



# VÁROSI HŐSZIGET MEZŐ MODELLEZÉSE LÉGI FELSZÍNHŐMÉRSÉKLETI MÉRÉSEK ALAPJÁN

**Unger János<sup>1</sup>, Gál Tamás<sup>1</sup>, Rakonczi János<sup>2</sup>, Mucsi László<sup>2</sup>, Szatmári József<sup>2</sup>, Tobak Zsolt<sup>2</sup>, Boudewijn van Leeuwen<sup>2</sup>, Fiala Károly<sup>3</sup>**

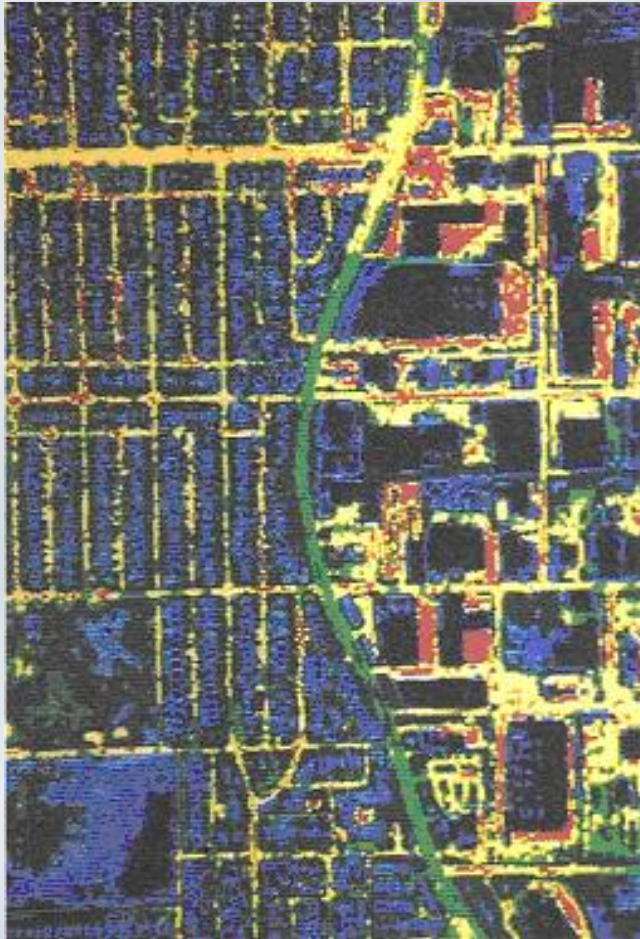
<sup>1</sup> SZTE Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék

<sup>2</sup> SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék

<sup>3</sup> Alsó-Tiszavidéki Környezetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség

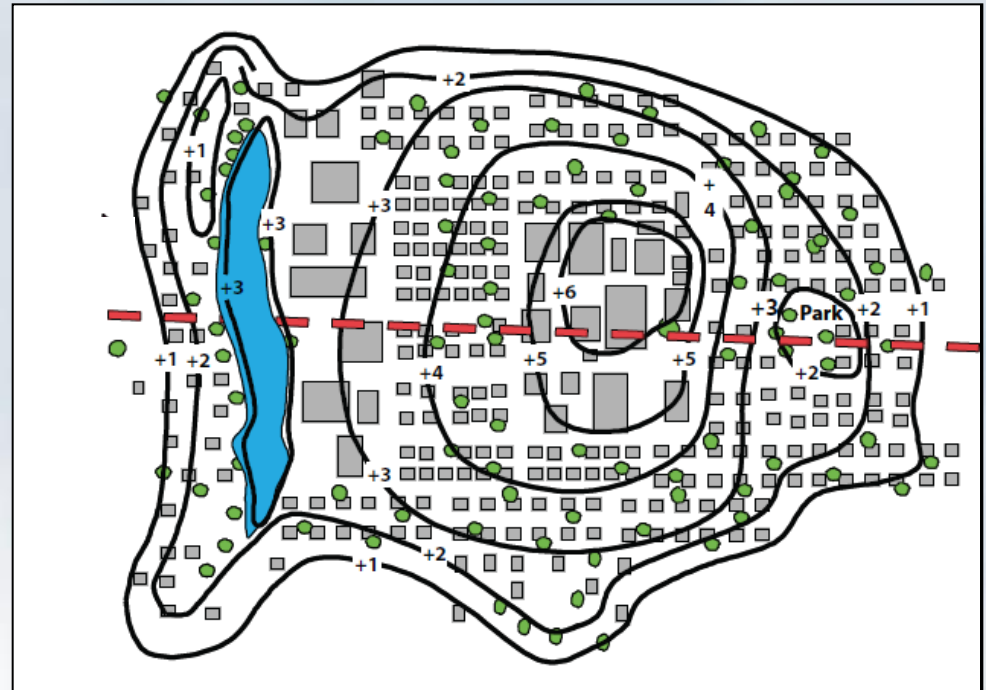
# Városi hősziget v. hőmérsékleti mező (mintázat)

UHI típusok: felszín alatt – felszín ( $T_s$ ) – levegő ( $T_a$ )



Példa a kora hajnali  $T_s$  mintázatára (Roth et al. 1989)

városi határréteg (UBL)  
városi tetőréteg (UCL)



Példa a teljesen kifejlődött éjszakai UHI intenzitás ( $^{\circ}\text{C}$ ) eloszlására (EPA 2008)

# Célkitűzés

## *(i) nagy kiterjedésű, összetett városi környezetben kialakuló $T_a$ , $T_s$ meghatározása*

- 2 nyári este (kedvező időjárási feltételek  $\leftrightarrow$  felszíni sajátosságok mikroklimatikus módosító hatásai érvényre juthatnak)
- egyidejű  $T_a$  és  $T_s$  mérések

## *(ii) $T_a$ és $T_s$ közötti kapcsolat feltárása*

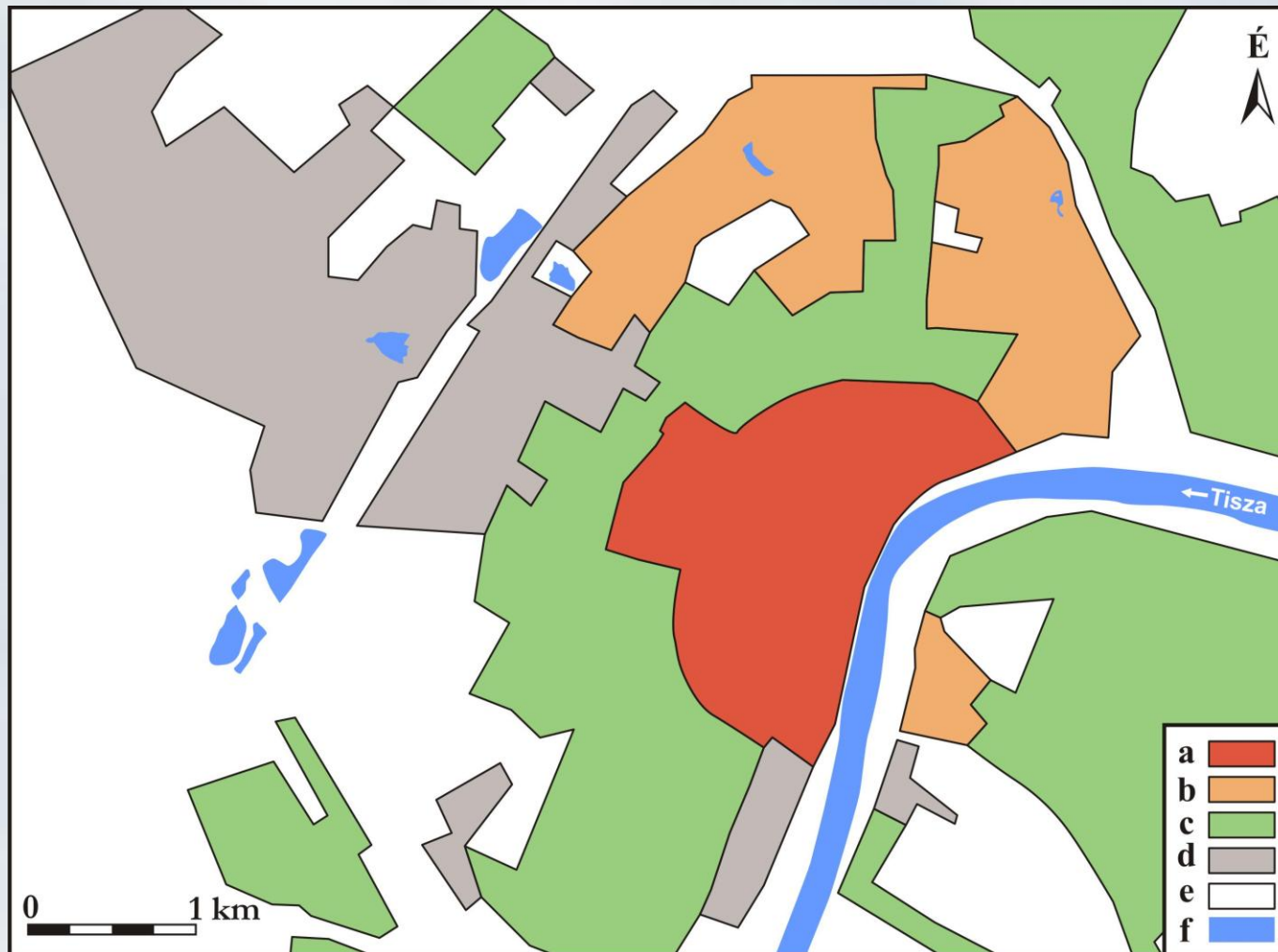
- különböző forrásterület figyelembe vétele
- különböző súlytényező az egyes  $T_s$  értékekre

## *(iii) $T_a$ mező előállítása egy nagyobb városi területre a feltárt $T_a$ – $T_s$ kapcsolat segítségével*

# Vizsgált terület

- Szeged városias területei

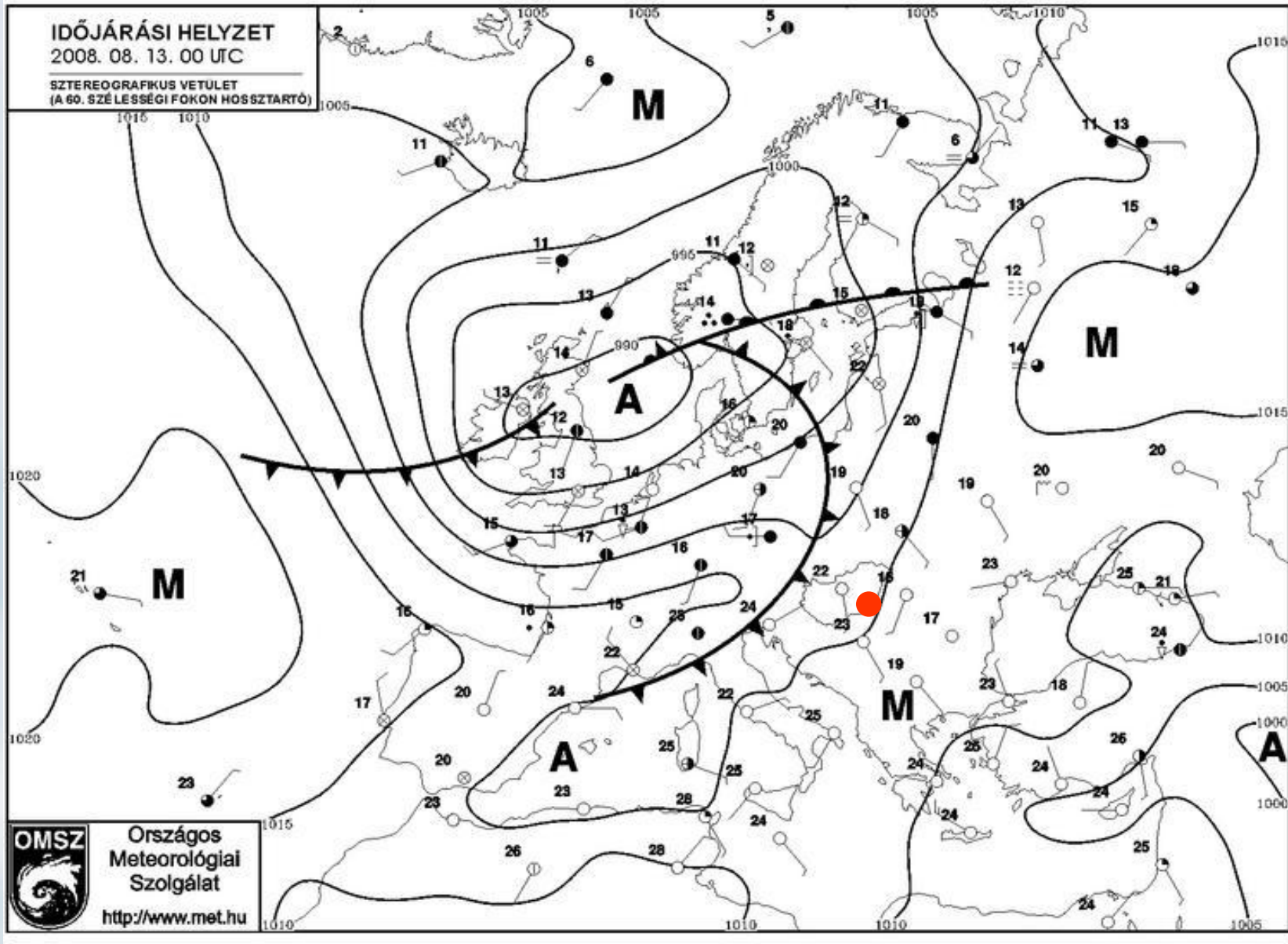
- számos területhasználati típus

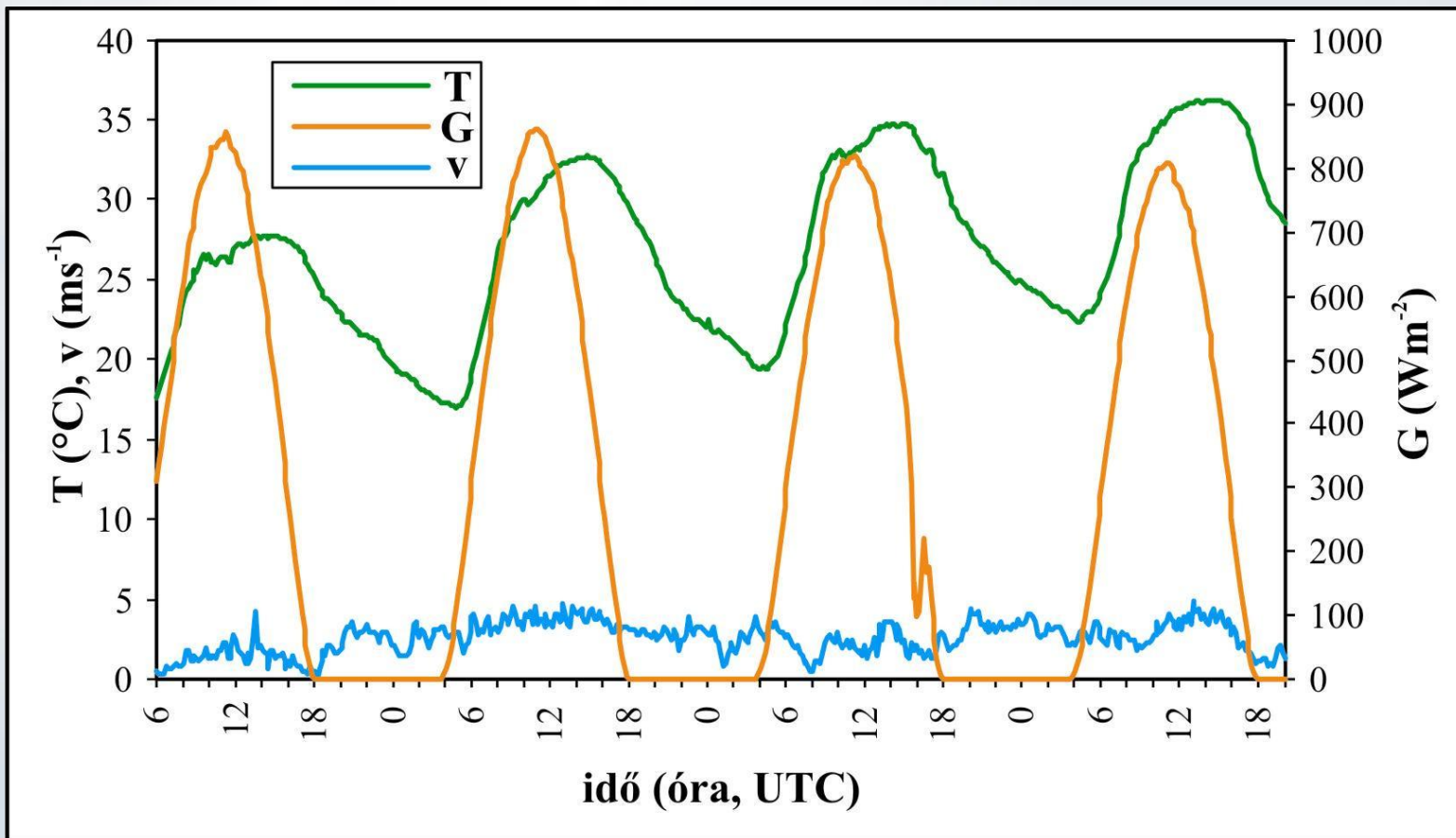


Szeged területhasználati típusai: (a) városközpont, (b) lakótelep, (c) családi házak, (d) ipar és raktározás, (e) mezőgazdasági, zöld terület, (f) víz

# Időjárási helyzet

- 2008.  
aug.  
12., 14.





**A globálisugárzás (G), léghőmérséklet (T) és szélesség (v) menete az egyetemi állomáson a mérések alatt és az őket megelőző 36 órában (2008. aug. 11. 06.00 - aug. 14. 20.00 UTC )**

- zavartalan besugárzás (max. ~ 810-860 Wm<sup>-2</sup>)
- mérsékelt légmozgás (26 m-en mért)
- napi hőmérsékleti változás (17-22°C és 28-36°C között)

# ***T<sub>a</sub> mérések***

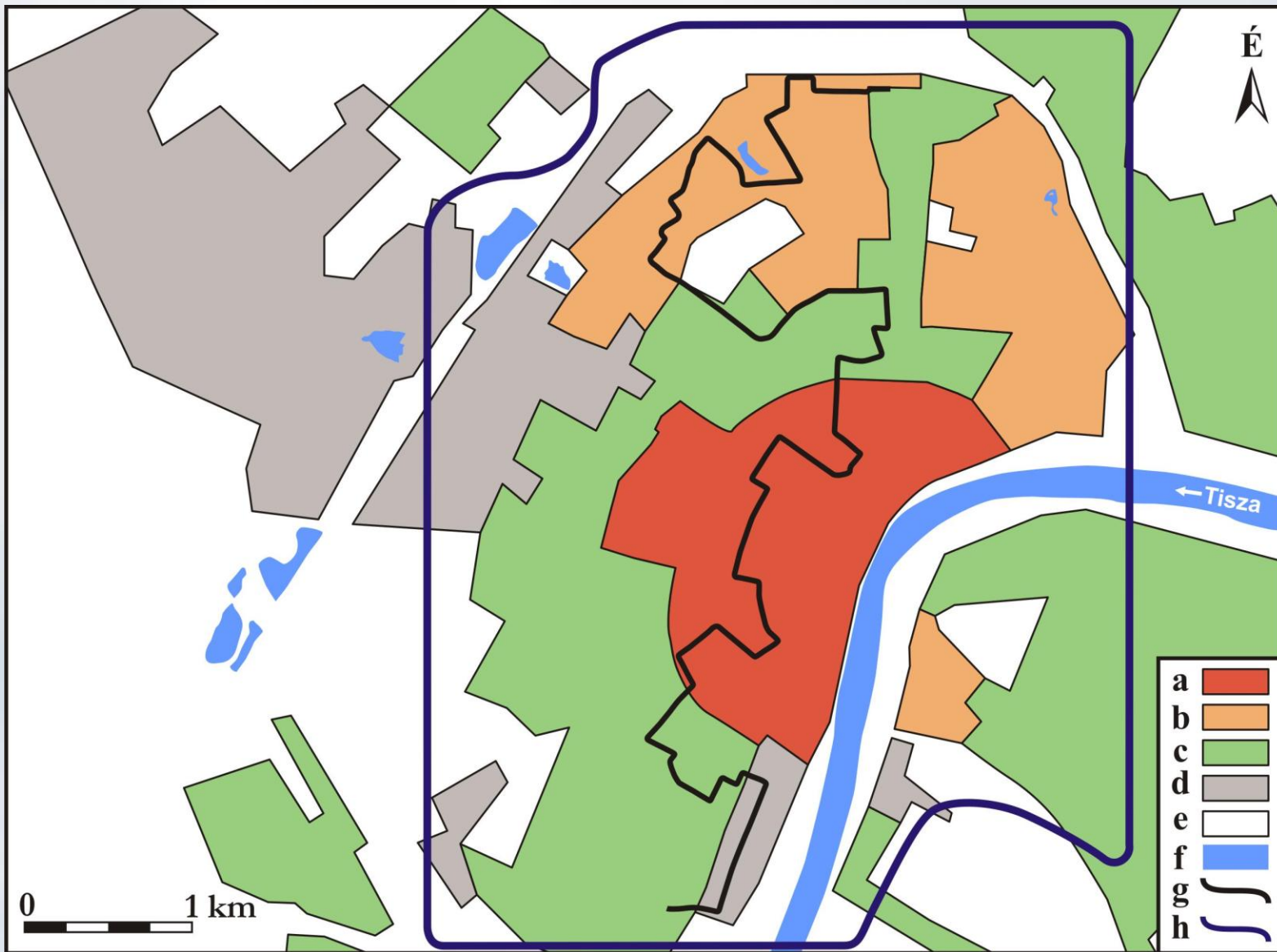
- mobil mérések
- hőmérsékleti szenzor (1,5 m)  
+ adatgyűjtő
- adatrögzítés 11-14 m-enként  
az útvonal mentén
- 11,8 km hosszú, É-D-i  
keresztmetszeti útvonal  
↔ jellemző területhasználati  
típusokat érintve
- mérési pontok helyzete  
↔ GPS

Adatgyűjtő  
(LogIT DataMeter 1000)



Szenzor (DCP D100089 HiTemp) az autón

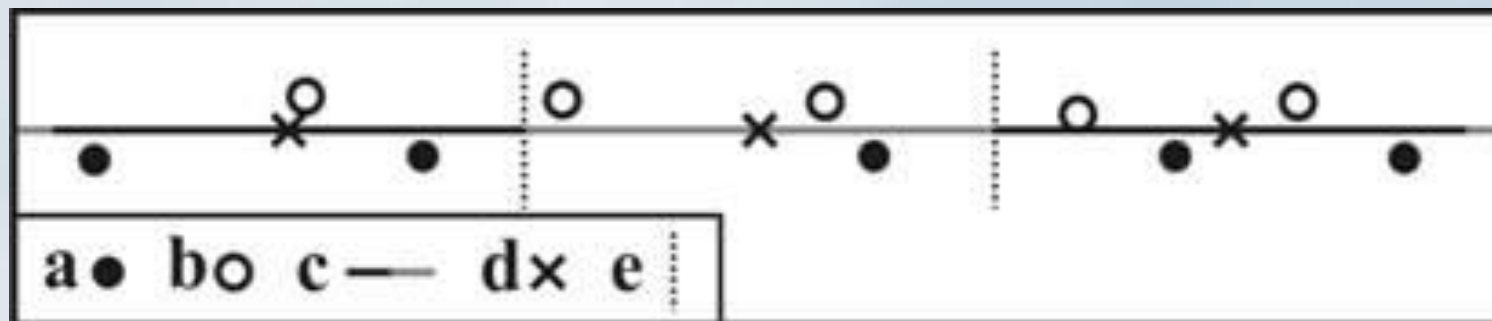




**Városközpont (a), lakótelep (b), családiházak (c), ipar és raktározás (d), mezőgazdasági, zöld terület (e), víz (f),  $T_a$  mérési útvonal (g), modellezett terület (h)**



- 60 perces mérés az útvonal mentén oda-vissza ↔ lehetőség egy (referencia) időre való átszámítás (19.00 UTC)
- útvonal 15 m-es szakaszokra tagolva ↔ adott szakaszon az oda-ill. visszafelé mért értékek átlaga
- egyenletes (15 m-enkénti) értékelosztás az útvonal mentén
- összesen  $2 \times 786 = 1572 T_a$  érték



Példa az oda-vissza úton az átlagolásnál figyelembe vett hőmérsékleti értékek helyeire (helyek az (a) oda- és a (b) visszaúton, (c) 15 m-es szakaszdarabok, (d) szakaszközeppontok, (e) szakaszhatárok)

# ***T<sub>s</sub> mérések***

- hőkamerás mérések – kisformátumú digitális légi felvételező rendszer
- FLIR (forward looking infrared radiometer) típusú hőkamera + navigációt segítő és repülési útvonalat rögzítő térinformatikai GPS vevő (Mobil Mapper CE)



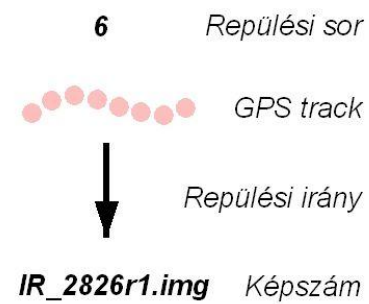
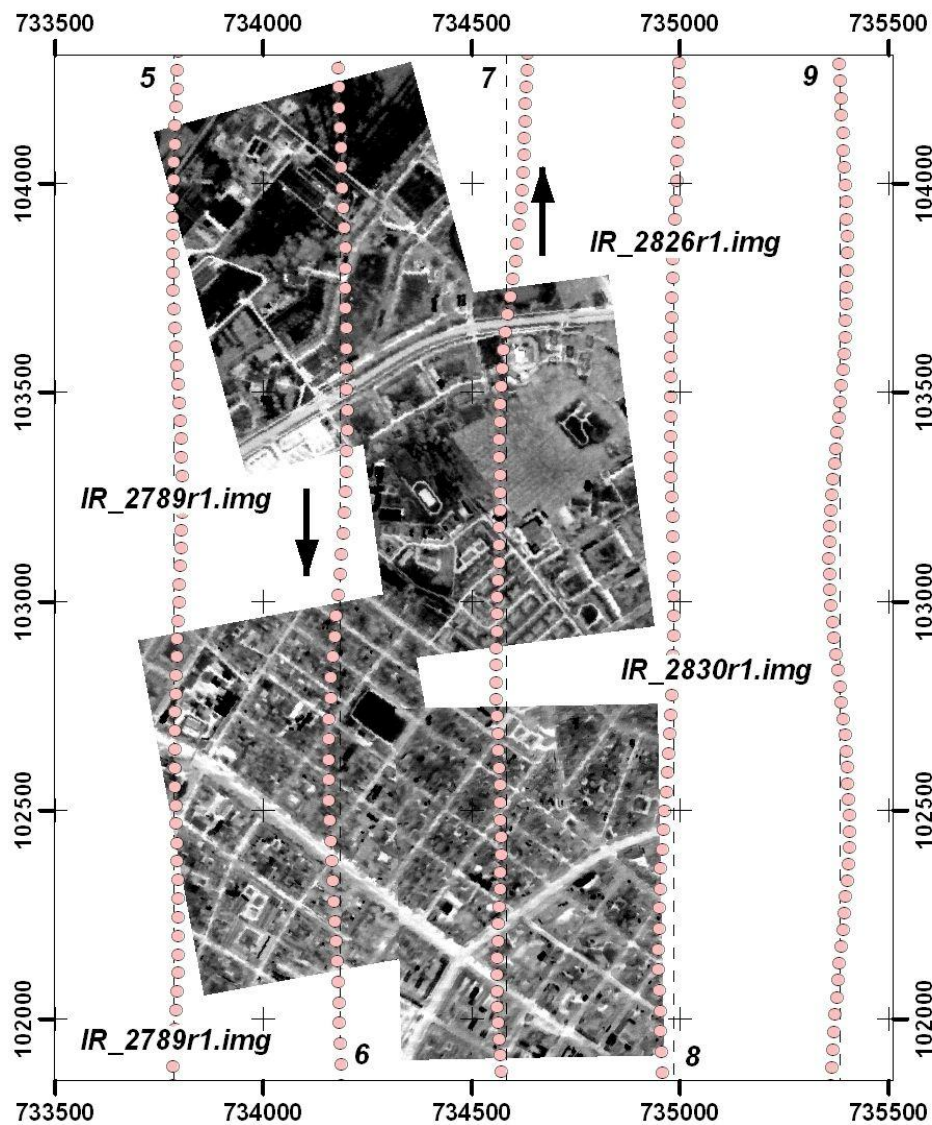
Cessna  
kisrepülőgép



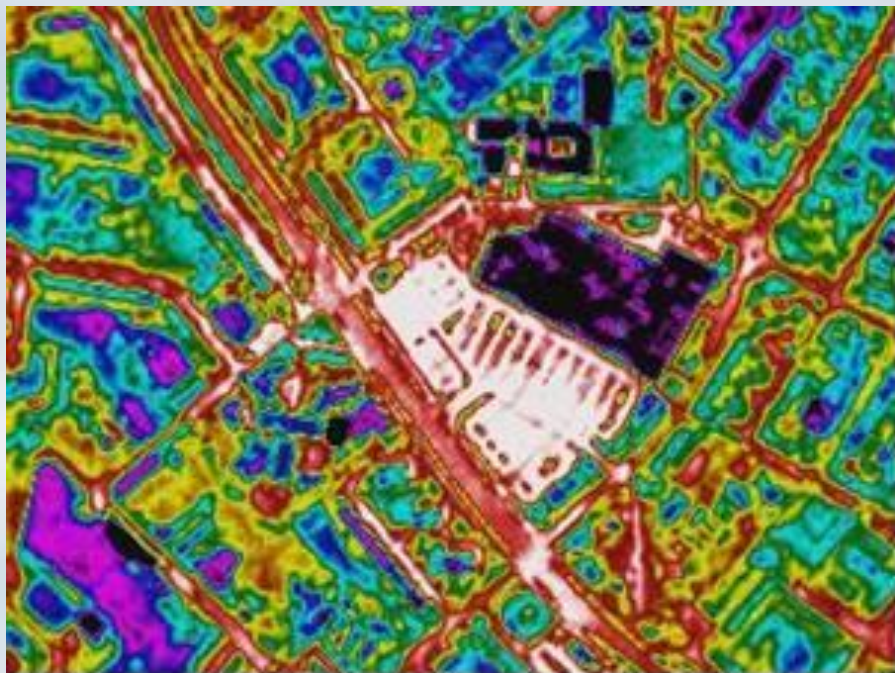
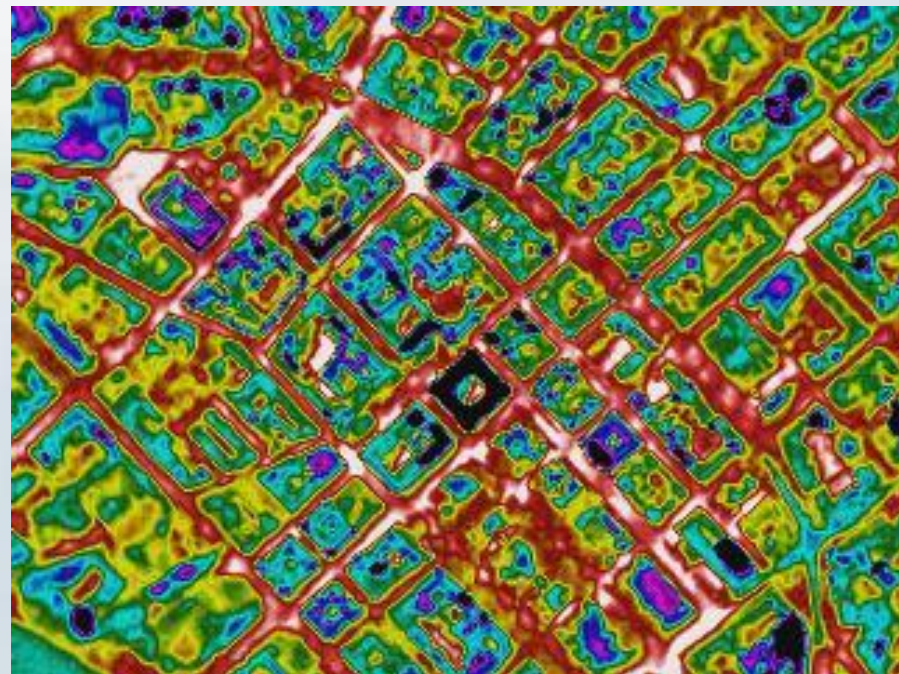
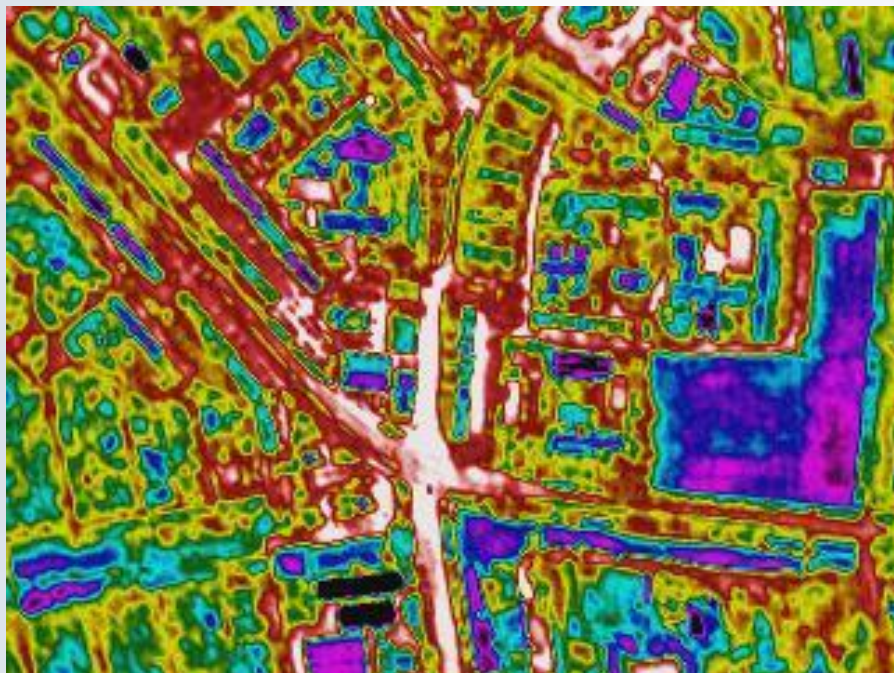
- tartomány: -40 °C – +500°C
- hőérzékenység: 0,08°C

ThermaCAM P65

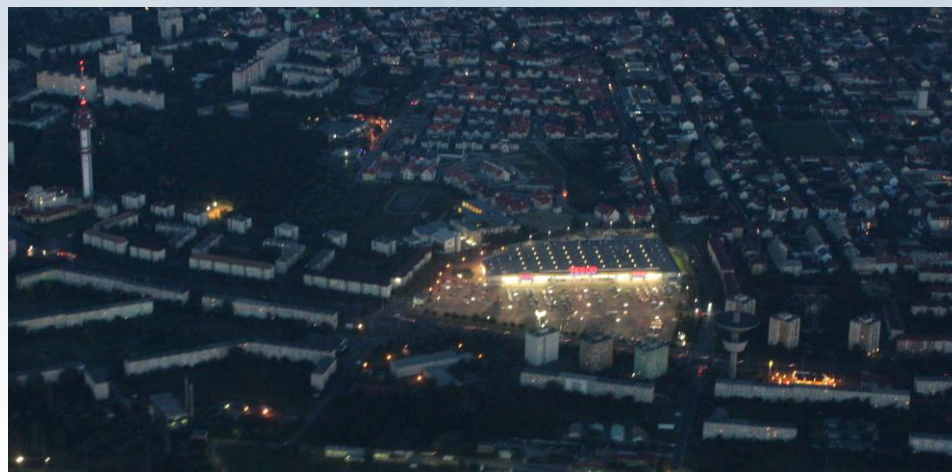
- megfelelő adatsűrűség, kiterjedés ↔ 1 kép/4 s, 120 kmh<sup>-1</sup>, 2000 m, 50 perc időtartam



A terület egy részlete a tervezett (400 m) és tényleges repülési útvonalakkal, néhány példaképpel és jellemző paraméterrel



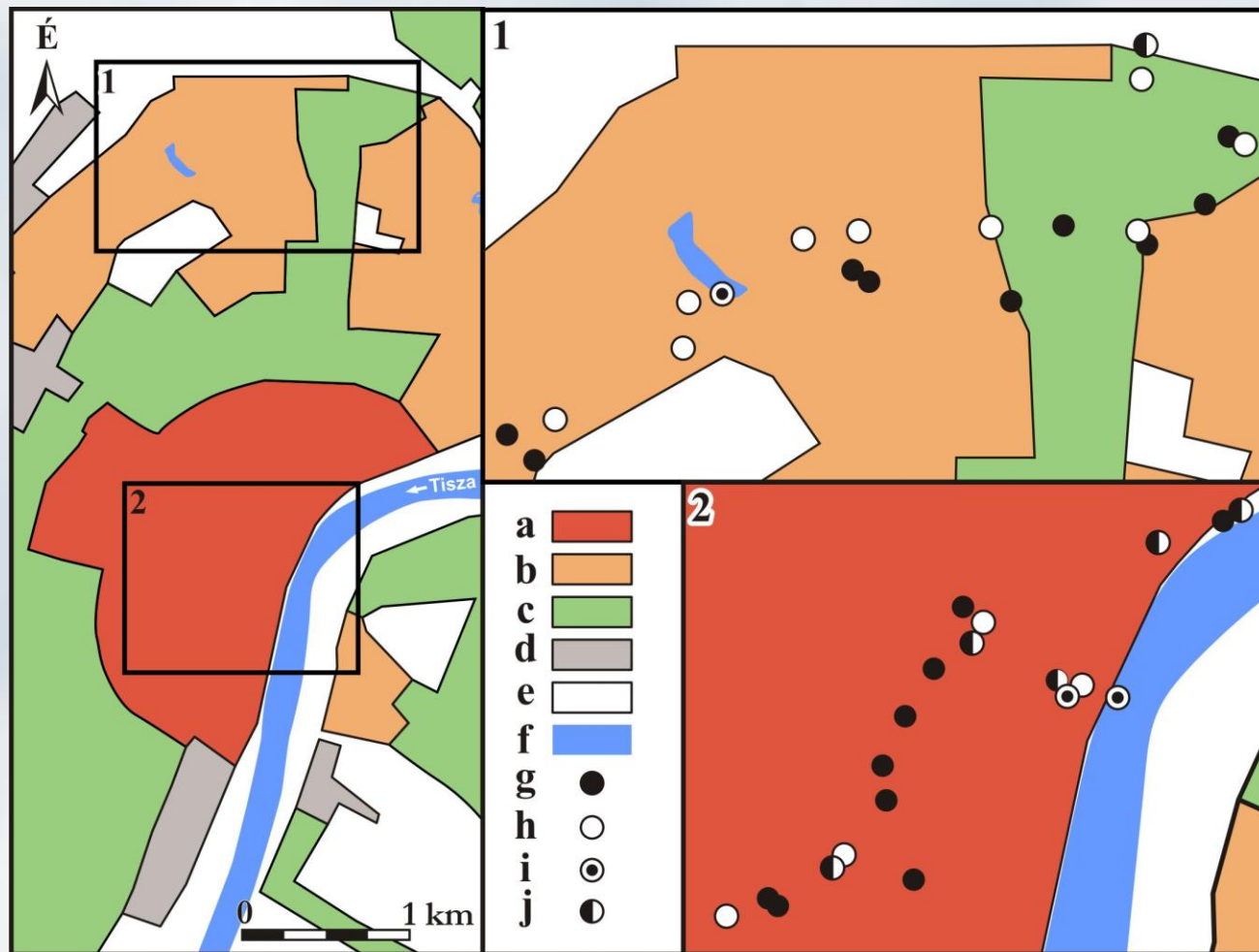
- nyers felvételek: 320 x 240 képpont

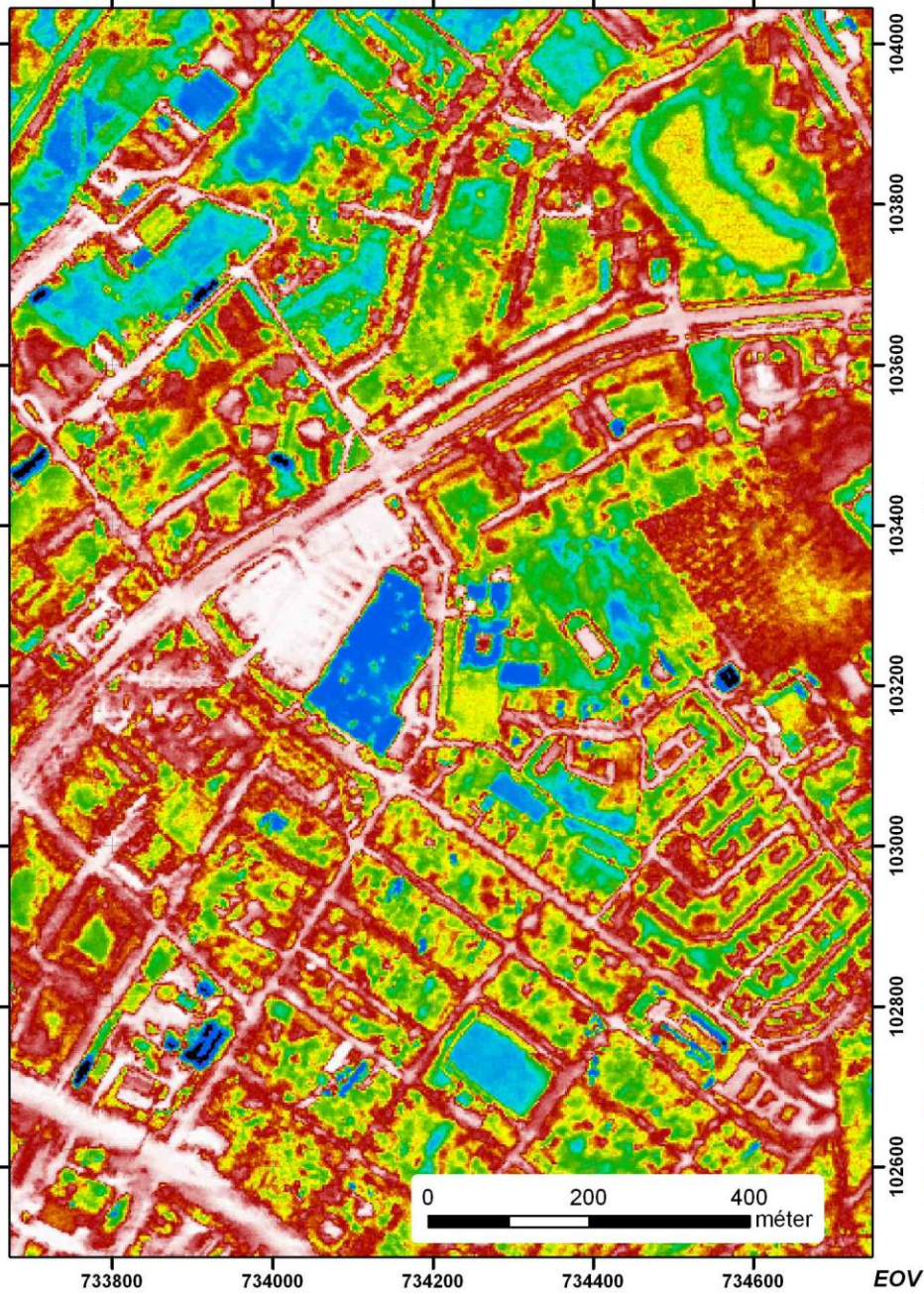


- párhuzamosan végzett terepi  $T_s$  mérések  $\leftrightarrow$  pixel értékek kalibrálása

relatív skála  $\rightarrow$   
abszolút skála

A 40 terepi  $T_s$  mérés  
helyei és felszíntípusai  
(h) aszfalt, beton, kő, (i)  
fű (j) víz, (k) talaj, homok  
(DCP D100047 ProTemp)

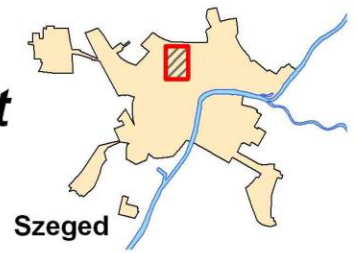




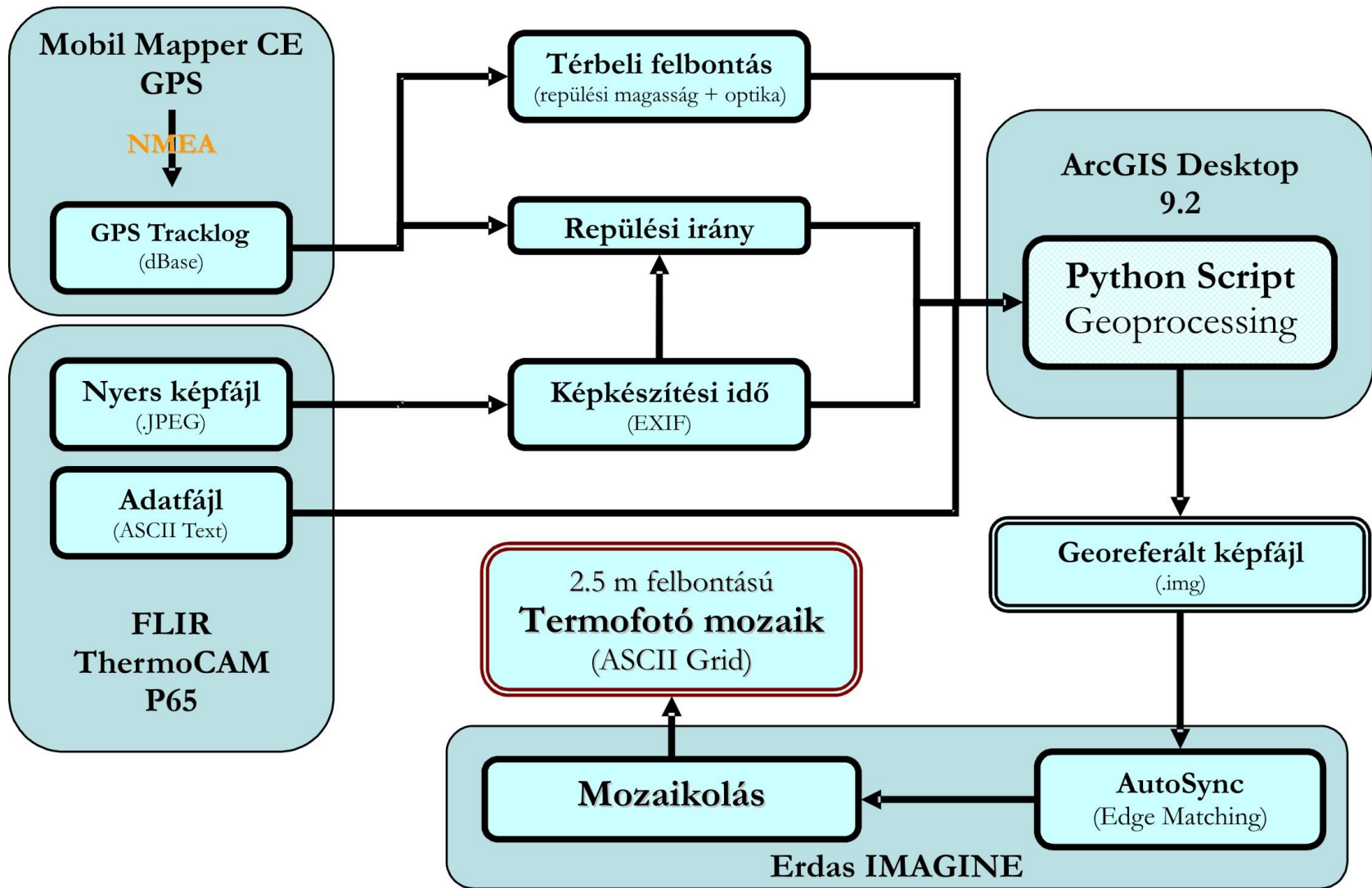
40°C

15°C

**Lakótelep  
Bevásárlóközpont**

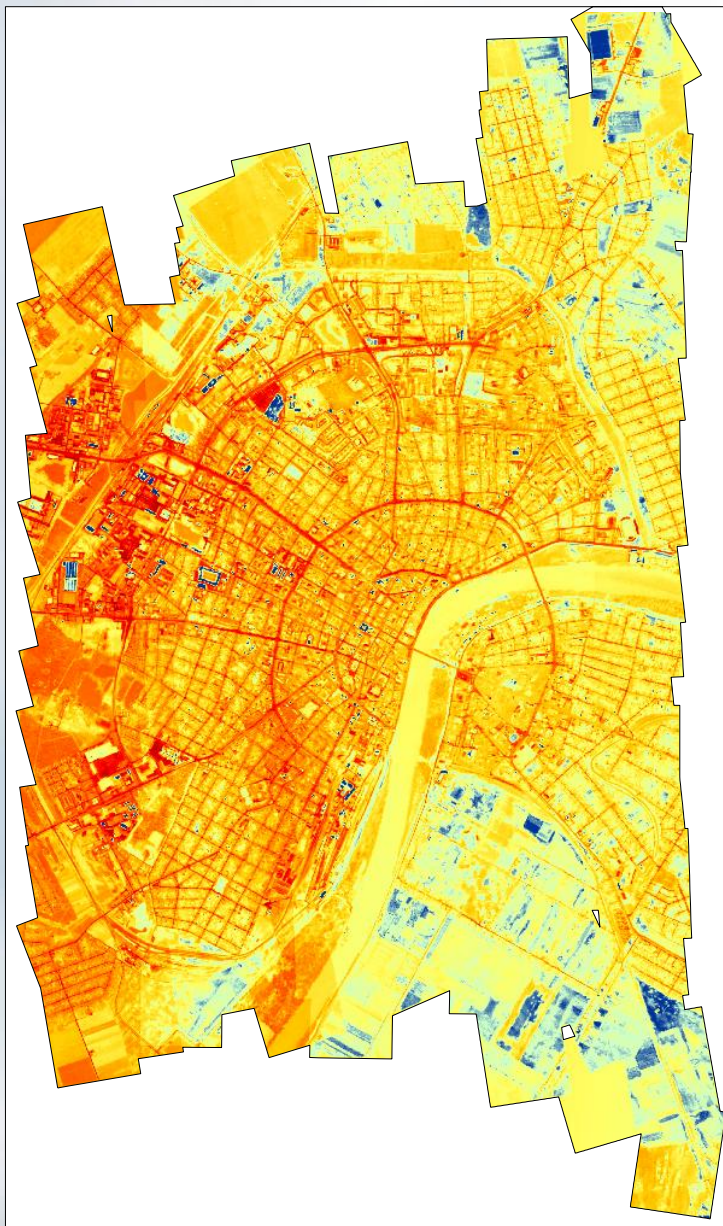


2008. augusztus 14.



A felvételek feldolgozásának folyamatábrája a nyers légifelvételektől a fotómozaikig

- georeferálás után az eredmény → termális mozaik (2,5 m felb.) →

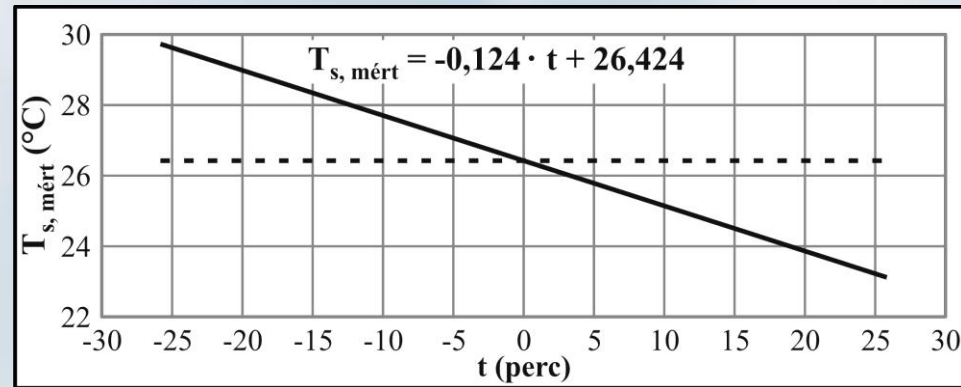


Mozaikolt  $T_s$  mező (2008. aug. 14.)

-  $T_s$  csökkenés (hűlés) Ny  $\rightarrow$  K



felvételezés időtartama

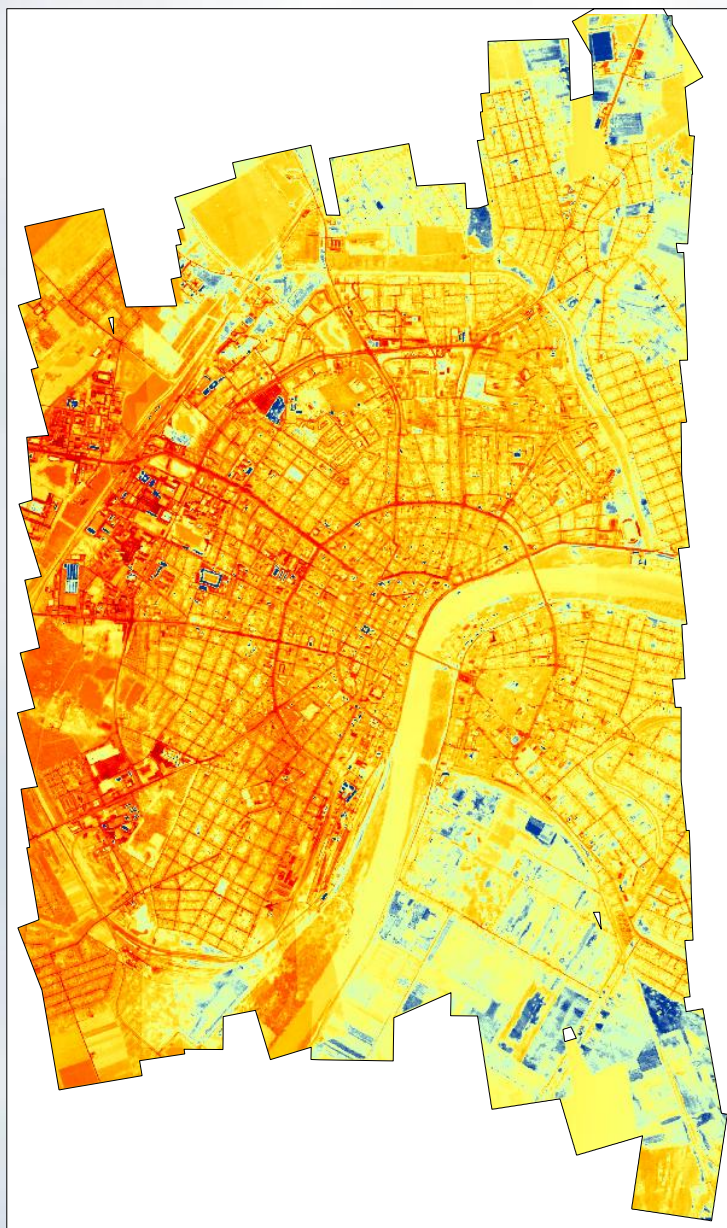


A pixelértékek ( $T_{s,mért}$ ) regressziós egyenese az idő (t) függvényében (2008. aug. 14.)

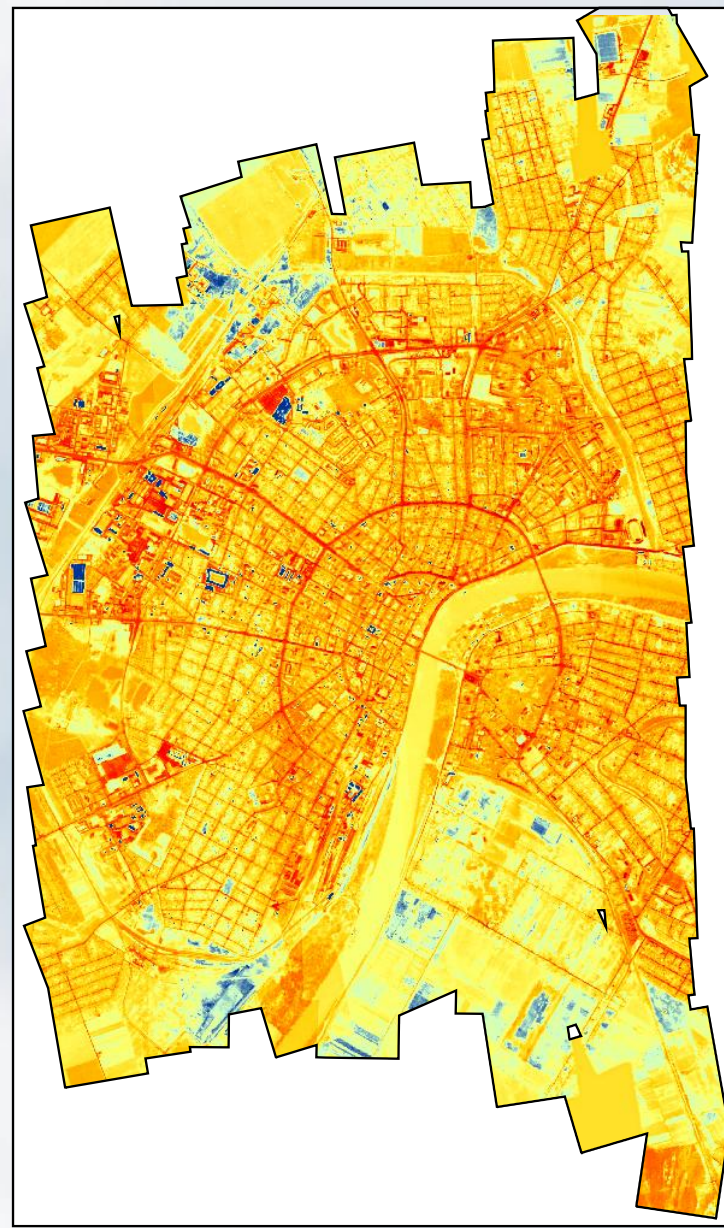
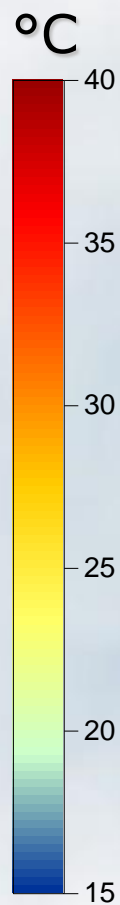
- pixel-értékek idő szerinti korrekciója  $\leftrightarrow$  általános hűlési tendencia (felvételezés középidejére):

$$T_s = T_{s,mért} + 0,124 \cdot t$$





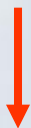
**Mozaikolt  $T_s$  mező (2008. aug. 14.)**



**Korrigált mozaikolt  $T_s$  mező  
(2008. aug. 14.)**

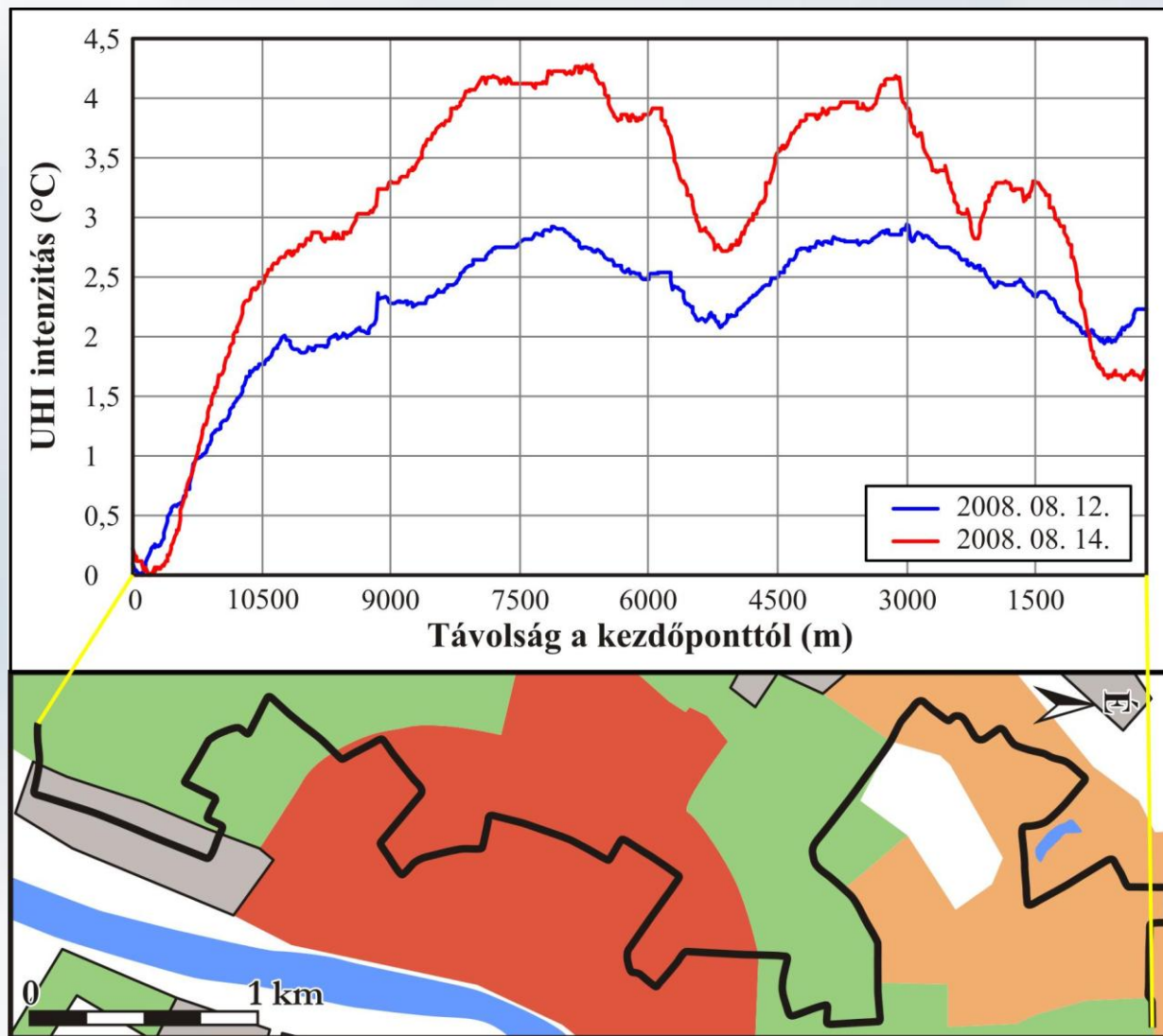
# *T<sub>a</sub> mérések eredményei*

- mért UHI (intra-urbán T ingadozás) ↔ két max. (3-4°C)



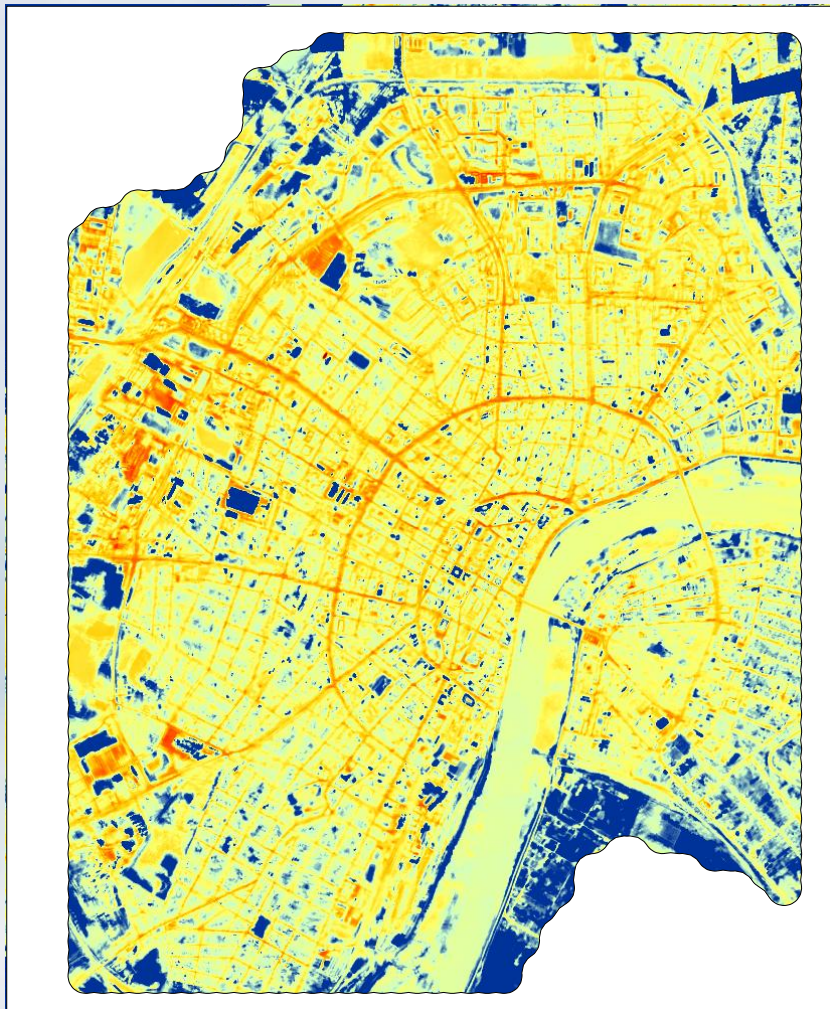
- (1) nagy mesterséges felületek (bevásárló központok, parkolók)

- (2) sűrűn beépített belváros

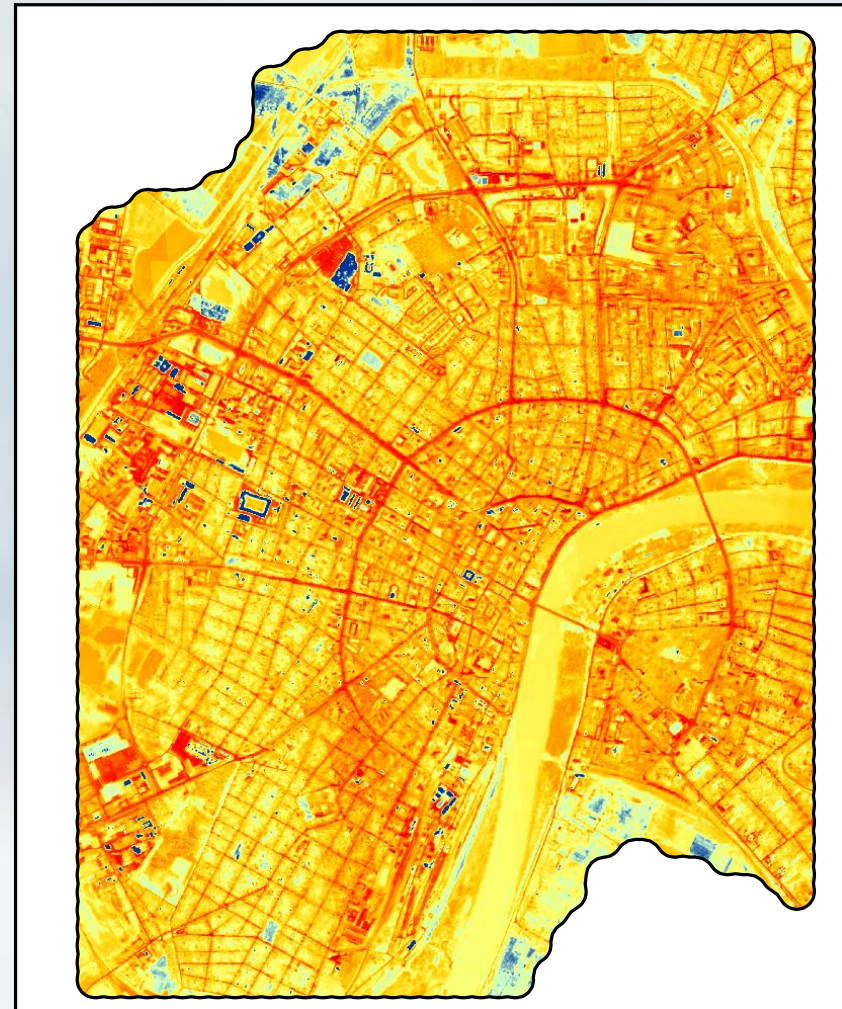
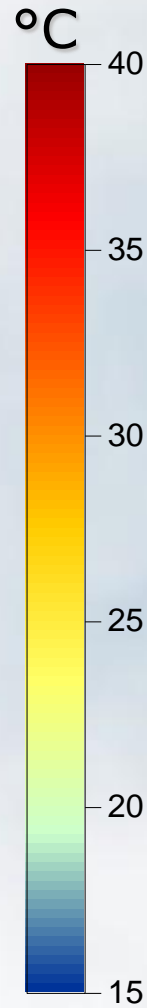


**Az É-D-i városi keresztmetszet menti UHI intenzitás értékei (2008. aug. 12. és 14. 19.00 UTC)**

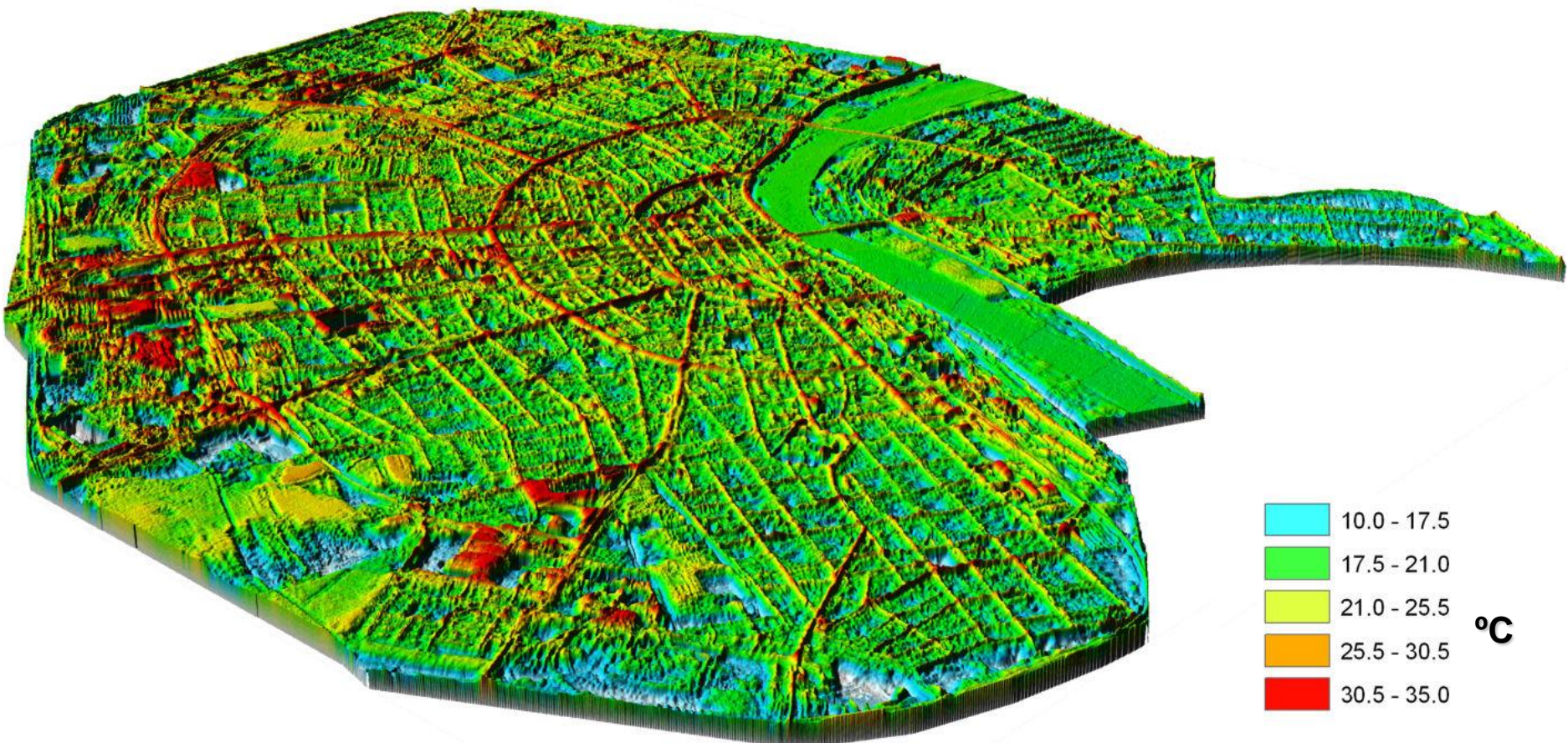
# ***$T_s$ mérések eredményei***



**$T_s$  mező (2008. aug. 12.)**



**$T_s$  mező (2008. aug. 14.)**



**T<sub>s</sub> mező 3D-ben (2008. aug. 12.)**

# ***Statisztikai modell kifejtése***

- $T_a$  és  $T_s$  közötti kapcsolatkeresés során egy nagyobb (*forrás*)területet (és annak termális jellemzőit) kell figyelembe venni
- $T_a$  – átlagérték adott pontban a mérési útvonal mentén
- $T_s$  súlyozás – többféle megközelítés

$$T_s(wr) = \frac{\sum_{i=1}^n T_{Si} \cdot \left(1 - \frac{D_i}{2r}\right)}{\sum_{i=1}^n \left(1 - \frac{D_i}{2r}\right)}$$

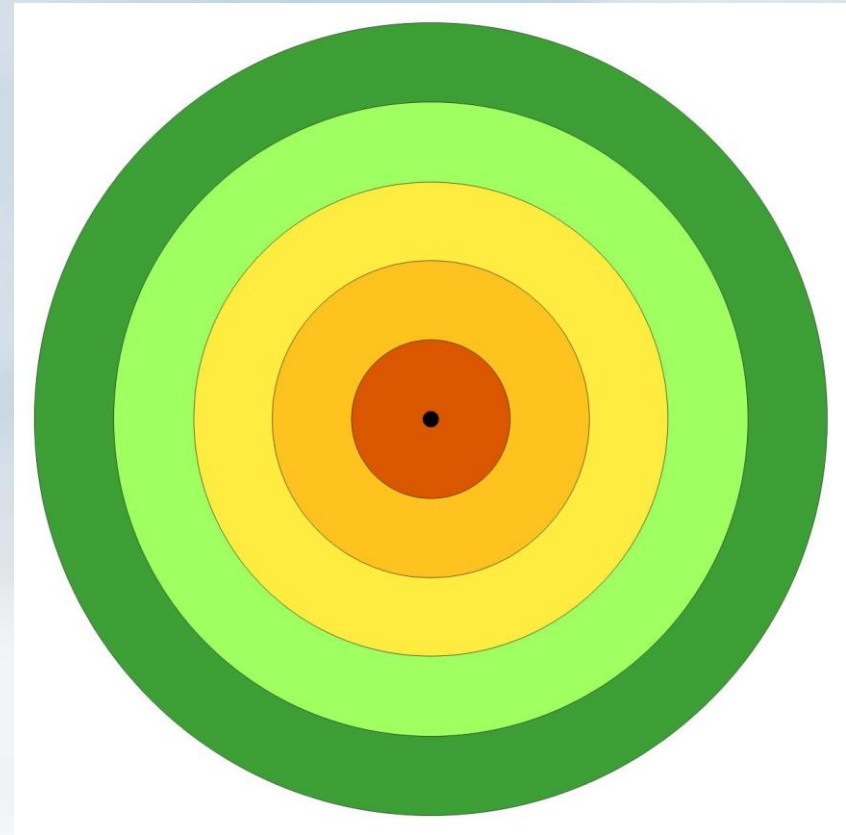
$T_{Si}$  –  $T_s$  az  $i$ . pixelben

$D_i$  –  $i$ . pixel távolsága az adott ponttól

$r$  – forrásterület sugara (100 - 500 m)

$T_s(wr)$  – súlyozott és átlagolt  $T_s$   
az  $r$  sugarú forrásterületen

- számolás algoritmussal  
(ArcView Avenue fejl. nyelven)



Adott pont körüli kül. sugarú  
forrásterületek szemléltetése

## - modell-egyenletek ↔ kül. méretű forrásterületek (r) esetében

A keresztmetszet menti  $T_s - T_a$  kapcsolatok kül. r sugarú környezetek esetében és paramétereik ( $R^2$  – determinációs együttható, R – korrelációs együttható,  $\sigma$  – regressziós egyenes körüli szórás) 2008. aug. 12 és 14-én (n = 1572)

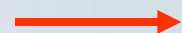
r (m)	Regressziós egyenlet	$R^2$	R	$\sigma_R$	Szign. szint
100	$T_a = 0,373 * T_s(w100) + 17,691$	0,574	0,757	0,858	< 0,001
200	$T_a = 0,406 * T_s(w200) + 16,898$	0,611	0,781	0,820	< 0,001
300	$T_a = 0,426 * T_s(w300) + 16,453$	0,642	0,801	0,787	< 0,001
400	$T_a = 0,436 * T_s(w400) + 16,228$	0,663	0,814	0,763	< 0,001
500	$T_a = 0,447 * T_s(w500) + 15,982$	0,685	0,828	0,738	< 0,001

- legerősebb kapcsolat → r = 500 m

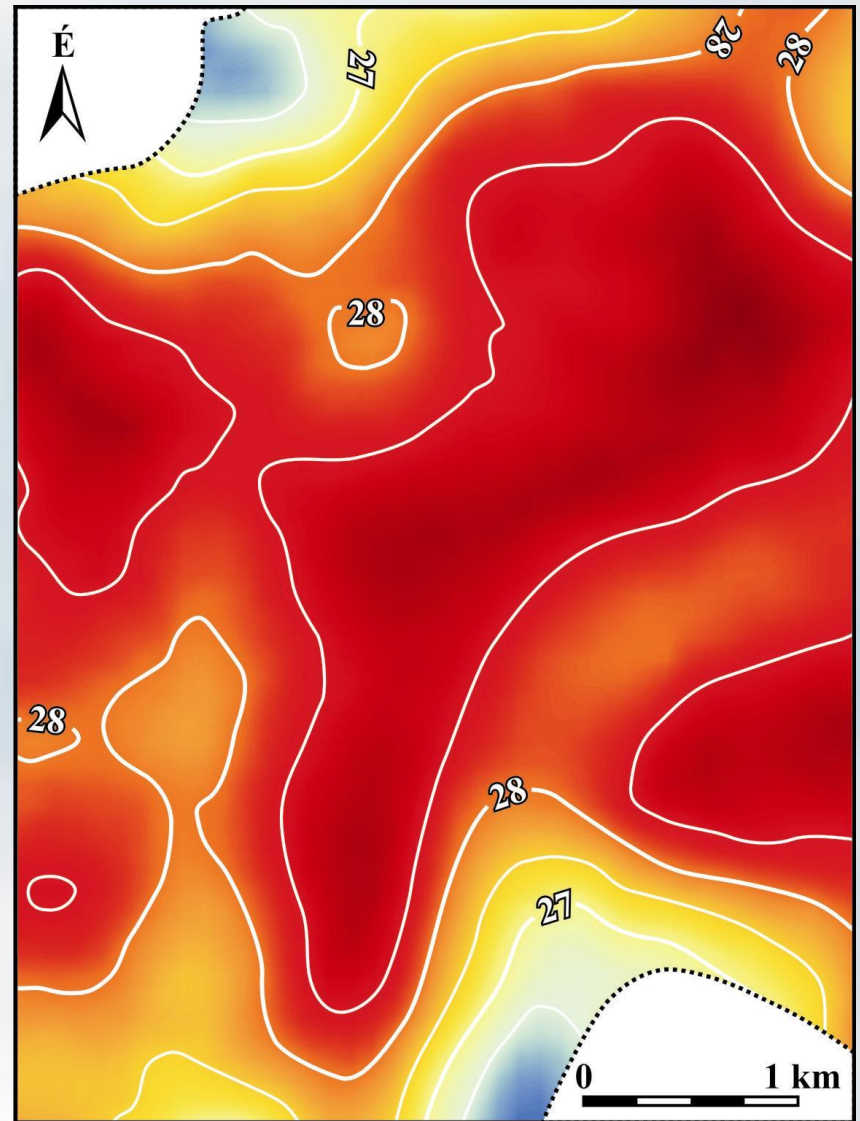
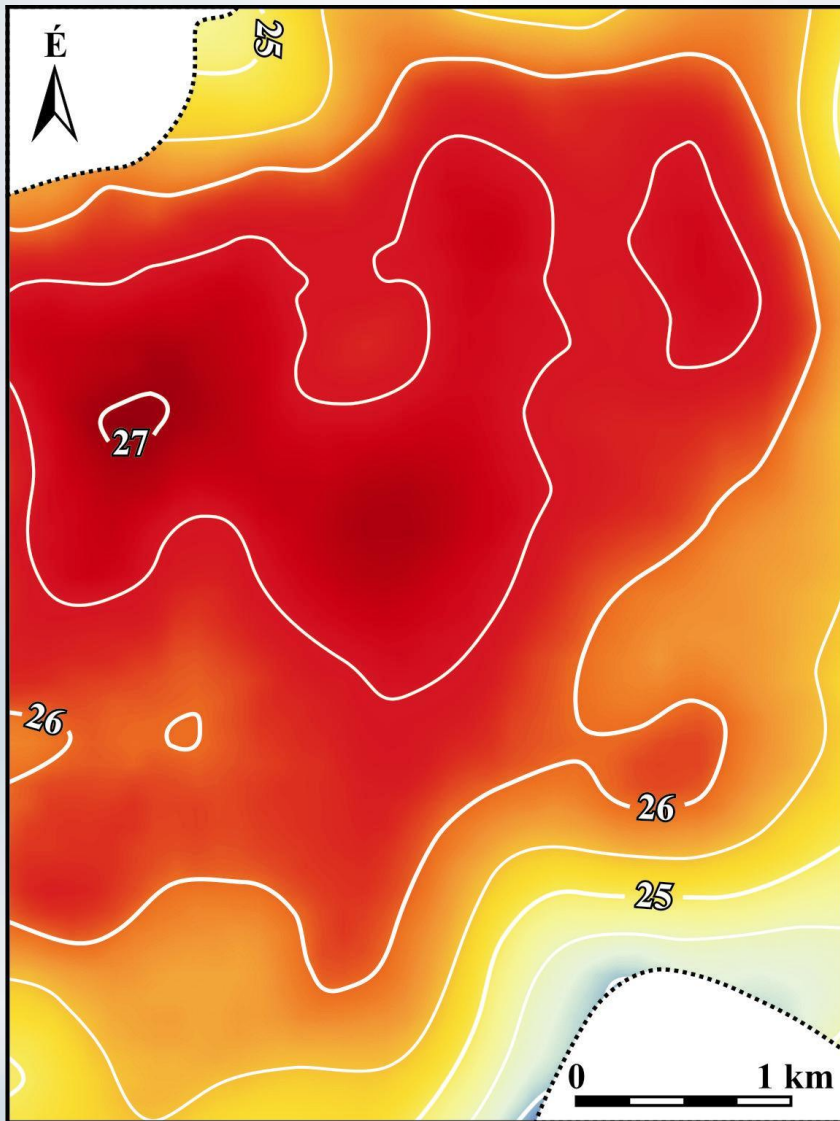


$$T_a = 0,447 * T_s(w500) + 15,982$$

eredményünk kiterjesztése

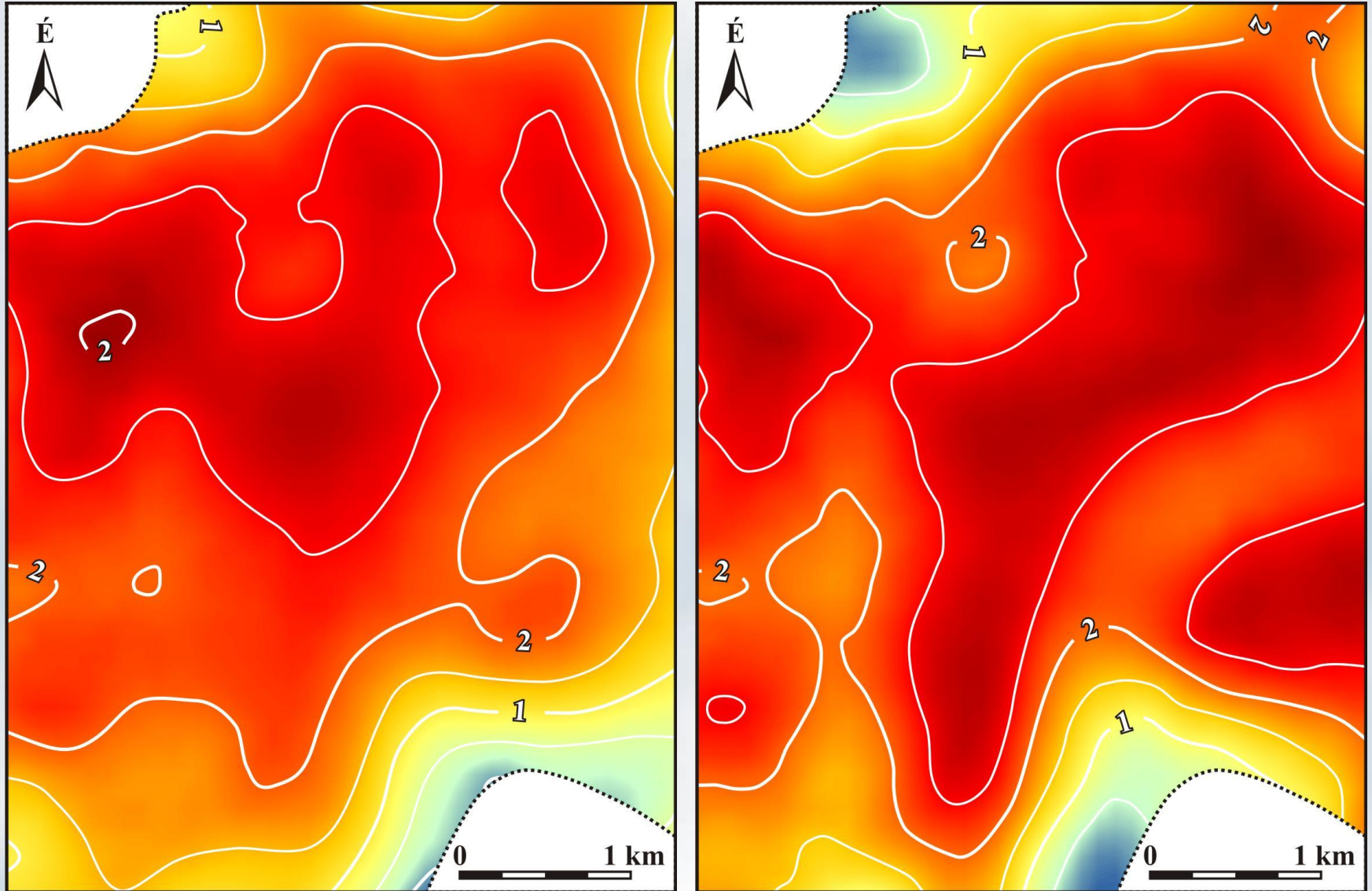


# Modellezett $T_a$ mezők



Modellezett  $T_a$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) mezők Szegeden (2008. aug. 12. és 14. 19.00 UTC)

# Modellezett UHI intenzitás



Modellezett UHI intenzitás (°C) Szegeden (2008. aug. 12. és 14. 19.00 UTC)



## ***Következtetések***

- Statisztikai kapcsolat megállapítása városi környezetben mért  $T_a$  és  $T_s$  között
- Egy könnyen használható módszer kifejlesztése a kora esti léghőmérsékleti mező (v. UHI) közelítésére  $T_s$  adatok alapján

## ***További lépések***

- Eredményeink finomítása → mérések számának növelése  
→ időbeli kiterjesztése (szezónális jellegek feltárása és összehasonlítása)



# Szegedi Tudományegyetem Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék



***Köszönöm a megtisztelő figyelmet!***

**unger@geo.u-szeged.hu**