

Ekosystémové funkce a ekosystémové služby sídelní zeleně

Seminář z DPZ pro Lipku – Krásensko – 21. 7. 2021

Tvorba nástrojů pro plánování a hodnocení ekologického benefitu městské vegetace

Cílem projektu

vytvoření komplexní **metodiky** a **software** pro objektivní hodnocení EF městské zeleně za účelem ohodnocení ES

Řešitelský tým:

Czechglobe - František Zemek, Miroslav Píkl, Jan Novotný, Helena Duchková, Miloš Zapletal, Marian Pavelka, Lukáš Kotrda

SafeTrees - Jaroslav Kolařík, Jiří Mikulášek, Hana Holešová

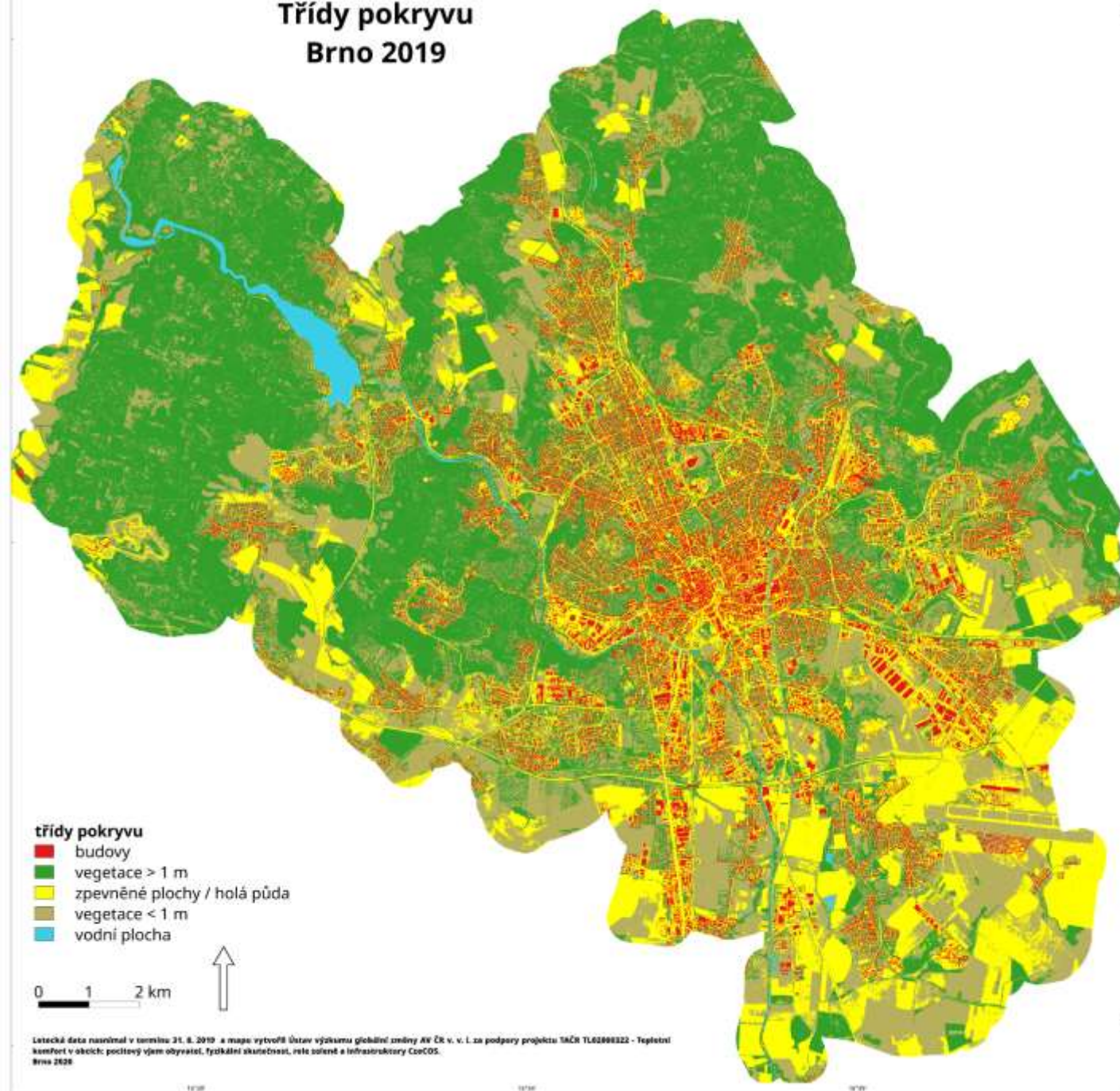
Ekosystémová služba musí být spojena s identifikovatelným souborem lidských příjemců. Služba může být **aspektem ekologického stavu** a mohou z ní přímo nebo nepřímo profitovat příjemci.

Omezení fyzického a institucionálního přístupu nesmí lidem bránit v realizaci těchto výhod.

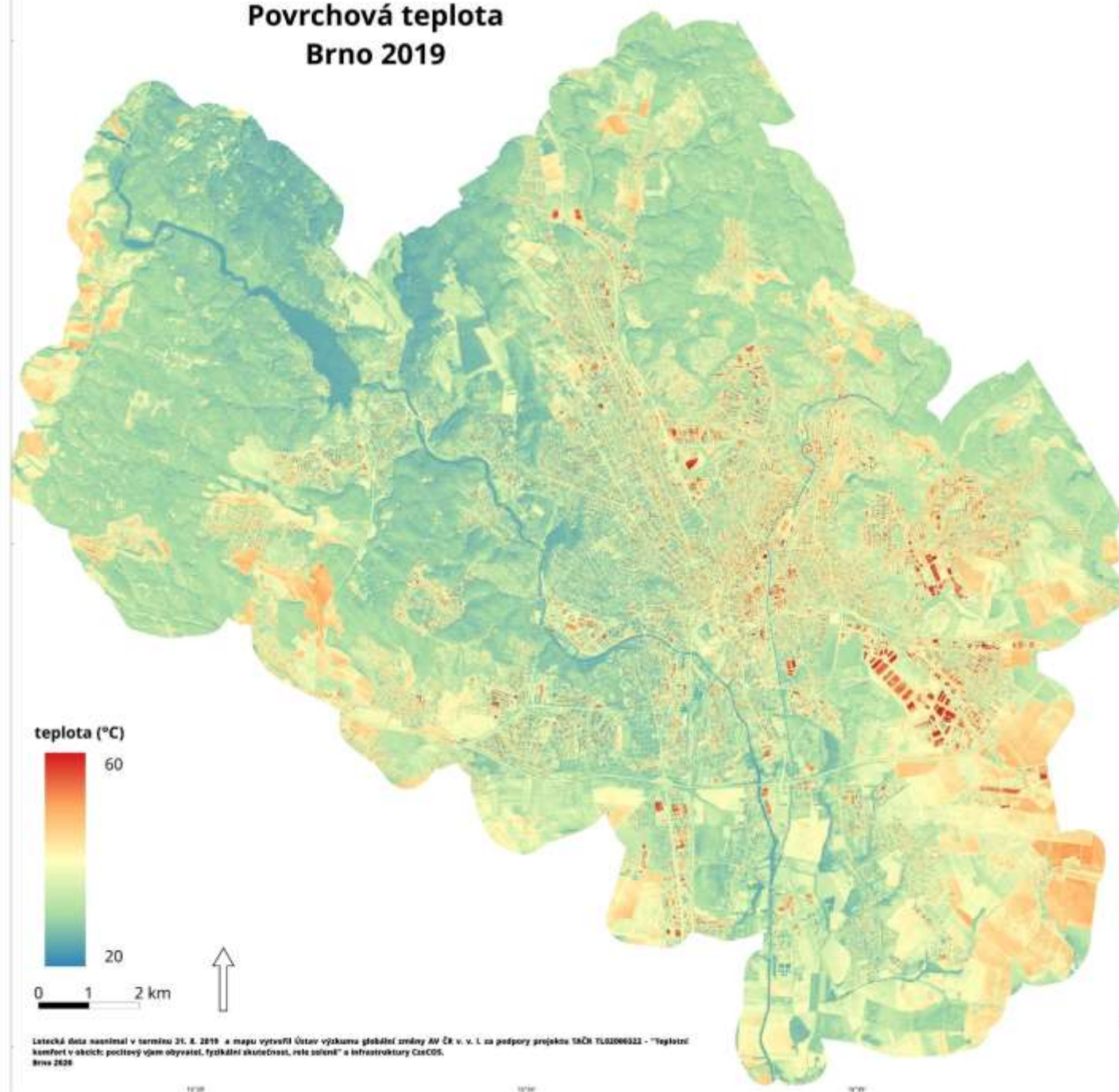
Moduly jednotlivých EF/ES

- Regulace teploty a mikroklimatu (chladicí efekt)
- Záchyt vzdušného uhlíku a jeho ukládání do biomasy
- Záchyt znečišťujících látek
- Regulace hluku
- Estetická funkce, kulturně-rekreační funkce

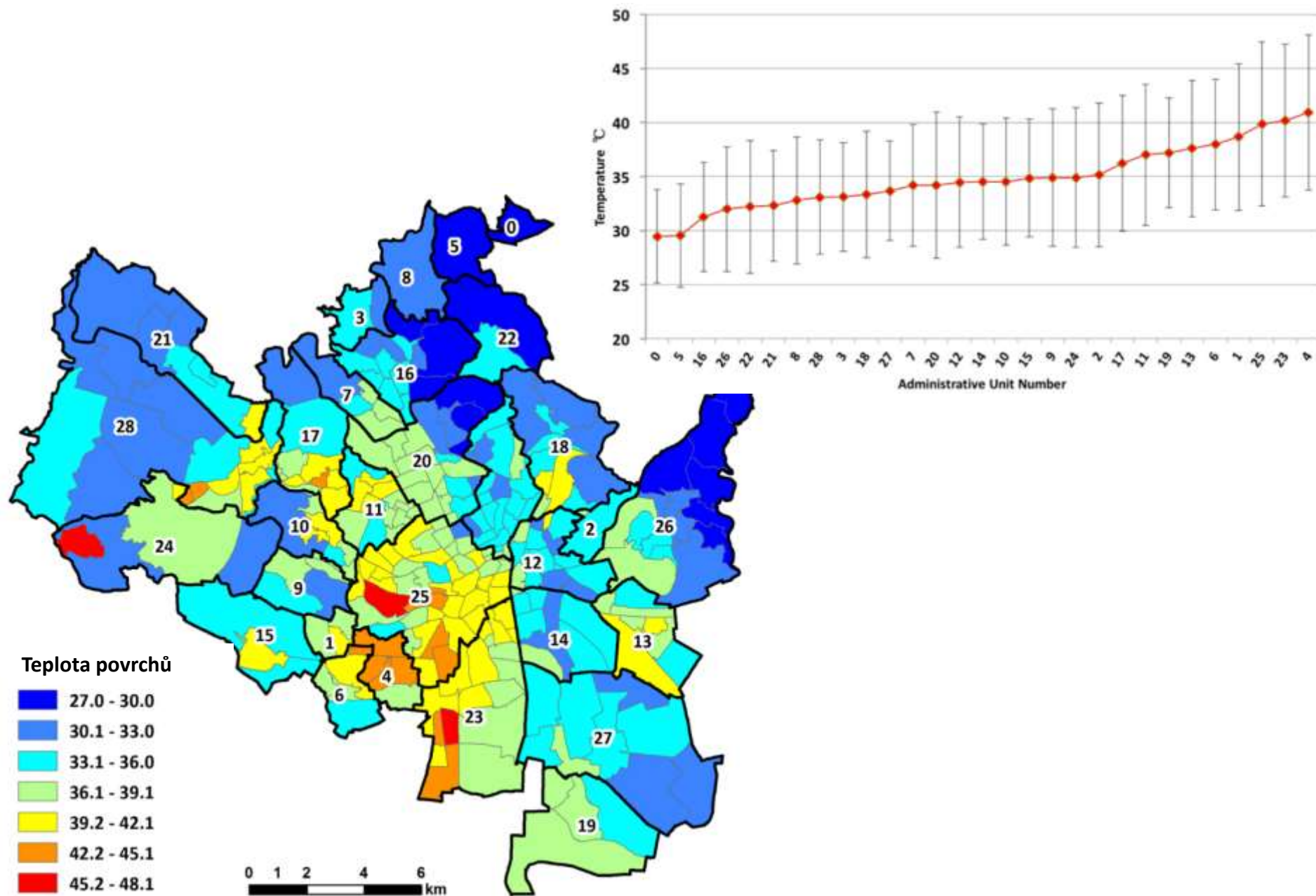
Třídy pokryvu Brno 2019



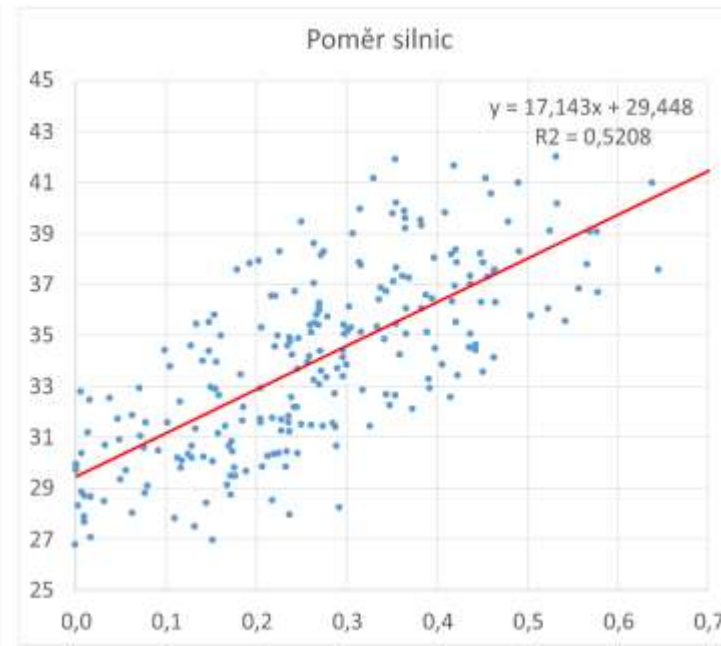
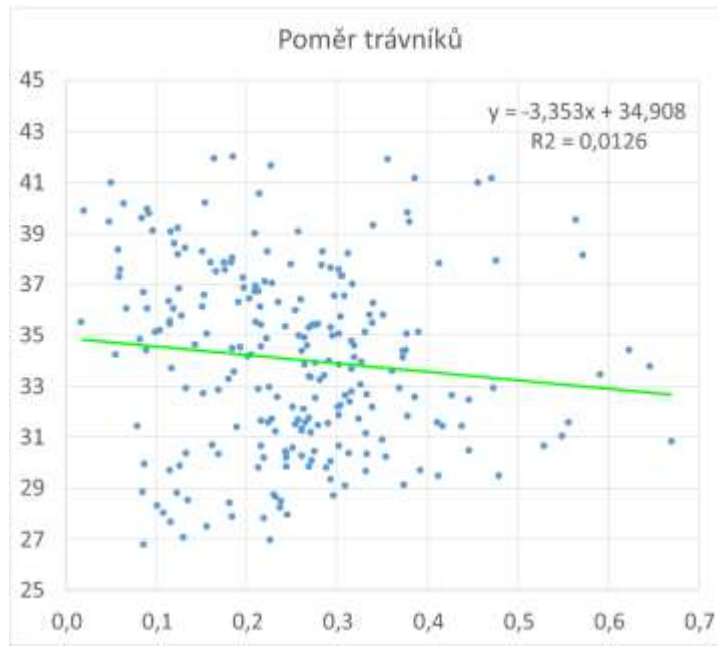
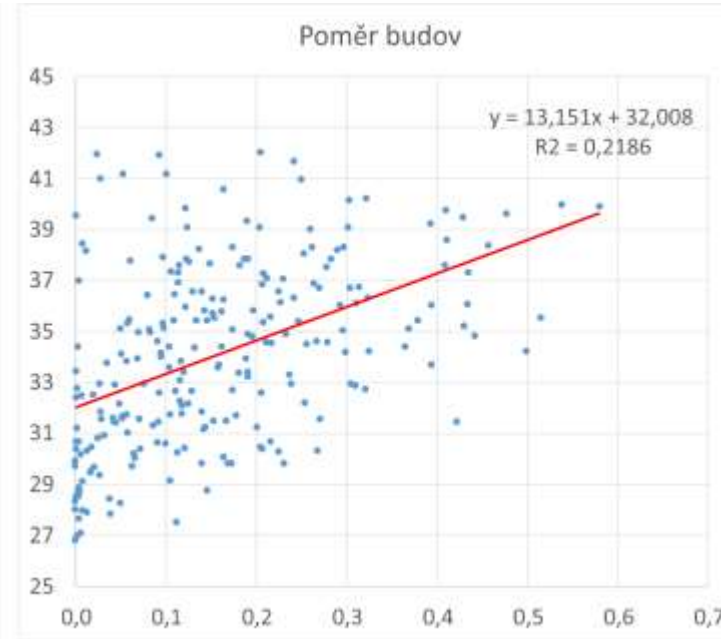
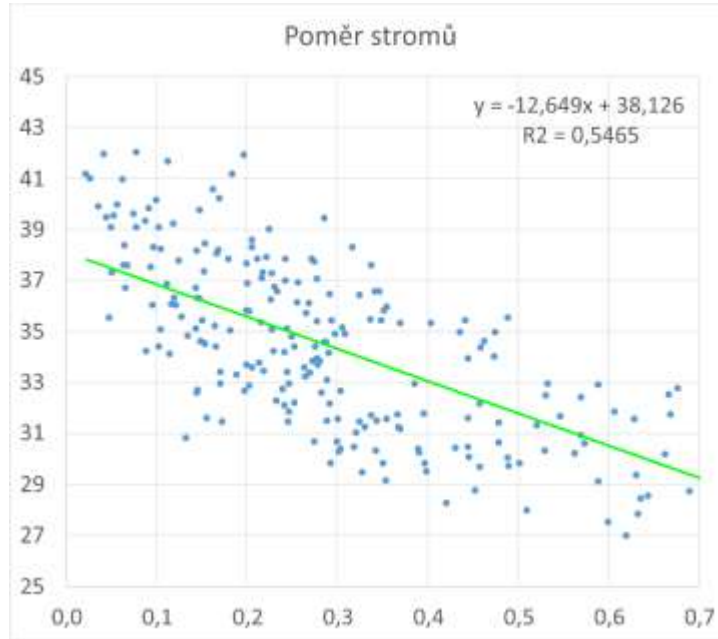
Povrchová teplota Brno 2019



Městské části a ZSJ v létě



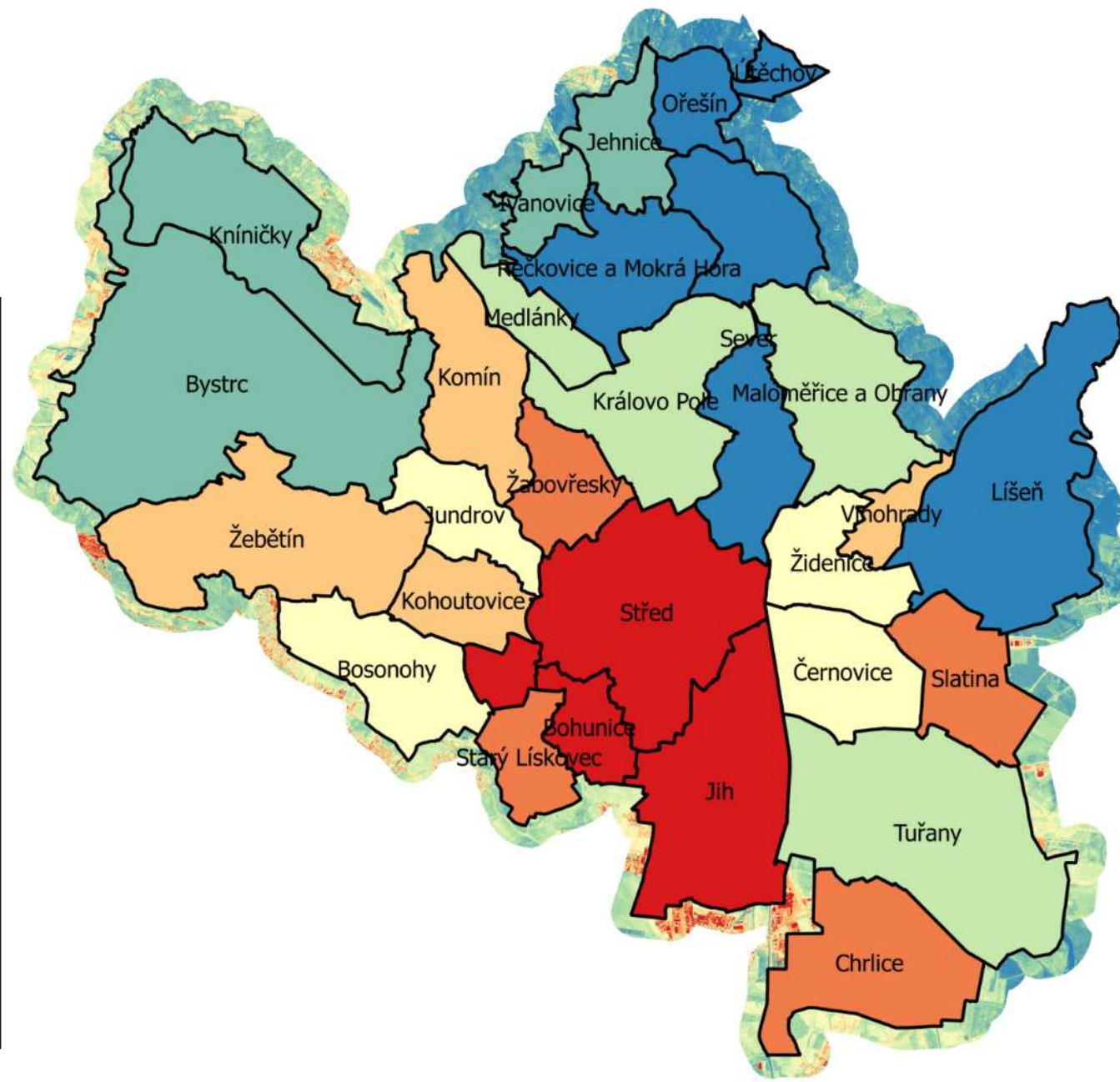
Vliv pokryvu na povrchovou teplotu



Modro-zelená
infrastruktura

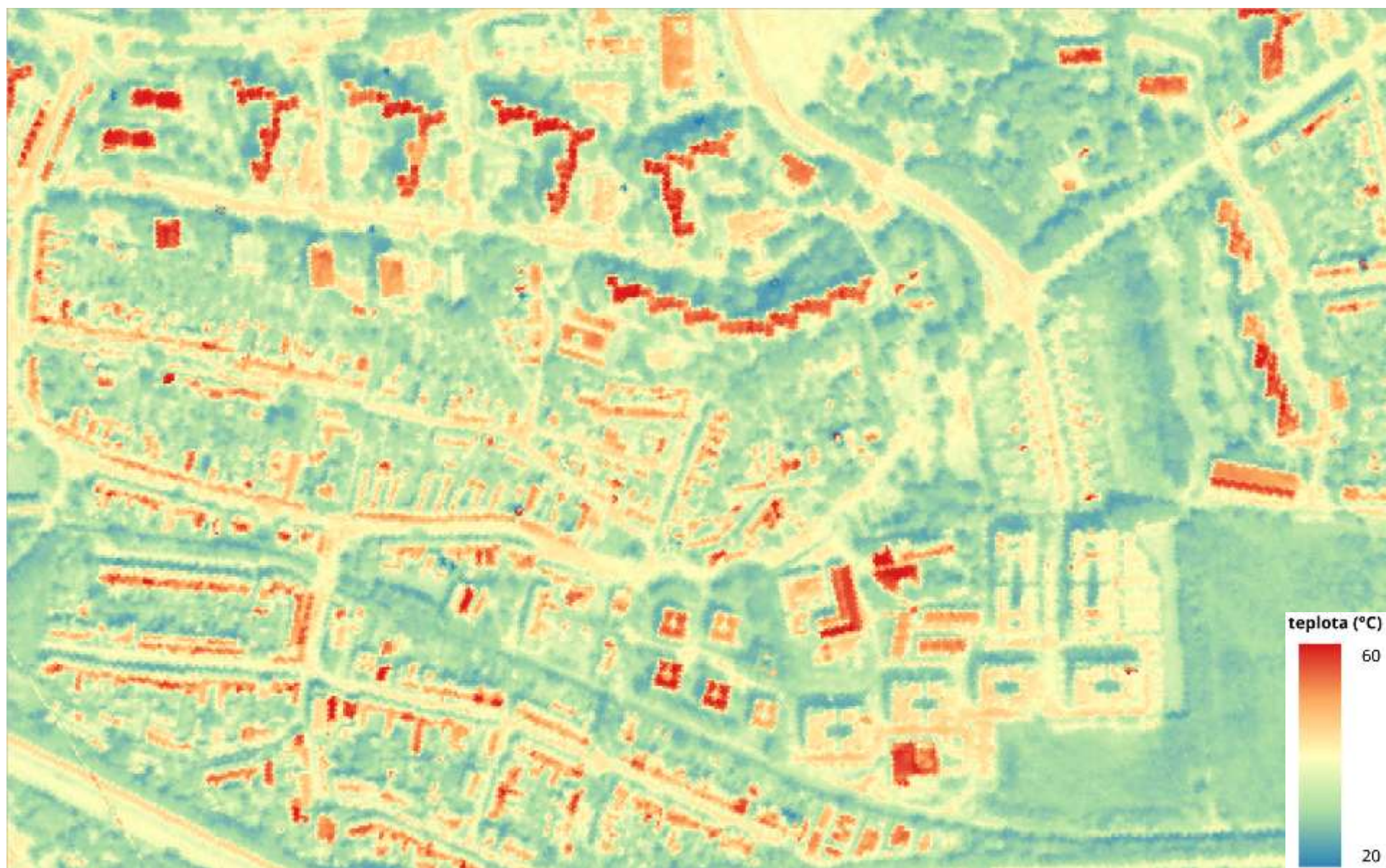
Městské části v létě

	29,49°C	Útěchov
	29,53°C	Ořešín
	31,23°C	Řečkovice a Mokrá Hora
	31,97°C	Líšeň
	32,20°C	Sever
	32,32°C	Kníničky
	32,78°C	Jehnice
	33,09°C	Bystrc
	33,10°C	Ivanovice
	33,33°C	Maloměřice a Obřany
	33,66°C	Tuřany
	34,18°C	Medlánky
	34,19°C	Královo Pole
	34,45°C	Židenice
	34,50°C	Černovice
	34,53°C	Jundrov
	34,83°C	Bosonohy
	34,90°C	Kohoutovice
	34,91°C	Žebětín
	35,15°C	Vinohrady
	36,21°C	Komín
	37,02°C	Žabovřesky
	37,18°C	Chrlice
	37,58°C	Slatina
	37,98°C	Starý Lískovec
	38,66°C	Nový Lískovec
	39,85°C	Střed
	40,16°C	Jih
	40,91°C	Bohunice









Do EF městské zeleně zahrnuto pět v širším kontextu pojímaných funkcí:

1. regulace teploty a mikroklimatu (chladící efekt)
2. ukládání uhlíku (CO₂)
3. zachyt látek znečišťujících ovzduší (PM₁₀, PM_{2.5}, O₃, NO_x, SO₂)
4. snižování hluku
5. estetická funkce a kulturně rekreační funkce

Metodika je koncipována pro **dvě úrovně zdrojů dat o vegetaci**:

1/uživatel má svoji databázi parametrů stromů a keřů vycházející z „Hodnocení stavu stromů“ (<http://standardy.nature.cz>) a doplní další parametry nutné pro výpočet EF

2/data stavu a distribuce zeleně je nutné nově pořídit – možný odhad parametrů z leteckých dat DPZ, pozemních šetření a existujících databází

Ochlazování prostředí vegetací

$$LE = \frac{s(R_n - G) + c_p \frac{VPD}{r_a}}{s + \left(1 + \frac{r_s}{r_a}\right)},$$

Veličina	Značka	Jednotky
Latentní teplo - tepelný tok způsobený evapotranspirací	LE	$[W\ m^{-2}]$
Směrnice saturační křivky vodní páry	s	$[Pa\ K^{-1}]$
Radiační bilance	R_n	$[W\ m^{-2}]$
Tok tepla do půdy	G	$[W\ m^{-2}]$
Hustota vzduchu	ρ	$[g\ m^{-3}]$
Tepelná kapacita vzduchu za konstantního tlaku	c_p	$[J\ g^{-1}\ K^{-1}]$
Sytostní doplněk vodní páry	VPD	$[Pa]$
Odpor hraniční vrstvy	r_a	$[s\ m^{-1}]$
Psychometrická konstanta	γ	$[Pa\ K^{-1}]$
Odpor korunové vrstvy	r_s	$[s\ m^{-1}]$

Latentní teplo – energie, kterou je nutno dodat pro změnu fáze látky

Voda – 0,67 kWh na změnu kapalně na plynnou při teplotě 20°C (skupenské teplo výparné)

Přepočet na peníze (ES) – přes kWh energie, kterou potřebujeme na klimatizaci

Měření transpiračního toku



Dendrometr – měření změn obvodu kmene



Dendrometr DRL-26S, EMS Brno

Evapotranspirace dubu
cca 100 let (červen – srpen)
dentrometr 70 – 140 l
respirační tok 120- 200 l



Ukládání uhlíku (CO₂) v biomase vegetace

$$W_{\Delta} = 0,45 \left(\frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1} \right),$$

W_n – biomasa [kg] v čase 1 a 2, t_n – čas [roky] stanovaní biomasy

Přírůst biomasy je třeba stanovit při inventarizacích. V případě chybějících informací o množství biomasy v minulosti, lze vypočítat průměrnou rychlost záchytu C ze stávajícího množství biomasy a stáří stromu:

$$W_{\Delta} = 0,45 \left(\frac{W}{t_s} \right),$$

W – biomasa v čase inventarizace, t_s – stáří stromu [roky] v čase inventarizace.

Přepočet na peníze (ES) – přes povolenky produkce CO₂

Výpočet celkové biomasy stromu pomocí alometrických rovnic

$$AGB_{smrk} = AGB_{jehlice} + AGB_{větvě} + AGB_{suché_větvě} + AGB_{kmen}$$

Smrk

$$AGB = a * b * \exp(c * \ln(DBH) - d)$$

$a = 1.0849, b = 1.0226, c = 1.9162, d = -3.19632$ for $AGB_{jehlice}$

$a = 1.1332, b = 1.0103, c = 2.2552, d = -3.96201$ for $AGB_{větvě}$

$a = 1.1146, b = 1.1107, c = 2.04823, d = -3.09062$ for $AGB_{suché\ větvě}$

$a = 1.0142, b = 1.0238, c = 2.44277, d = -2.50602$ for AGB_{kmen}

$$DBH = -b / \log\left(\frac{H - 1.3}{a}\right)$$

$a = 64.188, b = 30.446$

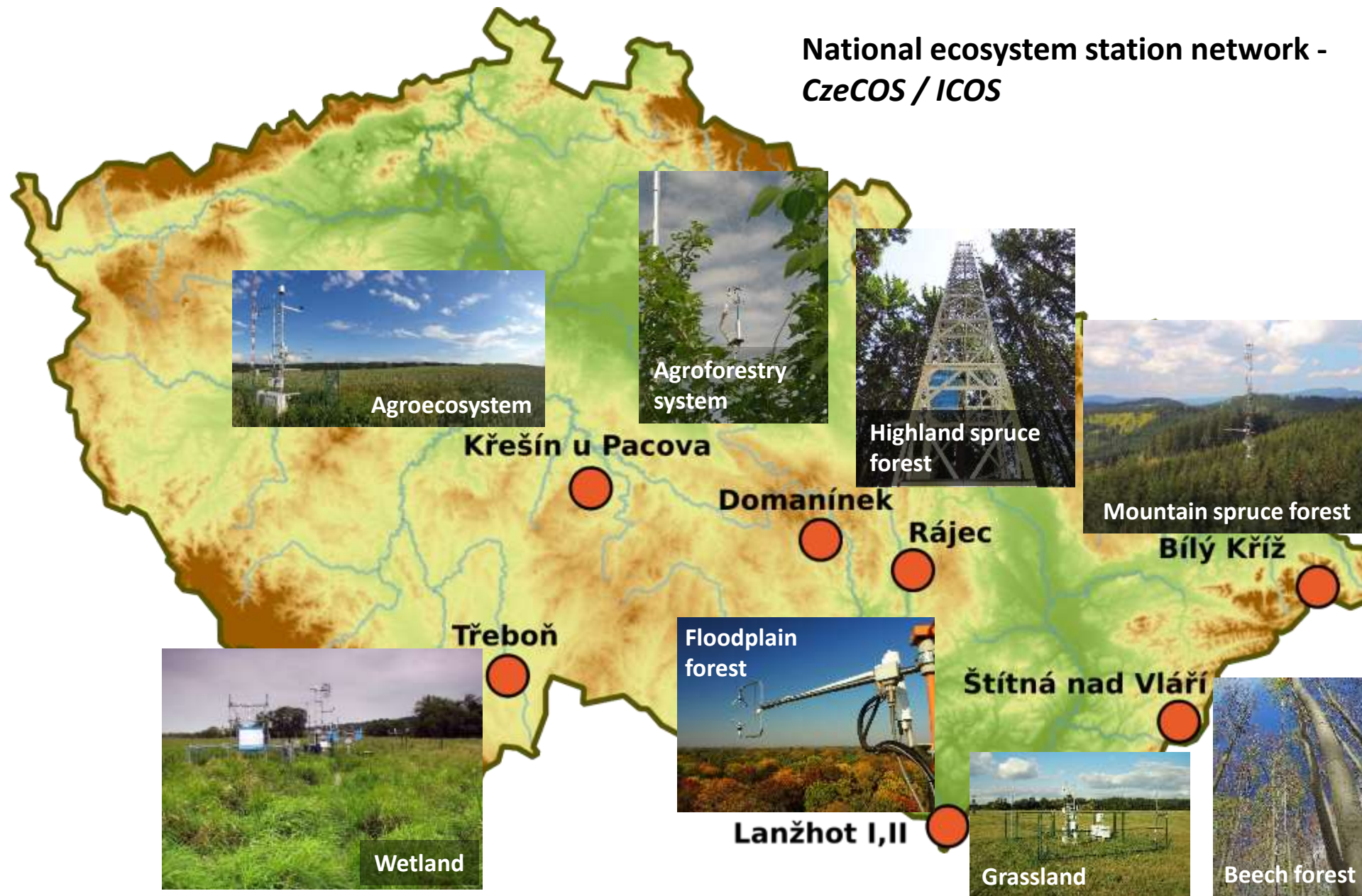
Buk

$$AGB_{buk} = 0.0551 * DBH^{2.11} * H^{0.589}$$

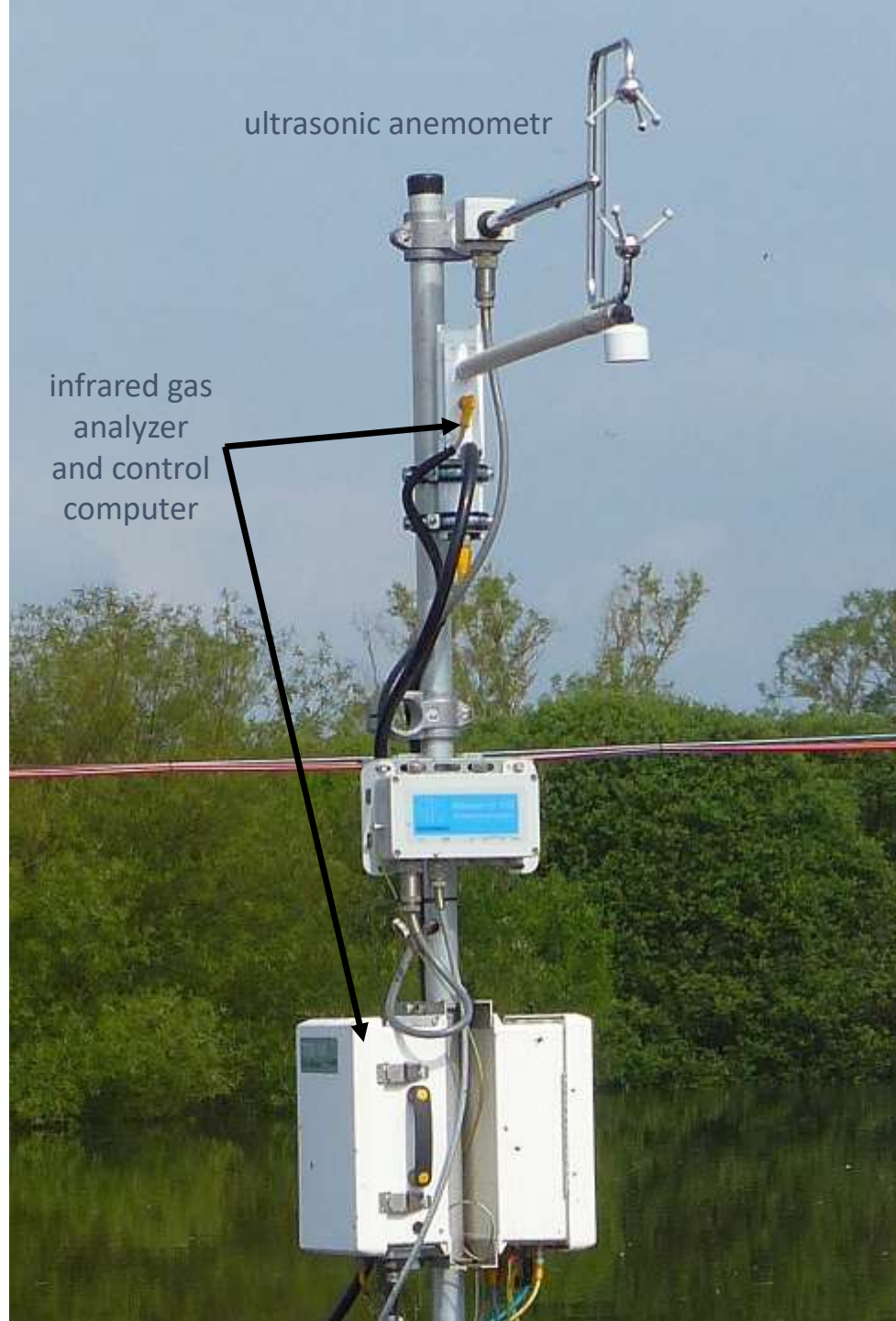
$a = 59.567$ and $b = 30.472$

Ecosystémové stanice

National ecosystem station network -
CzeCOS / ICOS



Eddy kovariační věž

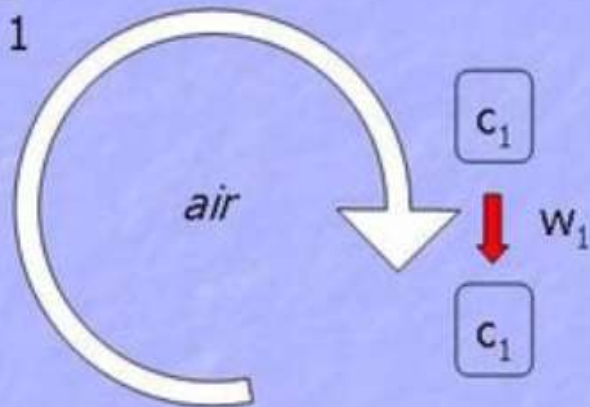


WIND

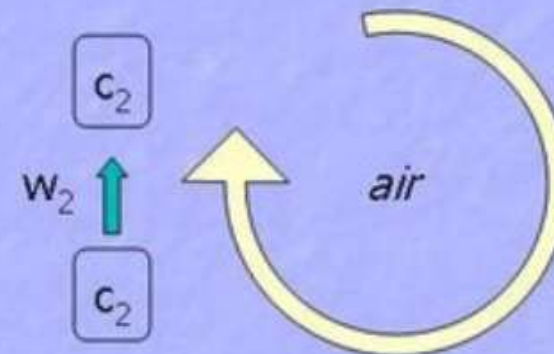
Princip eddy kovariačního hodnocení



time 1
eddy 1



time 2
eddy 2



Co umí naše uhlíková pumpa – smrkový les?



- za slunečného dne vypaří asi 40 000 litrů vody.

To představuje stejný chladicí efekt, jako kdyby
na každém m² lesa byly zapojeny 2,5 chladničky





1ha mladého smrkového lesa zachytí 22 t CO₂

To je stejné množství, jaké vyprodukuje osobní auto při cestě 3,4 krát kolem zeměkoule.





1 ha smrkového lesa za rok vyprodukuje 16 t O₂

To je množství, které postačí
k ročnímu dýchání 55 osob





1ha mladého horského smrkového lesa

- zachytí tolik energie,
kolik je jí obsaženo v 10 t hnědého uhlí



„Zelená střecha“ – evapotranspirace závisí také na druzích rostlin

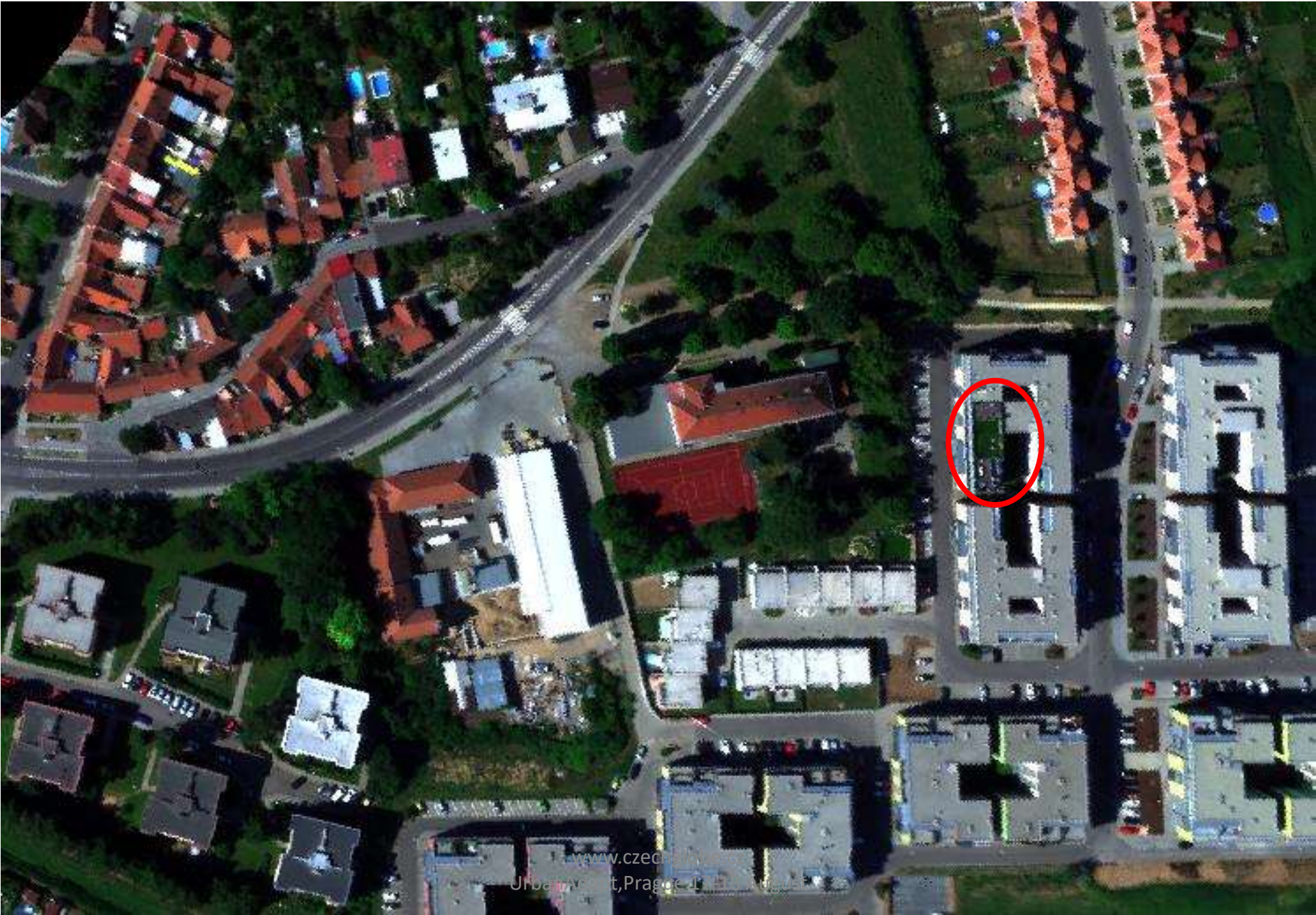


„Zelená střecha“ – evapotranspirace závisí také na druzích rostlin



Často používané netřesky mají CAM metabolismus – ve dne jsou průduchy zavřené (není transpirace)

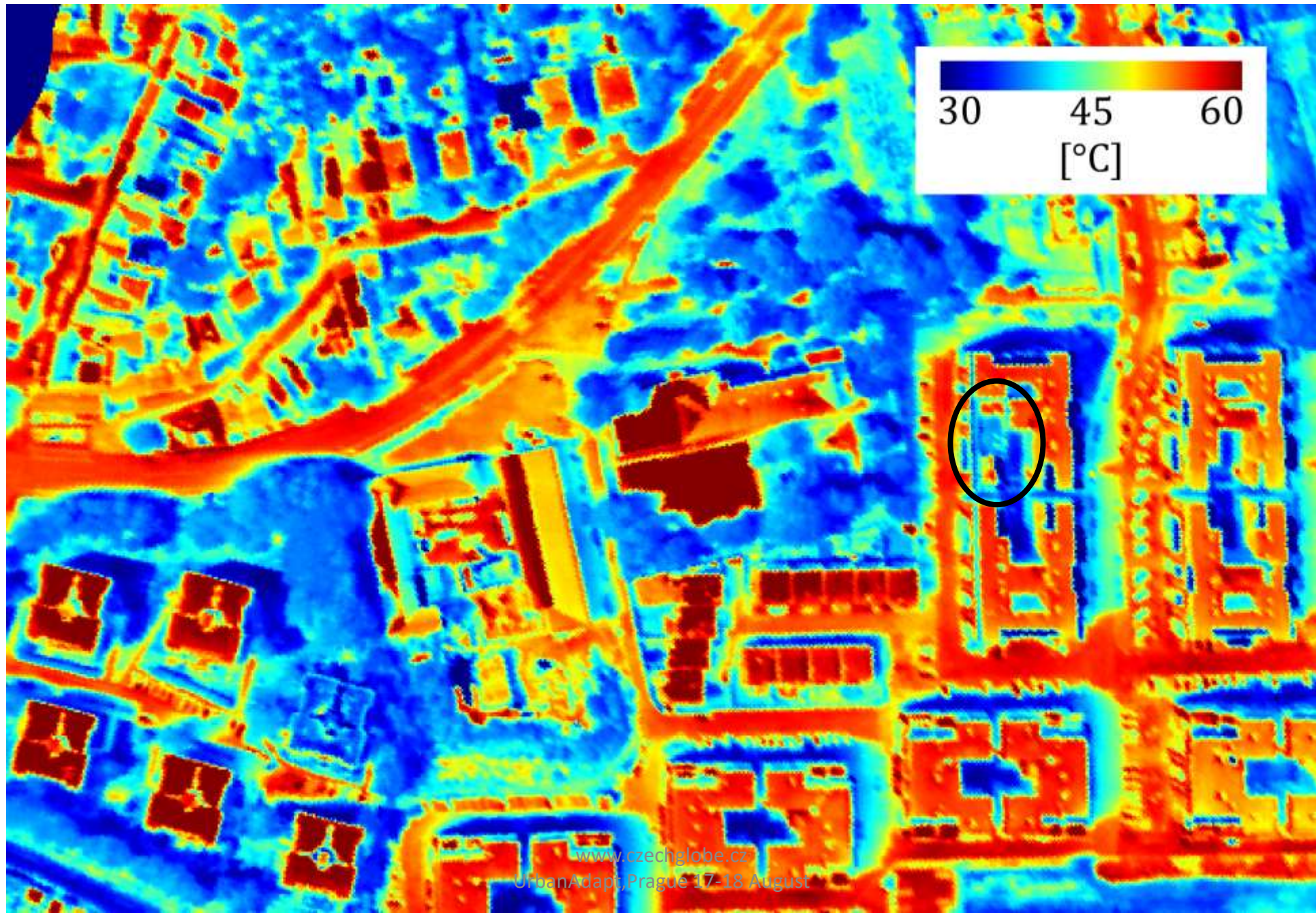
Živá zeleň na střeše RGB



Živá zeleň na střeše: SWIR



Živá zeleň na střеше: TIR



Záchyt suspendovaných částic povrchem vegetace

Modely kvantifikují depoziční tok (F) látek PM10, PM2.5 a plynů

NO_x

O₃ na povrch vegetace jako součin rychlosti depozice (V_d) a koncentrace znečišťujících látek (C):

$$F (g m^{-2} s^{-1}) = v_d (m s^{-1}) \times C (g m^{-3})$$

$$Q = LAI F T$$

kde Q je množství plynů a částic zachycených vegetací v určité oblasti a určitém časovém období (g m⁻²), F je depoziční tok plynů a částic (g m⁻² s⁻¹), LAI je index listové plochy (m² m⁻²) a T je časové období (s)

Látka	Cena Kč/kg
Nox	15
O3	87.5
PM10	375
PM2,5	3750
SO2	5.25

Rekreační a estetické hodnoty urbánních ekosystémových služeb

Vliv zeleně na okolí může být vnímán jak **pozitivně**, tak **negativně**.

Pro majitele domů je **zvýšení hodnoty nemovitostí** díky zlepšení vegetace přínosem.

Zvýšení poměru zeleně v ulici a tím zvýšené ceny nemovitostí může přispívat ke **gentrifikaci** a souvisejícímu vysídlení místních obyvatel z oblastí blízkých zeleně.

Hedonická tvorba cen

(založena na příjemnosti/požitku vnímání)

Nejčastěji se metoda **hedonické** ceny používá ve dvou případech:

1. při **zjišťování**, jak se **faktory životního prostředí promítají do tržní ceny nemovitostí** (může jít o ceny při koupi, prodeji, nájmu)
2. při **zjišťování**, jak se **kvalita pracovního prostředí promítá do výše mzdy**

Model je logaritmicko-lineární funkce (logaritmována byla vysvětlovaná proměnná cena nemovitosti; procento daného typu zeleně v katastrálním území jako vysvětlovaná proměnná nebyla transformována)

Implicitní cena zvýšení zeleně o 1 procentní bod pro jednu domácnost (odpovídající jednomu bytu) je dána následující rovnicí:

$$P_{\text{impl}_{\text{green}}} = \beta_{\text{green}} * P_{\text{avg_appt}}$$

$P_{\text{impl}_{\text{green}}}$ je implicitní cena zeleně pro 1 byt

β_{green} je koeficient zeleně z modelu

$P_{\text{avg_appt}}$ je průměrná cena bytu v katastrálním území

Důsledky vyplývající z dané metody

- hodnota zeleně pro jednotlivé byty či pro určité katastrální území přímo úměrně závisí na ceně bytu či průměrné ceně nemovitostí v kat. území
- pro různá zastoupení zeleně v katastrálním území se hodnota zeleně na 1 m² liší – přičemž pro katastrální území s vyšším zastoupením zeleně je průměrná hodnota 1m² zeleně nižší, než pro katastrální území, kde je zeleň zastoupena jen vzácně (ekonomická teorie klesajícího mezního užitku)
- hodnota na 1m² zeleně typu "sady, zahrady, pole" v průměru na 1 297 Kč; pro jednotlivé městské části se rozpětí hodnot nachází od 402 Kč do 10 404 Kč - Praha

Nyní bude mít prezentaci kolega
o hodnocení hluku

Teplotní komfort v obcích: pocitový vjem obyvatel, fyzikální skutečnost, role zeleně

Spoluřešitel projektu – JČU

Osvěta multifunkčnosti role zeleně v obcích

MMB – aplikační garant

JČM – ekologická výchova

Základní a střední školy – zájemci

Cíl projektu

Srovnat **vjemy obyvatel** týkající se teplotního komfortu v obcích ve venkovním prostředí obcí s **fyzikální skutečností teplotních charakteristik** zachycených prostřednictvím metod pozemního a leteckého DPZ.

Výsledky - **demonstrační materiály pro ekologickou výchovu žáků základních a středních škol, běžné obyvatele a samosprávu sídel.**

Výstupy projektu

tekob.czechglobe.cz

- **Mapy struktury pokryvu a teploty povrchů obcí**
- **Demonstrační a výukové materiály**
- **Prezentace výsledků formou workshopů**
- **Odborný článek o teplotním komfortu v obcích**

Řešení projektu je založeno na dvou kategoriích dat:

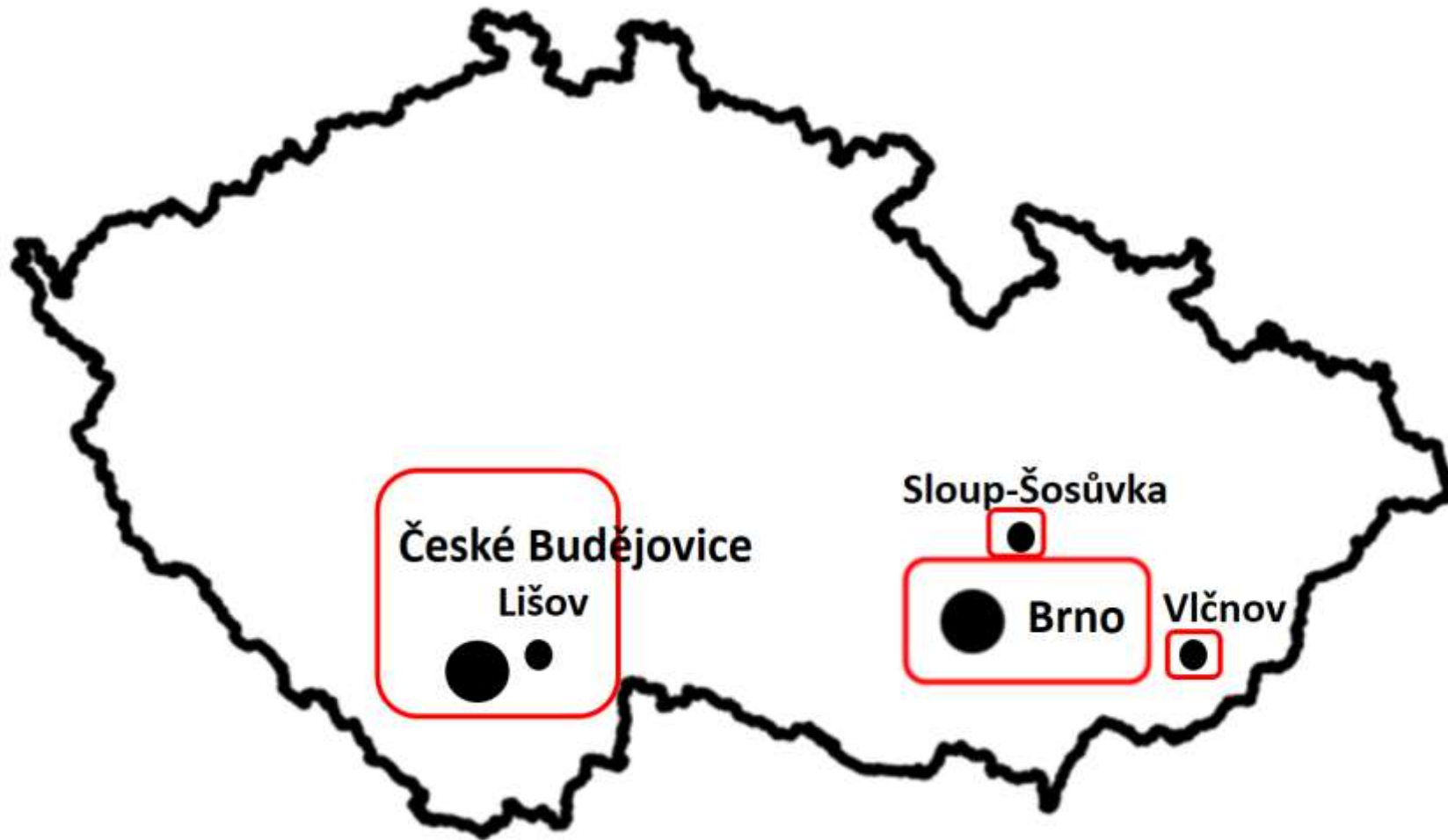
- Výstupy s dat leteckého DPZ (mapové podklady za celé území obsahující „objektivně“ získanou informaci jaké má místo vlastnosti (teplota povrchu, oslunění, třídy pokryvu, vertikální struktura, apod.)
- Subjektivní názory lidí na dané místo z hlediska jejich pocitu teploty, příjemnosti, apod. Data získána z dotazníkového šetření přes web aplikaci

Pro účel získání představy co lidé vědí o vegetaci jsme vytvořili dotazník – poprosíme Vás také o vyplnění

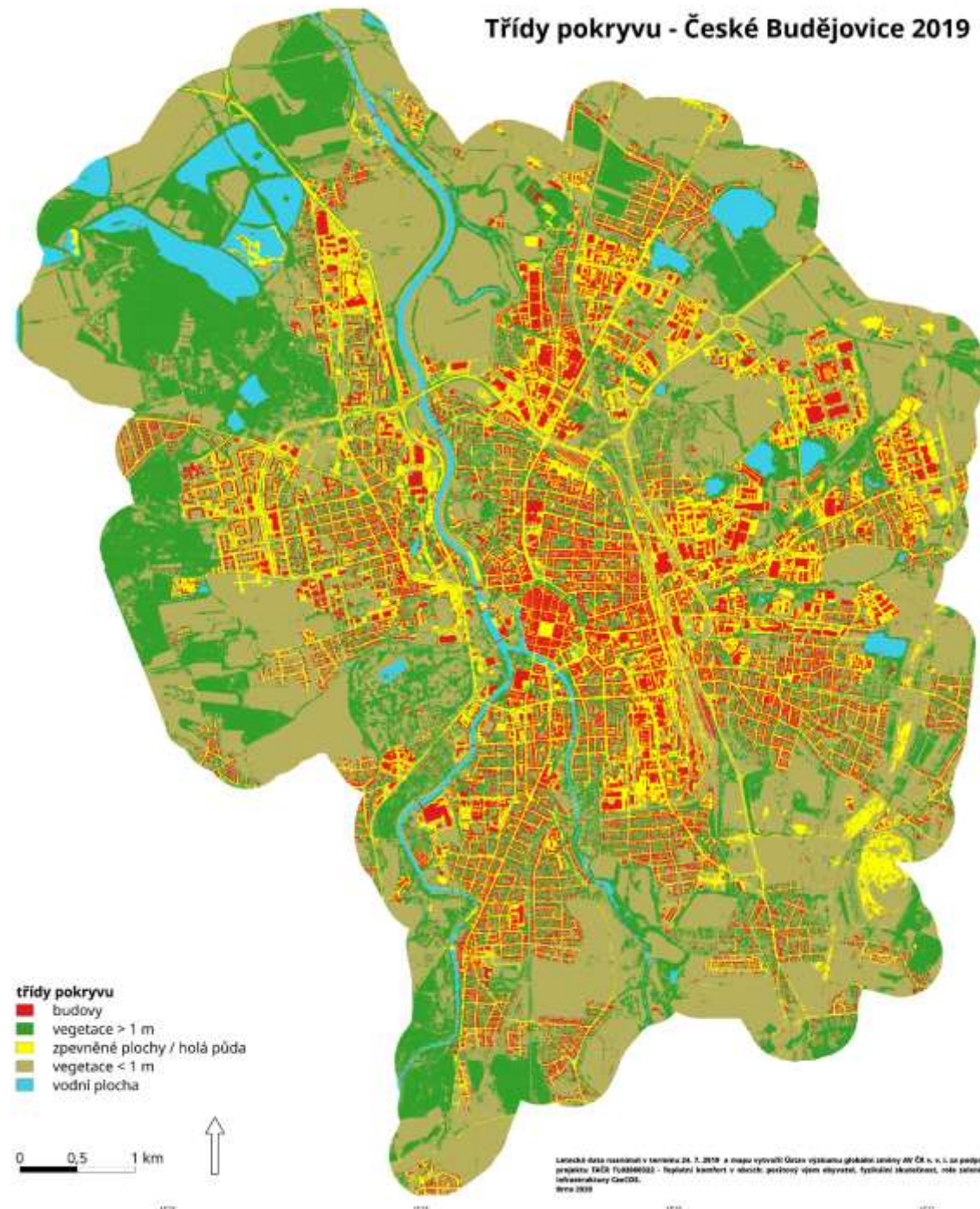
Kde?

Srovnání měst: **Brno - České Budějovice**

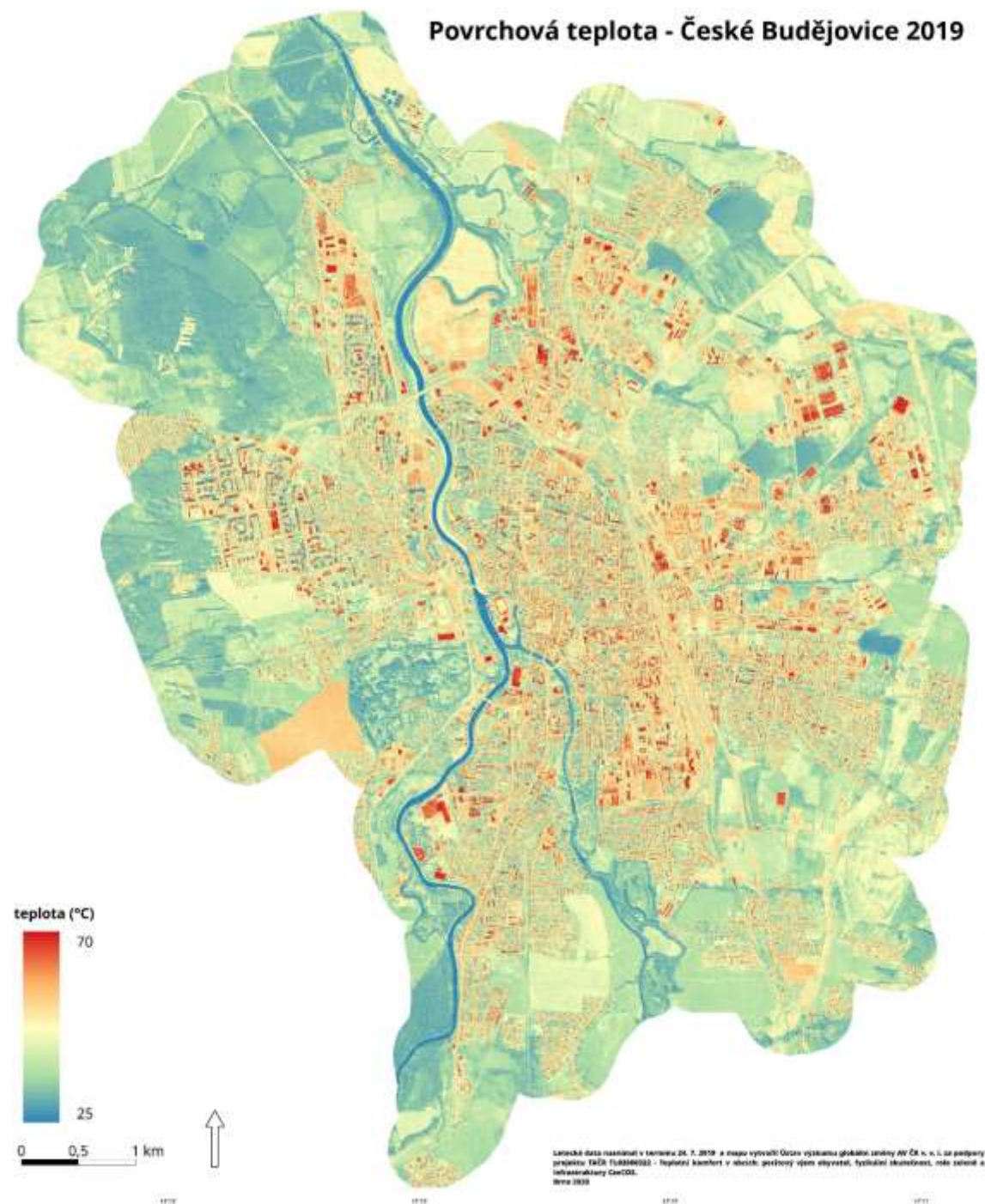
obce: **Lišov – Šošůvka/Sloup - Vlčnov**



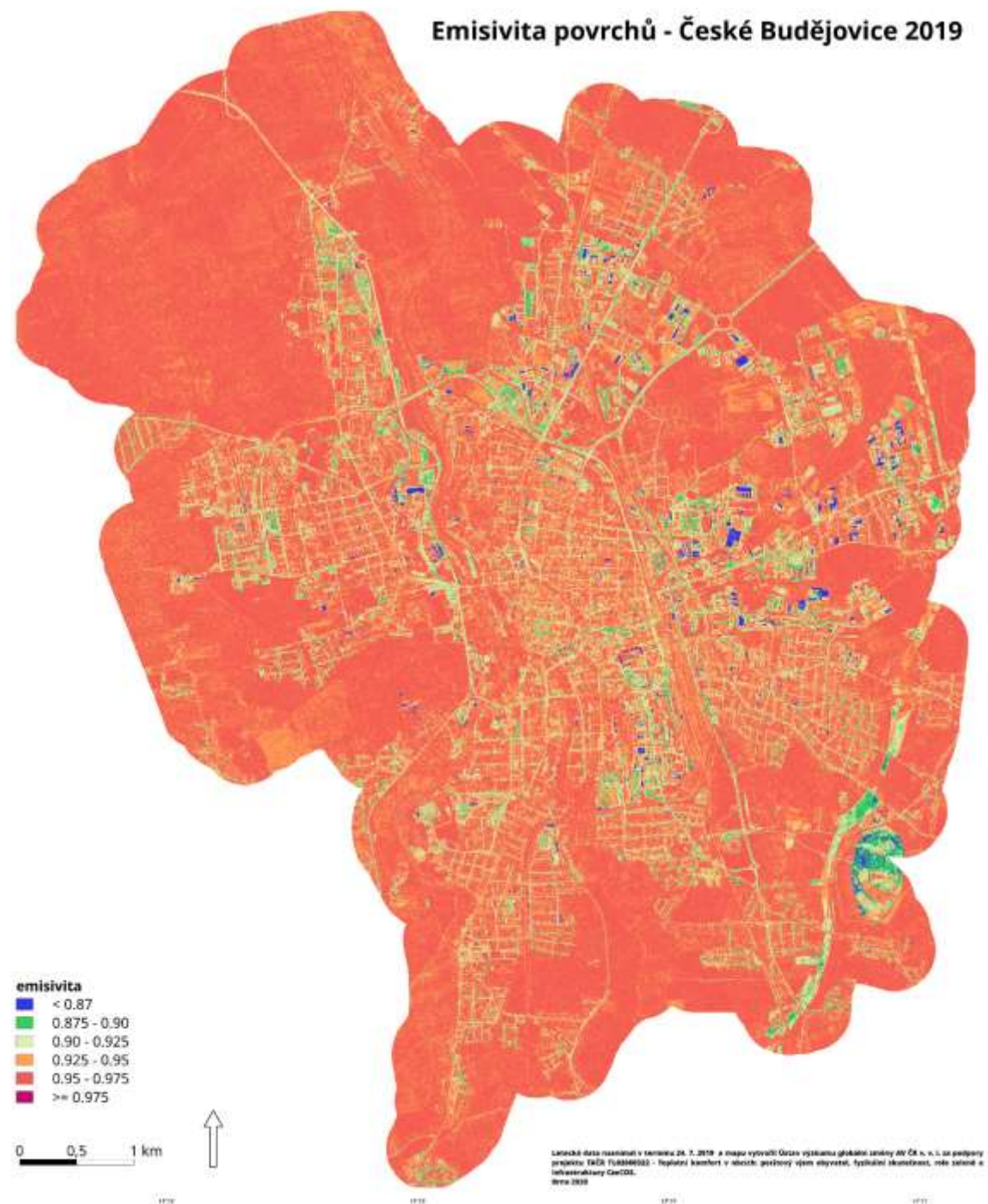
Třídy pokryvu - České Budějovice 2019



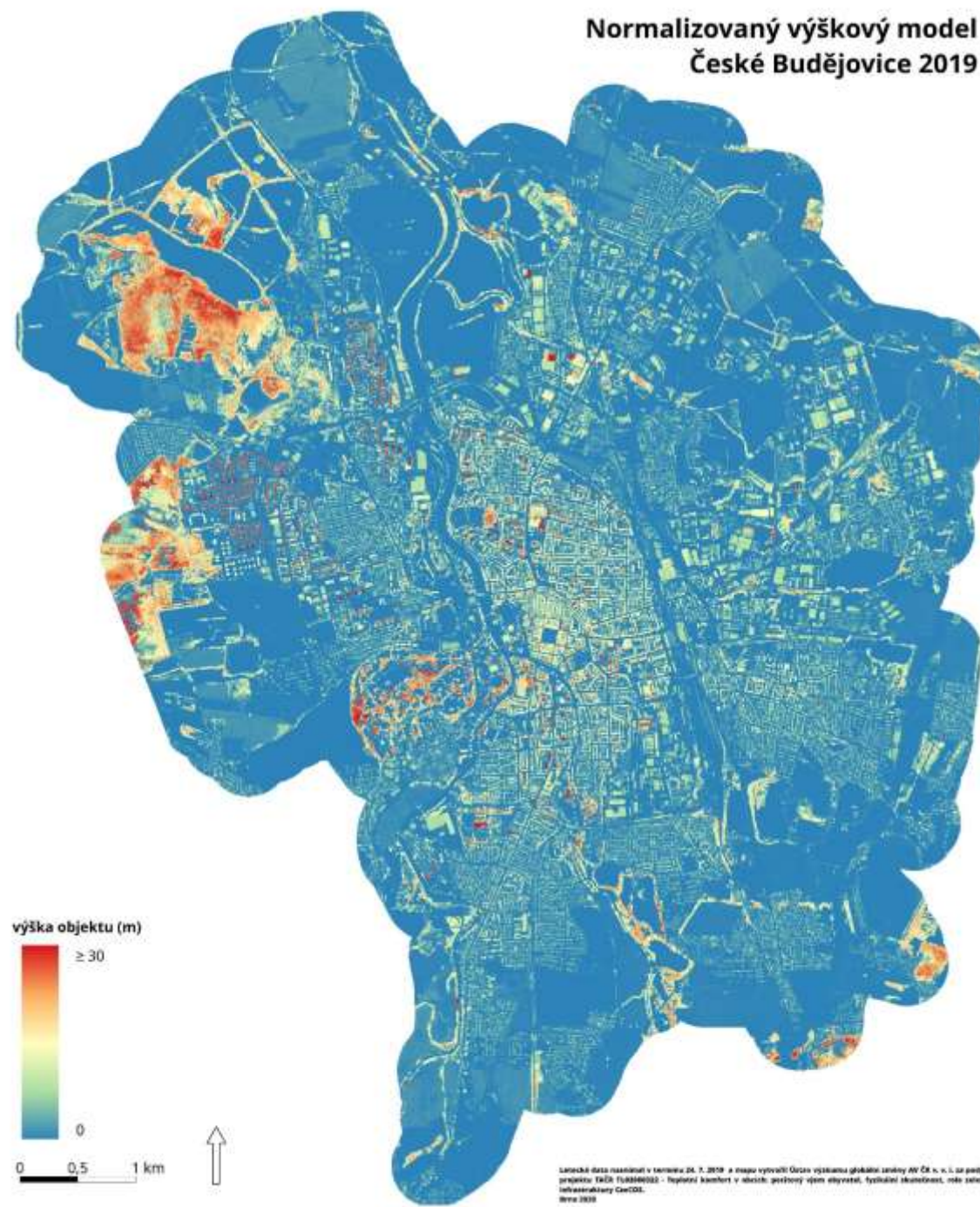
Povrchová teplota - České Budějovice 2019



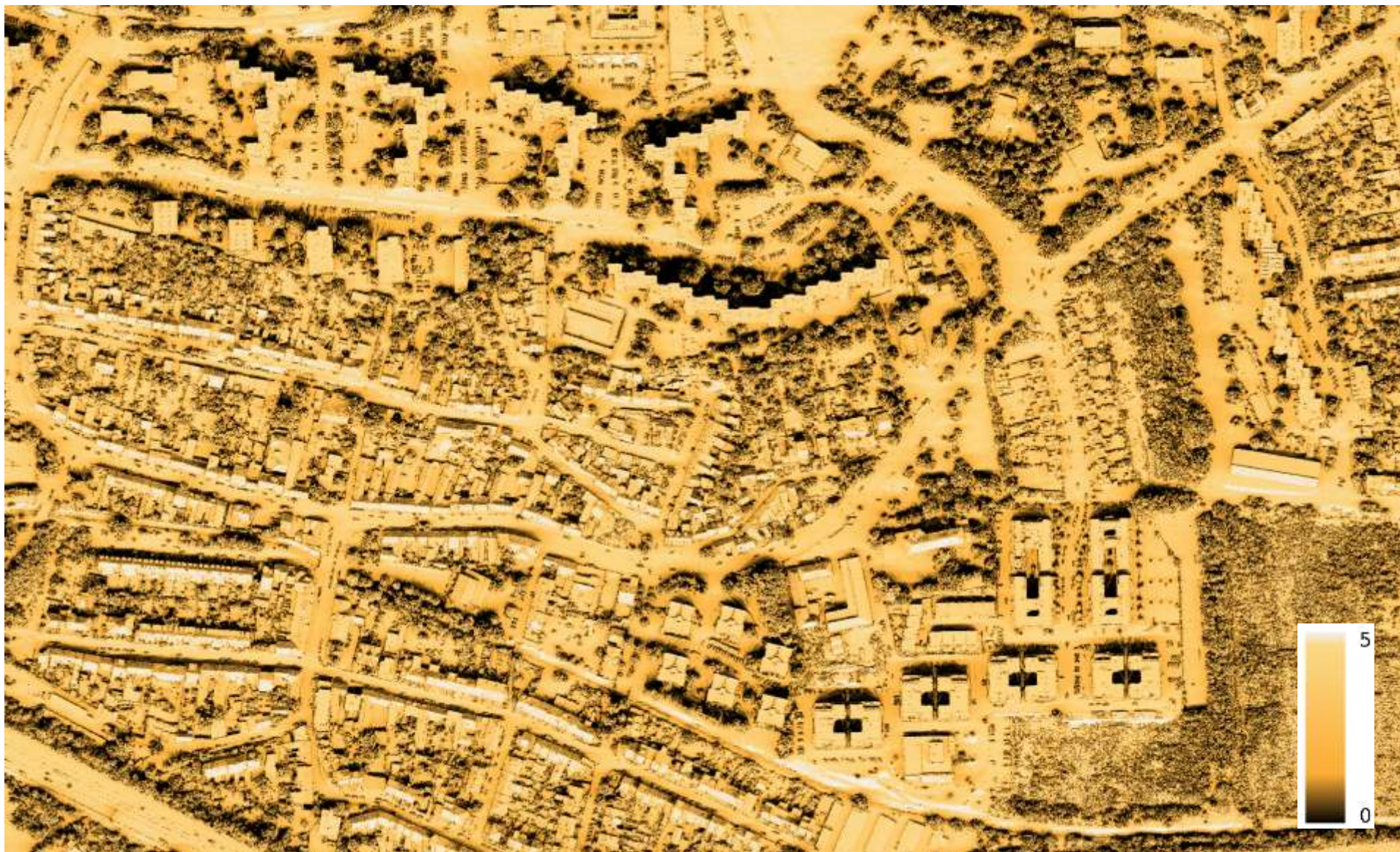
Emisivita povrchů - České Budějovice 2019



Normalizovaný výškový model České Budějovice 2019



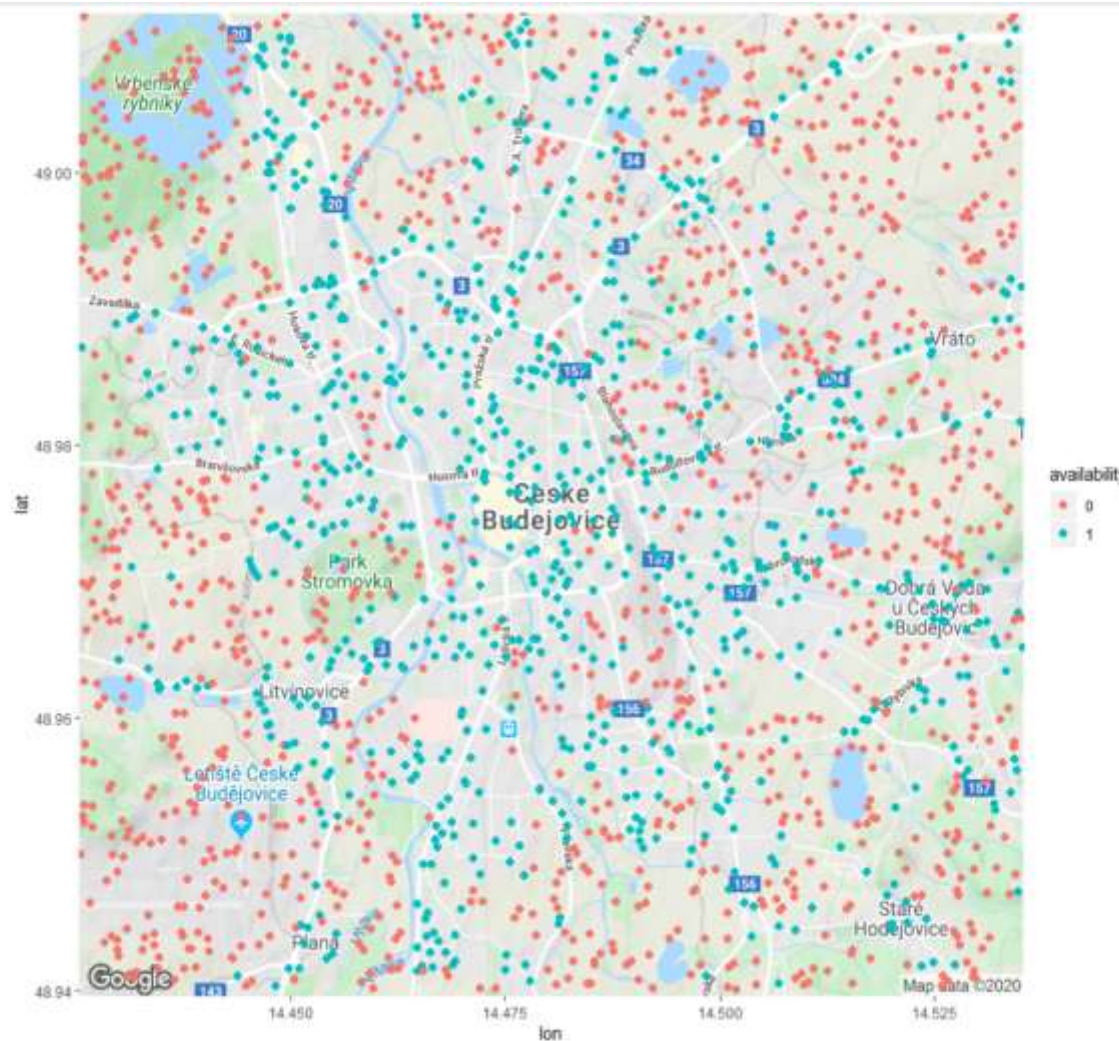
Množství denního přímého slunečního záření [kWh/m²]



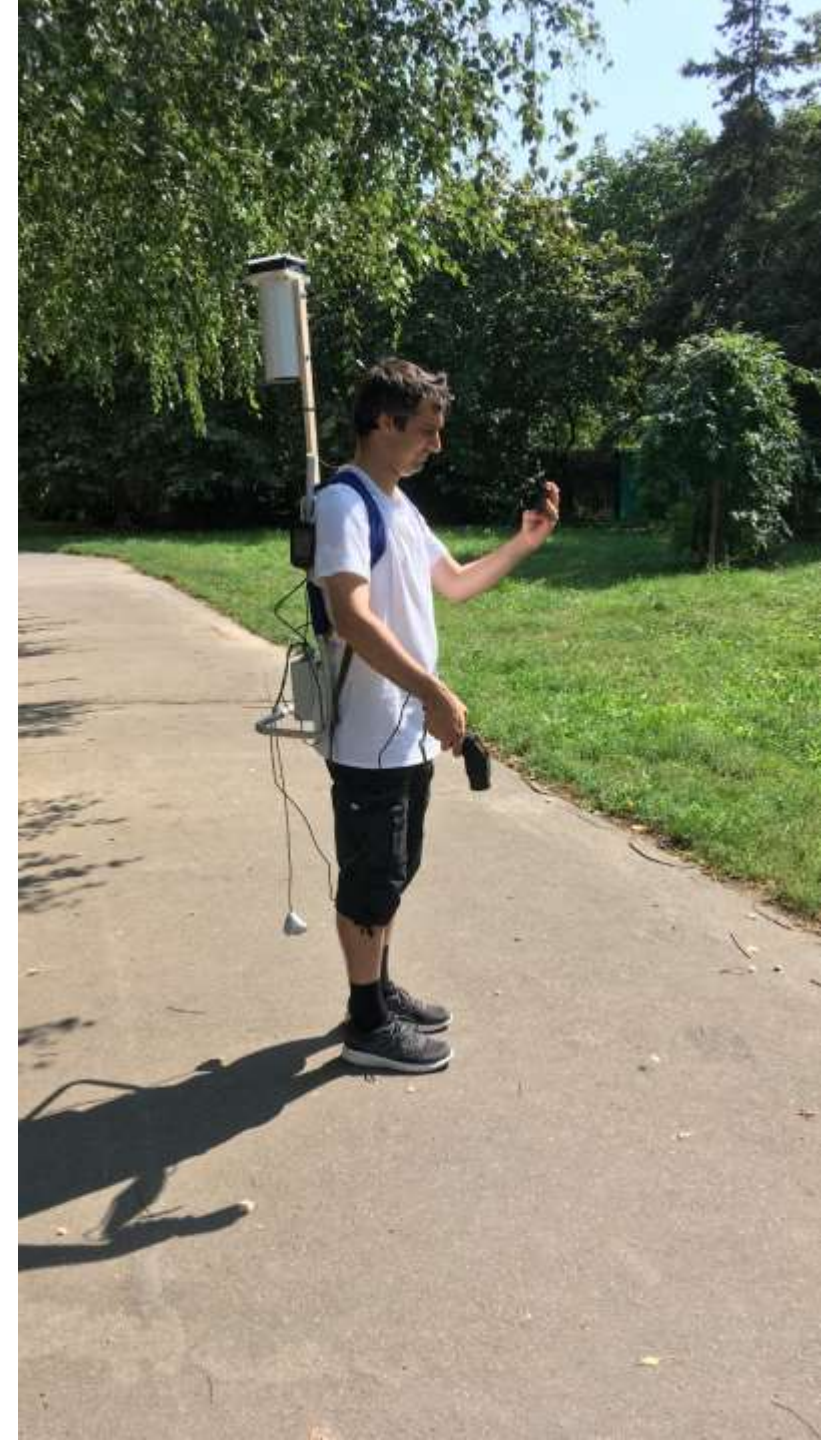
Množství denního difuzního záření [kWh/m²]

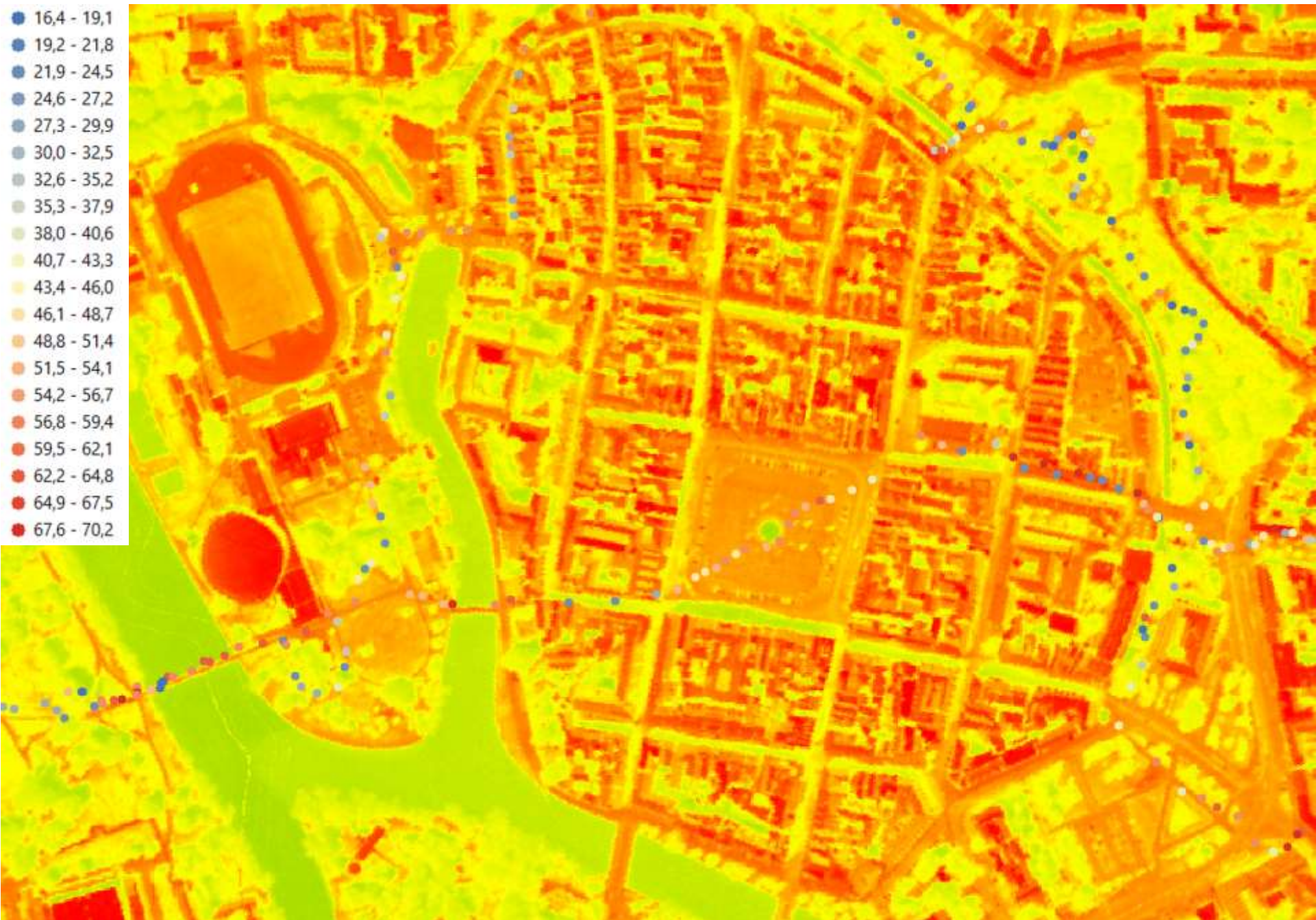


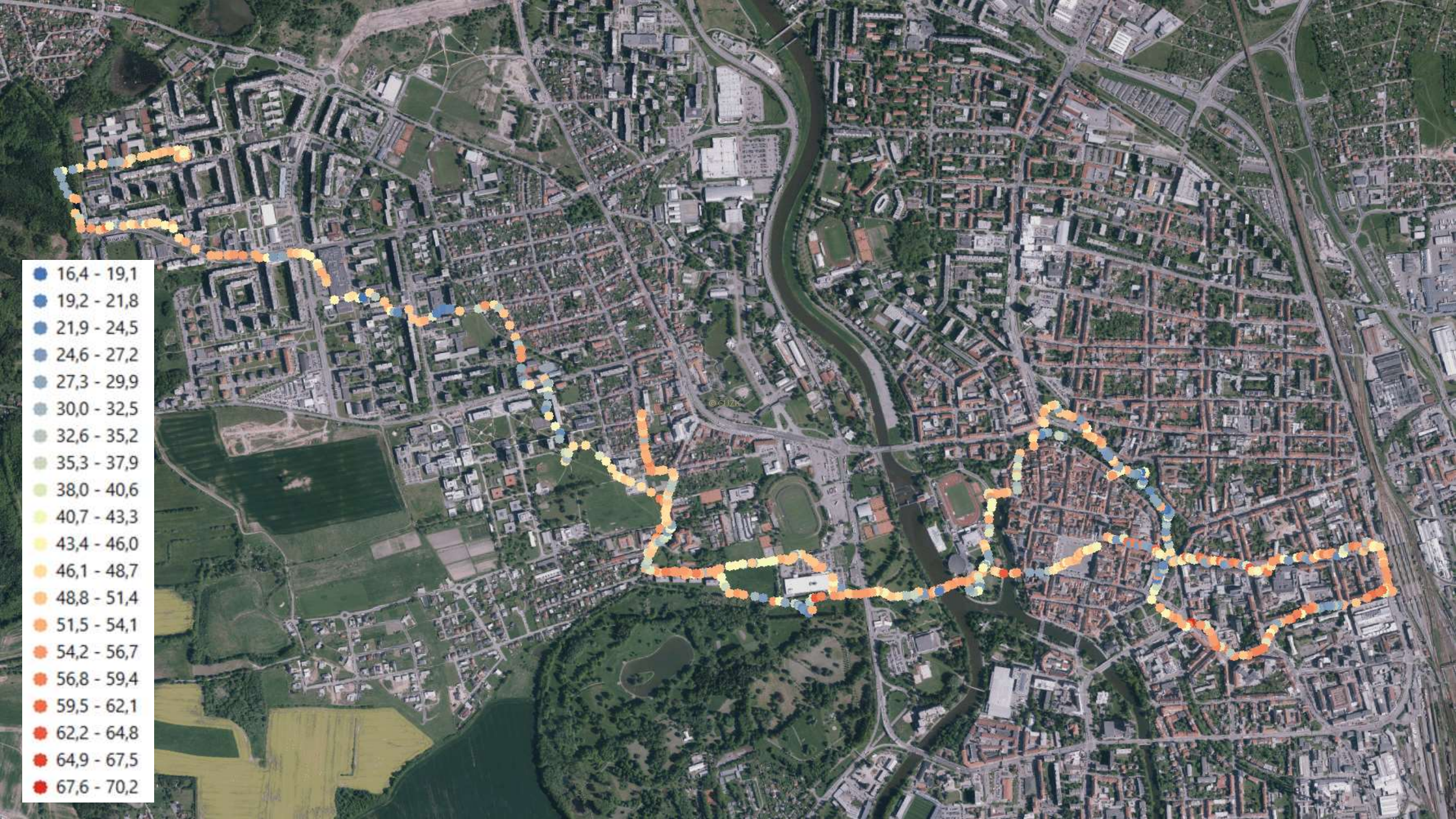
Náhodně vybrané body v Českých Budějovicích, pro které existují (modré body) a neexistují (červené body) zobrazení v Google Street View



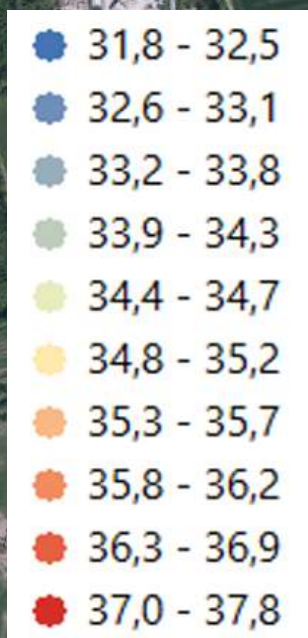
Jaké jsou rozdíly
mezi teplotou
povrchů, vzduchu a
pocitovou teplotou

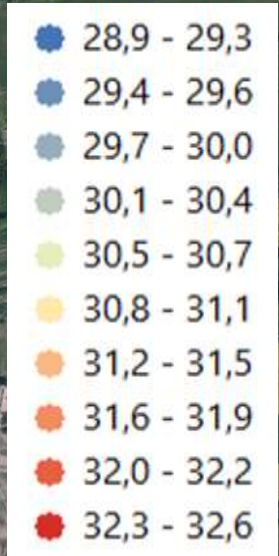
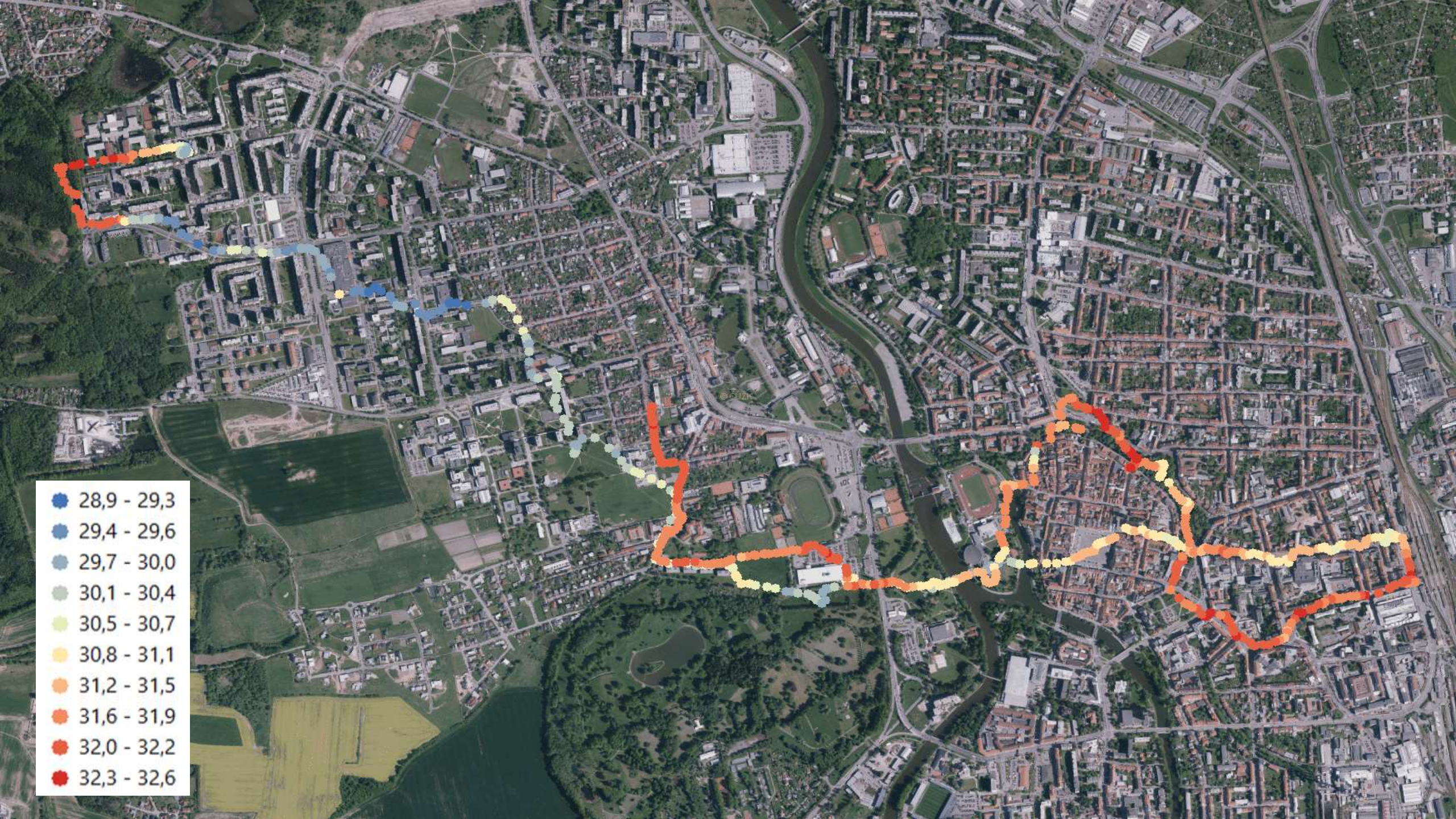


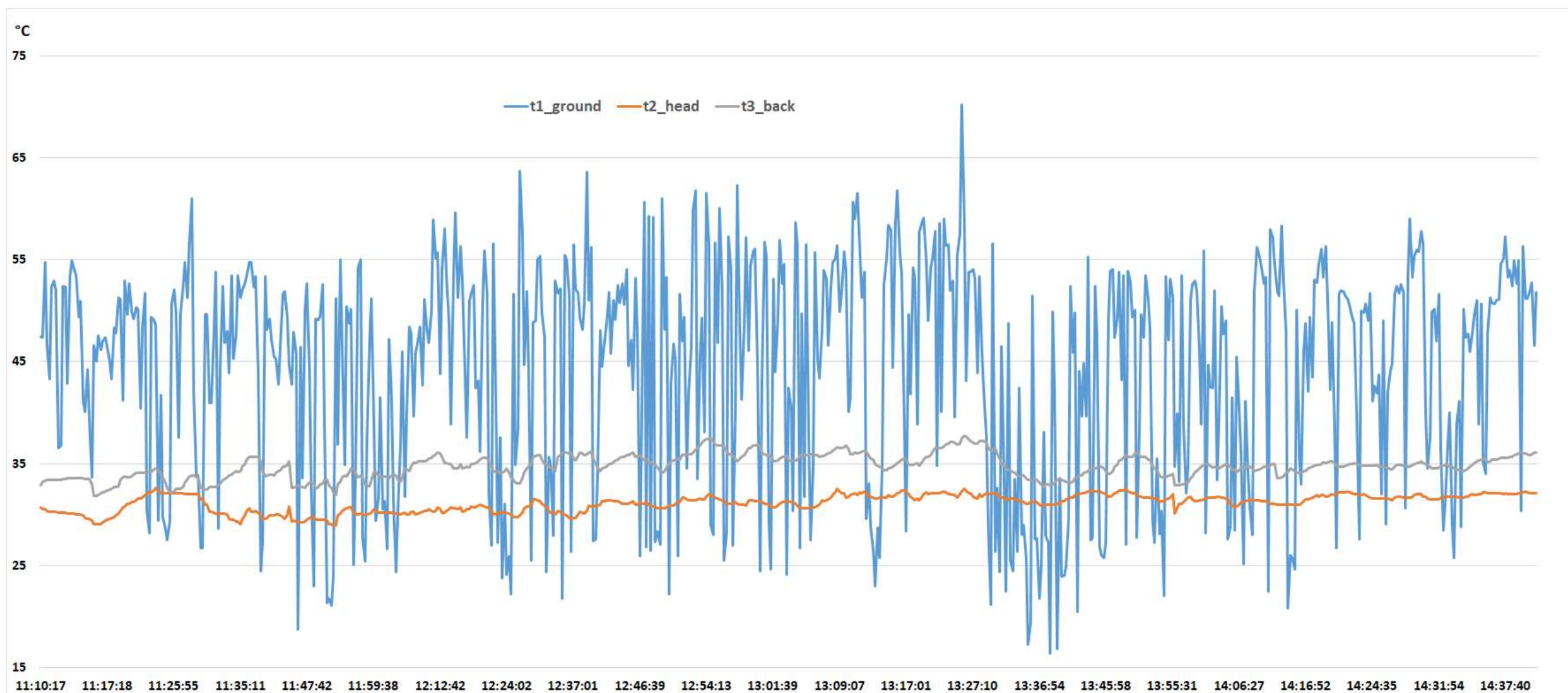




- 16,4 - 19,1
- 19,2 - 21,8
- 21,9 - 24,5
- 24,6 - 27,2
- 27,3 - 29,9
- 30,0 - 32,5
- 32,6 - 35,2
- 35,3 - 37,9
- 38,0 - 40,6
- 40,7 - 43,3
- 43,4 - 46,0
- 46,1 - 48,7
- 48,8 - 51,4
- 51,5 - 54,1
- 54,2 - 56,7
- 56,8 - 59,4
- 59,5 - 62,1
- 62,2 - 64,8
- 64,9 - 67,5
- 67,6 - 70,2







Děkuji Vám za pozornost

a prosím o vyplnění dotazníku.
Předem Vám za to děkujeme.