresní závislost mezi bodovým měřením a nadmořskou výškou (s nastavitelnou korekcí)

2) interpolace metodou MWLR – metoda využívající závislosti na horizontální i vertikální vzdálenosti, orientaci terénu (směr a sklon, konvexnost a konkávnost), velikosti plochy pro tvorbu mikroklimatu, na vegetačním indexu a vzdálenosti od středu města.

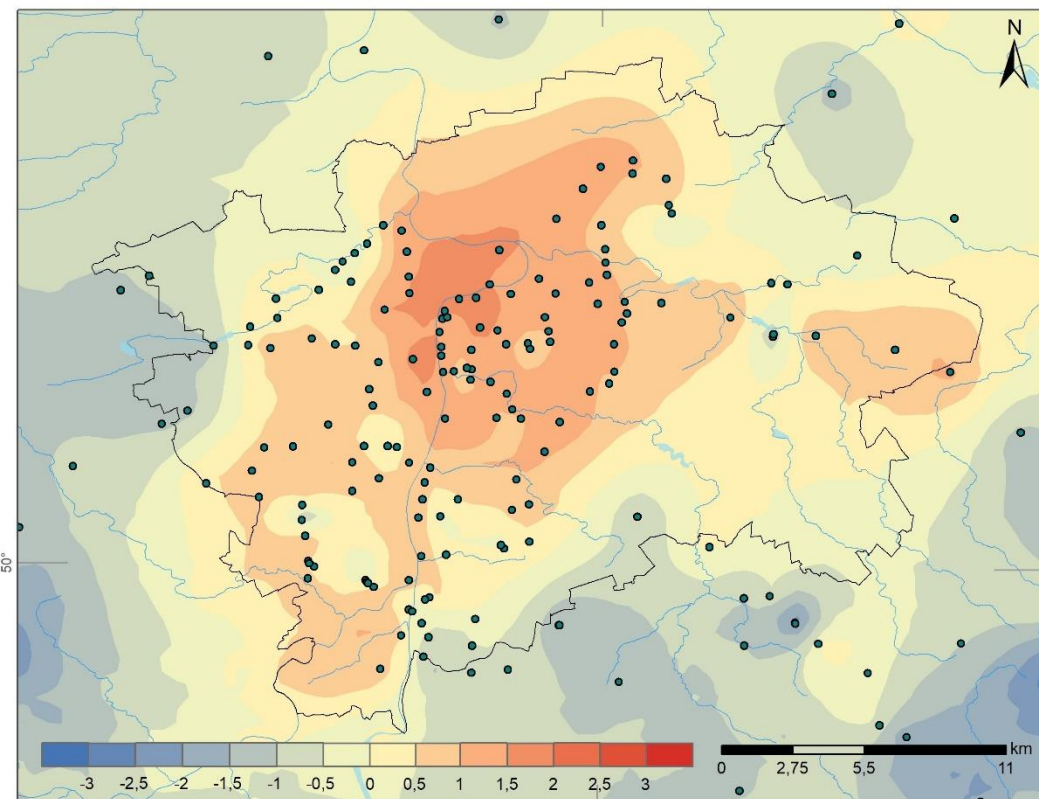
Metoda se bude dále vyvíjet a v plánu je zahrnutí vrstvy vegetace, albeda a drsnosti (zástavba) a použití jemnějšího gridu.

Výsledky mobilního měření – mapy

Porovnání průměrné odchylky teploty měřících jízd v Praze metodou:

1) AGHydroInterpolace

2) MWLR



Orografická interpolace (Šercl) všechny jízdy (číslo)

Krok 1 – Zvol vstupní vrstvy

Bodová vrstva:

Pole pro interpolaci:

Bodová vrstva by měla být shapefile typu Point a alespoň jedním numerickým sloupcem představujícím interpolovanou (závislou) proměnnou. Rastrová vrstva by měla být typu Grid a měla by představovat veličinu nezávisle proměnnou (vůči které bude odvozen regresní vztah).

Rastrová vrstva:

Krok 2 – Zadej parametry regresního vztahu

Poloměr vyhledávání [km]:

Minimální počet stanic:

Korekční koeficient:

Pokud je korekční koeficient < 1, větší váha se při výpočtu výsledné hodnoty v poli přisuzuje regresnímu vztahu, hodnota > 1 zvyšuje váhu prosté interpolace (implicitně je hodnota nastavena na 1).

Nepoužít v regr. vztazích stanice označené 0 v poli:

Krok 3 – Zadej parametry interpolace

Metoda interpolace

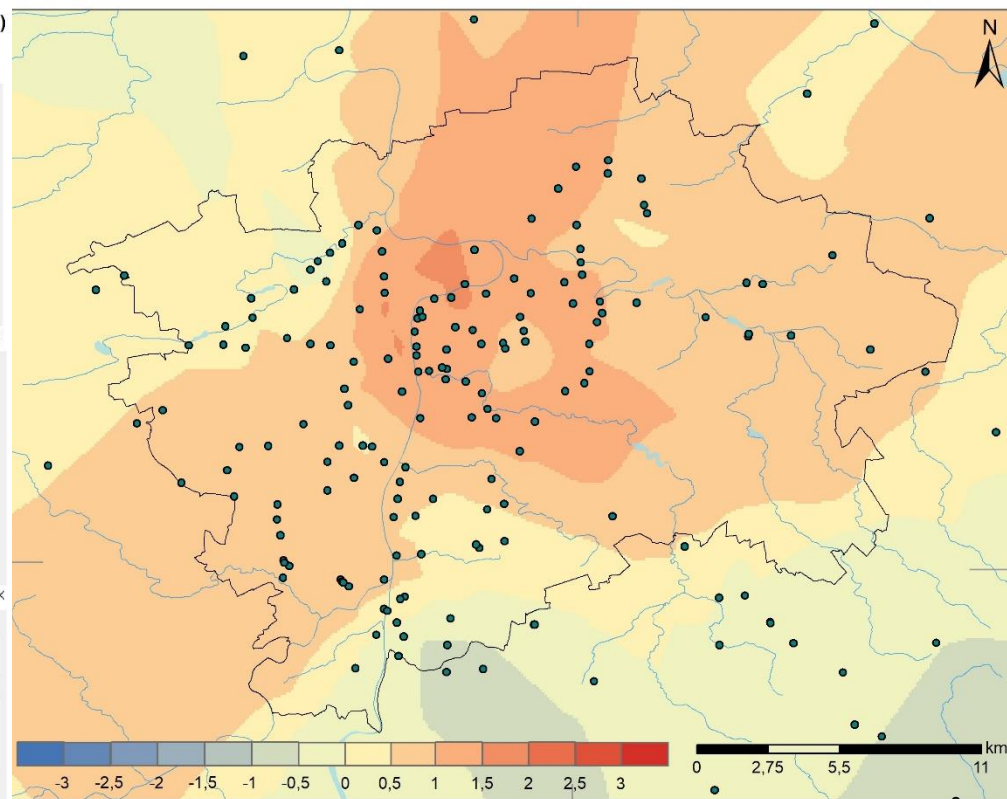
Pro parametry a, b a R použít IDW

Parametry interpolace IDW

Počet stanic:

Mocnina:

Záporné hodnoty zarovnat na nulu



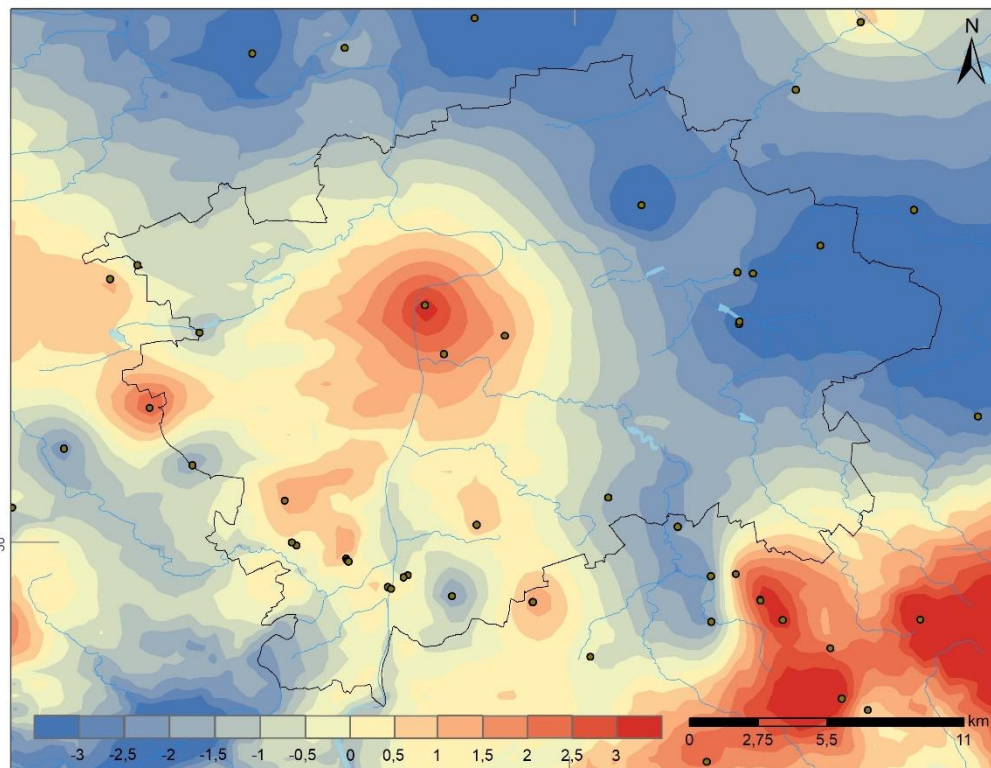
MWLR interpolace všechny jízdy (číslo)

Výsledky mobilního měření – mapy

Porovnání odchylky teploty měřících jízdy v Praze v době minima metodou:

1) AGHydroInterpolace

2) MWLR



Orografická interpolace (Šercl)
TMI_210215

Krok 1 – Zvolit vstupní vrstvy

Bodová vrstva: TMI_210215
Pole pro interpolaci: B

Bodová vrstva by měla být shapefile typu Point a alespoň jedním namerickým sloupcem představujícím interpolovanou (závislou) proměnnou. Rastrová vrstva by měla být typu Grid a měla by představovat veličinu nezávisle proměnnou (vůči které bude odvozován regresní vztah).

Rastrová vrstva: dem.asc

Návrat Další >>

Krok 2 – Zadej parametry regresního vztahu

Poloměr vyhledávání [km]: 15
Minimální počet stanic: 8
Korekční koeficient: 0.0

Pokud je korekční koeficient < 1, větší váha se při výpočtu výsledné hodnoty v polu přisuzuje regresnímu vztahu, hodnota > 1 zvyšuje váhu prosté interpolace (implikace je hodnota nastavená na 1).

Nepoužít v regr. vztazích stanice označené 0 v poli: Neurčeno

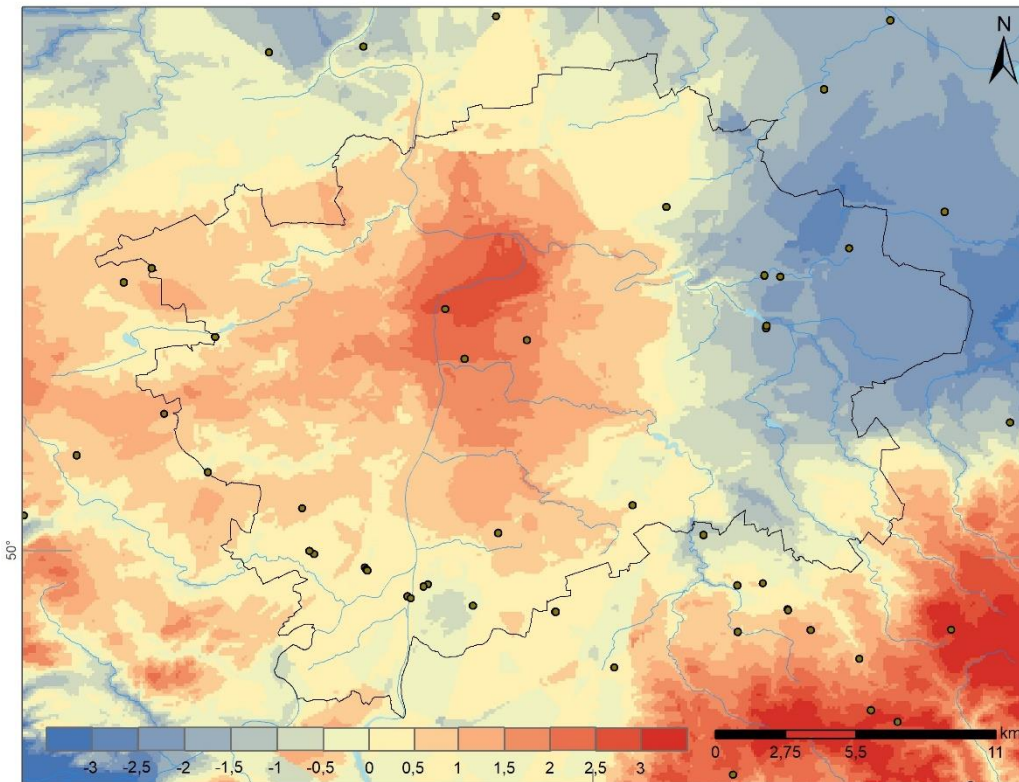
Návrat << Zpět Další >>

Krok 3 – Zadej parametry interpolace

Metoda interpolace
 Pro parametry a, b a R použít IDW

Parametry interpolace IDW
Počet stanic: 12
Mocnina: 2

Záporné hodnoty zrovnat na nulu



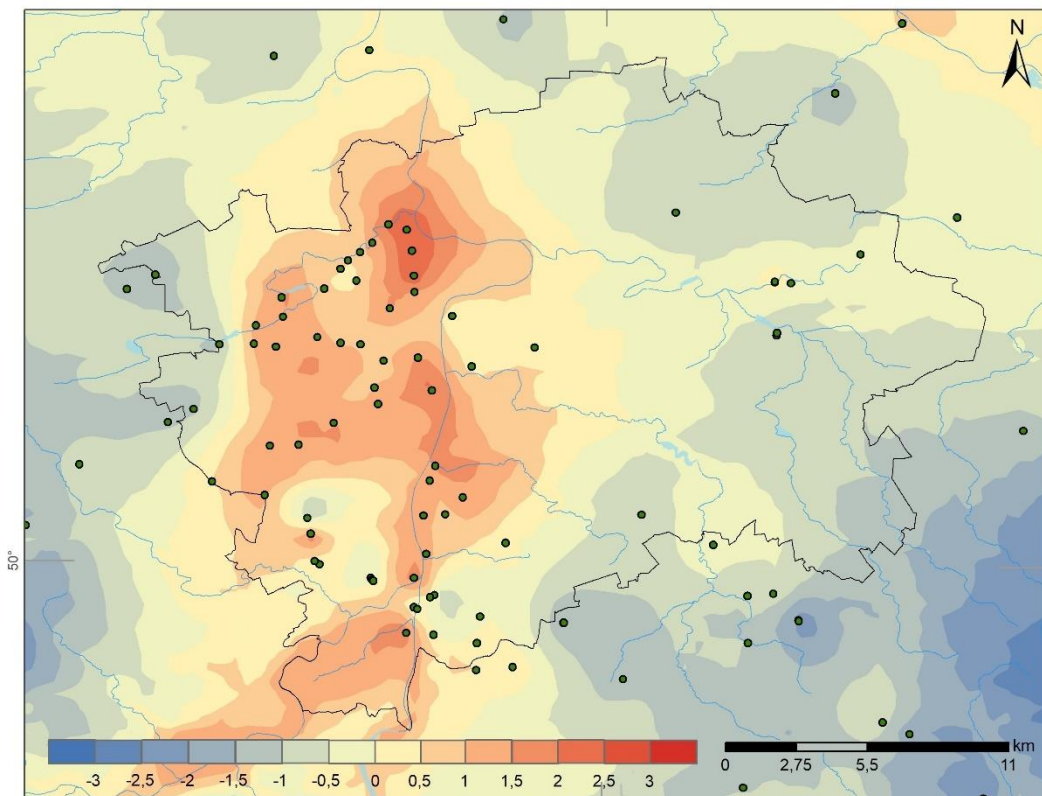
MWLR interpolace
TMI_210215

Výsledky mobilního měření – mapy

Porovnání odchylky teploty měřících jízdy v Praze v době maxima metodou:

1) AGHydroInterpolace

2) MWLR



Orografická interpolace (Šercl)
TMA_200813

Krok 1 – Zvol vstupní vrstvy

Bodová vrstva: TMA_200813UPR

Pole pro interpolaci: FS

Bodová vrstva by měla být shapefile typu Point s alespoň jedním numerickým sloupcem představujícím interpolovanou (závislou) proměnnou. Rastrová vrstva by měla být typu Grid a měla by představovat veličinu nezávisle proměnnou (vůči které bude odvozován regresní vztah).

Rastrová vrstva: dem.asc

Návrat Další >>

Krok 2 – Zadej parametry regresního vztahu

Poloměr vyhledávání (km): 15

Minimální počet stanic: 8

Korekční koeficient: 0,1

Pokud je korekční koeficient < 1, větší váha se při výpočtu výsledné hodnoty v polu přisuzuje regresnímu vztahu, hodnota > 1 zvyšuje váhu přesné interpolace (implikace je hodnota nastavena na 1).

Nepoužít v regr. vztazích stanice označené 0 v poli: <neurčeno>

Návrat << Zpět Další >>

Krok 3 – Zadej parametry interpolace

Metoda interpolace

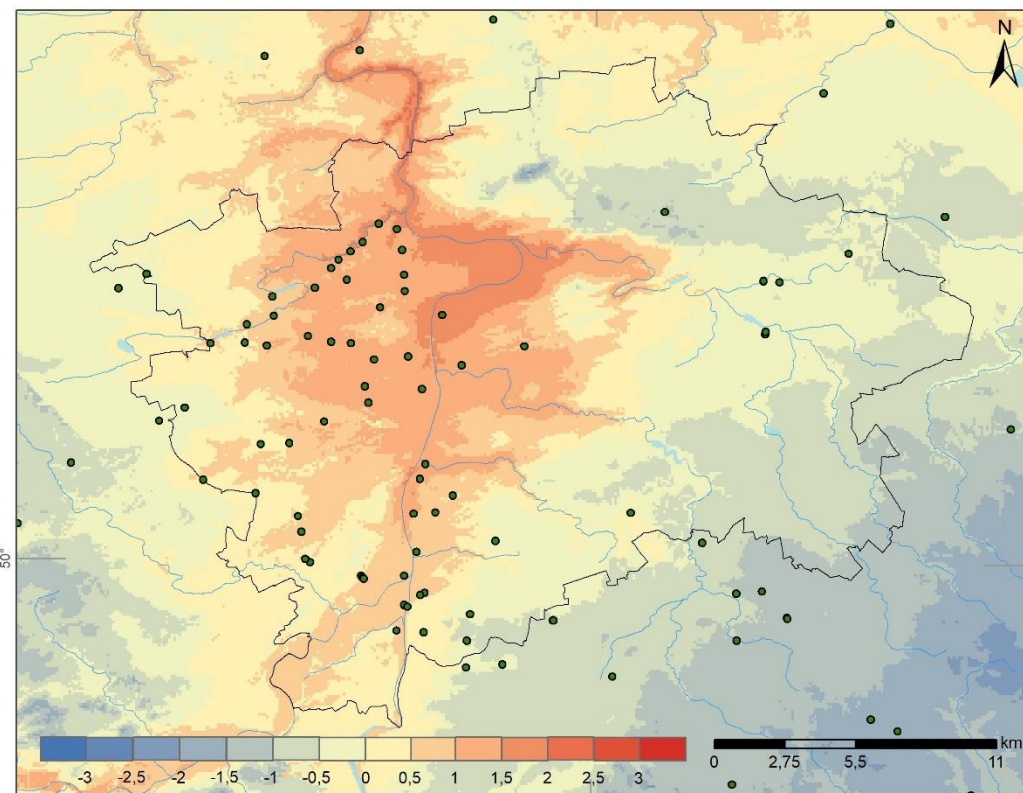
Pro parametry a, b a R použít IDW

Parametry interpolace IDW

Počet stanic: 12

Mocnina: 2

Záporné hodnoty zarovnat na nulu



MWLR interpolace
TMA_200813

Za pozornost děkuje kolektiv autorů příspěvku:

Luboš Němec, lubos.nemec@chmi.cz

Stanislav Toman, stanislav.toman@chmi.cz

Ilona Zusková, ilona.zuskova@chmi.cz