

Měření mikroklimatu pro odhad pocitové teploty

Materiál vznikl jako jeden z výsledků projektu TAČR TL02000322 Teplotní komfort v obcích: pocitový vjem obyvatel, fyzikální skutečnost, role zeleně.

Zemek František, Píkl Miroslav, Novotný Jan
2021

Úvod

Pro hodnocení vnímání tepelné pohody bylo navrženo několik interpretačních modelů. Jako vhodný se jeví zejména model “Physiologically Equivalent Temperature”, fyziologicky ekvivalentní teplota (PET), který stanoví zástupnou jednočíselnou hodnotu teploty, při které by lidské tělo mělo v místnosti bez vlivu proudění vzduchu a vlivu oslunění stejnou energetickou rovnováhu jako v komplexním venkovním prostředí. To například znamená, že pocit tepla na jedné a druhé straně ulice s teplotou vzduchu přibližně 25°C, ale lišící se osluněním a stínem, může být stejný, jako být v místnosti vytopené na 35°C, respektive 27°C.

Většina interpretačních modelů využívá na vstupu různé parametry prostředí a dále faktory jako druh vykonávané aktivity, materiál a barva oblečení, ... Mezi hlavní používané faktory prostředí patří teplota vzduchu, radianční bilance povrchů, vlhkost vzduchu a rychlost proudění vzduchu.

Pro popis tepelné pohody je často rozlišováno několik výškových úrovní pro měření teploty vzduchu: v úrovni kotníků, trupu a hlavy. Přičemž v různých úrovních lze pozorovat rozdílné působení teploty okolních povrchů. Druhou složkou je radianční bilance, která se dělí na krátkovlnnou složku (přímé oslunění, odražené sluneční záření) a dlouhovlnnou (termální) složku, tu představuje záření, které vydávají (sáláním) všechny objekty s teplotou vyšší než 0 K. Z hlediska radianční bilance je důležité prostorové uspořádání objektů a podíl viditelné oblohy (lze popsat pomocí technologie LiDAR) a materiálové složení povrchů (lze částečně popsat pomocí spektroskopie). Další faktory prostředí - vlhkost a rychlost proudění vzduchu přispívají z hlediska tepelné pohody zejména ochlazovacím efektem.

Realizace

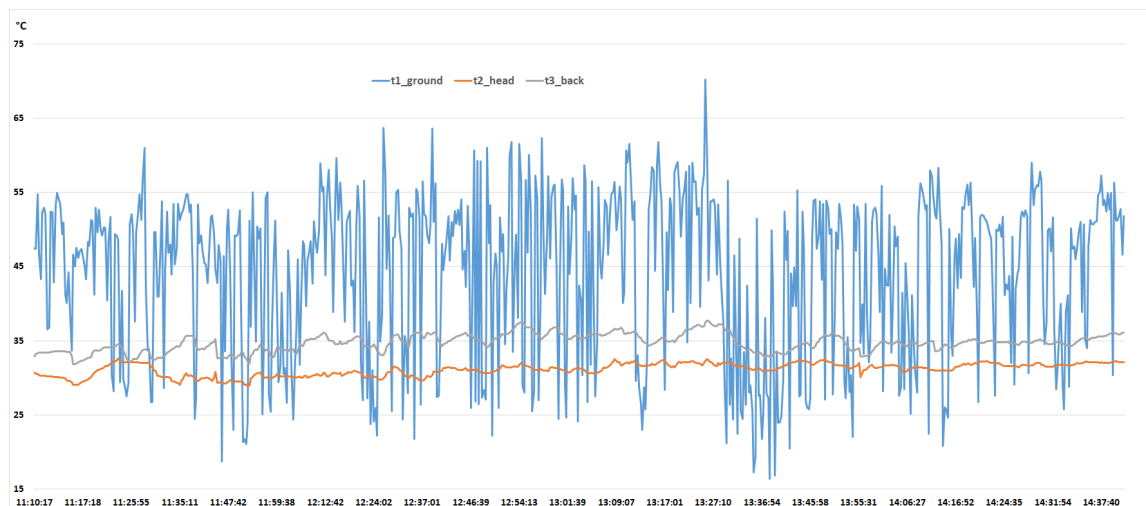
Za účelem popsání variability vybraných klíčových parametrů pro odhad PET byla zahájena aktivita operativního měření faktorů prostředí v průběhu leteckého snímání. Na lokalitách České Budějovice a Brno bylo v průběhu leteckého snímání provedeno měření vybraných mikroklimatických parametrů: teplota povrchu, teplota vzduchu ve výšce 1 a 2 m, relativní vlhkost vzduchu ve 2 m (Obr. 1, Obr. 2).



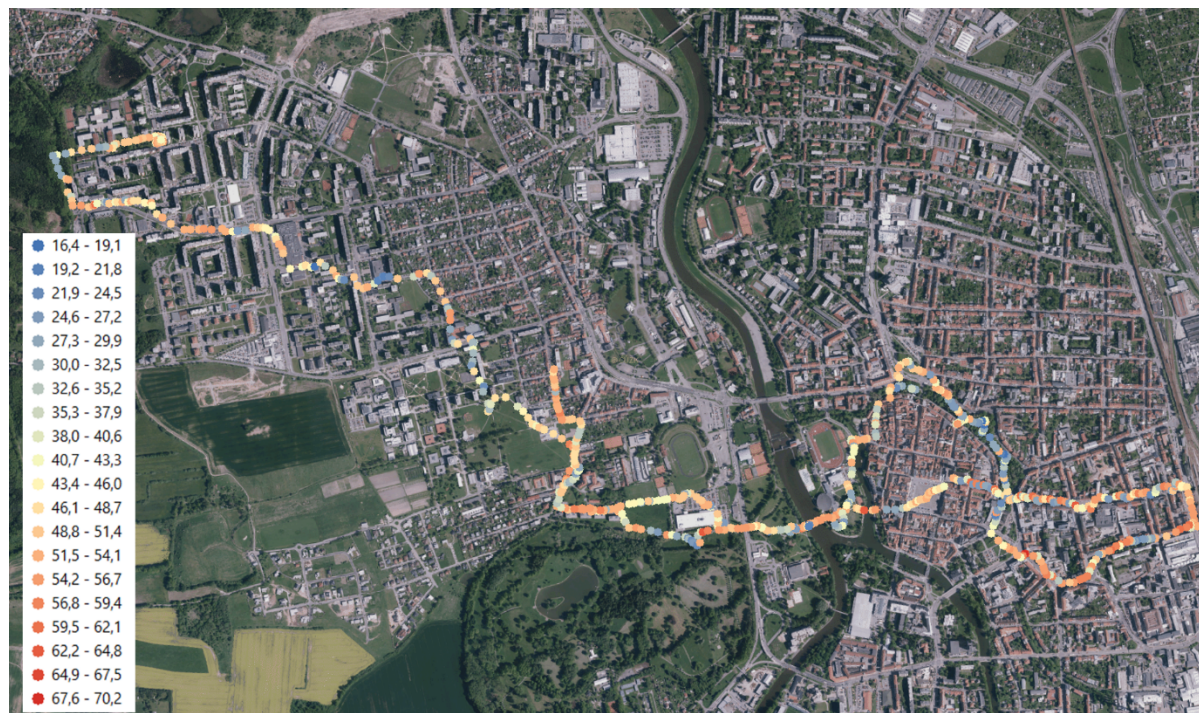
Obr. 1 Terénní měření mikroklimatických charakteristik.

Pro měření byla použita přenosná měřicí soustava složená z IR teploměru Optris LS LT (Optris GmbH), teplotního a vlhkostního čidla DHT22, teplotního čidla DS18B20 a GPS přijímače Garmin Oregon 600. Čidla jsou připojena k platformě RaspberryPi 3, která zajišťuje synchronní měření a ukládá naměřených hodnot do prostorové databáze ve formátu SpatialLite, která umožňuje přímou analýzu v prostředí GIS (Obr. 3, Obr. 4, Obr. 5).

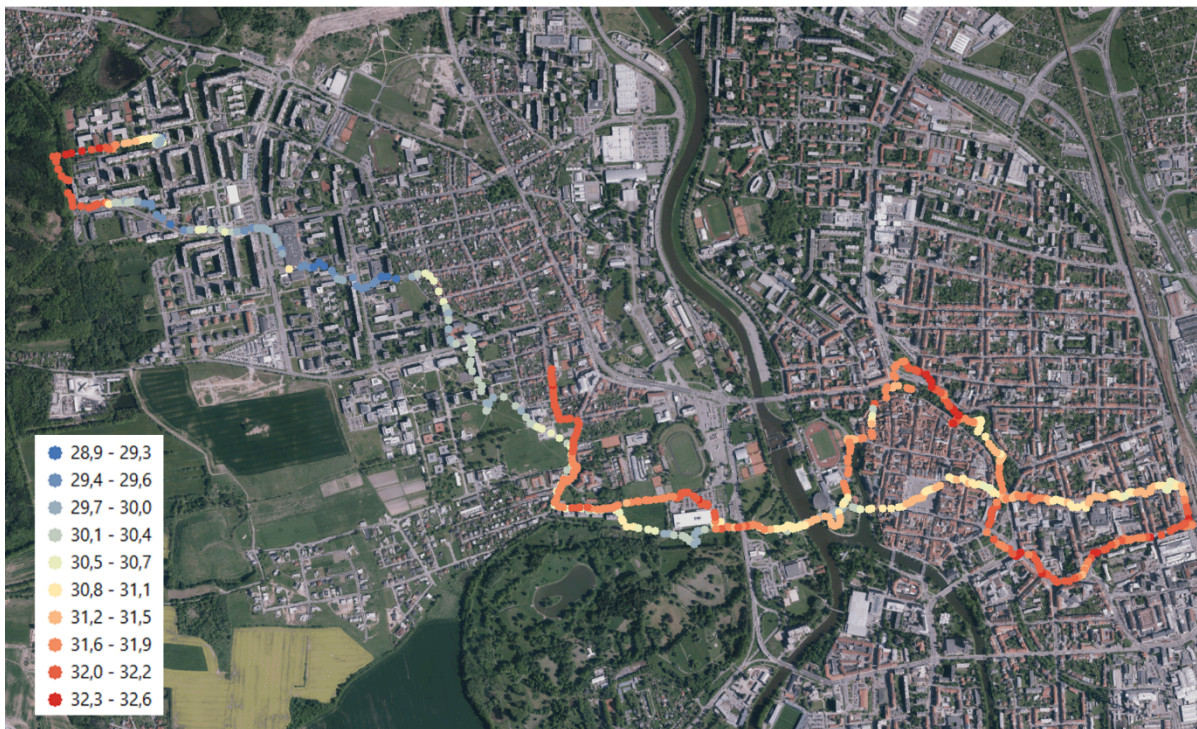
Vlastní měření probíhalo na transektech, které byly plánovány tak, aby se doba terénního měření blížila okamžiku leteckého skenování daného místa. Z časového profilu terénního měření na Obr. 2 je patrná vysoká variabilita v teplotě povrchu (modrá linie). Tato variabilita vzniká kombinací předchozích osvitových podmínek a vlastností materiálu (tepelná kapacita, tepelná vodivost, emisivita – schopnost tepelného vyzařování). Naopak u teploty vzduchu můžeme sledovat pokles variability s rostoucí vzdáleností od povrchu, ale i klesající variabilitu teploty vzduchu v rámci prostoru (světlo/stín).



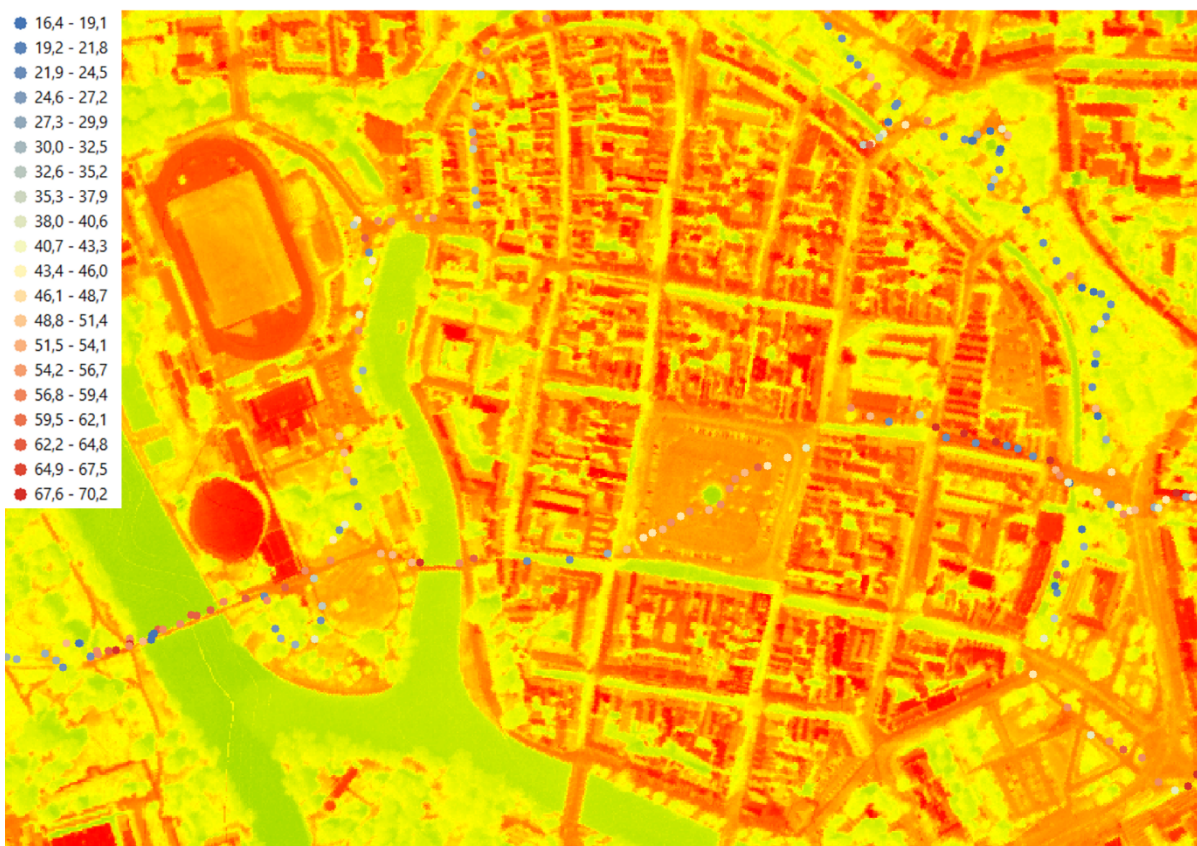
Obr. 2 Srovnání teplot z bodového měření v průběhu letecké kampaně: modrá – teplota povrchů, červená – teplota vzduchu ve výšce 2 m nad povrchem, resp. 1 m nad povrchem (zelená).



Obr. 3 Ukázka trasy a bodových hodnot pozemních měření teploty povrchů na lokalitě Č. Budějovice.



Obr. 4 Ukázka trasy a bodových hodnot pozemních měření teploty vzduchu ve výšce 2 m nad povrchem na lokalitě Č. Budějovice.



Obr. 5 Pozemně naměřená data teploty povrchů vsazená do výřezu teplotní mapy získané leteckým skenováním (Č. Budějovice). Záměrně nebyl použit stejný rozsah barevné škály pro uvedené typy dat, aby byla bodová data v obr. viditelná.

Závěr

Provedená měření lze použít jako vstup pro výpočet hodnoty PET. Z prezentovaných materiálů je pro výpočet PET zároveň dobře patrný význam teploty okolních povrchů, která do výpočtu vstupuje ve formě dlouhovlnného (teplotního) záření. Proto jsou v současnosti prověřovány možnosti rozšíření pozemního měření o parametry všesměrové radiační složky (krátko- i dlouhovlnné záření) která by umožnila zpřesnění odhadu pocitové teploty PET.