

**TEPLOTNÍ MAPOVÁNÍ MĚST, CHLADICÍ EFEKT ZELENĚ**Jan NOVOTNÝ<sup>1</sup>, František ZEMEK<sup>1</sup>, Miroslav PIKL<sup>1</sup><sup>1</sup> Ústav výzkumu globální změny, AV ČR, v.v.i., Bělídla 4a, 60200, Brno, ČR  
*novotny.j@czechglobe.cz***Abstrakt**

Extrémní letní teploty a s nimi spojené přehřívání veřejného prostoru patří k důsledkům velké fluktuace klimatu, které se projevují v posledních letech v ekosystému měst a ovlivňují kvalitu života jejich občanů.

Smyslem příspěvku je představit ideový záměr dvou projektů TAČR, které autorský kolektiv řeší v letech 2019 až 2021. Výklad cílů a způsobů řešení bude spojen s prezentací dosavadních výsledků založených na periodickém teplotním mapování v katastru města Brna zahájeném v roce 2015 v rámci projektu UrbanAdapt (<https://urbanadapt.cz/cs>). Ke studiu vztahů mezi strukturou města a teplotním režimem využíváme především letecká data laserového skenování a hyperspektrální data od viditelné, přes infračervenou až do termální oblasti elektromagnetického spektra.

První z projektů, s názvem „Tvorba nástrojů pro plánování a hodnocení ekologického benefitu městské vegetace“, má za cíl vytvoření komplexní metodiky a software pro objektivní hodnocení ekosystémových funkcí městské zeleně za účelem ohodnocení jejích ekosystémových služeb. Metodika je založená na interdisciplinárních poznacích (z fyziologie rostlin, modelů zachytu částic, meteorologie, sociálně humanitních věd, dendrologie, dálkového průzkumu Země, ad.), bude pracovat se standardními daty z dendrologických průzkumů a pasportů městské zeleně, má být nástrojem pro plánování a management zeleně.

Druhý projekt, s názvem „Teplotní komfort v obcích: pocitový vjem obyvatel, fyzikální skutečnost, role zeleně“, má za cíl porovnat vjemy obyvatel týkající se teplotního komfortu v obcích, ve venkovním prostředí obcí, kde žijí, kde se pohybují či tráví čas; s fyzikální skutečností teplotních charakteristik zachycených prostřednictvím moderních metod pozemního a leteckého DPZ. Na základě zjištění a měření připravíme názorné demonstrační materiály pro ekologickou výchovu žáků základních a středních škol, běžné obyvatele a samosprávu sídel.

**Abstract**

Title: Thermal mapping of human settlements, cooling effect of greenery

Extreme summer temperatures connected with overheating of public space in urban ecosystems have been identified as a consequence of climate change and as a factor negatively influencing the quality of living conditions for people.

The main aim of this contribution is to present the goals of two projects started in 2019. They follow up the previous research and periodical thermal mapping of the city of Brno started in 2015 within the UrbanAdapt project (<https://urbanadapt.cz/en>).

The first project, titled “Development of instruments for planning and assessment of ecological benefit of greenery in towns”, aims to develop a complex methodology and software for an objective assessment of urban greenery ecosystem functions in order to evaluate the ecosystem services. Methodology is based on interdisciplinary knowledge (plant physiology, particle capture models, dendrology, remote sensing) and works with standard data from dendrological survey and urban greenery passports. It will be a tool for sophisticated greenery planning and management.

The second project, titled “Thermal comfort in urban areas: human perception, physics based reality, role of greenery”, is focused on a multidisciplinary assessment of thermal comfort in human settlements. It will combine sociological and technical approaches in addressing this topic. Comparison of the human perception of this phenomenon with the measurements based on remote sensing is the main background

idea. Presentation materials for an ecological education of students, citizens and local municipalities will be the most important output of the project.

**Klíčová slova:** ekosystémové služby; sídelní zeleň; mapování teplot; hyperspektrální data; letecké laserové skenování.

**Keywords:** ekosystém services; urban greenery; thermal mapping; hyperspectral data; airborne laser scanning.

## ÚVOD

Extrémní letní teploty a s nimi spojené přehřívání veřejného prostoru patří k důsledkům velké fluktuace klimatu, které se projevují v posledních letech v ekosystému měst a ovlivňují kvalitu života jejich občanů. Klíčovou roli při mitigaci těchto negativních jevů hraje zeleň. Očekává se, že v budoucnu bude stále vyšší procento obyvatel žít ve městech. Velkou roli při mapování životního prostředí a dalších jevů na zvětšující se ploše měst může hrát dálkový průzkum Země (DPZ).

Oddělení DPZ na Ústavu výzkumu globální změny AV ČR (CzechGlobe) se zabývá touto problematikou již více než 5 let, původně v rámci projektu UrbanAdapt (<https://urbanadapt.cz/cs>). Ke studiu vztahů mezi strukturou města a teplotním režimem využíváme především letecká data laserového skenování a hyperspektrální data od viditelné, přes infračervenou až do termální oblasti elektromagnetického spektra. Viz popis technické infrastruktury na webové stránce <http://olc.czechglobe.cz/flis/>.

Smyslem příspěvku je představit ideový záměr dvou projektů TAČR, které autorský kolektiv řeší v letech 2019 až 2021.

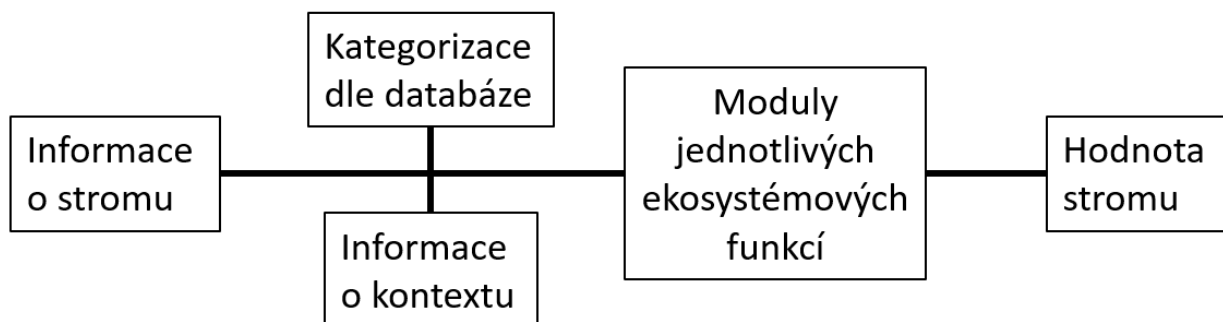
První z projektů, s názvem „Tvorba nástrojů pro plánování a hodnocení ekologického benefitu městské vegetace“ (v dalším zkráceně „Městská vegetace“), má za cíl vytvoření komplexní metodiky a software pro objektivní hodnocení ekosystémových funkcí městské zeleně za účelem ohodnocení jejich ekosystémových služeb. Metodika je založená na interdisciplinárních poznatcích (z fyziologie rostlin, modelů zachytu částic, meteorologie, sociálně humanitních věd, dendrologie, dálkového průzkumu Země, ad.), bude pracovat se standardními daty z dendrologických průzkumů a pasportů městské zeleně, má být nástrojem pro plánování a management zeleně.

Druhý projekt, s názvem „Teplotní komfort v obcích: pocitový vjem obyvatel, fyzikální skutečnost, role zeleně“ (v dalším zkráceně „Teplotní komfort“), má za cíl porovnat vjemy obyvatel týkající se teplotního komfortu v obcích, ve venkovním prostředí obcí, kde žijí, kde se pohybují či tráví čas; s fyzikální skutečností teplotních charakteristik zachycených prostřednictvím moderních metod pozemního a leteckého DPZ. Na základě zjištění a měření připravíme názorné demonstrační materiály pro ekologickou výchovu žáků základních a středních škol, běžné obyvatele a samosprávu sídel.

V dalším textu představíme řešitelský tým jednotlivých projektů, očekávané výstupy a plánovaný postup řešení. Závěrem uvedeme ilustrační příklady založené na periodickém teplotním mapování v katastru města Brna.

## MĚSTSKÁ ZELENĚ

Cílem projektu je zpracování dvou základních výstupů (Tab. 1.) – certifikované metodiky a její implementace do softwarového řešení – oba budou sloužit k hodnocení ekosystémových služeb městské zeleně. Metodický postup (Obr. 1.) se skládá z dílčích modulů, které řeší regulaci teploty a mikroklimatu (chladič efekt zeleně), záchyt znečišťujících látek, záchyt vzdušného uhlíku a jeho ukládání do biomasy, regulaci hluku, estetickou a kulturně-rekreační funkci. Vstupem jsou základní parametry jednotlivých prvků zeleně – věk, rozměry, index listové plochy, vitalita. Výstupy dílčích modulů jsou agregovány do výpočtu celkové hodnoty stromu či jiného prvku městské zeleně ve finančních jednotkách. Dílčí moduly na základě literární rešerše a experimentů naplňují odborní pracovníci z CzechGlobe – z Oddělení toků látek a energie, Oddělení ukládání uhlíku v krajině, Laboratoře ekologické fyziologie rostlin a Oddělení společenského rozměru globální změny.



**Obr. 1.** Základní schéma metodiky ohodnocení ekosystémových funkcí městské zeleně.

Aplikačním garantem projektu je firma SAFE TREES s.r.o., která dodává databázi dendrologických parametrů stromů z různých měst v ČR pro parametrizaci a analýzy, Zároveň garantuje tvorbu software kompatibilního s obvyklými postupy pasportizace městské zeleně.

Pracovníci Oddělení DPZ a Oddělení leteckých činností doplní metodický postup o alternativní možnosti určení potřebných charakteristik zeleně na základě bezkontaktních metod, především leteckého DPZ. V rámci projektu budou pořízeny teplotní mapy zájmových území a na jejich základě ověřeno modelování ochlazovací funkce zeleně.

## TEPLTNÍ KOMFORT

Cílem projektu je vypracování demonstračních a výukových materiálů (Tab. 1.), které budou sloužit k popularizaci a informování o roli zeleně v obcích pro tři cílové skupiny – decizní sféru a odbornou veřejnost, žáky a studenty a širokou laickou veřejnost.

V první fázi projektu bude provedeno dotazníkové šetření mezi respondenty z jednotlivých cílových skupin, které zmapuje povědomí o dané problematice. To bude následně porovnáno s fyzikální realitou. Na základě literární rešerše, experimentů i výsledků paralelně běžícího projektu budou zpracovány demonstrační a výukové materiály, které budou prezentovány na závěrečném workshopu a předány k všeobecnému použití.

Aplikačními guaranty projektu jsou vybrané školy, sdružení Jihočeské matky (jako zástupce pro edukaci široké veřejnosti) a Oddělení dat, analýz a evaluací Magistrátu města Brna (jako zástupce odborné veřejnosti a decision makerů). Bude s nimi konzultován obsah vstupního dotazníkového šetření i podoba výsledných výukových materiálů tak, aby ve svých variantách co nejlépe sloužily jednotlivým cílovým skupinám.

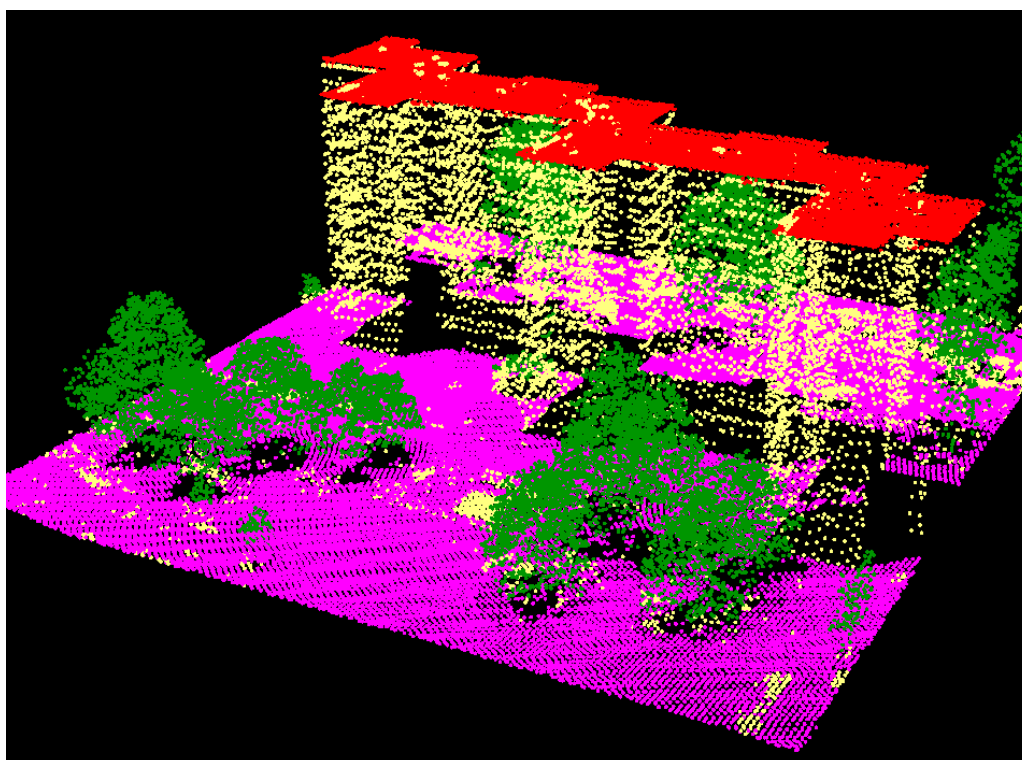
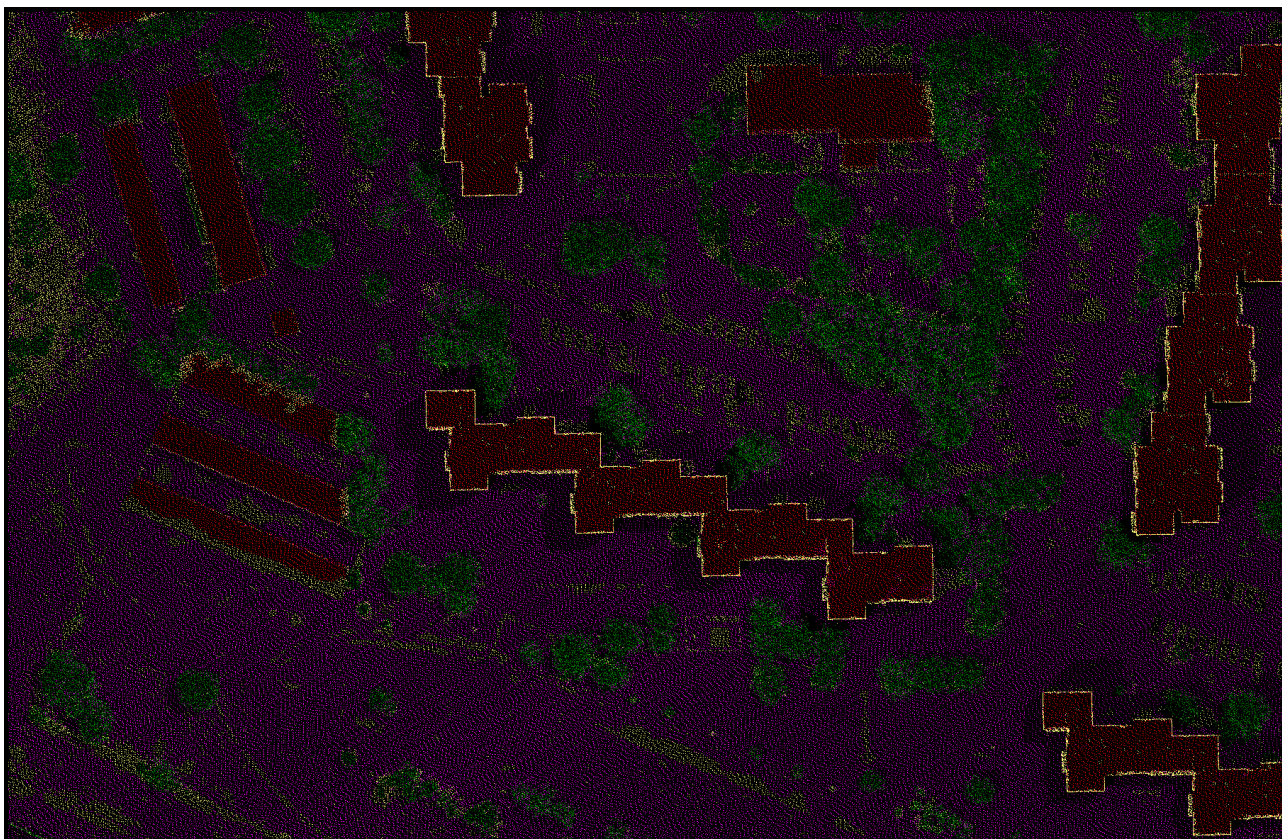
Na řešení projektu spolupracují Oddělení DPZ a Oddělení společenského rozměru globální změny z CzechGlobe a Ústav krajinné ekologie JČU. Zájmovým územím pro ukázky bude město Brno, České Budějovice a další menší obce tak, aby byla pokryta potřebná variabilita typů a rozložení zeleně.

**Tab 1.** Plánované výstupy projektů

Městská zeleň	Teplotní komfort
Metodika hodnocení ekologického benefitu městské vegetace	Demonstrační a výukové materiály
Software pro výpočet ekologického benefitu vegetace	Prezentace výsledků projektu formou workshopů
Odborný článek	Odborný článek
Sada map	Mapy struktury pokryvu a teploty povrchů obcí

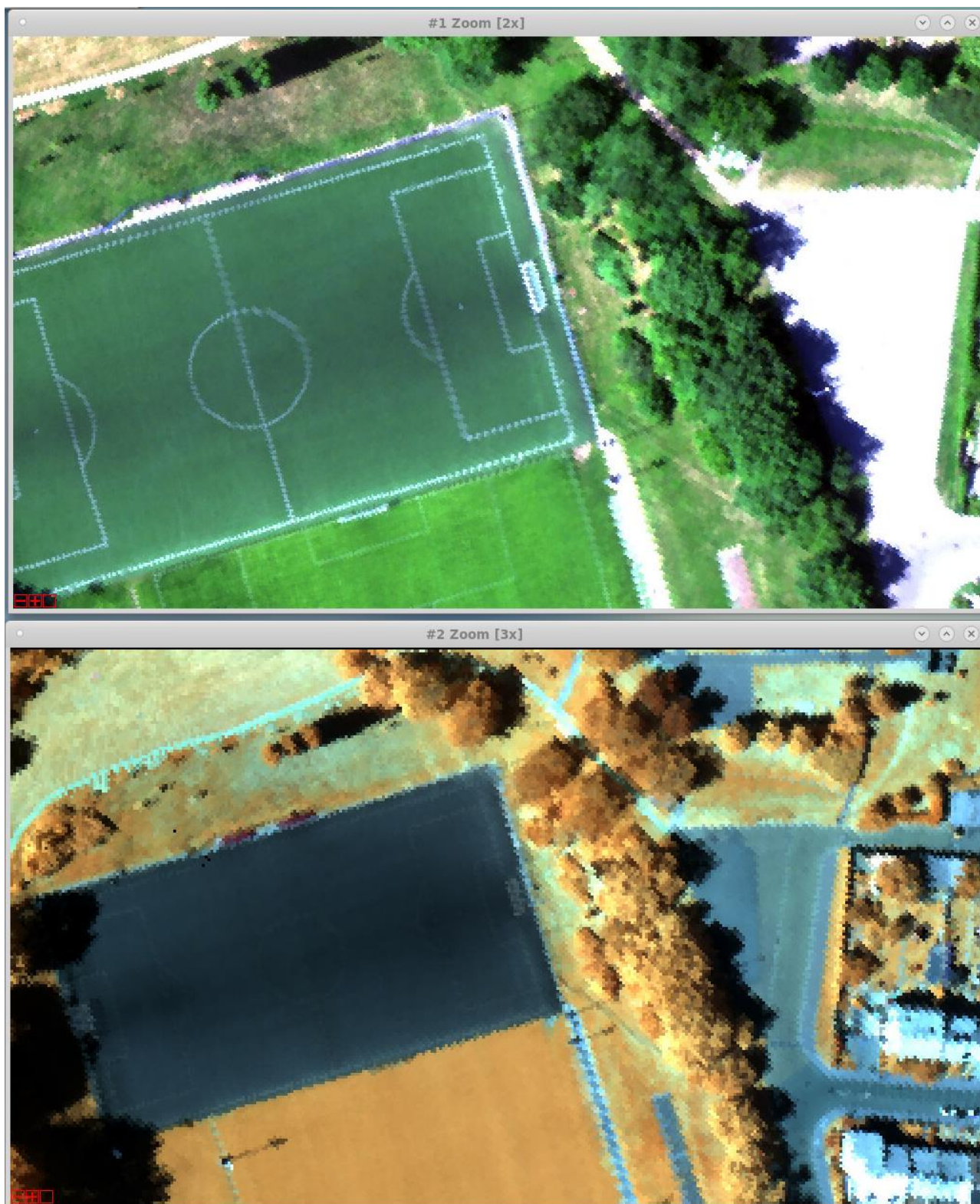
**ILUSTRATIVNÍ PŘÍKLADY**

Ukázka 1 – Výřez z bodového mračna pořízeného leteckým laserovým skenováním v lokalitě Brno-Starý Lískovec. Pohled shora na bodové mračno a 3D pohled. Vidíme, že tento datový zdroj dálkového průzkumu může sloužit k odhadu potřebných parametrů stromů (výška, rozměry koruny).



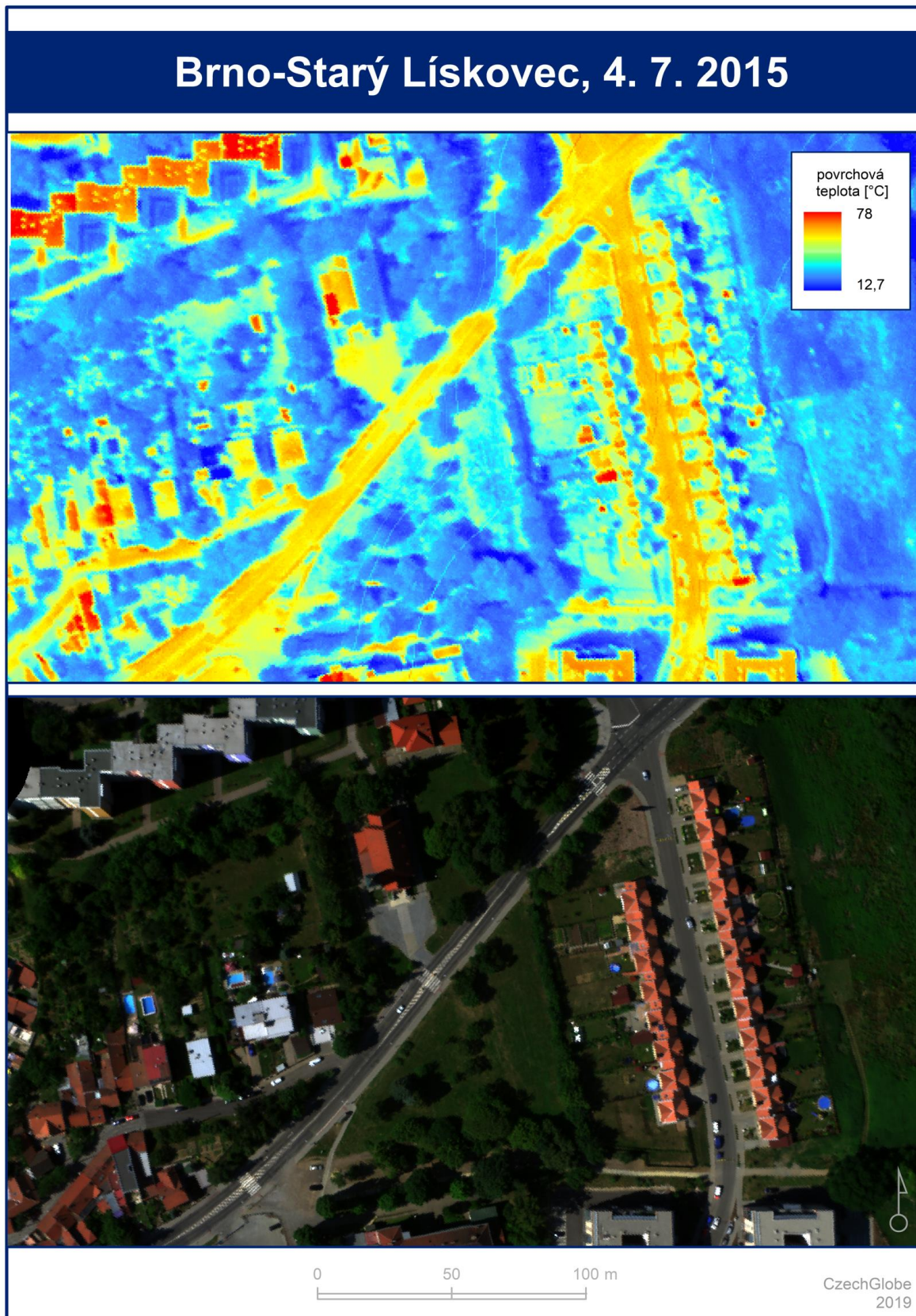


Ukázka 2 – Výřez z leteckých hyperspektrálních dat v lokalitě Brno-Bohunice. V horní části barevná kompozice v pravých barvách z viditelné části spektra (vlnové délky 641, 556, 456 nm), v dolní části barevná kompozice v nepravých barvách z infračervené části spektra (vlnové délky 1272, 1677 a 2202 nm). Snadno odhalíme umělý trávník a obecně můžeme usuzovat na vitalitu jednotlivých ploch, především ve smyslu obsahu vody.





Ukázka 3 – Výřez z teplotní mapy v lokalitě Brno-Starý Lískovec. Můžeme sledovat, jaký vliv na teplotu povrchu má konkrétní materiál, přítomnosti zeleně i zastínění na základě aktuální polohy slunce.



## LITERATURA

### Projektové návrhy:

Tvorba nástrojů pro plánování a hodnocení ekologického benefitu městské vegetace (výzva TAČR EPSILON 2018, podprogram 3 – Životní prostředí)

Teplotní komfort v obcích: pocitový vjem obyvatel, fyzikální skutečnost, role zeleně (výzva TAČR ÉTA 2018)

### Webové stránky:

Projekt UrbanAdapt: <https://urbanadapt.cz/cs>

Infrastruktura FLIS: <http://olc.czechglobe.cz/flis/>