

Letecké termografické snímkování pro účely identifikace znečištění povrchových vod

Štěpán Marval ^{1, 2)} (marval.stepan@vumop.cz), Tomáš Hejduk ²⁾ (hejduk.tomas@vumop.cz), Tomáš Vybíral ³⁾ (tomas.vybiral@georeal.cz), Radek Roub ¹⁾ (roub@fzp.czu.cz)

¹⁾ **Fakulta životního prostředí**

Česká zemědělská univerzita v Praze
Kamýčká 1176, 165 21 Praha 6 – Suchbátka



Fakulta životního
prostředí

²⁾ **Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.**
Žabovřeská 250, 150 00 Praha 5 – Zbraslav



³⁾ **GEOREAL spol. s r. o.**
Hálkova 12, 301 00 Plzeň

GEOREAL

Identifikační kód a název projektu

TH02030396 Využití letecké termografie jako nového přístupu pro identifikaci znečištění vod z bodových a nebodových zdrojů

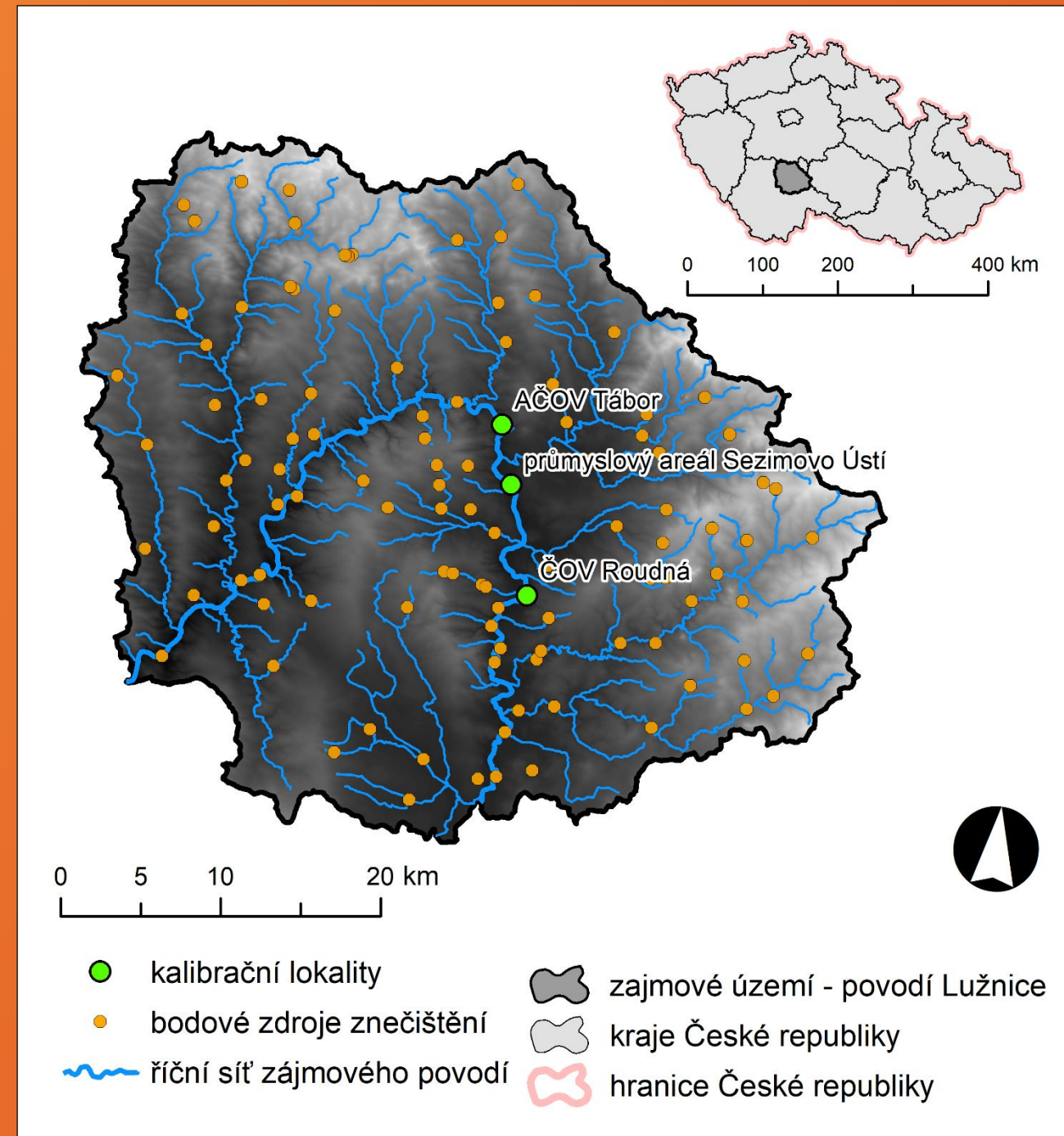
T A Č R
Program Epsilon

Úvod

Letecká termografie je dynamicky se rozvíjející obor využívající termokamery, neboli infrakamery, instalované především na letadlech či na bezpilotních prostředcích – dronech (UAV z anglického Unmanned Aerial Vehicle). Letecká termografie má bezesporu ohromný potenciál, přičemž její plné možnosti dosud nebyly plně prozkoumány a doceněny. Novinkou z oblasti termografických aplikací je využití pro detekci znečištění v ovzduší či vodních toků a nádrží. Tuto vlastnost je možno využít třeba při zkoumání přítomnosti úniku zdroje znečištění bodového či plošného přímo do vodního prostředí.

Pilotní lokalita

Detailní analýze byla podrobena pilotní lokalita „Dolní tok Lužnice“, kde byly provedeny dvě letecké kampaně pro možné ověření použitelnosti letecké termografie pro identifikaci potenciálních zdrojů znečištění. V návaznosti na kompletní terénní rekonstrukci byly vybrány tři konkrétní vypouštěcí objekty. Hlavní hlediska výběru byla objem tepelného znečištění (vysoký objem tepelného znečištění – AČOV Tábor, nízký objem tepelného znečištění – ČOV Roudná), typ výstupu (plynulý vstup tepelného znečištění – ČOV Roudná, AČOV Tábor, skokový vstup tepelného znečištění – průmyslový areál Sezimovo Ústí). Dalším faktorem pro výběr lokality byl možný operační prostor nad objekty vypouštění daných lokalit. Po zvážení těchto aspektů byly vybrány kalibrační lokality: AČOV Tábor, ČOV Roudná, průmyslový areál Sezimovo Ústí.



pilotní lokalita – povodí vodního toku Lužnice od rybníka Rožmberk



objekt vypouštění AČOV Tábor



objekt vypouštění Sezimovo Ústí



objekt vypouštění ČOV Roudná

První termografická kampaň

Samotné termografické snímkování v rámci první měřické kampaně proběhlo dne 7. 12. 2017 a bylo doplněno vždy vysoce kvalitními RGB snímky. K samotnému snímkování byl využit bezpilotní letoun s připevněnou termografickou kamerou a stabilizovanou optickou kamerou. K provedení kalibračního náletu bylo provedeno taktéž geodetické zaměření vličovacích bodů. Ty následně sloužily pro georeferencování získaných termogramů. Tyto body byly využity v daných lokalitách i pro letecké měřické snímkování pilotovanými letadly v rámci druhé termografické kampaně.



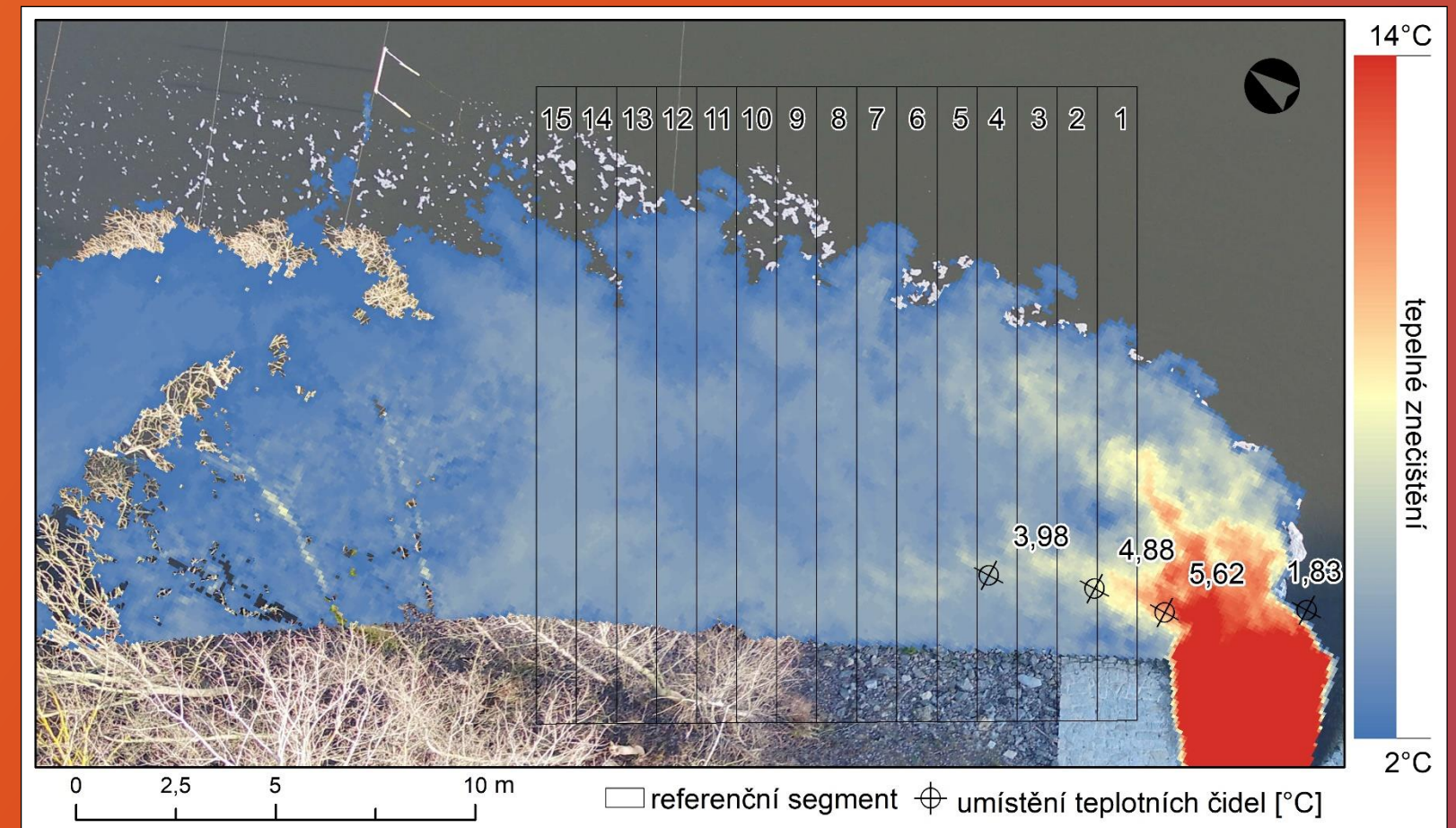
termografická kamera DJI Zenmuse XT a optická kamera DJI X5S



bezpilotní letoun DJI Matrice 210 – RTK

Při zaměření na obrázek detailně zpracovaných termografických dat a související graf je patrné snižování tepelného znečištění v závislosti na vzdálenosti od objektu vypouštění. K tomuto jevu dochází především vlivem mísení přítoku z AČOV Tábor s okolní vodou ve vodním toku.

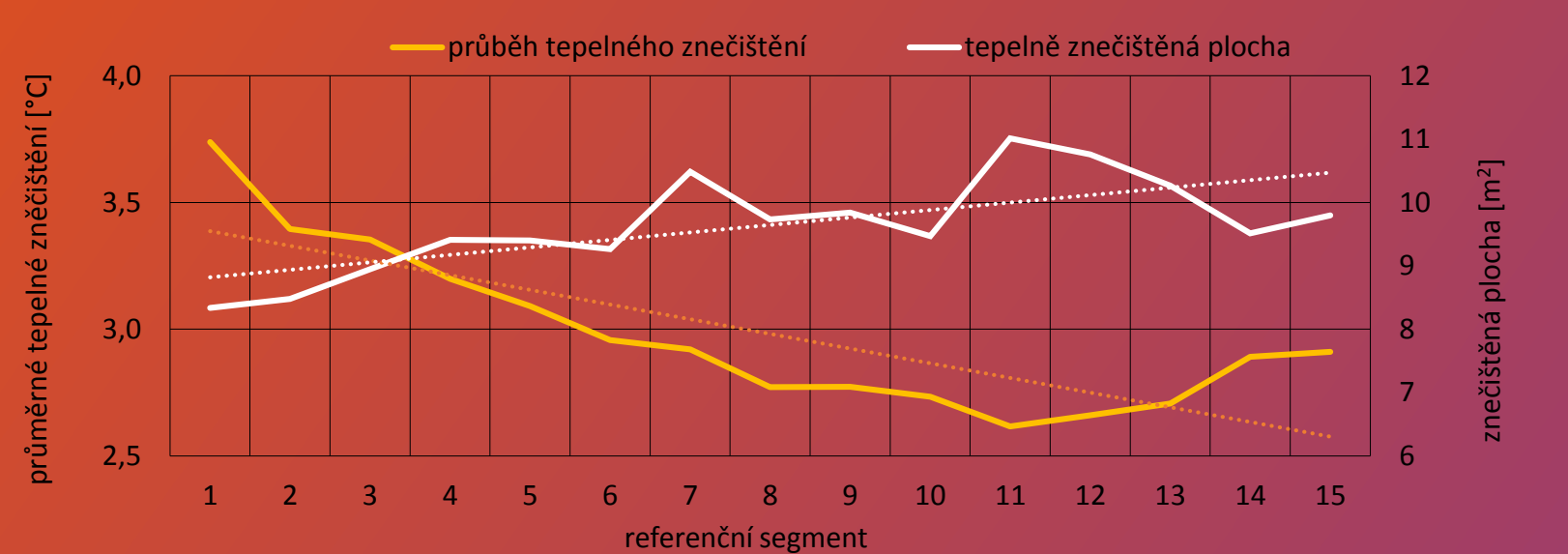
Zajímavostí na prezentovaném grafu je závislost obou veličin, kdy při zvětšování rozlohy tepelně znečištěné plochy se snižuje průměrná hodnota tepelného znečištění a naopak, což je patrné od 11. k 15. referenčnímu segmentu.



detail zpracovaných termografických dat – objekt vypouštění AČOV Tábor

referenční segment	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
znečištěná plocha [m ²]	8,33	8,48	8,95	9,41	9,40	9,26	10,48	9,73	9,84	9,47	11,01	10,76	10,26	9,51	9,79
průměrné tepelné znečištění [°C]	3,74	3,39	3,35	3,20	3,09	2,96	2,92	2,77	2,77	2,73	2,62	2,66	2,71	2,89	2,91

plocha a míra průměrného tepelného znečištění v rozsahu referenčních segmentů



průběh tepelného znečištění na hladině vodního toku Lužnice v závislosti na znečištěné ploše

Druhá termografická kampaň

Druhá kampaň termografického snímkování proběhla dne 27. 3. 2018. K samotnému snímkování bylo využito letadlo Cessna 402B Businessliner, OK-VOM, které je modifikováno pro letecké snímkování a hromadný sběr dat.



letadlo Cessna 402B Businessliner, OK-VOM

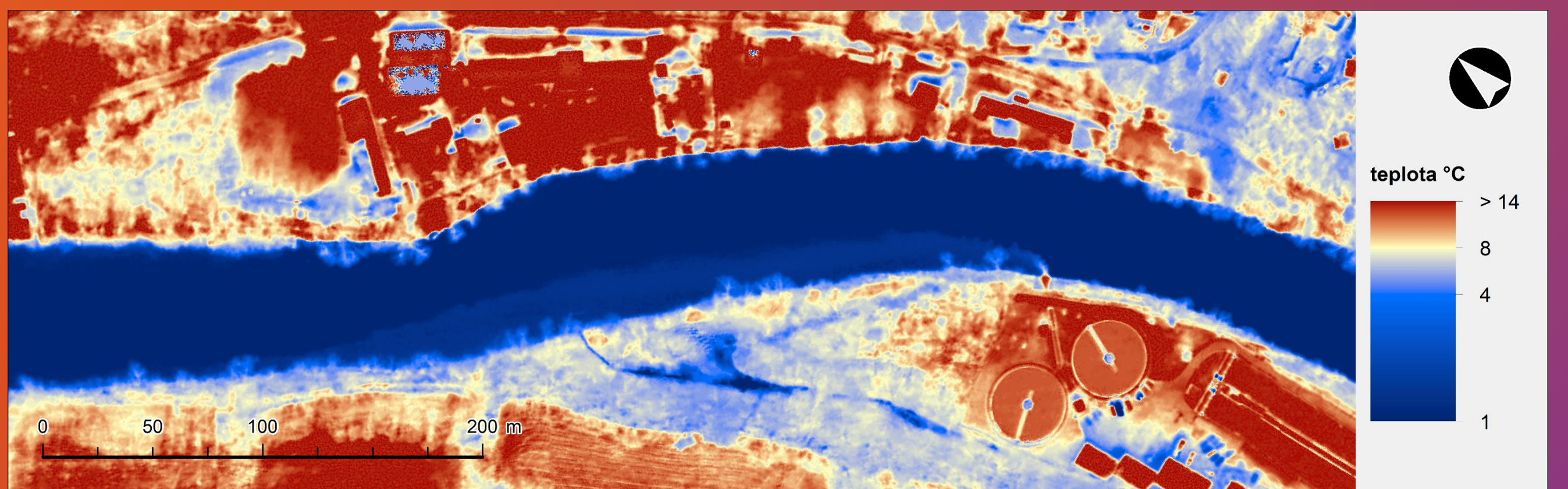
V technických datech je teplotní přesnost $\pm 1^\circ\text{C}$ nebo $\pm 1\%$, pokud do toho ještě vstoupí nestandardní podmínky při dlouhém letu, mohou se ve výstupu lišit jednotlivé bloky i o 4°C .



termografická kamera DigiTHERM-1280-C

Tyto teplotní rozdíly byly potlačeny při tvorbě ortografických map rozdělením snímků do bloků, k nimž byly přiřazeny odpovídající teplotní škály, tak aby celkový výstup tvořil jednotný celek.

Získaná data byla zpracována do prezentované podoby v geografickém informačním systému ArcGIS 10.4.1 for desktop, konkrétně byly využity aplikace ArcMap a ArcScene.



zpracovaná ortografická mapa z leteckého termografického snímkování – objekt vypouštění AČOV Tábor



výsledky analýzy termogramu v podobě prostorové autokorelace (hotspot analýzy) – objekt vypouštění AČOV Tábor