



# A hagyományos és felszínalatti hősziget kapcsolatának vizsgálata Szegeden állomási és műholdas mérések felhasználásával

Molnár Gergely, Balogh Olivér, Unger János

Éghajlattani és Tájélföldrajzi Tanszék, Szegedi Tudományegyetem, molnarge@geo.u-szeged.hu



## 1. Bevezetés

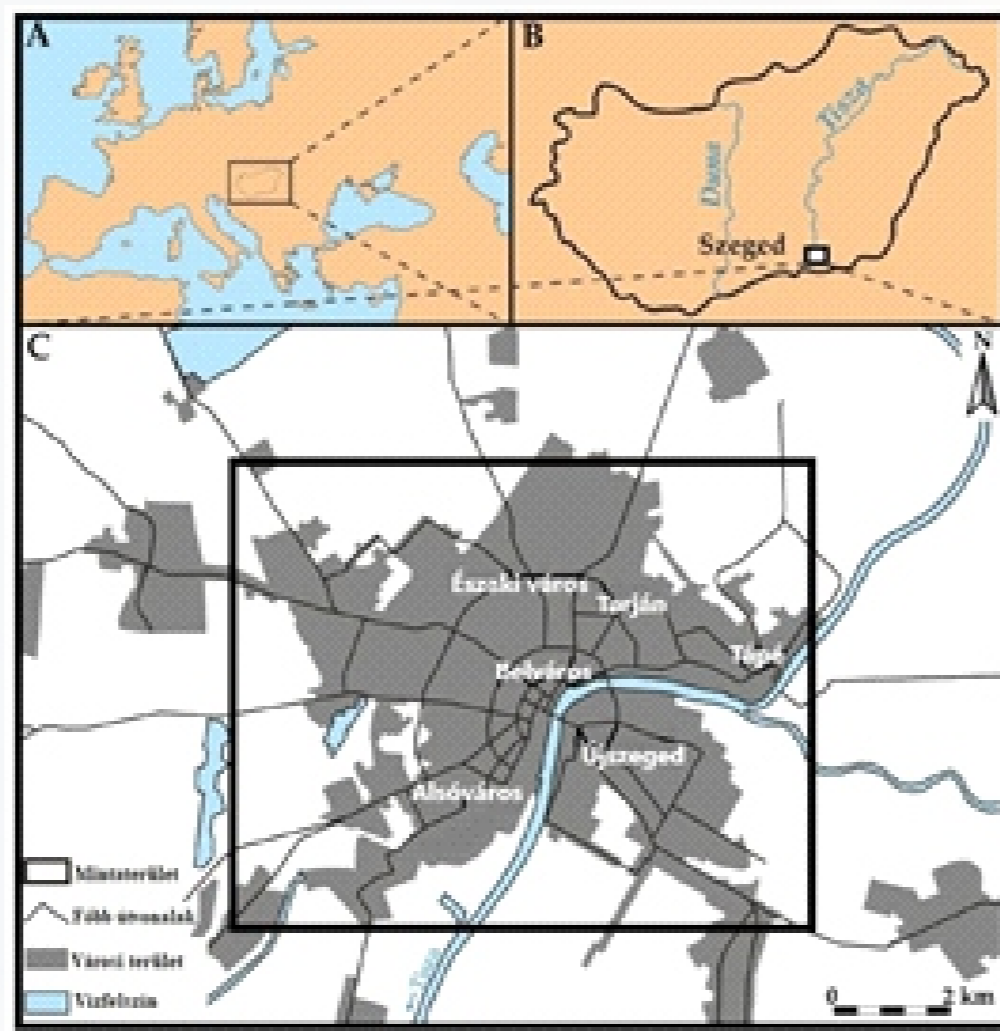
A hazai nagyvárosok felszíne alatt kialakuló hősziget ( $UHI_{sub}$ ) hatása megkérdőjelezhetetlen a talaj hidrológiai, kémiai és biológiai folyamataira. A nemzetközi kutatások eredményei azt mutatják, hogy az  $UHI_{sub}$  és a „hagyományos” (felszínközeli) hősziget ( $UHI$ ) között **szoros kapcsolat** van, utóbbi ismeretében előbbi **jól előrejelezhető**.

Munkánk során ezért két területre fókuszáltunk: egyrészt a szegedi talajvíz monitoring rendszer **28 kútjában mért, 11 hónapot lefedő talajvíz-hőmérséklet adatsor** alapján elemeztük az  $UHI_{sub}$  viselkedését, másrészt a helyi **városklíma monitoring rendszer** léghőmérséklet és a Terra/Aqua műholdak **MODIS** felszínhőmérséklet megfigyeléseinek feldolgozásával **kapcsolatot** kerestünk az  $UHI$  és az  $UHI_{sub}$  időbeli változása között.

Eddigi eredményeink alapján arra lehet következtetni, hogy az  $UHI_{sub}$  helyi **maximumai** (átlagosan **kb. 6 °C**) rendre Szeged **sűrűn beépített városrészei** alatt (pl. Tarján, Belváros) alakultak ki. A mért **talajvíz-** és a **léghőmérséklet** között kb. **másfél hónapnyi** időbeli **eltolódás** adódott, amit a kutakat övező **talajtípusok nedvességtartama, porozitása és hővezetőképessége** egyaránt **befolyásol**.

## 2. A vizsgálati terület

Szeged (46,26° É; 20,15° K) az ország délkeleti részén, a Tisza és a Maros torkolatánál, 75 méterrel a tengerszint felett fekszik (**1. ábra**). A kb. 280 km<sup>2</sup> területű település hazánk harmadik legnépesebb városa, lakossága 172 ezer fő. A Köppen-klímaklasszifikáció alapján a **Dfb** („nedves kontinentális klíma”) éghajlati osztályba sorolható. Az évi középhőmérséklete 10 °C feletti, míg az éves csapadékosszege nagyjából 500 mm. Szegeden az éves napsütéses órák száma meghaladja a 2000 órát is.



1. ábra A vizsgálat mintaterülete (Unger et al., 2014)

## 3. Felhasznált adatok

A vizsgálatban alkalmazott adatok **három forrásból** származtak:

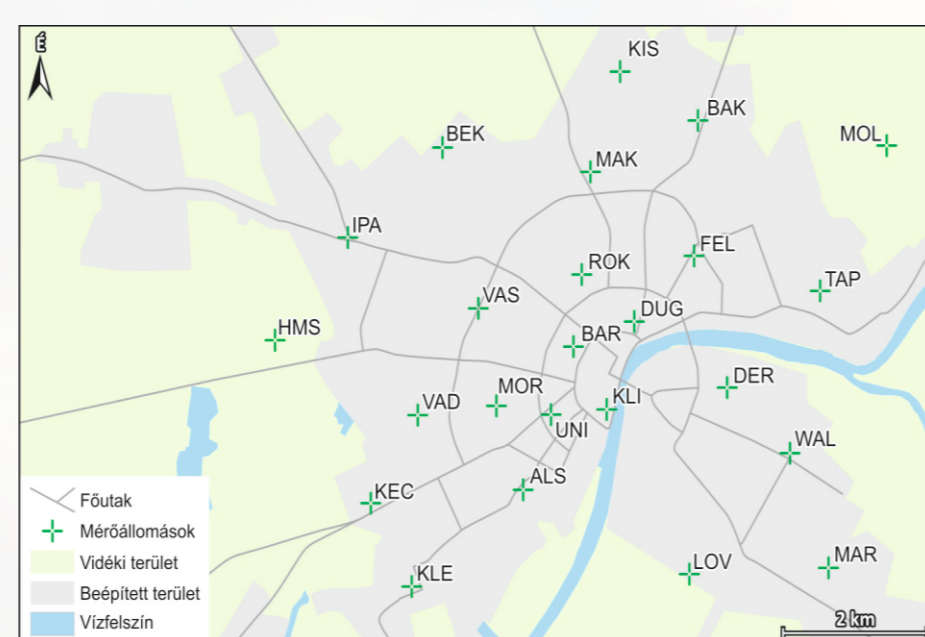
- **Talajvíz-hőmérséklet ( $T_g$ ):** a szegedi monitoring rendszer 28 kútjából (átlagos mélység: 10 m; átlagos vízmélység: 2,5 m); Radelkis OP-211/2 mérővel (havi átlagok alapján; Fejes, 2014) (**2. ábra**);
- **Léghőmérséklet ( $T_a$ ):** a szegedi monitoring rendszer 24 mérőállomása alapján; Sensirion SHT25 szenzor (10 perces adatokból havi átlagok készítése) (**3. ábra**);
- **Felszínhőmérséklet ( $T_s$ ):** Aqua/Terra műholdak MODIS szenzorának havi átlagolású adatai révén (**4. ábra**).

A fenti **adatok** rendre a **2010 októbertől és 2011 szeptemberig** közötti **periódus**ból származtak.

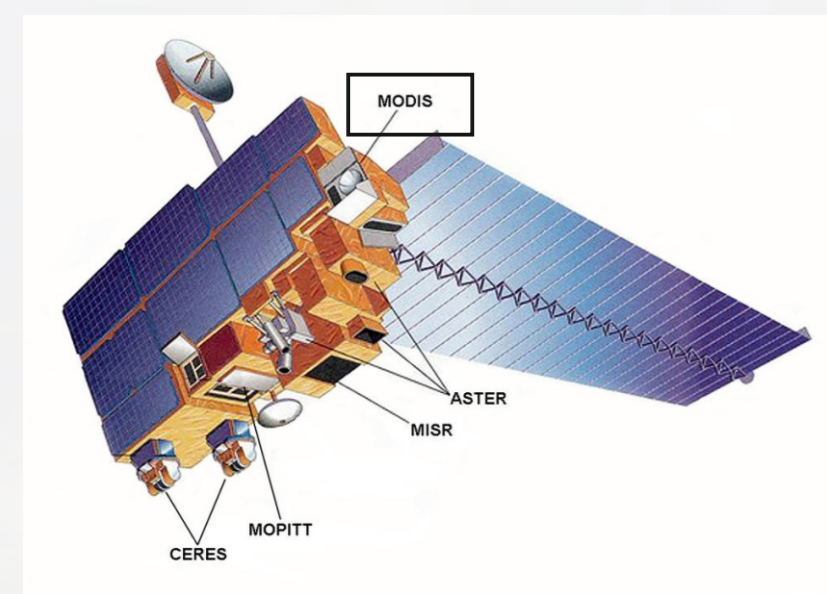
A változók időszorai közötti eltolódás a DTW (**Dynamic Time Warping**) **módszert** követi. Ezen eljárás lényege, hogy az **időszorok pontjai közötti távolság** alapján határoz meg **kapcsolatot** (**5. ábra**).



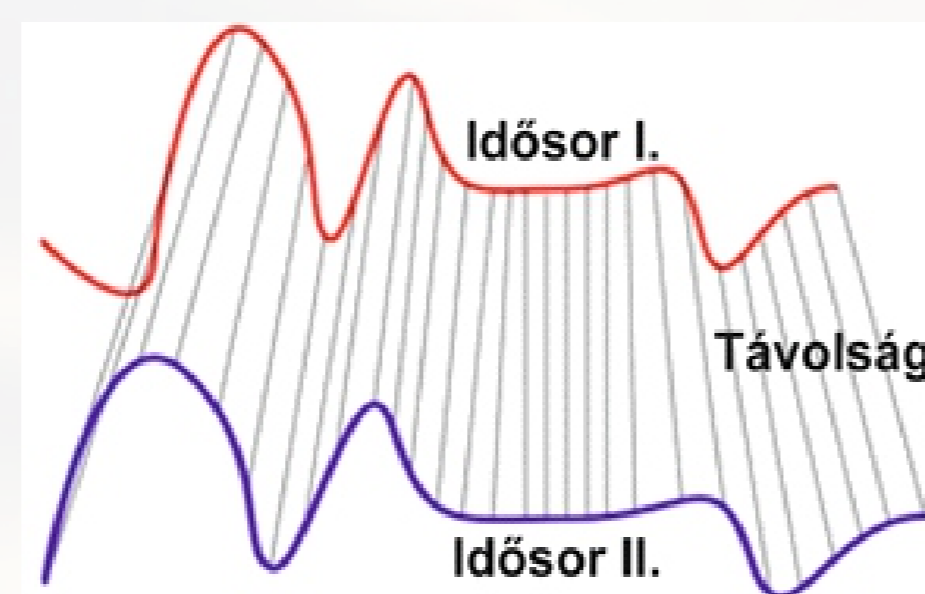
2. ábra A talajvíz monitoring kutak elhelyezkedése a mintaterületen



3. ábra. A szegedi városklíma monitoring rendszer (Molnár et al., 2017)



4. ábra A Terra műhold szenzorai



5. ábra A DTW módszer sematikus vázlatja

## 4. Eredmények

### 4.1. A talajvíz-hőmérséklet éves mintázata

#### Főbb tapasztalatok:

- a talajvíz-hőmérséklet a **külvárosi**, kevésbé beépített területek (**11,5–13°C**) **felől** fokozatosan **emelkedik** a sűrűn beépített **városközpont (15,5–16°C) felé**;
- az  $UHI_{sub}$  három központtal rendelkezik és **átlagos intenzitása 6°C**;
- a hősziget **helyi maximumai** **Gedó/Tarján** (10 emeletes épületek), a **Széchenyi tér**, valamint a **szegedi pályudvar** környezetében körvonalazódnak (**6. ábra**).

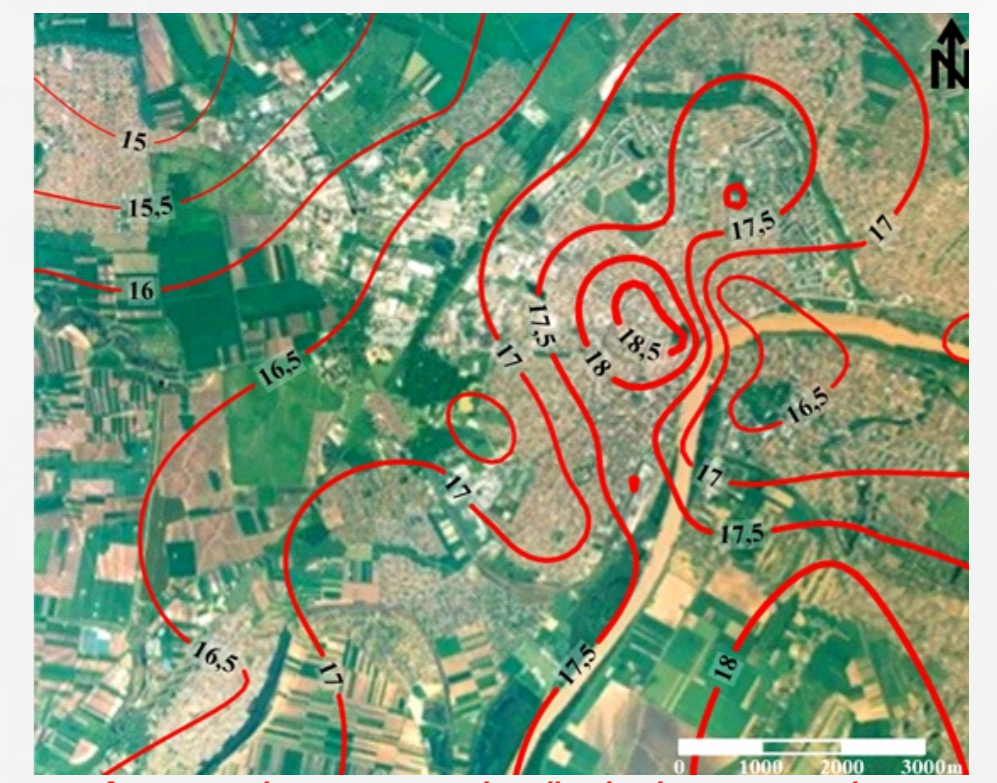


6. ábra Az éves átlagos talajvíz hőmérséklet (°C) térbeli mintázata (2010.10.–2011.09.)

### 4.2. A talajvíz-hőmérséklet évszakos minázatai

#### 2010 ősz:

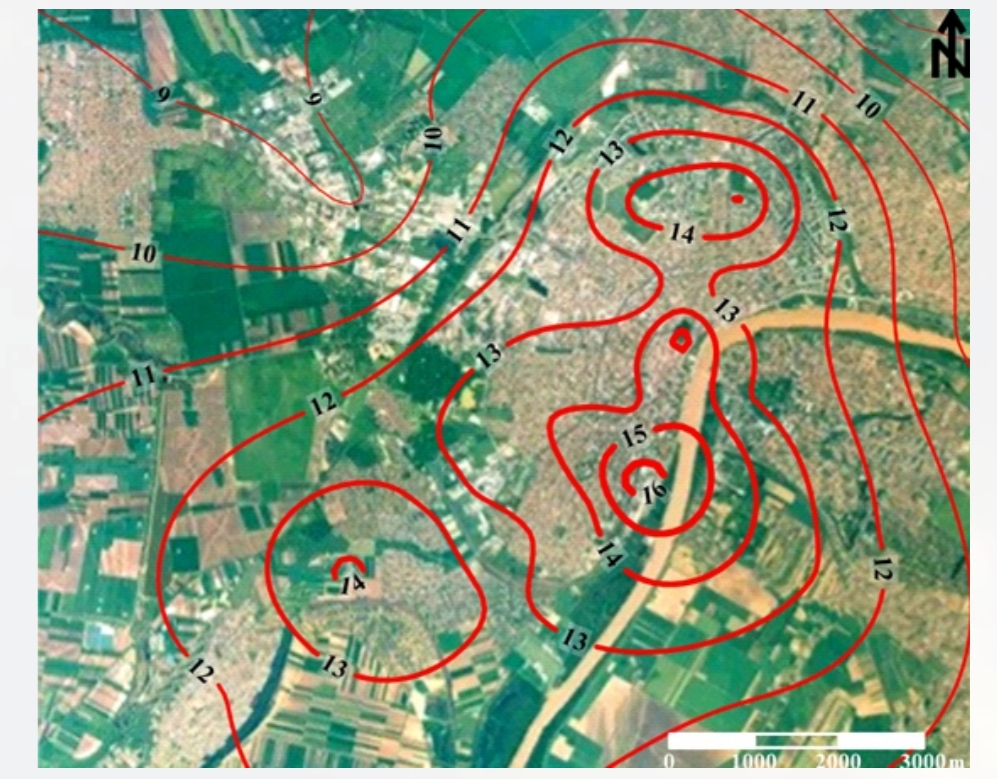
- a talajvíz-hőmérséklet **területi átlaga 17,1 °C** volt;
- a szezonális hőmérsékletek közül **összességében a legmagasabb volt a  $T_g$** ;
- a  $T_g$  a városi területeken **15 és 18,5 °C között** változott;
- a vidéki kutakéhoz képest a  $T_g$  a sűrűn beépített részekben kb. **4 °C**-kal volt magasabb ( $UHI_{sub}$ ) (**7. ábra**).



7. ábra Az átlagos talajvíz-hőmérséklet (°C) térbeli mintázata 2010 őszén

#### 2010-2011 tél:

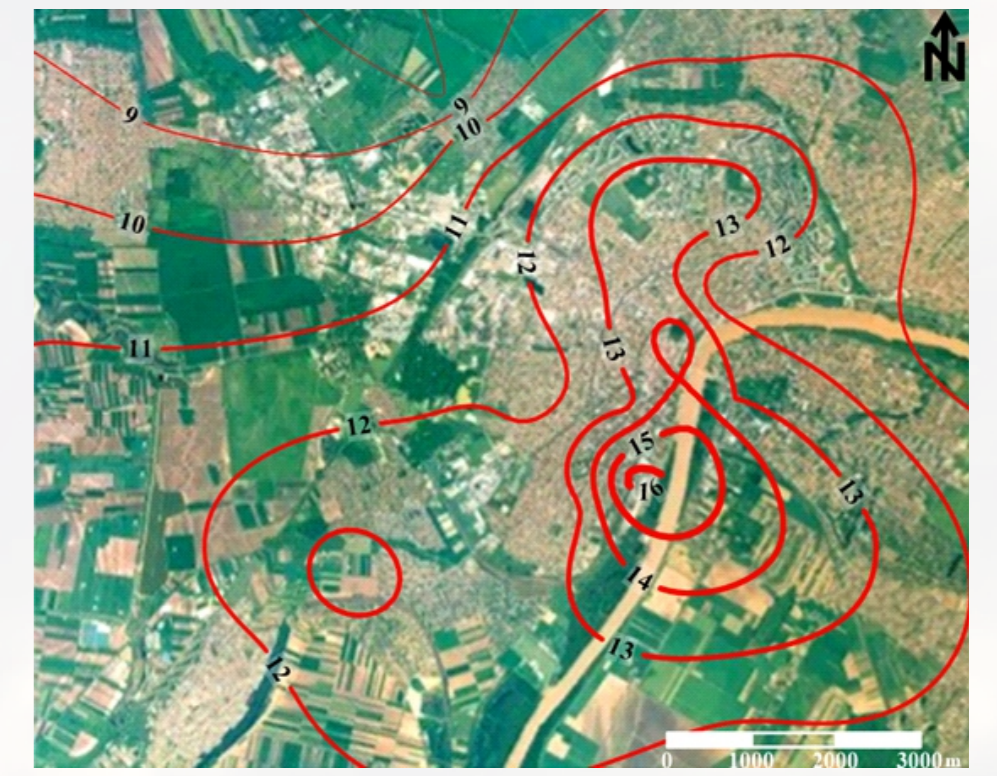
- a talajvíz-hőmérséklet **területi átlaga 12,4 °C** volt;
- a szezonális hőmérsékletek közül télen a **második legmagasabb volt a  $T_g$** ;
- a  $T_g$  a városi területeken **9 és 16 °C között** változott;
- a vidéki kutakéhoz képest a  $T_g$  a sűrűn beépített részekben kb. **7-8 °C**-kal volt magasabb ( $UHI_{sub}$ ) (**8. ábra**).



8. ábra Az átlagos talajvíz-hőmérséklet (°C) térbeli mintázata 2010-2011 telén

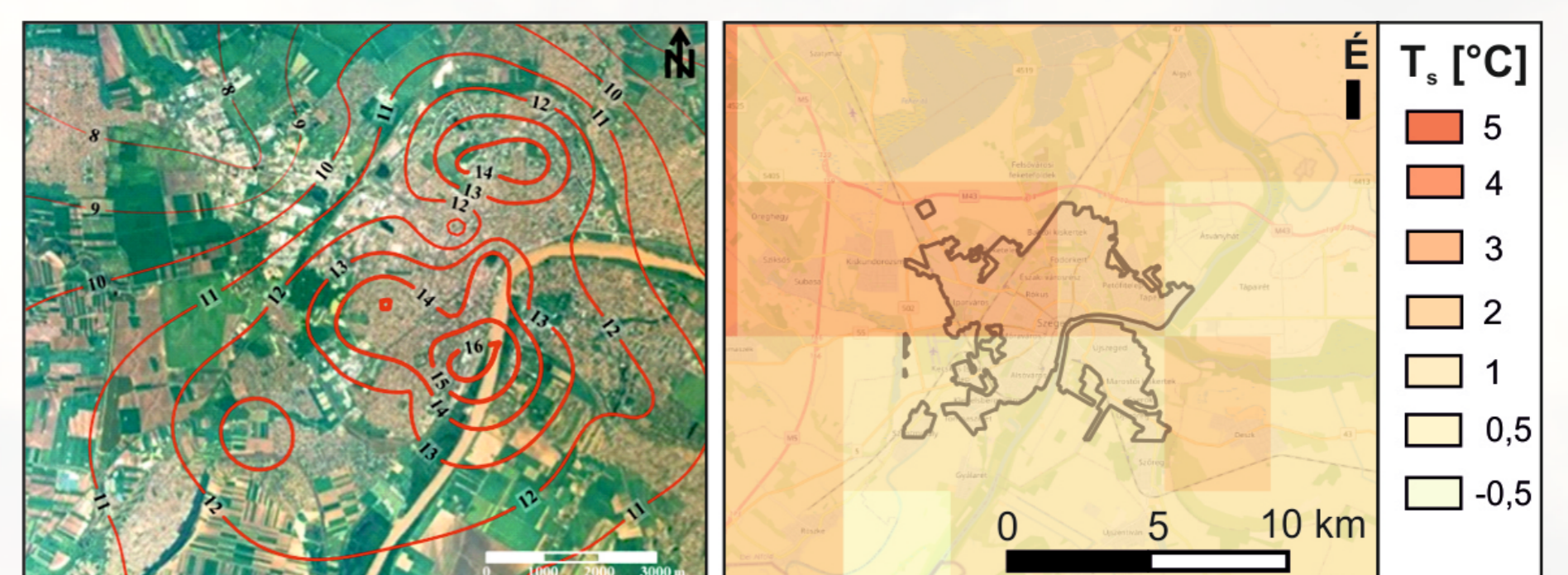
#### 2011 tavasz:

- a talajvíz-hőmérséklet **területi átlaga 12,1 °C** volt;
- a szezonális hőmérsékletek közül tavasszal volt a **legalacsonyabb a  $T_g$** ;
- a  $T_g$  a városi területeken **8 és 15 °C között** változott;
- a vidéki kutakéhoz képest a  $T_g$  a sűrűn beépített részekben kb. **7-8 °C**-kal volt magasabb ( $UHI_{sub}$ ) (**9. ábra**).



9. ábra Az átlagos talajvíz-hőmérséklet (°C) térbeli mintázata 2011 tavaszán

### 4.3. A talajvíz-hőmérséklet és a felszínhőmérséklet kapcsolata



10. ábra Az átlagos talajvíz-hőmérséklet (bal oldal) és felszínhőmérséklet (jobb oldal) (°C) térbeli mintázata 2011 januárjában (Wan et al., 2015)

- **2011 januárjában a  $T_g$  8 és 16 °C között** változott; a **legmagasabb értékek** a Klinikák Központ közelében lévő **22. kútnál** adódtak (**10. ábra**);
- a  $T_s$  átlagosan **0,5 és 3 °C között** változott, azaz a városi pixelekben **nem mutatott jelentős területi változékonyságot** (**10. ábra**);
- a  $T_s$  átlagos értékei a  $T_g$ -hez hasonló tartományban mozgott, viszont a területi mintázat a  $T_g$  mintázatájával **jó egyezésben** volt (belvárosi maximum).

- Az időszorok elemzése alapján a  $T_g$  a  $T_s$ -t **2 hónapos „csúszással” követi**;
- a  $T_g$  és a  $T_s$  közötti **kapcsolat a nehezen állítót fel** a műholdképek relatíve durva (5 km-es) térbeli felbontása miatt.

## 5. Összefoglalás

- A  $T_g$  területi átlagban **2010 őszén (2011 tavaszán)** volt a **legmagasabb (legalacsonyabb)**;
- Az  $UHI_{sub}$ -ot átlagosan a **téli és a tavaszi** hónapok során jellemezte a **legnagyobb intenzitás (7-8 °C)**;
- A  $T_g$  és a  $T_s$  időszorai **között kb. 2 hónapos eltolódás** következett be;
- Az időszorok közötti különbségek térben nem voltak egységesek (OK: eltérő talajfizika);
- A  $T_g$  és a  $T_s$  időszorai **között** a kapcsolat **kevésbé** volt kimutatható;
- A havi műholdas adatokat a jövőben a **finomabb felbontású (1 km-es) napi adatok** átlagolásával kell előállítani.

## Felhasznált irodalom

Fejes I (2014): A talaj- és talajvízrendszer komplex környezeti szempontú értékelése városi területen, Szeged példáján. Doktori Értekezés, Szeged, 142 p.

Molnár G, Gyöngyösi AZ, Gál T (2017): A városi hősziget vizsgálata meteorológiai modell segítségével Szeged. *Léghő* 62, 130–135.

Unger J, Lelovics E, Gál T (2014): Local climate zone mapping using GIS methods in Szeged. *Hun Geog Bull* 63, 29–41.

Wan Z, Hook S, Hulley G (2015): MOD11C3 MODIS/Terra Land Surface Temperature/Emissivity Monthly L3 Global 0.05Deg CMG V006. NASA EOSDIS Land Processes DAAC. Elérve: 2020-09-13.

## Köszönetnyilvánítás

A kutatás a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (NKFI-120346) hozzájárulásával valósult meg.