

A BUDAPESTI HŐSZIGETHATÁS VIZSGÁLATA TÁVÉRZÉKELÉSES ÉS TÉRINFORMATIKAI MÓDSZEREKKEL

Soha Tamás

alkalmazott térinformatikai szakreferens

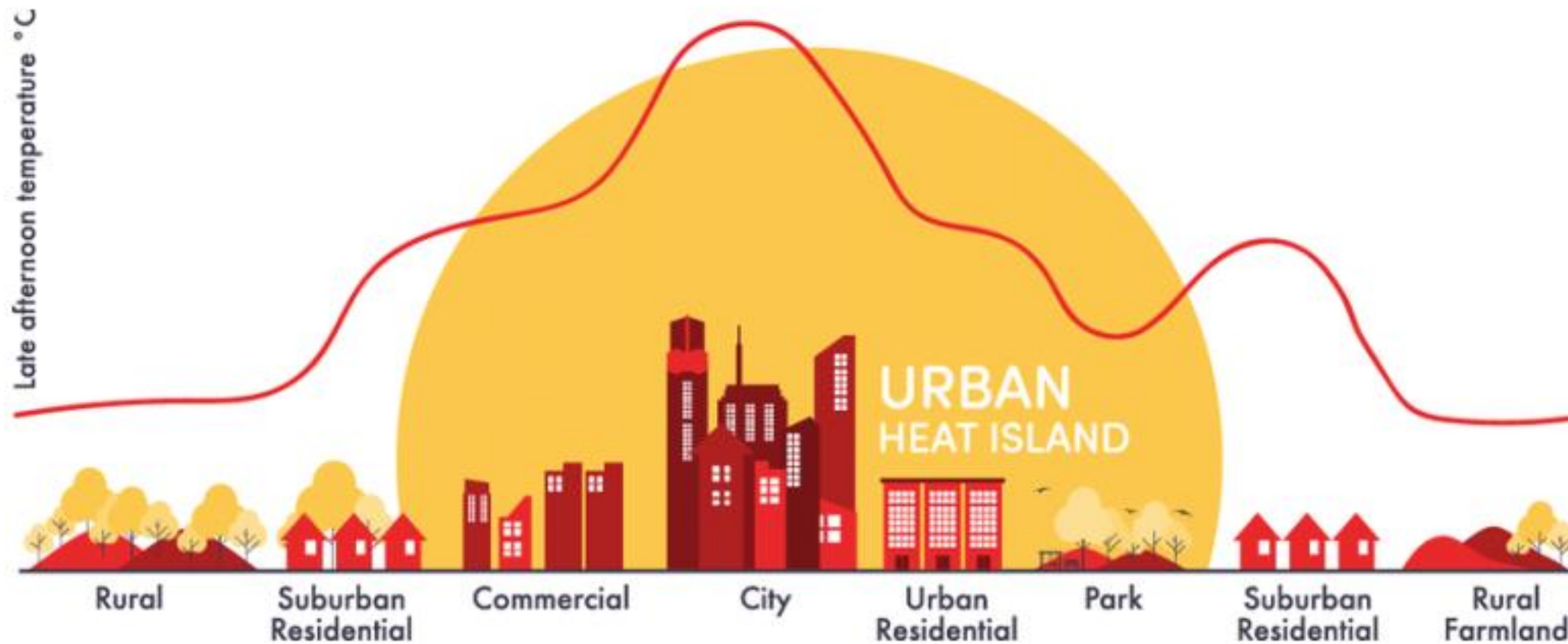
Főpolgármesteri Hivatal, Klíma- és Környezetügyi Főosztály



**Zöld
Budapest**

Bevezetés, helyzetkép

Városi hősziget



De melyik „városi hősziget”?

UHI (Urban Heat Island): Városi hősziget

a városi és városkörnyéki átlaghőmérséklet különbsége

Atmoszférikus városi hősziget (léghőmérséklet mérésén alapul)

- városi lombkoronaszint-hősziget (épületek között és a fák lombja alatt)
- városi határréteg-hősziget (háztetők feletti vastag légréteg)

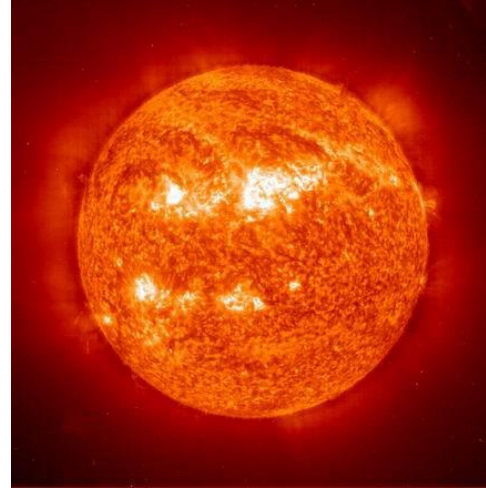
Felszíni városi hősziget (SUHI)

- a városi **felületek** (háztetők, aszfalt stb.) és a vidéki természetes felszín hőmérséklet-különbségét méri

A legmelegebb (hőérzetű) felszínek az ismert világegyetemben



vasaló
(200°C)



a Nap
(6000°C)



kvazár
(10^{13} °C)



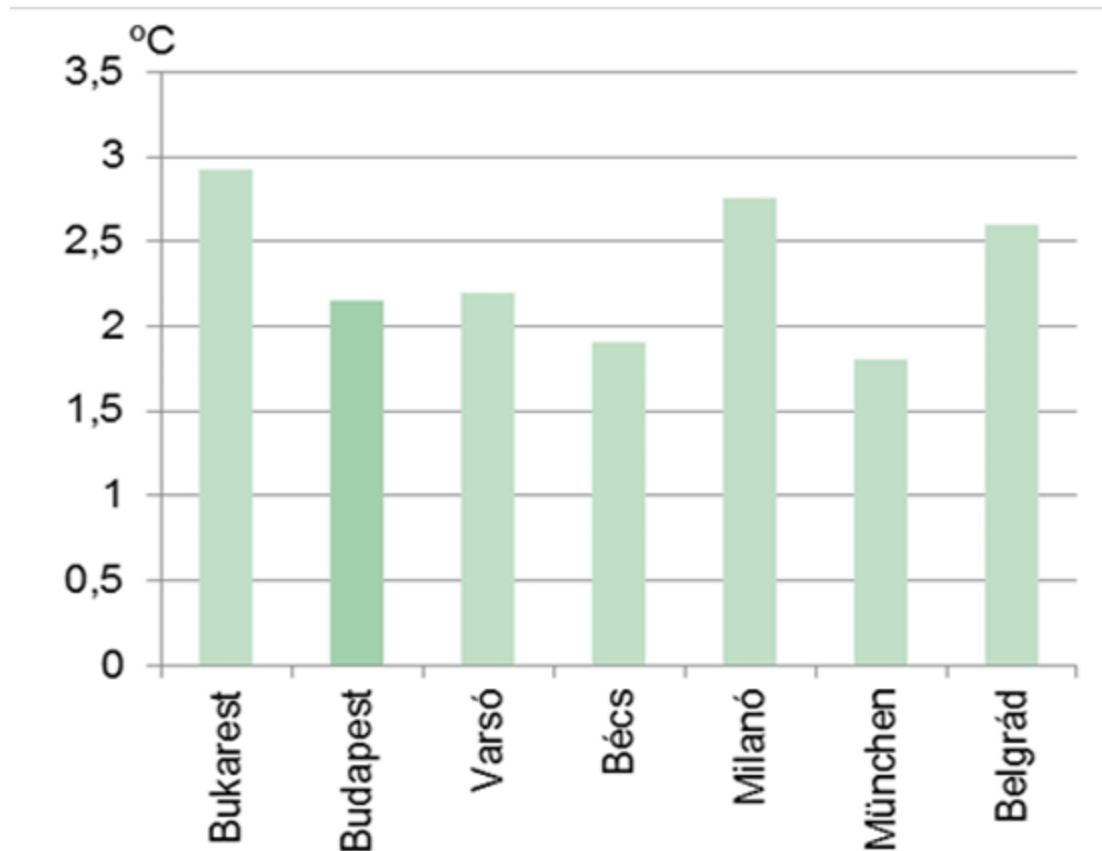
a Baross tér
nyáron
(4×10^{78} °C)

Az anyagminőség szerepe



Hőkamerás felvétel egy nyári utcáról

Európai összehasonlítás



Évi átlagos felszínhőmérséklet alapú hőszigetintenzitás érték az esti órákban a 2001-2005 közötti időszakban

Európai összehasonlítás

Forrás: <https://isglobalranking.org/ranking/#green>

ISGlobal — **Ranking** of **Cities**

Urban health study in 1,000 European cities

EN 

MORTALITY RANKING 	CITY 	COUNTRY 	VEGETATION INDEX [NDVI] 	TARGET NDVI 	% OF POPULATION BELOW TARGET NDVI 	AVOIDABLE DEATHS 
1	TRIESTE	ITALY	0.524	0.520	73.95	145
2	TURIN	ITALY	0.423	0.467	92.22	546
3	BLACKPOOL (METROPOLITAN AREA)	UNITED KINGDOM	0.593	0.535	72.69	144
4	GIJÓN	SPAIN	0.577	0.493	70.51	138
5	BRUSSELS	BELGIUM	0.465	0.520	78.47	426
6	LE HAVRE	FRANCE	0.584	0.566	66.70	87
7	SZOMBATHELY	HUNGARY	0.545	0.584	80.77	32
8	BOULOGNE-SUR-MER	FRANCE	0.608	0.559	67.35	42
9	COPENHAGEN (METROPOLITAN AREA)	DENMARK	0.534	0.547	76.46	437
10	A CORUÑA	SPAIN	0.437	0.451	66.60	93
11	LYON	FRANCE	0.511	0.532	79.20	405
12	BUDAPEST	HUNGARY	0.487	0.512	76.56	746
13	MASSA	ITALY	0.540	0.593	74.99	33

Európai összehasonlítás

Forrás: <https://isglobalranking.org/ranking/#green>

ISGlobal — Ranking of Cities

Urban health study in 1,000 European cities

EN



MORTALITY RANKING	CITY	COUNTRY	VEGETATION INDEX [NDVI]	TARGET NDVI	% OF POPULATION BELOW TARGET NDVI	AVOIDABLE DEATHS
1	TRIESTE	ITALY	0.524	0.520	73.95	145
2	TURIN	ITALY	0.423	0.467	92.22	546
3	BLACKPOOL (METROPOLITAN AREA)	UNITED KINGDOM	0.593	0.535	72.69	144
4	GIJÓN	SPAIN	0.577	0.493	70.51	138
5	BRUSSELS	BELGIUM	0.465	0.520	78.47	426
6	LE HAVRE	FRANCE	0.584	0.575	69.75	87
7	SZOMBATHELY	HUNGARY	0.545	0.575	69.75	32
8	BOULOGNE-SUR-MER	FRANCE	0.608	0.559	67.35	42
9	COPENHAGEN (METROPOLITAN AREA)	DENMARK	0.534	0.547	76.46	437
10	A CORUÑA	SPAIN	0.437	0.451	66.60	93
11	LYON	FRANCE	0.511	0.532	79.20	405
12	BUDAPEST	HUNGARY	0.487	0.512	76.56	746
13	MASSA	ITALY	0.540	0.593	74.99	33

A zöldfelületi indikátor alapján a listán összesen **886** város szerepel

Adat és módszer

Adat és módszer

Távérzékelés: Landsat 8 és 9 műholdak TIRS (termális infravörös) és OLI (pl. látható spektrum) szenzorai

Minden felmérés ~**9:30**-kor történt (műholdáthaladás időpontja)

- 16 naponta méri fel az adott területet

„nem lát be” a felhők alá → tiszta légkör kell

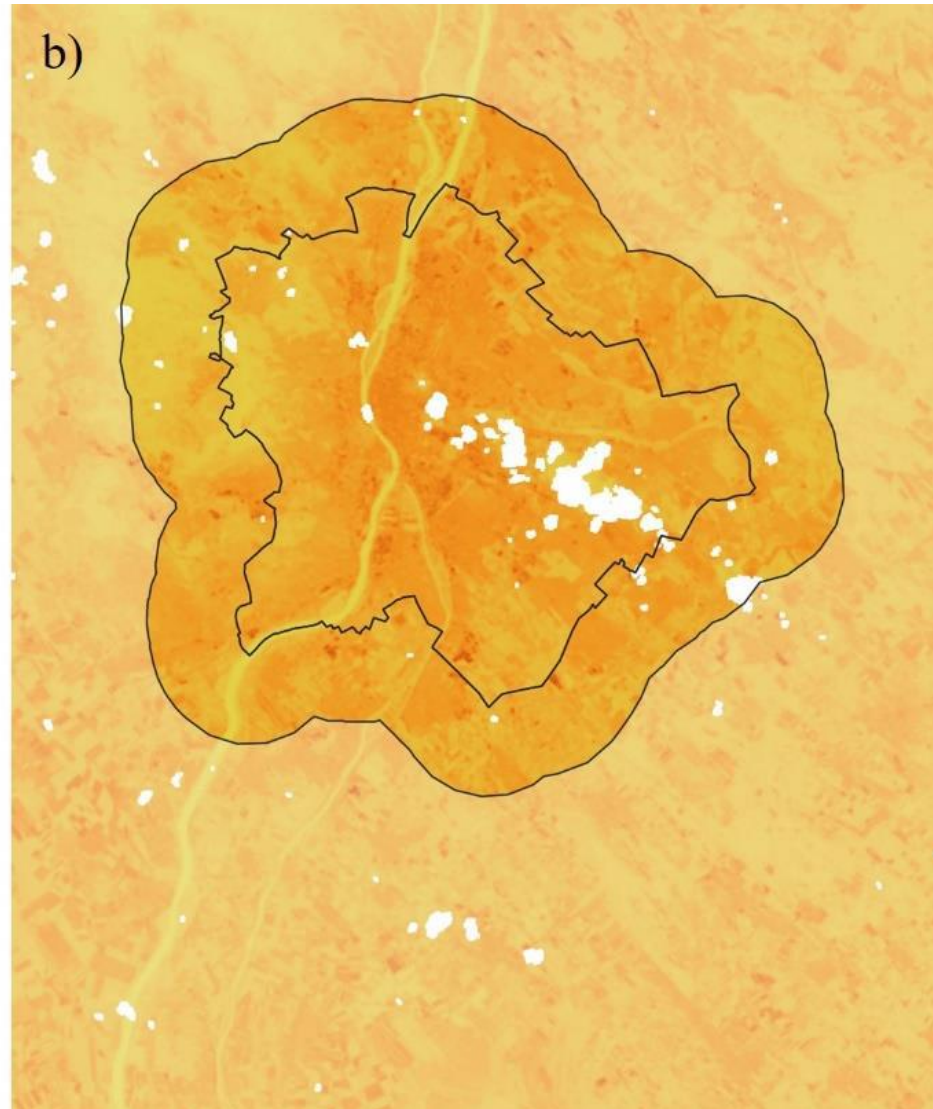
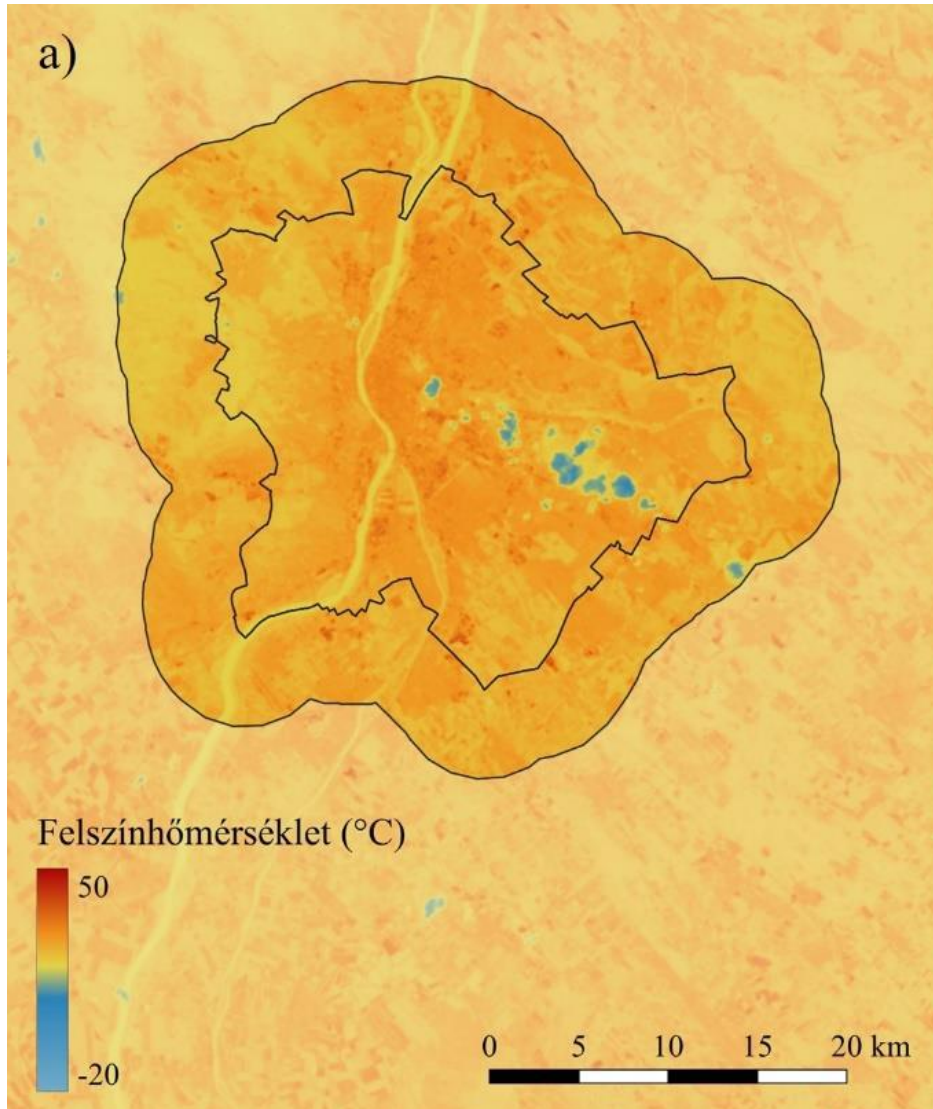
- 2013 és 2025 között, **32** nyári és **4** téli időpont

30 m-es felbontást tesz lehetővé (újrámintavételezéssel)

- a legtöbb műhold szenzorainak felbontása csak 1 km, ez számunkra nem elegendő

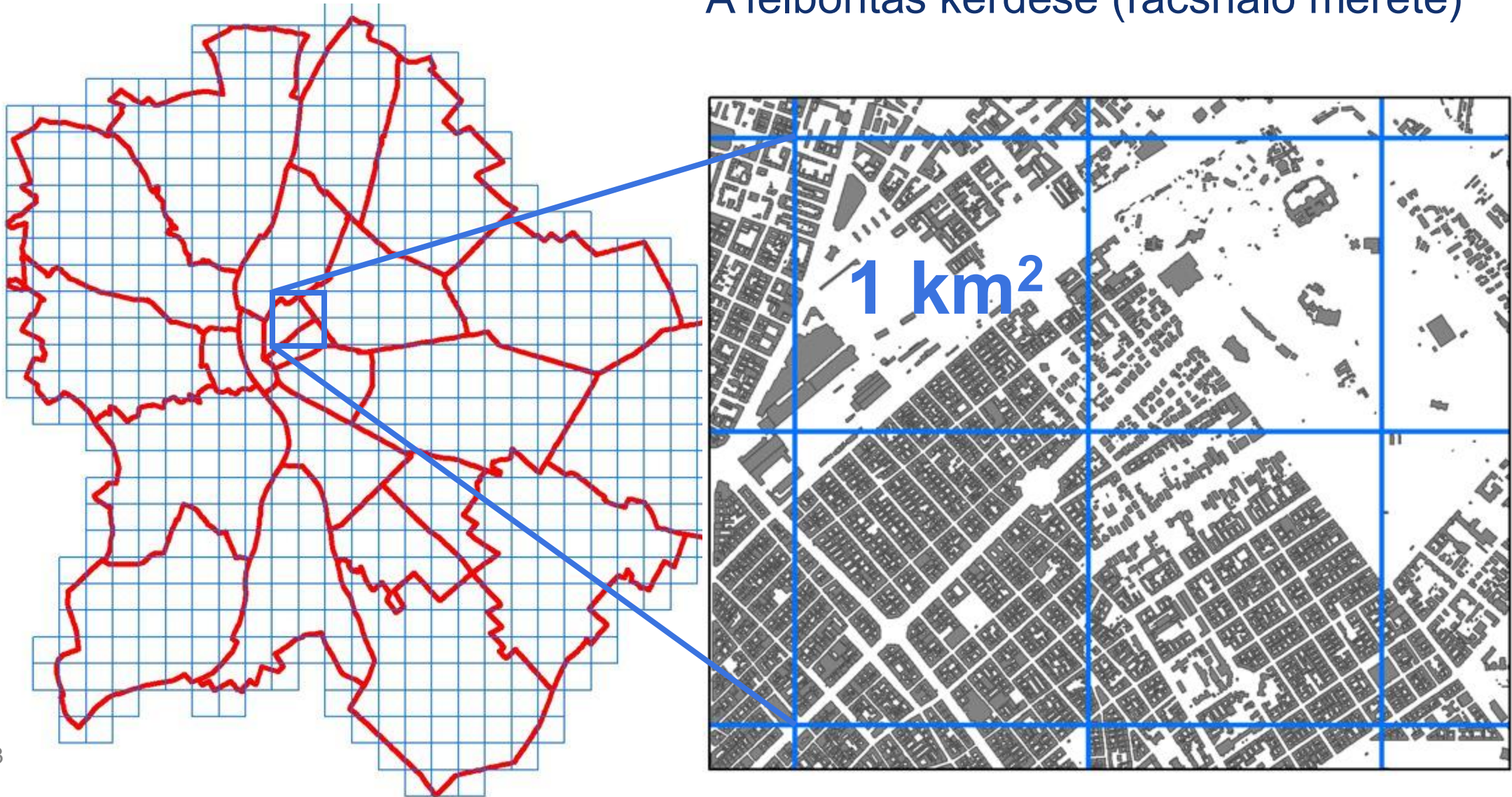
Adat és módszer

Legfeljebb 20%-os felhőborítottságú felvételek feldolgozása



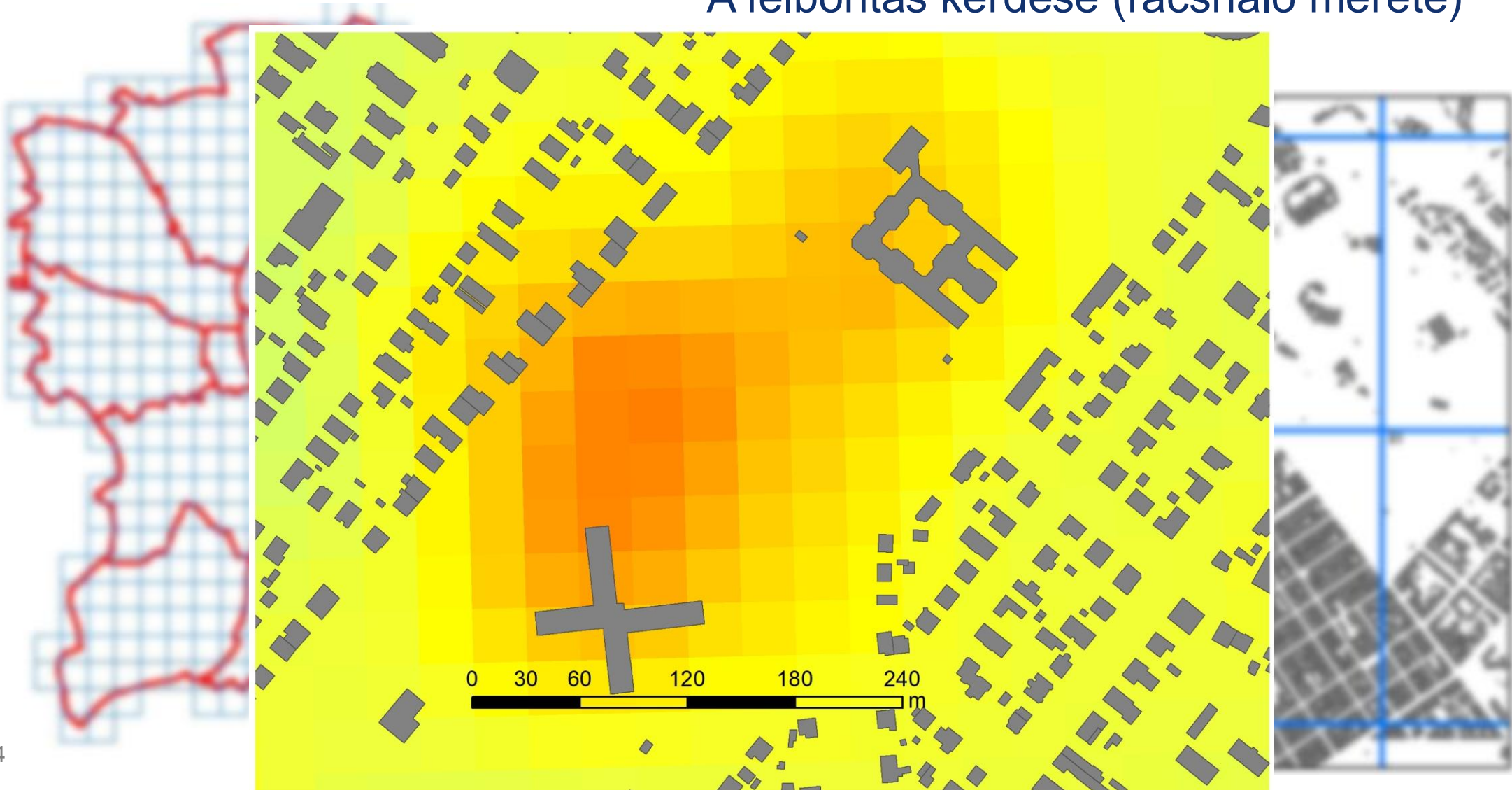
Adat és módszer

A felbontás kérdése (rácsháló mérete)

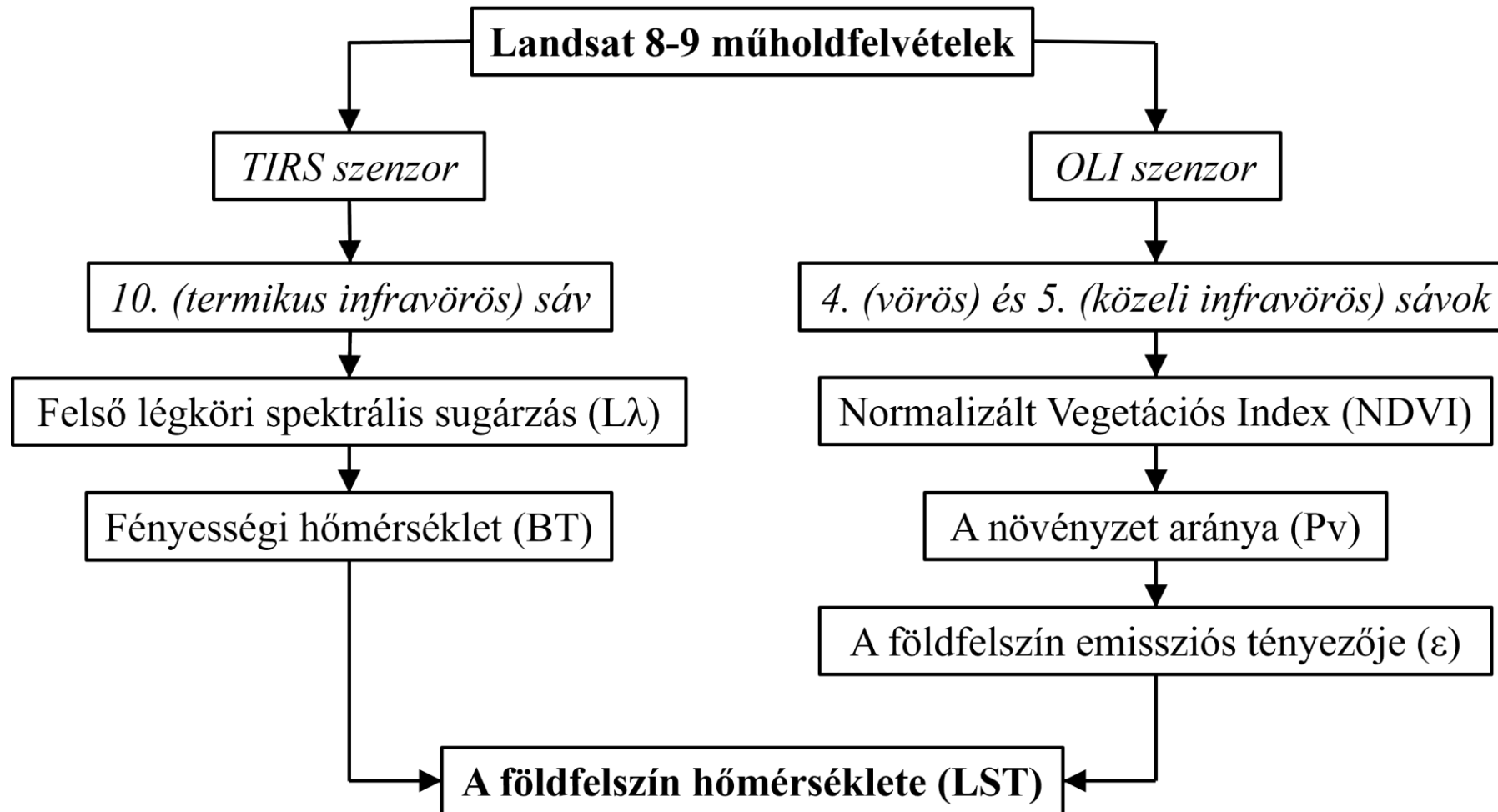


Adat és módszer

A felbontás kérdése (rácsháló mérete)



Adat és módszer



Adat és módszer

Egyéb adatforrások:

CORINE felszínborítási adatbázis (területhasználati kategóriák)

HungaroMet automata meteorológiai mérőállomások idősoros adatai (8 db)

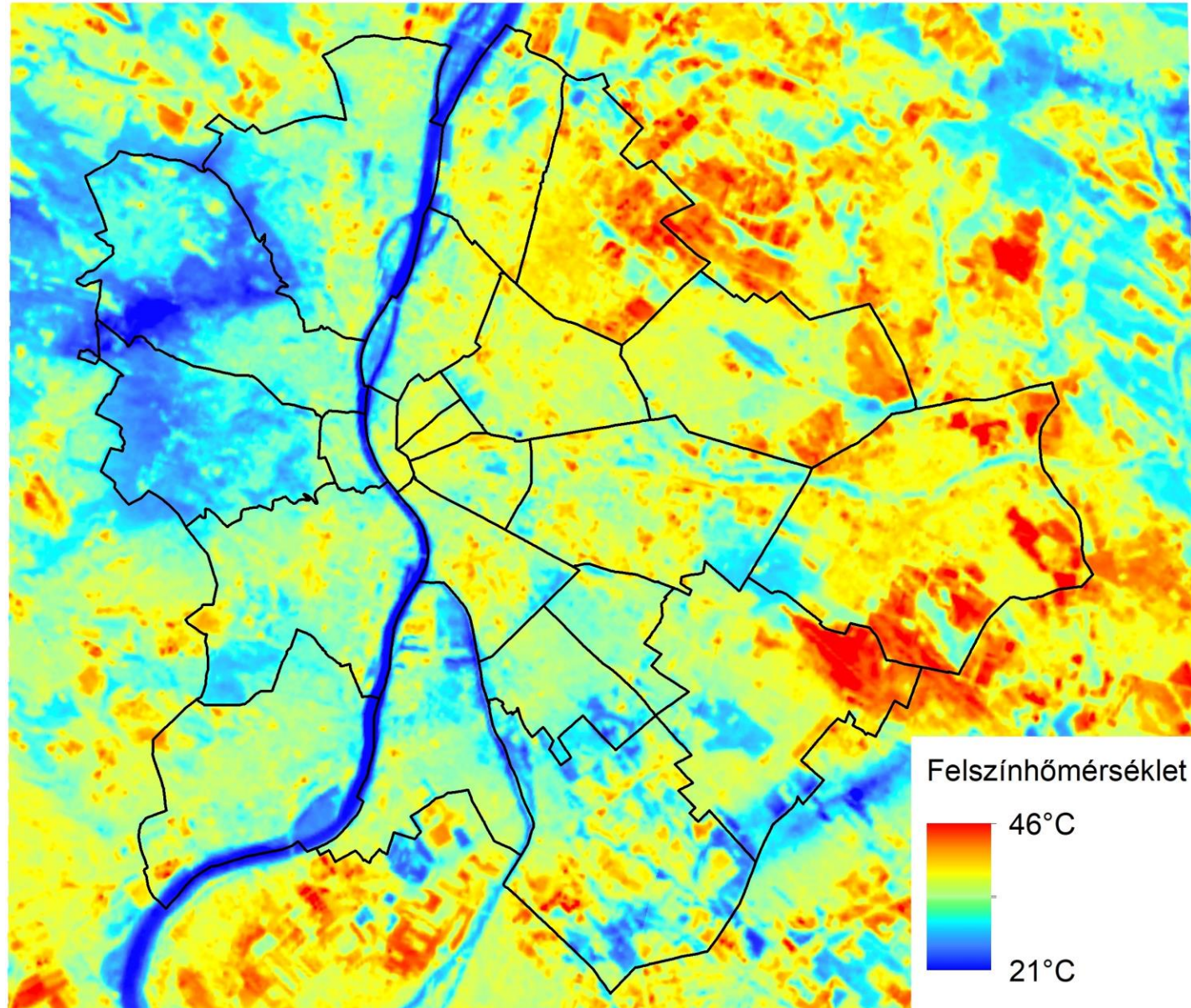
Munkakörnyezet: QGIS térinformatikai szoftver

- Távérzékelte adatok feldolgozására
- Elemzések és geostatisztika elvégzésére

Eredmények

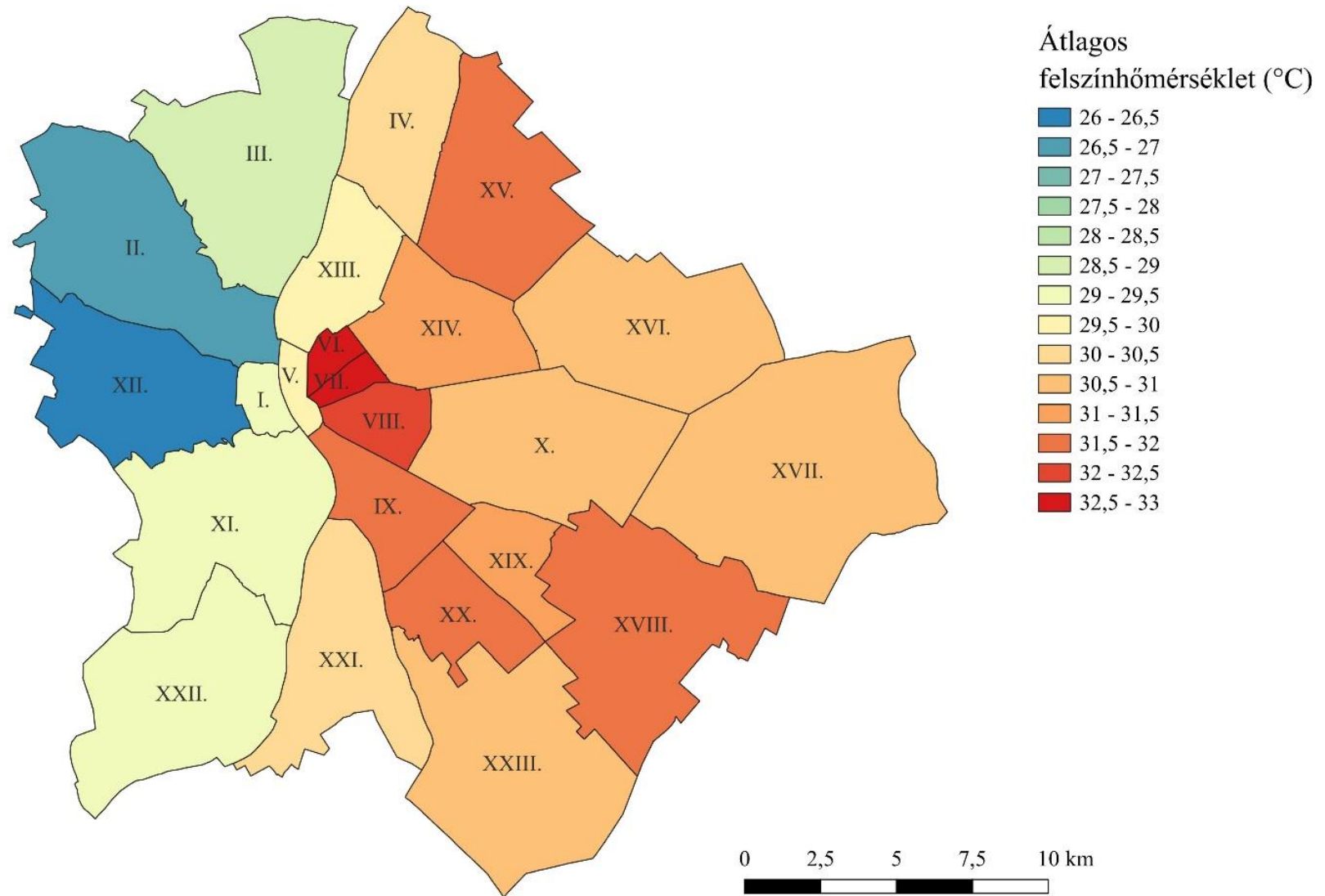
Eredmények

Budapest
felszínhőmérséklete
távérzékeléses mérések
alapján a nyári
napforduló közelében,
reggel 8:30-kor



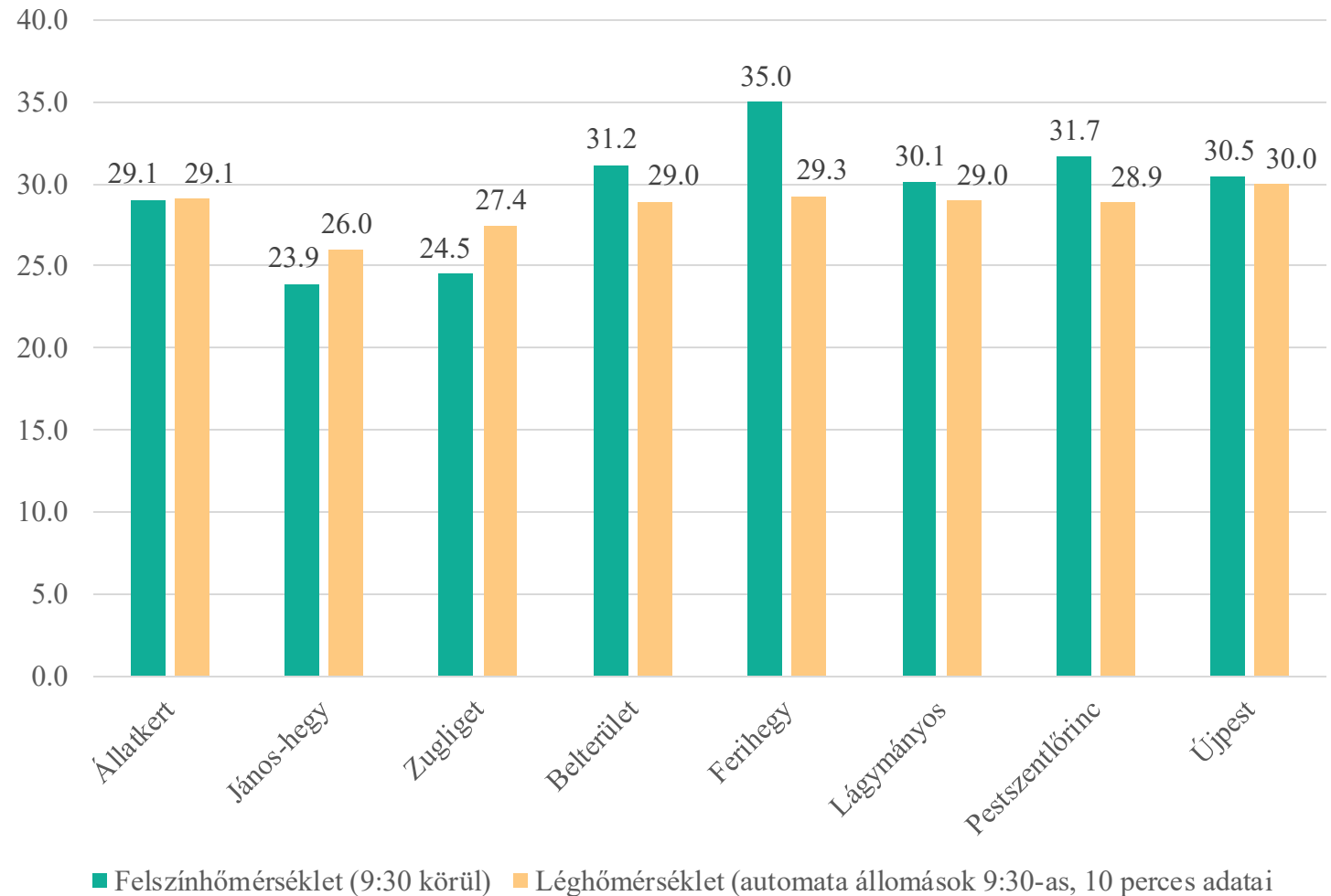
Eredmények

Átlagos nyári
felszínhőmérséklet
a vizsgált időpontok
alapján (°C)



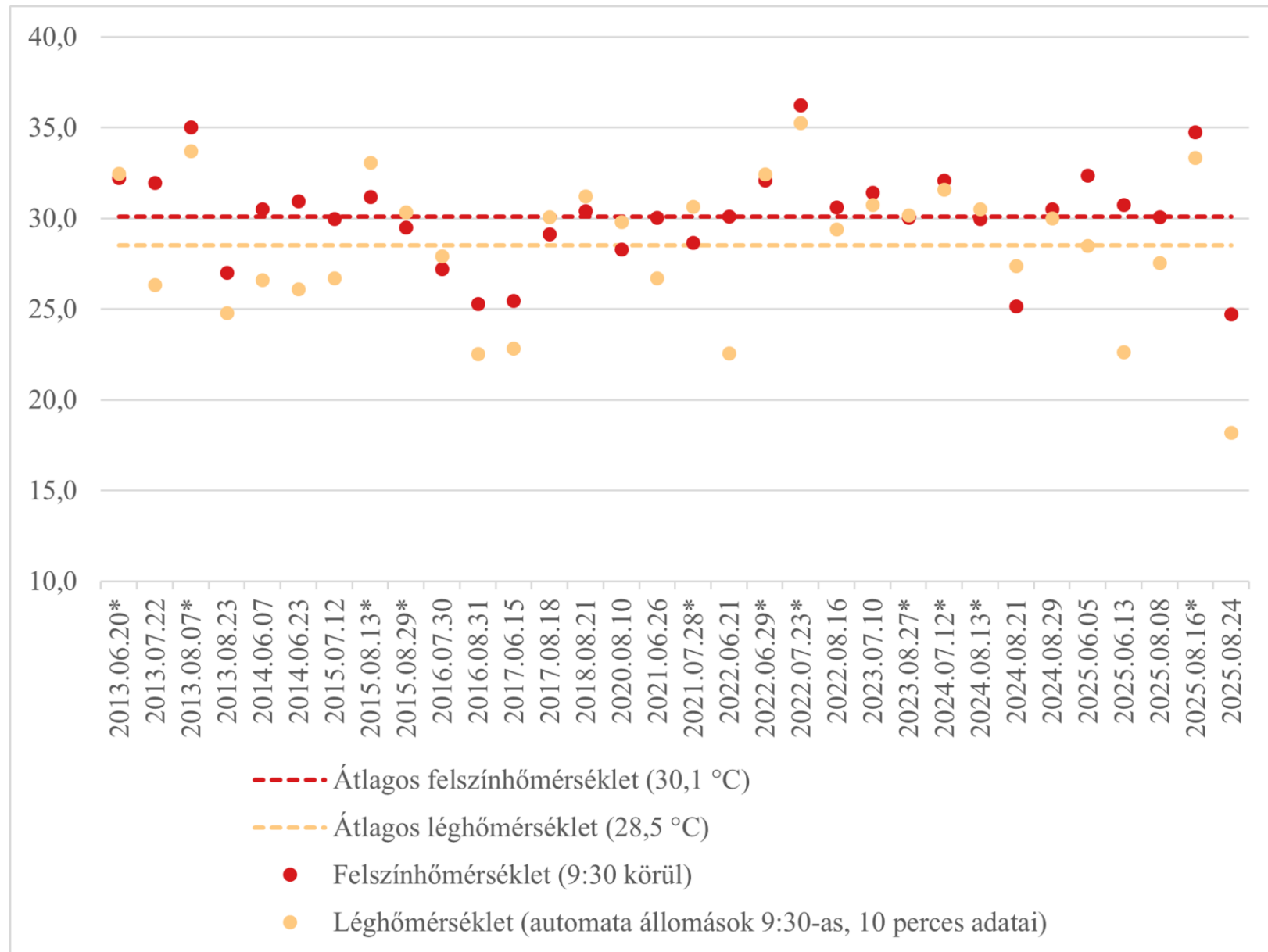
Eredmények

Az automata
állomásokról számított
100 méter sugarú
körben mért
felszínhőmérséklet és
az állomásokon mért
léghőmérséklet (°C)



Eredmények

Átlagos felszín- és léghőmérséklet (°C)

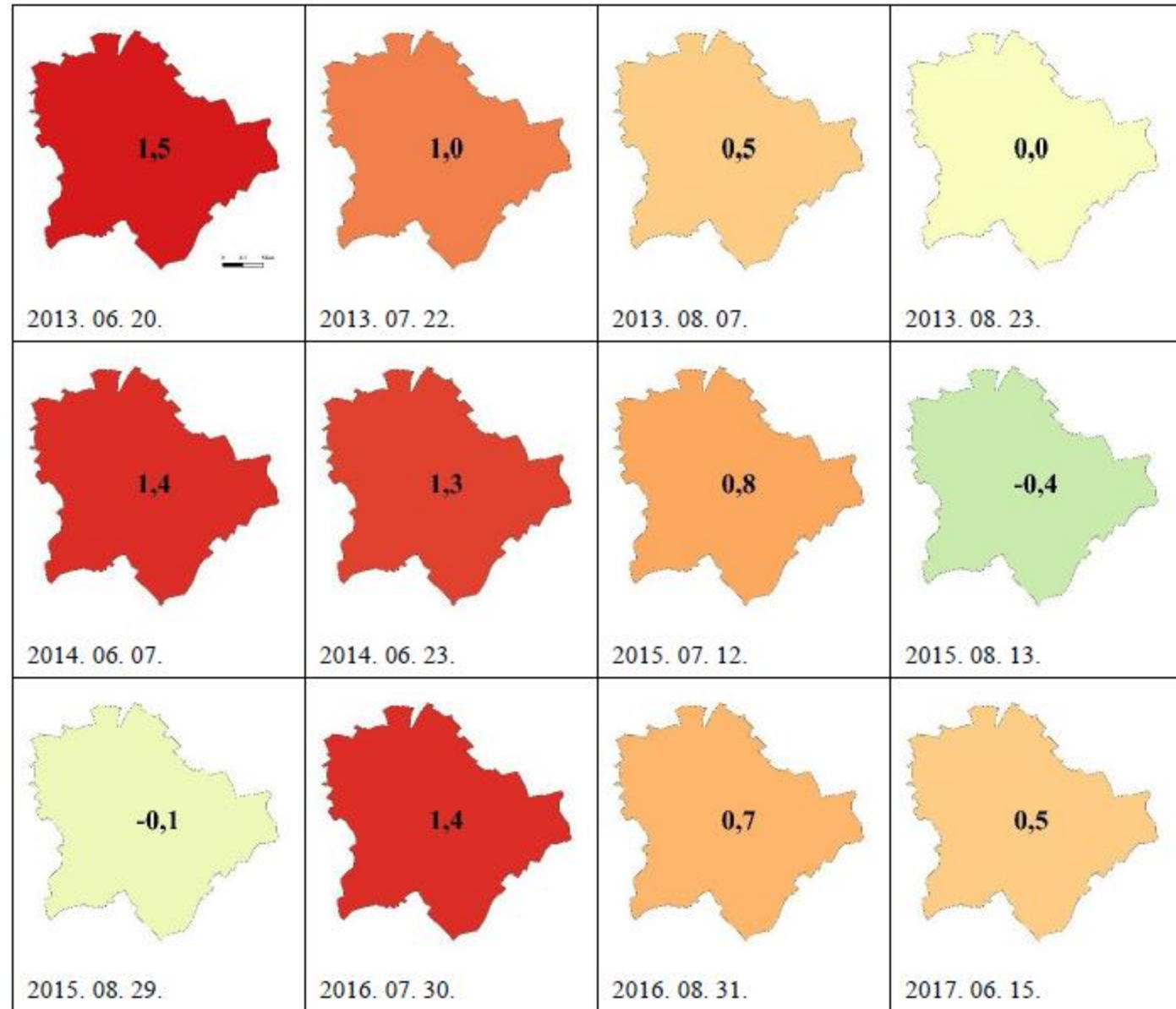


Eredmények

32 napból 24-ben (75%)
volt kimutatható pozitív
hősziget-intenzitás

$$\Delta T_{\max} = +1,5^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_{\min} = -0,8^{\circ}\text{C}$$



Budapesti átlagos felszíni hősziget-hatása a főváros körüli puffersáv referenciaterület
felszínhőmérsékletéhez viszonyítva ($^{\circ}\text{C}$) (példa időpontok)

A felszínborítás szerepe a referenciaterületen

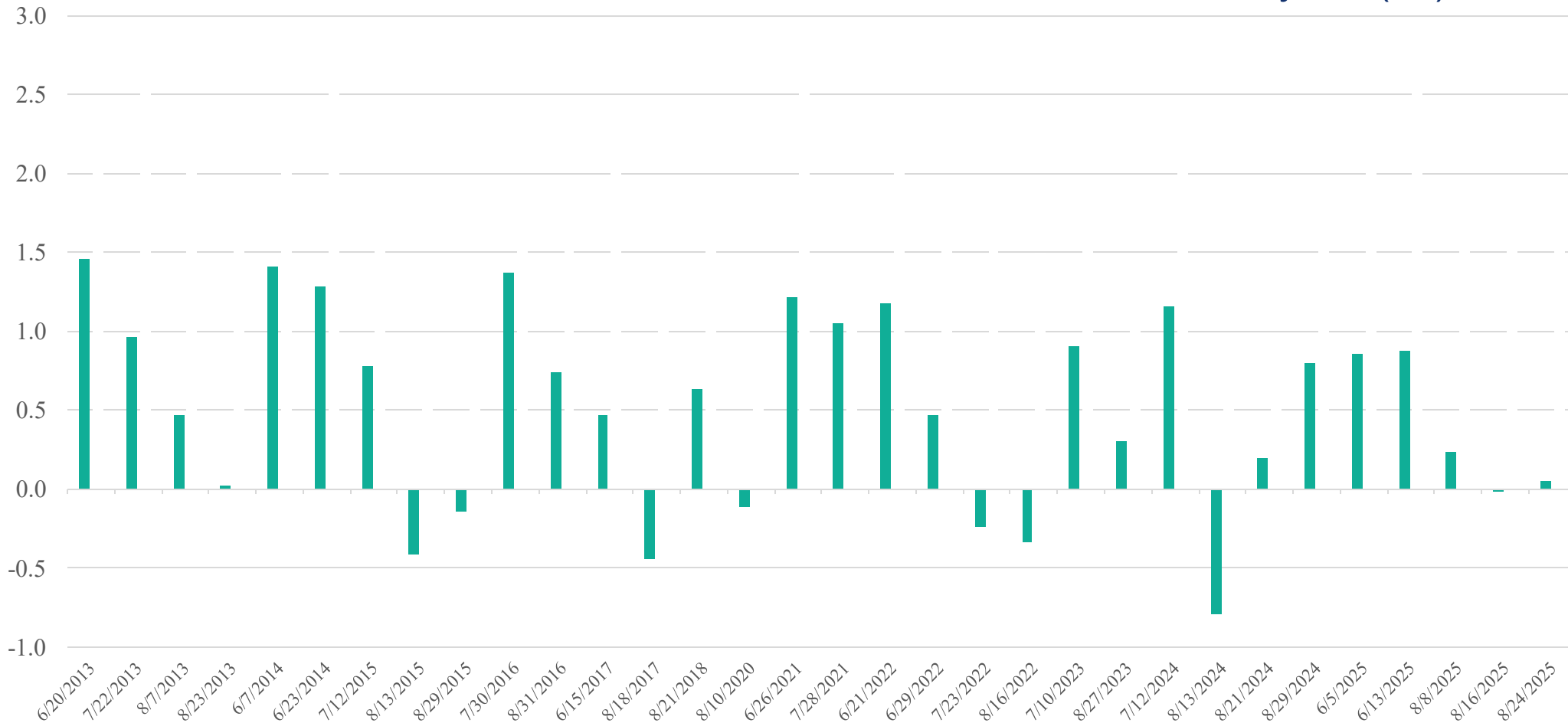
Legfontosabb albedóértékek (közelítőleg)

- 0,9–0,95: Friss hó
- 0,5–0,9: Sivatagi homok / fehér festék
- 0,1–0,4: **A legtöbb szárazföldi terület**
- 0,15–0,25: **Erdők**
- 0,12–0,17: **Burkolatok / csupasz talaj**
- 0,04–0,1: Nyílt óceán



Eredmények

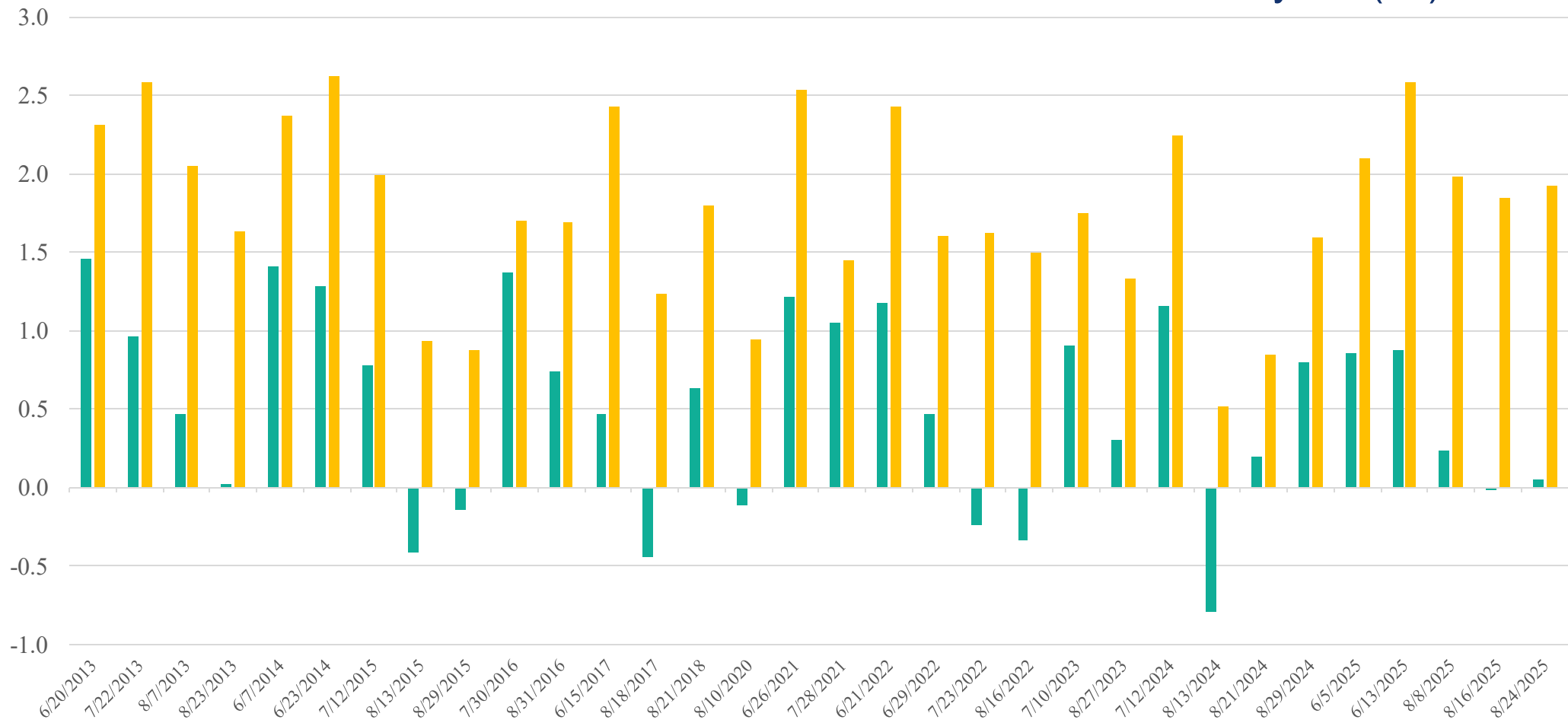
Budapesti átlagos felszíni hősziget-hatása a főváros körüli puffervonal referenciaterület felszínhőmérsékletéhez viszonyítva (°C)



■ Budapesti átlagos felszíni hősziget-hatás a főváros körüli 5 km széles puffervonal referenciaterület felszínhőmérsékletéhez viszonyítva

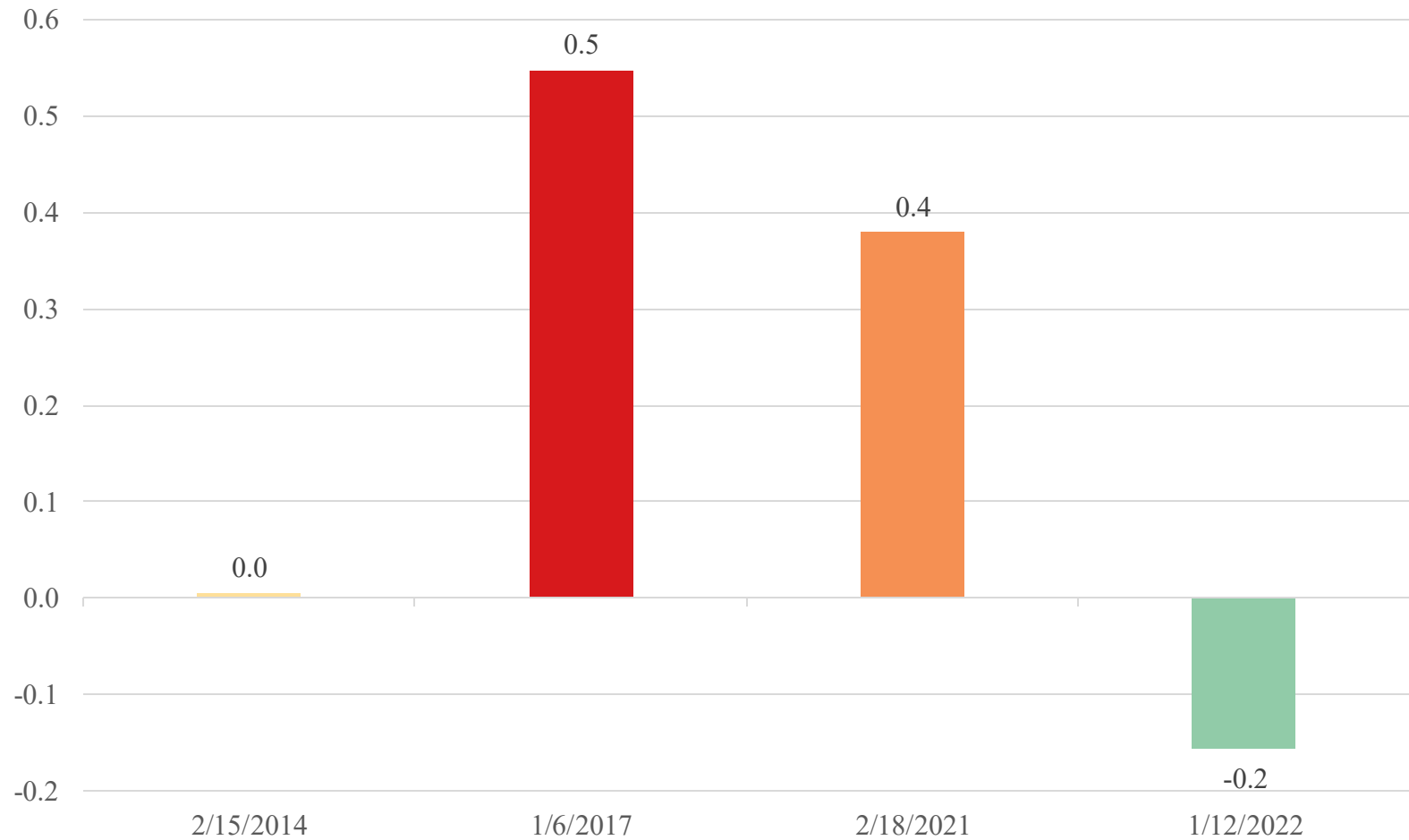
Eredmények

Budapesti átlagos felszíni hősziget-hatása a főváros körüli **maszkolt** puffersáv referenciaterület felszínhőmérsékletéhez viszonyítva (°C)

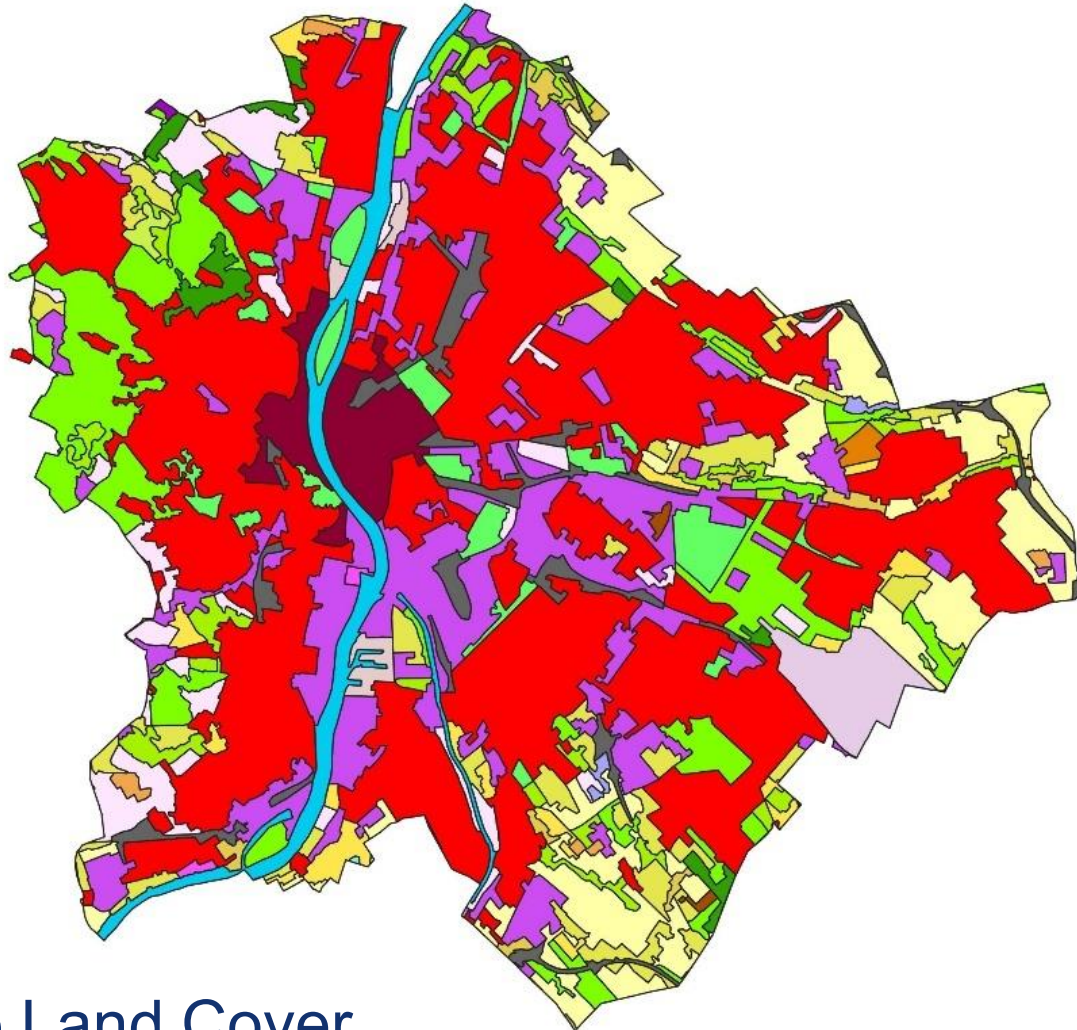


Eredmények

**Téli felszíni
hősziget-hatás (°C)**



A felszínborítás szerepe 2

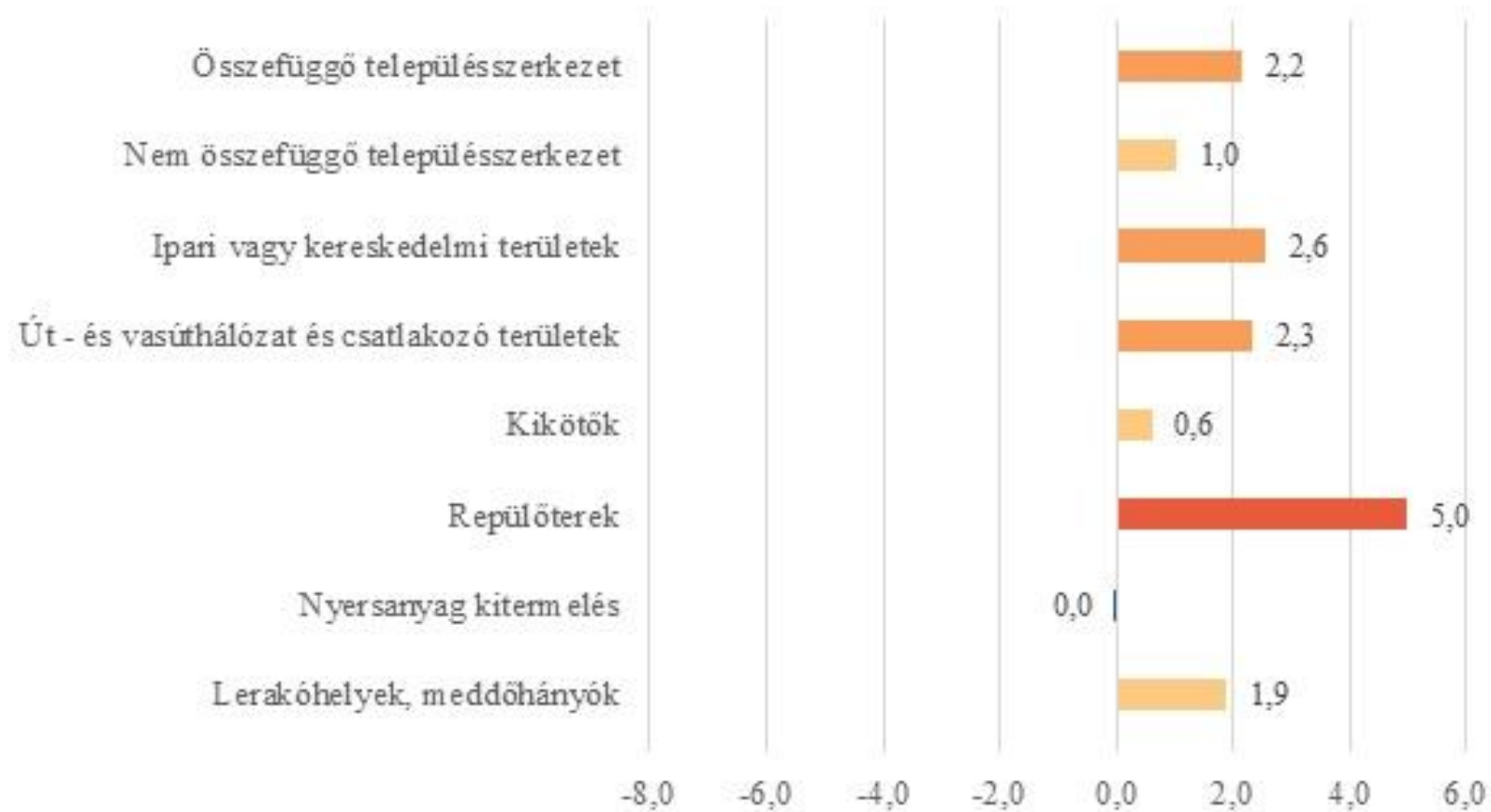


Felszínborítási kategóriák

- Összefüggő településszerkezet
- Nem összefüggő településszerkezet
- Ipari vagy kereskedelmi területek
- Út- és vasúthálózat és csatlakozó területek
- Kikötők
- Repülőterek
- Nyersanyag kitermelés
- Lerakóhelyek, meddőhányók
- Építési munkahelyek
- Városi zöldterületek
- Sport-, szabadidő- és üdülőterületek
- Nem öntözött szántóföldek
- Szőlők
- Gyümölcsösök, bogyósok
- Rét, legelő
- Komplex művelési szerkezet
- Elsődlegesen mezőgazdasági területek jelentős természetes növényzettel
- Lomblevelű erdők
- Vegyes erdők
- Természetes gyepek, természetközeli rétek
- Átmeneti erdős-cserjés területek
- Szárazföldi mocsarak
- Folyóvizek, vízi utak
- Állóvizek

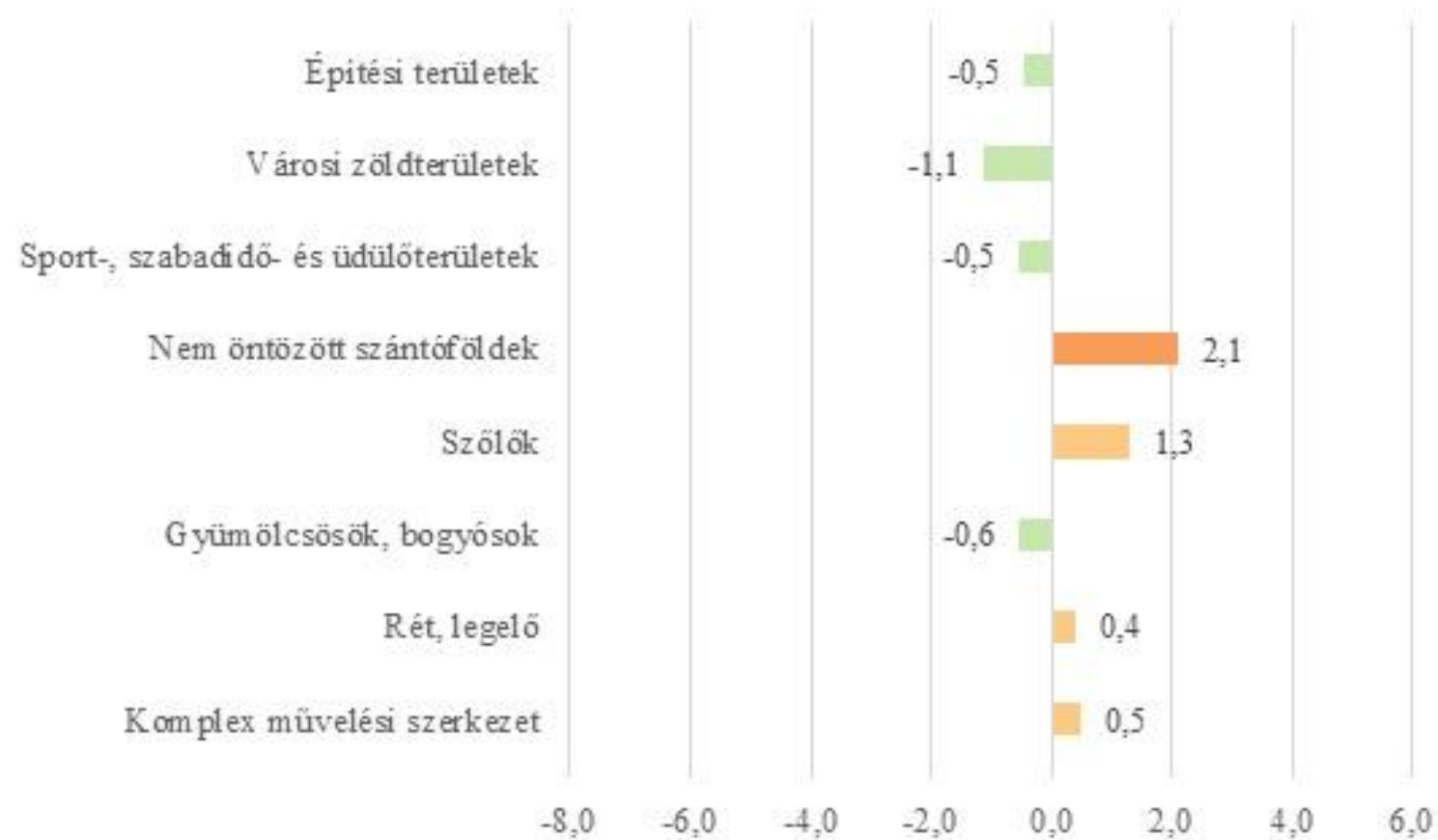
Corine Land Cover
kategóriák alapján

Eredmények



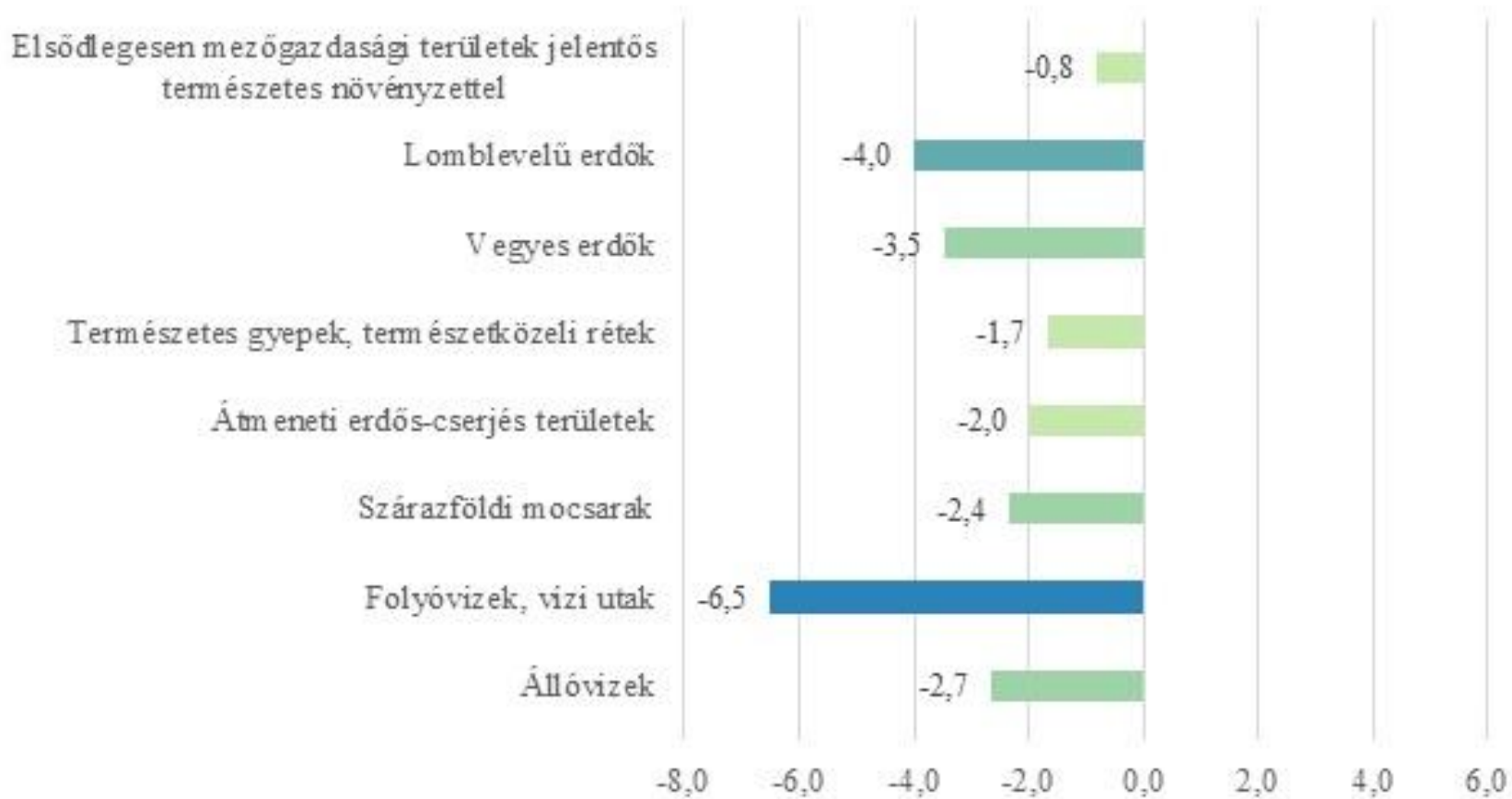
Inkább pozitív UHI hatású területek
Corine Land Cover kategóriák alapján

Eredmények



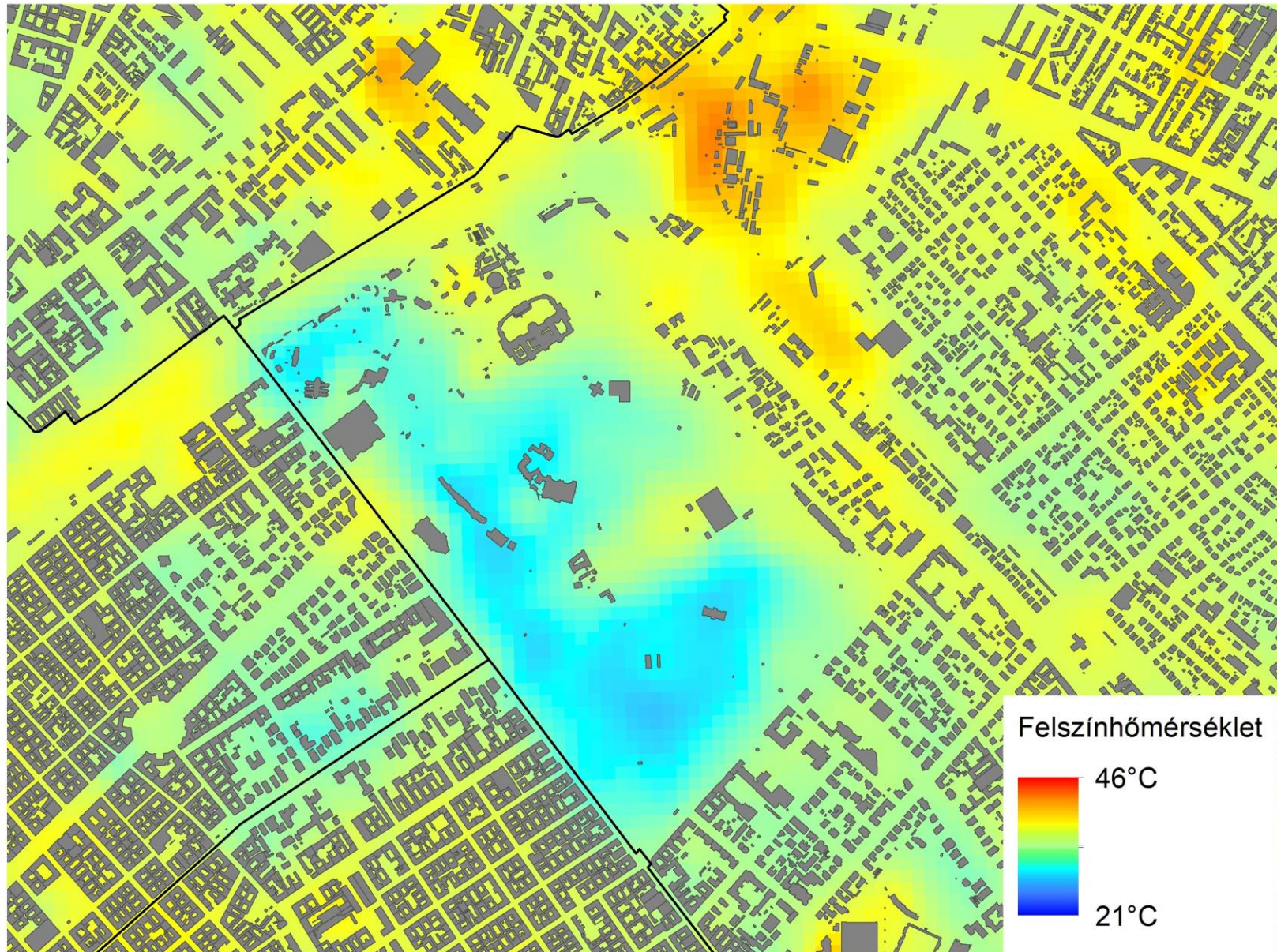
Inkább semleges UHI hatású területek
Corine Land Cover kategóriák alapján

Eredmények



Inkább negatív UHI hatású területek
Corine Land Cover kategóriák alapján

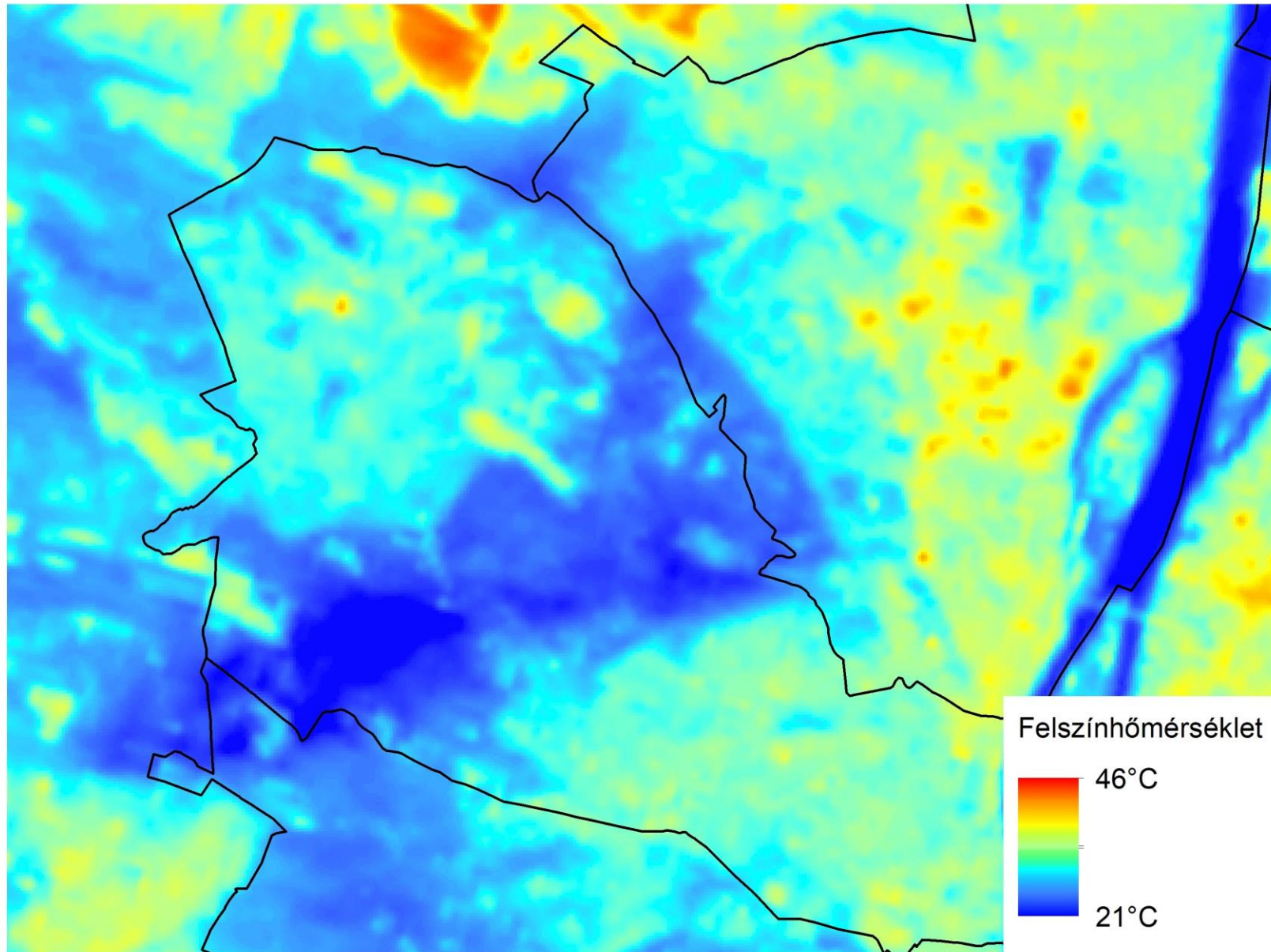
Eredmények - példaterületek



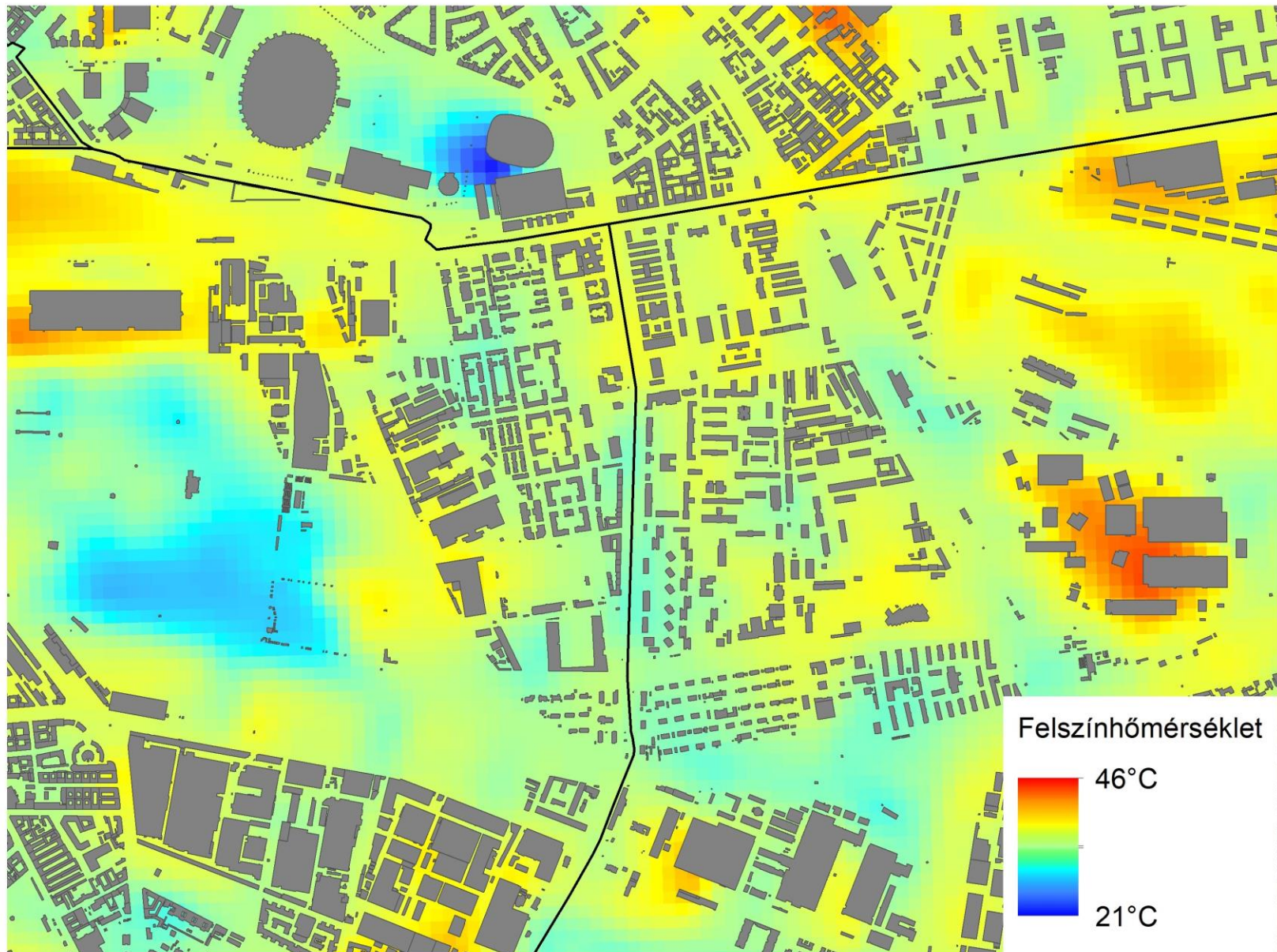
Eredmények - példaterületek



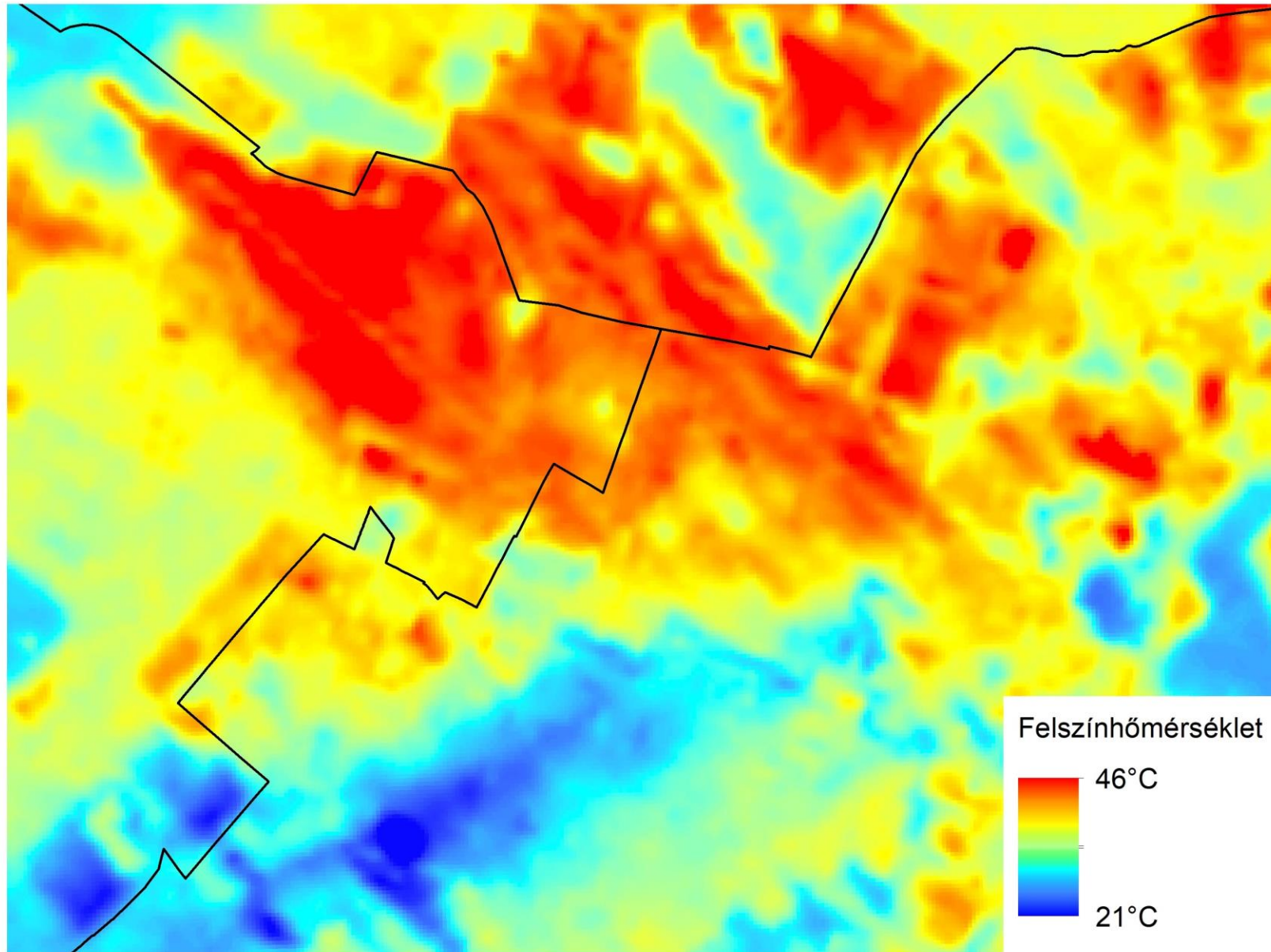
Duna: -6,6°C



Eredmények - példaterületek



Eredmények - példaterületek



reptér: +5,0°C

Konklúzió

Főbb megállapítások

- Egyértelmű korreláció van a felszín- és a leghőmérsékletek között
- Átlagos felszínhő minimum: **II. és XII.** kerület
- Átlagos felszínhő maximum: **VI. és VII.** kerület
- A XII. és VII. kerület átlagos felszínhőmérsékletének a referenciaterülethez viszonyított különbsége **6,8°C**
- UHI a maszkolt referenciaterülethez képest: **+0,5–2,6°C**
- Téli UHI: **+0,7°C**, de kevés mérés alapján



És ki akar majd itt élni?

Klímadzsentrifikáció

Berlin: az éjszakai hősziget-intenzitás jelentős mértékben csökkenti a lakóingatlanok értékét a legsűrűbben beépített részeken

Knoppik et al. 2025

Olaszország: az extrém forró hónapokban nemcsak az árak esnek, hanem a lakáseladások száma is drasztikusan visszaesik

Banca d'Italia 2023

Spanyolország: A hőség miatt a tőke és a lakosság elindult a hűvösebb északi régiók felé, ami ott áremelkedést, a forró déli városközpontokban pedig relatív értékvesztést okoz

Frenandez-Perez et al. 2025

Köszönöm a figyelmet!



Főpolgármesteri Hivatal
Klíma- és Környezetügyi Főosztály
Klímaalkalmazkodási Osztály



www.budapest.hu



soha.tamas@budapest.hu



+36 30 016 2348

Külön köszönet Vági Jánosnak!