

A szegedi városklíma modellezése eltérő kezdeti- és határfeltételek megválasztásával

Molnár Gergely, Gál Tamás

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



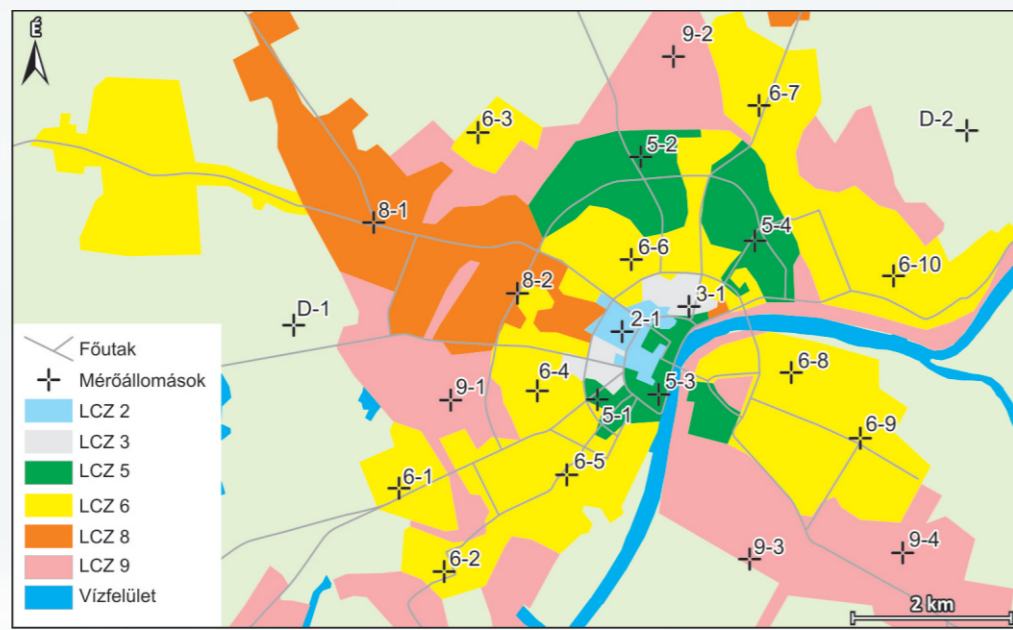
1. Bevezetés

Jelen tanulmányunkban arra kerestük a választ, hogy a **WRF (Weather Research and Forecasting)** – különböző kezdeti- és határfeltételek mellett – mennyire képes a **városi hősziget tér- és időbeli alakulását** reprodukálni egy – a városi hatás szempontjából – ideálistól eltérő (**hideg légpárnás**) napon, Szegeden. Az inicializációs és előrejelzési mezőket a **GFS 0.25°×0.25°-os**, az **ECMWF ERA-Interim 0.75°×0.75°-os** és az **ECMWF ERA-5 0.25°×0.25°-os** adatbázisainak felhasználásával állítottuk elő. Az elvégzett és korábbi (itt nem részletezett) modellfuttatások eredményei arra utalnak, hogy míg az ideálisnak tekinthető (pl. anticiklonális, hóhullámos) napokon a WRF megfelelő pontossággal volt képes a városi hőtöbbletet szimulálni, addig a nem-ideális napon a GFS-sel, de **leginkább az ERA-5-tel meghajtott futtatások közelítettek jól a megfigyelésekhez**. Összességében megállapítható, hogy az **adatbázisok felbontásbeli különbsége**, valamint a kezdeti mező(k) pontossága volt **döntő tényező** a szimulációk minőségében.

2. A vizsgált terület és időszak

Szeged (46,26° É; 20,15° K) az ország délkeleti részén, a Tisza és a Maros torkolatánál, 75 méterrel a tengerszint felett fekszik. A kb. 280 km² területű település hazánk harmadik legnépesebb városa, lakossága 172 ezer fő. A Köppen-klimaklasszifikáció alapján a **Dfb („nedves kontinentális klíma”)** klímasztálya sorolható. Az évi középhőmérséklet 10 fok feletti, míg az éves csapadékösszeg nagyjából 500 mm. Az éves napsütéses órák száma 2000 óra feletti.

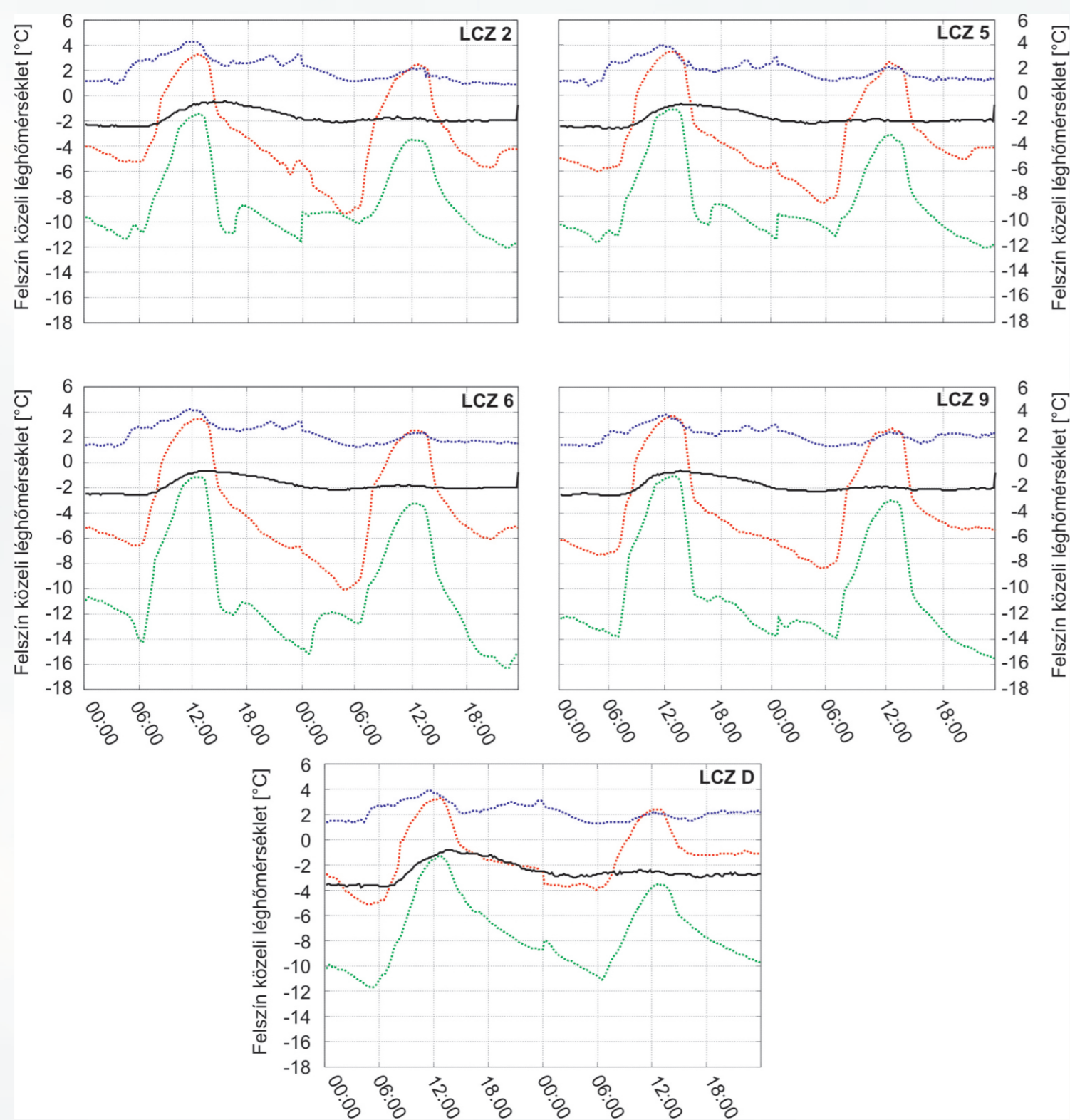
A tanulmányban egy **anticiklonális szinoptikus helyzetet** vizsgáltunk, mely során **sűrű köd** képződött a Kárpát-medencében. A **2016. december 21-22. közötti időszakot** fagypontra alatti hőmérséklet, **csékely napi hőingás** (állandó, 8 okta felhőborítottság), gyenge szél jellemezte. A feltételek nem kedveztek a városi hatás megerősödésének.



1. ábra A vizsgált területet lefedő LCZ osztályok és a kapcsolódó városklíma megfigyelő-hálózat térbeli elhelyezkedése

4. Eredmények

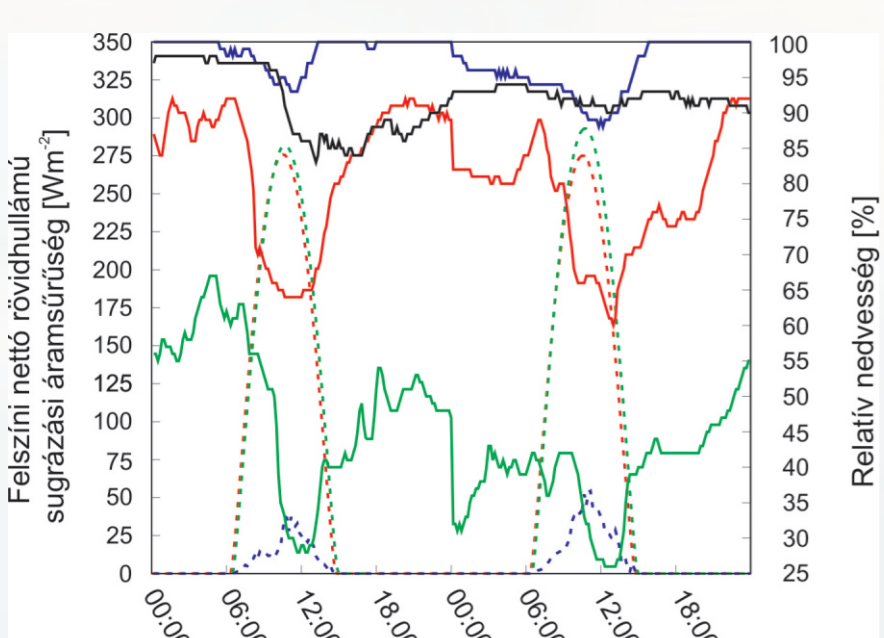
4.1. A megfigyelt és modellezett felszín közeli hőmérséklet összehasonlítása



2. ábra A megfigyelt (fekete vonal) és a GFS (piros szaggatott vonal), az ERA-Interim (zöld szaggatott vonal), valamint az ERA-5 (kék szaggatott vonal) alapján modellezett felszín közeli hőmérséklet LCZ-k szerinti átlagos értéke a vizsgált periódus során

- A megfigyelt átlagos T_n **felülbecsülve** az ERA-5 szimulációkkal, míg **alulbecsülve** a GFS és az ERA-Interim szimulációk által;
- a GFS bemenő adattal szimulált T_n éjszakai alulbecslés a **nappali órákban** kb. 2°C-os felülbecsléssé válik, ugyanakkor az ERA-Interimmal meghatározott T_n **mindvégig a megfigyelt értékek alatt** marad
- a megfigyeléseket **legpontosabban** az ERA-5 modellezett értékei közelíti, egyenletesen 3-4°C-os felülbecsléssel;
- a megfelelő bemenő adatokkal elkészített modellezett T_n értékek **városi LCZ-k közötti térbeli változékonysága minimálisnak** adódott;
- a külvárosi mérőhely környezetében a modellhibák csökkenését figyelhetjük meg.

4.3. A megfigyelt és modellezett relatív nedvesség összehasonlítása a modellezett sugárzási komponensen keresztül



5. ábra A megfigyelt (fekete vonal) és a GFS (piros vonal), az ERA-Interim (zöld vonal), valamint az ERA-5 (kék vonal) alapján modellezett relatív nedvesség és modellezett felszíni nettó rövidhullámú sugárzási komponens (szaggatott vonalak) LCZ D-re értelmezett (külvárosi állomás) értéke a vizsgált periódus során

- A GFS-sel és az ERA-Interimmal történő futtatások jelentősen **alulbecsülték a köd jelenlétét**, míg az ERA-5-ös szimulációkban megjelenő 30 Wm⁻² körüli értékek minimális besugárzásra, **teljes borultságra** utalnak mindkét napon;
- mindezt **megerősíti** a megfigyelt és modellezett **relatív nedvesség** összehasonlítása: a 85-90%-os megfigyelt értékek az ERA-5-ös futtatás **jól adja vissza**, némileg felül is becsli (teljes telítettség az éjszakai órákban)
- az **éjszakai órákban** a GFS által definiált modellezett relatív nedvességek értékei **párás** (esetleg sekély köd) jelenlétét sejteti, az ERA-Interim szimulációkban **sem párás**, **sem köd**

3. Modell beállítások és az alkalmazott kezdeti- és határfeltételek

Alapinformációk	
Modell verzió	WRF v3.8.1.
Felpörgési és szimulációs időtartam [óra]	24 és 48
Rács- és tartomány-specifikus beállítások	
A legelső tartomány rácsfelbontása	1,5 km
A tartományok száma és a rácspontról aránya	3 and 1:3
Függőleges szintek száma	44 (szigma)
Fizikai parametrikációk	
Talajfelszíni séma	Noah LSM
Városi séma	SLUCM
Felszíni séma	Revised MM5
PHR séma	BouLac
Rövid- és hosszuhullámú sugárzás séma	RRTMG
Mikrofizikai séma	WSM5
Cumulus séma	Kain-Fritsch

1. táblázat A vizsgálatokhoz alkalmazott kezdeti- és határfeltételek adatbázisai

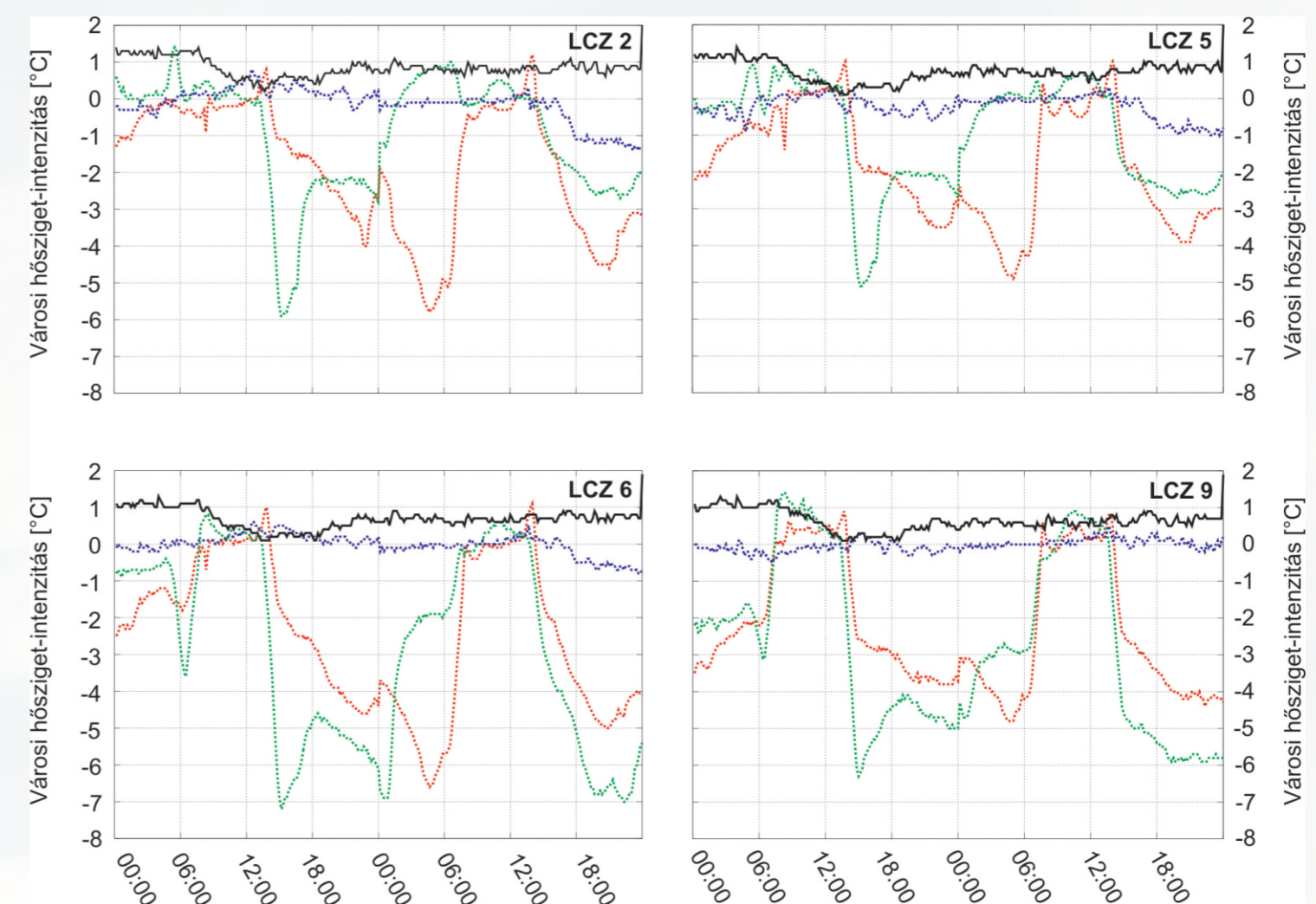
Reanalizis/Tulajdonság	NCEP GFS	ECMWF ERA-Interim	ECMWF ERA-5
Térbeli felbontás	kb. 28 km	kb. 60 km	kb. 30 km
Időbeli felbontás	3 óra	6 óra	6 óra
Függőleges szintek száma	64	60	137

2. táblázat A vizsgálatokhoz alkalmazott modellbeállítások

A vizsgálatban alkalmazott **városi hősziget-intenzitást** (ΔT) az alábbiak szerint definiáltuk minden LCZ-ben:

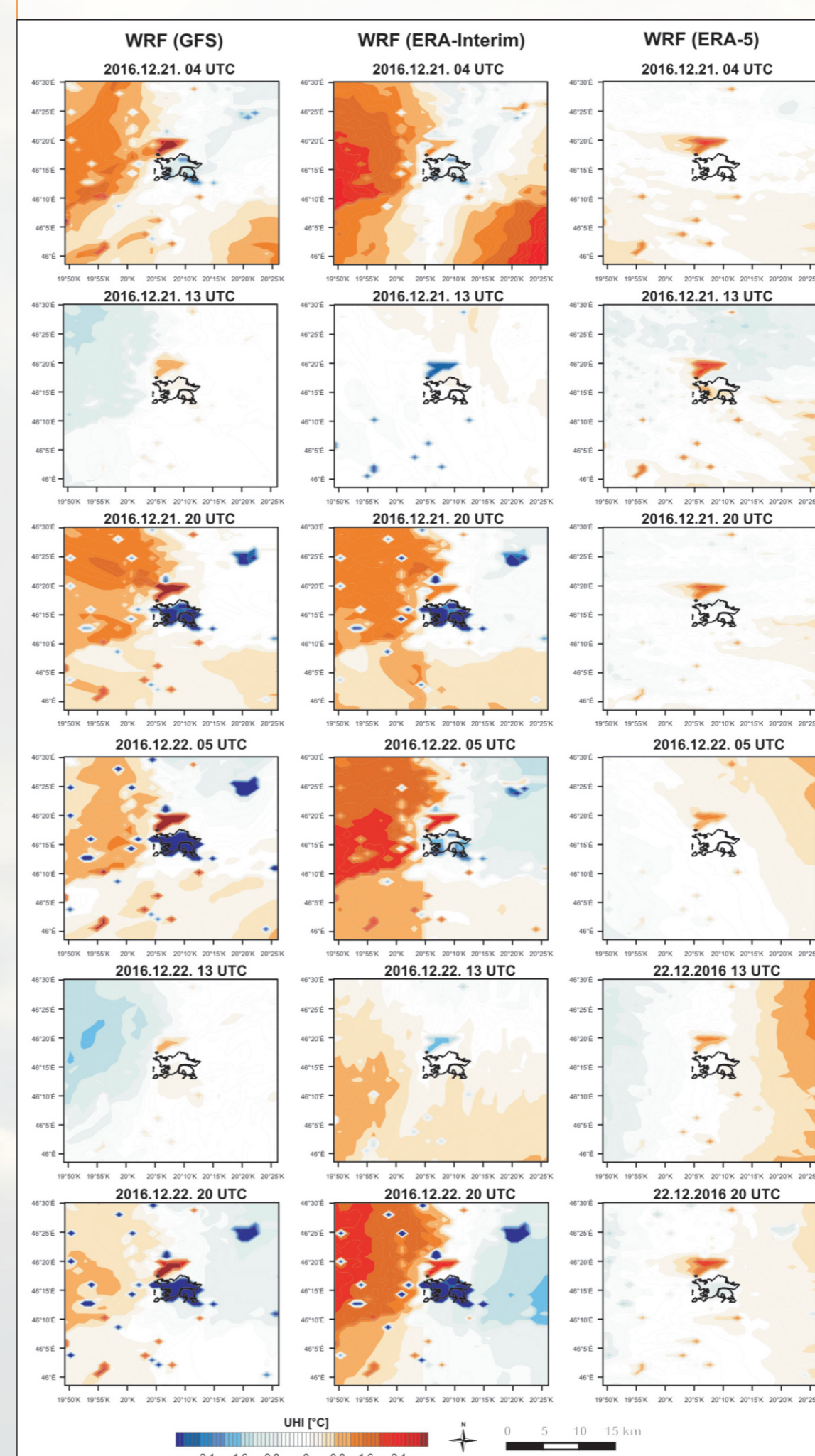
- **MEGFYELÉSEK:** az egyes városi állomásokon és a vidéki (LCZ D-1) állomáson mért felszín közeli hőmérséklet különbsége, majd ezek LCZ-k szerinti átlagolása,
- **SZIMULÁCIÓ:** az egyes városi állomásokhoz és a vidéki állomáshoz legközelebb eső rácspontra modellezett felszín közeli hőmérséklet különbsége, majd ezek LCZ-k szerinti átlagolása.

4.2. A megfigyelt és modellezett városi hősziget-intenzitás összehasonlítása



3. ábra A megfigyelt (fekete vonal) és a GFS (piros szaggatott vonal), az ERA-Interim (zöld szaggatott vonal), valamint az ERA-5 (kék szaggatott vonal) alapján modellezett városi hősziget-intenzitás LCZ-k szerinti átlagos értéke a vizsgált periódus során

- A vizsgált időszakban gyenge (**1-2°C-os**) városi **hősziget-intenzitás** volt megfigyelhető;
- a **modellezett ΔT** mindhárom bemenő adattal **alulbecsülte** a megfigyelt értékeket;
- a **negatív modell hibák** különösen az **éjszaka** folyamán növekedtek meg elérve az akár 6-7°C-os magnitúdót is;
- az ERA-5 által szimulált ΔT esetében **jelentősen javultak** a szimulációk eredményei, az időbeli változékonyság is 1°C körülire minimalizálódott.



4. ábra A GFS (bal oldali panelek), az ERA-Interim (középső panelek), valamint az ERA-5 (jobb oldali panelek) alapján modellezett városi hősziget-intenzitás térbeli eloszlása a vizsgált periódus meghatározott időpontjaiban

- A **nappali időpontokban** (13 UTC) a **szimulált ΔT rendre 0°C körüli**, jóllehet, az ERA-5 által meghatározott értékek elérték a 2°C-ot Szeged Ny-i részén lévő LCZ-kben;
- az **első hajnali időpontban** (04 UTC) **gyenge negatív hősziget** következett be, ami a **második hajnalra megerősödött**: a modellezett ΔT a GFS-sel, ERA-Interimmal és ERA-5-tel (csökkenő sorrendben) -3°C, -2°C és -1°C körüli;
- az **éjszakai időpontokban** (20 UTC) hasonló minta alakult ki: a **GFS** és (különösen) az **ERA-Interim** által meghatározott ΔT erőteljes negatív hőszigetre utal (kb. **-3°C alatt**), miközben a ERA-5-ös értékek **-1°C körül** maradnak.

5. Összefoglalás

- A **megfigyeléseket leginkább az ERA-5** bemenő adattal végzett szimulációk **adták vissza**;
- sem a GFS-, sem az ERA-Interim-alapú futtatások nem detektáltak jelentős ködborítottságot, így **hibás hőmérsékleti mezőket** kaptunk.
- A **kezdeti feltételekre** igen **érzékeny a modell**, ezért a bemenő adatok minősége és kritikus szemlélete alapvető fontosságú;
- **pontosítást** nyújthat a helyi mérések modellbe történő integrációja (**adatasszimiláció**).

Köszönetnyilvánítás

Ez a kutatás az Országos Tudományos Kutatási Alap (OTKA K-111768) hozzájárulásával valósulhatott meg.