

MŰHOLDAS INFORMÁCIÓK FELHASZNÁLÁSA A VÁROSKLIMATOLÓGIAI KUTATÁSOKBAN

Bartholy Judit, Pongrácz Rita, Dezső Zsuzsanna



**Eötvös Loránd Tudományegyetem
Meteorológiai Tanszék, Budapest**

VÁZLAT

- **Az adatbázis:**
 - távérzékelte felszínhőmérséklet (NASA EOS műholdak)
 - vizsgált időszak: 2001-2012, folyamatosan bővül
 - vizsgált városok:
Budapest, 9 magyarországi, 9 közép-európai nagyváros
- **Felhasznált módszerek: városi hősziget-intenzitás számítása**
- **Elemzések:**
 - térbeli szerkezet
 - keresztmetszet-vizsgálat
 - idősor-analízis
 - ASTER esettanulmányok
- **Összefoglalás**



VIZSGÁLT EURÓPAI ÉS HAZAI VÁROSOK

Város	Néesség [fő]
Bukarest	1 921 751
Bécs	1 878 759
Varsó	1 692 854
Milánó	1 271 898
München	1 247 873
Prága	1 165 581
Szófia	1 138 950
Belgrád	1 120 092
Zágráb	691 724

Város	Néesség [fő]
Budapest	1 702 297
Debrecen	205 084
Miskolc	170 096
Szeged	167 039
Pécs	156 664
Győr	128 808
Nyíregyháza	116 874
Kecskemét	110 316
Székesfehérvár	101 755
Szombathely	79 300



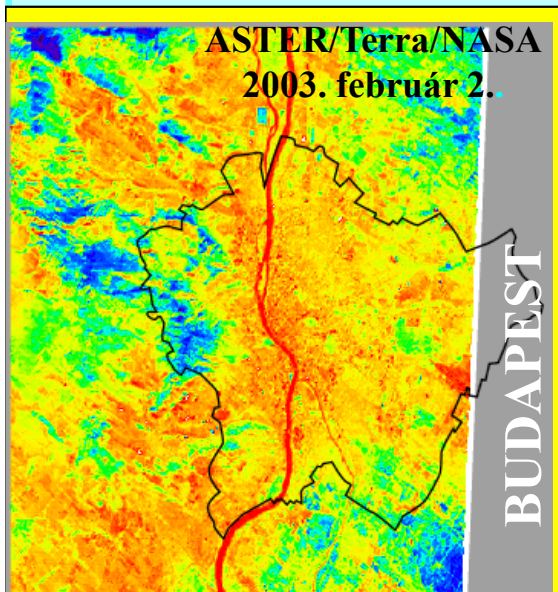
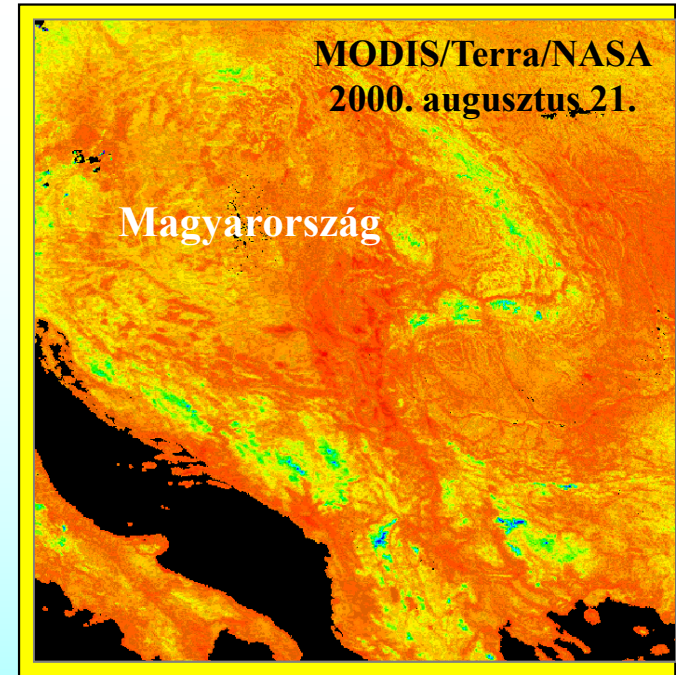
ADATBÁZIS



A távérzékelte hőmérsékleti adatok forrásai: Terra és Aqua műholdak -- MODIS és ASTER szenzorai

MODIS SZENZOR:

- 36 csatornás multispektrális sugárzásmérő (VIS-TIR)
- a felszínhőmérséklet: 7 IR csatorna méréseiből
- térbeli felbontás: 250 m (VIS) - 1 km (IR)
- rendszeres mérések kezdete:
Terra – 2000/07. Aqua – 2002/06.
- napi két (nappali + éjszakai) mérés mindkét műhold esetében

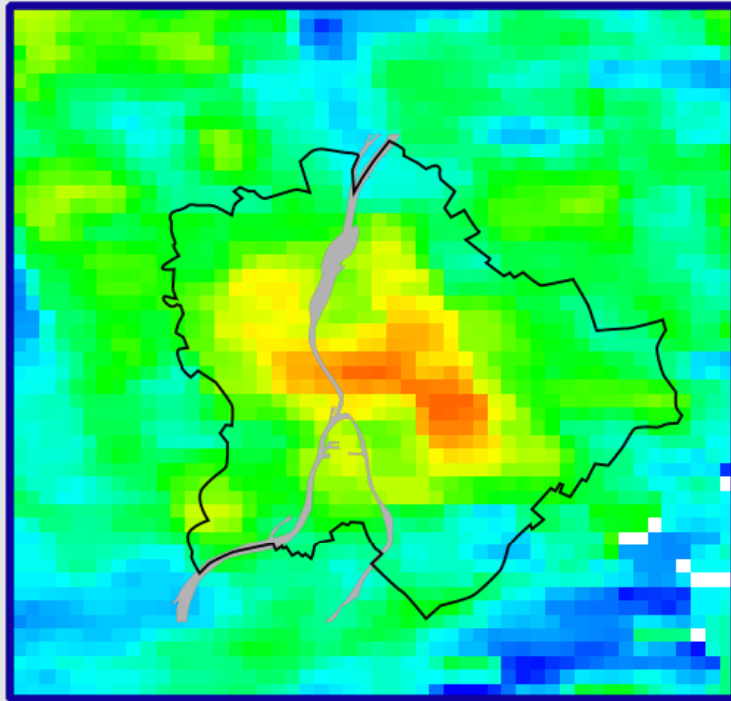


ASTER SZENZOR:

- 14 spektrális csatorna (VIS-TIR)
- nagy térbeli felbontás (15–90 m)
- egy adott területről csak alkalmankénti mérések
- csak a Terra fedélzetén

MODIS - Felszínhőmérséklet 1 km felbontásban

ÉJJEL - 2000.08.21. 5 km



$T_u = 295.86\text{K} / T_r = 293.28\text{K}$

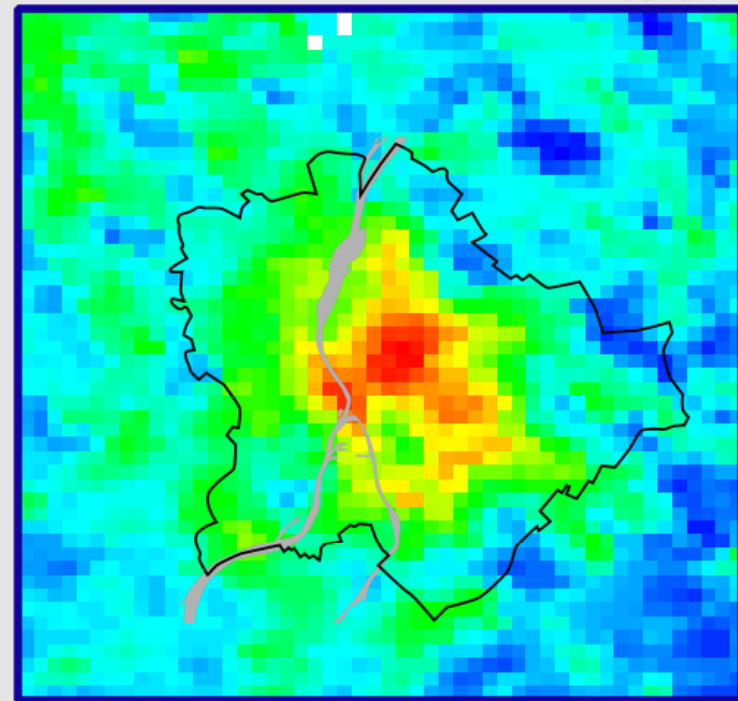
$\Delta T = 2.59\text{K}$

Felszíni hőmérséklet



°C 16 18 20 22 24 26

ÉJJEL - 2001.07.30. 10 km



$T_u = 293.44\text{K} / T_r = 290.77\text{K}$

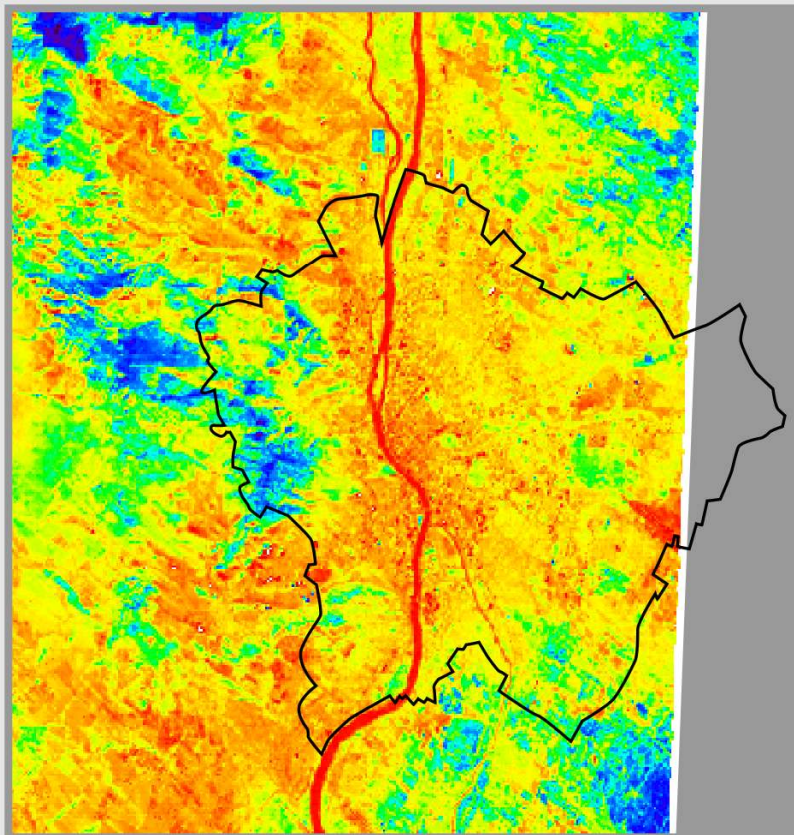
$\Delta T = 2.67\text{K}$

Felszíni hőmérséklet

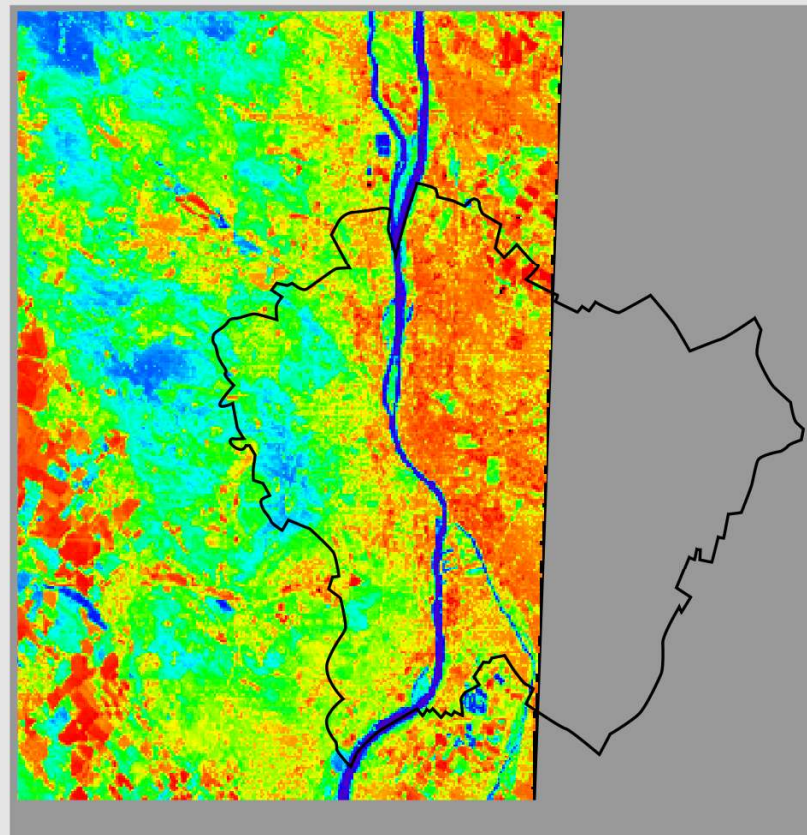
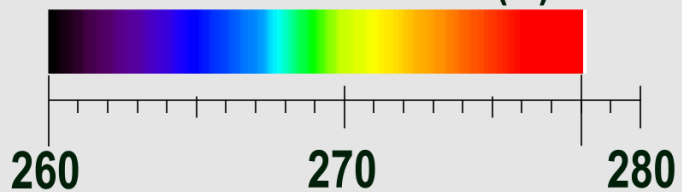


14 16 18 20 22 °C

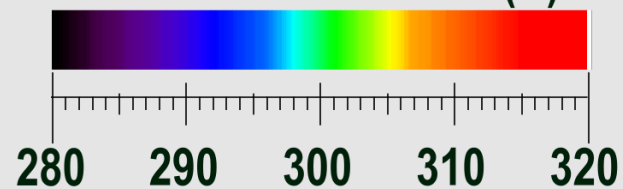
ASTER - Felszínhőmérséklet 90 m felbontásban



Nappal - 2003.02.02.
Felszíni hőmérséklet (K)



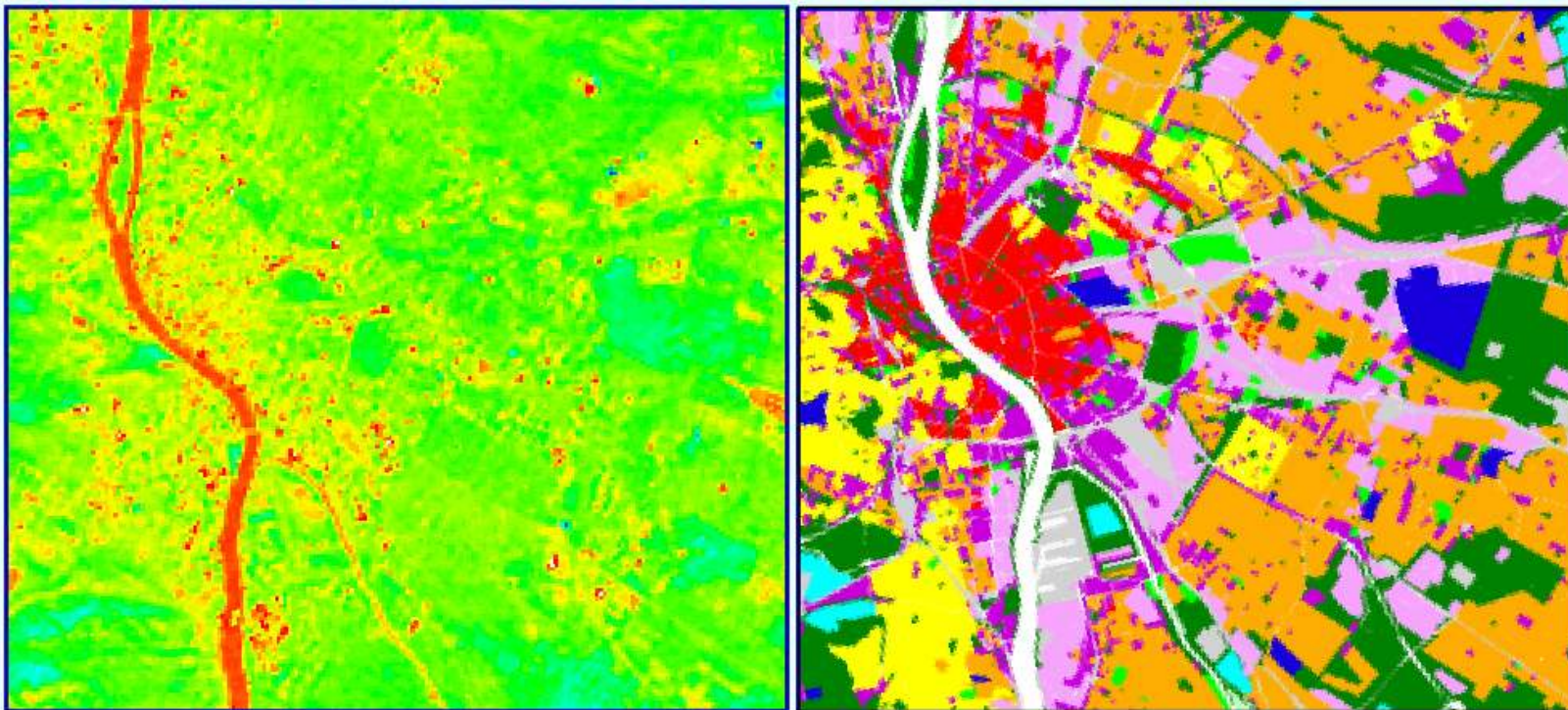
Nappal - 2002.05.04.
Felszíni hőmérséklet (K)



A FINOM FELBONTÁSÚ MŰHOLDKÉPEK JÓL TÜKRÖZIK A FELSZÍNTÍPUSOKAT (BUDAPEST)

ASTER/Terra, 2003.02.02.

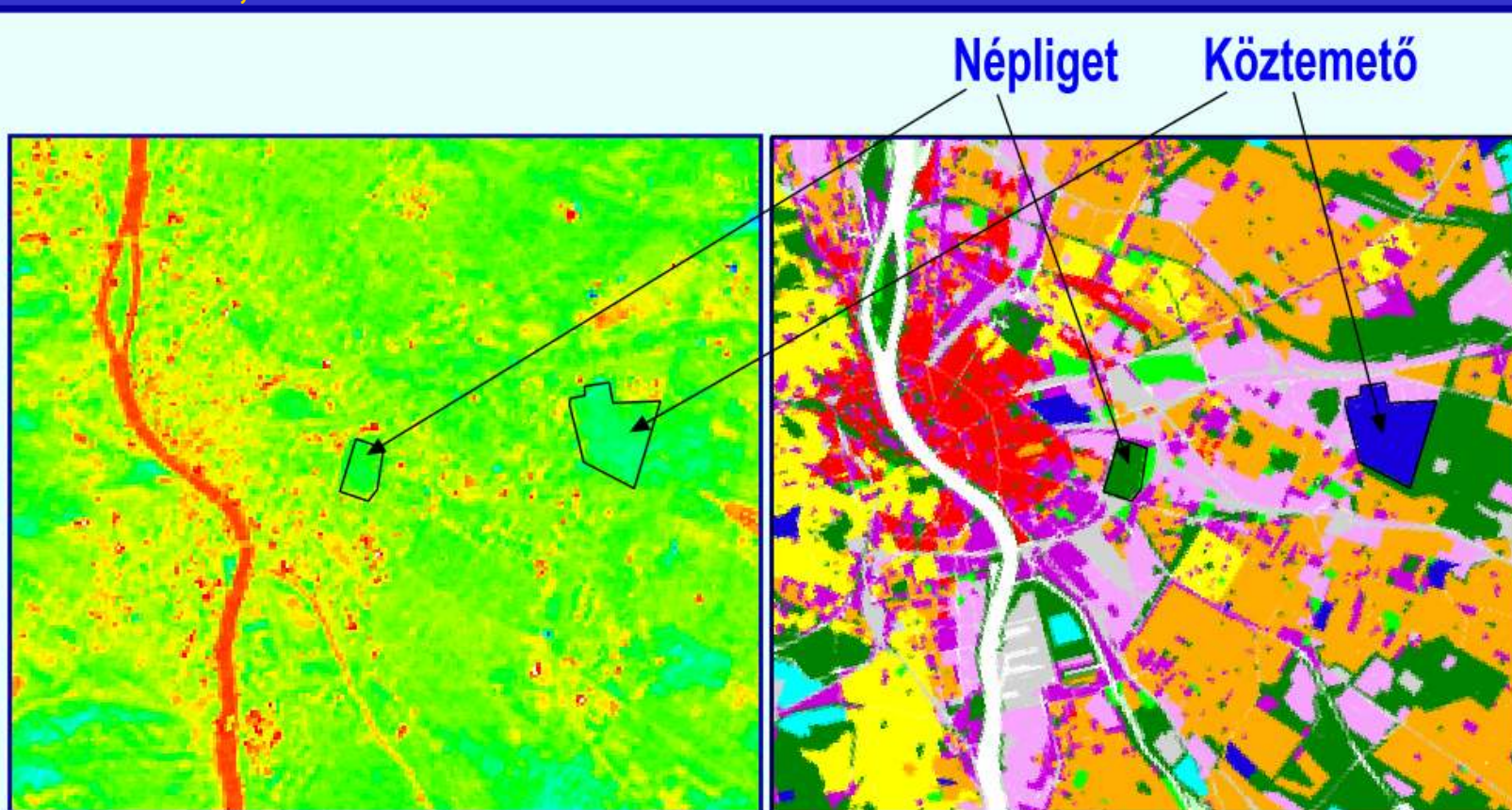
BUDAPEST FELSZÍN-HASZNÁLAT



A FINOM FELBONTÁSÚ MŰHOLDKÉPEK JÓL TÜKRÖZIK A FELSZÍNTÍPUSOKAT (BUDAPEST)

ASTER/Terra, 2003.02.02.

BUDAPEST FELSZÍN-HASZNÁLAT



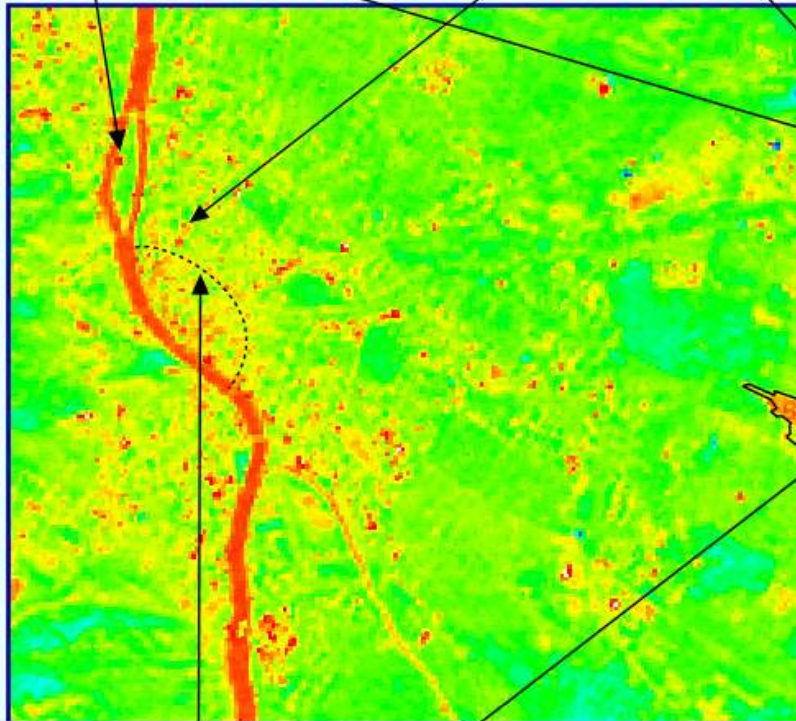
A FINOM FELBONTÁSÚ MŰHOLDKÉPEK JÓL TÜKRÖZIK A FELSZÍNTÍPUSOKAT (BUDAPEST)

ASTER/Terra, 2003.02.02.

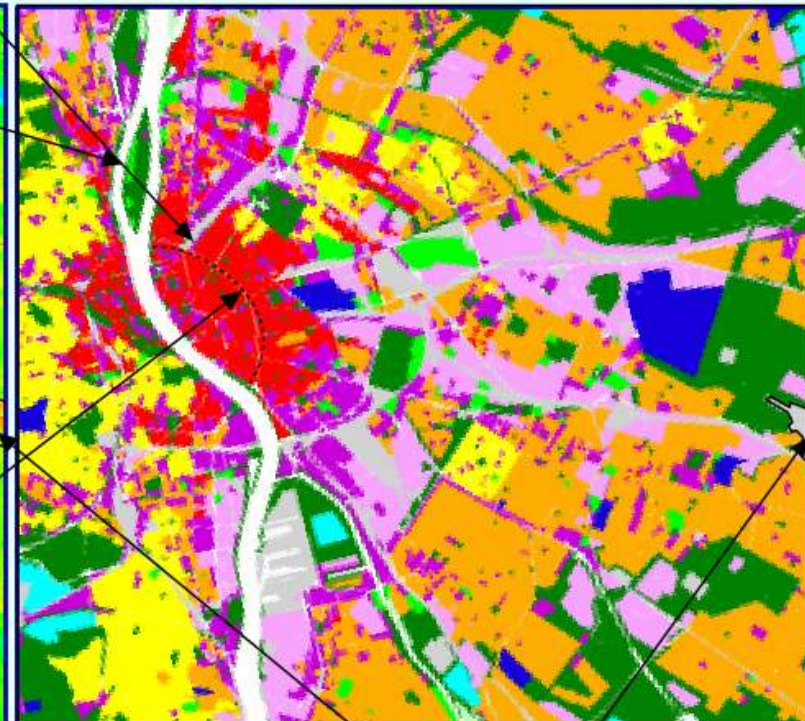
BUDAPEST FELSZÍN-HASZNÁLAT

Termálfürdő

Vonatállomás (Nyugati pu.)



Nagykörút



Ferihegyi Repülőtér

A FINOM FELBONTÁSÚ MŰHOLDKÉPEK JÓL TÜKRÖZIK A FELSZÍNTÍPUSOKAT (BUDAPEST)

ASTER/Terra, 2003.02.02.

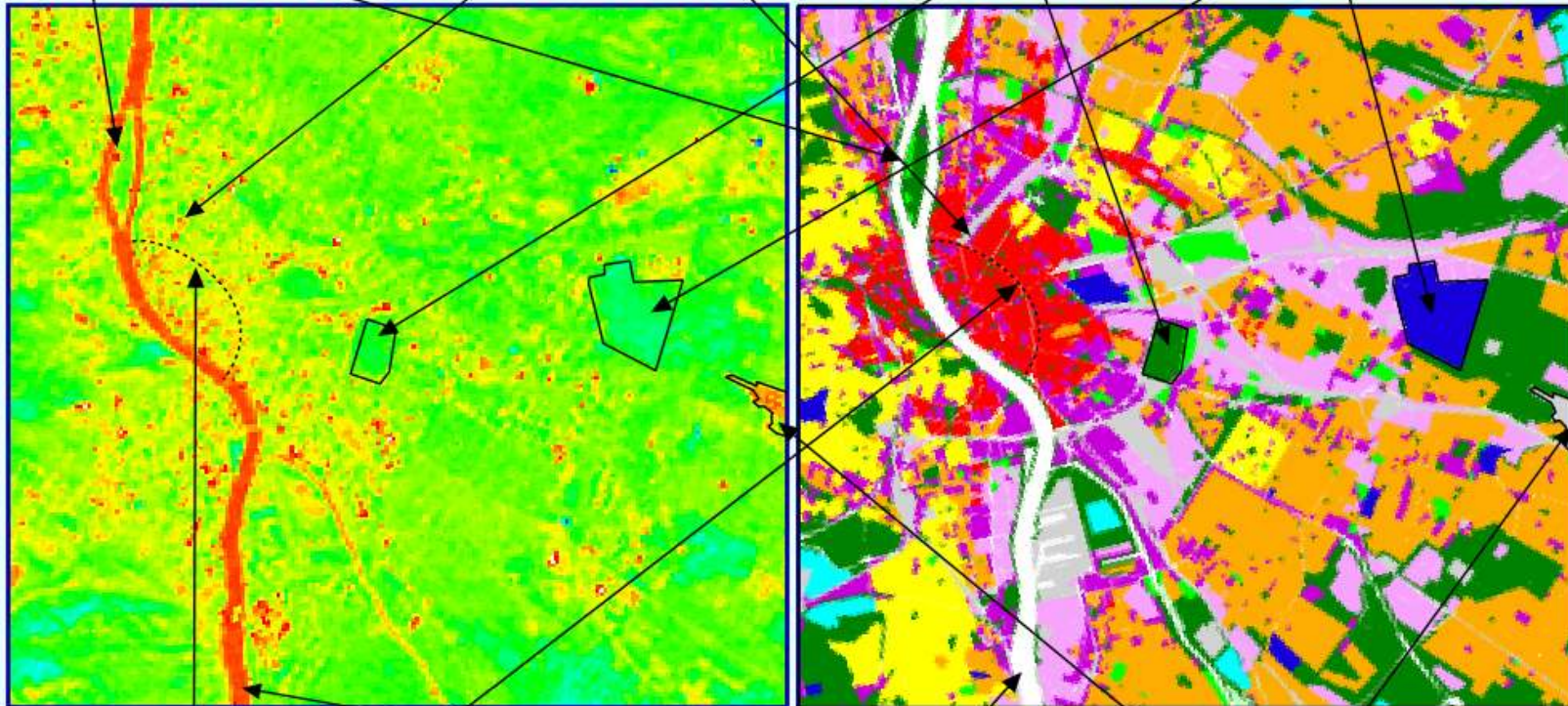
BUDAPEST FELSZÍN-HASZNÁLAT

Termálfürdő

Vonatállomás (Nyugati pu.)

Népliget

Köztemető



Nagykörút

Duna

Ferihegyi Repülőtér

Budapest, XI. kerület elemzése 90 m felbontású műholdképeken

1. Kamaraerdő

2. Az egykori Vasvári Laktanya

3. Sasadi Virágpiac

4. Gazdagréti Lakótelep

5. Sas-hegy

6. Csarnoképület – Karolina út

7. Kelenföldi buszgarázs

8. Kelenföldi pályaudvar

9. Volán-telep

10. Gellért-hegy

11. Skála

12. ELTE É-i tömb

13. Nádorliget-lakópark

14. A Budafoki és Szerémi út közötti csarnoképületek

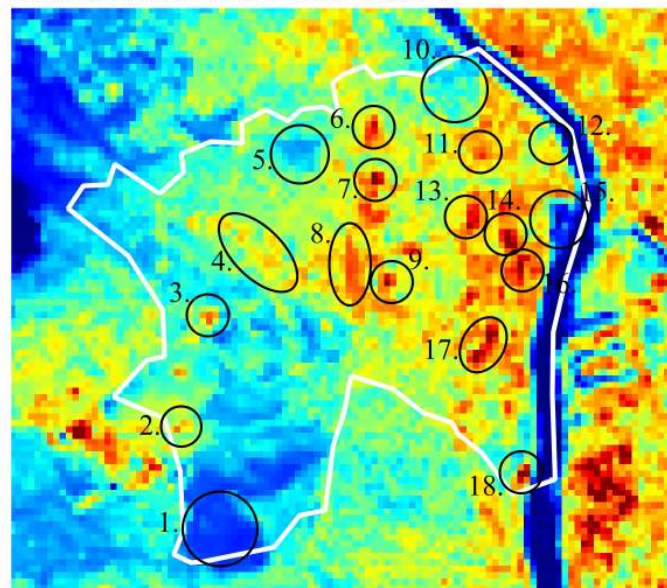
15. Kopaszi-gát

16. Újbuda center

17. A Szerémi és Fehérvári út közötti csarnoképületek

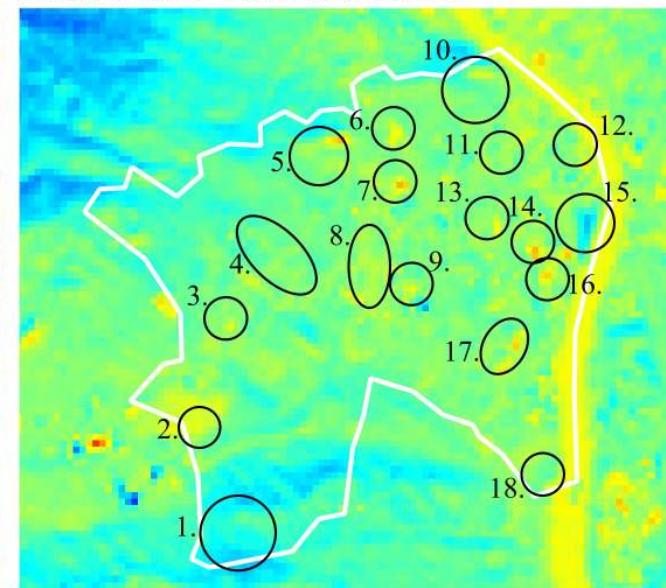
18. Az egykori Házgyár

2001.07.06. ASTER/Terra

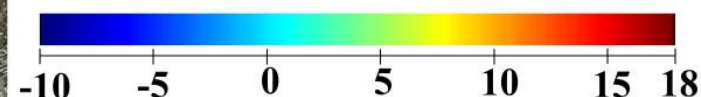


$T_{\text{városkörnyéki átlag}} = 30,61 \text{ } ^\circ\text{C}$

2003.02.02. ASTER/Terra



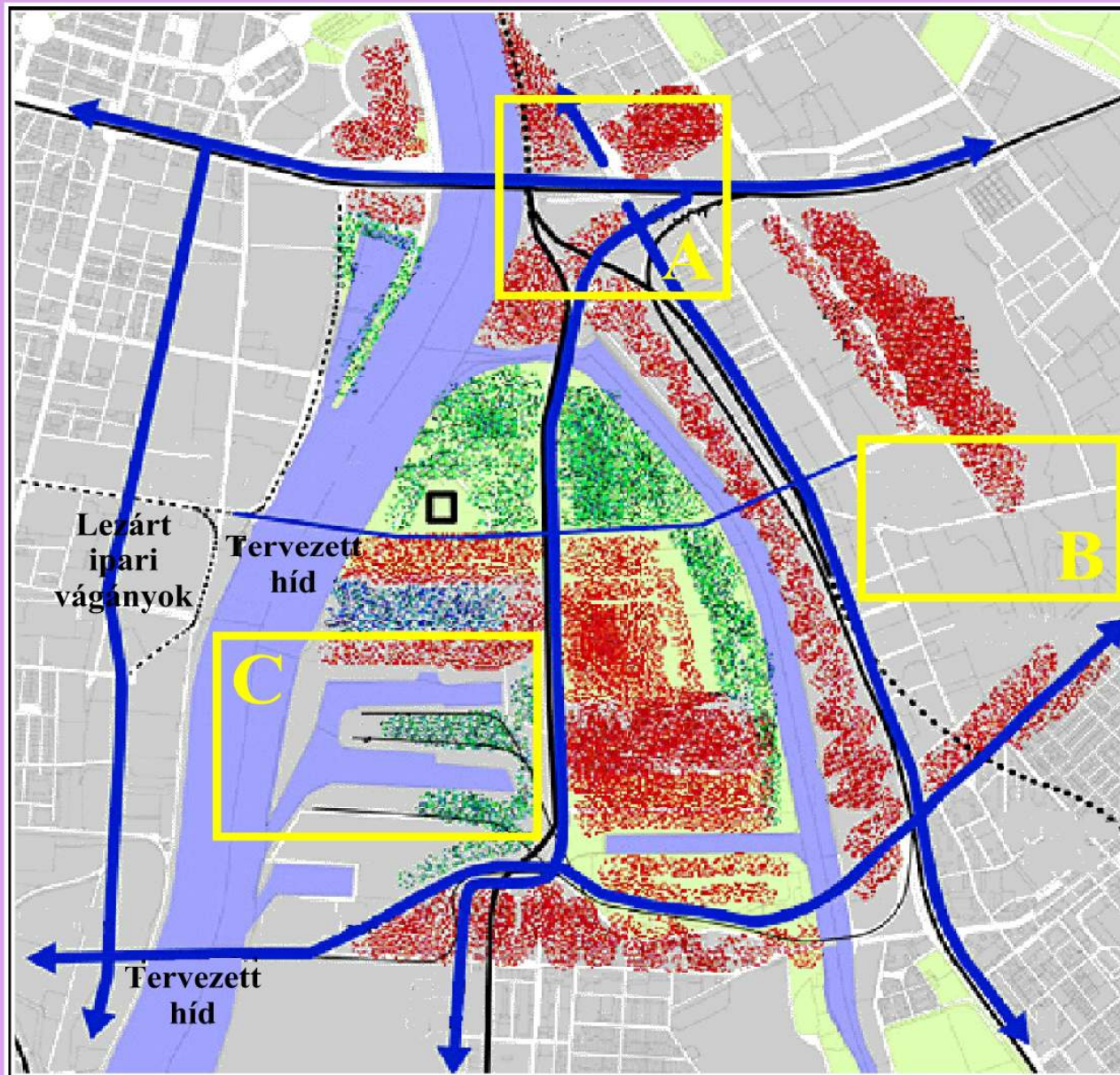
$T_{\text{városkörnyéki átlag}} = -4,84 \text{ } ^\circ\text{C}$



A felszínhőmérséklet és a városkörnyéki átlaghőmérséklet különbsége ($^\circ\text{C}$)

Google Earth
látható tartományú
műholdkép

VÁROSTERVEZÉS BUDAPEST DÉLI RÉGIÓJÁBAN (KORÁBBI IPARI TERÜLETEK HASZNOSÍTÁSA)



BUDAPESTI VÁROSRENDEZÉSI PROGRAM

(együtműködésben a fővárosi önkormányzattal)

A lerobbant ipartelepek felmérése lehetséges fejlesztési szempontból
(lakónegyedek, rekreációs központok esetleges létesítése)
több információ figyelembevételével:

- ⇒ helyszíni felmérések (Fővárosi Önkormányzat)
- ⇒ digitális ortofotók információi (Szekely et al., 2001)
- ⇒ finom felbontású műholdképek adatai (ASTER/Terra)



DOP Source:
Székely, 2001

MÓDSZEREK



A VÁROSI HŐSZIGET ELEMZÉSÉNEK MÓDSZERE

- 1. Adatok a NASA Földmegfigyelő Rendszerének Adatközpontjából ($T_{\text{felszín}}$) ~ 44000 műholdfelvétel, ~ 75 GB**
- 2. A városok földrajzi azonosítása (Modland Tile Calculator)**
- 3. A hibás és felhős képek kiszűrése**
- 4. Kivágatok készítése mindegyik városra:**
 - **65×65 km²** Budapest és a külföldi nagyvárosok esetében
 - **30×30 km²** a többi magyar város esetében
- 5. A városi és városkörnyéki képpontok szétválasztása**
 - MODIS felszínborítottsági
 - GTOPO30 digitális terepmodell és
 - Google Earth műholdképadatok felhasználásával

A Google Earth műholdkép-adatbázis

Alkalmas a beépített és nem beépített területek elkülönítésére – a városhatár kijelölése nem a közigazgatási határ, hanem a tényleges beépítettség alapján történik

A város „átlagos sugara”:

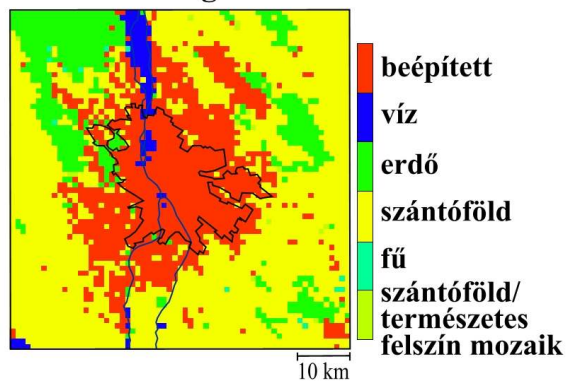
$$r_{város} = \sqrt{\frac{N_{pixel}}{\pi}}$$



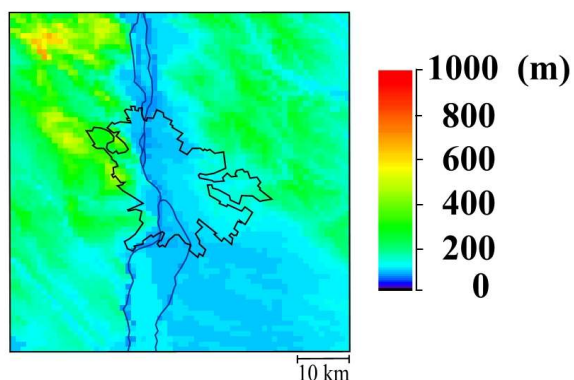
ahol N_{pixel} a városhatáron belüli területre eső képpontok száma

A VÁROSI ÉS VÁROSKÖRNYÉKI PONTOK SZÉTVÁLASZTÁSA

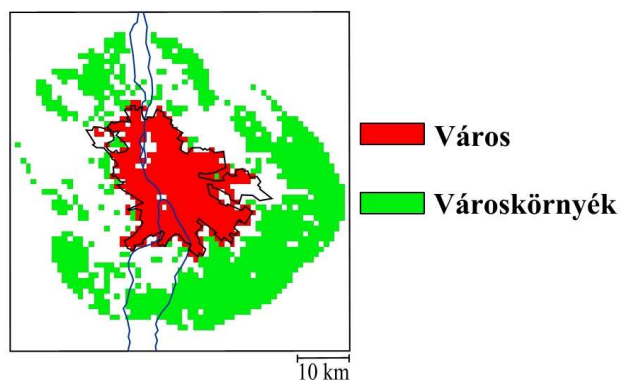
MODIS digitális felszínborítottsági adatbázis



Digitális magassági modell



A városi és városkörnyéki képpontok szétválasztása



⇒ Google Earth

város: tényleges városhatáron belül,

környék: városhatártól max. $r_{\text{város}}$ távolságra

⇒ GTOPO30 - Globális Digitális

Magassági Modell

város: ± 50 m,

környék: ± 100 m a város átlagos tszf-i magasságához képest

⇒ MODIS Felszín-borítottsági

Adatbázis

város: beépített terület a városhatáron belül

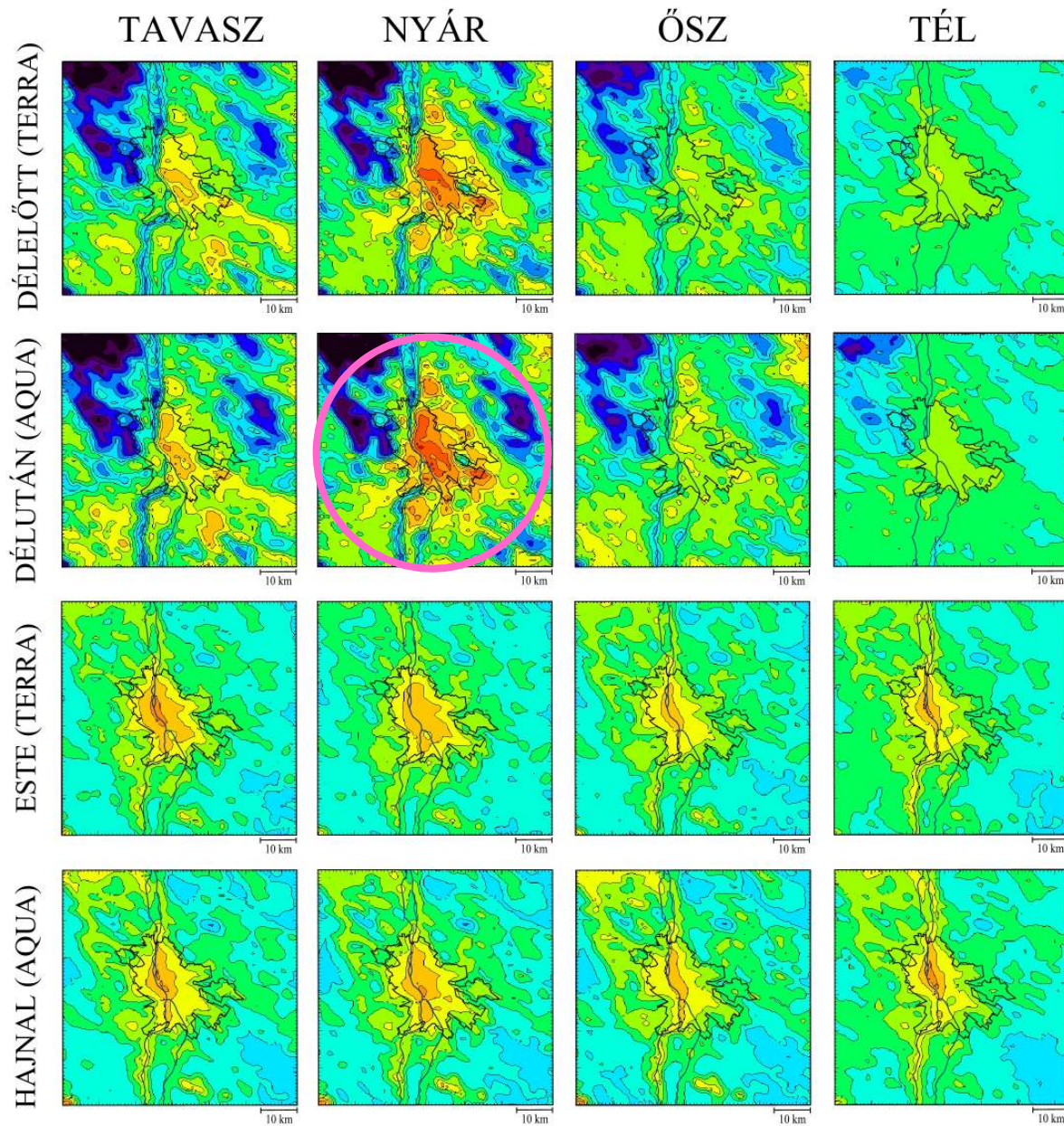
környék: nem víz és nem beépített terület a városhatártól max. $r_{\text{város}}$ távolságra

A VÁROSI HŐSZIGET ELEMZÉS LÉPÉSEI

- 1. Adatok a NASA Földmegfigyelő Rendszerének Adatközpontjából ($T_{\text{felszín}}$)**
- 2. A városok földrajzi azonosítása (Modland Tile Calculator)**
- 3. A hibás és felhős képek kiszűrése**
- 4. Kivágatok készítése mindegyik városra:**
 - **65×65 km²** Budapest és a külföldi nagyvárosok esetében
 - **30×30 km²** a többi magyar város esetében
- 5. A városi és városkörnyéki képpontok szétválasztása**
 - felszínborítottsági
 - digitális terepmodell és
 - Google Earth műholdkép
adatok felhasználásával
- 6. A városi és városkörnyéki átlaghőmérséklet kiszámítása, és ezek különbségéből a hősziget intenzitásának meghatározása**
- 7. Az adatok részletes elemzése**
 - a hősziget szerkezetének vizsgálata
 - a hősziget keresztmetszetének időbeli alakulása
 - idősor-analízis

EREDMÉNYEK





A VÁROSI HŐSZIGET SZERKEZETÉNEK ÉVSZAKOS ÁTLAGA

BUDAPEST

2001-2012
(Terra/MODIS,
Aqua/MODIS)

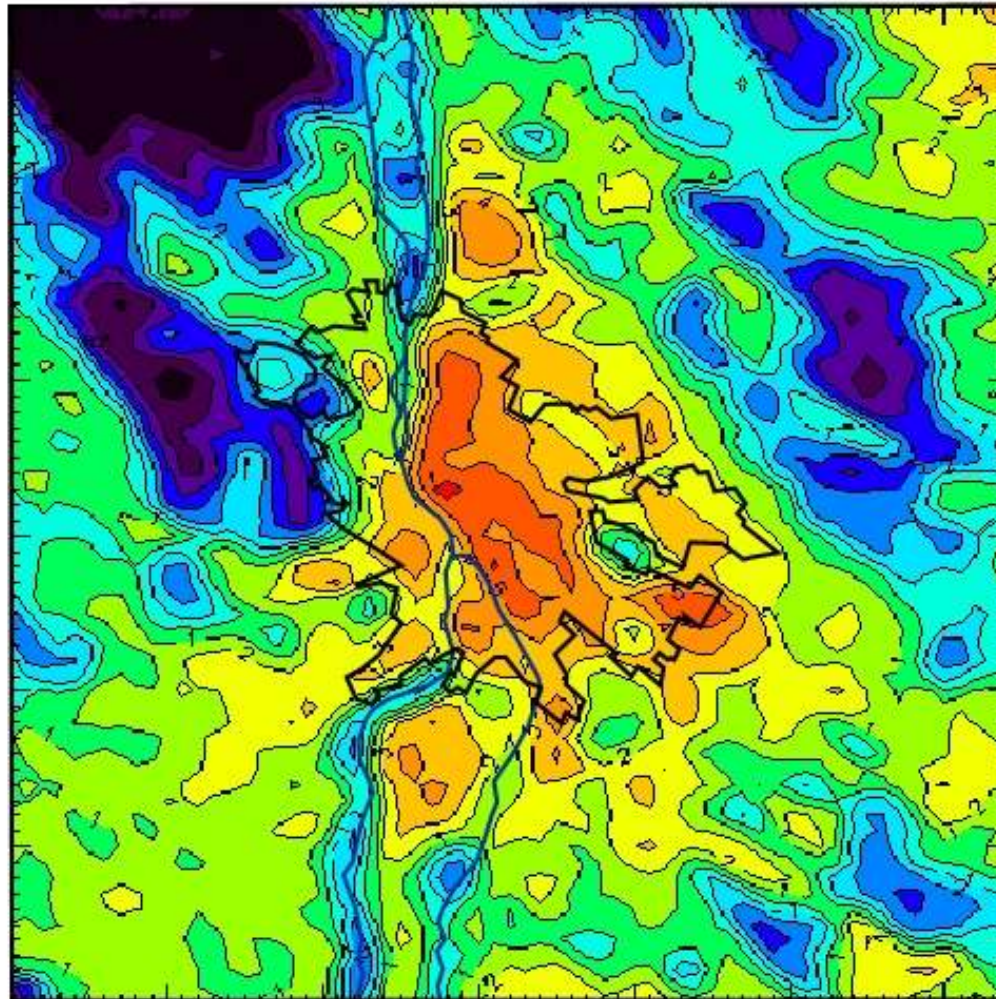
A felszínhőmérséklet és a városkörnyéki átlaghőmérséklet különbsége (°C)



Centrum: nappal Pest, éjjel Buda is, **nyári, nappali max.: 6 °C**,
felszíni objektumok hatása: pl. Ferihegy +, Városerdő –

NYÁR

DÉLUTÁN (AQUA)



10 km

A VÁROSI
HŐSZIGET
SZERKEZETÉNEK
ÉVSZAKOS
ÁTLAGA

BUDAPEST

2001-2012
(Terra/MODIS,
Aqua/MODIS)

A felszínhőmérséklet és a városkörnyéki
átlaghőmérséklet különbsége (°C)

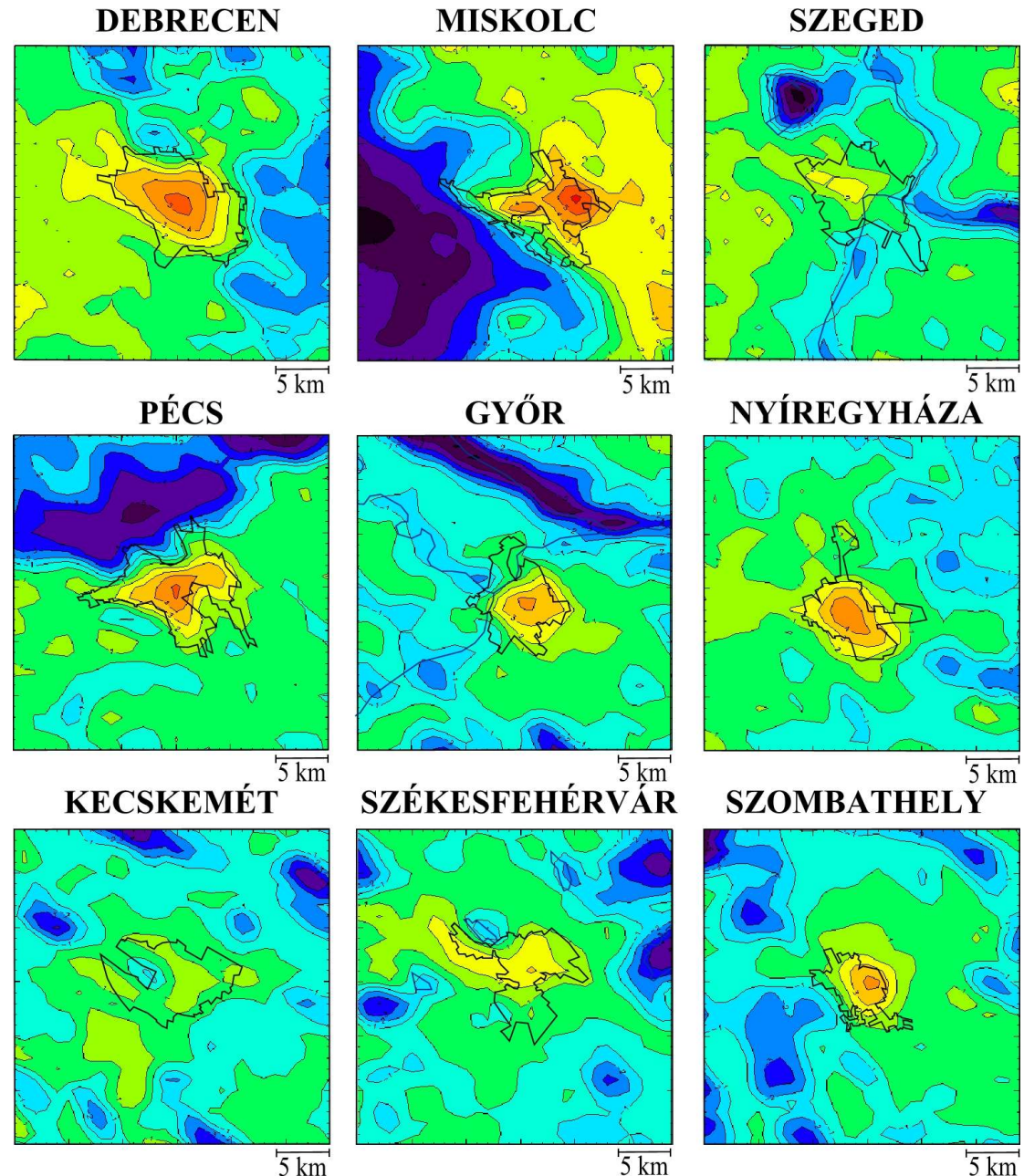


Centrum: nappal Pest, éjjel Buda is, **nyári, nappali max.: 6 °C**,
felszíni objektumok hatása: pl. Ferihegy +, Városerdő –

A VÁROSI HŐSZIGET ÁTLAGOS SZERKEZETE NYÁRON NAPPAL MAGYARORSZÁG NAGYVÁROSAI

2001-2012
(Terra/MODIS,
Aqua/MODIS)

A felszínhőmérséklet és a városkörnyéki
átlaghőmérséklet különbsége (°C)



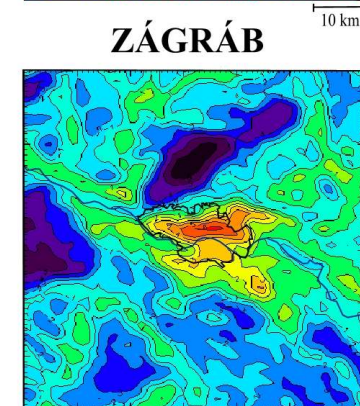
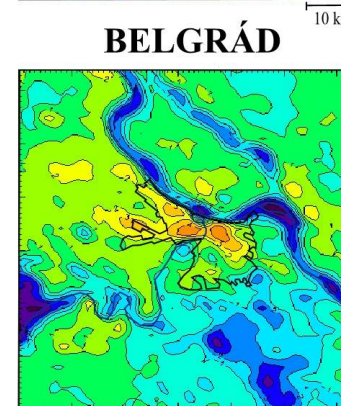
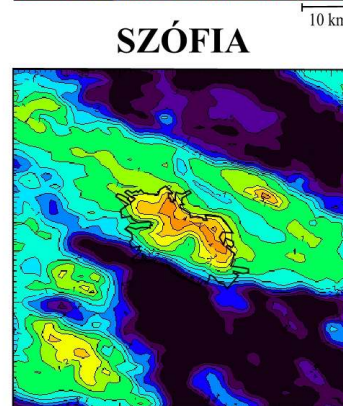
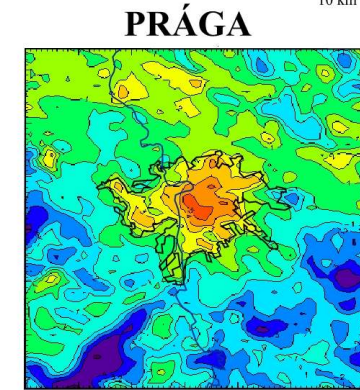
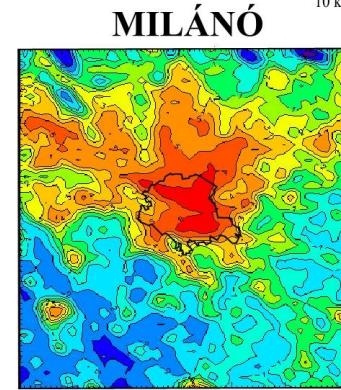
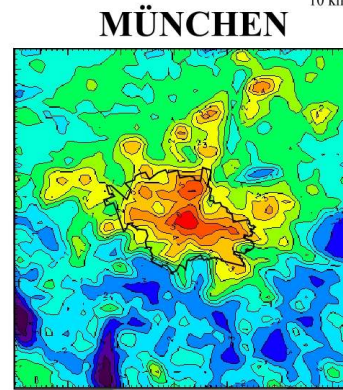
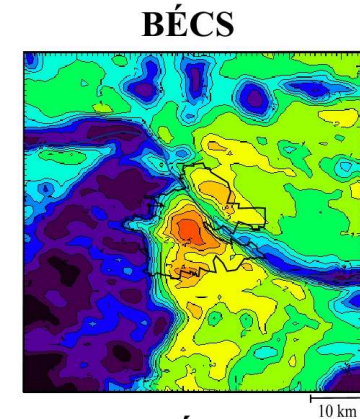
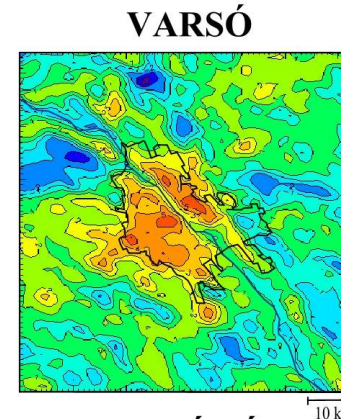
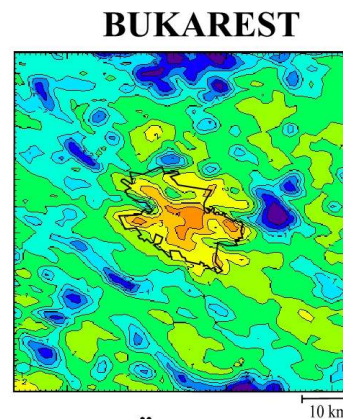
Max. intenzitás: 5-6 °C – Debrecen, Miskolc, Pécs; 3-4 °C – Győr,
Nyíregyháza, Székesfehérvár, Szombathely; 1-2 °C – Szeged, Kecskemét

A VÁROSI HŐSZIGET ÁTLAGOS SZERKEZETE NYÁRON NAPPAL

KÖZÉP-EURÓPA NAGYVÁROSAI

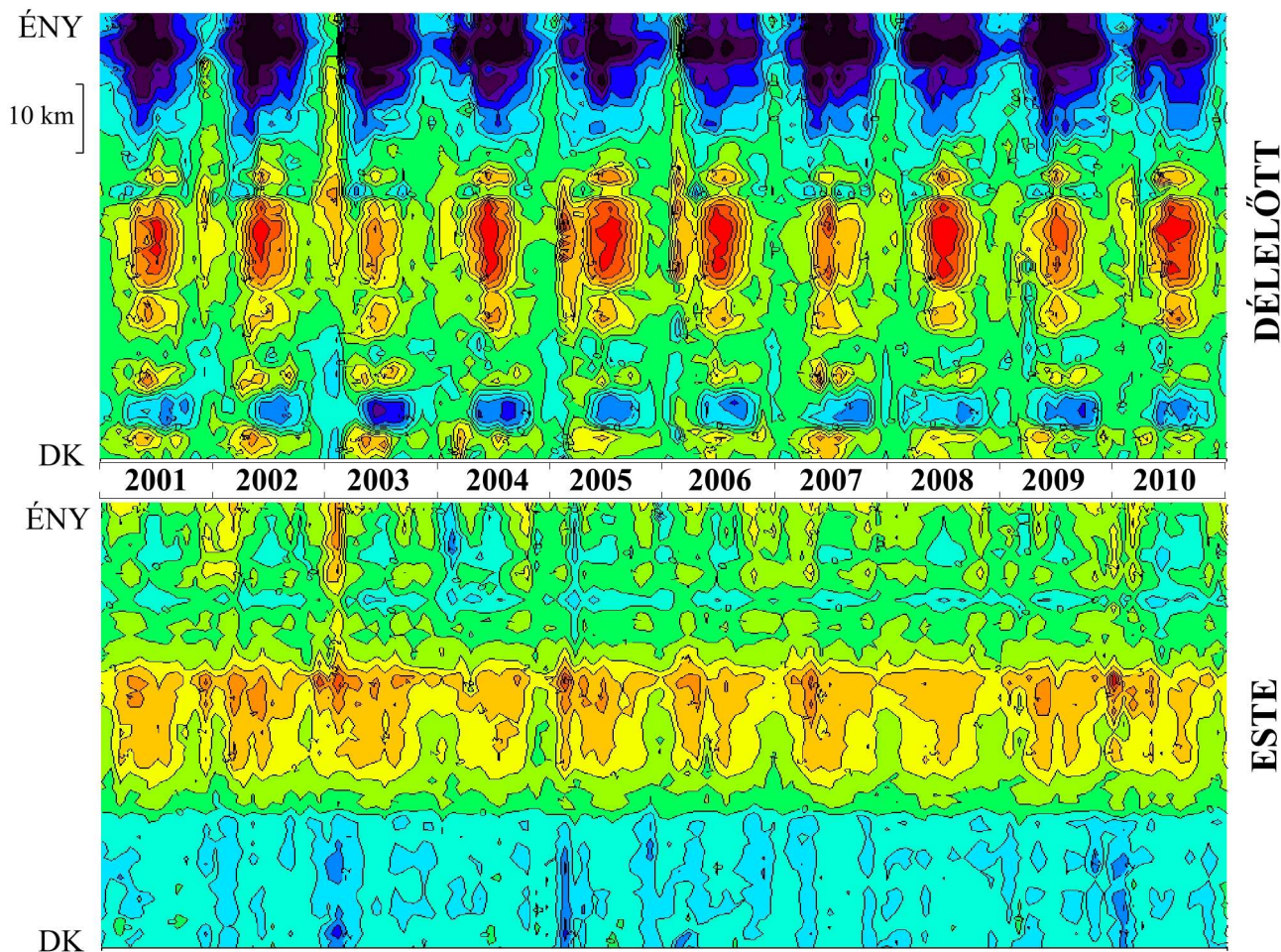
2001-2012
(Terra/MODIS,
Aqua/MODIS)

A felszínhőmérséklet és a városkörnyéki
átlaghőmérséklet különbsége (°C)



Max. intenzitás: 5-6 °C – Varsó, Bécs, München, Milánó, Prága, Zágráb
3-4 °C – Bukarest, Szófia, Belgrád, nagyobb városok – több centrum

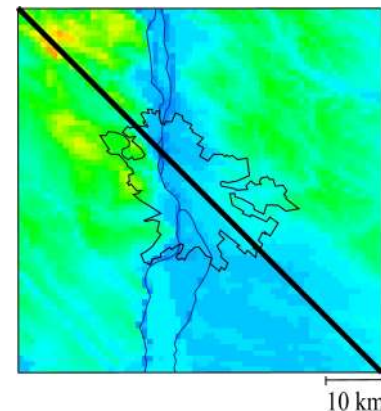
A HAVI ÁTLAGOS VÁROSI HŐSZIGET IDŐBELI VÁLTOZÁSA, 2001-2010



A felszínhőmérséklet és a városkörnyéki átlaghőmérséklet különbsége (°C)

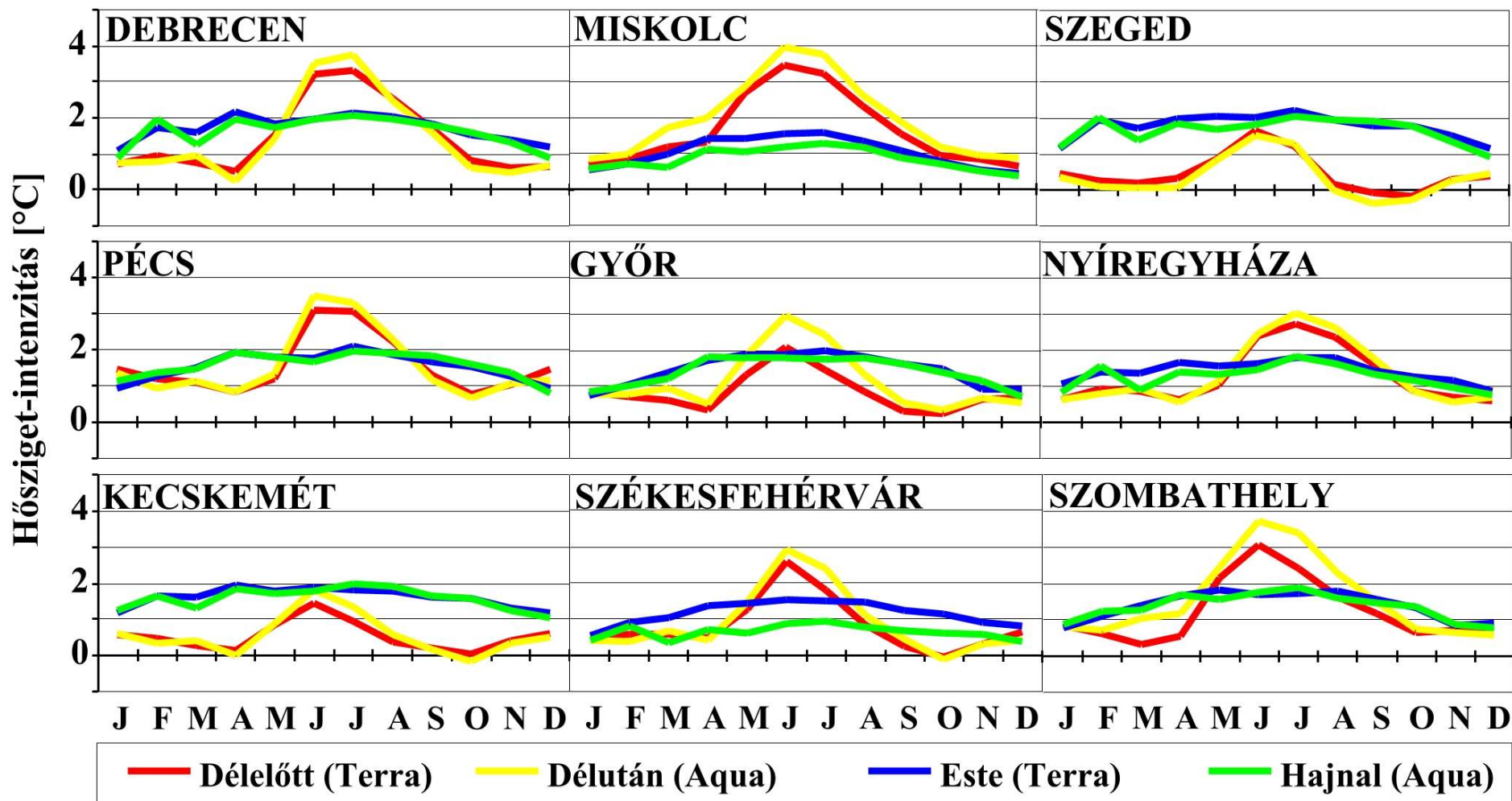


BUDAPEST ÉNY-DK KERESZTMETSZET



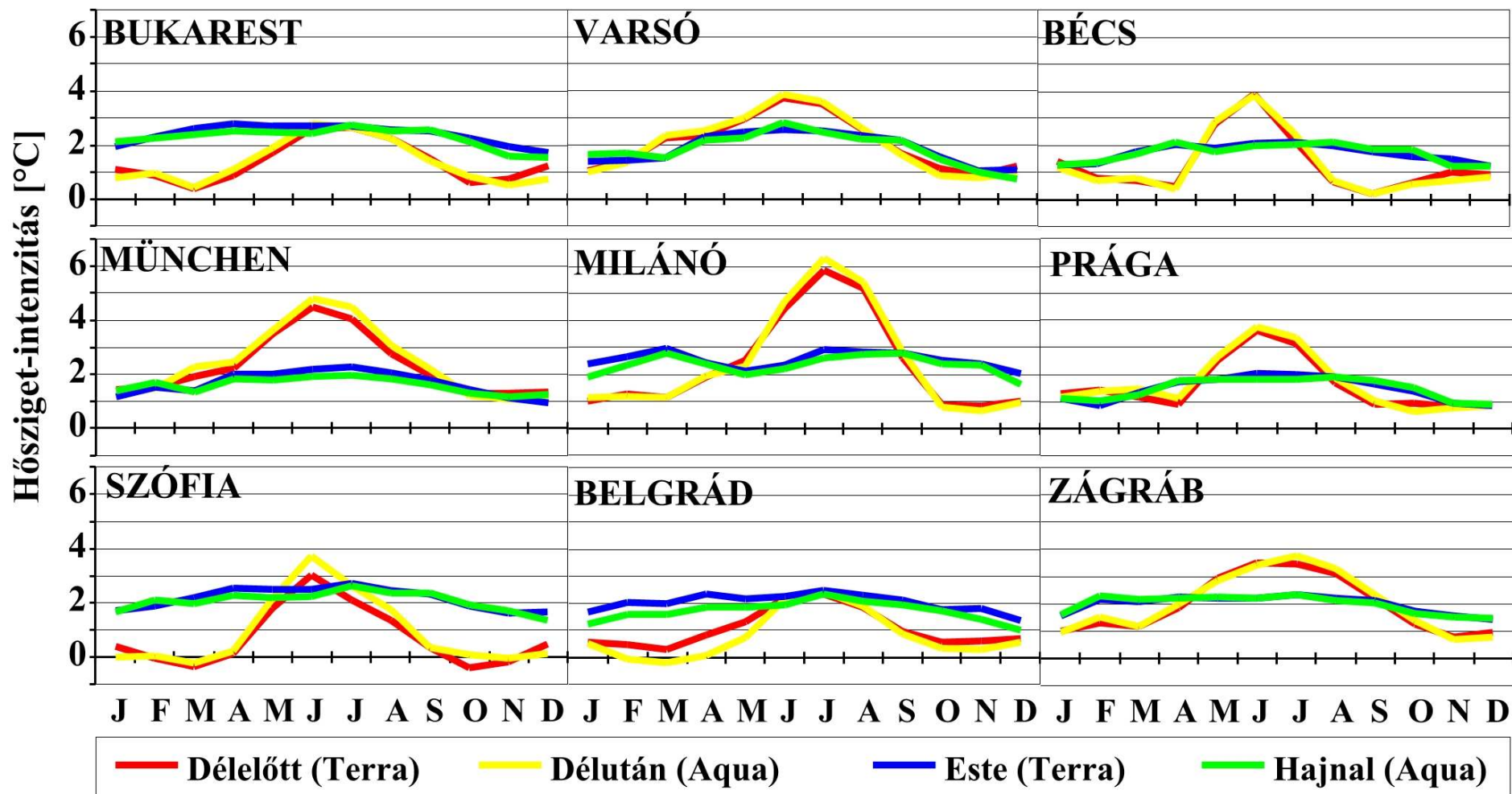
- Nyári max. intenzitás: **6 °C**
- Budai-hg. – belváros különbsége: **15 °C**
- Éjszaka kiegyenlítettebb menet
- **2003, 2007:** Budapesten gyengébb hősziget

A VÁROSI HŐSZIGET HAVI ÁTLAGOS INTENZITÁSÁNAK SOKÉVES ÁTLAGA MAGYARORSZÁG NAGYVÁROSAIBAN (TERRA/MODIS 2001-2012, AQUA/MODIS 2003-2012)



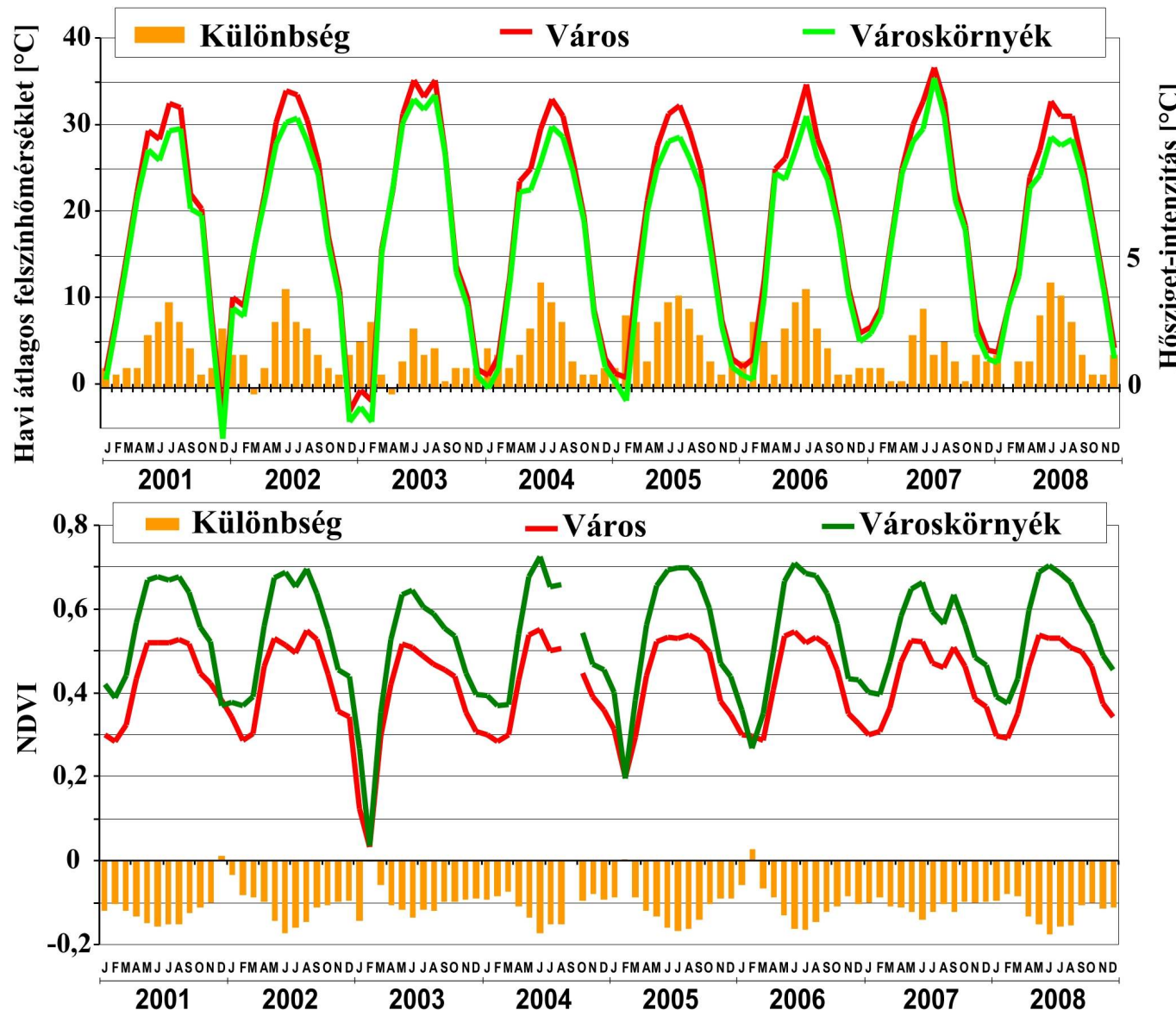
Max: nyár, min: tavasz, ősz – oka: városkörnyéki albedó változása
Délután > délelőtt, este > hajnal

A VÁROSI HŐSZIGET HAVI ÁTLAGOS INTENZITÁSÁNAK SOKÉVES ÁTLAGA KÖZÉP-EURÓPA NAGYVÁROSAIBAN (TERRA/MODIS 2001-2012, AQUA/MODIS 2003-2012)



Max: nyár, min: tavasz, ősz – oka: városkörnyéki albedó változása
Délután > délelőtt, este > hajnal

A HAVI ÁTLAGOS FELSZÍNHŐMÉRSÉKLET ÉS A VEGETÁCIÓS INDEX VÁLTOZÁSA BUDAPEST ESETÉN, 2001-2008



NDVI: a növényzet állapotának és nedvességtartalmának indikátora

2003, 2007: forró, száraz nyarak ⇒ a városkörnyék felszíne jobban felmelegszik ⇒ kisebb a város és a városkörnyék felszínhőmérsékletének különbsége

ÖSSZEFOGLALÁS

- A műholdas felszínhőmérsékleti mérések alapján meghatározott városi hősziget-jelenség az **összes** vizsgált **városban megjelenik**
- A **legintenzívebb** hősziget a legtöbb város estében **nyáron** a **nappali** időszakban figyelhető meg (1-6 °C), másodlagos maximum tapasztalható télen, minimum kora tavasszal és ősszel (negatív is lehet)
- **Éjszaka kisebb** az éves **változékonyság**
- A hősziget maximuma a sűrűn beépített belvárosi területeken helyezkedik el, nagyobb városokban több hősziget-centrum lehet
- Ipartelepek, bevásárló központok, repülőterek – **fokozzák**, parkok, erdők, vízfelületek – **mérséklik** a hősziget-hatást
- A felszínhőmérséklet alapján meghatározott hősziget-intenzitás határozott napi és éves menettel rendelkezik, de az időjárási viszonyok befolyásolják az intenzitás erősségét
- Nagy felbontású műholdfelvételekkel vizsgálható a hőmérsékleti mező **finomszerkezete** és az egyes objektumok városi klímára gyakorolt **hatása**

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

