

TERMÁLNE SNÍMKOVANIE AKO NÁSTROJ PRE MANAŽMENT MESTSKÉHO TEPELNÉHO OSTROVA

Ján KAŇUK, Zdeněk KLUSOŇ, Róbert KRAJČOVIČ, Michal
GIRMALA, Vladimír KAŇUK

05/05/2025



PHOTOMAP Group

- 2003 – PHOTOMAP (SK)
- 2023 – AERIMAP (CZ)
- 2023 – PHOTOMAP BV (NL)
- 2024 – PHOTOMAP (DE)

www.photomap.sk



Satelitný diaľkový prieskum Zeme

AIRBUS DS, MAXAR
(EUSI), PLANET LABS,
Capella Space, SatVu
autorizovaný predajca

EARSC člen



Letecký diaľkový prieskum Zeme

6 lietadiel,
3 VEXCEL
veľkoformátové
kamery,
3 RIEGL LiDAR
systémy

EAASI člen



UAV (drony)

6 UAV systémov,
5 leteckých
kamier, 3 LiDAR
skenery, termálna
kamera,
hyperspektrálny
skener



Mobile Mapping System

RIEGL VMQ-1HA



Pozemná geodézia

TOPCON vybavenie

- Cessna 404 Titan
 - Cessna 402B
 - Cessna 340A
 - Cessna TU206F
 - Piper Seneca V
 - Tecnam P2006T – SPO PHOTOMAP
- SPO AERIMAP



ukážka vybraných optických systémov



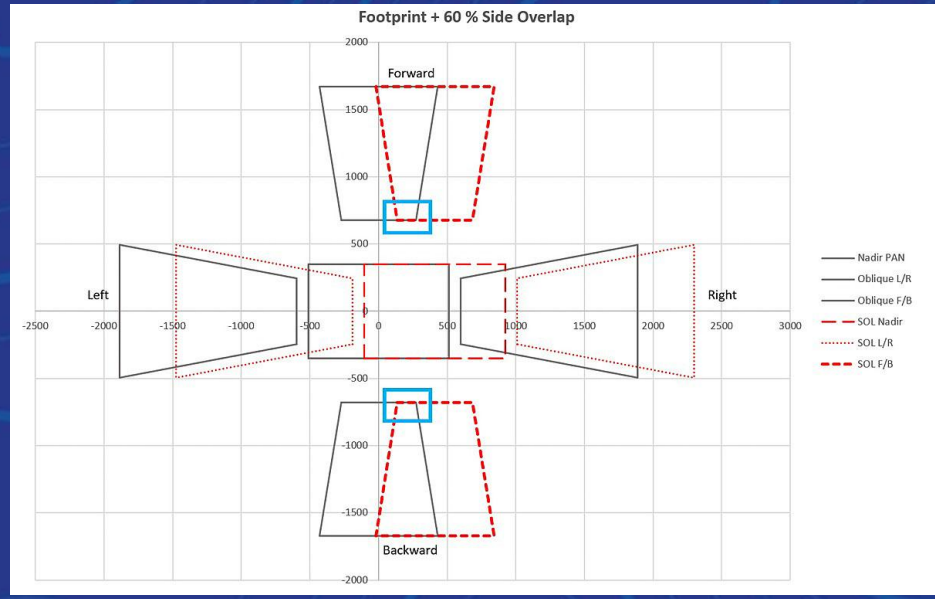
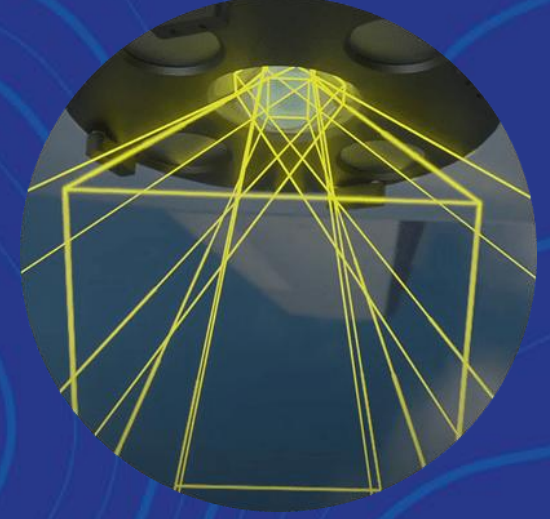
Phase One
nadir LMS



VEXCEL UltraCam
Eagle Mark 3
nadir LMS



VEXCEL UltraCam
Osprey Mark 4.1
nadir + šikmé LMS



ukážka vybraných LiDAR systémov



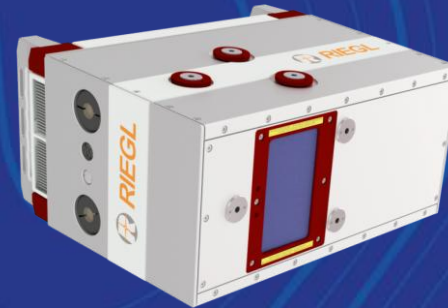
RIEGL VMQ-1HA
od roku 2022



RIEGL VUX-1 UAV
od roku 2015



VQ-480 II
od roku 2023



VQ-780 II-S
od roku 2019 VQ-780 I
upgrade v roku 2022 na
verziu II-S



VQ-1560 II-S
od roku 2023
LiDAR na
gyrostabilizovanom
ráme SOMAG
GSM4000

PREČO SA ZAOBERAŤ UHI?

Dopady na zdravie

- zhoršenie tepelného komfortu
- vyššie riziko kardiovaskulárnych a respiračných problémov (zraniteľných skupín)
- znížená kvalita spánku

Dopady na infraštruktúru

- skracovanie životnosti stavebných materiálov
- deformácie asfaltových povrchov, železných konštrukcií

Ekologické aspekty

- vyššie koncentrácie prízemného ozónu
- vyššie emisie CO₂ z produkcie energie
- riziko znečistenia vodných tokov

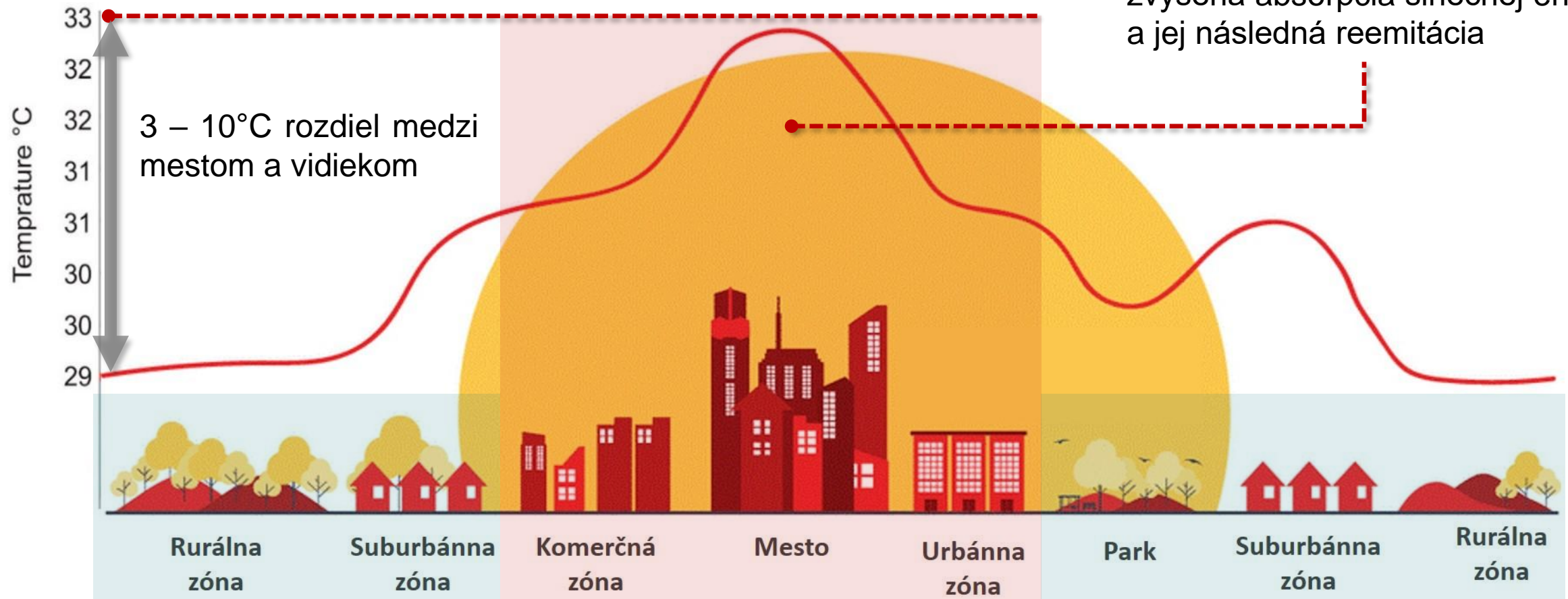
Ekonomické dopady

- vyššie náklady na prevádzku budov
- strata produktivity práce počas horúčav

UHI – Urban Heat Island (mestský ostrov tepla)



MESTSKÝ OSTROV TEPLA



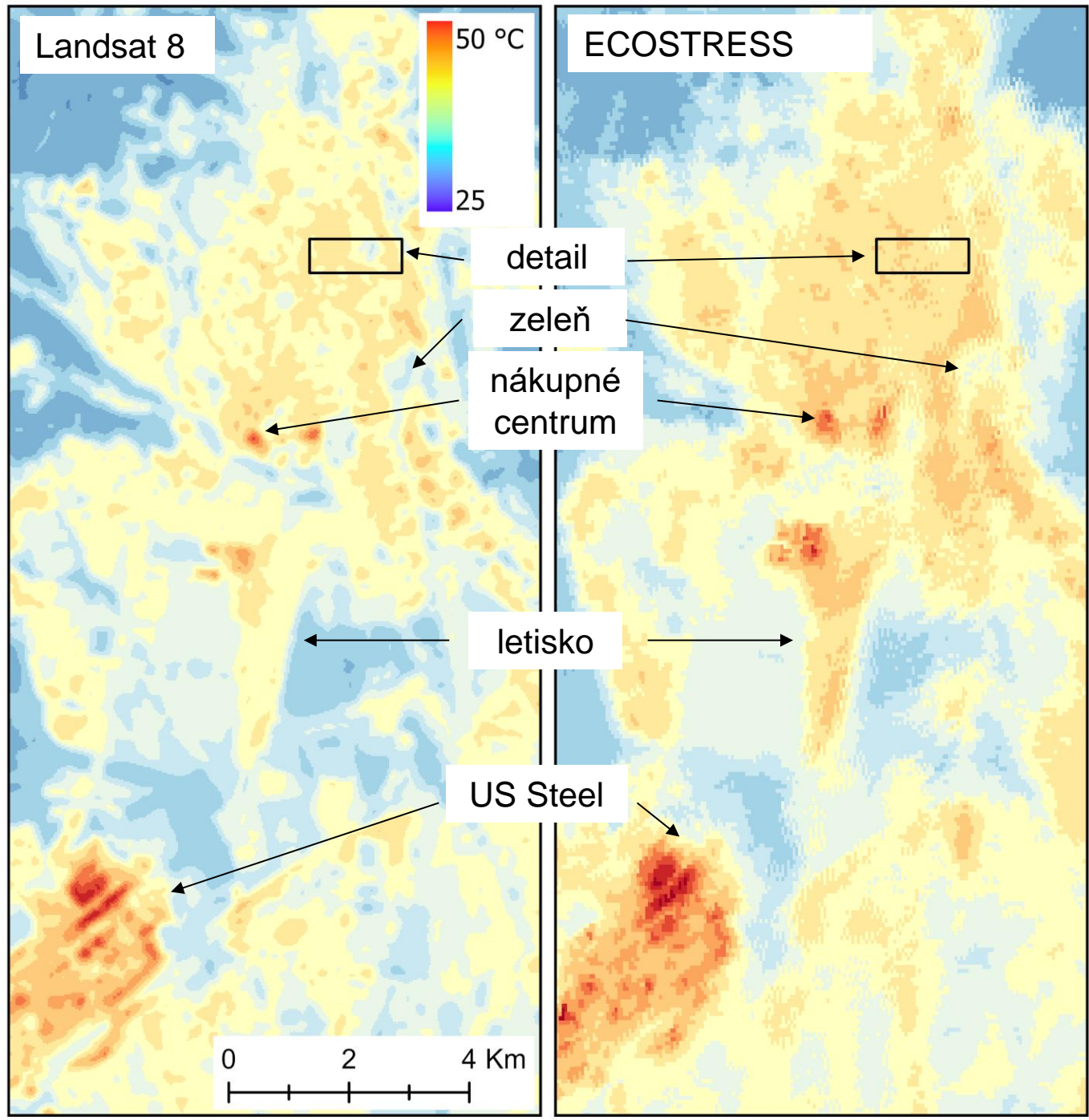
- nedostatok vegetačného chladenia
- zvýšená absorpcia slnečnej energie a jej následná reemitácia

Mesto Košice

22. jún 2022

Landsat 8(TIRS)
11:26:37 UTC
NGSD: 100 x 100 m
RGSD:30 x 30 m

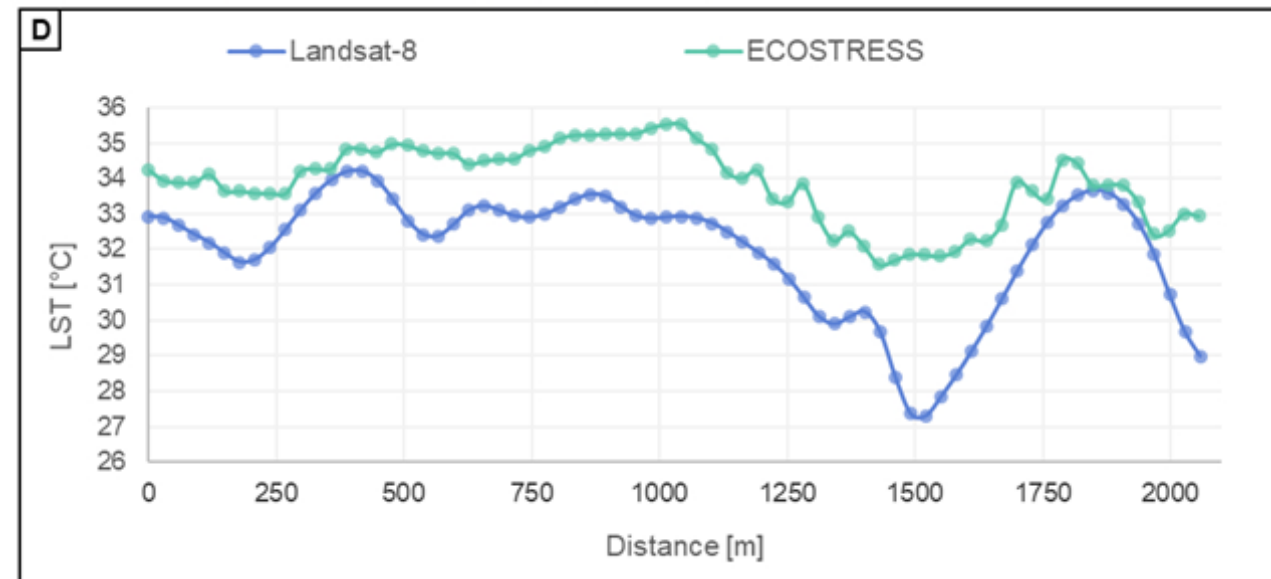
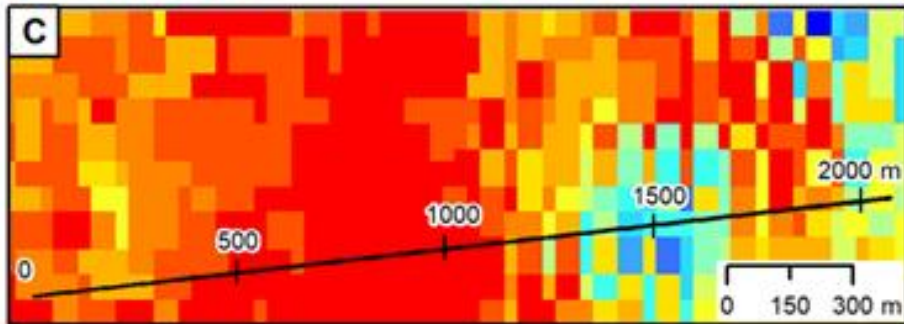
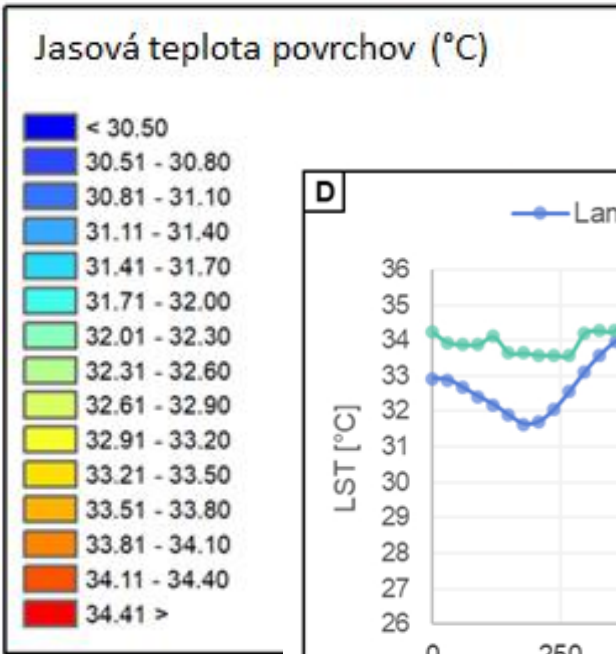
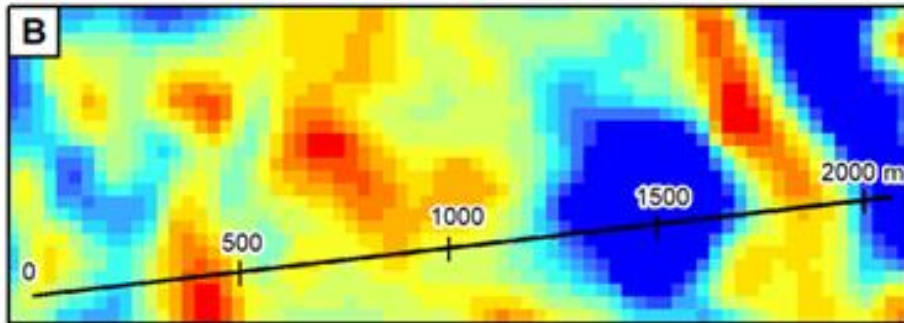
ECOSTRESS
10:38:12 UTC
NGSD: 38 x 69 m
RGSD: 70 x 70 m



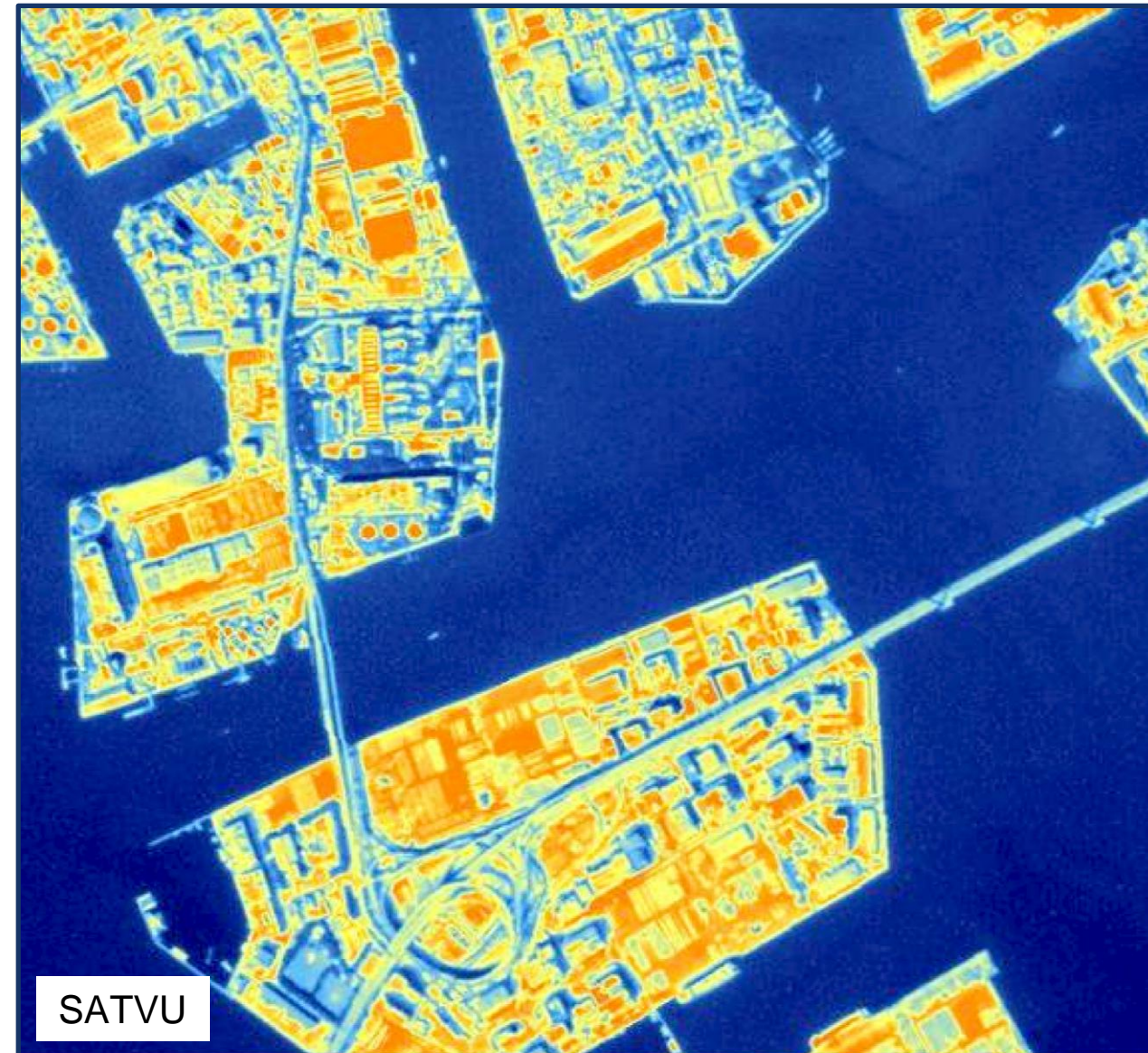
POROVNANIE TERMÁLNYCH SATELITNÝCH DÁT



A – Krajinná pokrývka
B – Landsat 8 (TIRS)
C – ECOSTRESS



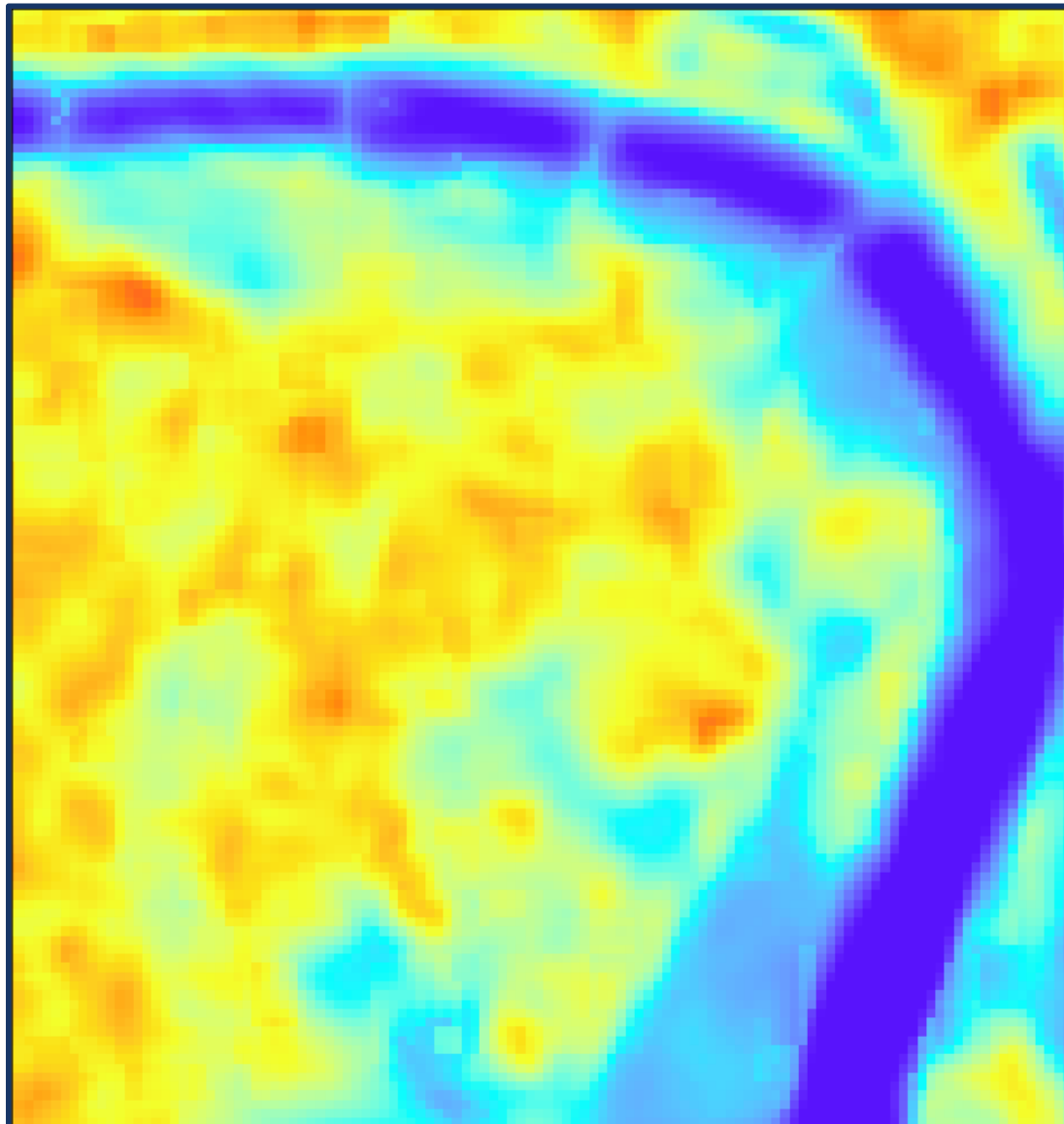
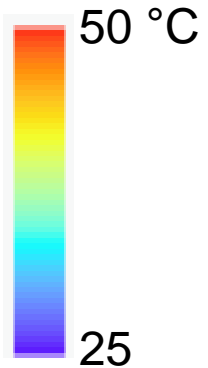
TERMÁLNE DÁTA ZO SATELITOV



SATELITNÉ TERMÁNLE DÁTA

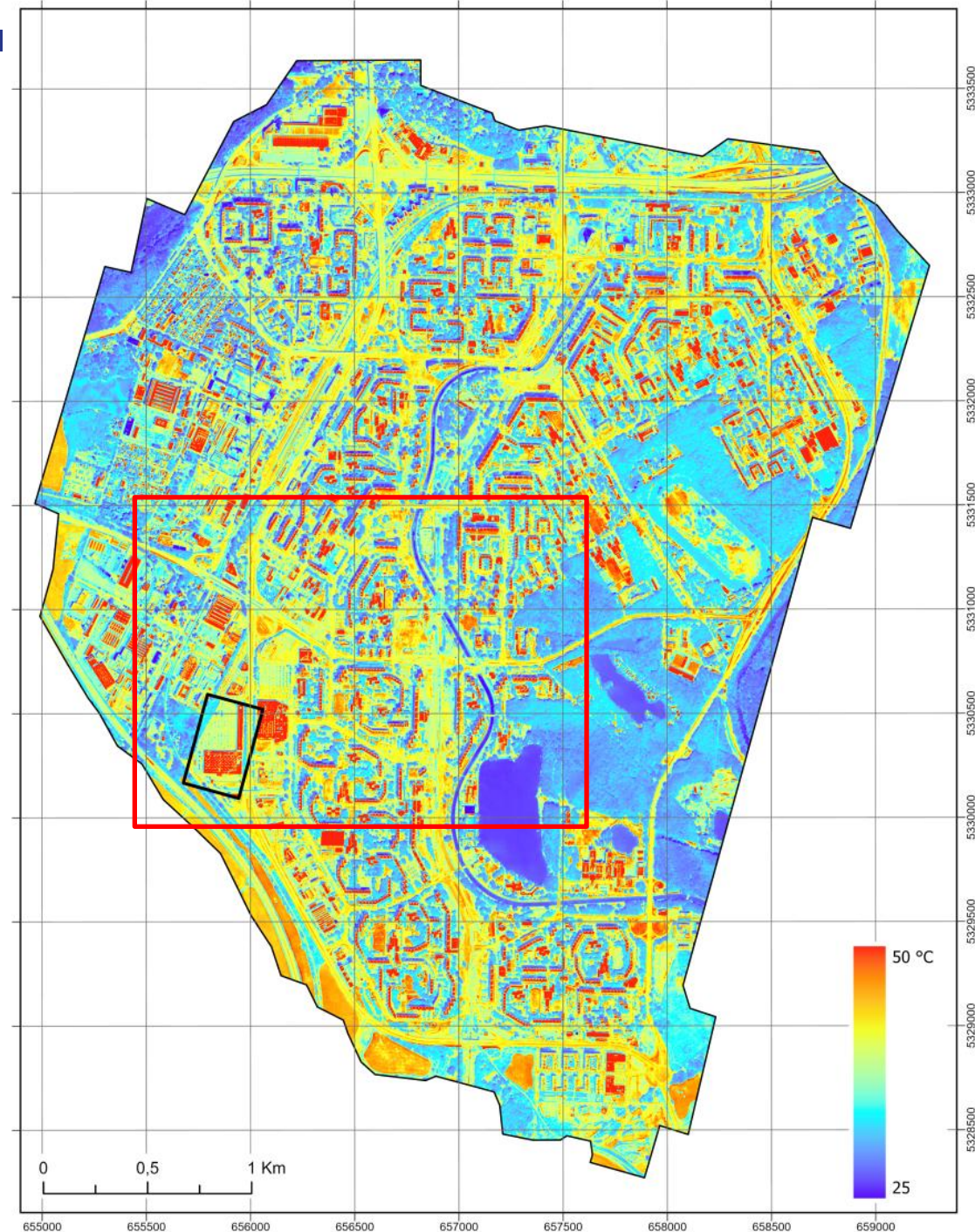
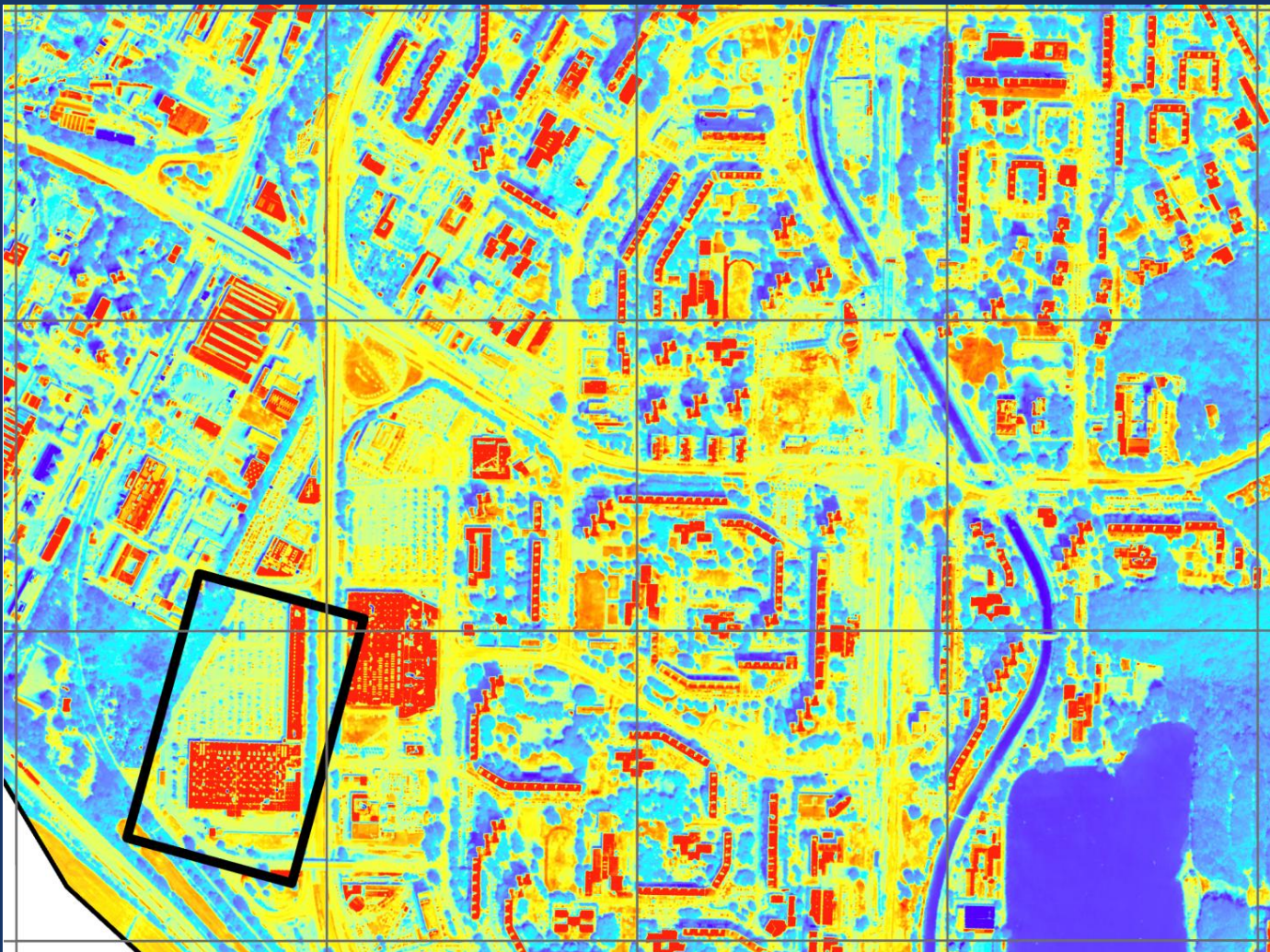
Bratislava
Petržalka

Landsat 9
11. 8. 2024
11:44 LSEČ

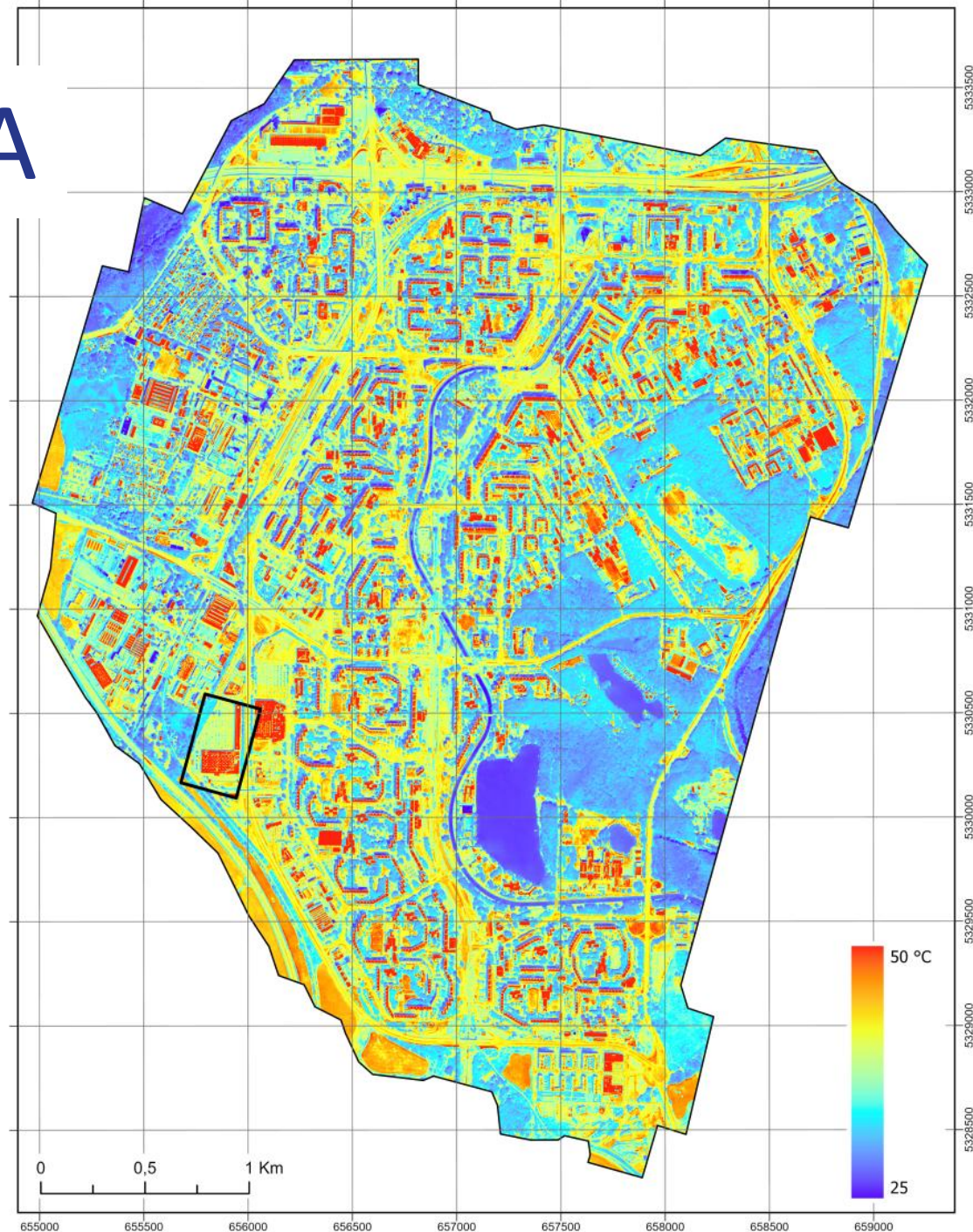
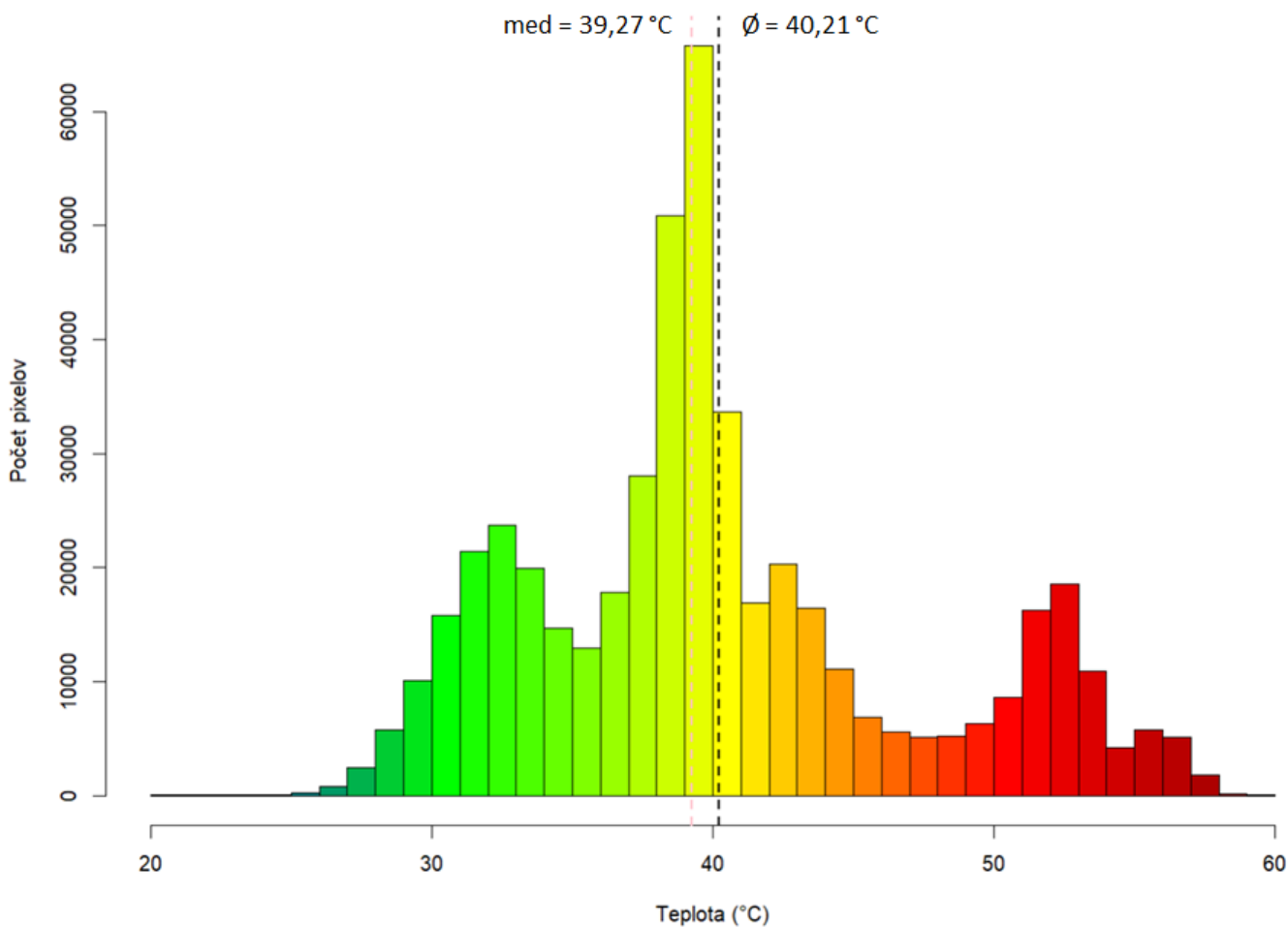


LETECKÉ TERMÁLNE DÁTA

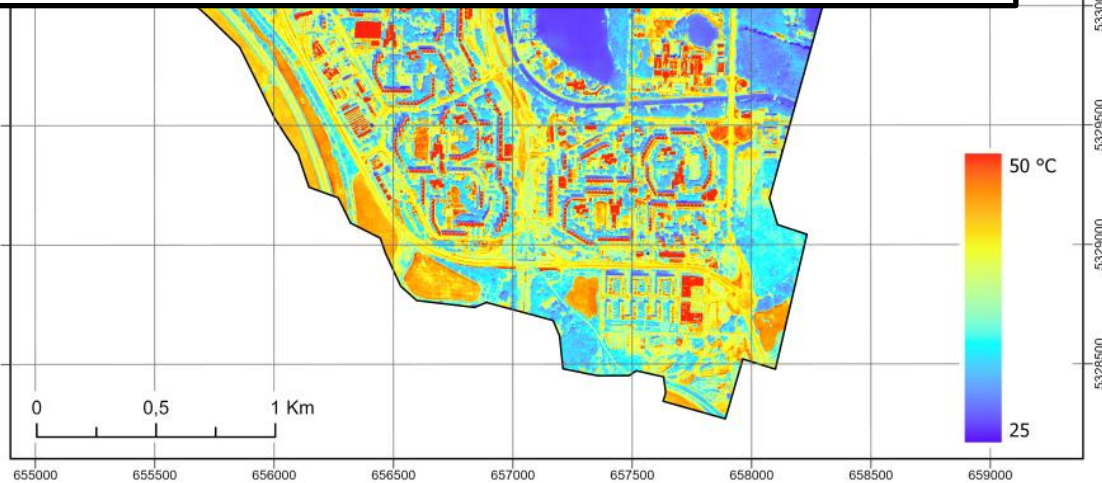
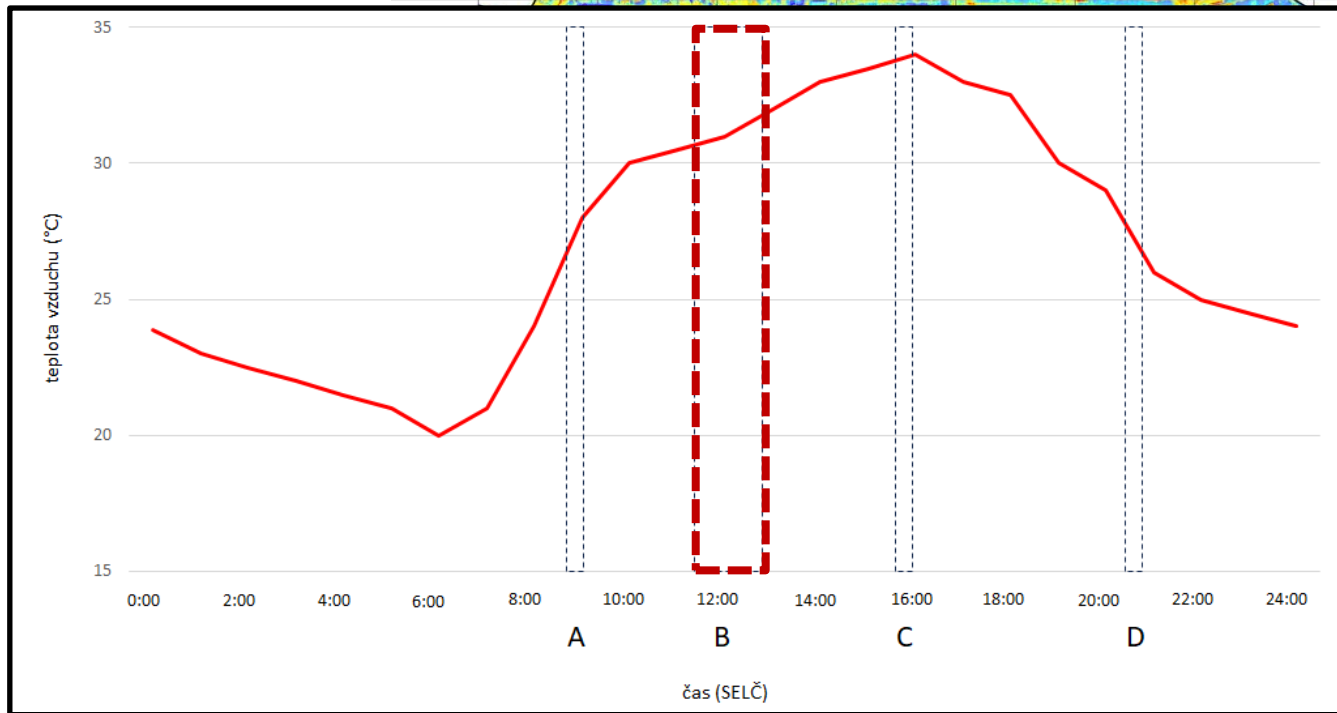
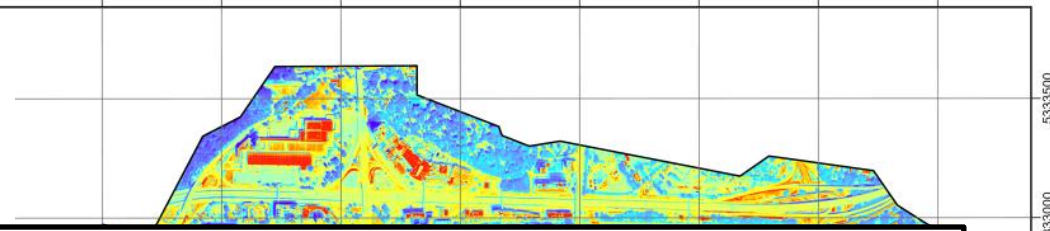
11. augusta 2024
1:40 do 12:48 SELČ



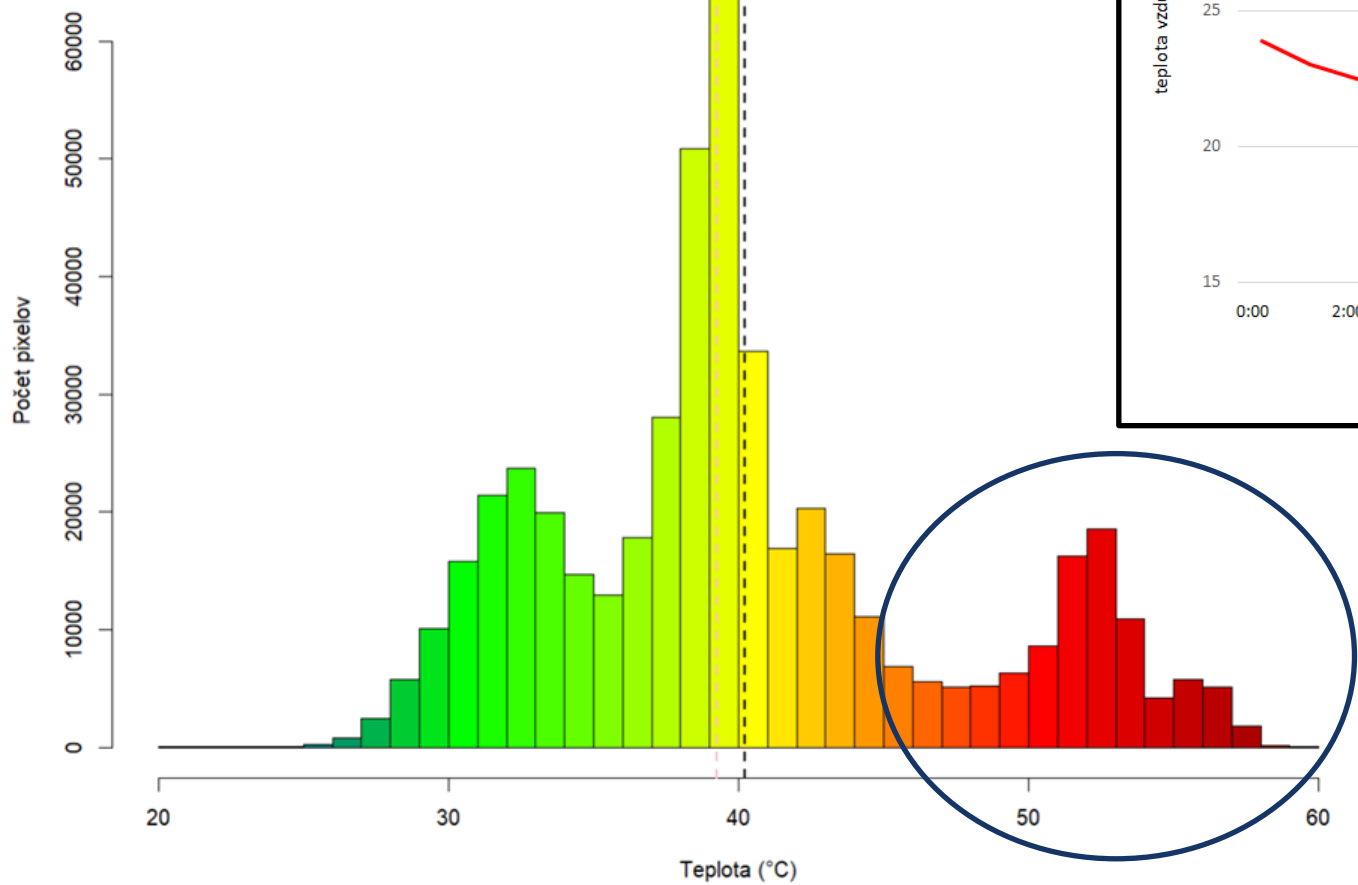
PRIESTOROVÁ DISTRIBÚCIA



PRIESTOROVÁ DISTRIBÚCIA

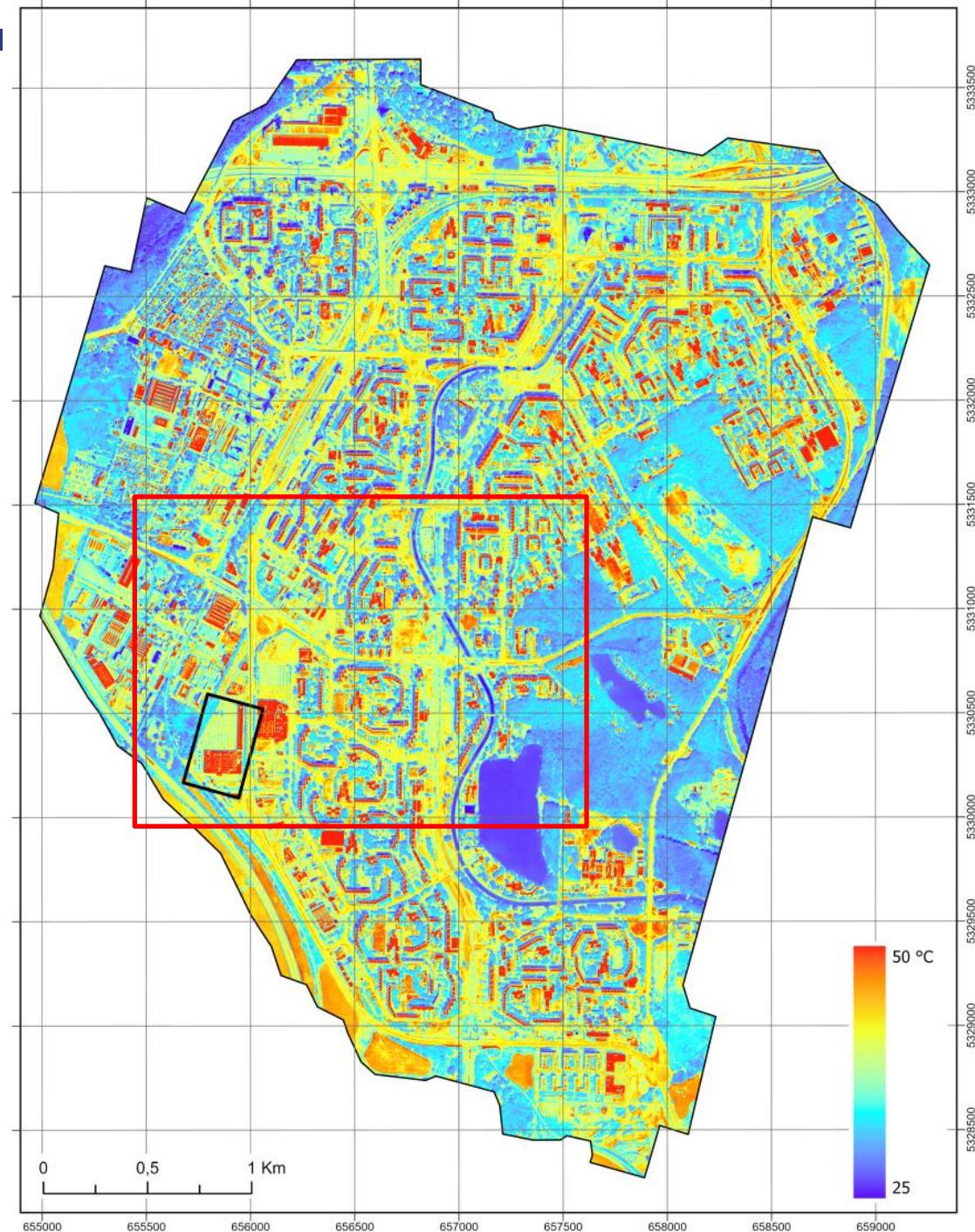
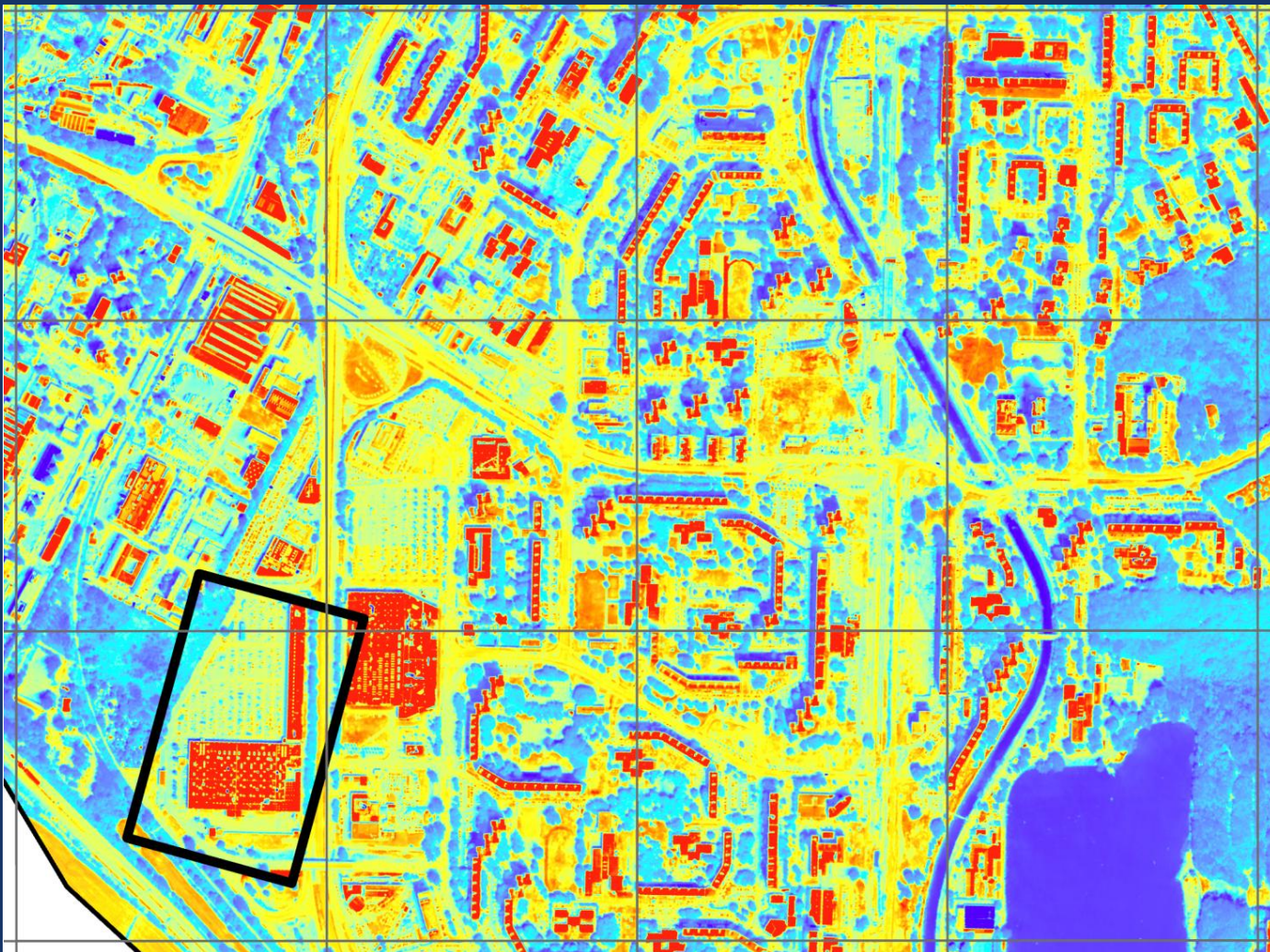


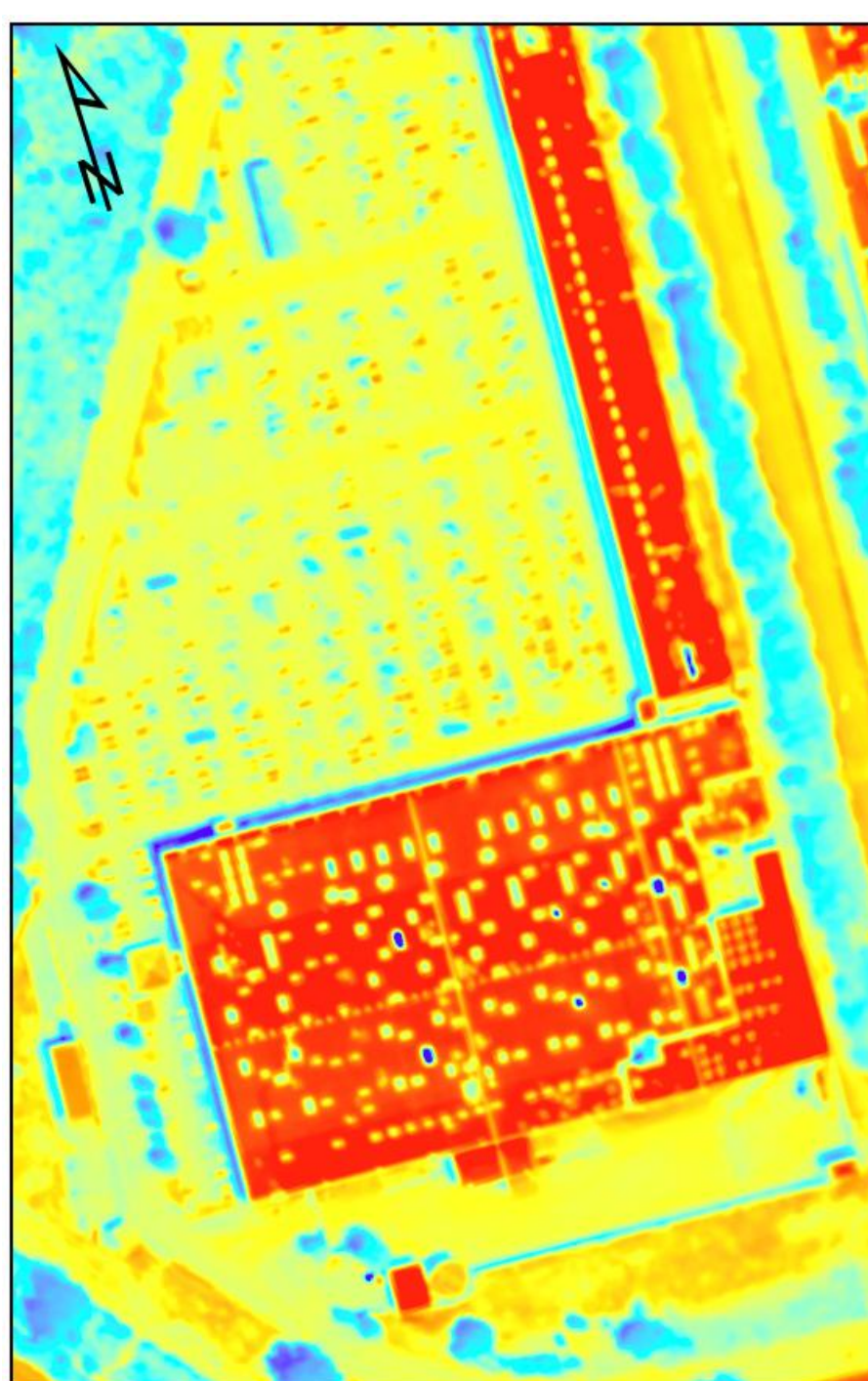
med = 39,27 °C ϕ = 40,21 °C



LETECKÉ TERMÁLNE DÁTA

11. augusta 2024
1:40 do 12:48 SELČ

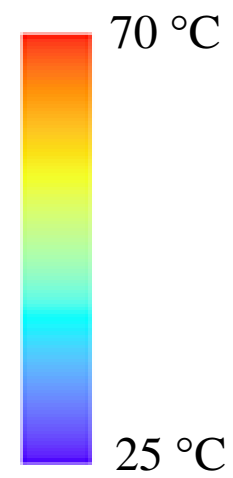




11. 8. 2024

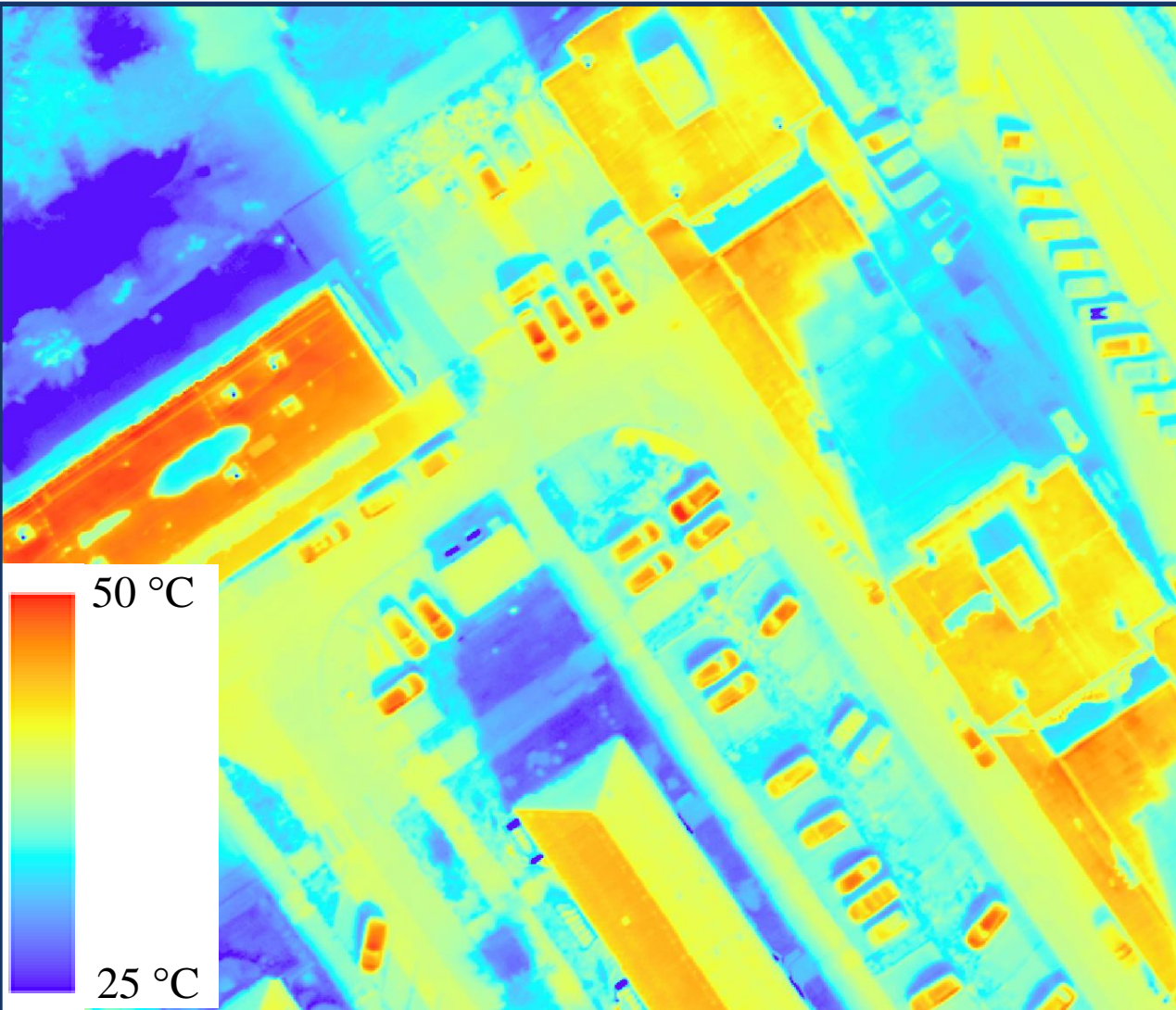
12:15 LSEČ

Priestorové rozlíšenie (GSD): 0.5 m



UAV TERMÁLNE DÁTA

Priestorové rozlíšenie (GSD): 0.05 m



DYNAMIKA POČAS DŇA

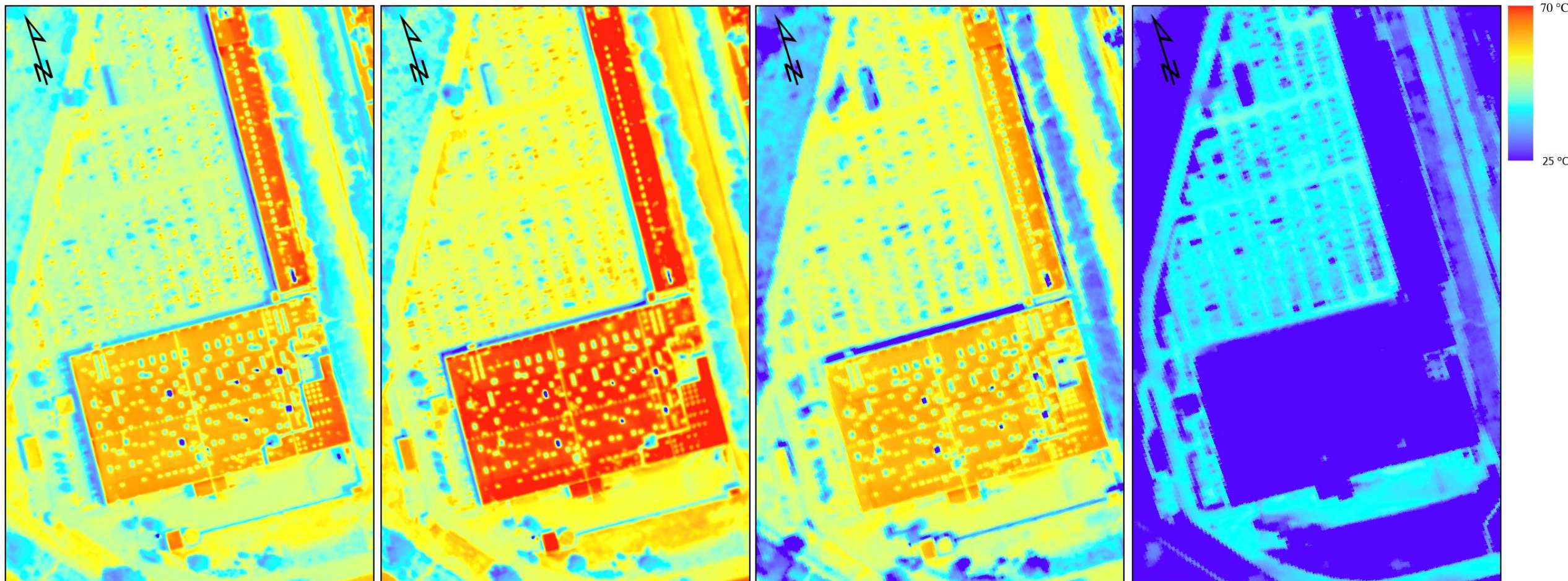
11. 8. 2024

09:07 LSEČ

12:15 LSEČ

15:47 LSEČ

20:44 LSEČ



0 50 100 m

INTERPRETÁCIA DPZ TERMÁLNYCH DÁT

Terminologické okienko

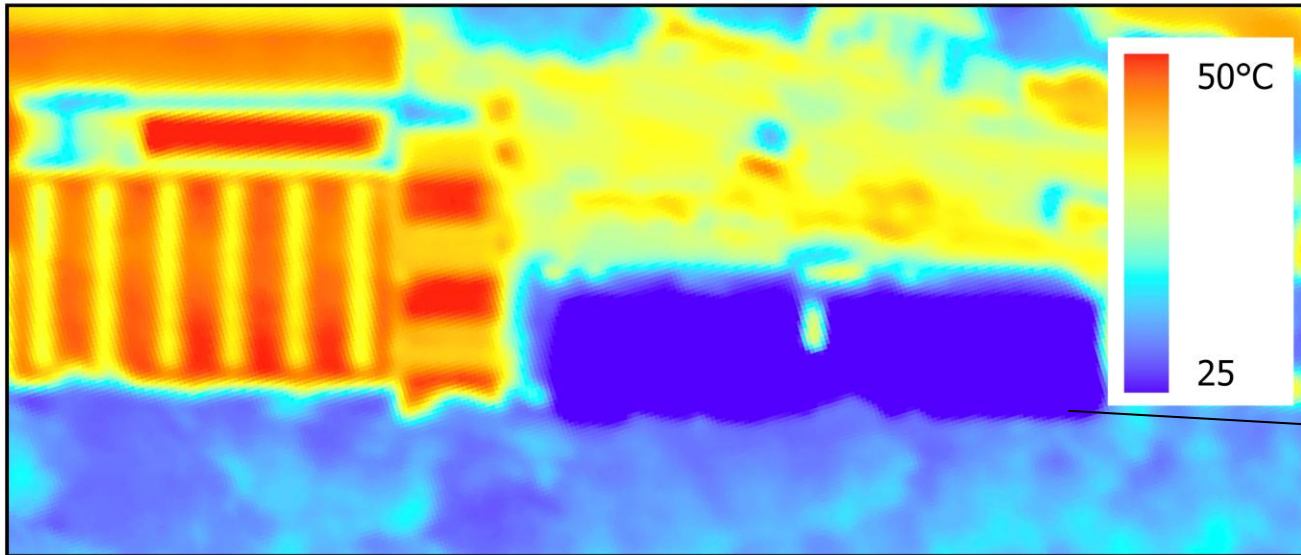
Kinetická teplota povrchu (T_s) – kinetic surface temperature, true temperature, physical temperature

- teplota samotného povrchu (rýchlosť kmitania atómov) – teplota nameraná dotykovým senzorom alebo termočlánkom

Jasová teplota povrchu (T_B) – brightness temperature

- teplota zodpovedajúca meranému žiareniu, ak by bol povrch ideálne čierny ($\varepsilon=1$), resp. teplota získaná z termálneho senzora

INTERPRETÁCIA DPZ TERMÁLNYCH DÁT



Je tento povrch skutočne chladný, ako sa javí na dátach z termovízneho senzora?

- senzor v skutočnosti nemeria teplotu, ale radianciu (žiarenie), ktorá je následne konvertovaná na jasovú teplotu pomocou inverzného Planckovho zákona

EMISIVITNÁ KOREKCIA JASOVEJ TEPLoty

ε - emisivita povrchov



Planckov zákon vyžarovania

$$L(\lambda, T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} * \frac{1}{\exp\left(\frac{hc}{\lambda kT}\right) - 1}$$

$L(\lambda, T)$ - Spektrálna radiancia – intenzita vyžarovania na jednotkovú vlnovú dĺžku pri teplote T (emitovaná energia) [$W \cdot sr^{-1} \cdot m^3$]

T_s - skutočná povrchová teplota [K]

T_b - jasová teplota v Kelvinoch [K]

ε – emisivita povrchu [$0 - 1$]

λ – stredná vlnová dĺžka IR žiarenia

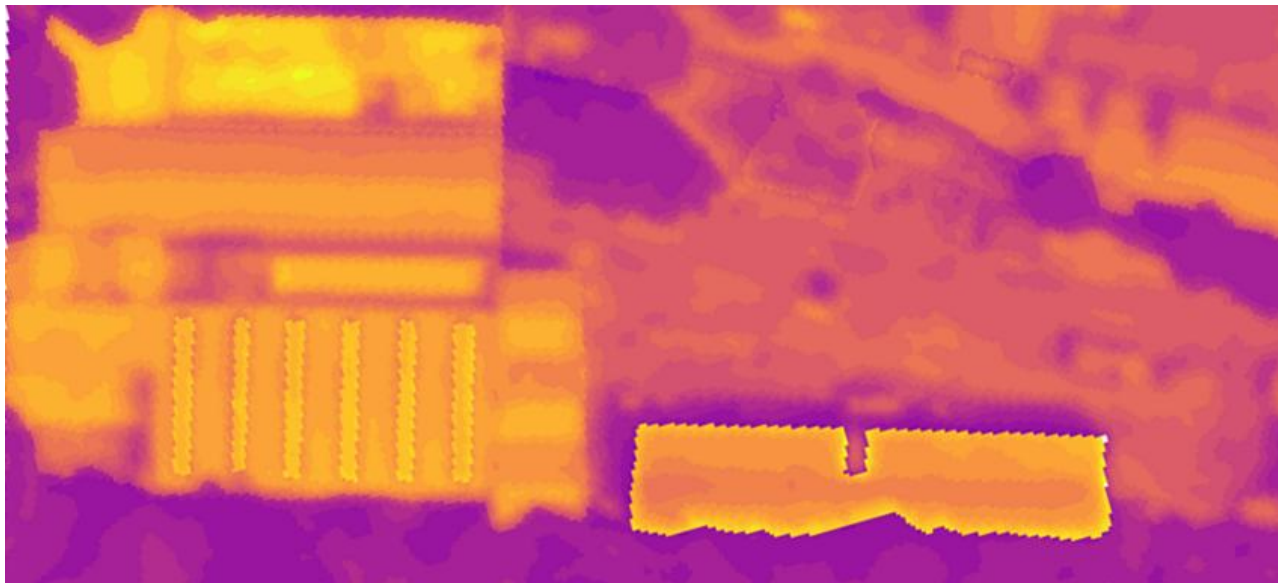
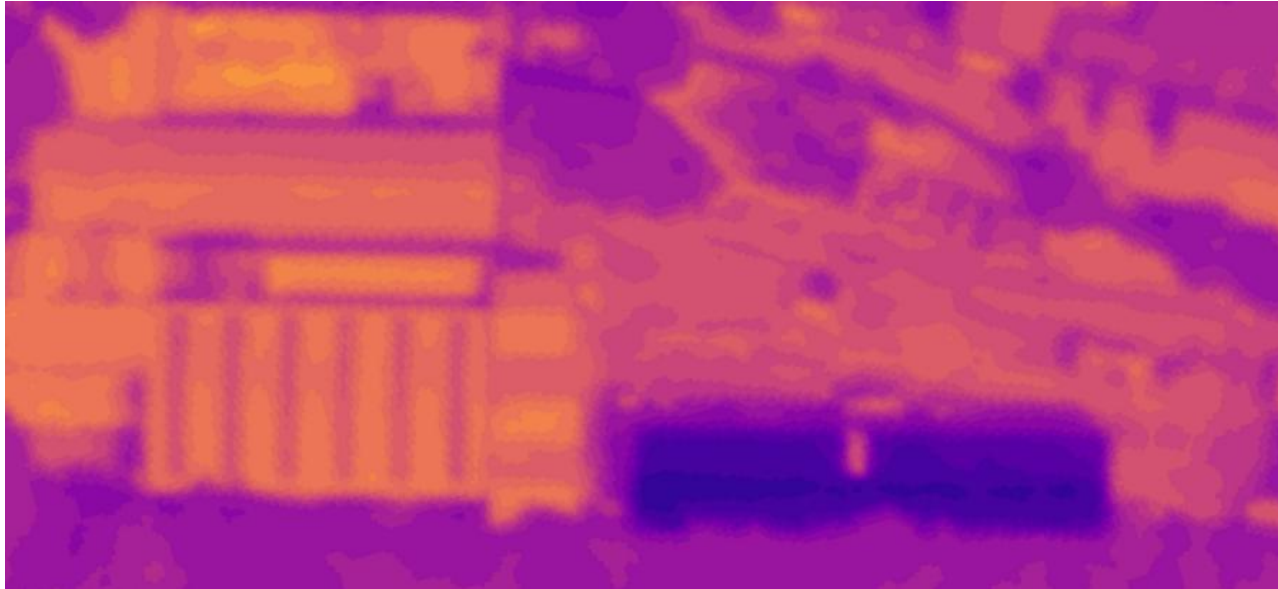
T – absolútna teplota [K]

h – Planckova konštanta [$6,626 * 10^{-34} J \cdot s$]

c – rýchlosť svetla [$2,998 * 10^8 m/s$]

k – Boltzmannova konštatnta [$1,381 * 10^{-23} J/K$]

INTERPRETÁCIA DPZ TERMÁLNYCH DÁT



pred korekciou (T_B)



Inverzný vzťah Planckovho zákona

$$T_s = \frac{T_b}{1 + \left(\frac{\lambda T_b}{\rho}\right) * \ln \varepsilon}$$

$$p = \frac{h * c}{k}$$

po korekcii (T_s)

PHOTOMAP

Ďakujem za pozornosť

jan.kanuk@photomap.sk

www.photomap.sk

www.aerimap.cz