UNIVERZITA PALACKÉHO
V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra geografie

Daniel RAŠKA

Vliv malých vodních ploch na teplotu vzduchu v městském prostředí

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Michal Lehnert, Ph.D.

Olomouc 2019

Bibliografický záznam

Autor (osobní číslo): Daniel Raška (R16148)

Studijní obor: Učitelství geografie pro SŠ (kombinace Z-F)

Název práce: Vliv malých vodních ploch na teplotu vzduchu v městském prostředí

Title of thesis: Effect of small water bodies on air temperature in urban environment

Vedoucí práce: Mgr. Michal Lehnert, Ph.D.

Rozsah práce: 101 stran

Abstrakt: Tato práce popisuje vliv malých vodních ploch na teplotu vzduchu v městském prostředí. Měření bylo realizováno ve městě Olomouc. K získání dat byla použita metoda mobilního měření teploty vzduchu.

Klíčová slova: Olomouc, teplota vzduchu, vodní plochy, mobilní měření

Abstract: This thesis describes the effect of small water bodies on air temperature in urban environment. The measurement was realized in the city of Olomouc. Method of mobile measuring was used to gain data about air temperature.

Keywords: Olomouc, air temperature, water bodies, mobile measuring

Prohlašuji, že jsem zadanou bakalářskou práci vypracoval samostatně a veškerou použitou literaturu jsem řádně uvedl v seznamu literatury.

V Olomouci dne 2. května 2019 ……

Děkuji Mgr. Michalu Lehnertovi, Ph.D. za ochotný přístup při vedení této práce, poskytnuté rady, materiály a zapůjčení přístrojů k měření.

Dále bych chtěl poděkovat rodině a přátelům za podporu při této práci.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
Přírodovědecká fakulta
Akademický rok: **2017/2018**

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Daniel RAŠKA**
Osobní číslo:	**R16148**
Studijní program:	**B1701 Fyzika**
Studijní obory:	**Geografie**
	Fyzika
Název tématu:	**Vliv malých vodních ploch na teplotu vzduchu v městském prostředí**
Zadávající katedra:	**Katedra geografie**

Zásady pro vypracování:

Bakalářská práce se bude zabývat vlivem vybraných malých vodních ploch v městském prostředí na teplotní pole v jejich okolí. Případová studie bude provedená v bezprostředním okolí vybraných malých vodních ploch (např. kašna, bazén, zahradní jezírko) v Olomouci. Terénní měření bude realizováno pomocí mobilního teploměru v letních měsících. Výsledky budou prezentovány pomocí vhodných grafických metod.
Navržená struktura práce:
1. Úvod
2. Cíle
3. Účelová charakteristika území
4. Teoretická východiska
5. Metody
6. Výsledky
7. Diskuze
8. Závěr
9. Summary
10. Seznam zdrojů

Rozsah grafických prací: **Podle potřeb zadání**

Rozsah pracovní zprávy: **5 000 - 8 000 slov**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Civitas per Populi (2016): Adaptace na změny klimatu. Pondělníček, M., Bízek, V. (Eds.), Civitas per Populi, o.p.s., 38 s. 173 s.
GEIGER, R., ARON, R. H., TODHUNTER, P. (2003): The Climate Near the Ground. Rowman & Littlefield publishers, Inc., Lanham, 584 s.
PROŠEK, P., REIN, F. (1982): Mikroklimatologie a mezní vrstva atmosféry. SPN, 237 s.
SUN, R., & CHEN, L. (2012). How can urban water bodies be designed for climate adaptation?. Landscape and Urban Planning, 105(1), 27-33.
VYSOUDIL, M., LEHNERT, M., KLADIVO, P. (2016): Heat Stress in the Urban and Suburban Landscape and its Spatial Differentiation Through the Example of a Medium-Sized City. Dela 46, 163182.
VYSOUDIL, M. ET AL. (2012): Podnebí Olomouce. Climate of Olomouc. Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc, 212 s.

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Michal Lehnert, Ph.D.**
Katedra geografie

Datum zadání bakalářské práce: **10. ledna 2018**

Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2019**

L.S.

prof. RNDr. Ivo Frébort, CSc., Ph.D.
děkan

doc. RNDr. Marián Halás, Ph.D.
vedoucí katedry

V Olomouci dne 10. ledna 2018

Obsah

1 ÚVOD 8

2 CÍLE 9

3 ÚČELOVÁ CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ 10

3.1 GEOMORFOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA 10

3.2 HYDROLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA 10

3.3 KLIMATOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA 10

3.4 LAND COVER A TYPOLOGIE ZÁSTAVBY 12

4 TEORETICKÁ VÝCHODISKA 14

4.1 VÝZKUM PODNEBÍ OLOMOUCE 14

4.2 VÝZKUM VLIVU VODNÍCH PLOCH NA TEPLOTU VZDUCHU 15

5 METODY 17

5.1 VYMEZENÍ LOKALIT MĚŘENÍ 17

5.2 PODMÍNKY MĚŘENÍ 21

5.3 POUŽITÉ VYBAVENÍ A POSTUP MĚŘENÍ 21

5.4 ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ 22

6 VÝSLEDKY 23

6.1 FONTÁNA VE SMETANOVÝCH SADECH 23

6.2 JUPITEROVA KAŠNA 37

6.3 ARIONOVA KAŠNA 51

6.4 HERKULOVA KAŠNA 65

6.5 KAŠNA TRITONŮ 79

7 DISKUZE 93

7.1 VARIABILITA TEPLOT VZDUCHU 93

7.2 VLIV VODNÍ PLOCHY NA TEPLOTNÍ POLE 93

7.3 VLIV DALŠÍCH FAKTORŮ NA TEPLOTNÍ POLE 94

8 ZÁVĚR 96

9 SUMMARY 97

10 SEZNAM ZDROJŮ 98

1 Úvod

Během horkých letních dní se i v našich zeměpisných šířkách mění centra měst v místa, kde není příjemné trávit volný čas. Vhodným územním plánováním lze docílit zlepšení této situace, což je jedním z důvodů k výzkumu městského klimatu. Při velmi teplém počasí se lidé ve městě koncentrují na místech, kde je zdánlivě chladněji. Mezi tyto lokality patří například parky, stinné uličky a okolí vodních ploch.

Právě vlivem malých vodních ploch na teplotu vzduchu v jejich okolí v městském prostředí se zabývá tato bakalářská práce, která je založená zejména na zpracování dat naměřených v létě 2018 v Olomouci pomocí mobilních měření.

2 Cíle

Cílem této práce je pomocí vlastního mobilního měření a následného zpracování dat popsat teplotní pole v okolí malých vodních ploch v městském prostředí Olomouce během teplých letních dnů při radiačním režimu počasí. Práce by měla přispět k lepšímu poznání variability teploty vzduchu v městském prostředí a efektu vybraných prvků modré infrastruktury na teplotní pole.

3 Účelová charakteristika území

3.1 Geomorfologická charakteristika

Území města Olomouce spadá do Alpsko-himálajského systému, provincie Západní Karpaty (VIII), subprovincie Vněkarpatské sníženiny (VIIIA) a celku Hornomoravský úval (VIIIA-3). Západní část města zasahuje do podcelku Prostějovská pahorkatina (VIIIA-3A) a okrsku Křelovská pahorkatina (VIIIA-3A-a), východní část do podcelku Uničovská plošina (VIIIA-3D) a okrsku Žerotínská rovina (VIIIA-3D-c). Mezi těmito dvěma podcelky se nachází podcelek Středomoravská niva (VIIIA-3B) (Národní geoportál INSPIRE, 2019).

3.2 Hydrologická charakteristika

Olomoucí protéká řeka Morava, která pramení pod Králickým Sněžníkem v nadmořské výšce 1380 m (Povodí Moravy, 2019). Na území města Olomouce má dva levostranné přítoky, Oskavu a Bystřici, zprava do Moravy přitéká Mlýnský potok. Morava se vlévá do Dunaje, Olomouc tedy spadá do úmoří Černého moře (Mapy.cz, 2019)

3.3 Klimatologická charakteristika

3.3.1 Makroklimatická charakteristika Olomouce

Olomouc se nachází dle Quittovy klasifikace v teplé oblasti, konkrétně v podoblasti označované T2, v *Atlasu podnebí Česka* (Tolasz et al., 2007) označované W2. Tato podoblast se vyznačuje dlouhým, teplým a suchým létem. Jara a podzimy jsou velmi krátké, mírně teplé až teplé. Zimy bývají krátké, mírně teplé a suché až velmi suché. Období se sněhovou pokrývkou je velmi krátké (Květoň a Voženílek, 2011). Vybrané charakteristiky podoblasti T2 jsou uvedeny v tabulce 1.

Tab. 1 Vybrané charakteristiky podoblasti T2

Průměrná lednová teplota [°C]	-2 až -3
Průměrná červencová teplota [°C]	18 až 19
Průměrný počet dní se srážkami 1 mm a více	90 až 100
Počet dní se sněhovou pokrývkou	40 až 50
Počet letních dní	50 až 60

Zdroj: Květoň a Voženílek, Klimatické oblasti Česka (2011)

Podle Köppenovy klasifikace spadá Olomouc do podtypu podnebí listnatých lesů mírného pásma, které se označuje zkratkou Cfb (Tolasz et al., 2007).

3.3.2 Podnebí Olomouce

Město Olomouc patří s průměrnou roční teplotou 8,9 °C z období let 1961–2010 k nejteplejším oblastem České republiky. Nejchladnějším měsícem je leden s průměrnou měsíční teplotou vzduchu -2,2 °C, nejteplejší je červenec s průměrnou měsíční teplotou vzduchu 19,1 °C. Během roku se zde vyskytne průměrně 9 tropických dnů, kdy maximální denní teplota vzduchu dosáhne nebo překročí 30,0 °C, letních dnů s maximální teplotou vyšší nebo rovnou 25,0 °C je v průměru 49. Mrazové dny, při nichž je minimální teplota nižší než 0,0 °C, se v Olomouci vyskytují v průměru 113krát ročně. Ledových dní s maximální teplotou nižší než 0,0 °C je průměrně 32 za rok, arktické dny se zde vyskytují zřídka, průměrně 0,7 dne ročně. Údaje o počtu charakteristických dní jsou z období 1961–2010 (Vysoudil et al., 2012).

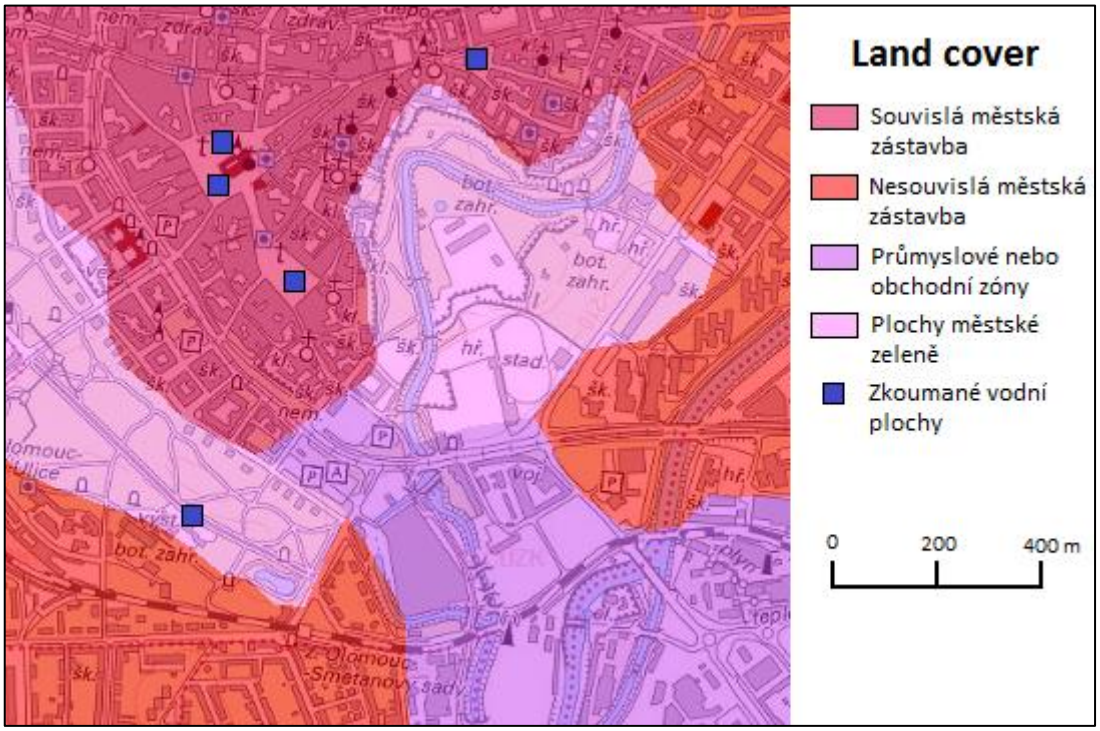
V letech 1961–2010 spadlo v Olomouci v průměru 546,7 mm srážek za rok, srážkově nejbohatším měsícem je červenec s průměrem 76,8 mm, naopak nejmenší průměrný měsíční úhrn srážek 22,4 mm připadá na únor. Sněhová pokrývka se zde vyskytuje v průměru 46,2 dní za zimní sezónu. Průměrná roční relativní vlhkost vzduchu činí 79,6 %, nejnižšího měsíčního průměru dosahuje v květnu hodnotou 68,9 %, naopak nejvyšší relativní vlhkost vzduchu 86,5 % je v prosinci (Vysoudil et al., 2012).

Průměrná roční rychlost větru v Olomouci za období 1961–2010 činí 2,1 $m \cdot s^{-1}$, což je hodnota v porovnání se zbytkem České republiky nízká. Převládá vítr severozápadního a severního směru, podíl bezvětří je 23,6 % (Vysoudil et al., 2012).

3.4 Land cover a typologie zástavby

3.4.1 CORINE Land Cover 2018

Většina měřených lokalit se nalézá v historickém centru Olomouce, které je charakterizováno jako souvislá městská zástavba. Východně od ní se nachází nesouvislá městská zástavba a plochy městské zeleně reprezentované Bezručovými sady.



Obr. 1 Land cover ve zkoumané oblasti s vyznačenými lokalitami měření, zdroj: Národní geoportál INSPIRE (2019), vlastní úprava

Smetanovy sady, kde se nachází jedna ze zkoumaných lokalit, spadají rovněž do kategorie plochy městské zeleně. Park na jihu sousedí s nesouvislou městskou zástavbou, jihovýchodní část výřezu je popsána jako oblast průmyslové nebo obchodní zóny, viz typologie CORINE Land Cover 2018 na obrázku 1. Zde je ještě potřeba dodat, že všechna mapová vyjádření v bakalářské práci, jsou orientována standardně – sever se nachází nahoře, jih dole.

3.4.2 Místní klimatické zóny (LCZ)

Zemský povrch lze formálně rozdělit na části se stejnorodým aktivním povrchem a lidskou aktivitou. Tyto plochy s horizontálními rozměry v řádu stovek metrů až několika kilometrů se nazývají místní klimatické zóny (LCZ), mají charakteristický režim teploty vzduchu ve výškách okolo 1–2 m nad zemským povrchem, který je nejvýraznější na suchých površích, při bezvětrných nocích s jasnou oblohou a nepříliš členitým reliéfem (Stewart a Oke, 2012).

Vymezení místních klimatických zón ve třech městech (Brno, Hradec-Králové a Olomouc) provedli Geletič a Lehnert (2016). Lokality měření se nacházejí v LCZ 2 (kašny Jupiterova, Arionova, Herkulova a Tritonů), fontána ve Smetanových sadech náleží do LCZ B. Stewart a Oke (2012) definují LCZ 2 jako oblast s hustou zástavbou středně vysokých budov s minimem vegetace a zpevněným povrchem, LCZ B je charakterizována jako řídce zalesněné území s převážně nízkou vegetací, jako je například městský park.

4 Teoretická východiska

4.1 Výzkum podnebí Olomouce

Klima Olomouce je rozsáhle zpracováno v publikaci *Podnebí Olomouce* (Vysoudil et al., 2012), která čtenáře provádí historií i současností studia městského klimatu. Podrobně je zde popsána staniční síť MESSO, sloužící k výzkumu městského a příměstského klimatu v Olomouci a okolí. Dále obsahuje časové řady vybraných meteorologických prvků (teplota vzduchu a půdy, vlhkost vzduchu, srážky a sníh, rychlost a směr větru, oblačnost a sluneční svit) za období let 1961–2010. Rovněž se zabývá provedenými mobilními měřeními.

Klasifikaci místních klimatických zón Olomouce provedli Lehnert et al. (2015) kteří přiřadili k jednotlivým meteorologickým stanicím sítě MESSO příslušné LCZ v souladu s definicemi dle Stewart a Oke (2012).

Tepelným stresem v městském a příměstském prostředí Olomouce se zabývali Vysoudil et al. (2016), kteří vycházeli z dat staniční sítě MESSO. Předmětem zájmu zde byla teplota vzduchu, tlak vodních par v atmosféře a tzv. humidex. V článku je rovněž popsána souvislost mezi nepříznivými teplotními a vlhkostními podmínkami a úmrtností.

Termální kameru pro dálkový průzkum teploty povrchu využili Pour et al. (2019). Z letadla snímali teplotu povrchu města Olomouce s rozlišením přibližně 1 m. Porovnáním teplot povrchu z přízemní vrstvy s teplotami na úrovni střech budov dospěli k závěru, že se během dne povrch na úrovni střech budov zahřívá zhruba o 5 °C více než vrstva poblíž země. Během ranních hodin nebyl rozdíl mezi těmito dvěma vrstvami významný.

Metody mobilního měření bylo užito při výzkumu teplotních rozdílů mezi místními klimatickými zónami (LCZ) v Brně a Olomouci (Lehnert et al., 2018a). V první fázi výzkumu byly vymezeny LCZ v obou městech, následovala noční mobilní měření, která probíhala při malé oblačnosti a nízké rychlosti větru. Pro každé město bylo sestaveno pořadí LCZ podle teploty vzduchu v nich. Ukázalo se, že větší teplotní rozdíly mezi LCZ i v rámci jedné místní klimatické zóny, byly zaznamenány ve větším městě, tedy v Brně.

Nalezením chladnějších a teplejších lokalit v Olomouci se zabývali Lehnert et al. (2018b) v článku *Identifying hot and cool spots in the city centre based on bicycle*

measurements: the case of Olomouc, Czech Republic. Měření bylo prováděno pomocí jízdního kola, což s sebou neslo výhodu v podobě možnosti měření v lokalitách nedostupných automobilem. Měření byla prováděna ve dne i v noci, přinesla podrobné informace o prostorovém rozložení teploty ve městě.

Souhrnnou informaci o teplotních a srážkových poměrech v Olomouci v období let 1876–2009 přináší práce Vysoudila a Tomáše (2011), která analyzuje dlouhodobé časové řady současných i historických klimatologických stanic.

Klima Olomouce také je zpracováno v kvalifikačních pracích. Analýzu výskytu charakteristických dní (arktické, ledové, mrazové, letní a tropické) na stanicích MESSO provedl v diplomové práci Dubský (2019), který navázal na svou bakalářskou práci (Dubský, 2015). Souvislosti mezi charakterem proudění a denním chodem teploty ve svých bakalářských pracích analyzovali Babovec (2012) a Janků (2015), Janků (2018) toto téma zpracovával i ve své diplomové práci. Kubeček (2017) ve své diplomové práci *Místní klimatické zóny v Olomouci a okolí: teplota vzduchu* využil dat z vlastního mobilního měření prováděném na jízdním kole.

4.2 Výzkum vlivu vodních ploch na teplotu vzduchu

Obecný popis vlivu vodních ploch na teplotu vzduchu obsahuje článek *The Impact of Water on Microclimate in Lignan Area* (Zeng et al., 2017). Uvádí, že vodní plochy ovlivňují rychlost větru, teplotu a vlhkost vzduchu a odkazuje na výsledky dalších výzkumů. Zatímco vodní plocha o velikosti 2 km^2 může ochladit okolí do vzdálenosti 1 km o 0,6 °C, vliv vodní plochy s rozlohou menší než 0,25 km^2 je nevýznamný. Lze konstatovat, že s rostoucí rozlohou vodní plochy se zvyšuje také její vliv na místní klima (Shuyan et al., 2008). Poznatek, že se s rostoucí hloubkou voda zadržuje větší množství tepla a tím pádem i více ovlivňuje teplotu vzduchu (v zimě okolní vzduch ohřívá, v létě ochlazuje), dokládá Peng et al. (2013). Wenze a Lihua (2013) se zabývali souvislostí tvaru vodní plochy a jejím ochlazujícím účinkem. Dospěli k závěru, že větší efekt mají plošné prvky modré infrastruktury oproti lineárním (například řeka).

Efekt vodních ploch v městském prostředí vyjádřený pomocí počítačových simulací je zpracován například v již zmíněném článku *The Impact of Water on Microclimate in Lignan Area* (Zeng et al., 2017). Vliv na teplotu a vlhkost vzduchu

byl modelován na čtyřech kruhových vodních plochách o rozloze od 400 m^2 do 1600 m^2 a hloubce 1–3 m. Výsledný ochlazující účinek vodních ploch nabýval hodnot od 0,2 °C v případě rozlohy 400 m^2 do 0,39 °C v případě rozlohy 1600 m^2. Efekt zesílení větru činil 0,08 $m \cdot s^{-1}$ u nejmenší vodní plochy, u největší to bylo 0,13 $m \cdot s^{-1}$. Dalším z výsledků byla skutečnost, že během odpoledních hodin má větší efekt na zvlhčení okolního vzduchu travní porost oproti vodním plochám. Článek také konstatuje, že pro zesílení vlivu vodní plochy na okolní teplotu vzduchu je výhodnější zvětšit rozlohu vodní plochy, hloubka vody hraje méně podstatnou úlohu.

Počítačová simulace je také užita při výzkumu vlivu vodních ploch na mikroklima v rezidenční čtvrti, kterým se zabývá *článek Effect of water body forms on microclimate of residential district* (Jin et al., 2017). Podle něj je možné vhodným rozmístěním vodních ploch docílit uniformního místního klimatu celé čtvrti. Účelné je lokalizovat vodní plochy do návětří převládajícího směru větru v letním období, pak má ochlazující efekt vodních ploch největší plošný rozsah.

Vlivem vodních ploch na teplotu vzduchu se zabývá případová studie prováděná na předměstí Adelaide (Broadbent et al., 2017), při níž bylo použito více metod získání dat, konkrétně mobilní měření prováděné pomocí bicyklu, snímky z termální kamery a staniční měření. Pozornost je zde taktéž věnována vlivu zavlažování na teplotu okolního vzduchu. Jedním ze závěrů studie je, že vodní plochy v městském prostředí mohou v letních dnech snížit maximální denní teplotu vzduchu až o 1,8 °C ve vzdálenosti do 50 m po směru větru, ochlazující účinek na průměrnou denní teplotu vzduchu ve stejné vzdálenosti pak může být až o 1,0 °C.

Poznatek, že vodní plochy v městském prostředí ve večerních a nočních zesilují efekt tepelného ostrova města, přináší Steeneveld, et al. (2014). Voda se během léta prohřívá a díky své vysoké tepelné kapacitě zpomaluje ochlazování vzduchu ve večerních hodinách, kdy je vliv tepelného ostrova města největší. Výzkum byl prováděn v nizozemském Rotterdamu, využita byla také data amatérských pozorovatelů.

5 Metody

5.1 Vymezení lokalit měření

Měření probíhalo v městském prostředí Olomouce u pěti malých vodních ploch o rozloze řádově v desítkách m^2 a hloubce přibližně 0,5 m až 1,2 m. Jednalo se o fontánu ve Smetanových sadech, Jupiterovu kašnu na Dolním náměstí, Arionovu a Herkulovu kašnu na Horním náměstí a kašnu Tritonů na náměstí Republiky. V tabulce 2 jsou uvedeny souřadnice vodních ploch a zařazení do místních klimatických zón.

Tab. 2 Poloha vodních ploch a zařazení do místních klimatických zón

Název lokality	Souřadnice	Místní klimatická zóna
Fontána ve Smetanových sadech	49,5874556° N, 17,2512406° E	LCZ B
Jupiterova kašna	49,5918189° N, 17,2533192° E	LCZ 2
Arionova kašna	49,5934011° N, 17,2510756° E	LCZ 2
Herkulova kašna	49,5941808° N, 17,2510072° E	LCZ 2
Kašna Tritonů	49,5961528° N, 17,2576536° E	LCZ 2

Zdroje: Lehnert, Urban field classification (2015), Mapy.cz (2019)

5.1.1 Fontána ve Smetanových sadech

Fontána se nachází v městském parku ve výšce 212 m n. m. (Mapy.cz, 2019), náleží do místní klimatické zóny LCZ B. V okolí vodní plochy se vyskytují stromy, které způsobují zastínění bodů měření. Aktivní povrch v blízkosti fontány je nehomogenní, převažuje tráva a asfalt, severně od vodní plochy se nachází štěrk. Fotografie lokality je na obrázku 2.

5.1.2 Jupiterova kašna

Jupiterova kašna se nachází v historickém centru Olomouce na Dolním náměstí ve výšce 217 m n. m. (Mapy.cz, 2019). Spadá do místní klimatické zóny LCZ 2. Aktivní povrch je relativně homogenní, tvoří jej kamenná dlažba. Náměstí směrem k jihu mírně klesá. Fotografie lokality je na obrázku 3.

Obr. 2 Fontána ve Smetanových sadech, vlastní fotografie (datum pořízení: 4. 8. 2018)

Obr. 3 Jupiterova kašna, vlastní fotografie (datum pořízení: 25. 4. 2019)

5.1.3 Arionova kašna

Arionova kašna se nachází na Horním náměstí v historickém centru Olomouce poblíž budovy radnice. Nadmořská výška lokality je 217 m (Mapy.cz, 2019). Aktivní povrch tvoří více druhů kamenné dlažby. Lokalita náleží místní klimatické zóně LCZ 2. Fotografie Arionovy kašny je na obrázku 4.

5.1.4 Herkulova kašna

Herkulova kašna se nachází na Horním náměstí přibližně 100 m severně od Arionovy kašny v nadmořské výšce 218 m (Mapy.cz). Aktivní povrch v okolí vodní plochy je tvořen více druhy kamenné dlažby. Zájmové území spadá do místní klimatické zóny LCZ 2. Fotografie lokality je na obrázku 5.

Obr. 4 Arionova kašna, vlastní fotografie (datum pořízení: 25. 4. 2019)

Obr. 5 Herkulova kašna, vlastní fotografie (datum pořízení: 25. 4. 2019)

Obr. 6 Kašna Tritonů, vlastní fotografie (datum pořízení: 25. 4. 2019)

5.1.5 Kašna Tritonů

Kašna Tritonů se nachází na náměstí Republiky ve výšce 223 m n. m. (Mapy.cz, 2019). Aktivní povrch je tvořen různými druhy dlažby a asfaltem. Lokalita spadá do místní klimatické zóny LCZ 2. Jak je patrné z obrázku 6, náměstí se směrem k severu mírně svažuje.

5.2 Podmínky měření

Měření probíhalo v letním období ve dnech s předpokladem radiačního režimu počasí, kdy je rychlost větru nižší než 2 $m \cdot s^{-1}$ a obloha je pokrytá oblačností maximálně ze dvou desetin (Vysoudil, 2013). Denní část měření se realizovala minimálně dvě hodiny po pravém poledni, kdy dochází k ustálení teploty vzduchu. Ze stejného důvodu byl stanoven začátek nočního měření na dobu dvě hodiny po západu Slunce. Za těchto podmínek je možné zanedbat změnu teploty vzduchu v průběhu měření u jedné vodní plochy. Zde je nutno podotknout, že všechny časové údaje v této práci jsou uváděny ve středoevropském letním času (SELČ).

5.3 Použité vybavení a postup měření

Měření teploty vzduchu probíhalo pomocí teplotního čidla GTF 300 s rychlou odezvou, propojeného s dataloggerem Greisinger GMH 3200, umístěného přibližně uprostřed dutiny radiačního krytu. Ten byl připevněn k dřevěné tyči světlé barvy o délce přibližně 1 m, viz obrázek 7. Tato opatření měla význam zamezení ovlivnění detekované teploty vzduchu přímým slunečním zářením a tělesným teplem pozorovatele. Měřené body se nacházely ve směrech hlavních světových stran (sever, jih, východ, západ) ve vzdálenostech 0, 2, 5, 10 a 20 m. Pokud se v trase měření vyskytovala pevná překážka (například budova), byly body měření podle potřeby posunuty. Teplota vzduchu byla měřena přibližně ve dvou metrech nad zemským povrchem. Přesnost teploměru činila 0,1 °C, zaznamenávaly se hodnoty ustálené po dobu minimálně 5 sekund.

Dále byla určována průměrná rychlost (průměr za 40 s) a směr větru. Měření proběhlo pomocí ručního anemometru s přesností 0,1 $m \cdot s^{-1}$. Míra pokrytí oblohy oblačností byla určena pozorovatelem s rozlišením na desetiny. Taktéž byla provedena měření teploty vody v hloubce přibližně 30 cm pomocí ponorného teploměru s rozlišením

0,1 °C. Vzhledem k velké tepelné kapacitě vody bylo měření její teploty prováděno jednou denně, zpravidla během denního měření.

Obr. 7 Měřicí přístroje, zleva anemometr, teploměr s čidlem v radiačním krytu umístěném na tyči, ponorný teploměr; vlastní fotografie (datum pořízení: 4. 8. 2018)

5.4 Zpracování výsledků

Z naměřených hodnot teploty vzduchu v jednotlivých bodech v okolí vodní plochy byl vypočítán aritmetický průměr zaokrouhlený na jednu desetinu stupně Celsia. Poté byl vypočítán rozdíl mezi naměřenými hodnotami a průměrnými hodnotami teploty vzduchu a z těchto rozdílů vytvořena teplotní pole v programu QGIS pomocí interpolační metody vážení inverzní vzdálenosti (IDW).

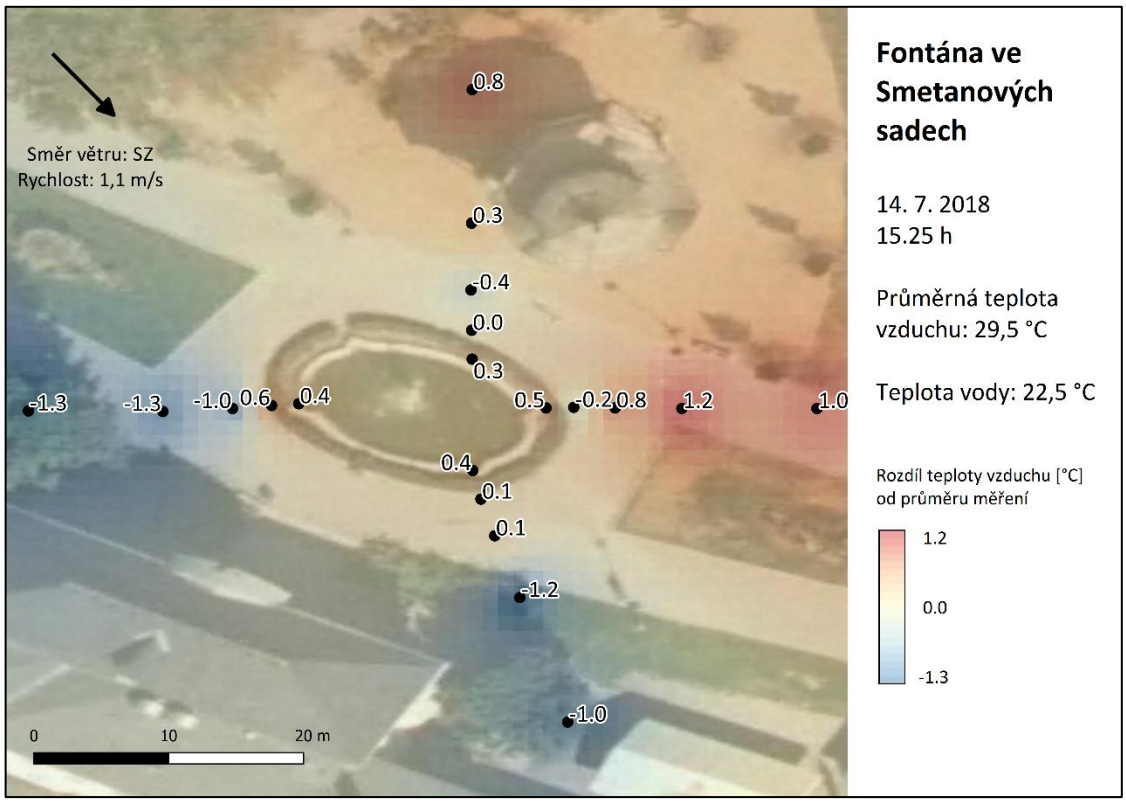
Z aritmetických průměrů těchto rozdílů byla stejným způsobem vytvářena průměrná teplotní pole, do nichž nebyla zahrnuta měření, která nesplňovala podmínku radiačního typu počasí.

6 Výsledky

6.1 Fontána ve Smetanových sadech

6.1.1 Denní měření 14. 7. 2018

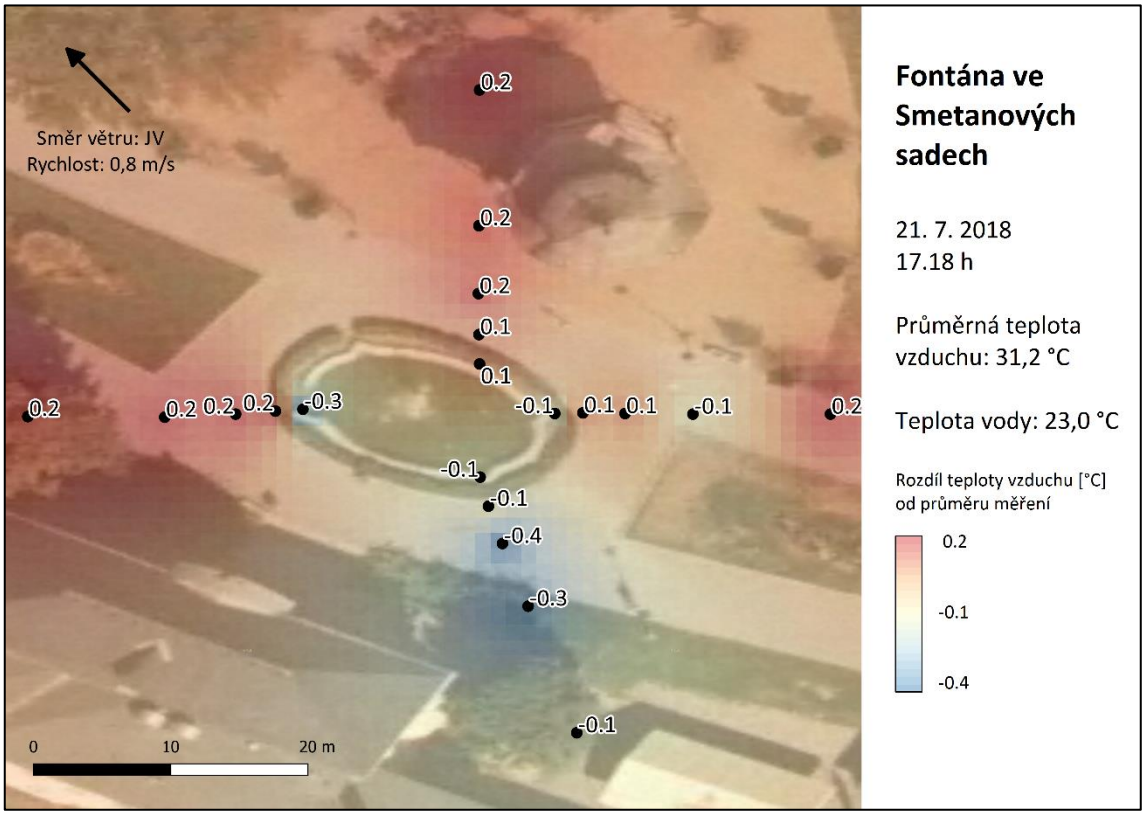
První měření teploty vzduchu u fontány ve Smetanových sadech proběhlo dne 14. července 2018 v 15.25 h. Obloha byla pokrytá ze dvou desetin oblačností, vál severozápadní vítr o rychlosti 1,1 m · s^{-1}. Průměrná teplota vzduchu během měření byla 29,5 °C, rozdíl mezi nejvyšší (30,7 °C) a nejnižší (28,2 °C) teplotou vzduchu činil 2,5 °C. Teplota vody ve fontáně byla 22,5 °C. Ve stínu se nacházely tři body západně od fontány ve vzdálenostech 5 m, 10 m a 20 m (Z5, Z10, Z20) a dva body jižně od fontány ve vzdálenostech 5 m a 10 m (J10 a J20). Dále bude již použito značení bodů ve tvaru XY, kde X značí světovou stranu (S, J, V, Z) a Y je číslo udávající vzdálenost od vodní plochy v metrech. Právě v zastíněných bodech jižně a západně od fontány bylo nejchladněji. Nejnižší teplota byla zaznamenána v bodech Z10 a Z20, nejtepleji bylo východně od fontány v bodě V10 s kladnou odchylkou teploty vzduchu 1,2 °C, nadprůměrné hodnoty byly zaznamenány též v severní části měřené lokality, poblíž fontány se teploty vzduchu pohybovaly okolo průměrných hodnot, viz teplotní pole na obrázku 8.



Obr. 8 Teplotní pole v okolí fontány ve Smetanových sadech 14. 7. 2018 v 15.25 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.1.2 Denní měření 21. 7. 2018

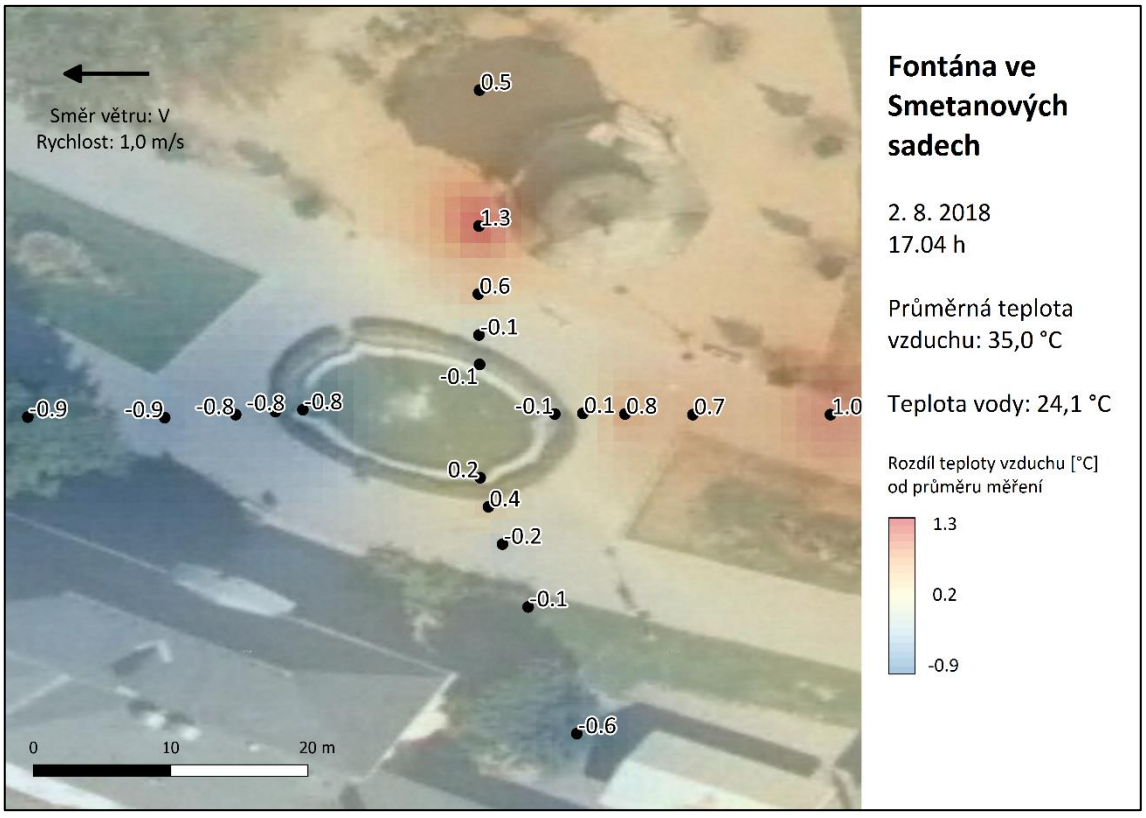
V době měření vál jihovýchodní vítr o rychlosti 0,8 m · s^{-1}, oblačnost pokrývala čtyři desetiny oblohy (nebyly tedy splněny podmínky pro radiační typ počasí). Voda ve fontáně měla teplotu 23,0 °C. Variabilita teplot vzduchu v měřených bodech byla výrazně nižší než v případě měření z 14. července, rozdíl mezi nejvyšší (31,4 °C) a nejnižší (30,8 °C) teplotou vzduchu činil 0,6 °C. Průměrná teplota vzduchu během měření měla hodnotu 31,2 °C. Body J5, J10 a J20 se nacházely ve stínu, kde bylo také nejchladněji, v ostatních směrech převažovaly mírně nadprůměrné teploty vzduchu, viz teplotní pole na obrázku 9.



Obr. 9 Teplotní pole v okolí fontány ve Smetanových sadech 21. 7. 2018 v 17.18 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.1.3 Denní měření 2. 8. 2018

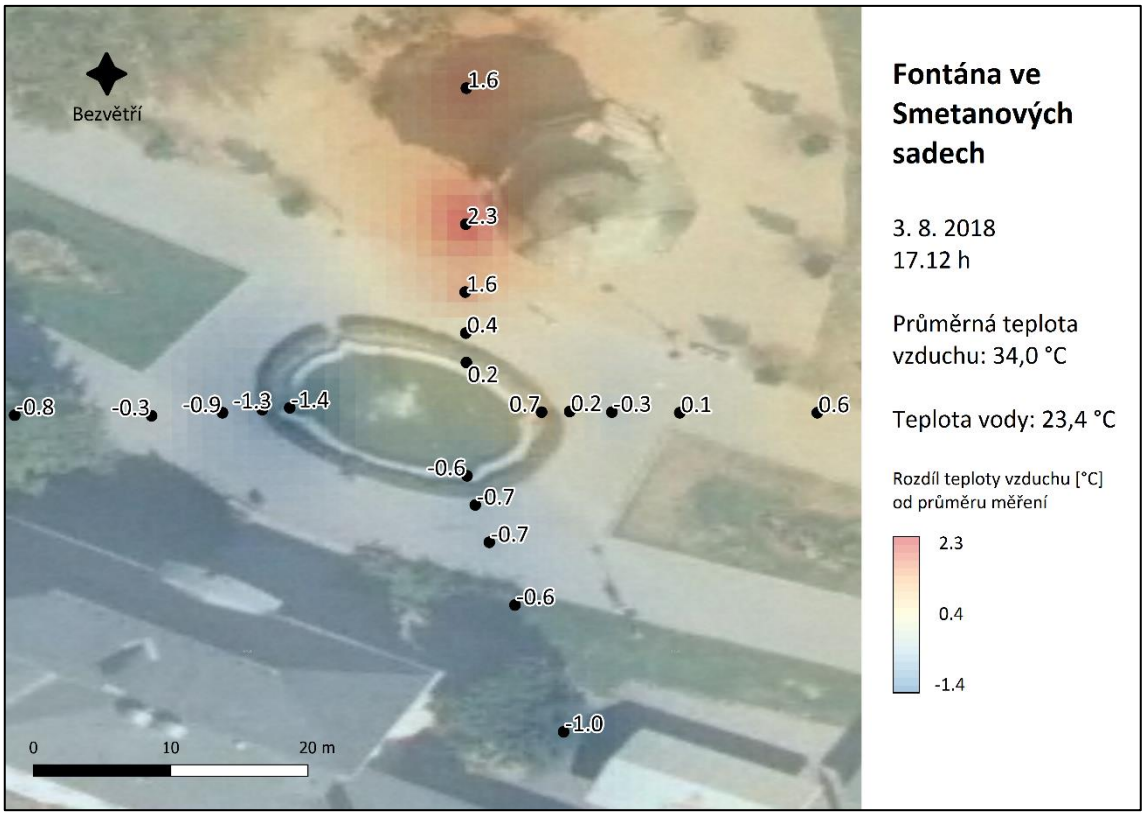
Během třetího denního měření byla obloha pokrytá ze dvou desetin oblačností a foukal východní vítr o rychlosti 1,0 m · s^{-1}, voda ve fontáně měla teplotu 24,1 °C. Teplota vzduchu se v měřených bodech pohybovala od 34,1 °C do 36,3 °C, rozdíl mezi nejnižší a nejvyšší teplotou tedy činil 2,2 °C. Průměrná teplota měla hodnotu 35,0 °C. Ve stínu se nacházelo 12 z 20 bodů měření, konkrétně šlo o V0, V2 a všechny jižní a západní body. Právě západní část měřeného území byla nejchladnější, jižně od fontány mírně převažovaly záporné odchylky od průměru teploty vzduchu, severně a východně převládaly nadprůměrné teploty vzduchu s maximem v bodě S10, viz teplotní pole na obrázku 10 níže. Je nutné zmínit, že v době měření nebyla fontána v provozu (voda tedy netryskala do vzduchu).



Obr. 10 Teplotní pole v okolí fontány ve Smetanových sadech 2. 8. 2018 v 17.04 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.1.4 Denní měření 3. 8. 2018

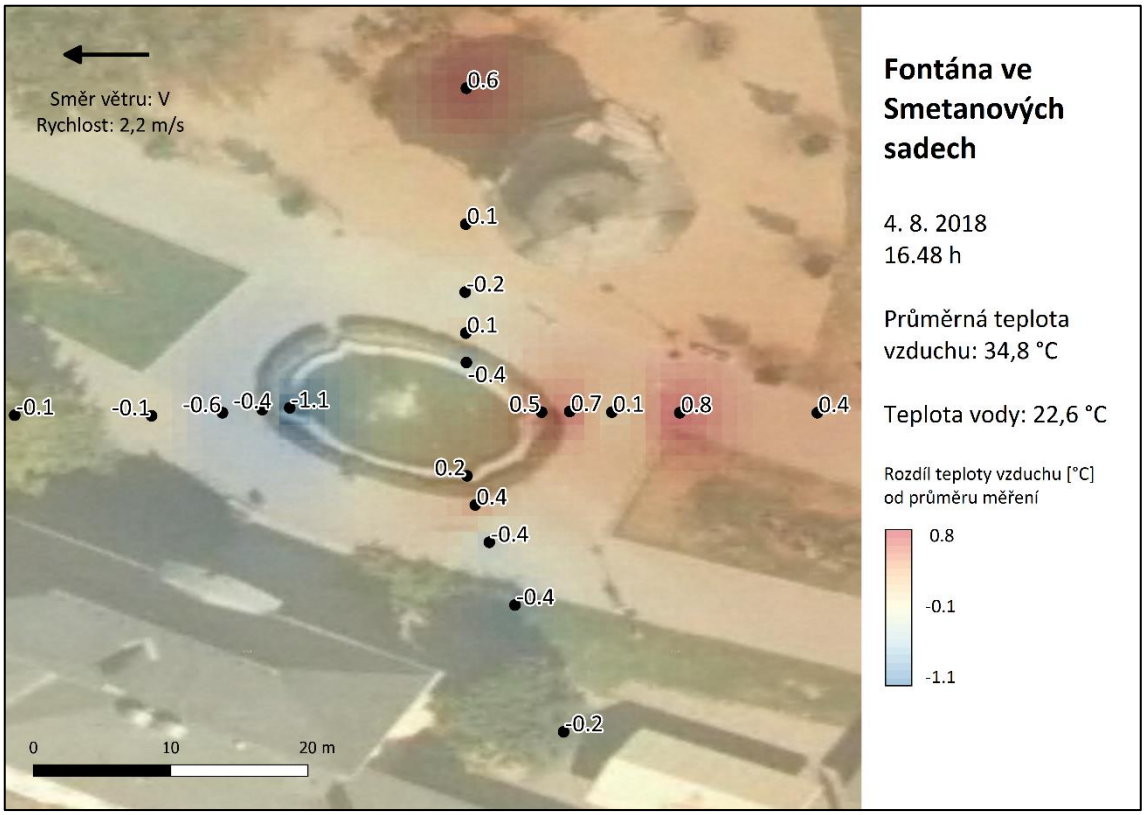
Podmínky pro měření byly 3. srpna ideální, panovalo jasno (oblačnost 0/10) a bezvětří. Teplota vody ve fontáně byla 23,4 °C, průměrná teplota vzduchu činila 34,0 °C. Variabilita teplot byla značná – rozdíl mezi nejvyšší (36,3 °C) a nejnižší (32,6 °C) teplotou vzduchu činil 3,7 °C. Šest měřených bodů leželo mimo stín, konkrétně šlo o body S5, S10, S20, V10, V20 a Z10. V nich se také soustřeďovaly nadprůměrné teploty vzduchu s výjimkou Z10, kde byla teplota nadprůměrná pouze vůči okolním bodům. Podprůměrné teploty vzduchu byly zaznamenány na jihu a západě měřeného území, východní směr se od průměrné teploty vzduchu příliš neodchyloval, zato body S5, S10 a S20 měly kladnou odchylku od teplotního průměru více než 1,5 °C, viz teplotní pole na obrázku 11.



Obr. 11 Teplotní pole v okolí fontány ve Smetanových sadech 3. 8. 2018 v 17.12 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.1.5 Denní měření 4. 8. 2018

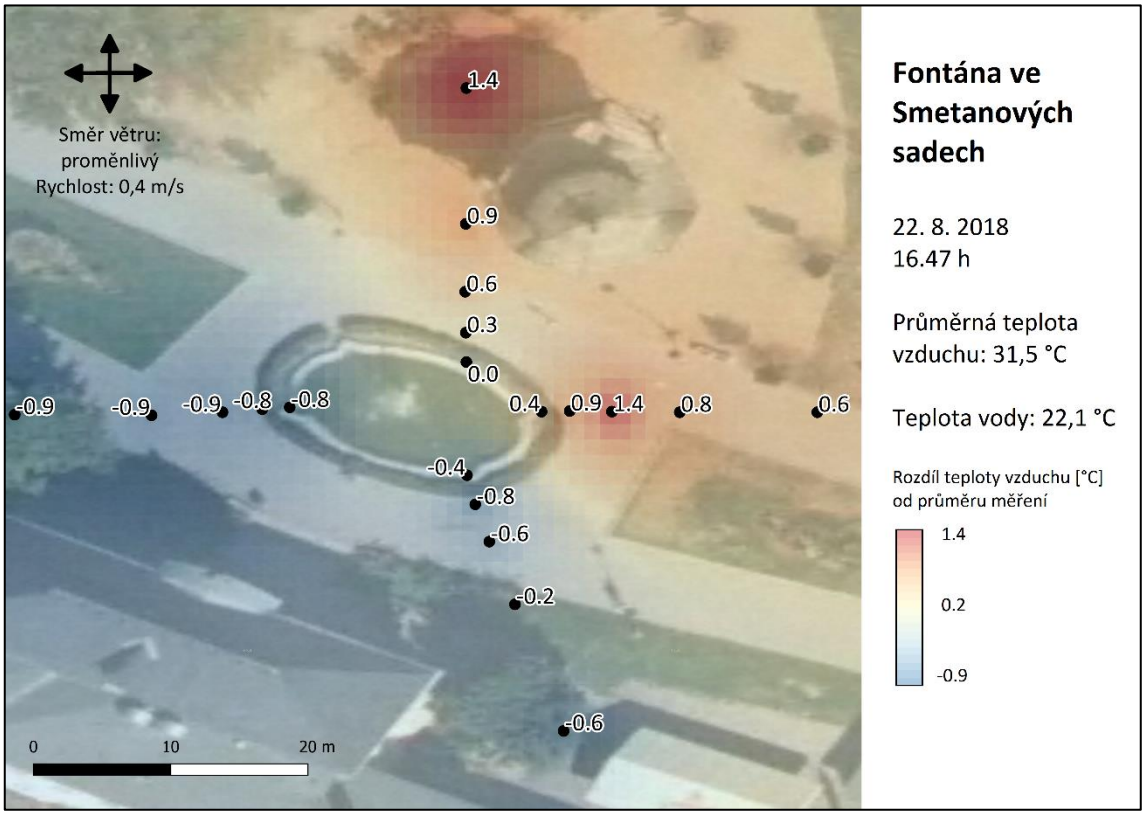
Dne 4. srpna se během odpoledne začaly zhoršovat podmínky. Okolo 15 hodin při měření teplotního pole u kašny Tritonů na Náměstí Republiky panovalo jasné počasí s větrem o rychlosti 1,0 m · s^{-1}, o necelé dvě hodiny později už východní vítr u fontány ve Smetanových sadech dosahoval průměrné rychlosti 2,2 m · s^{-1} a oblačnost pokrývala oblohu v rozsahu šesti desetin. Závany větru, jež dosahovaly rychlosti až 3,7 m · s^{-1}, způsobovaly odklon proudu fontány a následné pokropení bodů Z0, Z2 a Z5. Teplota vody byla 22,6 °C. Průměrná teplota vzduchu u kašny měla hodnotu 34,8 °C. V měřených bodech se teploty vzduchu pohybovaly v rozpětí od 33,7 °C do 35,6 °C, rozdíl mezi nejnižší a nejvyšší hodnotou teploty byl tedy 1,9 °C. Ve stínu se nacházely všechny body západně od fontány, jižní body s výjimkou J0, dále V0 a S0. Nejnižší teplota byla zaznamenána u západního okraje fontány, kde dopadala vlivem větru vodní tříšť. V průměru bylo chladněji jižně a západně od vodní plochy, tepleji bylo ve východních bodech sledovaného území a v bodě S20, variabilita teplot byla oproti předchozímu dni nižší, viz teplotní pole na obrázku 12.



Obr. 12 Teplotní pole v okolí fontány ve Smetanových sadech 4. 8. 2018 v 16.48 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.1.6 Denní měření 22. 8. 2018

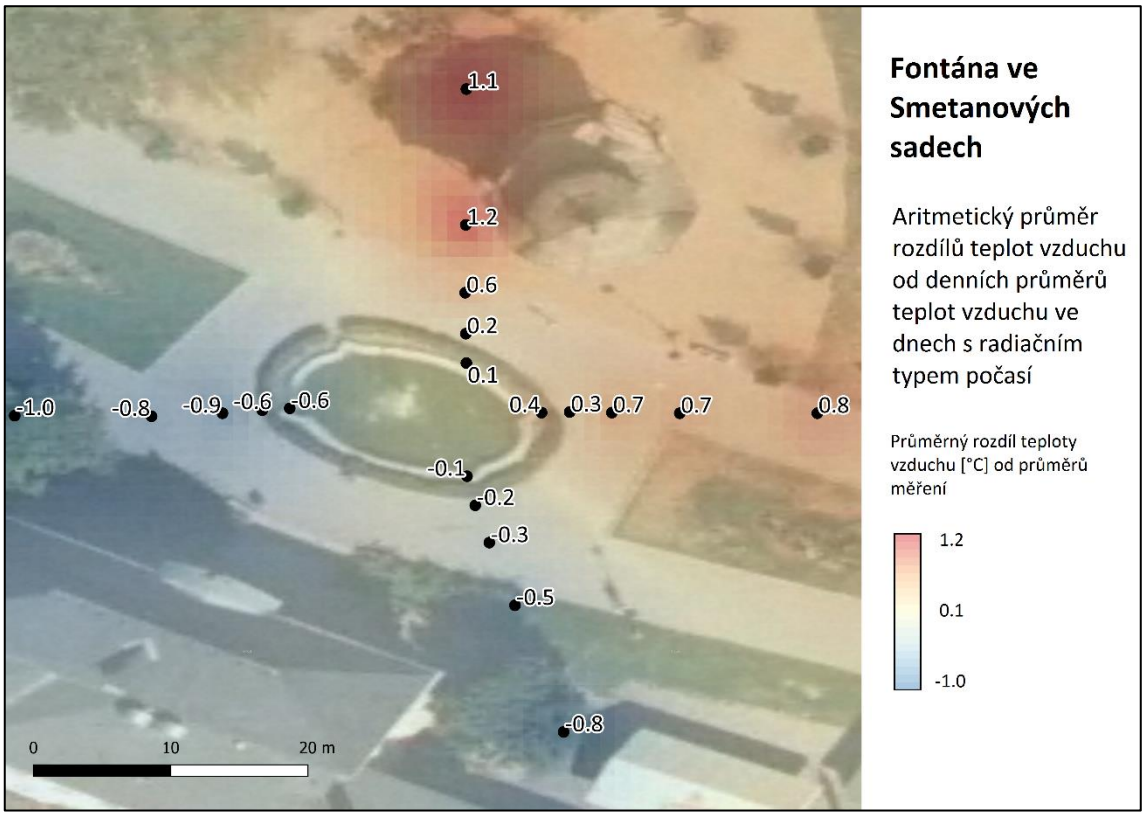
Dne 22. srpna vál u fontány ve Smetanových sadech proměnlivý vítr o rychlosti 0,4 m · s^{-1}, oblačnost pokrývala dvě desetiny oblohy. Ve stínu se nacházely všechny body jižně a západně od fontány, dále také body S0, S2 a V0. Teploty vzduchu se pohybovaly od 30,6 °C do 32,9 °C, tedy v rozmezí 2,3 °C, průměrná hodnota teploty vzduchu činila 31,5 °C. Teplota vody měla hodnotu 22,1 °C. Nižší teploty vzduchu byly zaznamenány v zastíněných lokalitách, tedy na jihu, západě a u severního okraje vodní plochy. Nejvyšší teploty byly změřeny v bodech S20 a V5, obecně bylo tepleji v severní a východní části území, jak je patrné z teplotního pole na obrázku 13.



Obr. 13 Teplotní pole v okolí fontány ve Smetanových sadech 22. 8. 2018 v 16.47 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.1.7 Průměrné denní teplotní pole

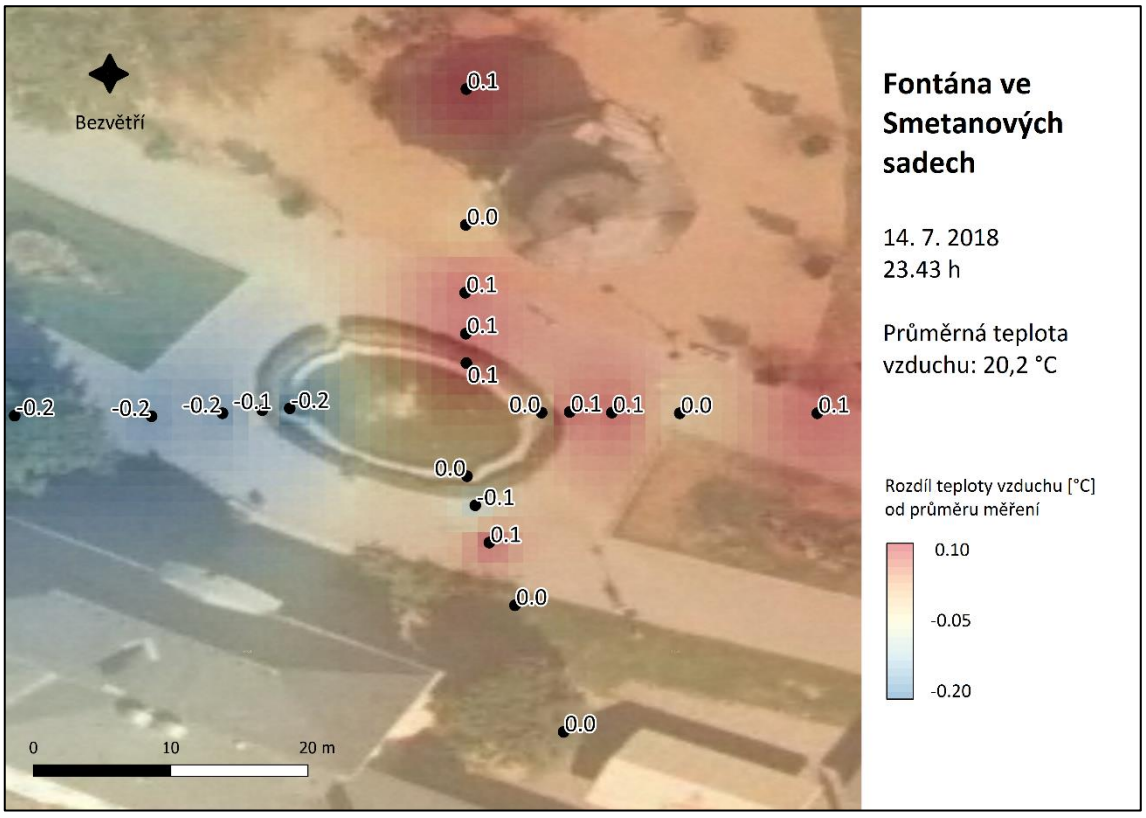
Níže zobrazené teplotní pole vyjadřuje v každém bodu aritmetický průměr z rozdílů od průměrných teplot z denních měření. Ze souboru teplotních polí jednotlivých dní byly vyřazeny pole z měření, během nichž nebyla splněna kritéria radiačního typu počasí. Vyloučeny tedy byly dny 21. července a 4. srpna. Nižší teploty vzduchu se vyskytovaly jižně a západně od kašny, vyšší teploty byly v severní a východní části měřeného území, jak je patrné z grafického vyjádření teplotního pole na obrázku 14. Pravděpodobným příčinám takovéhoto rozložení teplot se věnuje kapitola 7 Diskuze.



Obr. 14 Aritmetický průměr rozdílů teplot od denních průměrů z denních měření u fontány ve Smetanových sadech splňujících podmínky radiačního typu počasí, tedy 14. 7., 2. 8., 3. 8. a 22. 8. 2018, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.1.8 Noční měření 14. 7. 2018

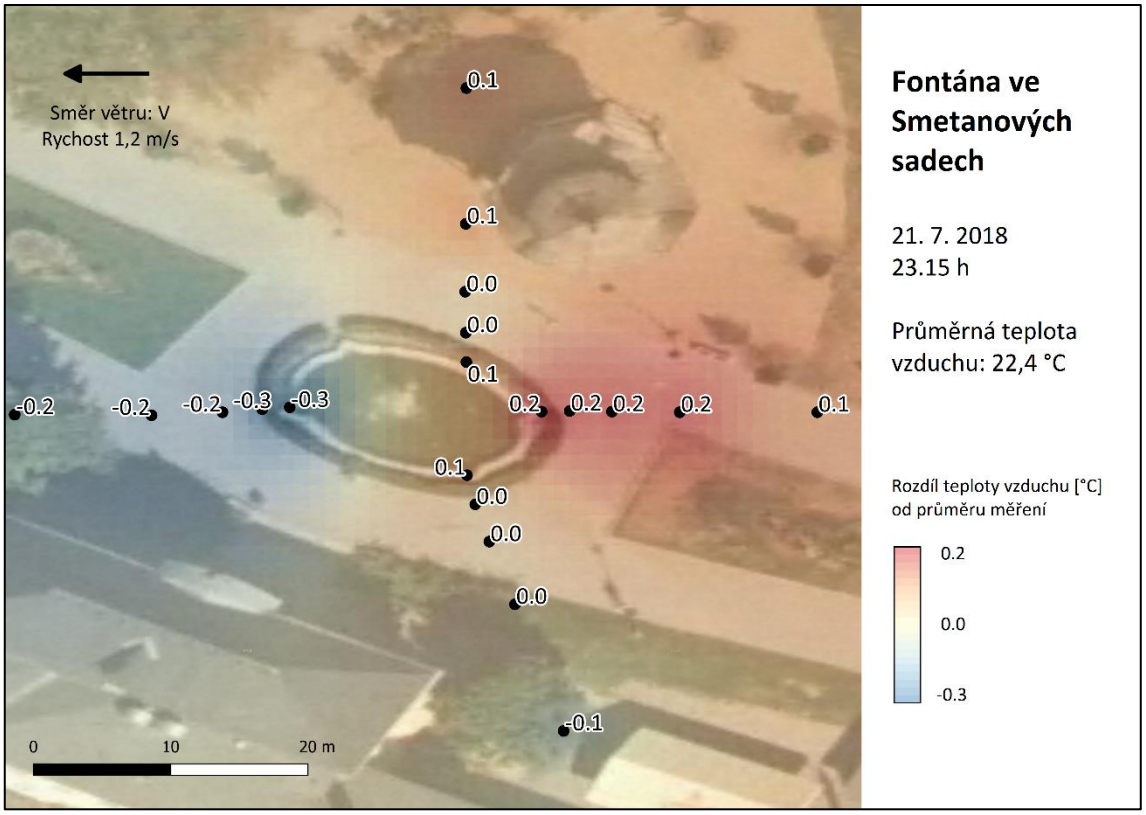
První noční měření u fontány ve Smetanových sadech proběhlo za bezvětří. Nejvyšší naměřená teplota měla hodnotu 20,3 °C, na nejchladnějších bodech bylo 20,0 °C. Rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší teplotou tedy činil 0,3 °C, průměrná teplota lokality byla 20,2 °C. Mírně chladnější hodnoty teploty vzduchu byly změřeny západně od fontány, v ostatních směrech se teplota vzduchu odchylovala od průměrné hodnoty maximálně o 0,1 °C, jak je patrné z teplotního pole na obrázku 15. Ještě je potřeba dodat, že během všech nočních měření na této lokalitě nebyla fontána v provozu.



Obr. 15 Teplotní pole v okolí fontány ve Smetanových sadech 14. 7. 2018 ve 23.43 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.1.9 Noční měření 21. 7. 2018

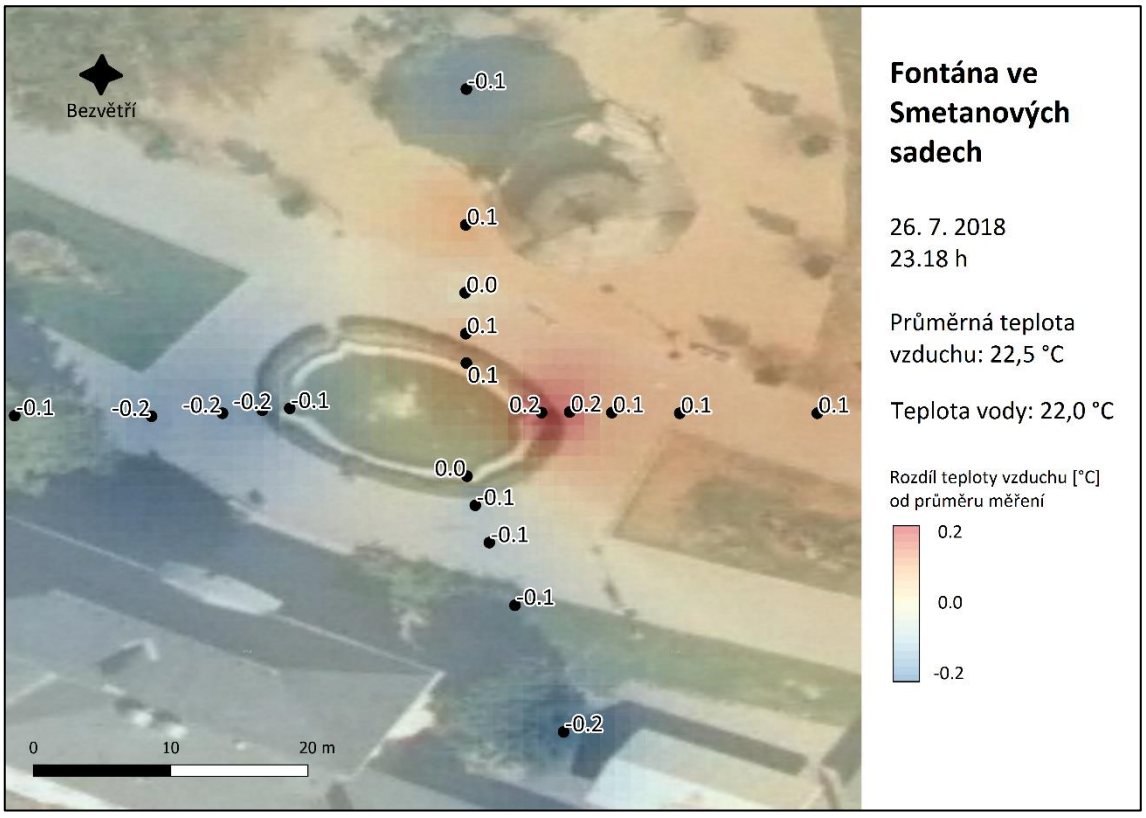
Východní vítr o průměrné rychlosti 1,2 m · s^{-1} provázel druhé noční měření na této lokalitě. Jak lze vidět na teplotním poli na obrázku 16 níže, chladněji bylo západně od fontány (minimální teplota 22,1 °C), ve východní části měřeného území vystupovala teplota až na 22,6 °C, severně a jižně od fontány se teploty vzduchu blížily průměrné hodnotě. Rozdíl mezi maximální a minimální teplotou vzduchu tedy činil 0,5 °C, průměrná teplota měla hodnotu 22,4 °C.



Obr. 16 Teplotní pole v okolí fontány ve Smetanových sadech 21. 7. 2018 ve 23.15 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.1.10 Noční měření 26.7. 2018

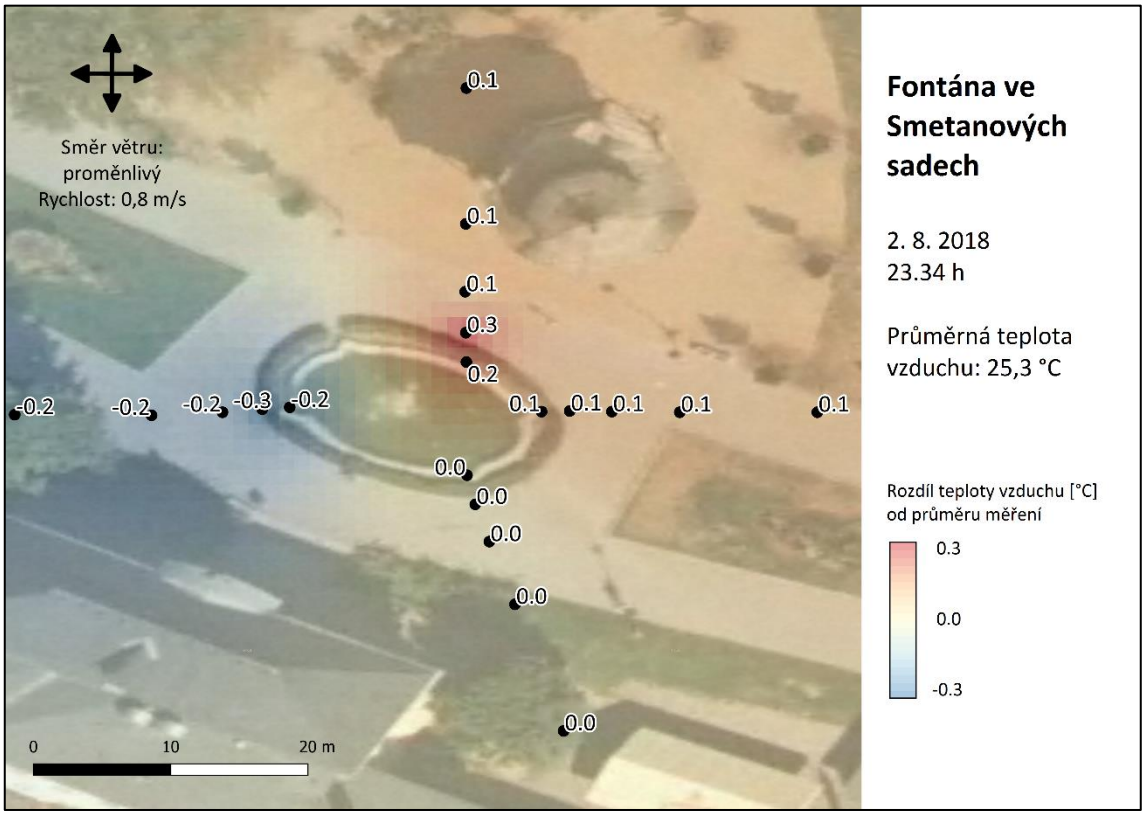
Třetí noční měření se vyznačovalo bezvětřím a průměrnou teplotou vzduchu 22,5 °C velmi podobnou jako v předchozím měření. Teplota se pohybovala mezi 22,3 °C a 22,7 °C, rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší hodnotou teploty byl tedy 0,4 °C. Voda ve fontáně měla teplotu 22,0 °C. Mírnou anomálií oproti předchozím i následujícím měřením je výskyt podprůměrné teploty v bodě S20, dále se chladnější vzduch nacházel západně a jižně od fontány, nejvyšší kladná odchylka teploty vzduchu od průměru byla zaznamenána v bodech V0 a V2, jak je graficky znázorněno na obrázku 17.



Obr. 17 Teplotní pole v okolí fontány ve Smetanových sadech 26. 7. 2018 ve 23.18 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.1.11 Noční měření 2. 8. 2018

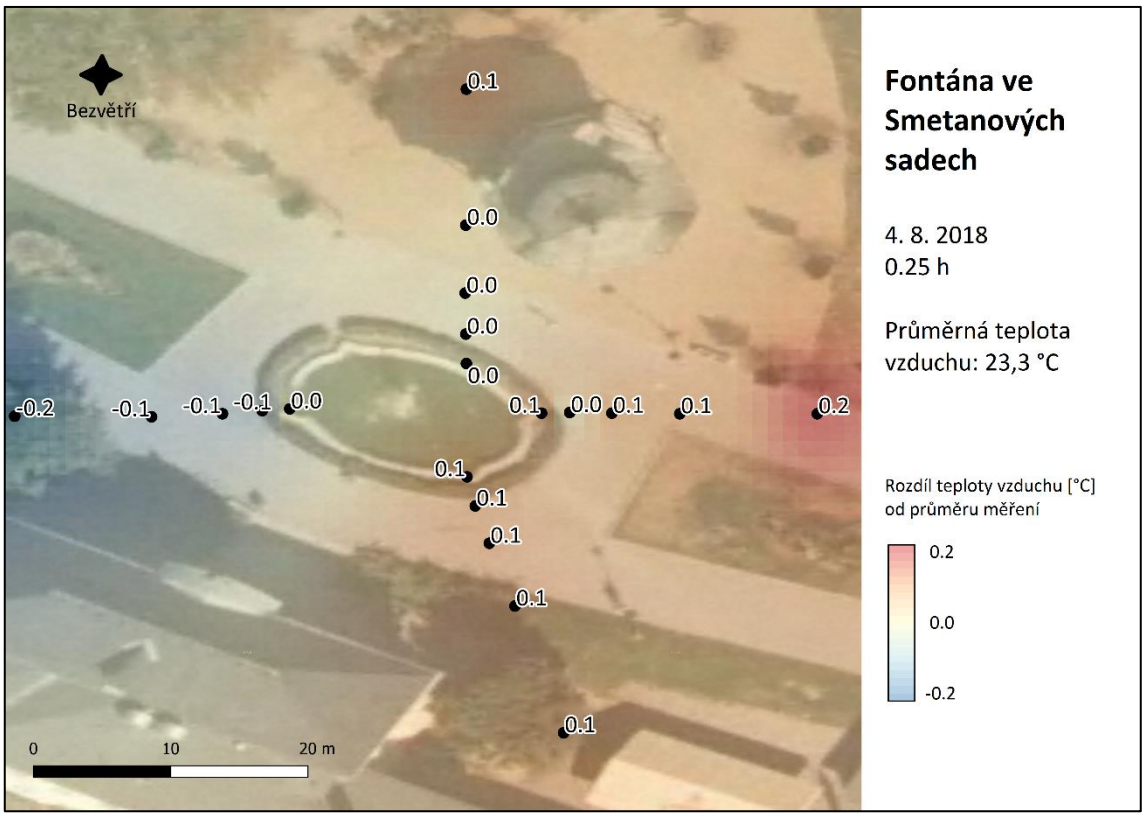
Velmi teplé počasí provázelo noční měření 2. srpna, kdy ještě půl hodiny před půlnocí vystupovaly teploty na 25,0 °C v nejchladnějším měřeném bodu a 25,6 °C bylo zaznamenáno v bodu nejteplejším, průměrná teplota vzduchu měla hodnotu 25,3 °C. Rozdíl mezi nejnižší a nejvyšší teplotou vzduchu v této lokalitě byl tudíž 0,6 °C. Vál proměnlivý vítr o průměrné rychlosti 0,8 m · s^{-1}. Chladnější vzduch byl opět lokalizován v západní části teplotního pole, teplota vzduchu na jih od fontány nevybočovala z průměru, nadprůměrná teplota vzduchu byla zaznamenána na bodech východně a severně od fontány s maximem ve vzdálenosti 2 m na sever od zkoumané vodní plochy, jak lze vidět na teplotním poli na obrázku 18.



Obr. 18 Teplotní pole v okolí fontány ve Smetanových sadech 2. 8. 2018 ve 23.34 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.1.12 Noční měření 4. 8. 2018

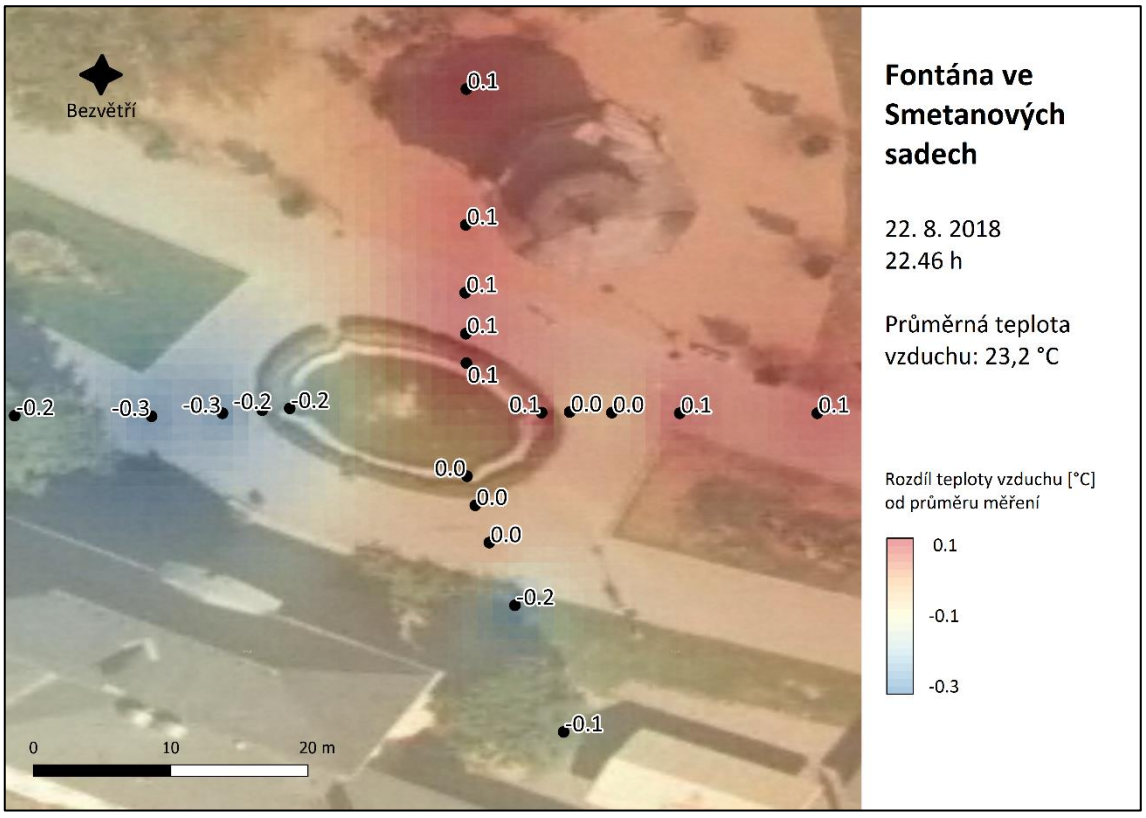
Misky anemometru zůstaly 4. srpna v 0.25 h nehybné, jelikož panovalo bezvětří. Rozdíl mezi minimální (23,1 °C) a maximální teplotou vzduchu (23,5 °C) byl 0,4 °C, průměrná teplota činila 23,3 °C. Směrem na západ od fontány bylo chladněji s teplotním minimem v bodě Z20, nadprůměrné hodnoty teploty vzduchu byly lokalizovány ve východní části měřeného území s teplotním maximem v bodě V20. V ostatních bodech se teplota vzduchu lišila od průměrné hodnoty minimálně, jak je patrné z teplotního pole na obrázku 19.



Obr. 19 Teplotní pole v okolí fontány ve Smetanových sadech 4. 8. 2018 v 0.25 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.1.13 Noční měření 22. 8. 2018

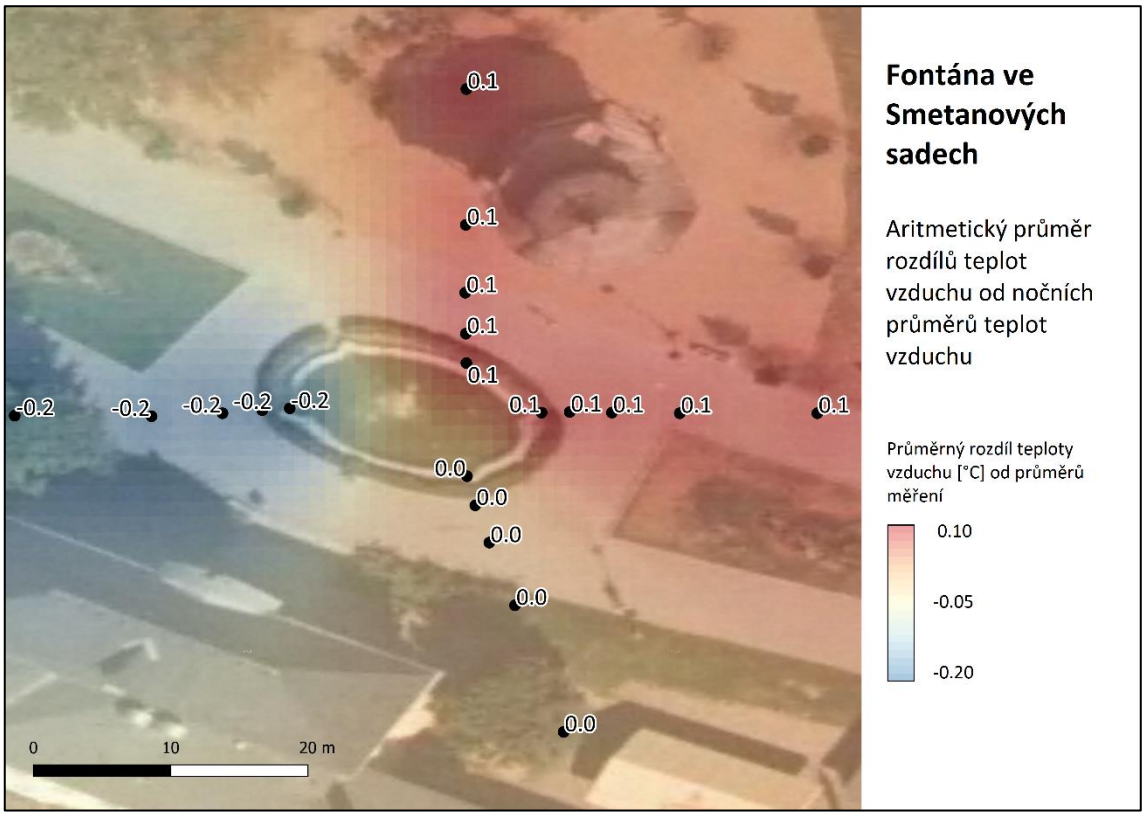
Poslední noční měření v okolí fontány ve Smetanových sadech bylo také bezvětrné. Teplota vzduchu nabývala hodnot od 22,9 °C do 23,3 °C, rozdíl mezi minimální a maximální hodnotou tedy činil 0,4 °C. Průměrná teplota vzduchu v okolí kašny byla 23,2 °C. Nadprůměrné teploty vzduchu byly lokalizovány v severní a východní části zájmové oblasti, podprůměrné hodnoty teploty vzduchu vykazovaly body západně od vodní plochy a body J10 a J20, jak je patrné z grafického vyjádření teplotního pole na obrázku 20.



Obr. 20 Teplotní pole v okolí fontány ve Smetanových sadech 22. 8. 2018 ve 22.46 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.1.14 Průměrné noční teplotní pole

Teplotní pole níže vyjadřuje v každém bodu aritmetický průměr z rozdílů od průměrných teplot ze všech nočních měření. Podprůměrné teploty vzduchu se vyskytovaly západně od kašny (ve všech bodech stejná průměrná odchylka od průměru -0,2 °C), nadprůměrné teploty vzduchu byly severně a západně od fontány, průměr z rozdílů teplot vzduchu od denních průměrných teplot vzduchu v měřené oblasti nabýval hodnoty 0,0 °C ve všech bodech jižně od fontány, jak je patrné z teplotního pole na obrázku 21. Rozborem možných příčin se zabývá kapitola 7 Diskuze.

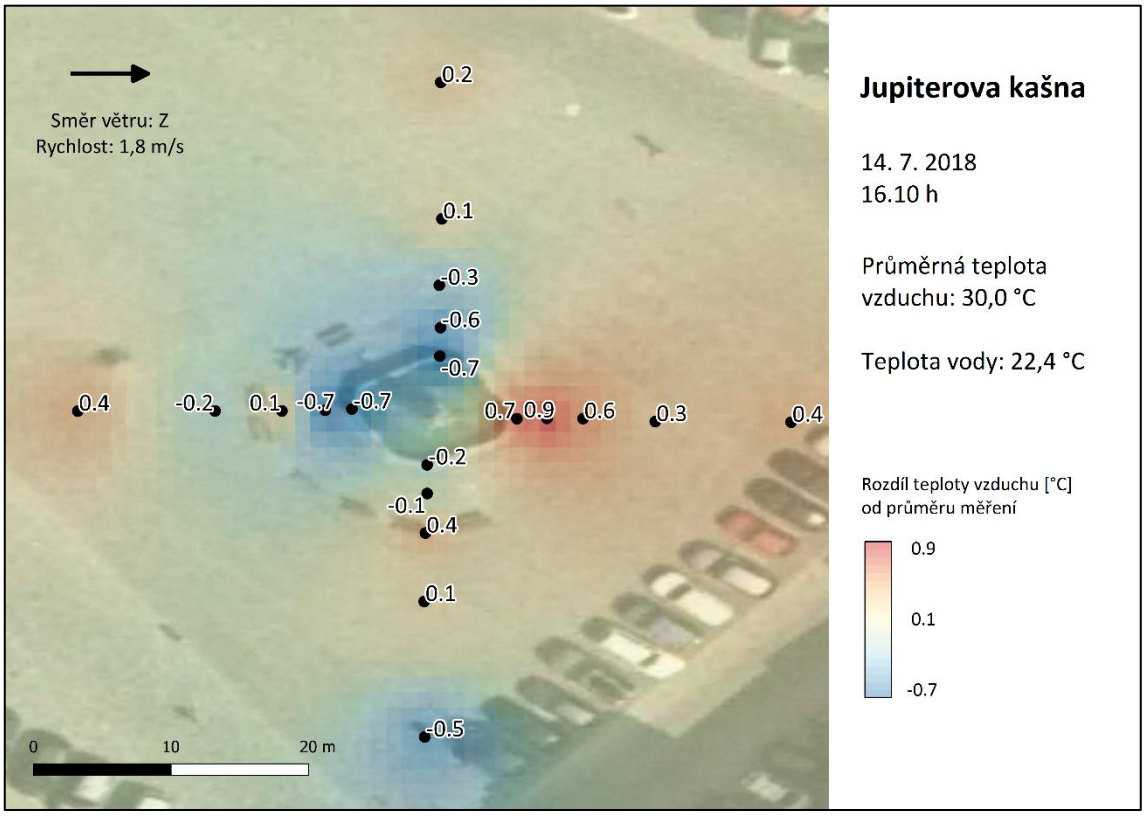


Obr. 21 Aritmetický průměr rozdílů teplot vzduchu od nočních průměrů teplot z měření u fontány ve Smetanových sadech, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.2 Jupiterova kašna

6.2.1 Denní měření 14. 7. 2018

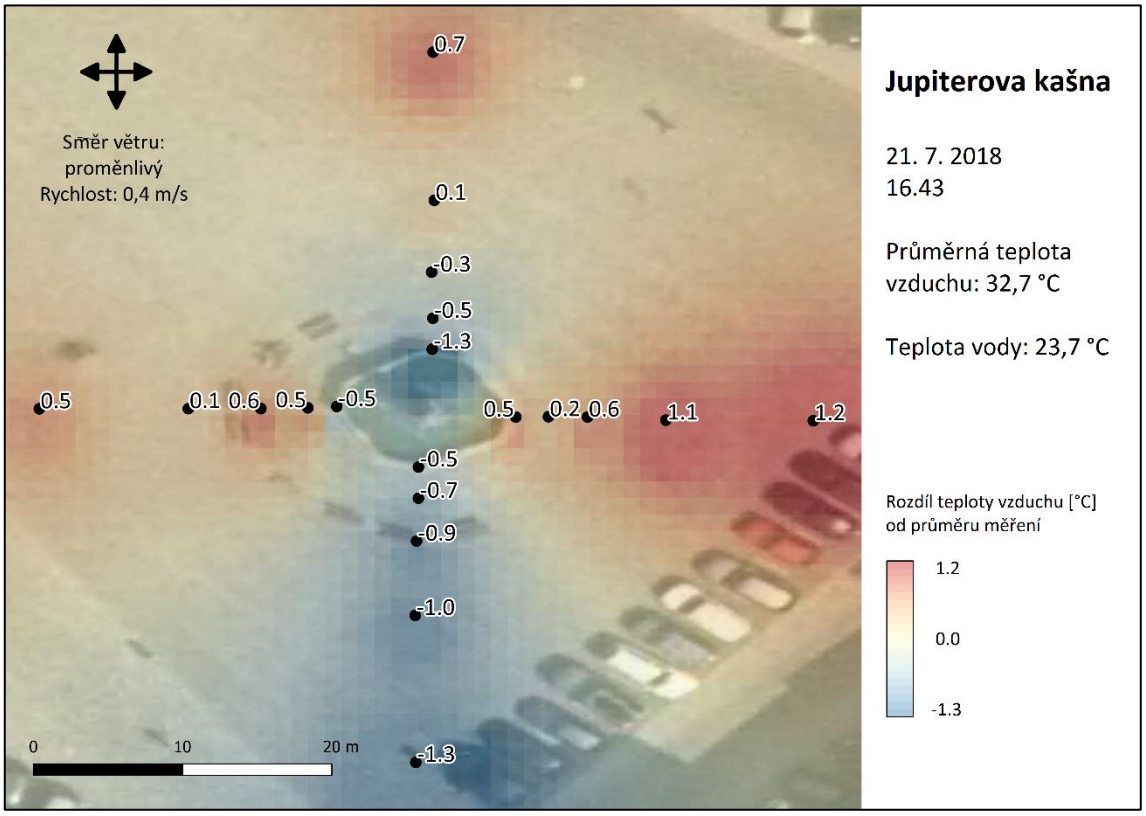
První denní měření v okolí Jupiterovy kašny probíhalo za téměř jasného počasí, oblačnost pokrývala jednu desetinu oblohy. Vál západní vítr o průměrné rychlosti 1,8 m · s^{-1}. Průměrná teplota vzduchu dané lokality měla hodnotu 30,0 °C, teplota vody byla 22,4 °C. Jak je patrné z teplotního pole na obrázku 22, nejnižší teploty vzduchu (minimum 29,3 °C) byly lokalizovány severním a západním směrem ve vzdálenosti 2 m od kašny a bezprostředně u vodní plochy. Nejvyšší teplota vzduchu (30,9 °C) byla naměřena v bodě V2. Rozdíl mezi nejnižší a nejvyšší teplotou vzduchu činil 1,6 °C. Celá měřená oblast byla plně osluněná.



Obr. 22 Teplotní pole v okolí Jupiterovy kašny 14. 7. 2018 v 16.10 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.2.2 Denní měření 21. 7. 2018

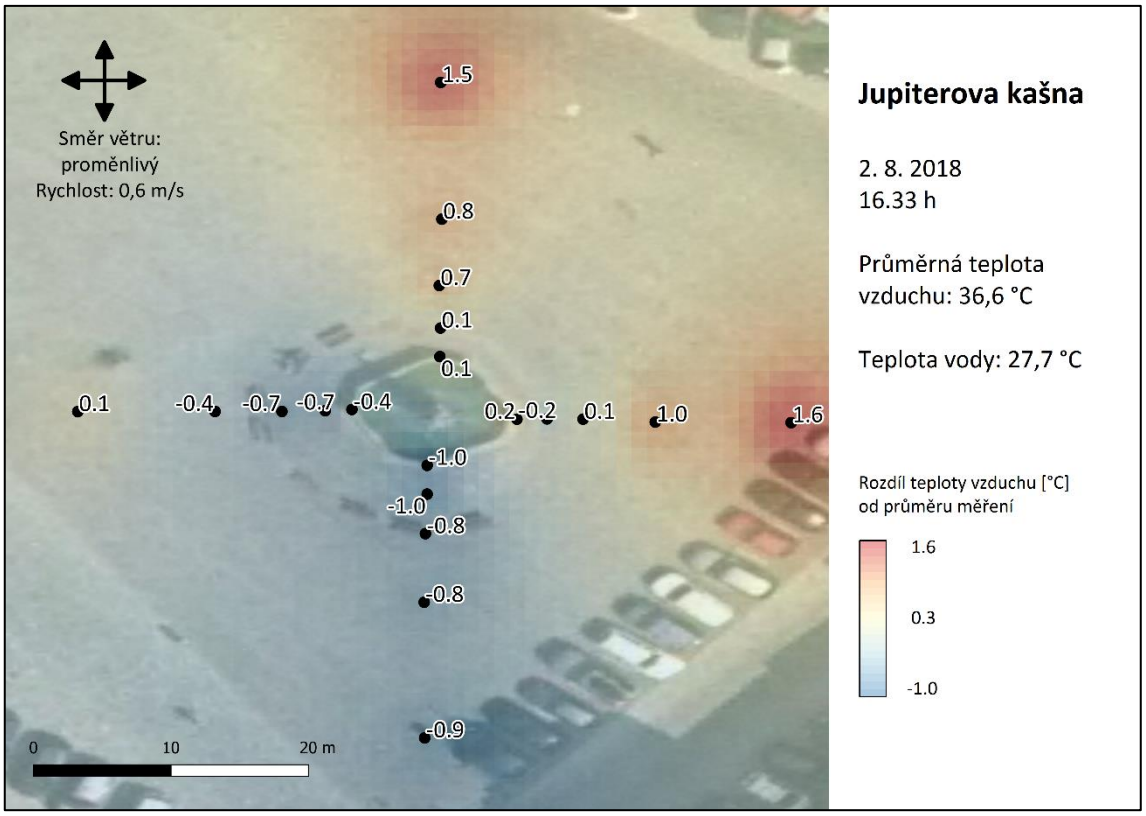
Proměnlivý vítr o průměrné rychlosti 0,4 m · s^{-1} doprovázel druhé měření v okolí Jupiterovy kašny. Oblačnost zakrývala dvě desetiny oblohy, všechny měřené body byly nezastíněné. Voda v kašně měla teplotu 23,7 °C, průměrná teplota vzduchu v okolí kašny pak byla 32,7 °C. Rozdíl mezi nejvyšší (33,9 °C) a nejnižší (31,4 °C) teplotou vzduchu činil 2,5 °C. Chladnější vzduch se nacházel ve všech bodech jižně od vodní plochy, dále také poblíž kašny severním směrem (body S0, S2 a S5) a v bodě Z0. V ostatních bodech byla zjištěna nadprůměrná teplota vzduchu, nejvyšší kladné odchylky od průměrné teploty vykazovaly body V10 a V20, jak je vidět z teplotního pole na obrázku 23.



Obr. 23 Teplotní pole v okolí Jupiterovy kašny 21. 7. 2018 v 16.43 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.2.3 Denní měření 2. 8. 2018

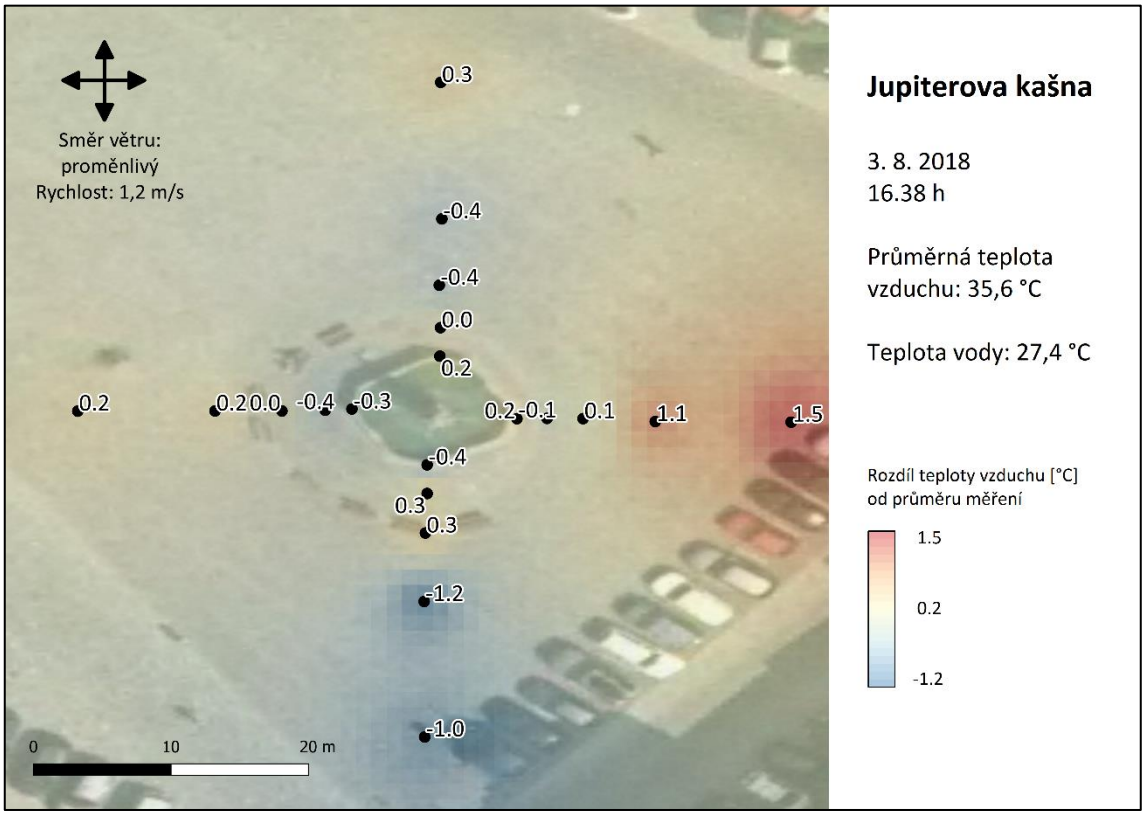
V průběhu měření oblačnost zakrývala oblohu v rozsahu čtyř desetin. Podmínka pro radiační typ počasí tedy nebyla splněna. Foukal proměnlivý vítr o průměrné rychlosti 0,6 m · s^{-1}. Voda v kašně se od minulého měření ohřála o 4,0 °C na hodnotu 27,7 °C. Panovalo velmi teplé počasí, maximální teplota vzduchu (38,2 °C) změřená v bodě V20 byla také absolutně nejvyšší naměřená teplota v rámci všech mobilních měření popsaných v této bakalářské práci. Průměrná hodnota teploty vzduchu činila 36,6 °C, rozdíl mezi nejnižší (35,6 °) a nejvyšší (38,2 °C) teplotou vzduchu byl 2,6 °C. Podprůměrné hodnoty teploty vzduchu byly lokalizovány v jižní a západní části zkoumané oblasti, sever a východ byl teplotně nadprůměrný s maximy v krajních pozicích (V20, S20), viz teplotní pole na obrázku 24. Měření nebylo ovlivněno stínem.



Obr. 24 Teplotní pole v okolí Jupiterovy kašny 2. 8. 2018 v 16.33 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.2.4 Denní měření 3. 8. 2018

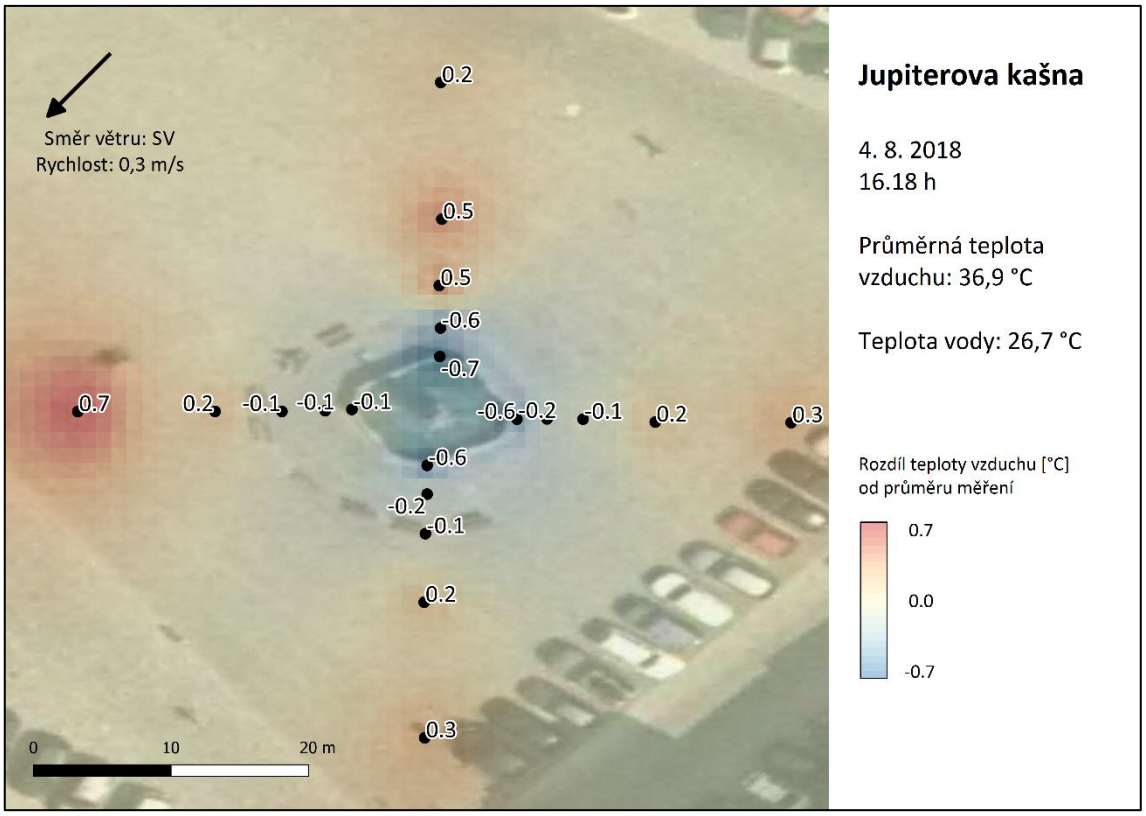
Následující den byl také velmi teplý, průměrná teplota vzduchu v okolí Jupiterovy kašny dosahovala 35,6 °C. Obloha byla pokryta oblačností pouze z jedné desetiny, vál proměnlivý vítr o rychlosti 1,2 m · s^{-1}. Voda v kašně měla teplotu 27,4 °C. Maximální teplota vzduchu (37,1 °C) byla lokalizována stejně jako při předchozím měření v bodě V20, více než 1 °C nad průměrem bylo také v bodě V10. Naopak výrazněji podprůměrné teploty byly zaznamenány v bodech J10 a J20, v ostatních měřených bodech se teplota vzduchu odlišovala od průměru do 0,5 °C v kladných i záporných hodnotách, jak je zřejmé z teplotního pole na obrázku 25. Rozdíl mezi nejnižší (34,4 °C) a nejvyšší teplotou vzduchu (37,1 °C) byl 2,7 °C. Všechny body byly osluněné.



Obr. 25 Teplotní pole v okolí Jupiterovy kašny 3. 8. 2018 v 16.38 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.2.5 Denní měření 4. 8. 2018

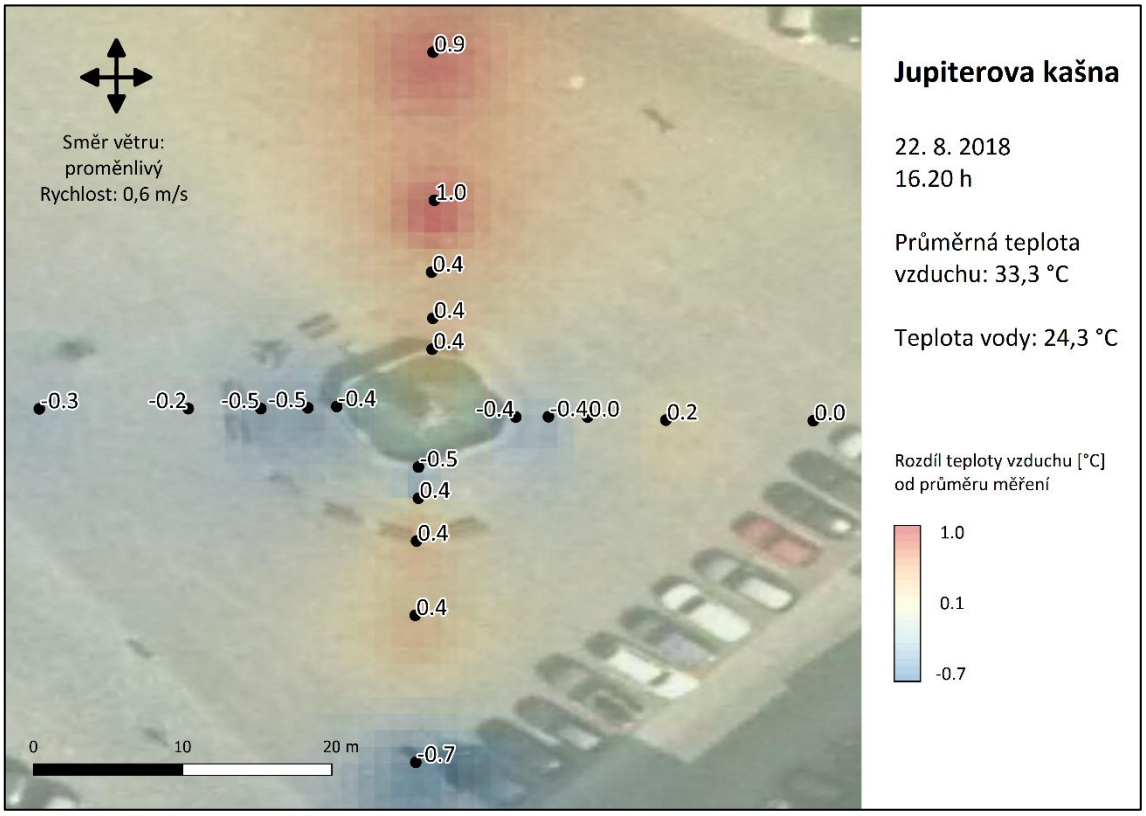
Slabý vítr severovýchodního směru o průměrné rychlosti 0,3 m · s^{-1} vál během pátého denního měření u Jupiterovy kašny. Oblačnost pokrývala tři desetiny oblohy, měření tedy nebylo započteno do průměru (kapitola 6.2.7) z důvodu nesplnění podmínky radiačního typu počasí. Voda v kašně měla teplotu 26,7 °C. Toto měření se vyznačovalo nejvyšší průměrnou teplotou vzduchu 36,9 °C. Variabilita teplotního pole byla poněkud menší oproti předchozím měřením, rozdíl mezi nejnižší (36,2 °C) a nejvyšší (37,6 °C) teplotou vzduchu činil 1,4 °C. Z teplotního pole na obrázku 26 je patrné, že se podprůměrné teploty vyskytovaly poblíž kašny, zatímco nadprůměrné hodnoty teploty vzduchu byly naměřeny v bodech více vzdálených. Maximální teplota byla naměřena v bodě Z20. Celá měřená lokalita byla nezastíněná.



Obr. 26 Teplotní pole v okolí Jupiterovy kašny 4. 8. 2018 v 16.18 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.2.6 Denní měření 22. 8. 2018

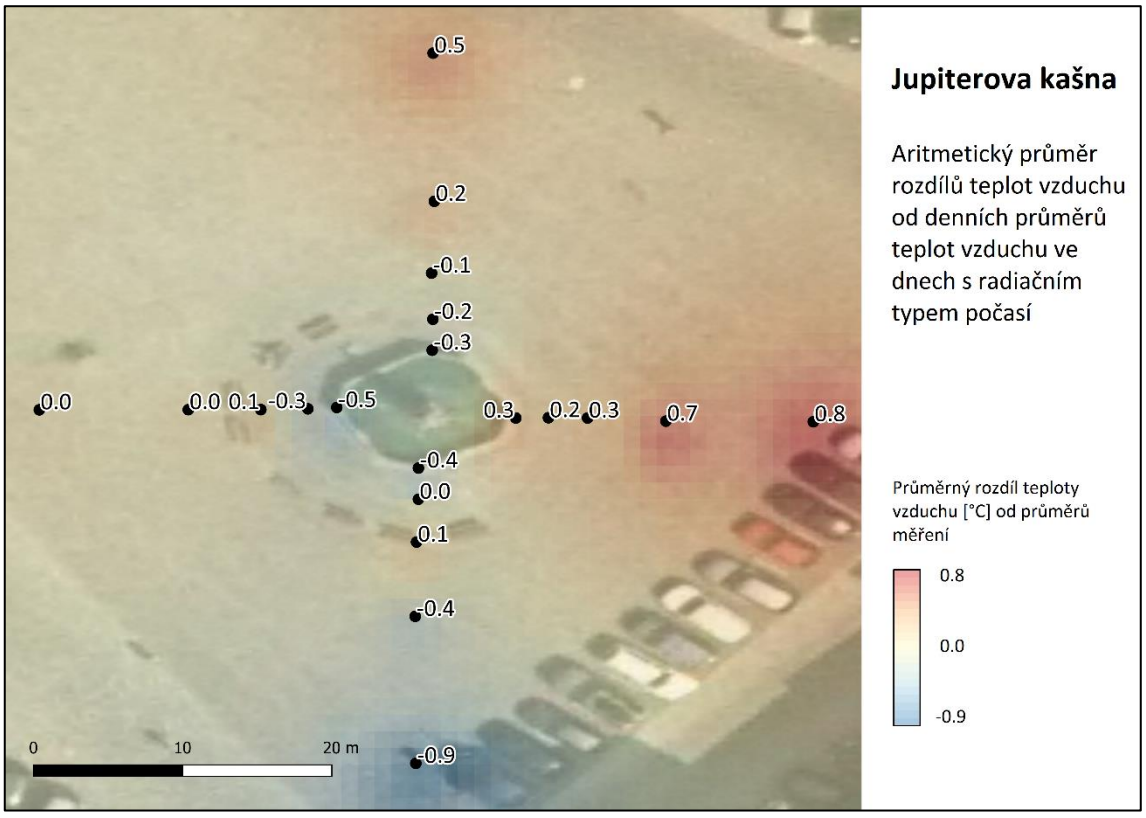
Při posledním měření pokrývala oblačnost dvě desetiny oblohy a vál slabý proměnlivý vítr o průměrné rychlosti 0,6 m · s^{-1}. Průměrná teplota vzduchu měla hodnotu 33,3 °C, pohybovala se v rozmezí od 32,6 °C do 34,3 °C, tedy v rozpětí 1,7 °C. Voda v kašně měla teplotu 24,3 °C. Nejvyšší teplota vzduchu byla v bodě S10, nejnižší teplota vzduchu byla změřena v bodě J20, který byl také jediný ve stínu. Jak je patrné z teplotní mapy na obrázku 27, nadprůměrné hodnoty teploty vzduchu se vyskytovaly severně od kašny, podprůměrné hodnoty byly naměřeny západním směrem, v jižní a východní části území teploty kolísaly poblíž průměru.



Obr. 27 Teplotní pole v okolí Jupiterovy kašny 22. 8. 2018 v 16.20 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.2.7 Průměrné denní teplotní pole

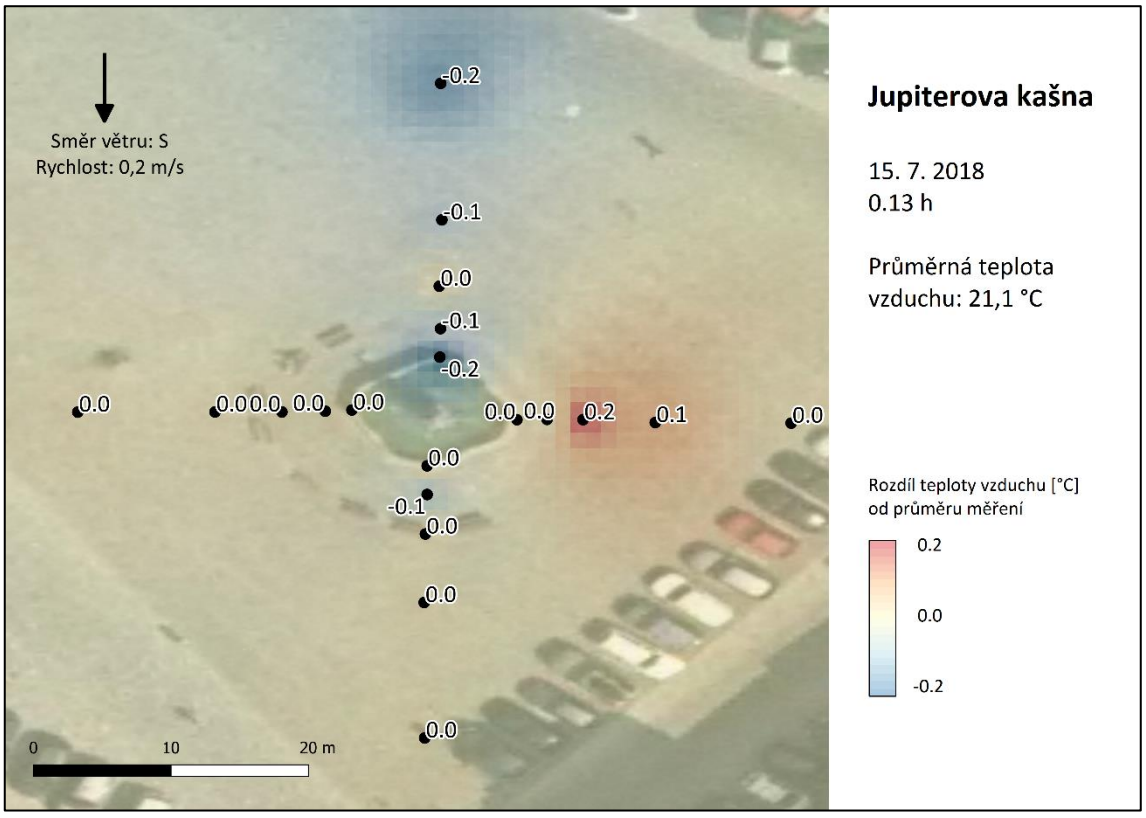
Teplotní pole na obrázku znázorňuje prostorové rozložení průměrných hodnot rozdílů teploty vzduchu od průměrných hodnot jednotlivých denních měření. Ve třech směrech (Z, S, V) dochází ke zvyšování hodnot průměrných odchylek, tedy teplota vzduchu roste se vzdáleností od kašny. V průměru nejvyšší teploty vzduchu byly zaznamenány v bodu V20, těsně následoval bod V10. Největší zápornou odchylku teploty vzduchu vykazoval bod J20, viz teplotní pole na obrázku 28. Rozbor možných příčin takového teplotního rozložení je v kapitole 7 Diskuze.



Obr 28. Aritmetický průměr rozdílů teplot od denních průměrů z denních měření u Jupiterovy kašny splňujících podmínky radiačního typu počasí, tedy 14. 7., 21. 7., 3. 8. a 22. 8. 2018, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.2.8 Noční měření 15. 7. 2018

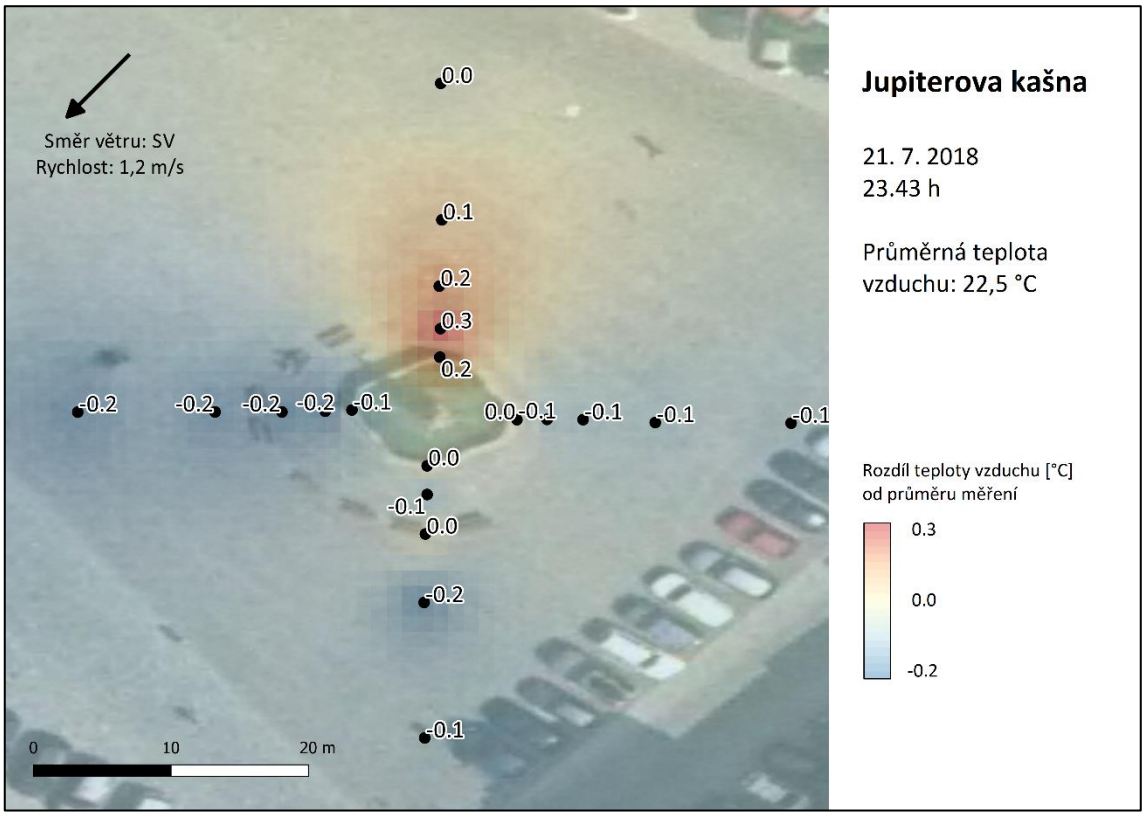
Při prvním nočním měření u Jupiterovy kašny vanul slabý vítr severního směru o průměrné rychlosti 0,2 m · s^{-1}. Teploty vzduchu se v měřených bodech pohybovaly od 20,9 °C do 21,3 °C, rozdíl mezi maximální a minimální teplotou vzduchu byl tudíž 0,4 °C. Nejvyšší hodnota teploty vzduchu 21,3 °C zaznamenaná v bodě V5, se od průměrné teploty vzduchu 21,1 °C lišila o 0,2 °C. Nejnižší teplota 20,9 °C byla změřena v bodech S0 a S20. V ostatních bodech se teplota vzduchu odlišovala maximálně o 0,1 °C, jak je vidět z grafického znázornění teplotního pole na obrázku 29.



Obr. 29 Teplotní pole v okolí Jupiterovy kašny 15. 7. 2018 v 0.13 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.2.9 Noční měření 21. 7. 2018

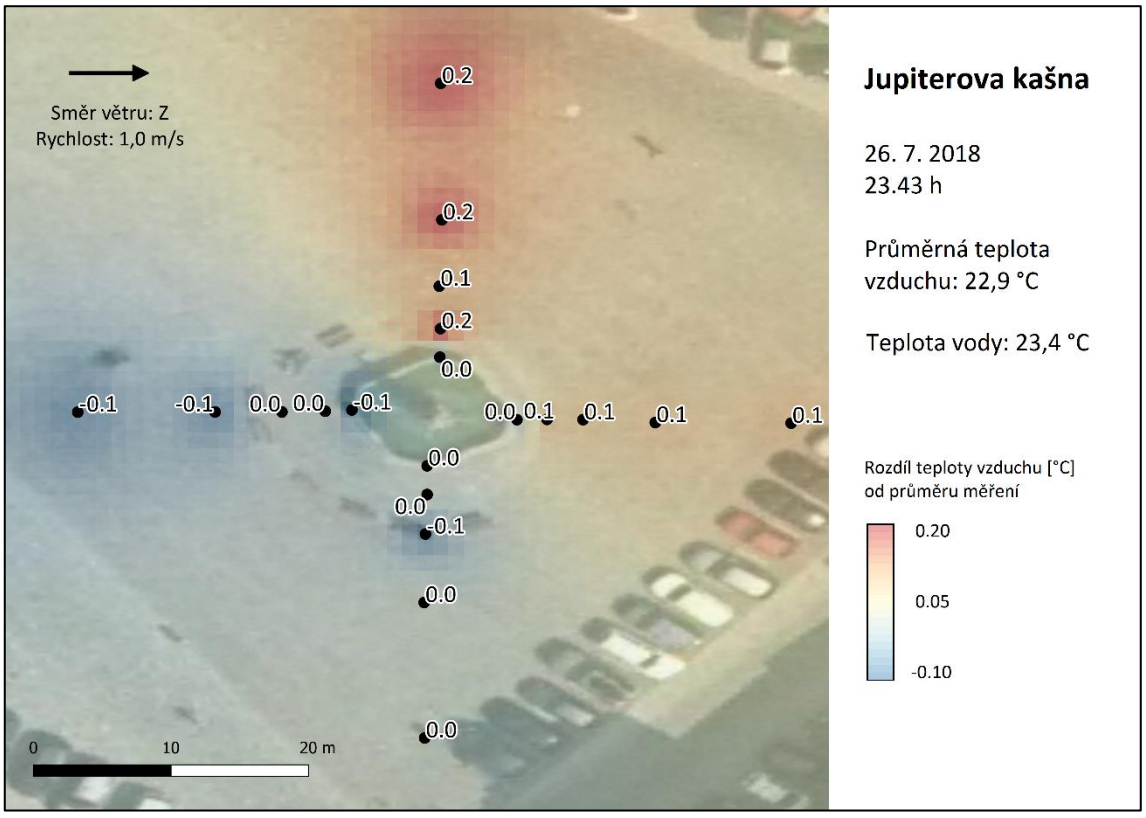
Severovýchodní vítr o průměrné rychlosti 1,2 m · s^{-1} doprovázel druhé měření u Jupiterovy kašny. Nadprůměrné teploty vzduchu se vyskytovaly v prvních čtyřech bodech severně od kašny, kdy nejvyšší hodnota 22,8 °C byla zaznamenána v bodě S2. Nejnižší hodnota teploty vzduchu 22,3 °C byla naměřena ve čtyřech bodech (Z2, Z5, Z10 a J10), jak je patrné v grafickém znázornění na obrázku 30. Průměrná teplota vzduchu v okolí kašny měla hodnotu 22,5 °C. Rozdíl mezi maximální a minimální hodnotou teploty vzduchu činil 0,5 °C.



Obr. 30 Teplotní pole v okolí Jupiterovy kašny 21. 7. 2018 ve 23.43 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.2.10 Noční měření 26. 7. 2018

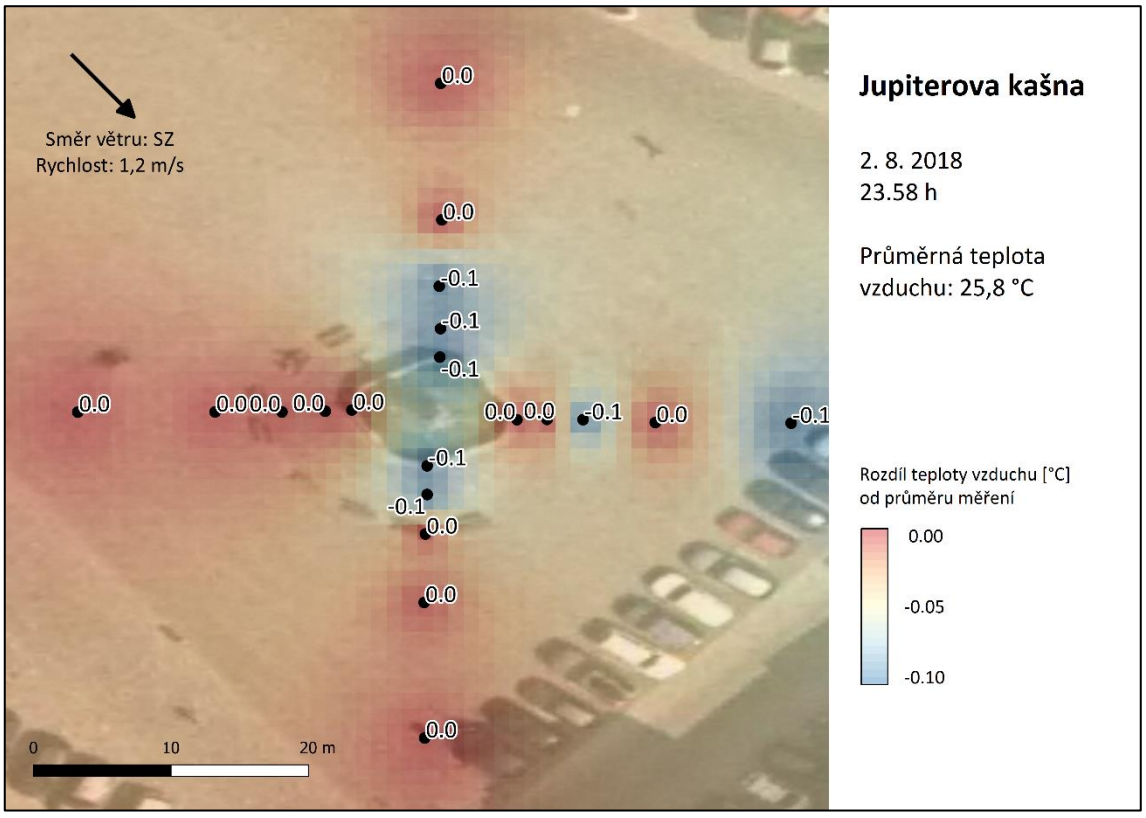
Při třetím nočním měření vál západní vítr o průměrné rychlosti 1,0 m · s^{-1}. Voda v kašně měla teplotu 23,4 °C, průměrná teplota vzduchu činila 22,9 °C. Rozdíl mezi maximální naměřenou teplotou 23,1 °C v bodech S2, S10, S20 a minimální teplotou vzduchu 22,8 °C v bodech Z0, Z10, Z20 a J5 činil 0,3 °C. Nejvyšší teploty tedy byly zjištěny severně od kašny, nejchladněji bylo směrem na západ od vodní plochy, body v jižní a východní části zkoumaného území zaznamenaly hodnoty blížící se průměrné teplotě, lehce chladněji bylo v bodech jižním směrem, viz teplotní pole na obrázku 31.



Obr. 31 Teplotní pole v okolí Jupiterovy kašny 26. 7. 2018 ve 23.43 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.2.11 Noční měření 2. 8. 2018

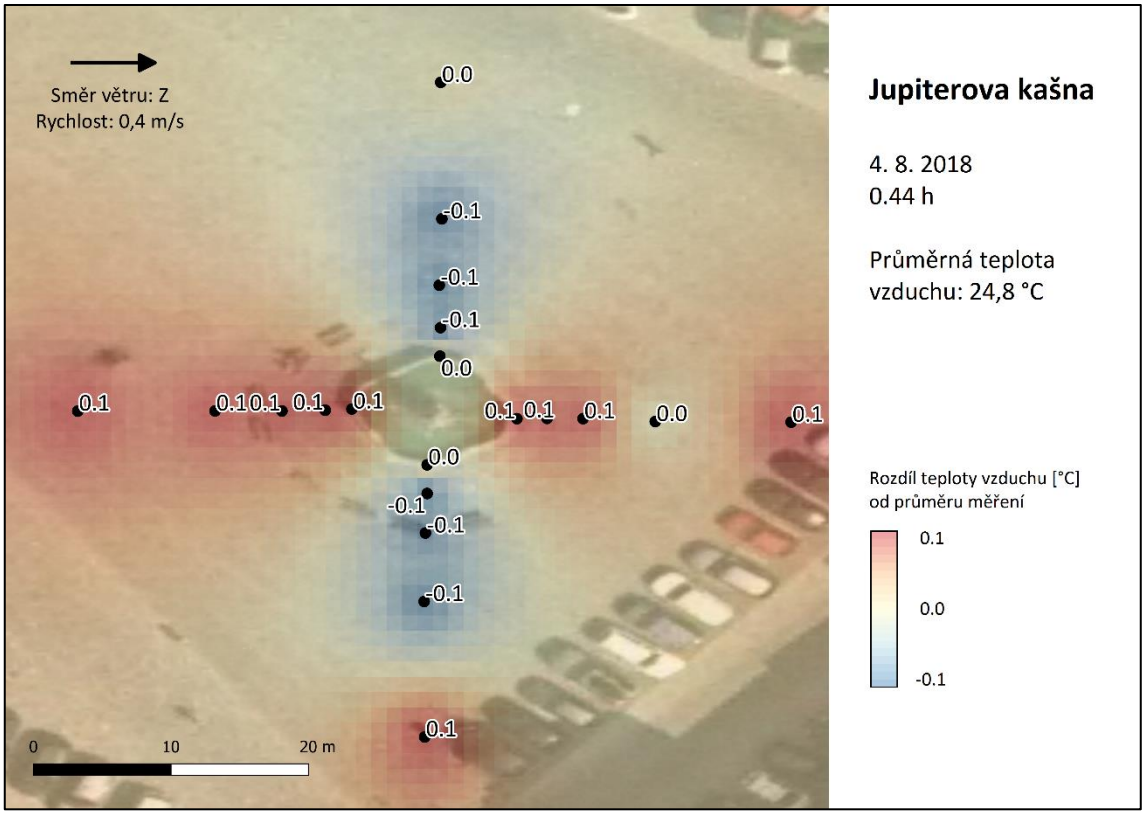
Noc z 2. na 3. srpna byla mimořádně teplá, průměrná teplota vzduchu u Jupiterovy kašny okolo půlnoci měla hodnotu 25,8 °C. Měření doprovázel severozápadní vítr s průměrnou rychlostí 1,2 m · s^{-1}. Teplotní pole lze vzhledem k velikosti jednoho dílku stupnice digitálního teploměru považovat za homogenní. V sedmi bodech (S0, S2, S5, V5, V20, J0 a J2) byla naměřena teplota vzduchu 25,7 °C, což je o 0,1 °C méně než průměr. V ostatních bodech dosahovala teplota vzduchu hodnoty průměrné teploty vzduchu. tedy 25,8 °C, viz teplotní mapa na obrázku 32.



Obr. 32 Teplotní pole v okolí Jupiterovy kašny 2. 8. 2018 ve 23.58 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.2.12 Noční měření 4. 8. 2018

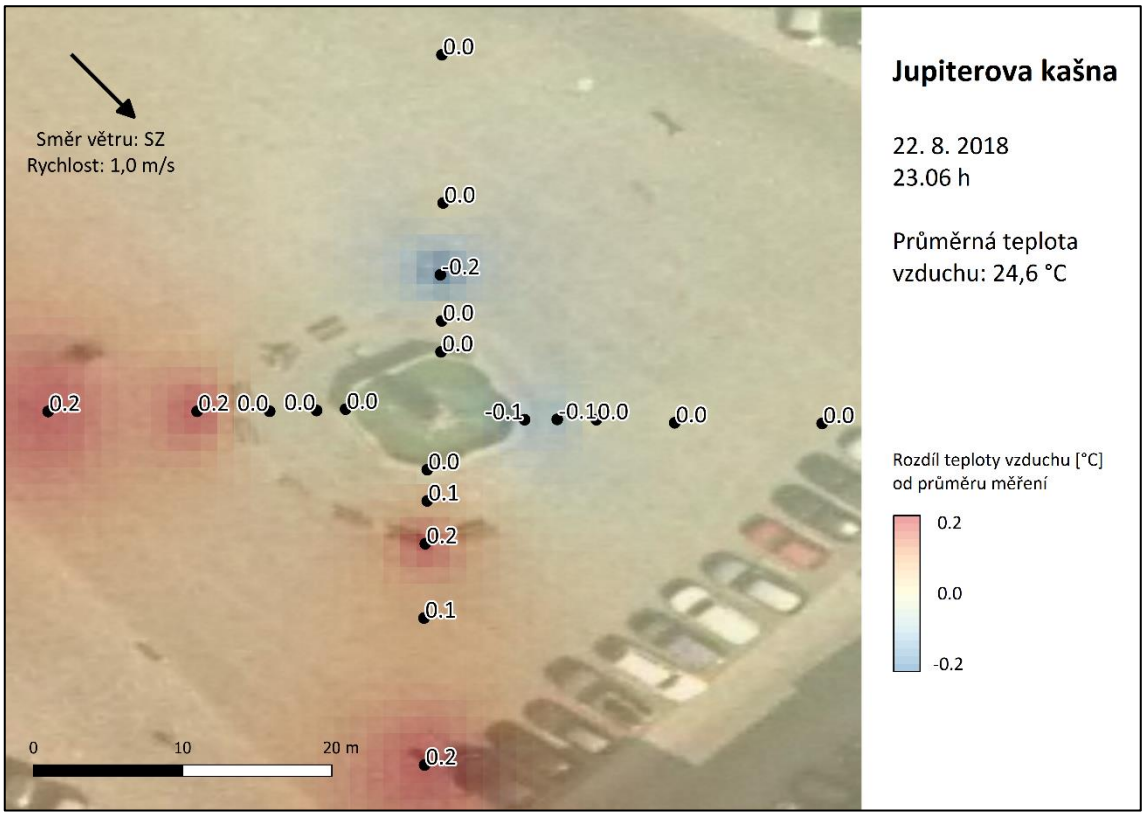
Měření provedené 4. srpna se vyznačovalo podobně nevýraznými rozdíly teplot jako v předešlé noci. Průměrná teplota vzduchu činila 24,8 °C, mezi nejnižší (24,7 °C) a nejvyšší (24,9 °C) teplotou vzduchu byl rozdíl pouze 0,2 °C. Foukal západní vítr o průměrné rychlosti 0,4 m · s^{-1}. Jak je patrné z teplotního pole na obrázku 33, nižší teploty byly lokalizovány v bodech severně a jižně od kašny (s výjimkou bodu J20), naopak tepleji bylo západně a východně od vodní plochy.



Obr. 33 Teplotní pole v okolí Jupiterovy kašny 4. 8. 2018 v 0.44 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.2.13 Noční měření 22. 8. 2018

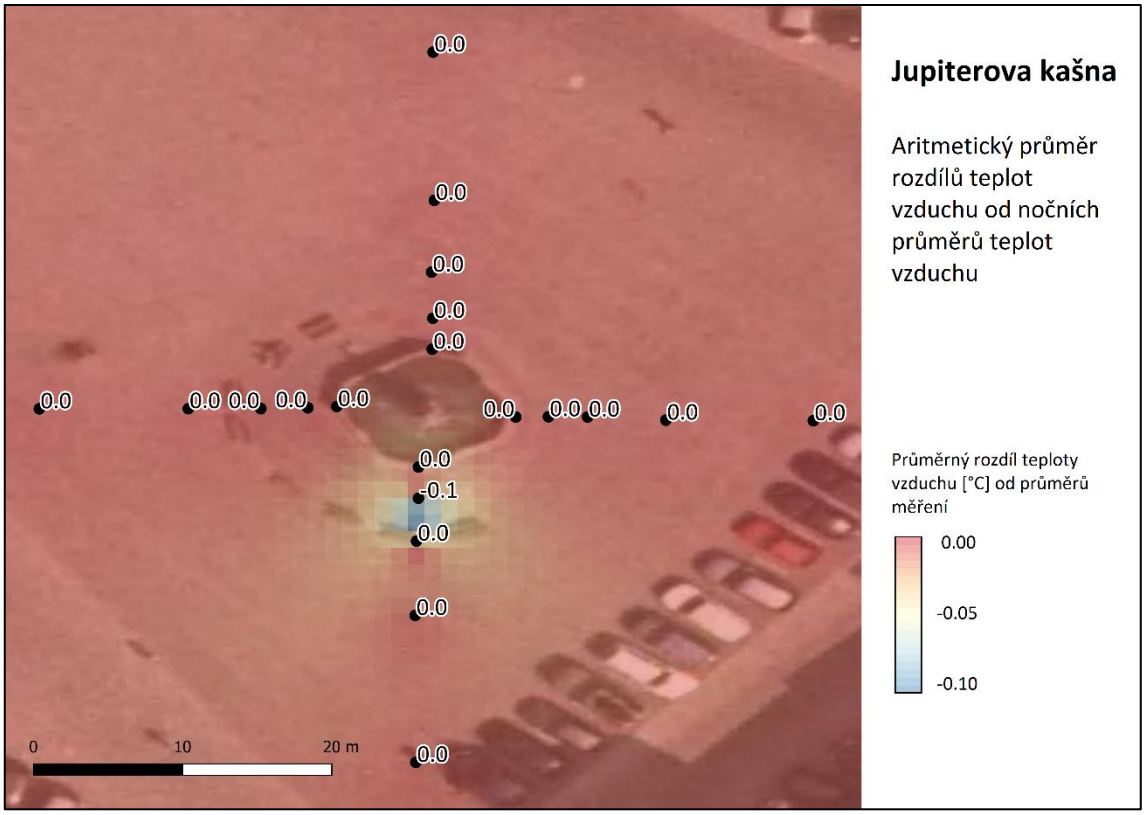
Ze severozápadu vál vítr o rychlosti 1,0 m · s^{-1} během posledního nočního měření v blízkosti Jupiterovy kašny. Průměrná teplota vzduchu měla hodnotu 24,6 °C. Nejvyšší teplota vzduchu 24,8 °C byla zaznamenána v bodech Z10, Z20, J5 a J10, bod s nejnižší teplotou vzduchu 24,4 °C se nacházel 5 m severně od vodní plochy. Rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší teplotou vzduchu tedy činil 0,4 °C. Nadprůměrné teploty byly lokalizovány západním a jižním směrem od kašny, chladnější vzduch se nacházel severně a východně od vodní plochy, viz obrázek 34.



Obr. 34 Teplotní pole v okolí Jupiterovy kašny 22. 8. 2018 ve 23.06 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.2.14 Průměrné noční teplotní pole

V 19 měřených bodech ze 20 byl aritmetický průměr dílčích odchylek od teplotních průměrů jednotlivých dní roven 0,0 °C. Pouze v jednom bodě (J2) činil výsledný průměrný rozdíl teplot -0,1 °C v rámci zaokrouhlování na jednu desetinu stupně Celsia. Z průměrného teplotního pole na obrázku 35 tedy vyplývá, že se v měřeném okolí Jupiterovy kašny během nocí nenacházejí lokality s nižší, respektive vyšší teplotou vzduchu.



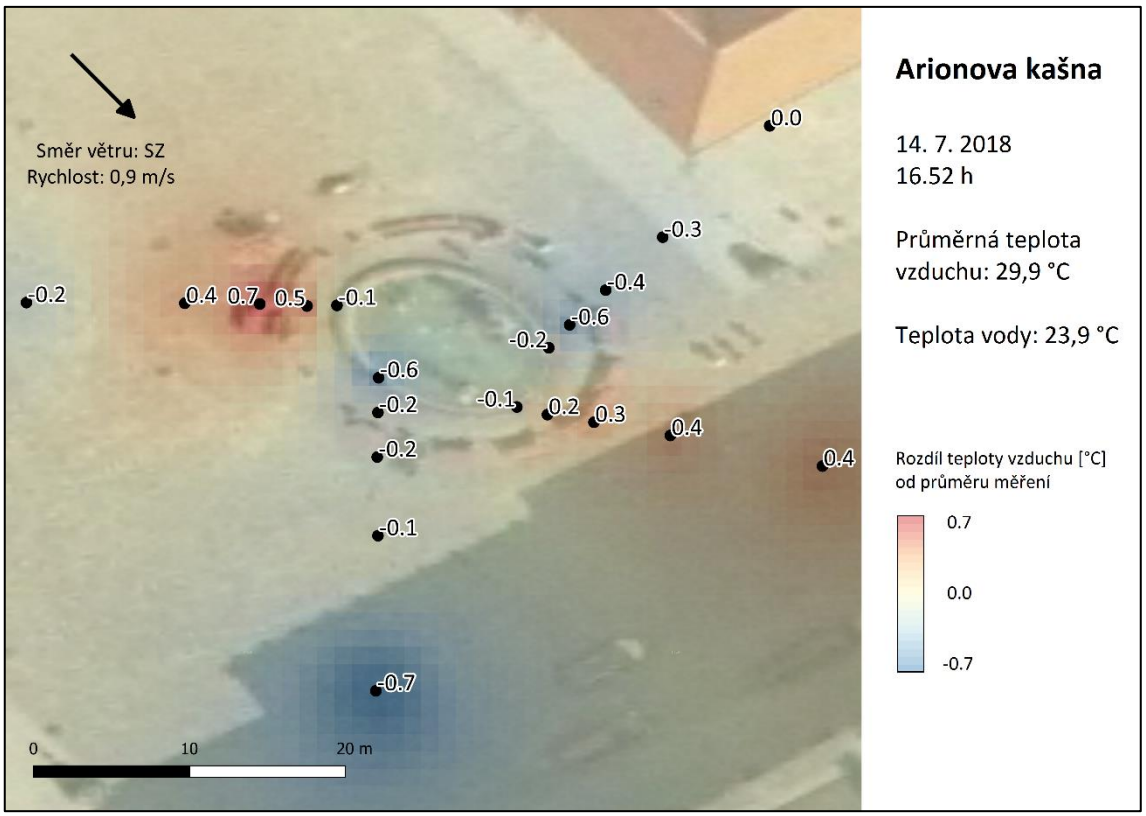
Obr. 35 Aritmetický průměr rozdílů teplot vzduchu od nočních průměrů teplot z měření u Jupiterovy kašny, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.3 Arionova kašna

6.3.1 Denní měření 14. 7. 2018

Pevná překážka (budova radnice) znemožnila měření teploty severním směrem, proto došlo k přesunutí měřených bodů k severovýchodu. Pro přehlednost budou ale tyto body v lokalitě Arionovy kašny značeny stejným způsobem (S0, S2, S5, S10, S20). Také byla mírně upravena pozice východních měřicích stanovišť s cílem vykompenzovat posunutí severních bodů.

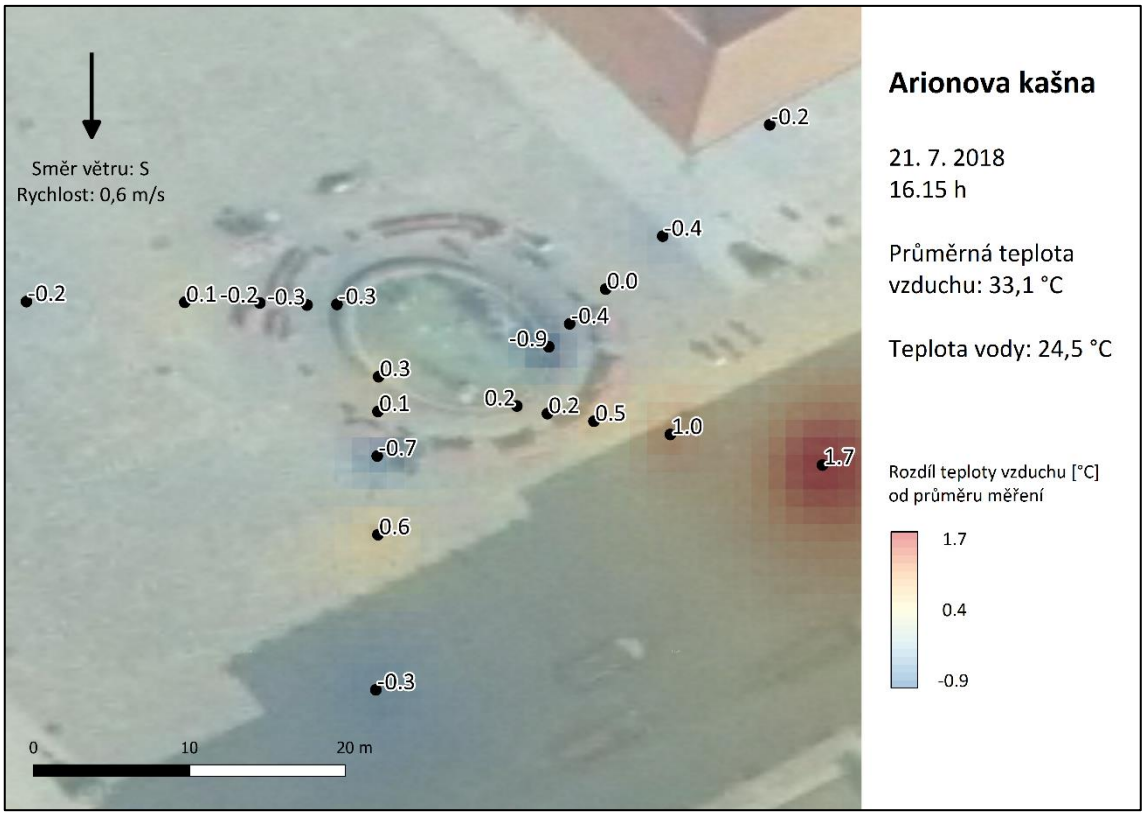
Při prvním měření u Arionovy kašny vál severozápadní vítr o průměrné rychlosti 0,9 m · s^{-1}, oblačnost pokrývala dvě desetiny oblohy. Průměrná teplota vzduchu dosahovala 29,9 °C, voda měla teplotu 23,9 °C. Stín se vyskytoval v bodech J20, Z20 a S20. Nadprůměrné teploty byly změřeny převážně západním a východním směrem od kašny s maximem 30,6 °C v bodě Z5, chladněji bylo severně a jižně od kašny s minimem 29,2 °C v bodě J20, viz teplotní pole na obrázku 36. Rozdíl mezi maximální a minimální teplotou vzduchu tedy činil 1,4 °C.



Obr. 36 Teplotní pole v okolí Arionovy kašny 14. 7. 2018 v 16.52 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.3.2 Denní měření 21. 7. 2018

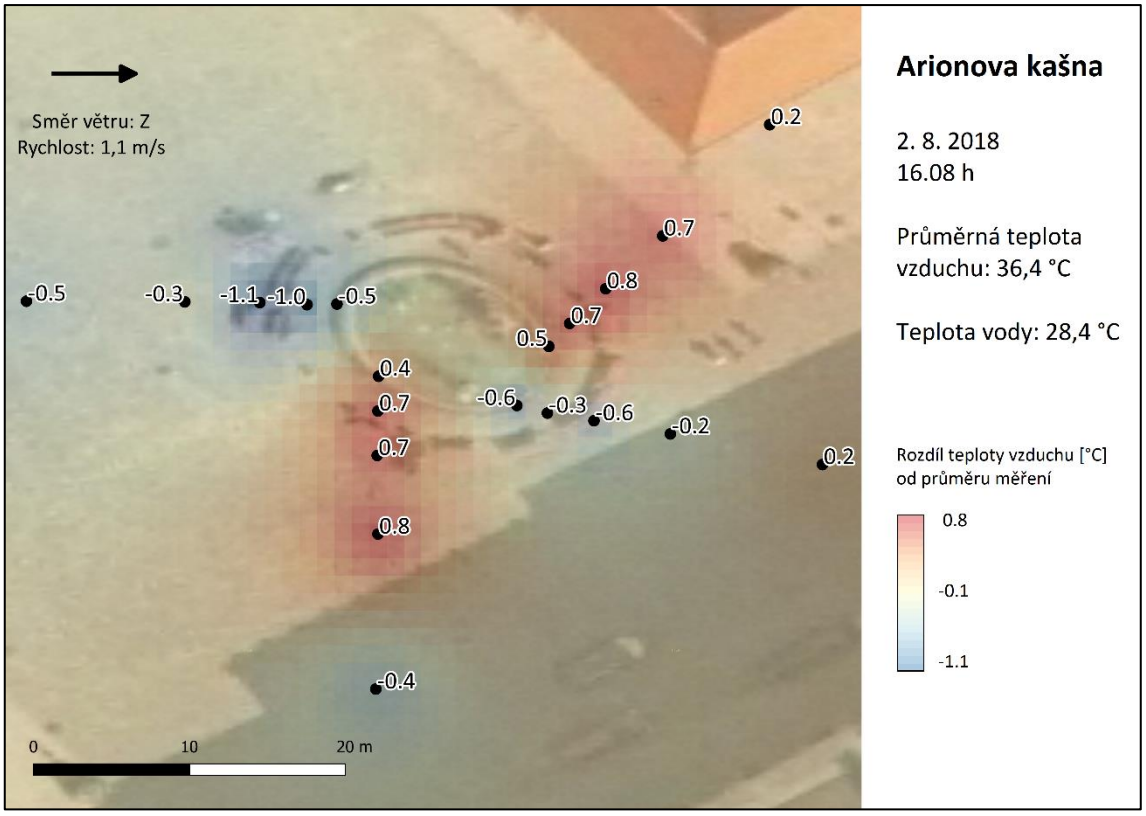
O týden později byla obloha pokrytá oblačností rovněž v rozsahu dvou desetin. Foukal severní vítr o průměrné rychlosti 0,6 m · s^{-1}, voda v kašně měla teplotu 24,5 °C. Teploty vzduchu se v měřených bodech pohybovaly od 32,2 °C (S0) do 34,8 °C (V20), rozdíl mezi maximální a minimální teplotou vzduchu tedy činil 2,6 °C. Průměrná teplota vzduchu měla hodnotu 33,1 °C. Ve stínu se nacházel pouze bod J20. Jak lze vidět z teplotního pole na obrázku 37, nadprůměrné teploty se vyskytovaly východně od kašny, naopak v bodech severním a západním směrem od vodní plochy byly změřeny teploty vzduchu s převážně zápornými odchylkami od průměrné teploty vzduchu. Teplota v bodech jižním směrem od kašny byla rozkolísaná, součet jejich rozdílů od průměrné teploty vzduchu dává 0,0 °C.



Obr. 37 Teplotní pole v okolí Arionovy kašny 21. 7. 2018 v 16.15 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.3.3 Denní měření 2. 8. 2018

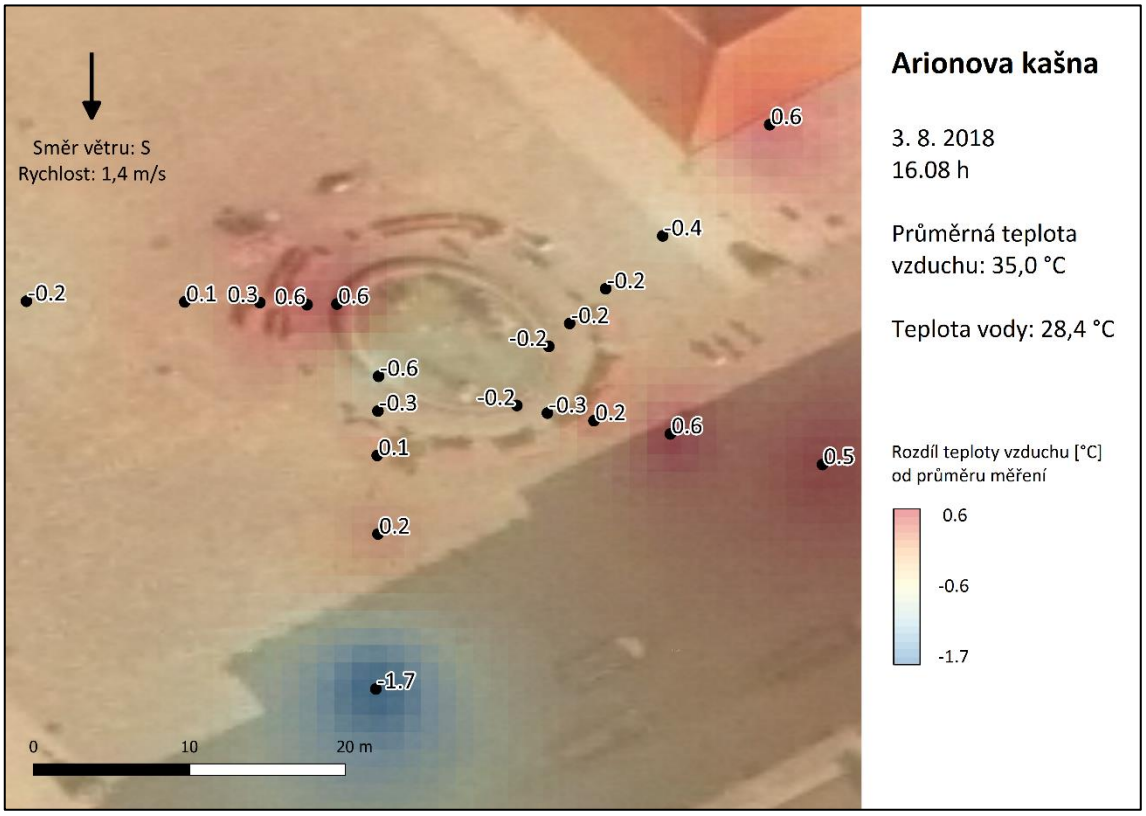
Porovnáním teplotního pole z 2. srpna, viz grafické vyjádření na obrázku 38, s teplotním polem ze 14. července (obrázek 36) jde vidět opačné rozmístění teplotně nadprůměrných a teplotně podprůměrných oblastí. Zatímco v prvním měření byly nižší teploty vzduchu zaznamenány severně a jižně od kašny, při tomto měření bylo chladněji východně a západně, naopak tepleji severně a jižně od kašny. Výjimkou tohoto rozdělení jsou body V20 s mírně nadprůměrnou teplotou vzduchu a J20 s nižší teplotou oproti průměrné hodnotě. Bod J20 byl zároveň jediným zastíněným bodem měření. Měření provázel západní vítr o průměrné rychlosti 1,1 m · s^{-1}, oblačnost pokrývala dvě desetiny oblohy, voda v kašně měla teplotu 28,4 °C. Rozdíl mezi nejvyšší (37,2 °C) a nejnižší (35,3 °C) teplotou vzduchu činil 1,9 °C, přičemž průměrná teplota vzduchu v měřeném okolí Arionovy kašny dosahovala 36,4 °C.



Obr. 38 Teplotní pole v okolí Arionovy kašny 2. 8. 2018 v 16.08 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.3.4 Denní měření 3. 8. 2018

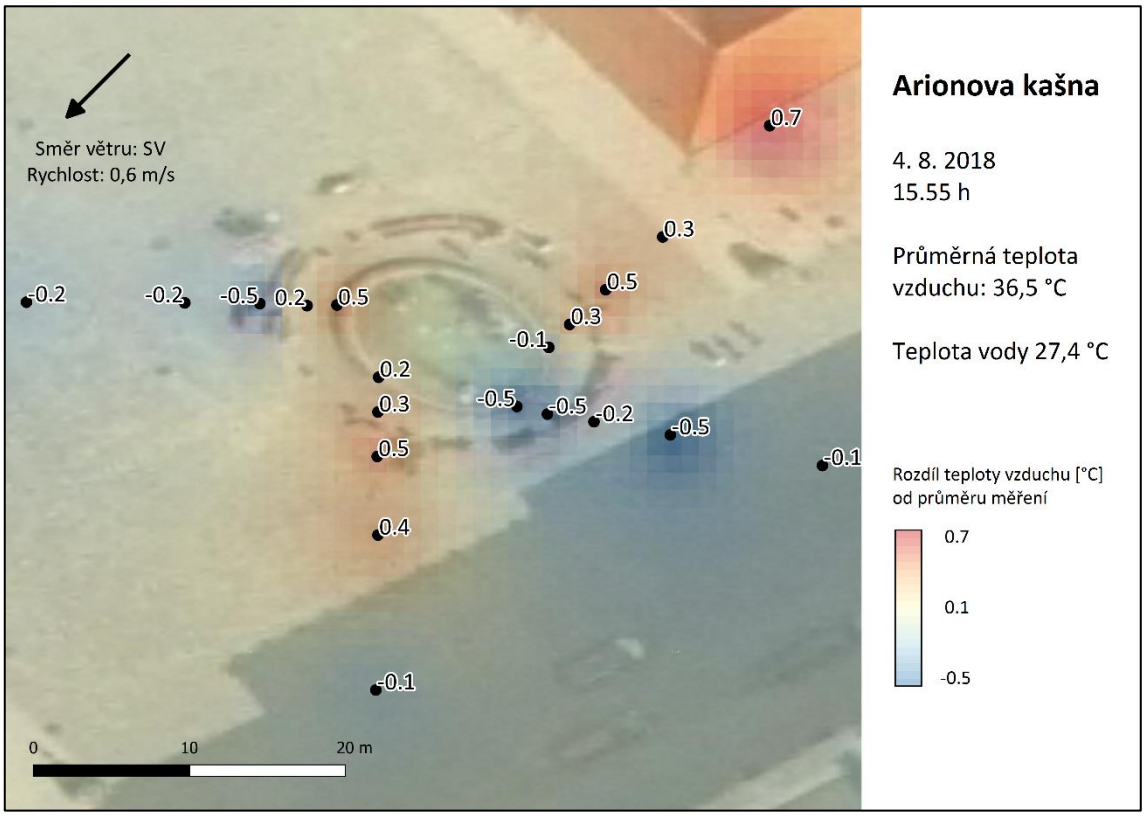
Severní vítr o průměrné rychlosti 1,4 m · s^{-1} vál při měření dne 3. srpna. Bylo zcela jasné počasí (pokrytí oblohy oblačností 0/10). Teplota vody v kašně zůstala oproti minulému měření neměnná, tedy 28,4 °C. Průměrná teplota vzduchu byla 35,0 °C. Jak je patrné z teplotního pole na obrázku 39, výrazná záporná odchylka od teplotního průměru byla zaznamenána v bodě J20, který byl jediný zastíněn. Významněji vyšší teploty vzduchu oproti průměru se vyskytly v bodech V10, V20, S20, Z0 a Z2, na ostatních místech měření se teploty pohybovaly blízko průměrné hodnoty. Mezi nejnižší (33,3 °C) a nejvyšší (35,6 °C) teplotou vzduchu byl rozdíl 2,3 °C.



Obr. 39 Teplotní pole v okolí Arionovy kašny 3. 8. 2018 v 16.08 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.3.5 Denní měření 4. 8. 2018

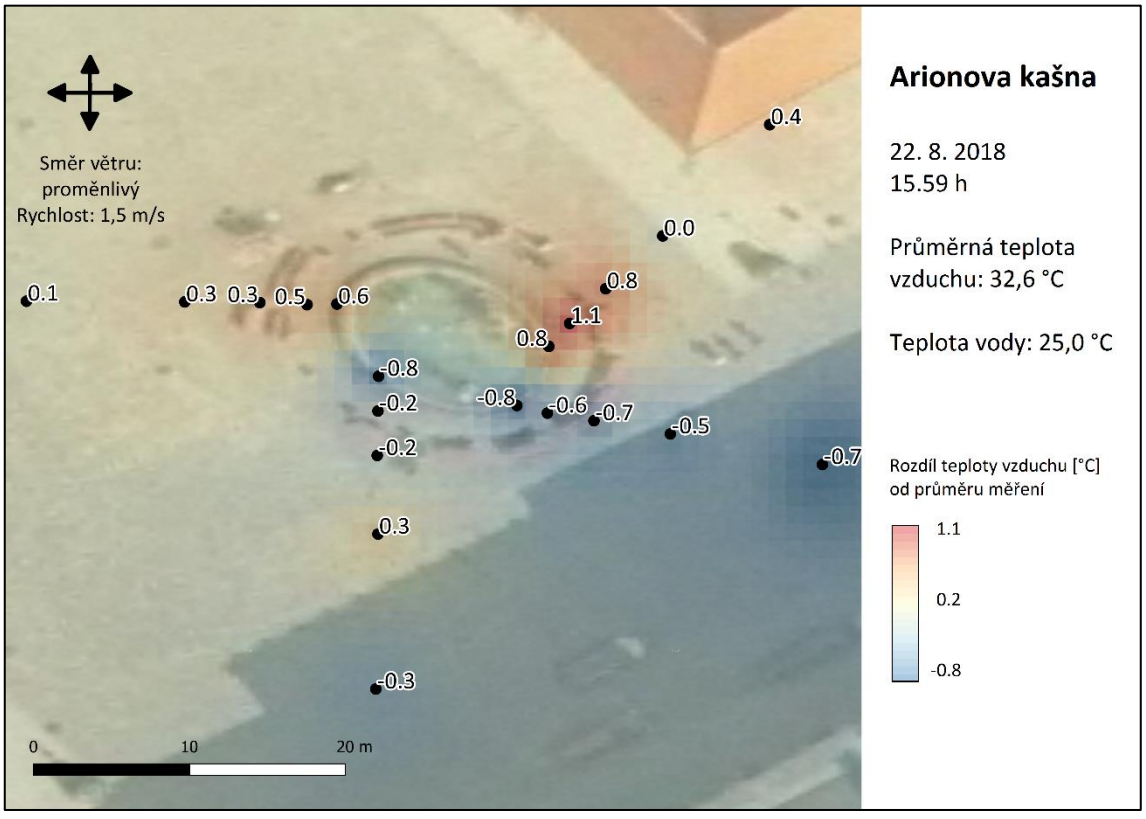
Jediným měřením v lokalitě Arionovy kašny, které není započítáno do průměru (viz teplotní pole v kapitole 6.3.7), je to z 4. srpna. Oblačnost totiž pokrývala tři desetiny oblohy. Foukal vítr ze severovýchodu o průměrné rychlosti 0,6 m · s^{-1}. Průměrná teplota vzduchu měla hodnotu 36,5 °C, teplota vody v kašně byla 27,4 °C. Maximální teplota vzduchu zaznamenaná v bodě S20, který se nachází poblíž budovy radnice, činila 37,2 °C. Nejchladněji (36,0 °C) bylo ve více bodech, převážně východně od vodní plochy. Z teplotního pole na obrázku 40 lze vidět, že se vyšší teploty vzduchu vyskytovaly převážně severně a jižně od kašny, podprůměrné teploty vzduchu byly změřeny východně od vodní plochy a ve třech nejvzdálenějších bodech západně od kašny. Ve stínu se nacházel pouze bod J20. Rozdíl mezi maximální a minimální teplotou vzduchu naměřenou v této lokalitě činil 1,2 °C, což je poněkud méně oproti předchozím denním měřením.



Obr. 40 Teplotní pole v okolí Arionovy kašny 4. 8. 2018 v 15.55 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.3.6 Denní měření 22. 8. 2018

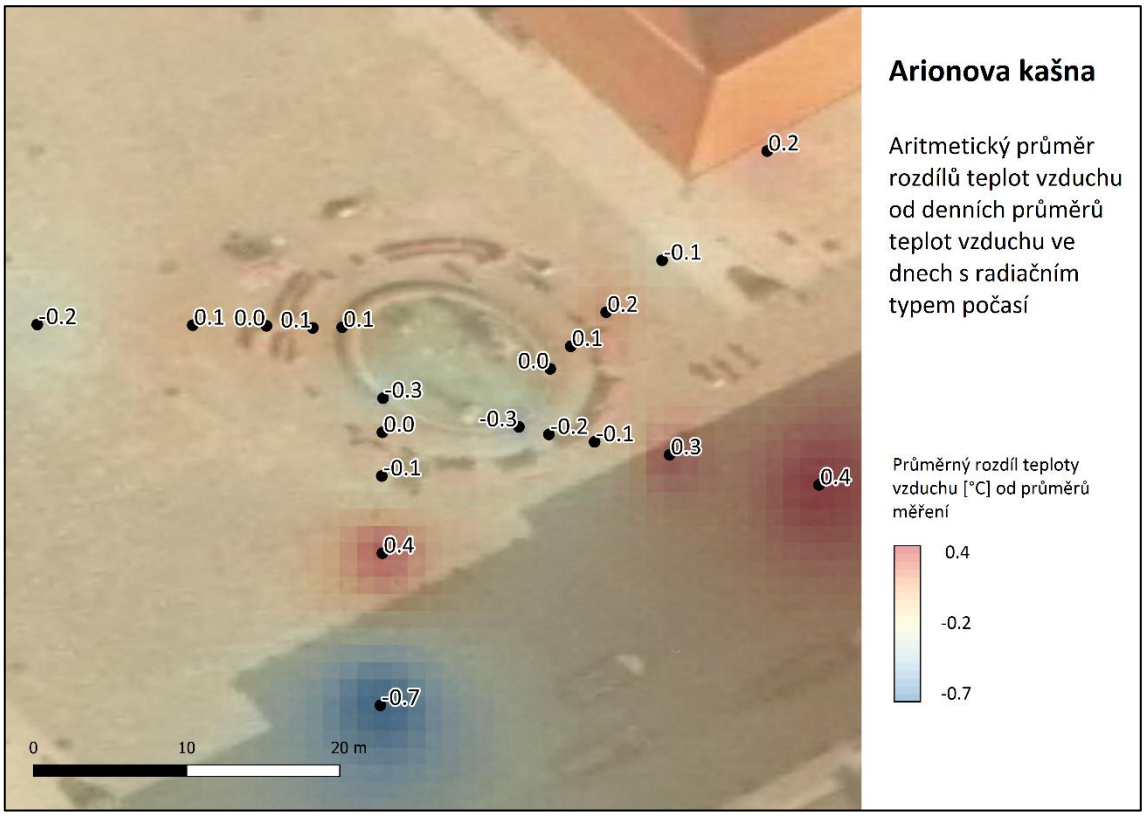
Proměnlivý vítr s průměrnou rychlostí 1,5 m · s^{-1} doprovázel poslední denní měření v okolí Arionovy kašny. Oblaka pokrývala oblohu v rozsahu dvou desetin, teplota vody v kašně byla 25,0 °C. Minimální teplota vzduchu v této lokalitě činila 31,8 °C, maximální hodnota teploty vzduchu dosáhla 33,7 °C, rozdíl maximální a minimální teploty vzduchu je tedy 1,9 °C. Průměrná teplota vzduchu během tohoto měření byla 32,6 °C. Podprůměrné teploty se koncentrovaly východně a jižně od vodní plochy, minimum bylo změřeno v bodech V0 a J0, nadprůměrné hodnoty se vyskytovaly převážně severně a západně od kašny s maximem v bodě S2, viz teplotní pole na obrázku 41. Ve stínu se nalézaly body Z20 a J20.



Obr. 41 Teplotní pole v okolí Arionovy kašny 22. 8. 2018 v 15.59 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.3.7 Průměrné denní teplotní pole

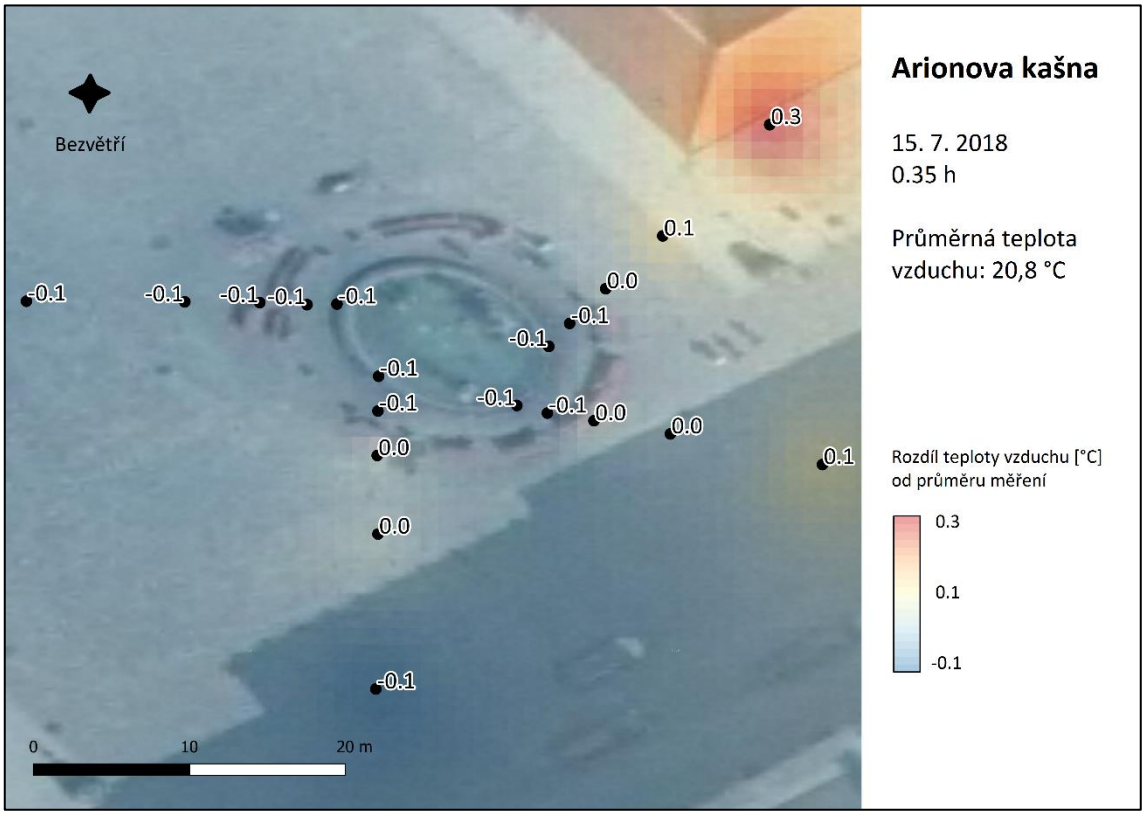
Hodnoty na obrázku 42 vyjadřují průměry rozdílů teplot od denních průměrů teplot vzduchu z měření, kdy byla splněna kritéria radiačního typu počasí. Ukazuje se, že v bodě J20 byly zaznamenávány výrazněji nižší teploty vzduchu než v okolí. Tento bod se nacházel ve stínu během všech měření. Podprůměrné teploty vzduchu byly také zaznamenány v bezprostřední blízkosti kašny v bodech J0 a V0. Teplejšími místy jsou body V10, V20 a J10, jak je patrné z teplotního pole na obrázku. Možnými vlivy na rozložení teplot vzduchu se zabývá kapitola 7 Diskuze.



Obr. 42 Aritmetický průměr rozdílů teplot od denních průměrů z denních měření u Arionovy kašny splňujících podmínky radiačního typu počasí, tedy 14. 7., 21. 7., 2. 8., 3. 8. a 22. 8. 2018, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.3.8 Noční měření 15. 7. 2018

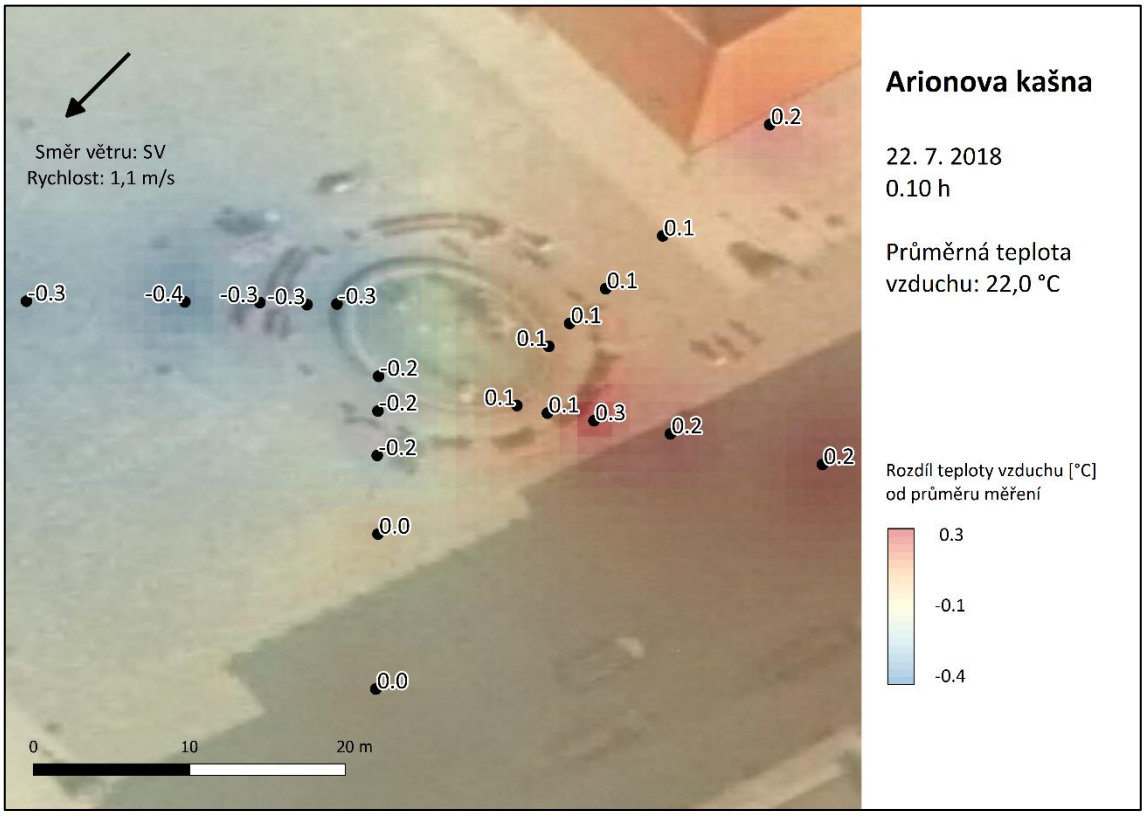
Noční měření 15. července probíhalo za bezvětří. Teplota vzduchu se ve zkoumaných bodech pohybovala od 20,7 °C do 21,1 °C, mezi maximální a minimální teplotou vzduchu byl tedy rozdíl 0,4 °C. Výrazněji se od průměru teploty vzduchu odchyloval bod S20, nacházející se poblíž budovy radnice, kde byla naměřena nejvyšší teplota 21,1 °C. V ostatních bodech se teploty lišily od průměrné hodnoty maximálně o 0,1 °C oběma směry, za povšimnutí ještě stojí záporné odchylky od průměrné teploty vzduchu (20,8 °C) ve všech bodech na západ od kašny, viz teplotní pole na obrázku 43.



Obr. 43 Teplotní pole v okolí Arionovy kašny 15. 7. 2018 v 0.35 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.3.9 Noční měření 22. 7. 2018

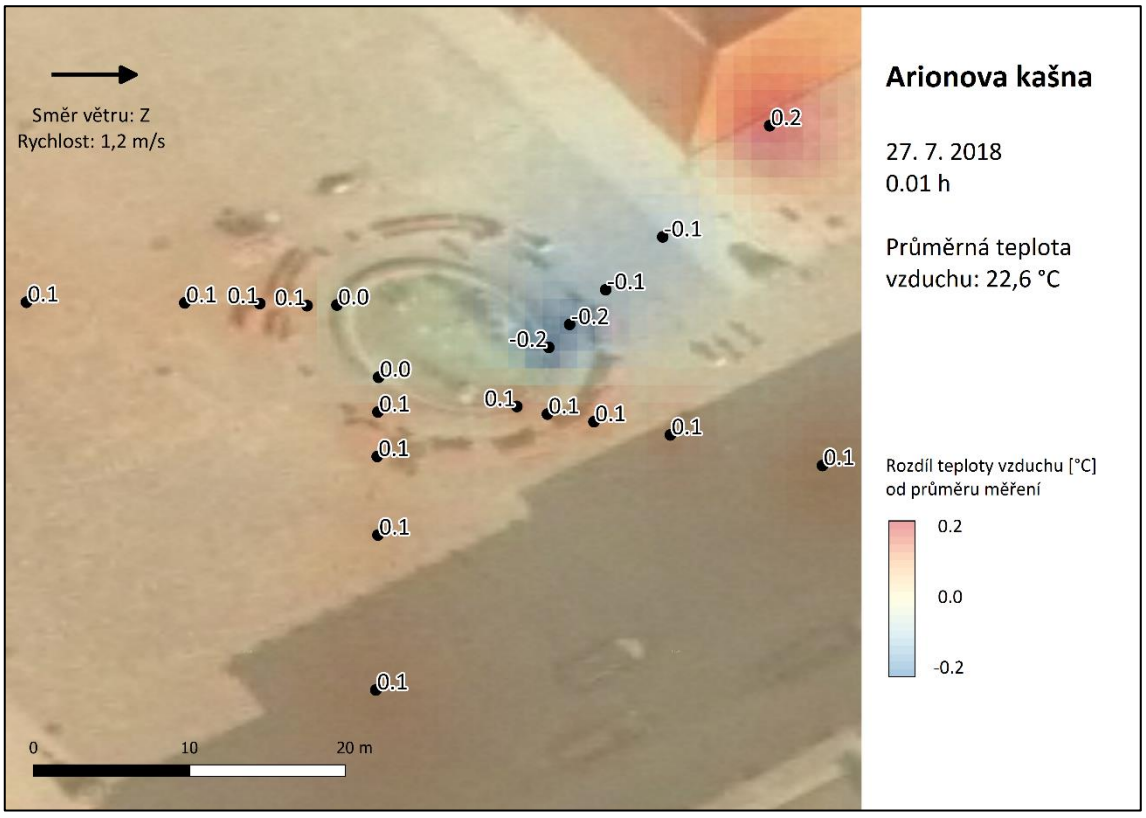
Mezi nočními měřeními se poněkud větší variabilitou teplot vzduchu vyznačovalo teplotní pole v okolí Arionovy kašny dne 22. července 2018. Rozdíl mezi nejvyšší (22,3 °C) a nejnižší (21,6 °C) teplotou vzduchu činil 0,7 °C, přičemž průměrná teplota vzduchu byla 22,0 °C. Jak lze vidět z teplotního pole na obrázku 44, nižší teploty vzduchu se vyskytovaly západně od kašny s minimem v bodě Z10 a ve třech nejbližších bodech jižně od vodní plochy, vyšší teploty byly zaznamenány v severní a východní části oblasti zájmu s maximem v bodě V5, dva nejvzdálenější body jižním směrem vykazovaly průměrnou teplotu vzduchu. V průběhu měření vál severovýchodní vítr o průměrné rychlosti 1,1 m · s^{-1}.



Obr. 44 Teplotní pole v okolí Arionovy kašny 22. 7. 2018 v 0.10 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.3.10 Noční měření 27. 7. 2018

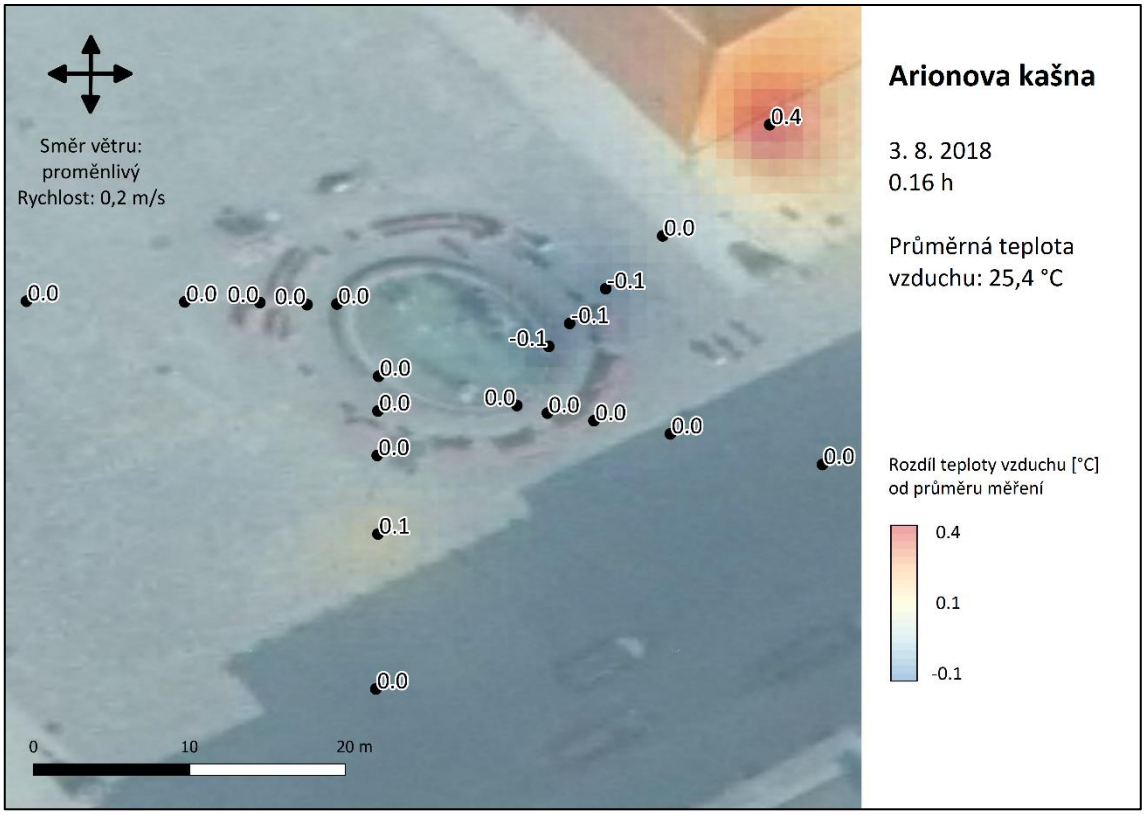
Západní vítr o průměrné rychlosti 1,2 m · s^{-1} doprovázel třetí noční měření u Arionovy kašny. Vzhledem k závadě ponorného teploměru, která vznikla v průběhu tohoto měření, zde není uvedena teplota vody. Nejvyšší teplota vzduchu (22,8 °C) byla změřena v bodě S20, v bodech S0 a S2 bylo nejchladněji (22,4 °C). Rozdíl mezi maximální a minimální teplotou vzduchu činil 0,4 °C, teplotní průměr měl hodnotu 22,6 °C. Jak je patrné z teplotního pole na obrázku 45, teplota vzduchu severně od kašny je rozkolísaná, v ostatních směrech jsou rozdíly teplot od průměru minimální.



Obr. 45 Teplotní pole v okolí Arionovy kašny 27. 7. 2018 v 0.01 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.3.11 Noční měření 3. 8. 2018

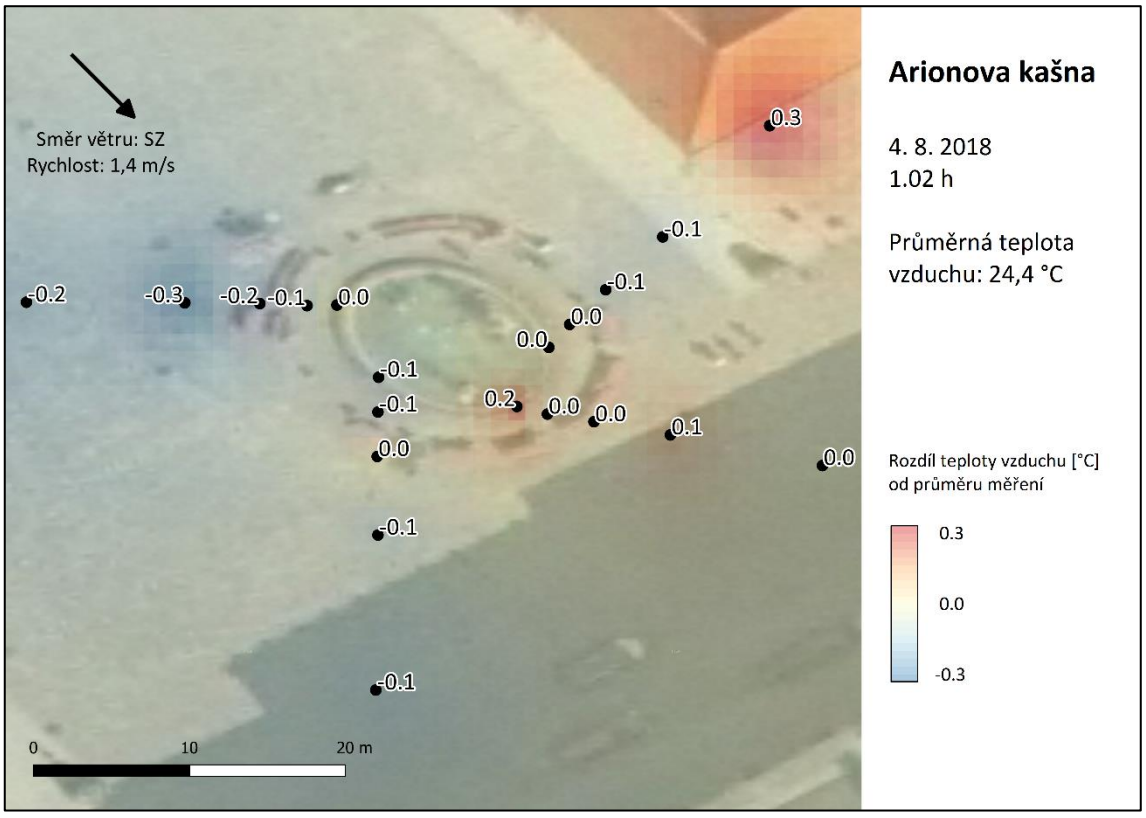
V pořadí čtvrté noční měření u Arionovy kašny charakterizovala vysoká průměrná teplota vzduchu 25,4 °C a minimální průměrná rychlost větru 0,2 m · s^{-1} bez převažujícího směru. Teplotní pole na obrázku 46 je téměř shodné s poli z prvního a posledního měření v této lokalitě. Teplota vzduchu se od průměrné hodnoty lišila maximálně o 0,1 °C oběma směry ve všech měřených bodech, kromě bodu S20 u radnice. Rozdíl mezi maximální (25,8 °C) a minimální (25,3 °C) teplotou vzduchu zde činil 0,5 °C.



Obr. 46 Teplotní pole v okolí Arionovy kašny 3. 8. 2018 v 0.16 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.3.12 Noční měření 4. 8. 2018

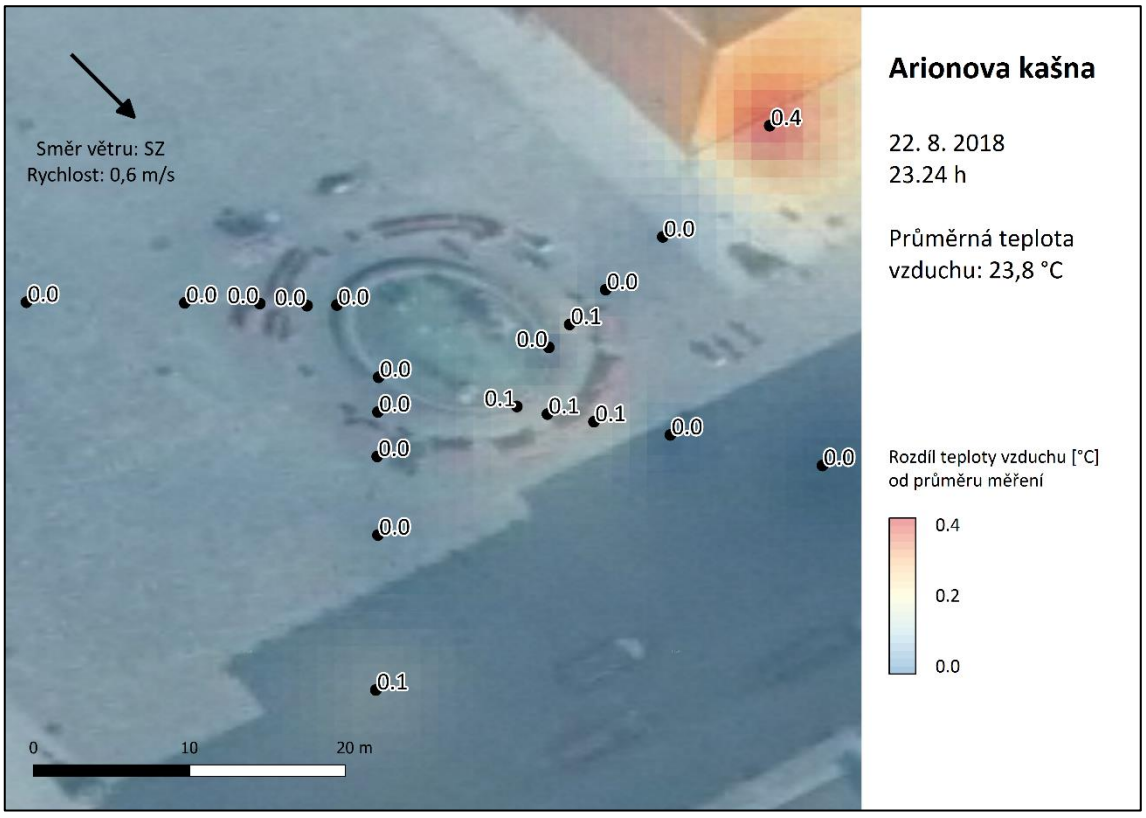
Severozápadní vítr o průměrné rychlosti 1,4 m · s^{-1} doprovázel 4. srpna noční měření v této lokalitě. Teplota vzduchu se pohybovala od 24,1 °C do 24,7 °C, rozdíl mezi maximální a minimální teplotou tedy činil 0,6 °C. Průměrná teplota vzduchu byla 24,4 °C. Chladnější vzduch se soustřeďoval západně od kašny s teplotním minimem v bodě Z10, nejtepleji bylo v bodě S20 v závětří poblíž budovy, dalším místem s nadprůměrnou teplotou byl bod V0. V ostatních měřených bodech se teplota držela poblíž průměru, viz grafické vyjádření teplotního pole na obrázku 47.



Obr. 47 Teplotní pole v okolí Arionovy kašny 4. 8. 2018 v 1.02 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.3.13 Noční měření 22. 8. 2018

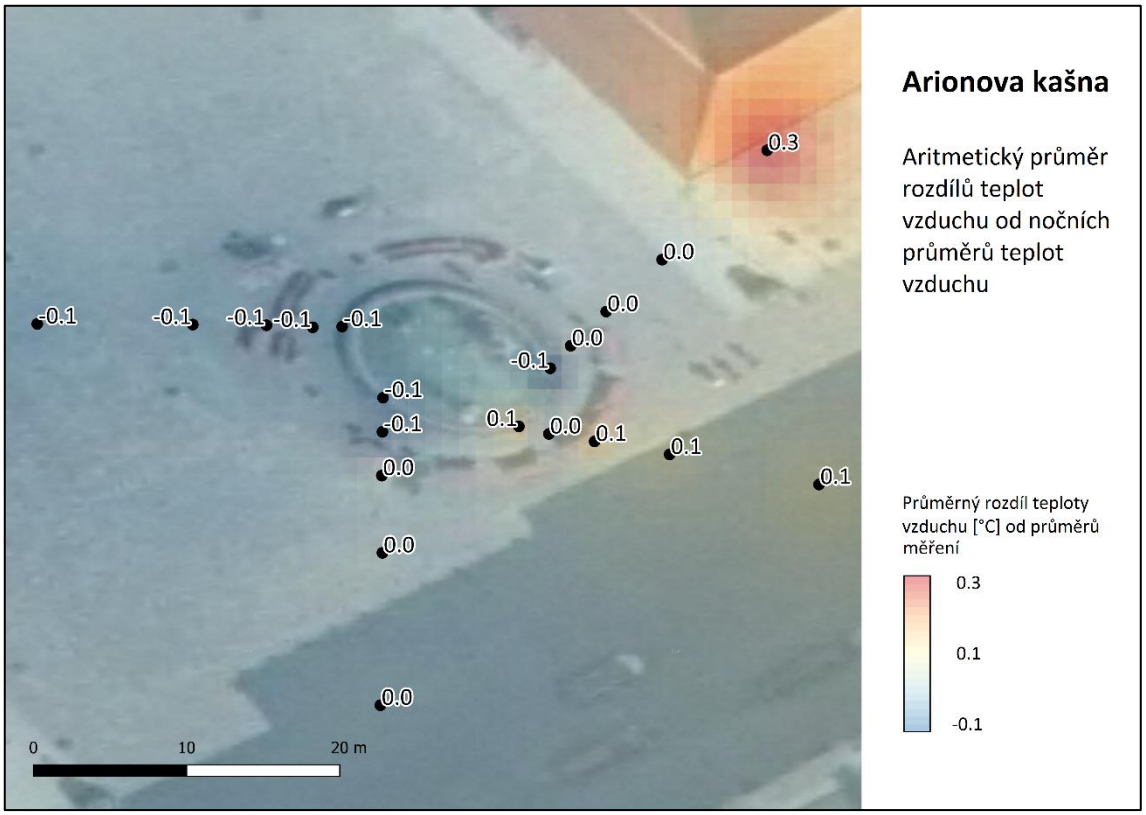
Rozložení odchylek od průměrné teploty vzduchu vyjádřené na obrázku 48 je velmi podobné měřením z 15. července a 3. srpna, dalším společným znakem je velmi slabý vítr. V tomto případě měl severozápadní vítr průměrnou rychlost 0,6 m · s^{-1}. Nejvyšší teplota vzduchu 24,2 °C byla naměřena v bodě S20, tedy poblíž radnice. V ostatních měřených bodech ukázal displej teploměru hodnotu 23,8 °C, což je průměrná teplota vzduchu, nebo 23,9 °C. Rozdíl mezi maximální a minimální teplotou vzduchu činil 0,4 °C.



Obr. 48 Teplotní pole v okolí Arionovy kašny 22. 8. 2018 ve 23.24 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.3.14 Průměrné noční teplotní pole

Teplotní pole na obrázku 49 bylo vytvořeno zprůměrováním hodnot odchylek od průměrné teploty vzduchu jednotlivých nočních měření. Nejteplejším bodem je S20, nacházející se poblíž budovy. Lehce podprůměrné hodnoty byly zjištěny západně od vodní plochy, dále pak body J0, J2 a S0. Východně od kašny převažují kladné průměry odchylek teploty vzduchu, jak lze vidět na obrázku.

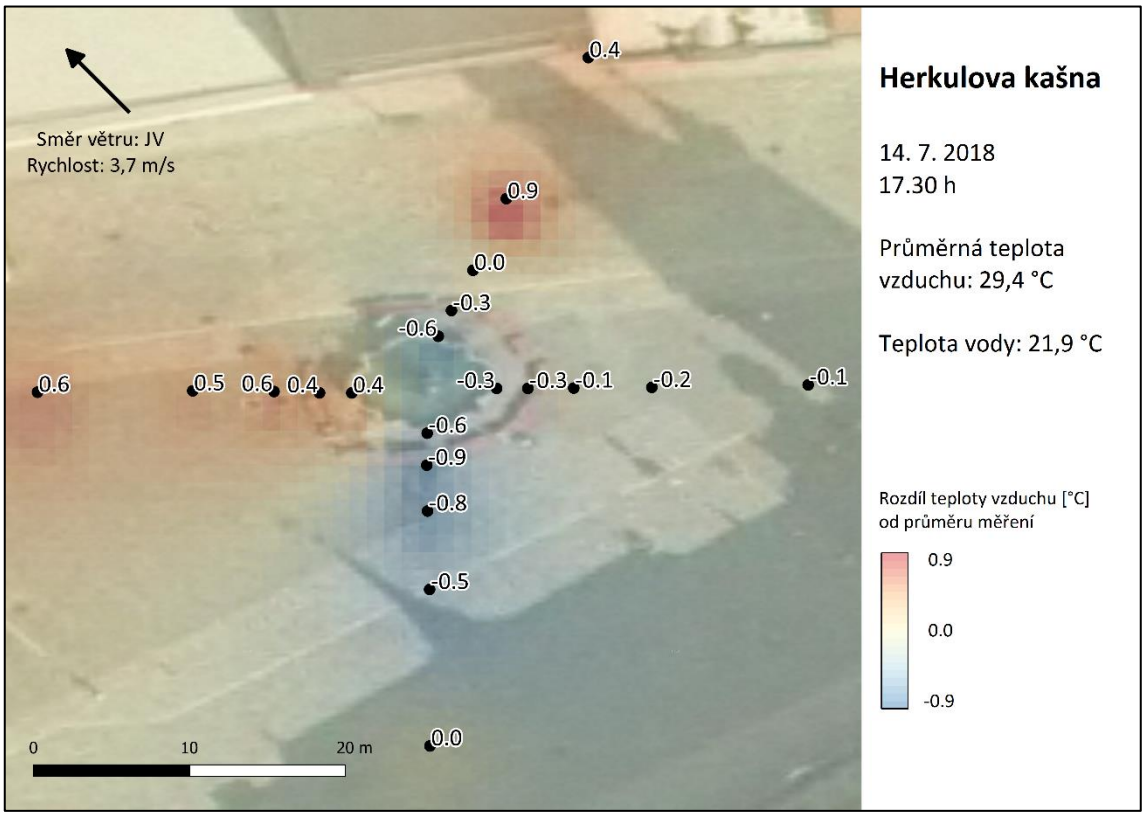


Obr. 49 Aritmetický průměr rozdílů teplot vzduchu od nočních průměrů teplot z měření u Arionovy kašny, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.4 Herkulova kašna

6.4.1 Denní měření 14. 7. 2018

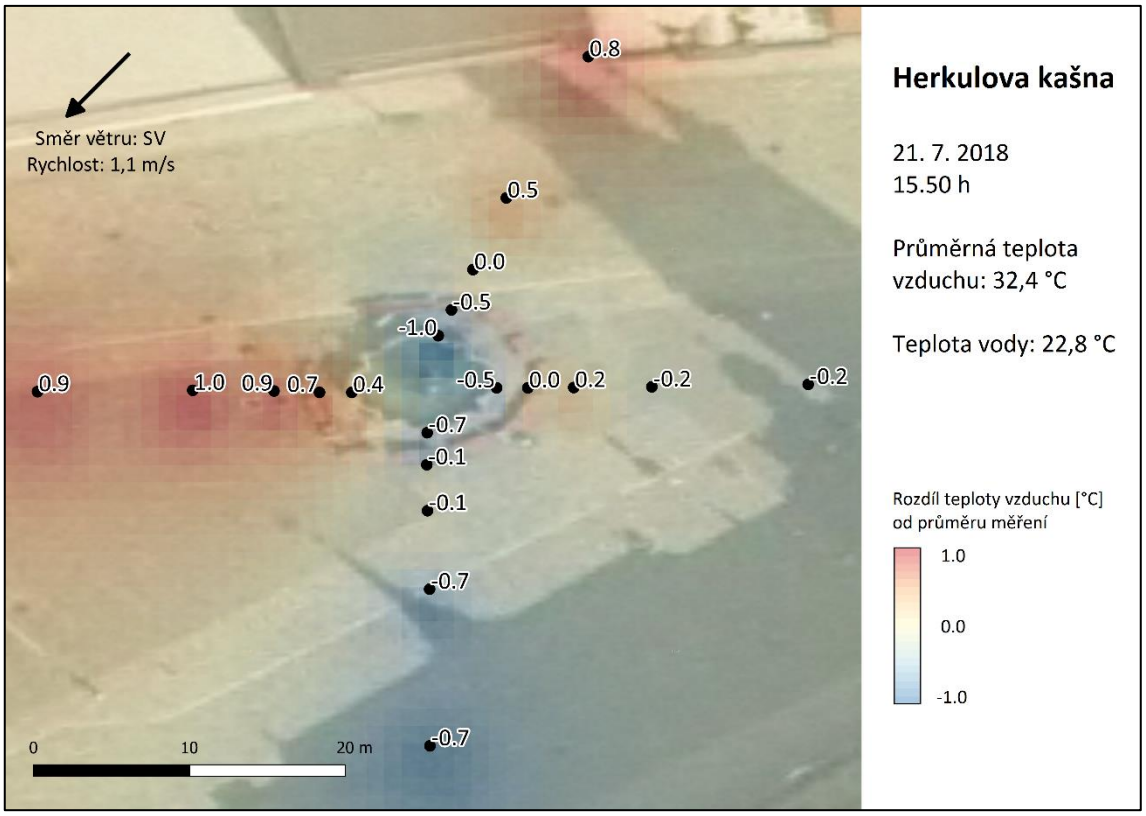
Vzhledem k zástavbě severně od kašny došlo i zde k mírnému posunutí bodů, v nichž probíhalo měření, k východu. Podmínky měření se během tohoto dne začaly zhoršovat, průměrná rychlost jihovýchodního větru dosahovala hodnoty 3,7 m · s^{-1}, maximální rychlost činila 5,1 m · s^{-1}. Podmínka pro radiační typ počasí tedy nebyla splněna. Obloha byla pokryta oblačností z jedné desetiny, voda v kašně měla teplotu 21,9 °C. Rozdíl mezi maximální (30,3 °C) a minimální (28,5 °C) teplotou vzduchu činil 1,8 °C, přičemž průměrná teplota vzduchu měla hodnotu 29,4 °C. Nadprůměrná teplota byla naměřena ve všech bodech západně a dvou bodech severně od kašny. Maximální kladná odchylka od průměrné teploty vzduchu byla zaznamenána v bodě S10. Chladněji bylo východně od vodní plochy, největší záporné odchylky od průměrné teploty vzduchu se vyskytovaly směrem na jih s minimální teplotou v bodě J2, viz teplotní pole na obrázku 50. Všechny body byl plně osluněné.



Obr. 50 Teplotní pole v okolí Herkulovy kašny 14. 7. 2018 v 17.30 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.4.2 Denní měření 21. 7. 2018

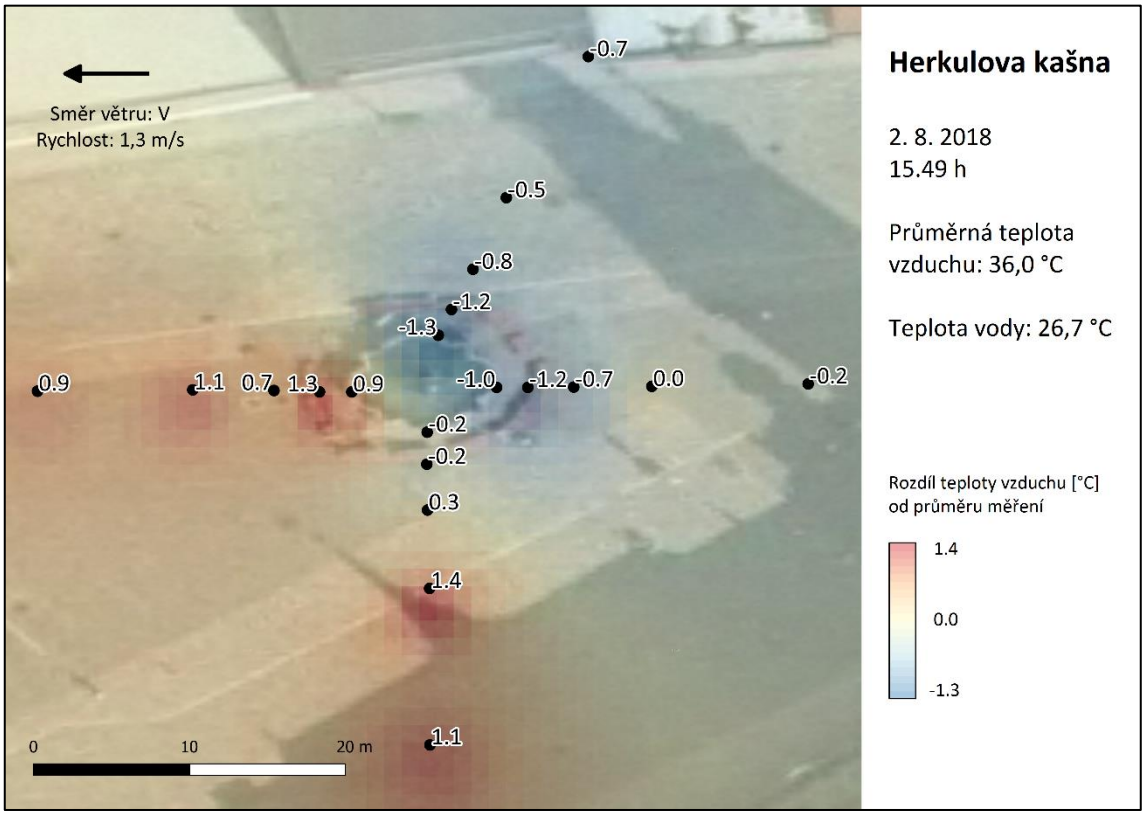
Oproti předchozímu měření panovaly u Herkulovy kašny příznivější podmínky. Vál severovýchodní vítr o průměrné rychlosti 1,1 m · s^{-1} a oblohu pokrývala oblačnost v rozsahu dvou desetin. Teplota vody v kašně byla 22,8 °C, průměrná teplota vzduchu měla hodnotu 32,4 °C. Rozdíl mezi maximální (33,4 °C) a minimální teplotou vzduchu (31,4 °C) činil 2,0 °C. Jak je patrné z teplotního pole na obrázku 51, nadprůměrné teploty vzduchu se koncentrovaly ve všech bodech západně od kašny a ve dvou nejvzdálenějších bodech severním směrem. Nejvyšší teplota byla dosažena v bodě Z10. Podprůměrné teploty vzduchu byly naměřeny jižně od vodní plochy, dále pak u východního a severního okraje kašny. Ve východní části zkoumaného území kolísaly teploty vzduchu poblíž průměrné hodnoty. Celé zájmové území bylo v průběhu měření nezastíněno.



Obr. 51 Teplotní pole v okolí Herkulovy kašny 21. 7. 2018 v 15.50 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.4.3 Denní měření 2. 8. 2018

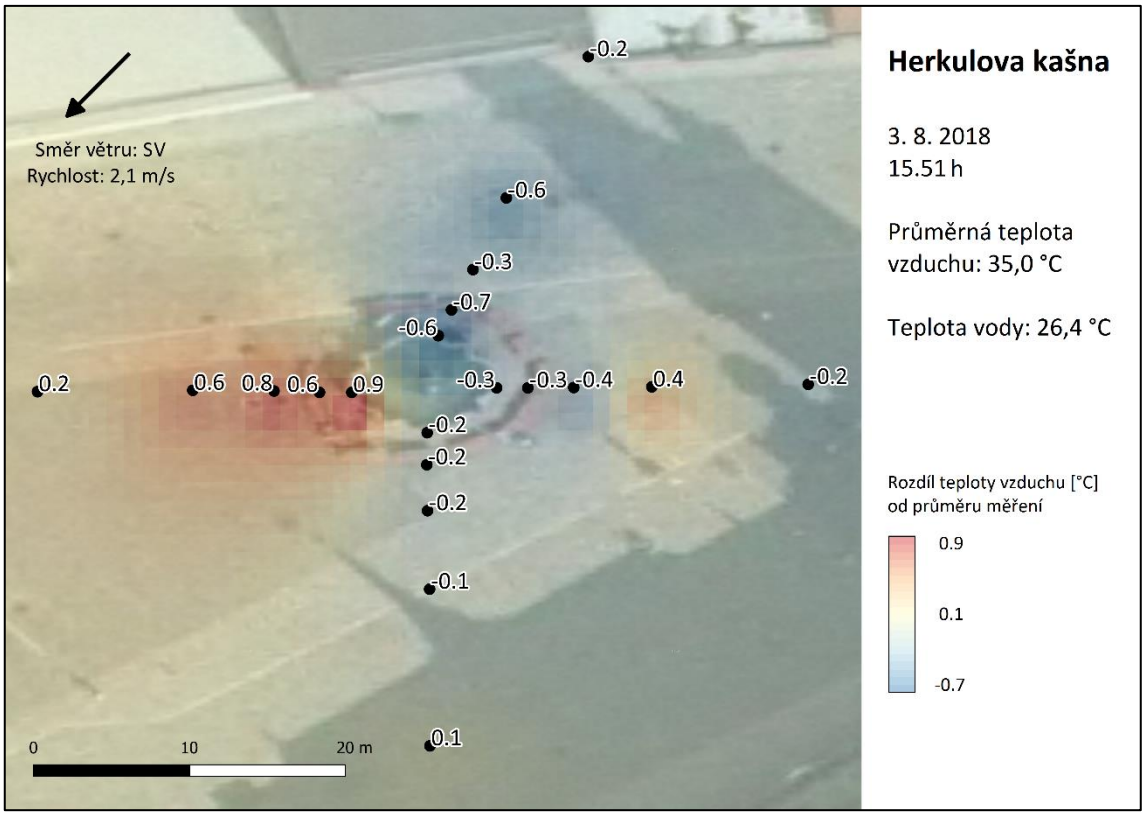
Východní vítr o průměrné rychlosti 1,3 m · s^{-1} doprovázel třetí denní měření u Herkulovy kašny, oblačnost pokrývala dvě desetiny oblohy. Voda v kašně měla teplotu 26,7 °C, hodnota průměrné teploty vzduchu v měřené oblasti činila 36,0 °C. Poněkud větší byl rozdíl 2,7 °C mezi minimální (34,7 °C) a maximální teplotou vzduchu (37,4 °C). Výrazněji podprůměrné teploty byly naměřeny ve všech bodech severně a třech nejbližších bodech východně od kašny. V západní části zájmové oblasti a v bodech J10 a J20 se koncentroval nadprůměrně teplý vzduch, viz grafické znázornění teplotního pole na obrázku 52. Nejnižší teplota byla naměřena v bodě S0, nejvyšší pak v bodě J10. Stín se v této lokalitě nevyskytoval.



Obr. 52 Teplotní pole v okolí Herkulovy kašny 2. 8. 2018 v 15.49 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.4.4 Denní měření 3. 8. 2018

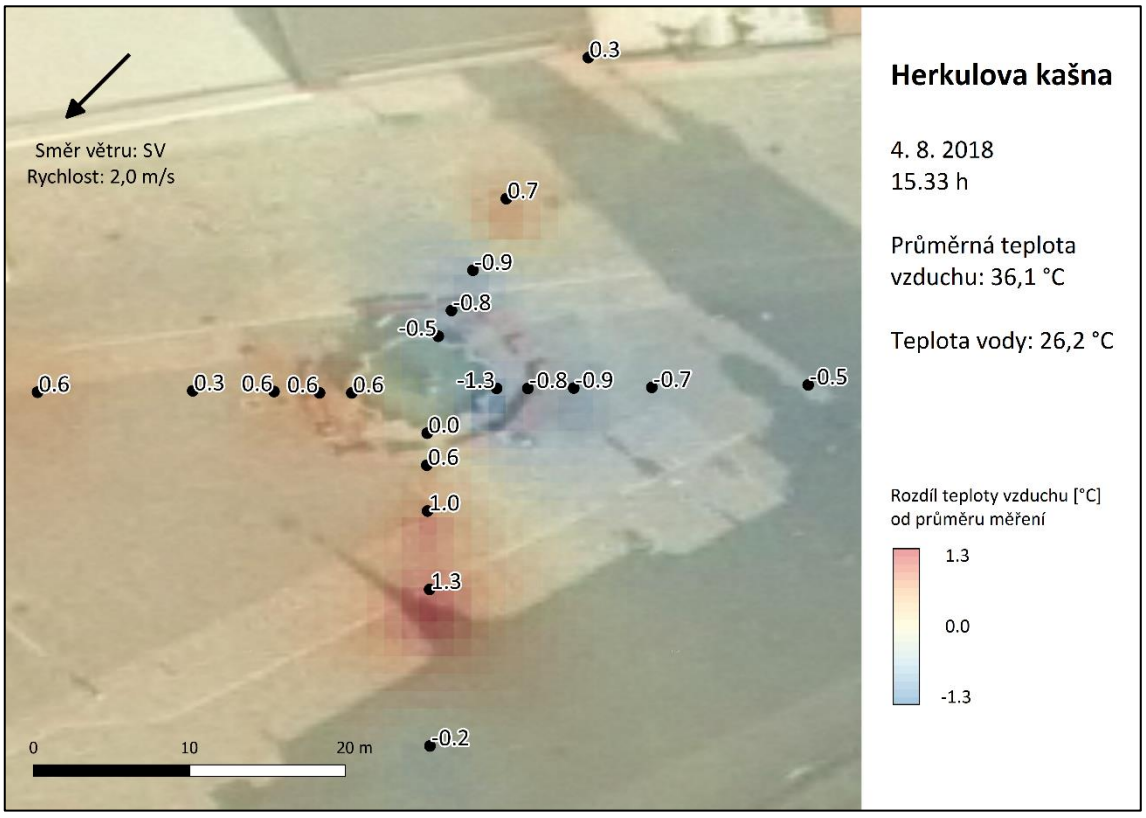
Dne 3. srpna panovalo jasno (oblačnost 0/10), přesto nebyla naplněna podmínka radiačního typu počasí, protože vál severovýchodní vítr o průměrné rychlosti 2,1 m · s^{-1}, nejsilnější závan měl rychlost 3,5 m · s^{-1}. Průměrná hodnota teploty vzduchu činila 35,0 °C, voda v kašně měla teplotu 26,4 °C. Měření nebylo ovlivněno stínem. Pouze kladné odchylky od průměrné teploty vzduchu byly zjištěny západně od kašny, naopak severně od vodní plochy se vyskytovaly jenom podprůměrné hodnoty teploty vzduchu. Ve zbylých dvou směrech byly odchylky od průměrné teploty vzduchu méně výrazné, viz teplotní pole na obrázku 53. Nejvyšší teplota vzduchu (35,9 °C) byla změřena v bodě Z0, teplotní minimum (34,3 °C) se vyskytovalo v bodě S2. Rozdíl mezi těmito dvěma hodnotami činil 1,6 °C.



Obr. 53 Teplotní pole v okolí Herkulovy kašny 3. 8. 2018 v 15.51 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.4.5 Denní měření 4. 8. 2018

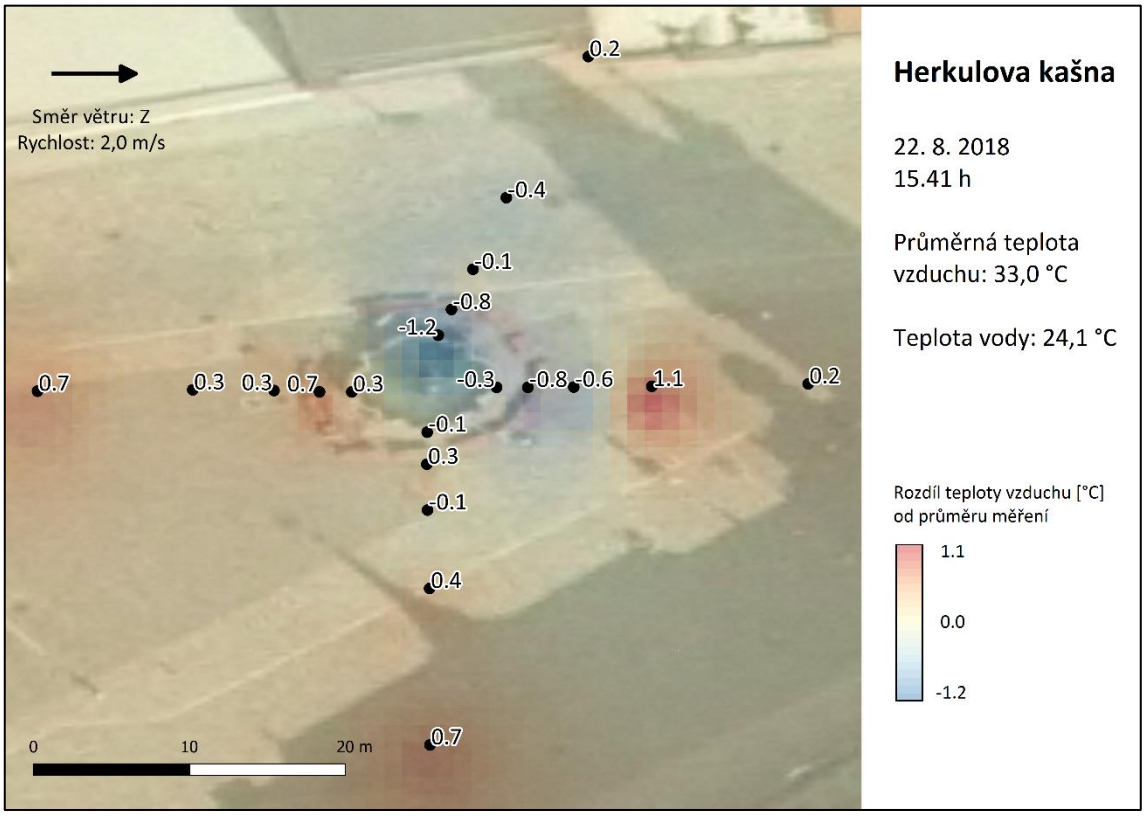
Při pátém denním měření u Herkulovy kašny pokrývala oblačnost jednu desetinu oblohy a vál severovýchodní vítr o průměrné rychlosti 2,0 m · s^{-1}. Při striktním uplatnění podmínky rychlosti větru nižší než 2,0 m · s^{-1} by byla do průměrného teplotního pole započtena pouze dvě měření, jelikož během 22. srpna rovněž vál vítr o stejné rychlosti. Z důvodu zahrnutí většího množství dat do průměru nebylo toto měření vyřazeno. Průměrná teplota vzduchu činila 36,1 °C, voda v kašně měla teplotu 26,2 °C. Z teplotního pole na obrázku 54 jde vidět, že se chladnější vzduch nacházel východně od kašny s minimem 34,8 °C v bodě V0, severně pouze ve třech nejbližších bodech a jižně v místě označovaném jako J20. Maximální teplota (37,4 °C) byla naměřena v bodě J10, nadprůměrné teploty byly dále detekovány v bodech J2, J5, S10, S20 a ve všech bodech západně od vodní plochy. Poměrně velký byl rozdíl mezi maximální a minimální teplotou vzduchu, činil 2,6 °C. Žádný z bodů se nenacházel ve stínu.



Obr. 54 Teplotní pole v okolí Herkulovy kašny 4. 8. 2018 v 15.33 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.4.6 Denní měření 22. 8. 2018

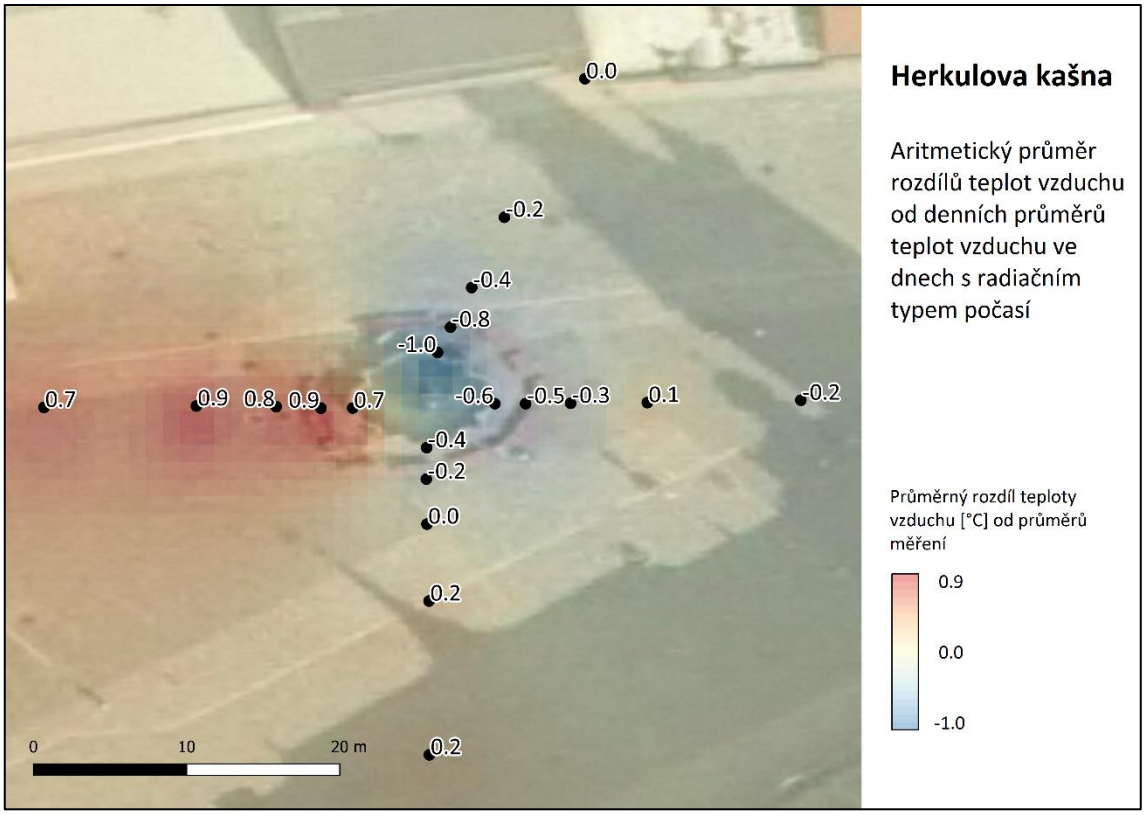
Poslední měření provázel rovněž vítr o průměrné rychlosti 2,0 m · s^{-1}, v tomto případě ale vanul ze západu. Oblaka pokrývala oblohu v rozsahu dvou desetin. Průměrná teplota vzduchu dosahovala 33,0 °C, voda v kašně měla teplotu 24,1 °C. Jako ve všech předchozích denních měřeních na této lokalitě byly teploty vzduchu v měřených bodech západně od kašny nadprůměrné, nejvyšší teplota (34,1 °C) ale byla naměřena 10 m východně od vodní plochy. Jak je patrné z teplotního pole na obrázku 55, podprůměrné teploty vzduchu se vyskytovaly v blízkosti kašny východním a severním směrem, minimální teplota vzduchu (31,8 °C) byla zaznamenána v bodě S10. Všechny body měření byly osluněny, rozdíl mezi maximální a minimální teplotou vzduchu činil 2,3 °C.



Obr. 55 Teplotní pole v okolí Herkulovy kašny 22. 8. 2018 v 15.41 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.4.7 Průměrné denní teplotní pole

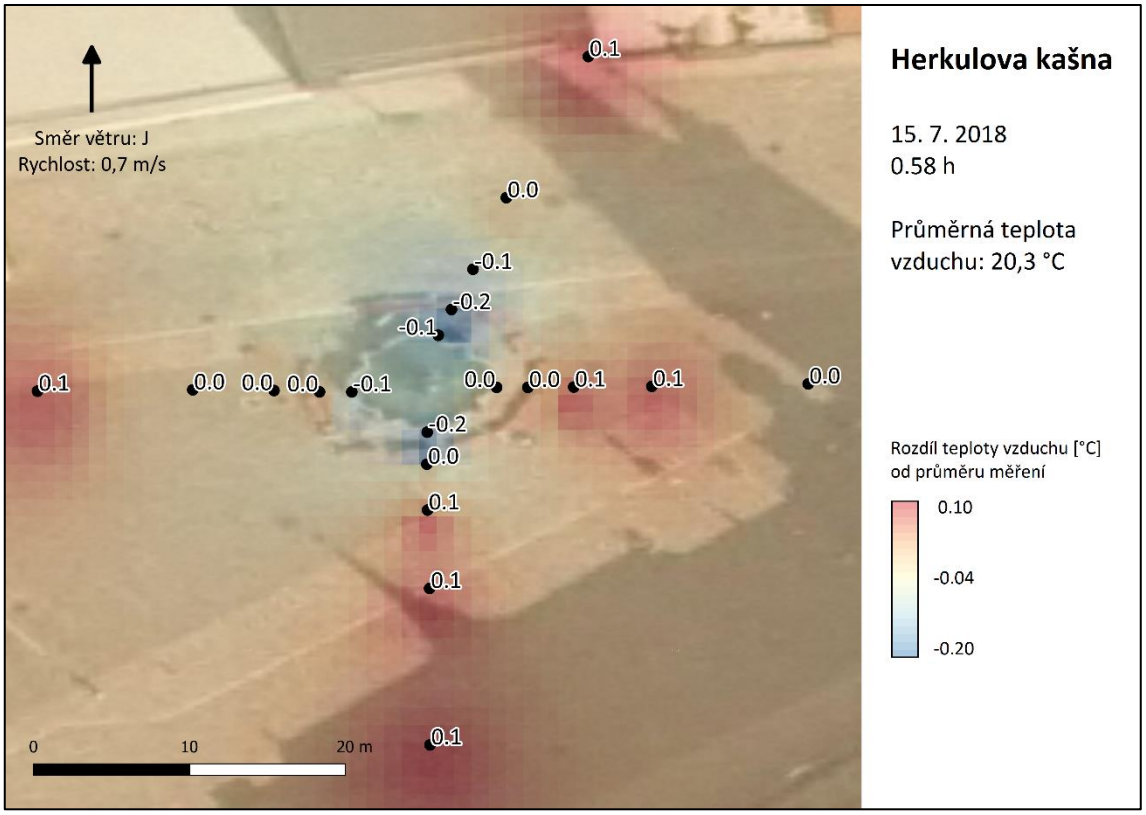
Z teplotního pole na obrázku 56, které vyjadřuje průměr odchylek od průměrných teplot ze čtyřech denních měření v okolí Herkulovy kašny, jde vidět, že se nadprůměrné teploty vzduchu vyskytovaly zejména západně od vodní plochy, významněji vyšší hodnoty kladných odchylek vykazovaly také body V10 a S20. Naopak chladný vzduch se v průměru zdržoval poblíž kašny (body S0 až S5, V0 až V5 a J0). Možné příčiny takovéhoto rozložení teplot vzduchu jsou rozebrány v kapitole 7 Diskuze.



Obr. 56 Aritmetický průměr rozdílů teplot od denních průměrů z denních měření u Herkulovy kašny splňujících podmínky radiačního typu počasí, tedy 21. 7., 2. 8., 4. 8. a 22. 8. 2018, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.4.8 Noční měření 15. 7. 2018

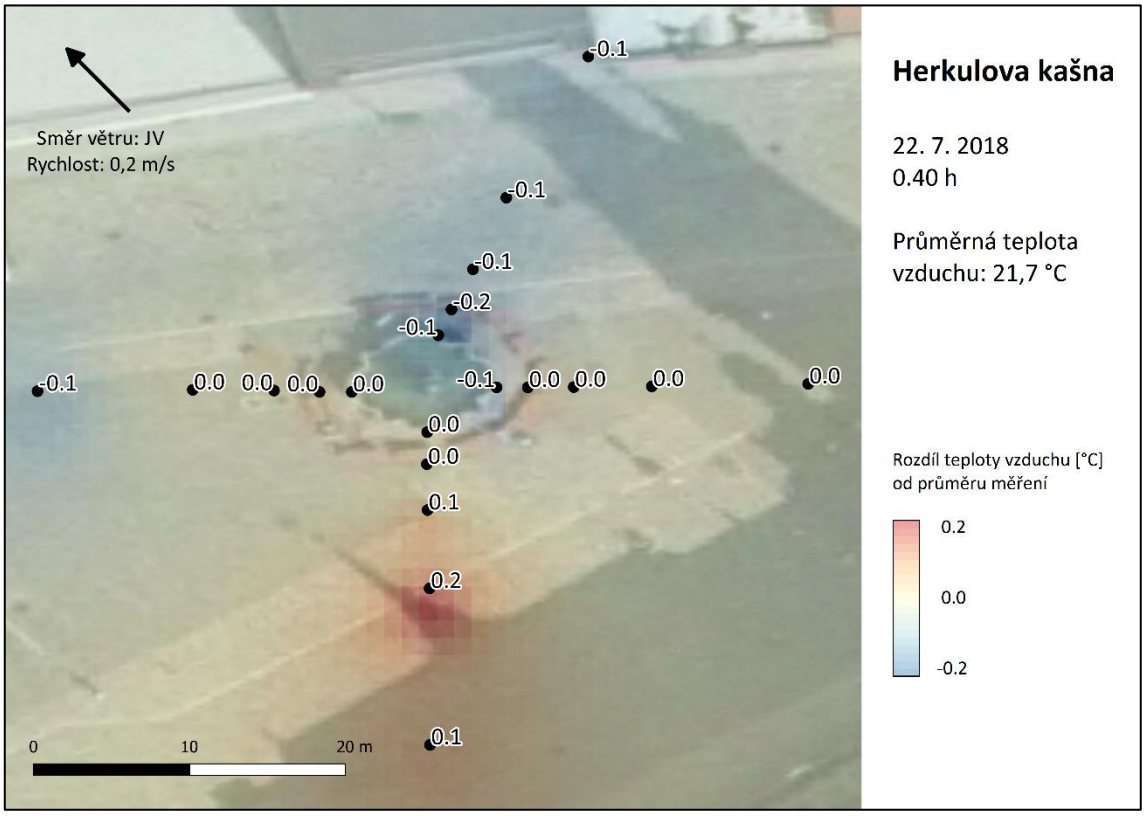
Během prvního nočního měření u Herkulovy kašny vál jižní vítr o průměrné rychlosti 0,7 m · s^{-1}. Průměrná teplota vzduchu měla hodnotu 20,3 °C. Variabilita teplot byla nízká, rozdíl mezi maximální (20,4 °C) a minimální (20,1 °C) teplotou vzduchu činil 0,3 °C. Chladnější vzduch se nacházel zejména v blízkém okolí kašny, s minimy v bodech S2 a J0, dále od vodní plochy byly naměřeny teploty průměrné, nebo o 0,1 °C vyšší, viz grafické vyjádření teplotního pole na obrázku 57.



Obr. 57 Teplotní pole v okolí Herkulovy kašny 15. 7. 2018 v 0.58 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.4.9 Noční měření 22. 7. 2018

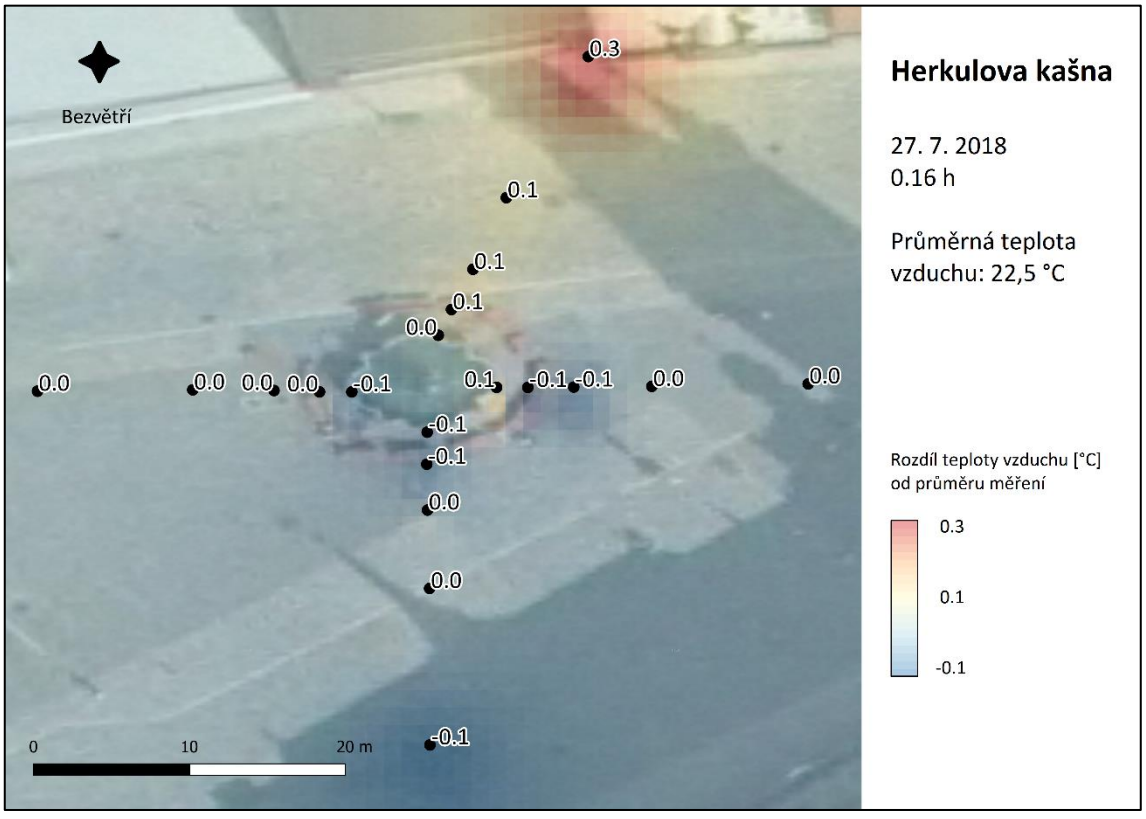
Jihovýchodní vítr o rychlosti 0,2 m · s^{-1} vál při druhém nočním měření v okolí Herkulovy kašny. Průměrná teplota vzduchu byla 21,7 °C. Jak je patrné z teplotního pole na obrázku 58, nejvyšší kladnou odchylku teploty vzduchu od průměru měl bod J10, naopak nejchladněji bylo v bodě S2. Nadprůměrné teploty vzduchu byly lokalizovány jižně od vodní plochy, severně od kašny se vyskytovaly podprůměrné hodnoty. Body na východ i na západ od kašny se vyznačovaly teplotami vzduchu poblíž průměru. Rozdíl mezi maximální (21,9 °C) a minimální (21,5 °C) naměřenou teplotou vzduchu činil 0,4 °C.



Obr. 58 Teplotní pole v okolí Herkulovy kašny 22. 7. 2018 v 0.40 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.4.10 Noční měření 27. 7. 2018

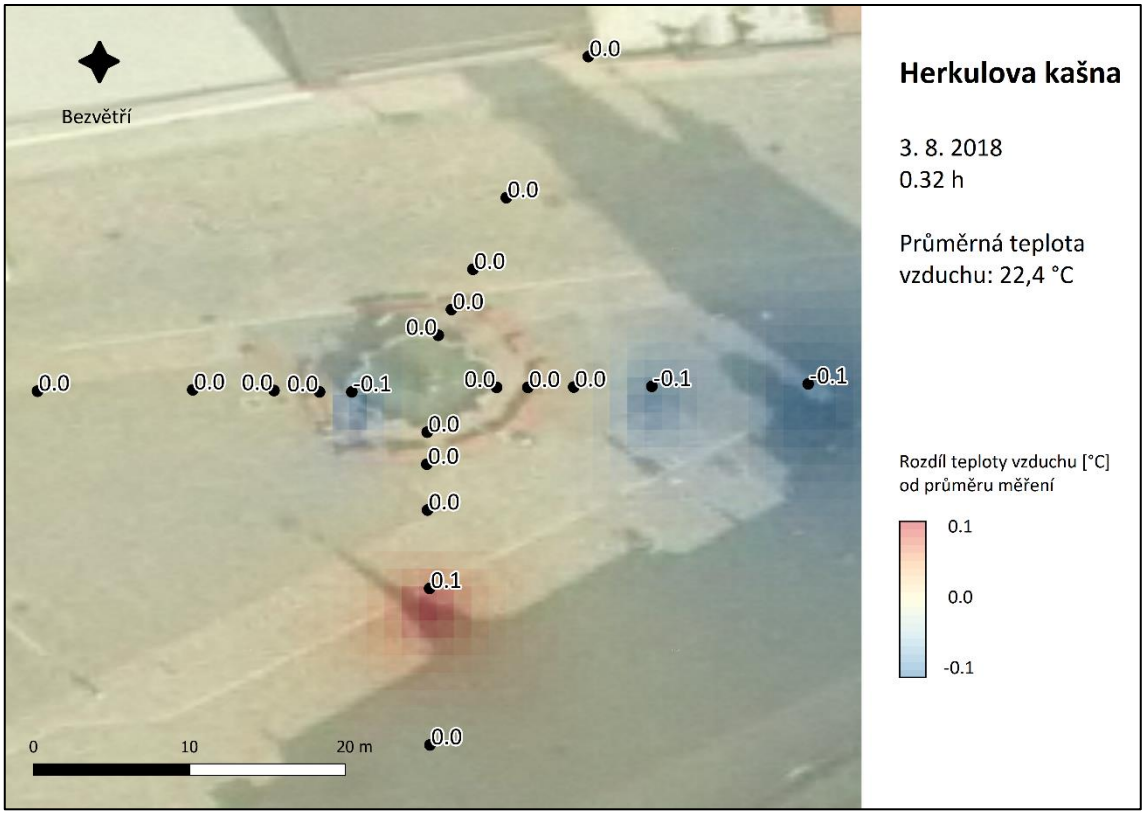
Během nočního měření u Herkulovy kašny dne 27. července panovalo bezvětří. Vzhledem k poruše ponorného teploměru není dostupný údaj o teplotě vody z toho dne. Nejvyšší teplota vzduchu (22,8 °C) byla naměřena 20 m severně od vodní plochy, průměrná teplota vzduchu měla hodnotu 22,5 °C. Lehce nadprůměrné hodnoty byly zaznamenány zejména severně od kašny. Západně, východně a jižně od vodní plochy nabývala teplota vzduchu průměrných hodnot, nebo se od nich odlišovala o maximálně 0,1 °C, jak je patrné z teplotního pole na obrázku 59. Minimální teplota vzduchu (22,4 °C) byla naměřena na více bodech, od maximální hodnoty teploty vzduchu se odlišovala o 0,4 °C.



Obr. 59 Teplotní pole v okolí Herkulovy kašny 27. 7. 2018 v 0.16 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.4.11 Noční měření 3. 8. 2018

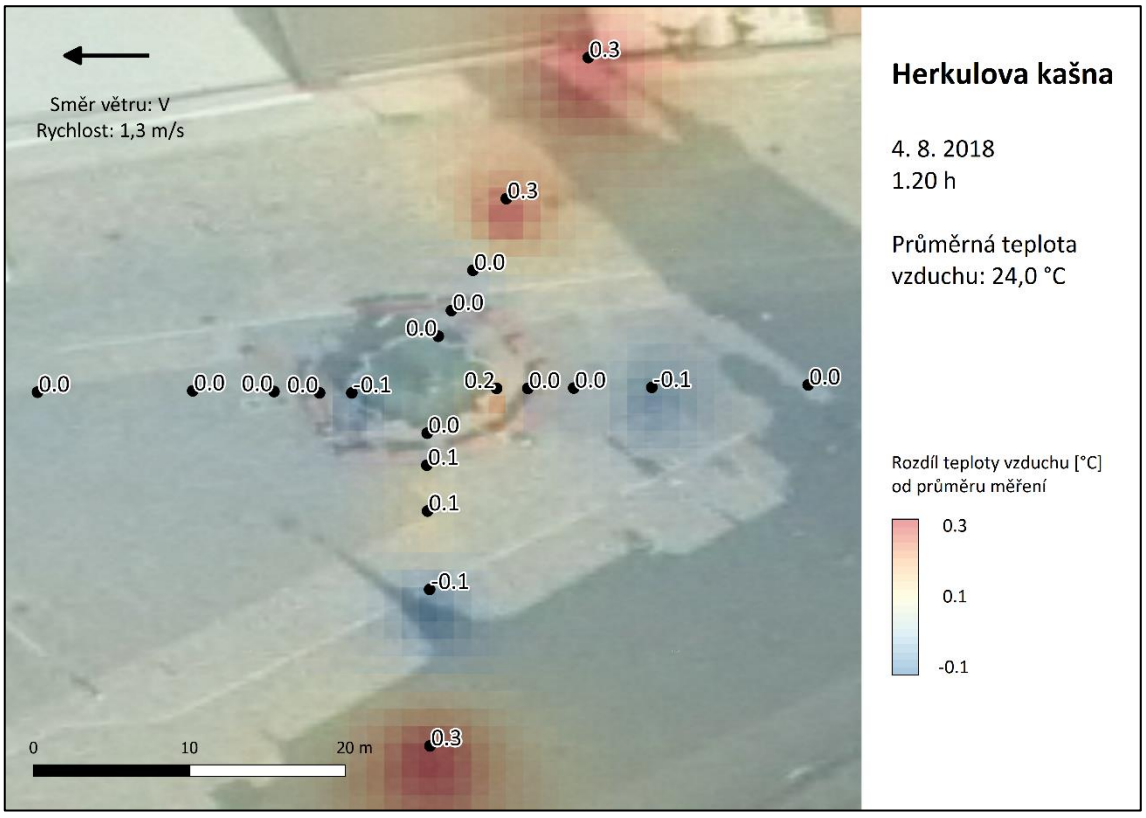
Bezvětří bylo i při dalším nočním měření v této lokalitě. Teploty vzduchu se v měřených bodech pohybovaly od 22,3 °C do 22,5 °C, rozdíl mezi maximální a minimální teplotou vzduchu tedy činil 0,2 °C. Průměrná teplota vzduchu byla 22,4 °C. Jak jde vidět z teplotního pole na obrázku 60, podprůměrné teploty byly změřeny ve třech bodech (Z0, V10 a V20). Teplota vyšší, než je průměr, se vyskytla pouze v bodě J10. Jinde byly teploty vzduchu rovny průměru.



Obr. 61 Teplotní pole v okolí Herkulovy kašny 3. 8. 2018 v 0.32 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.4.12 Noční měření 4. 8. 2018

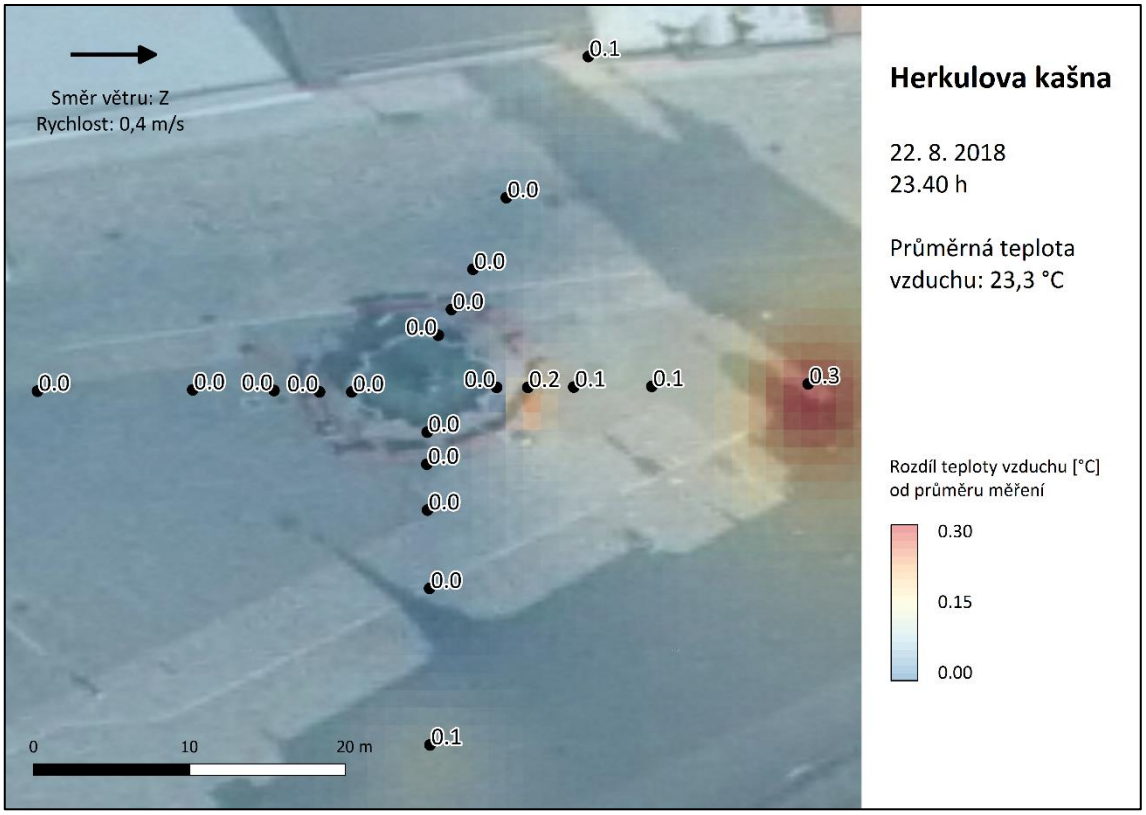
Při průměrné teplotě vzduchu 24,0 °C a východním větru o průměrné rychlosti 1,3 m · s^{-1} probíhalo čtvrté noční měření u Herkulovy kašny. Z teplotního pole na obrázku 61 lze vyčíst, že byla maximální kladná odchylka teploty vzduchu od průměru naměřena hned ve třech bodech – J20, S10 a S20. Tepleji bylo také u východního okraje vodní plochy. Na zbytku území se hodnoty teploty vzduchu lišily od průměru maximálně o 0,1 °C. Rozdíl mezi nejvyšší (24,3 °C) a nejnižší (23,9 °C) teplotou vzduchu činil 0,4 °C.



Obr. 61 Teplotní pole v okolí Herkulovy kašny 4. 8. 2018 v 1.20 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.4.13 Noční měření 22. 8. 2018

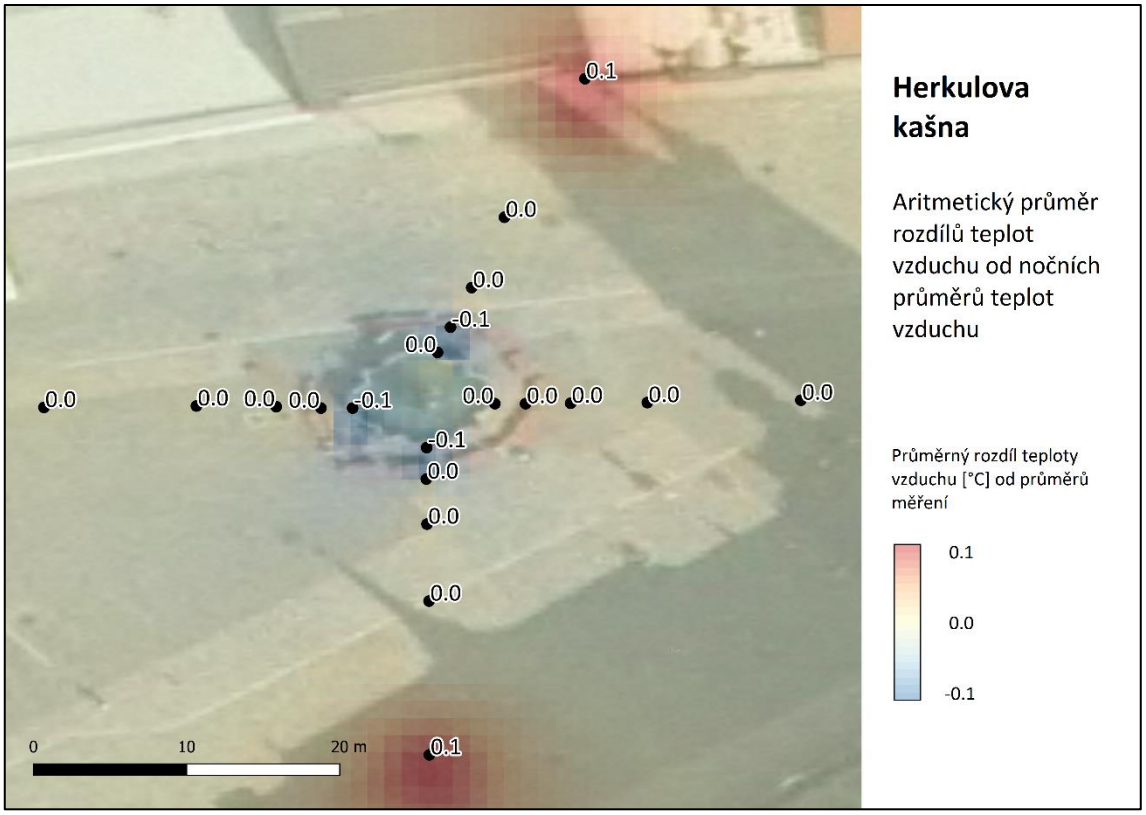
Při posledním nočním měření u Herkulovy kašny vál západní vítr o průměrné rychlosti 0,4 m · s^{-1}. Hodnota průměrné teploty vzduchu 23,3 °C byla detekována hned ve 14 měřených bodech. Z teplotního pole na obrázku 62 je patrné, že bylo tepleji v nejvzdálenějších bodech jižně a severně od vodní plochy, dále pak na stanovištích V2 až V20. Právě 20 m východně od kašny bylo nejtepleji (23,6 °C). Rozdíl mezi maximální a minimální teplotou vzduchu tedy činil 0,3 °C.



Obr. 62 Teplotní pole v okolí Herkulovy kašny 22. 8. 2018 ve 23.40 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.4.14 Průměrné noční teplotní pole

Na teplotním poli na obrázku 63 zachycujícím průměry odchylek od průměrných teplot vzduchu při nočních měřeních, je vidět, že se nadprůměrné teploty vyskytovaly ve vzdálenosti 20 m od vodní plochy jižním a severním směrem. Naopak chladněji bylo v průměru poblíž kašny, konkrétně v bodech J0, Z0 a S2. Na ostatních stanovištích, kde probíhalo měření teploty vzduchu, se hodnoty v rámci chyby zaokrouhlování nelišily od průměru. Analýzou možných vlivů na teplotu vzduchu se zabývá kapitola 7 Diskuze.

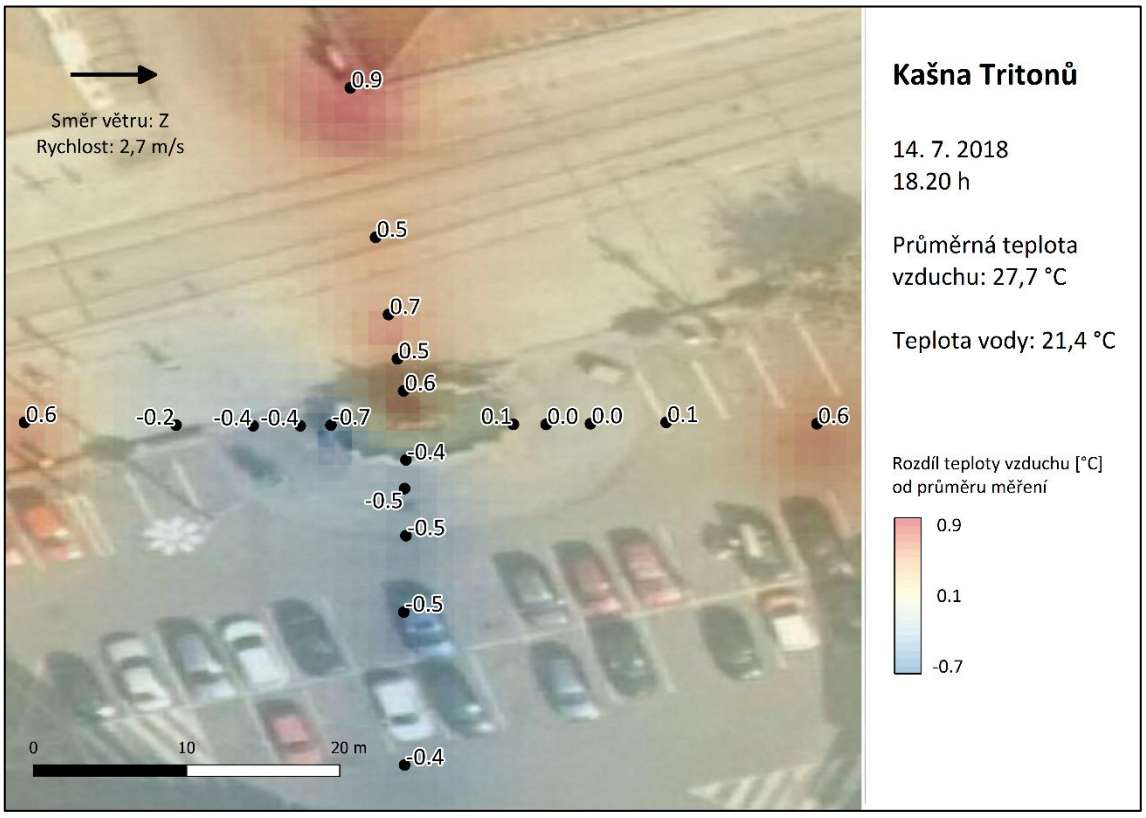


Obr. 63 Aritmetický průměr rozdílů teplot vzduchu od nočních průměrů teplot z měření u Herkulovy kašny, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.5 Kašna Tritonů

6.5.1 Denní měření 14. 7. 2018

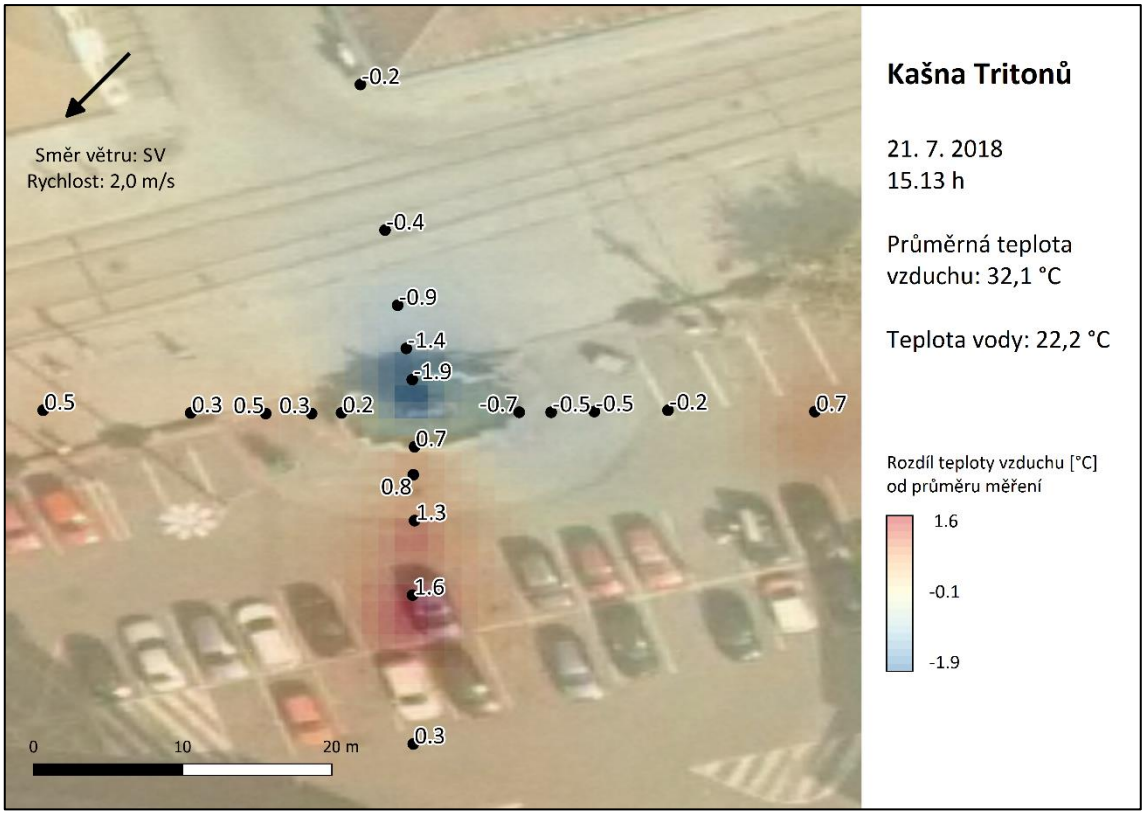
První denní měření v této lokalitě probíhalo za zhoršených podmínek. Vál západní vítr o průměrné rychlosti 2,7 m · s^{-1}, s krátkodobým maximem 3,7 m · s^{-1}, obloha byla pokryta oblačností ze dvou desetin. Tohoto dne bylo prováděno vyměřování a označování stanovišť bezprostředně před měřením, což působilo časovou ztrátu. Vzhledem k době, kdy bylo prováděno měření (18.20 h), se ve stínu nacházely všechny body jižně od kašny, dále čtyři nejbližší stanoviště východně od kašny a západně tři body nejblíže vodní plochy. Průměrná teplota vzduchu měla hodnotu 27,7 °C, teplota vody byla 21,4 °C. Nadprůměrně teplo bylo v bodech V20, Z20, ve všech stanovištích severně od vodní plochy s maximem 28,6 °C v bodě S20. Chladnější vzduch se vyskytoval převážně v zastíněných bodech jižně a západně od kašny, východní část území (kromě V20) byla teplotně průměrná, viz obrázek 64. Rozdíl mezi nejvyšší (28,6 °C) a nejnižší (27,0 °C) teplotou vzduchu činil 1,6 °C.



Obr. 64 Teplotní pole v okolí kašny Tritonů 14. 7. 2018 v 18.20 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.5.2 Denní měření 21. 7. 2018

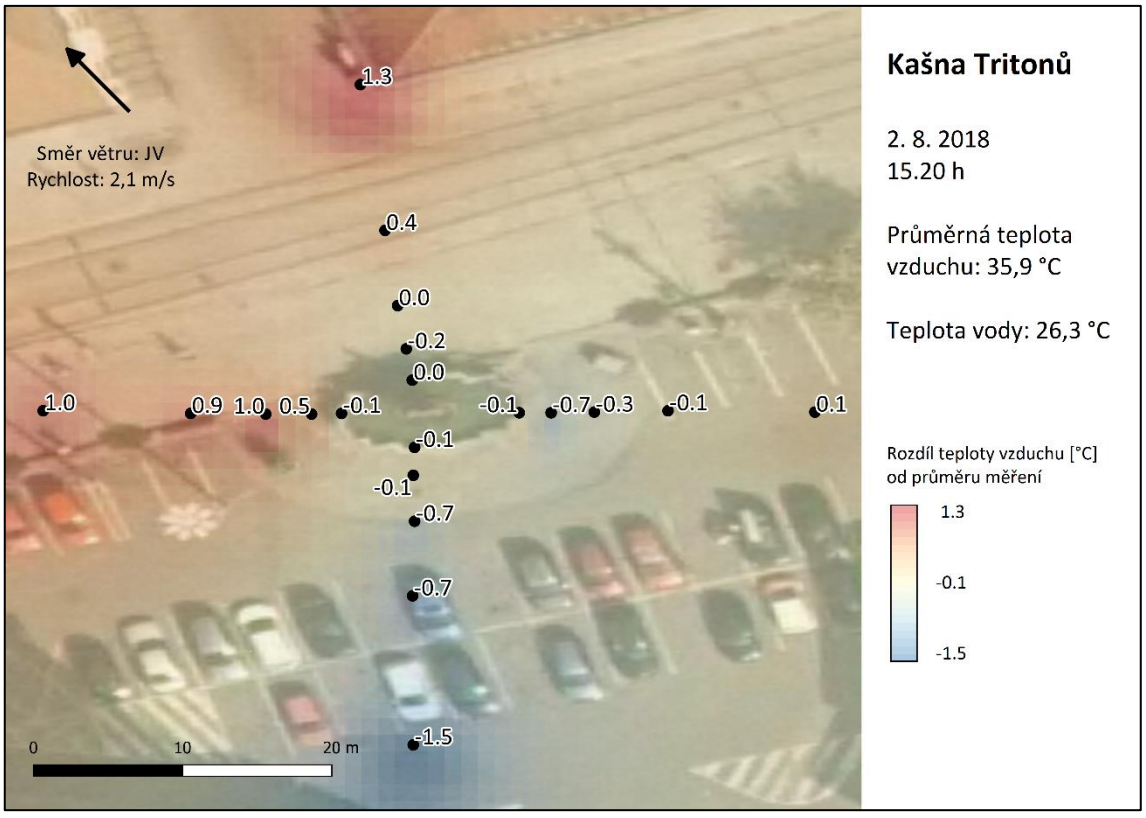
Díky změně pořadí měřených lokalit probíhalo druhé měření u kašny Tritonů už v 15.13 hodin. Tato úprava způsobila, že byl zastíněn pouze jeden bod – J20. Vál severovýchodní vítr o průměrné rychlosti 2,0 m · s^{-1}, oblačnost pokrývala oblohu v rozsahu čtyři desetiny. Jako v předchozím měření nebyly splněny podmínky radiačního počasí, proto nebyly tyto hodnoty započítány do průměru (kapitola 6.5.7). Voda v kašně měla teplotu 22,2 °C, průměrná teplota vzduchu byla 32,1 °C. Rozdíl mezi nejvyšší (33,7 °C) a nejnižší (30,2 °C) činil 3,5 °C, což je jedna z největších zjištěných hodnot v rámci všech měření. Jak je patrné z teplotního pole na obrázku 65, podprůměrné teploty převažovaly severně, s minimem v S0, a východně od vodní plochy (výjimkou byl pouze bod V20). Nadprůměrné teploty vzduchu byly naměřeny jižně, s maximem v J10, a západně od kašny.



Obr. 65 Teplotní pole v okolí kašny Tritonů 21. 7. 2018 v 15.13 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.5.3 Denní měření 2. 8. 2018

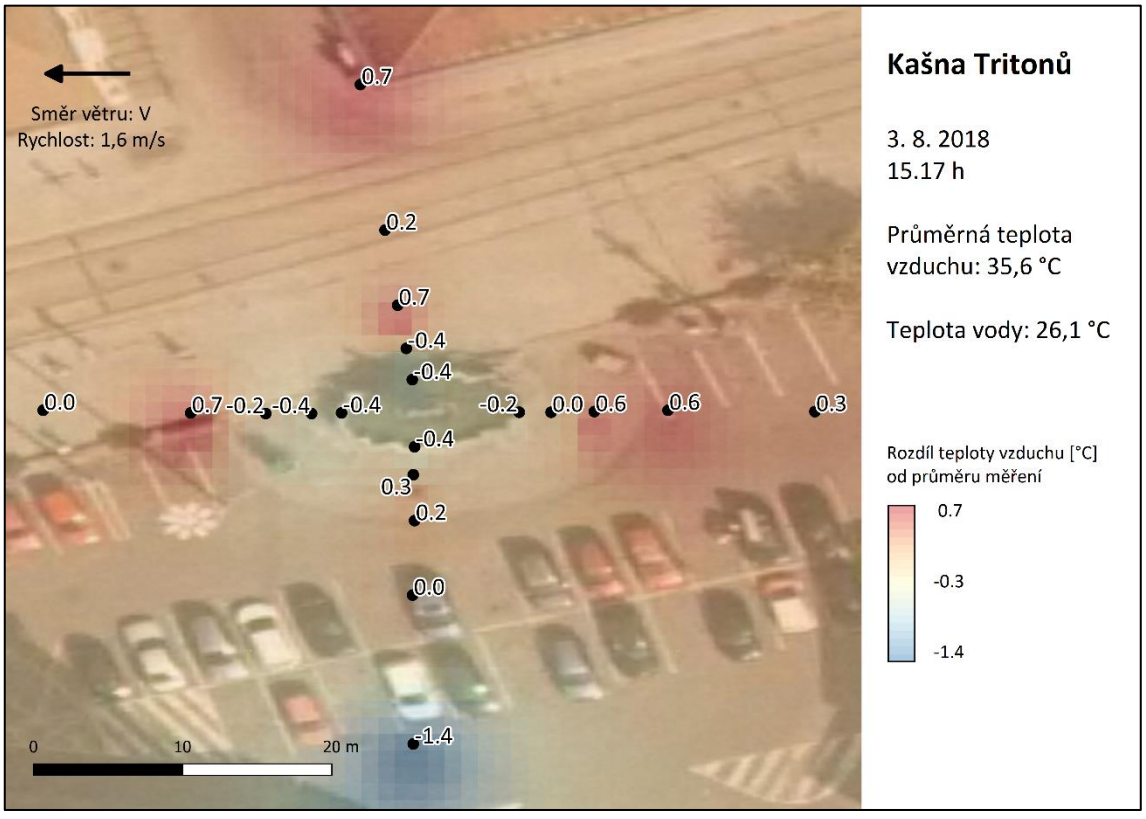
Poslední měření u kašny Tritonů, během kterého nebyly splněny podmínky pro radiační typ počasí, se uskutečnilo 2. srpna. Oblačnost pokrývala oblohu v rozsahu pěti desetin, jihovýchodní vítr vál průměrnou rychlostí 2,1 m · s^{-1}, závany větru ale dosahovaly rychlosti až 5,9 m · s^{-1}, což je nejvyšší naměřená hodnota v rámci všech měření prováděných v rámci této bakalářské práce. Voda v kašně měla teplotu 26,3 °C, průměrná teplota vzduchu činila 35,9 °C. Ve stínu se nacházel pouze bod J20, kde byla naměřena nejnižší teplota vzduchu (34,4 °C), podprůměrné teploty převažovaly jižně a východně od vodní plochy, naopak převážně vyšší hodnoty teploty vzduchu byly naměřeny západně a severně od kašny s maximem 37,2 °C v bodě S20, viz obrázek 66. Rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší teplotou vzduchu činil 2,8 °C.



Obr. 66 Teplotní pole v okolí kašny Tritonů 2. 8. 2018 v 15.20 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.5.4 Denní měření 3. 8. 2018

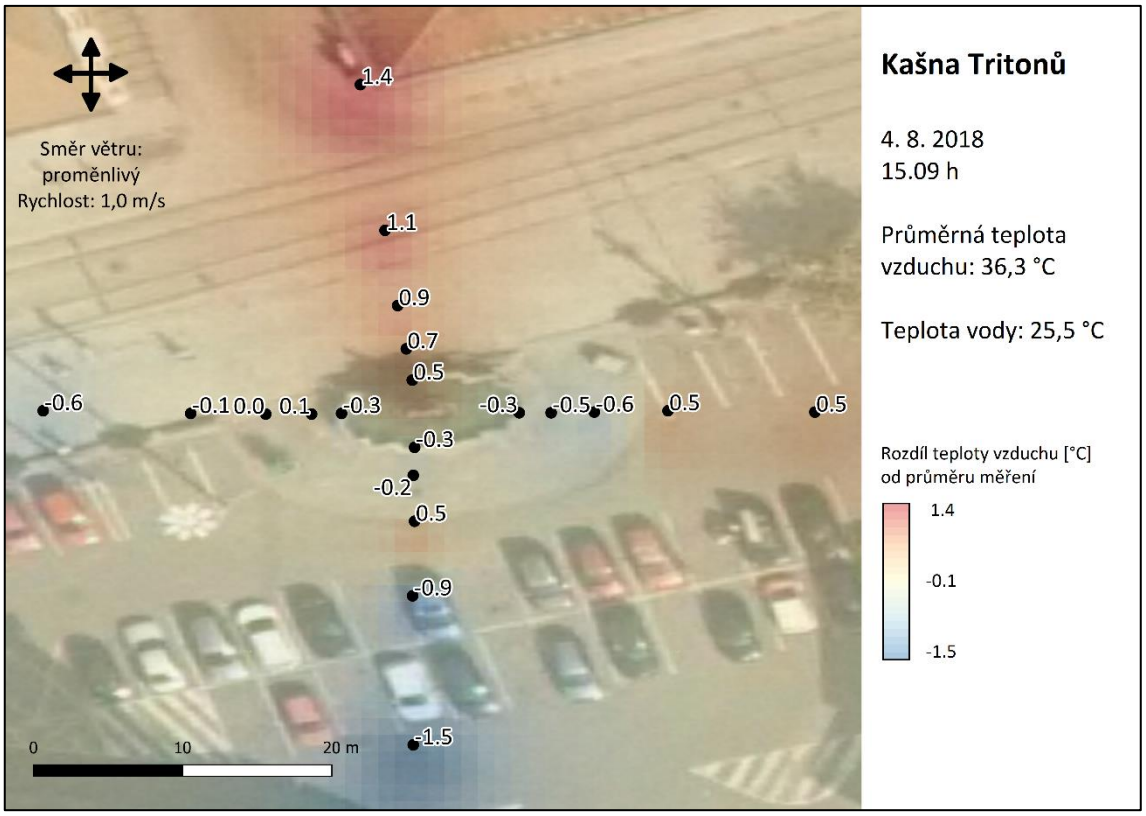
Během měření 3. srpna vál východní vítr o průměrné rychlosti 1,6 m · s^{-1} a obloha byla zcela bez oblačnosti. Teplota vzduchu se v okolí kašny Tritonů pohybovala mezi 34,2 °C a 36,3 °C, rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší teplotou vzduchu tedy činil 2,1 °C. Dále je třeba dodat, že voda v kašně měla teplotu 26,1 °C. Nejnižší teplota vzduchu byla zaznamenána v bodě J20, který se jako jediný nacházel ve stínu. Jak lze vyčíst z teplotního pole na obrázku 67, podprůměrné teploty byly naměřeny většinou poblíž vodní plochy, vyšší hodnoty teplot vzduchu byly zjištěny ve větších vzdálenostech od kašny zejména východním a severním směrem, maximální teplota byla naměřena ve třech bodech – Z10, S5 a S20.



Obr. 67 Teplotní pole v okolí kašny Tritonů 3. 8. 2018 v 15.17 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.5.5 Denní měření 4. 8. 2018

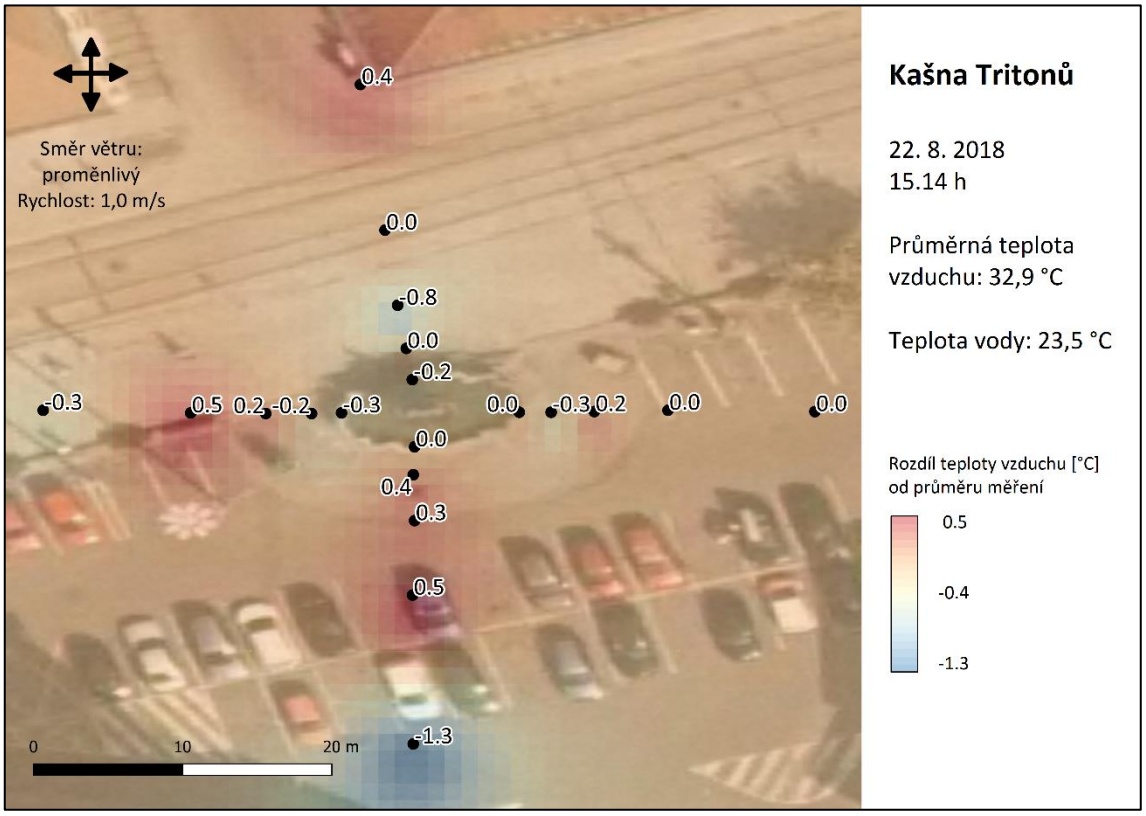
Během pátého denního měření u kašny Tritonů bylo zcela jasno (oblačnost 0/10), foukal proměnlivý vítr o průměrné rychlosti 1,0 m · s^{-1}, voda v kašně měla teplotu 25,5 °C. Průměrná teplota vzduchu byla 36,3 °C, maximální teplota vzduchu měla hodnotu 37,7 °C, což je nejvyšší teplota vzduchu zaznamenaná v této lokalitě. Ve stínu se nacházel pouze bod J20, kde byla také nejnižší teplota vzduchu 34,8 °C. Rozdíl mezi maximální a minimální teplotou vzduchu zde činil 2,9 °C. Vyšší teploty byly naměřeny ve všech bodech severně od kašny, dále ve dvou nejvzdálenějších stanovištích východně od vodní plochy a v bodě J5. Chladněji bylo naopak v nejvzdálenějších bodech jižním směrem, v okolí kašny kromě severního směru a bodě Z20, viz grafické vyjádření teplotního pole na obrázku 68.



Obr. 68 Teplotní pole v okolí kašny Tritonů 4. 8. 2018 v 15.09 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.5.6 Denní měření 22. 8. 2018

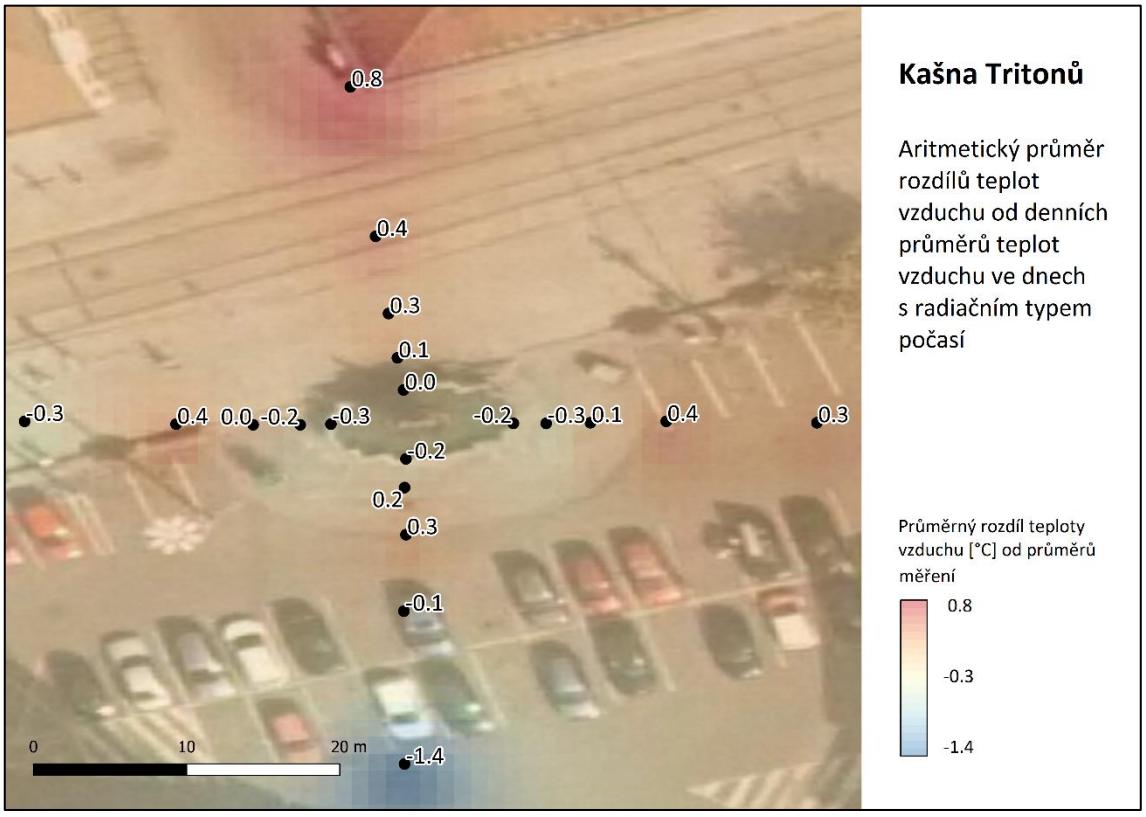
Poslední denní měření u kašny Tritonů probíhalo při proměnlivém větru o průměrné rychlosti 1,0 m · s^{-1}, stejně jako v minulém případě. Oblačnost pokrývala oblohu v rozsahu dvou desetin. Průměrná teplota vzduchu byla 32,9 °C, voda v kašně měla teplotu 23,5 °C. Ve stínu se nacházel pouze bod J20 s nejnižší teplotou vzduchu 31,6 °C. Nejvyšší teplota vzduchu (33,4 °C) byla zaznamenána v bodech J10 a Z10. Rozdíl mezi maximální a minimální teplotou vzduchu tedy činil 1,8 °C. Výrazněji podprůměrná teplota byla naměřena v bodě S5, naopak nadprůměrná teplota vzduchu byla zaznamenána v bodě S20, viz teplotní pole na obrázku 69.



Obr. 69 Teplotní pole v okolí kašny Tritonů 22. 8. 2018 v 15.14 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.5.7 Průměrné denní teplotní pole

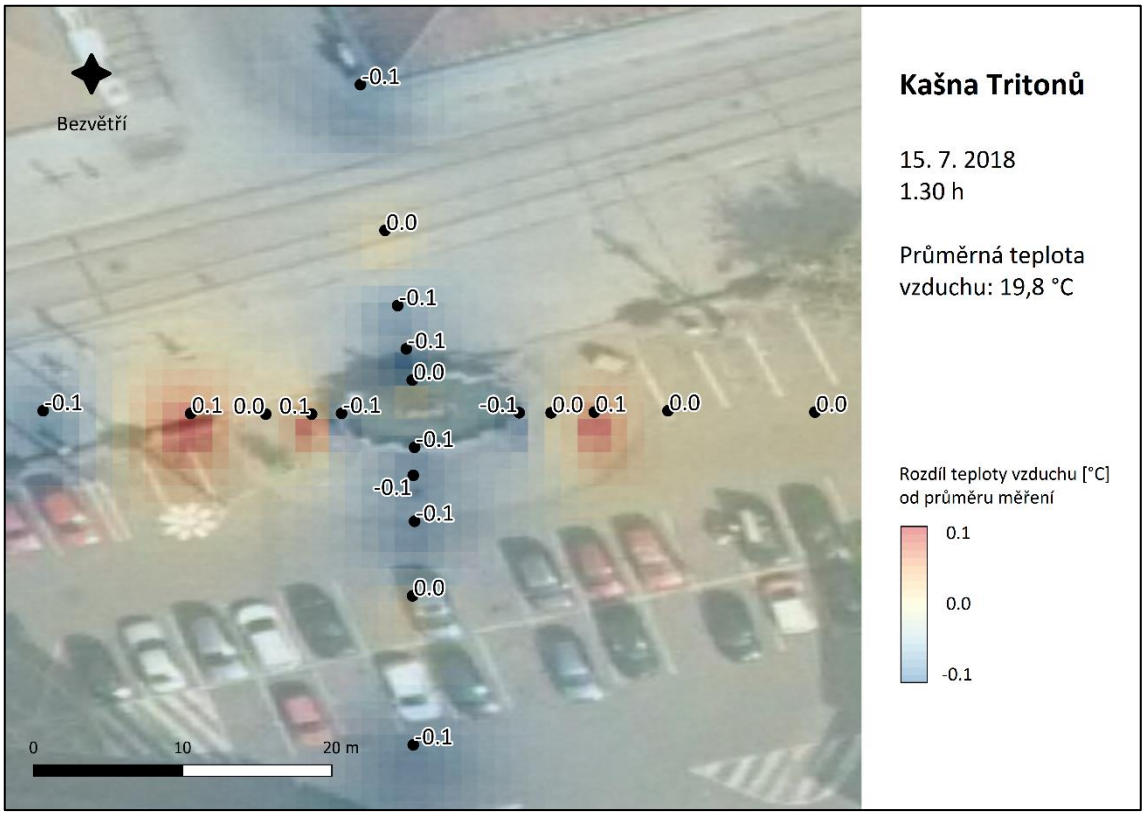
Podmínky pro radiační typ počasí byly splněny pouze v posledních třech denních měřeních. Teplotní pole z průměrů odchylek naměřených teplot vzduchu ze dnů, kdy byly tyto podmínky splněny, je graficky vyjádřeno na obrázku 70. Toto pole obsahuje dva význačné body – J20 s velkou průměrnou zápornou odchylkou, který byl během všech denních měření ve stínu, a S20 s výraznou průměrnou kladnou odchylkou. Jak je z teplotního pole na obrázku patrné, chladněji bylo zpravidla v blízkém okolí vodní plochy, naopak ve větší vzdálenosti se nacházejí většinou body s kladnou průměrnou odchylkou teploty vzduchu. Možné vlivy na teplotní pole jsou rozebrány v kapitole 7 Diskuze.



Obr. 70 Aritmetický průměr rozdílů teplot od denních průměrů z denních měření u kašny Tritonů splňujících podmínky radiačního typu počasí, tedy 3., 4. a 22. 8. 2018, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.5.8 Noční měření 15. 7. 2018

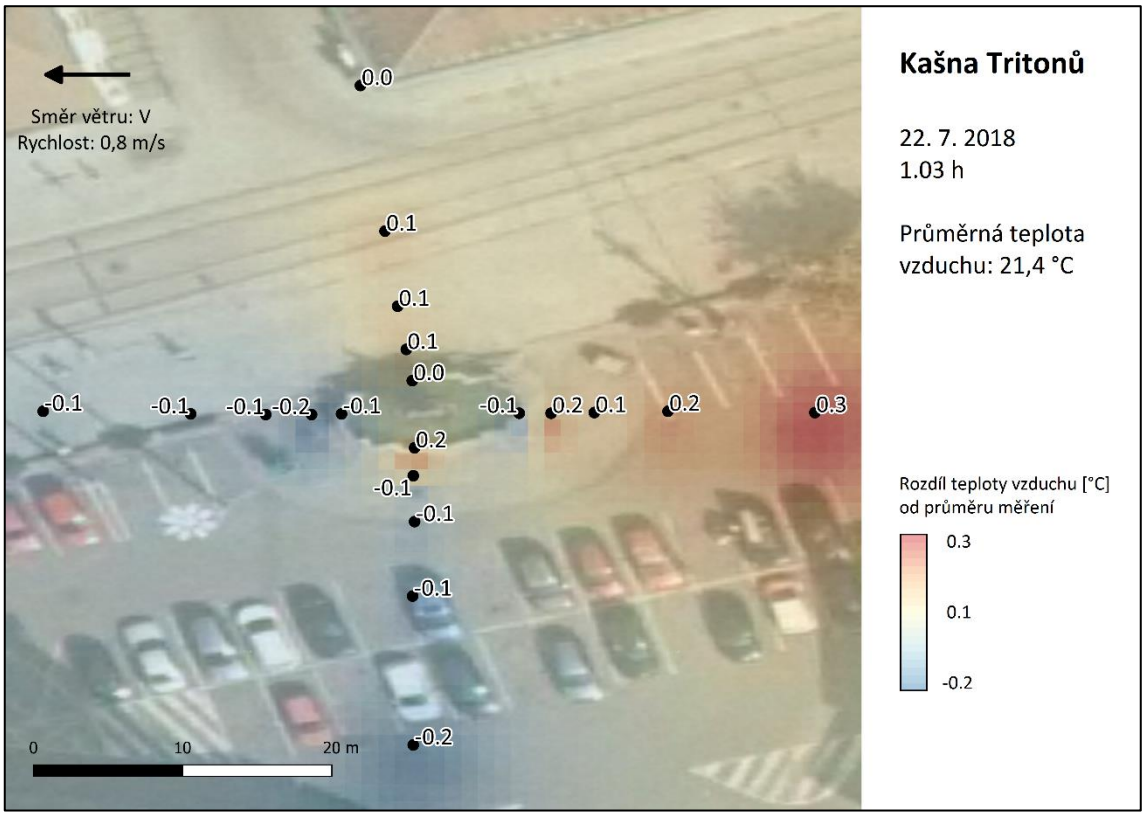
První noční měření v této lokalitě proběhlo za bezvětří a průměrné teploty 19,8 °C. Rozdíl teplot mezi nejvyšší (19,9 °C) a nejnižší (19,7 °C) teplotou vzduchu činil pouhých 0,2 °C. Lehce nadprůměrné teploty vzduchu byly naměřeny západně a východně od kašny, nezřetelně chladněji bylo severně a jižně od vodní plochy, viz grafické vyjádření teplotního pole na obrázku 71.



Obr. 71 Teplotní pole v okolí kašny Tritonů 15. 7. 2018 v 1.30 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.5.9 Noční měření 22. 7. 2018

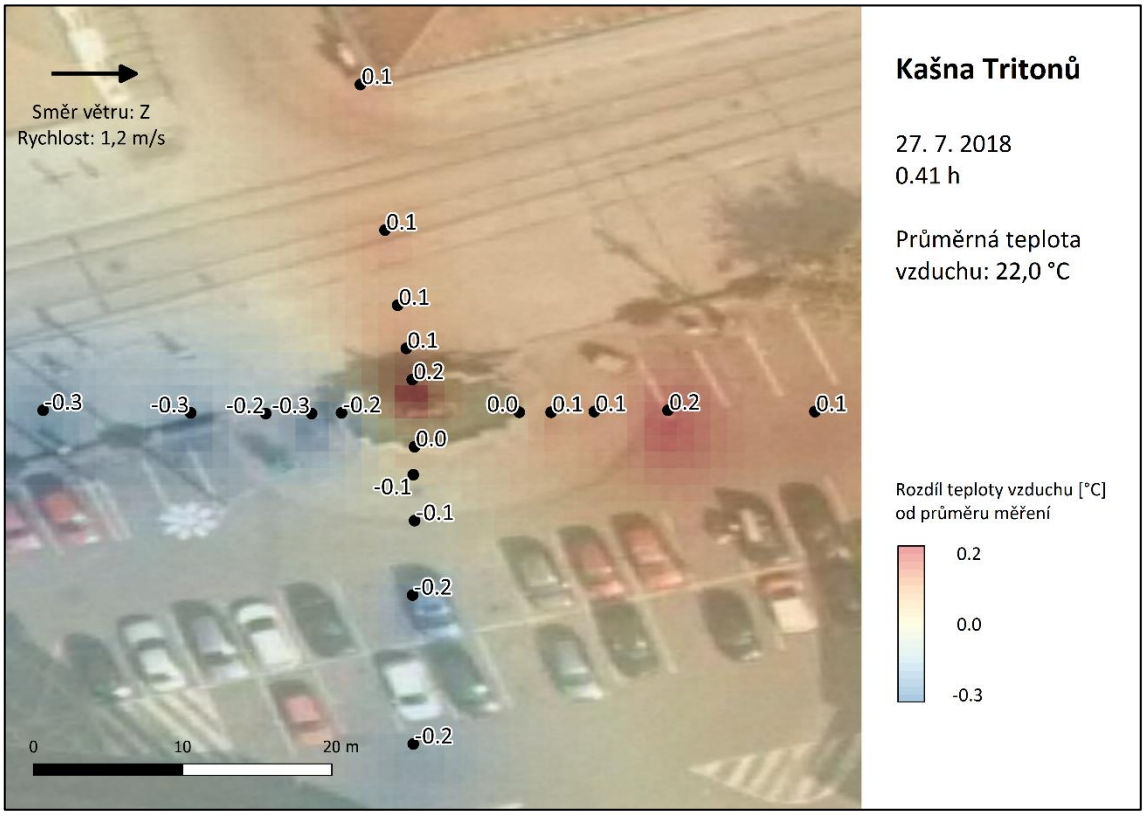
V průběhu druhého nočního měření u kašny Tritonů vál východní vítr o průměrné rychlosti 0,8 m · s^{-1}, teploty se v této lokalitě pohybovaly od 21,2 °C v bodech Z2 a J20 po 21,7 °C naměřených ve vzdálenosti 20 m východně od vodní plochy. Rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší teplotou vzduchu tedy činil 0,5 °C, průměrná teplota vzduchu měla hodnotu 21,4 °C. Jak je patrné z teplotního pole na obrázku 72, chladněji bylo zejména jižně a západně od kašny, nadprůměrné teploty převažovaly severně a východně od vodní plochy.



Obr. 72 Teplotní pole v okolí kašny Tritonů 22. 7. 2018 v 1.03 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.5.10 Noční měření 27. 7. 2018

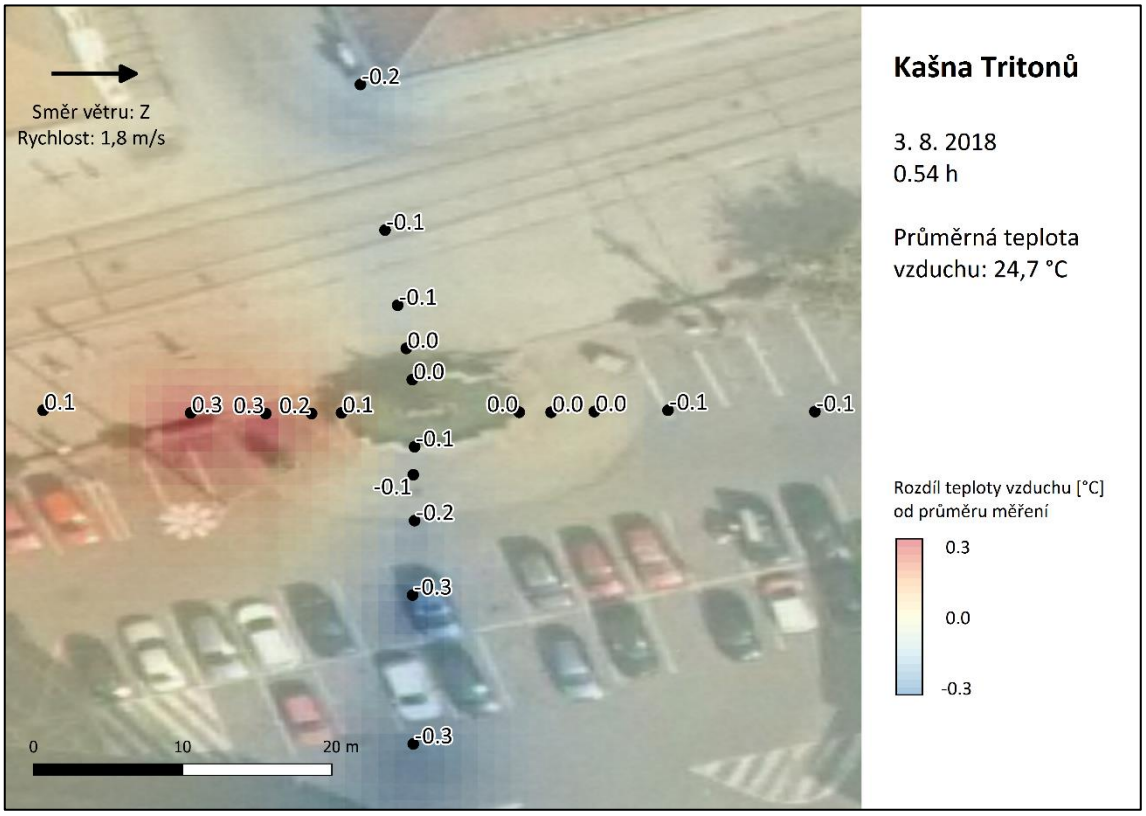
Západní vítr vál průměrnou rychlostí 1,2 m · s^{-1} během nočního měření u kašny Tritonů dne 27. července. Průměrná teplota vzduchu měla hodnotu 22,0 °C. Podprůměrné teploty byly změřeny západně od kašny s minimem 21,7 °C v bodech Z2, Z10 a Z20, záporné odchylky od průměru převažovaly také jižně od vodní plochy. Maximální teplota vzduchu 22,2 °C byla zjištěna v bodech S0 a V10, nadprůměrné hodnoty teploty vzduchu byly registrovány východně a severně od kašny, jak lze vidět z grafického vyjádření teplotního pole na obrázku 73. Rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší teplotou vzduchu zde činil 0,5 °C.



Obr. 73 Teplotní pole v okolí kašny Tritonů 27. 7. 2018 v 0.41 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.5.11 Noční měření 3. 8. 2018

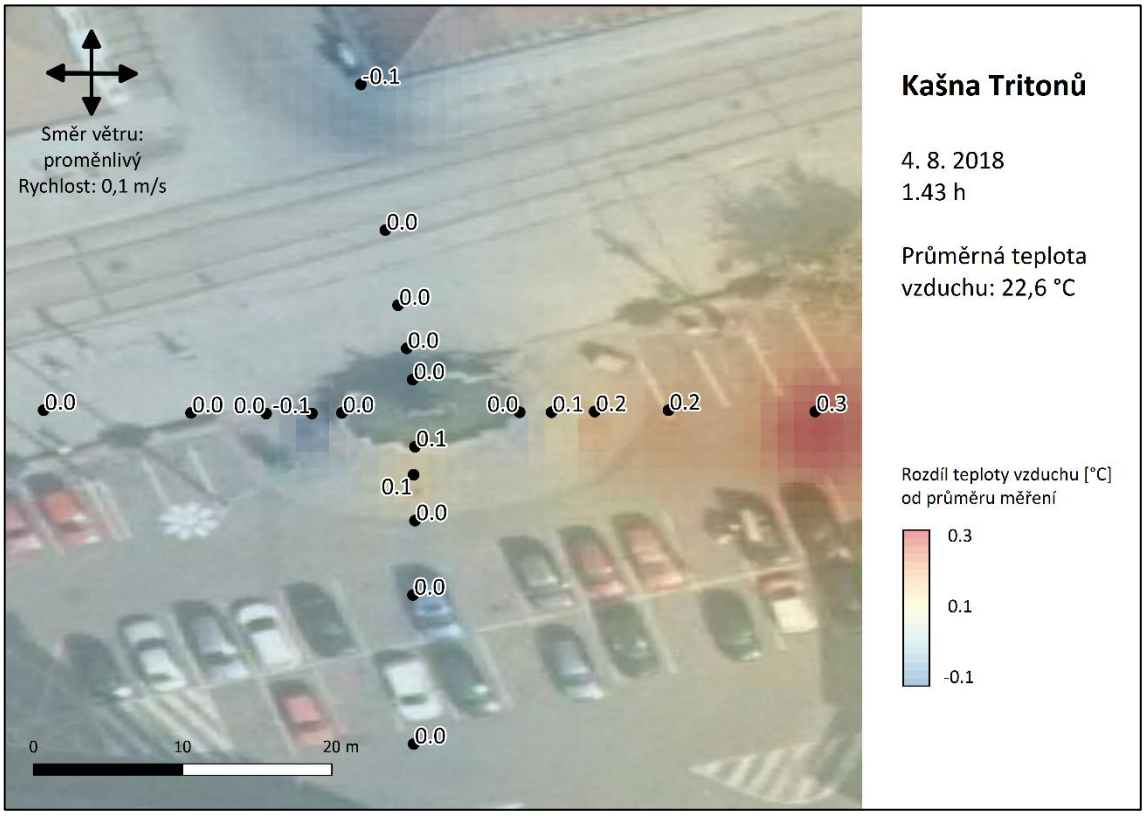
Poněkud větší průměrnou rychlostí (1,8 m · s^{-1}) vál západní vítr při čtvrtém nočním měření v této lokalitě. Teploty vzduchu se pohybovaly od 24,4 °C ve dvou nejjižnějších bodech do 25,0 °C v bodech Z5 a Z10. Průměrná teplota vzduchu měla hodnotu 24,7 °C. Rozdíl mezi maximální a minimální teplotou vzduchu tedy činil 0,6 °C. Na západ od kašny byly zaznamenány pouze nadprůměrné teploty vzduchu, jižně od vodní plochy se pak vyskytovaly podprůměrné teploty. Chladněji bylo také v bodě S20, jinak stanoviště severně a východně od kašny vykazovala teploty okolo průměru, viz teplotní pole na obrázku 74.



Obr. 74 Teplotní pole v okolí kašny Tritonů 3. 8. 2018 v 0.54 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.5.12 Noční měření 4. 8. 2018

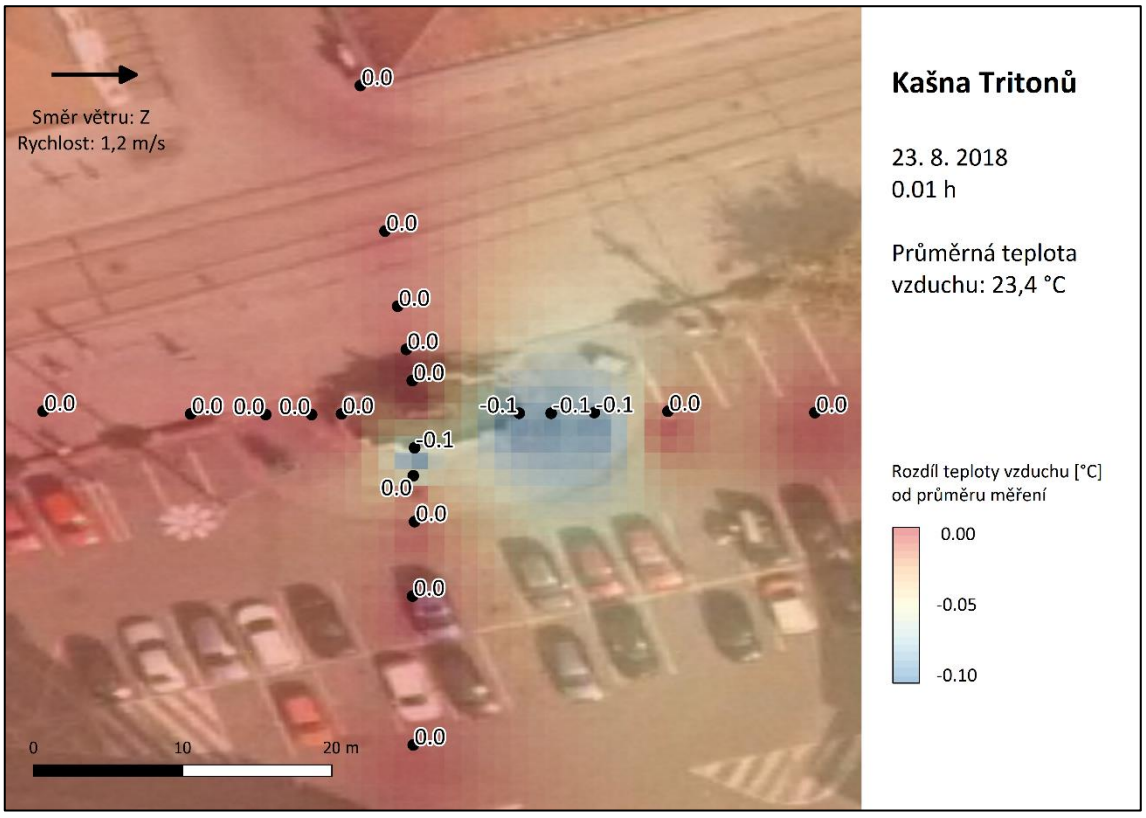
Téměř bezvětří panovalo při pátém nočním měření u kašny Tritonů, průměrná rychlost proměnlivého větru měla hodnotu 0,1 m · s^{-1}. Průměrná teplota vzduchu byla 22,6 °C. Nejvyšší teplota vzduchu (22,9 °C) byla naměřena 20 m východně od kašny, což znamenalo shodnou kladnou odchylku od průměrné teploty vzduchu v bodě V20 ve srovnání s měřením 22. července, během něhož byly také naměřeny nadprůměrné teploty vzduchu zejména východně od vodní plochy. Nejnižší teplota vzduchu (22,5 °C) se vyskytla ve dvou bodech (Z2 a S20), jak jde vidět z teplotního pole na obrázku 75. Rozdíl mezi maximální a minimální teplotou vzduchu činil 0,4 °C.



Obr. 75 Teplotní pole v okolí kašny Tritonů 4. 8. 2018 v 1.43 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.5.13 Noční měření 23. 8. 2018

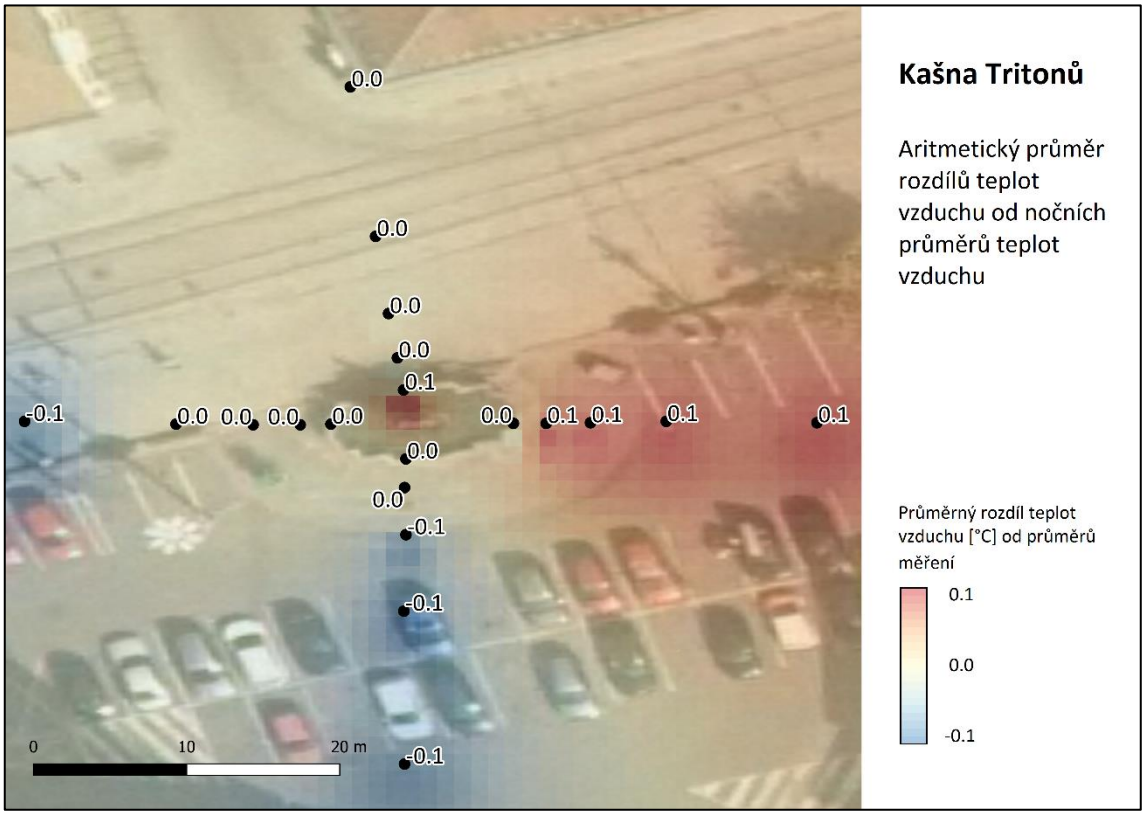
Poslední noční měření se vyznačovalo minimálním rozdílem (0,1 °C) mezi nejvyšší (a zároveň průměrnou) teplotou vzduchu 23,4 °C a nejnižší hodnotou teploty vzduchu 23,3 °C. Podprůměrné hodnoty teploty vzduchu byly zaznamenány v nejbližších třech bodech východně od kašny a u jižního okraje vodní plochy, teplota se v ostatních bodech nelišila od průměru, jak lze vyčíst z teplotního pole na obrázku 76. Nutno podotknout, že jsou takovéto malé rozdíly teplot na hranici rozlišení teploměru. Během měření vál západní vítr o průměrné rychlosti 1,2 m · s^{-1}.



Obr. 76 Teplotní pole v okolí kašny Tritonů 23. 8. 2018 v 0.01 h, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

6.5.14 Průměrné noční teplotní pole

Jak je patrné z teplotního pole průměrných hodnot odchylek od průměrných teplot nočních měření na obrázku 77, nadprůměrné teploty vzduchu se vyskytovaly zejména východně od kašny (body V2 až V20) a u severního okraje vodní plochy. Naopak v průměru chladnější vzduch byl měřen ve třech nejvzdálenějších bodech jižně od kašny (J5, J10 a J20) a na stanovišti Z20. V ostatních bodech byl průměr odchylek od průměrných teplot vzduchu při jednotlivých nočních měřeních 0,0 °C v rámci zaokrouhlování na jednu desetinu stupně. V následující kapitole jsou analyzovány možné vlivy na teplotní pole u vodních ploch.

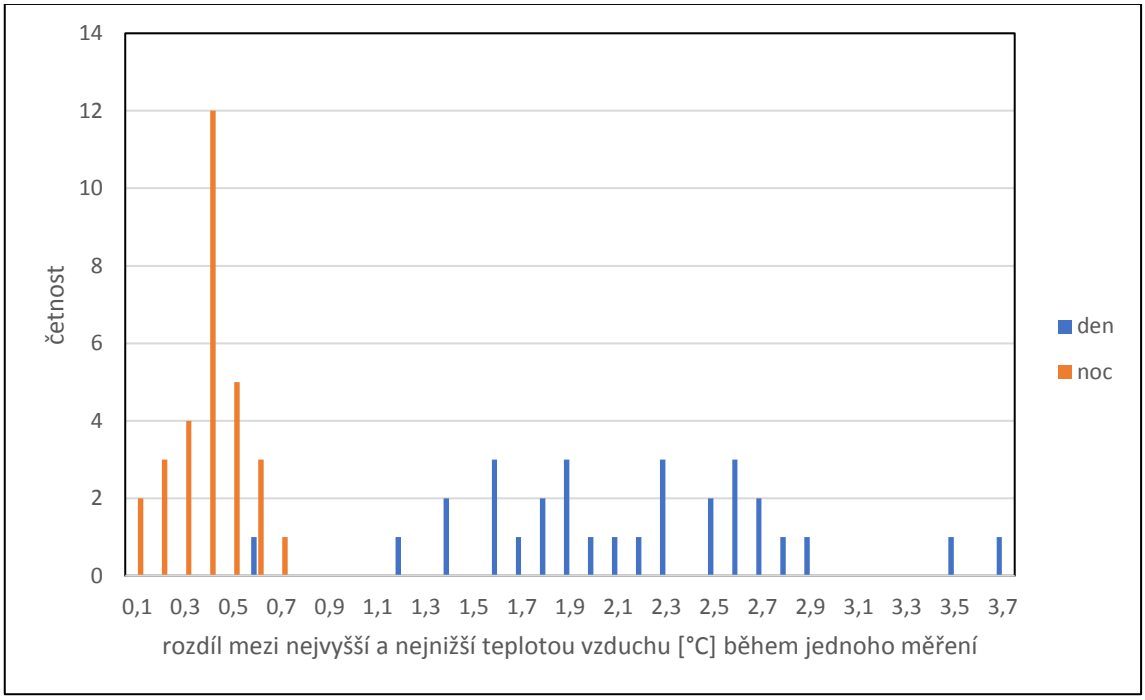


Obr. 77 Aritmetický průměr rozdílů teplot vzduchu od nočních průměrů teplot z měření u kašny Tritonů, zdroj podkladové mapy: Geoportál ČÚZK (2019), vlastní tvorba

7 Diskuze

7.1 Variabilita teplot vzduchu

Srovnáním rozdílů mezi nejvyšší a nejnižší teplotou vzduchu během jednotlivých měření je patrné, že větší variabilitu teplot vzduchu vykazují měření provedená ve dne, viz graf na obrázku 78. Rozdíl mezi maximální a minimální teplotou vzduchu během denních měření činil v průměru 2,16 °C, s tím, že se pohyboval od 0,6 °C do 3,7 °C, nejčastěji pak mezi 1,6 °C a 2,7 °C (po odebrání pěti nejnižších a pěti nejvyšších hodnot). Průměrná noční hodnota rozdílu mezi maximální a minimální teplotou během jednotlivých měření byla 0,39 °C, nejnižší rozdíl činil 0,1 °C, nejvyšší měl hodnotu 0,7 °C. Po vyřazení pěti nejnižších a pěti nejvyšších hodnot byl interval rozdílů od 0,3 °C do 0,5 °C.



Obr. 78 Četnost rozdílů mezi nejvyšší a nejnižší teplotou vzduchu [°C] v rámci jednoho měření při denních a nočních měřeních, vlastní tvorba z naměřených dat

7.2 Vliv vodní plochy na teplotní pole

Ochlazující účinek na teplotu vzduchu v okolí vodní plochy během denních měření je nejlépe vidět na průměrném teplotním poli u Herkulovy kašny (kapitola 6.4.7). Relativně homogenní aktivní povrch a absence stínu během všech měření vytvářely

příznivé podmínky pro vyjádření vlivu vodní plochy na teplotu vzduchu v okolí. Méně zřetelný vliv lze pozorovat také na průměrných denních teplotních polích u Jupiterovy kašny (kapitola 6.2.7), Arionovy kašny (kapitola 6.3.7) a kašny Tritonů (kapitola 6.5.7). Na těchto lokalitách již hrály významnější roli další faktory diskutované v následující podkapitole. V lokalitě u fontány ve Smetanových sadech, tedy ze zkoumaných ploch jediné vodní plochy umístěné v parku, tyto vlivy převažovaly, ochlazující účinek vodní plochy není z vyjádření průměrného teplotního pole v kapitole 6.1.7 patrný. Oproti modelovým vodním plochám, o nichž pojednává článek *The Impact of Water on Microclimate in Lignan Area* (Zeng et al., 2017), měly zkoumané plochy v Olomouci menší rozměry, tedy i menší ochlazující účinek.

Vliv na teplotu vzduchu v okolí kašen během nočních hodin nebyl pozorován, což je očekávatelný výsledek vzhledem velké tepelné kapacitě vody a malým rozdílem mezi teplotou vody a teplotou okolního vzduchu, což koresponduje s Broadbent et al., 2017.

7.3 Vliv dalších faktorů na teplotní pole

Vyjádřit vliv malých vodních ploch na teplotu vzduchu v městském prostředí nebylo jednoduché právě kvůli vlivu jiných faktorů, jako je výskyt stínu, proměnlivá rychlost a směr větru, nehomogenní aktivní povrch a vegetace, vzdálenost bodů měření od budov a mnoha dalších. Ve výzkumech se uplatňují pokročilejší metody definující oblast vlivu, například Broadbent et al., (2017) zavádí geometrické vymezení oblastí vlivu v závislosti na denní době a rychlosti a směru větru.

Prvně jmenovaný vliv stínu byl jedním z nejzásadnějších, nejvýrazněji se projevil na průměrném teplotním poli v okolí kašny Tritonů (kapitola 6.5.7), ale viditelný je i na jiných průměrných teplotních polích, například u fontány ve Smetanových sadech. Tam se stín většinou nacházel jižně a západně od vodní plochy, kde byly také měřeny podprůměrné teploty vzduchu, viz teplotní pole na obrázku (kapitola 6.1.7).

Při měření teploměrem s rychlou odezvou byly běžně pozorovány poklesy teploty vzduchu přibližně o 0,5 °C až 1 °C při poryvech větru nepřekračujících zhruba 3 $m \cdot s^{-1}$, což může způsobovat nižší průměrné teploty vzduchu v bodech s větší průměrnou rychlostí větru v rámci lokality.

Nehomogenním aktivním povrchem se vyznačovala především lokalita u fontány ve Smetanových sadech. Měření probíhalo nad asfaltovou cestou, trávou, štěrkem, v blízkosti stromů a keřů. Zaparkovaná auta ovlivňovala měření u Jupiterovy kašny (zejména v bodě V20) a kašny Tritonů na náměstí Republiky (body J10 a J20). Mírné nehomogenity aktivního povrchu, jako je například použití dlažby s různými tepelnými vlastnostmi, se vyskytovaly na všech lokalitách.

Zřetelným případem ovlivnění teploty vzduchu tepelným vyzařováním budovy je výskyt nadprůměrné teploty poblíž radnice v lokalitě u Arionovy kašny. Průměrná odchylka oproti průměrným teplotám vzduchu ze všech nočních měření v daném bodě činila 0,3 °C, viz teplotní pole na obrázku (kapitola 6.3.14).

Teplotní pole v okolí vodních ploch mohl dále ovlivňovat reliéf. Určitý vliv na teplotu vzduchu mohlo mít tělesné teplo lidí, shromažďujících se poblíž vodních ploch, či doprava, zejména v lokalitě kašny Tritonů.

8 Závěr

Tato práce se zabývala vlivem vybraných prvků modré infrastruktury na teplotu vzduchu v jejich okolí. Jednalo se o čtyři kašny v centru města Olomouce a jednu fontánu v městském parku. Data byla získávána pomocí vlastního mobilního měření a prezentována zejména pomocí teplotních polí vytvořených v programu QGIS pomocí interpolačních metod.

Z naměřených hodnot vyplynulo, že je variabilita teplot v okolí vodních ploch během dne vyšší, než je tomu v případě nočních měření. Samotný vliv malých vodních ploch na teplotu vzduchu byl zřetelný jen na některých lokalitách, nejvýrazněji se projevil v okolí Herkulovy kašny, naopak u fontány ve Smetanových sadech převažovaly jiné faktory. Během nočních měření nebyl zaznamenán vliv vodních ploch na teplotu vzduchu v jejich okolí, tento výsledek je ovšem očekávatelný vzhledem k velké tepelné kapacitě vody a skutečnosti, že je rozdíl mezi teplotou vzduchu a teplotou vody ve vodních plochách během noci minimální.

Měření byla ovlivněna mnoha faktory, které byly z pohledu určení vlivu malých vodních ploch na teplotu vzduchu v jejich okolí nežádoucí. Teplota vzduchu byla kromě vodních ploch ovlivněna také stínem, větrem, nehomogenním aktivním povrchem, okolní zástavbou a jinými vlivy. Tyto faktory nebrání popisu teplotního pole v okolí malých vodních ploch, kdyby ale bylo cílem práce kvantifikovat vliv vodních ploch na teplotu okolního vzduchu, musely by být ostatní vlivy eliminovány.

Jelikož není jednoduché potlačit tyto rušivé vlivy, schůdnější cesta se nabízí v podobě vhodného výběru vodní plochy k výzkumu, u níž je minimum nežádoucích faktorů, k čemuž může posloužit právě tato bakalářská práce. Jako nejpříznivější se jeví okolí Herkulovy kašny, kde je relativně homogenní aktivní povrch a během odpoledních měření není okolí vodní plochy zastíněno. Jedním z možných přístupů je provádět větší počet měření u jedné vybrané vodní plochy a zvolit přitom hustší síť bodů měření. Další možností je realizovat měření vlhkosti vzduchu a charakteristik záření a tím rozšířit poznatky o vlivech malých vodních ploch v městském prostředí.

9 Summary

This thesis describes the effect of small water bodies on air temperature in urban environment. The measurement was realized in the city of Olomouc (Czech Republic) in the surroundings of five fountains. Four of them were situated in the historical city center (local climate zone from Stewart and Oke, 2012: LCZ 2), one of them was located in the city park (local climate zone: LCZ B).

Method of mobile measuring was used to gain data about air temperature. Measuring points were spaced in four directions from each fountain – north, east, south and west in the distance of 0 m, 2 m, 5 m, 10 m and 20 m in each direction. The measurements took place during the warm summer days with minimum cloudiness and low wind speed. These measurements were made in the afternoon and at night from July to August on days with appropriate conditions described above.

The average air temperature was calculated from each measurement, differences from average were portrayed using QGIS software, specifically IDW method of interpolation. Acording to the measurement results, the temperature variability is greater in the afternoon than at night. The cooling effect of small water bodies on air temperature was significant in some locations only, e. g. surroundings of The Hercules Fountain. On the other hand, there were also dominant other influences (wind, shadow etc.) in some locations like the one in the city park, where the cooling effect of water body was insignificant. During night measurements, the influence of water bodies on air temperature was not observed in any location due to the high heat capacity of water and the small difference between air and water temperature, which corresponds to Broadbent´s (2017) research. This thesis contributed to a better understanding of the variability of air temperature in the urban environment.

10 Seznam zdrojů

BABOVEC, J. (2012): Příspěvek ke studiu městského a příměstského klimatu Olomouce: Vliv povětrnostních situací na denní chod teploty vzduchu. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 48 s.

BROADBENT, A., M., COUTTS, A., M., TAPPER, N., J., DEMUZERE, M., BERINGER, J. (2018): The microscale cooling effects of water sensitive urban design and irrigation in a suburban environment. Theoretical and Applied Climatology. 134 (1–2), s. 1–23.

DUBSKÝ, L. (2015): Příspěvek ke studiu městského a příměstského klimatu Olomouce (výskyt charakteristických dní vázaných na denní extrémní teploty). Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 92 s.

DUBSKÝ, L. (2019): Charakteristické dny podle maximálního a minimálního teploměru a jejich prostorová variabilita v Olomouci a okolí. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 192 s.

GELETIČ, J., LEHNERT, M. (2016): GIS-based delineation of local climate zones: The case of medium-sized Central European cities. Moravian Geographical Reports. 24 (3), s. 2–12.

GEOPORTÁL ČÚZK (2019): Prohlížecí služba WTMS – Ortofoto ČR. [online]. cit. [2019-04-06]. Dostupné z: https://geoportal.cuzk.cz/(S(1xtos2xqfcy45vb4cp33usww))/Default.aspx?mode=TextMeta&side=wmts.uvod&metadataID=CZ-CUZK-WMTS-ORTOFOTO-P&metadataXSL=metadata.sluzba&head_tab=sekce-03-gp&menu=3151

JANKŮ, Z. (2015): Příspěvek ke studiu městského a příměstského klimatu Olomouce: Vliv povětrnostních situací na denní chod teploty vzduchu. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 57 s.

JANKŮ, Z. (2018): Příspěvek ke studiu městského a příměstského klimatu Olomouce: Denní chod teploty vzduchu v závislosti na charakteru proudění. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 101 s.

JIN, H., SHAO, T., ZHANG, R. (2017): Effect of water body forms on microclimate of residential district. Energy Procedia. 134, s. 256–265.

KVĚTOŇ, V., VOŽENÍLEK, V. (2011): Klimatické oblasti Česka: klasifikace podle Quitta za období 1961–2000. Univerzita Palackého v Olomouci v koedici s Českým hydrometeorologickým ústavem, Olomouc, Praha, 20 s.

KUBEČEK, J. (2017): Místní klimatické zóny v Olomouci a okolí: teplota vzduchu. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 132 s.

LEHNERT, M., GELETIČ, J., DOBROVOLNÝ, P., JUREK, M. (2018a): Temperature differences among local climate zones established by mobile measurements in two central European cities. Climate Research, 75, s. 53–64.

LEHNERT, M., GELETIČ, J., HUSÁK, J., VYSOUDIL, M. (2015): Urban field classification by 'local climate zones' in a medium-sized Central European city: the case of Olomouc (Czech Republic). Theoretical and Applied Climatology. 122 (3-4), s. 531–541.

LEHNERT, M., KUBEČEK, J., GELETIČ, J., JUREK, M., FRAJER, J. (2018b): Identifying hot and cool spots in the city centre based on bicycle measurements: the case of Olomouc, Czech Republic. Geographica Pannonica, 22 (4), s. 230–240.

MAPY.CZ (2019): Prohlížení [online]. cit. [2019-04-12]. Dostupné z: https://mapy.cz/

NÁRODNÍ GEOPORTÁL INSPIRE (2019): Prohlížení [online]. cit. [2019-04-12]. Dostupné z: https://geoportal.gov.cz/web/guest/map

PENG. J., CHUNYANG Z., HONGYI W. et al. (2013): The influence of different width River on the temperature and humidity of waterfront green space in the four seasons. In: ZENG, Z., ZHOU, X., LI, L. (2017): The Impact of Water on Microclimate in Lingnan Area. Procedia Engineering. 205, s. 2034–2040.

POUR, T., MIŘIJOVSKÝ, J., PURKET, T. (2019): Airborne thermal remote sensing: the case of the city of Olomouc, Czech Republic. European Journal of Remote Sensing, s. 1–10.

POVODÍ MORAVY (2019): Významné toky [online]. cit. [2019-04-07]. Dostupné z: http://www.pmo.cz/cz/o-podniku/vyznamne-vodni-toky/

SHUYAN, L., CHUNYI, X., WEI, L. et al. (2008): Study on the microclimate effects of urban water. In: ZENG, Z., ZHOU, X., LI, L. (2017): The Impact of Water on Microclimate in Lingnan Area. Procedia Engineering. 205, s. 2034–2040.

STEENEVELD, G. J., KOOPMANS, S., HEUSINKVELD, B., G., THEEUWES, N., E. (2014): Refreshing the role of open water surfaces on mitigating the maximum urban heat island effect. Landcape and Urban Planning. 121, s. 92–96.

STEWART I. D., OKE T. R. (2012): Local climate zones for urban temperature studies. Bulletin of the American Meteorological Society. 93 (12), s. 1879–1900.

TOLASZ, R. et al. (2007): Atlas podnebí Česka. Český hydrometeorologický ústav v koedici s Univerzitou Palackého v Olomouci, Praha, Olomouc, 255 s.

VYSOUDIL, M. et al. (2012): Podnebí Olomouce. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 212 s.

VYSOUDIL, M. (2013): Základy fyzické geografie 1: Meteorologie a klimatologie. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 112 s.

VYSOUDIL, M., LEHNERT, M., KLADIVO, P. (2016): Heat stress in the urban and suburban landscape and its spatial differentiation through the example of a medium-sized city. Dela. 2016 (46), s. 163–182.

VYSOUDIL, M., TOMÁŠ, M. (2011): Teplotní a srážkové poměry Olomouce. Zprávy Vlastivědného muzea v Olomouci, 301, s. 69–91.

WENZE, Y., LIHUA, X. (2013): Thermal environment effect of typical urban water landscape. In: ZENG, Z., ZHOU, X., LI, L. (2017): The Impact of Water on Microclimate in Lingnan Area. Procedia Engineering. 205, s. 2034–2040.

ZENG, Z., ZHOU, X., LI, L. (2017): The Impact of Water on Microclimate in Lingnan Area. Procedia Engineering. 205, s. 2034–2040.