

Új városi éghajlati projekciók az ÉMNL projekt keretében

Duics-Korosecz Lilla

Klímamodellező Csoport
Előrejelzés Fejlesztési Osztály
korosecz.l@met.hu

Tartalomjegyzék:

- Városi modellezés fontossága – SURFEX modell
- Új modellszimuláció felvétele
- Jövőbeli éghajlati információk Budapestre és Szegedre
- Érzékenységvizsgálat a hőszigetintenzitás csökkentésére
- Jövőbeli tervek a SURFEX modellel

Városi modellezés fontossága

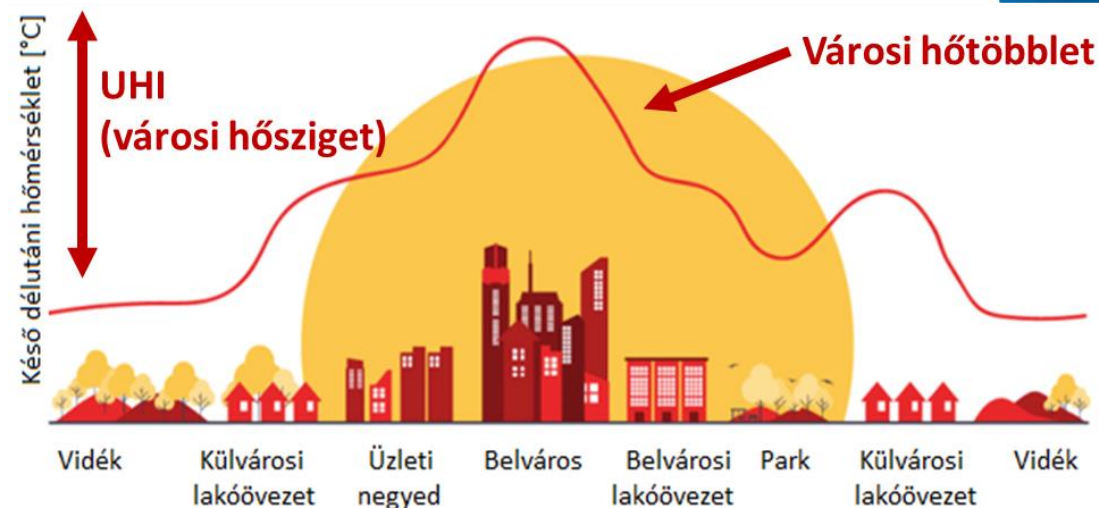
Városi modellezés fontossága

- Burkolt felszínek, alacsony vegetációs arány
- Sűrű beépítettség
- Épületek hőtároló képessége nagy
- Légszennyezés
- Emberi tevékenységekből fakadó hő (pl. fűtés, közlekedés, légkondi)

→ **városi hősziget hatás** kialakulása
(UHI: urban heat island)

- Beépített régiók melegebbek a környezetüknél
- Leginkább éjjel és nyáron erős

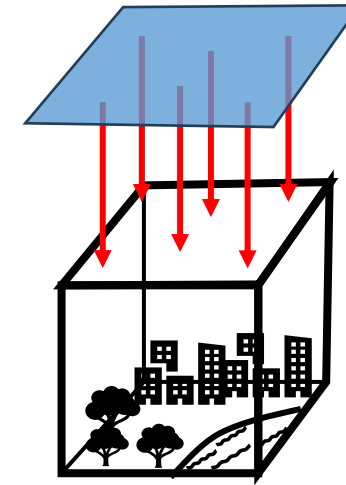
Városklíma fejlődése
→ regionális klíma és a lokális viszonyok kölcsönhatásaként



SURFEX felszíni modell

- A regionális klímamodellek felbontása és felszínleírása nem elegendő a városklíma megfelelő mértékű modellezéséhez
 - **SURFEX alkalmazása**
 - finomabb felbontás: 10 km → **1 km**
 - felszín és folyamatainak leírása pontosabb
- A légköri információkat a regionális klímamodellektől kapja
 - **regionális eredmények leskálázása**

Átlagolt légköri információk

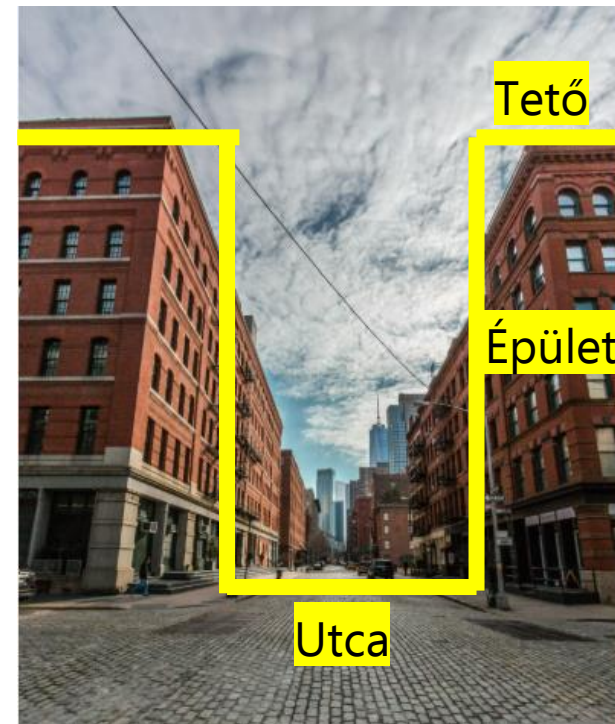
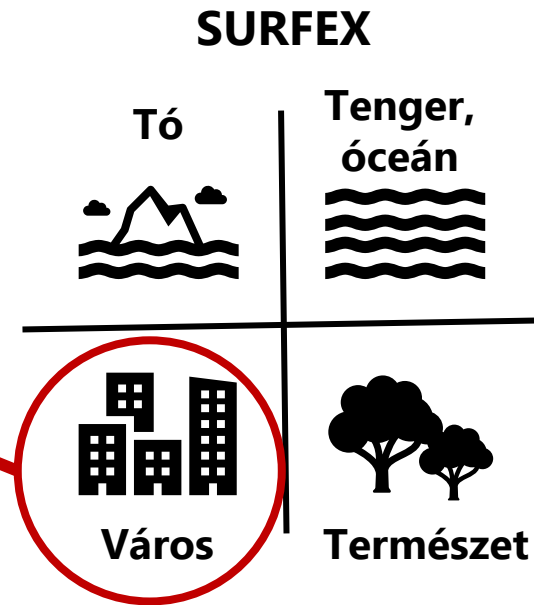


Felszíni áramok számítása minden egyes felszíntípusra

SURFEX felszíni modell

- A rácscellákban **4 felszíntípus**, mindre külön séma számol
- Városi parametrizáció: **TEB** (Town Energy Balance): kanyon séma – épületek a kanyon „falai”, az utca a kanyon „alja”

Városi hőmérsékleti, sugárzási és szélviszonyok leírására alkalmazzuk – csapadékképződést nem ír le



SURFEX felszíni modell

- A rácscellákban **4 felszíntípus**, mindre külön séma számol
- Városi parametrizáció: **TEB** (Town Energy Balance): kanyon séma – épületek a kanyon „falai”, az utca a kanyon „alja”

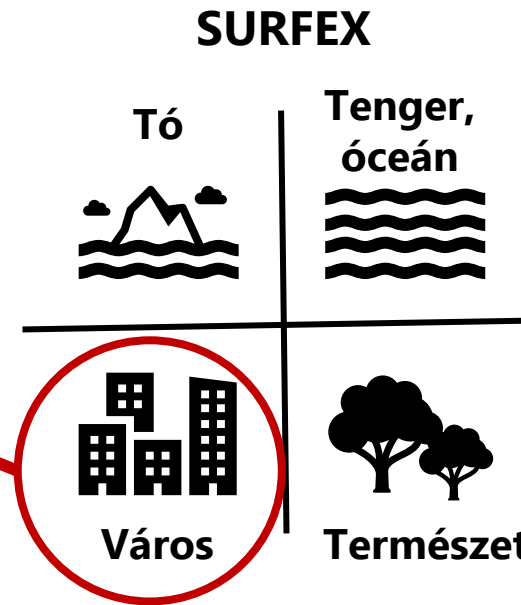
Városi hőmérsékleti, sugárzási és szélviszonyok leírására alkalmazzuk – csapadékképződést nem ír le

- Hogyan különbözteti meg a SURFEX a különböző felszínborításokat?

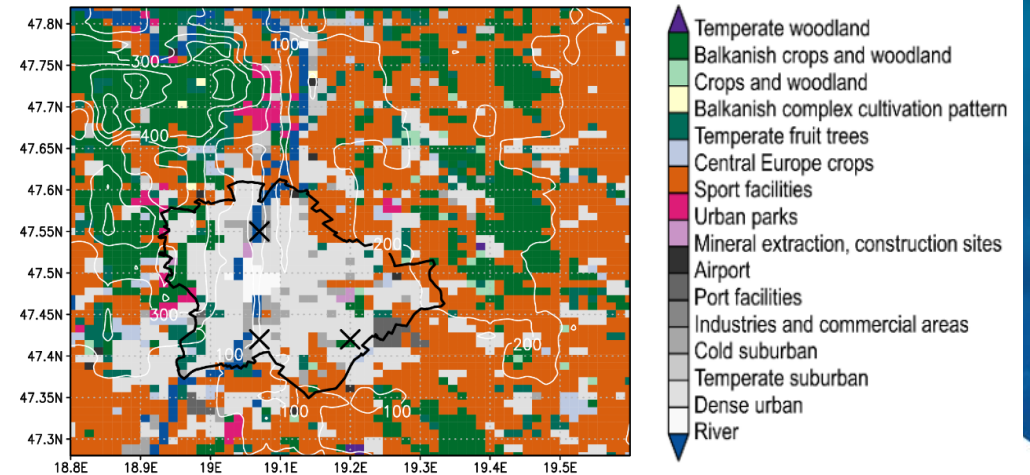
→ Felszínborítási adatbázis: **ECOCLIMAP-I**

- Alapja műholdas (AVHRR) és egyéb adatbázisok (pl. FAO – talajösszetétel adatbázis)
- 200+ felszínborítás megkülönböztetése

1 km-es felbontáson



SURFEX tartomány és felszínborítás Budapestre



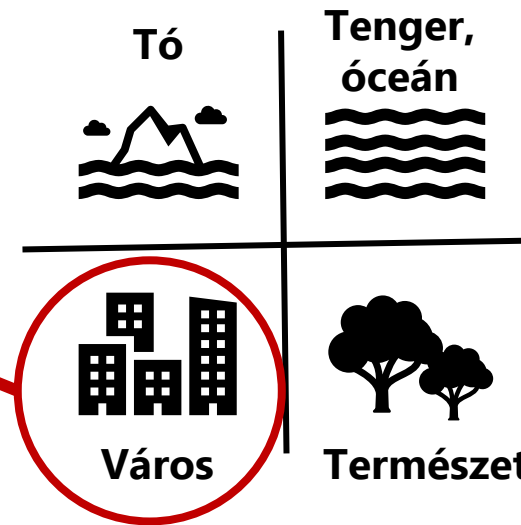
Forrás: ECOCLIMAP felszíni adatbázis

SURFEX felszíni modell

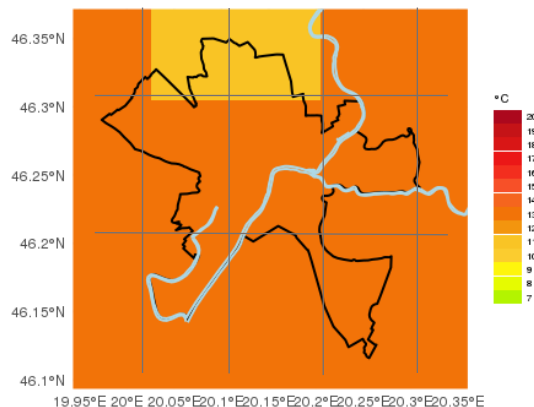
- A rácscellákban **4 felszíntípus**, mindre külön séma számol
- Városi parametrizáció: **TEB** (Town Energy Balance): kanyon séma – épületek a kanyon „falai”, az utca a kanyon „alja”

Városi hőmérsékleti, sugárzási és szélviszonyok leírására alkalmazzuk – csapadékképződést nem ír le

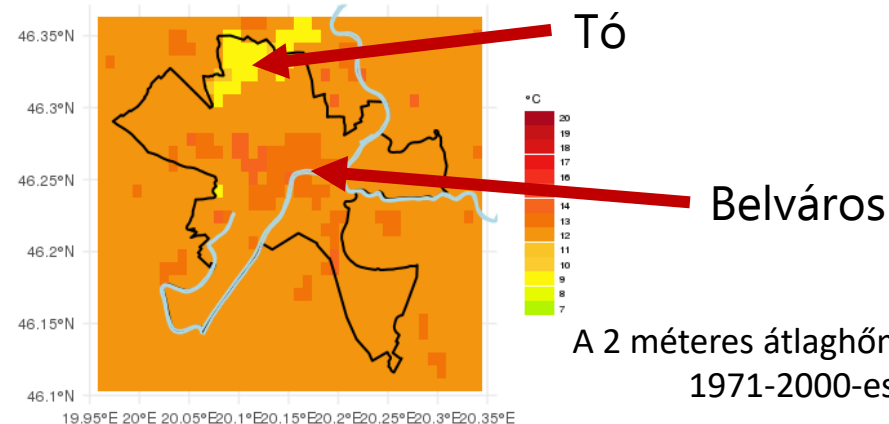
SURFEX



Regionális modell
10 x 10 km



Felszíni modell
1 x 1 km



A 2 méteres átlaghőmérséklet átlaga az 1971-2000-es időszakra, Szeged

Új modellszimuláció felvétele

Új modellszimuláció felvétele

- SURFEX-nek szüksége van légköri kényszerekre, amiket az általunk készített regionális klímamodellek szimulációi szolgáltatnak
- Korábbi: ALADIN-Climate meghajtás
- **Új: REMO** regionális klímamodellel elkészített SURFEX szimulációk
 - Regionális felbontás: 10 km
 - Városi felbontás: 1 km
- Elkészült szimulációk **Budapestre** és **Szegedre**

Felszíni modell	Légköri kényszer	Horizontális felbontás	Időszak	Szenárió
SURFEX	ALADIN-Climate	1 km	2006-2100	RCP4.5
SURFEX	ALADIN-Climate	1 km	2006-2100	RCP8.5
SURFEX	REMO	1 km	2006-2100	RCP4.5
SURFEX	REMO	1 km	2006-2100	RCP8.5

2 modell és 2 forgatókönyv → **4 szimuláció városonként**

SURFEX-REMO és SURFEX-ALADIN eredmények összehasonlítása

◆ SURFEX-REMO átlagosan alacsonyabb hőmérsékleti értékeket prognosztizál

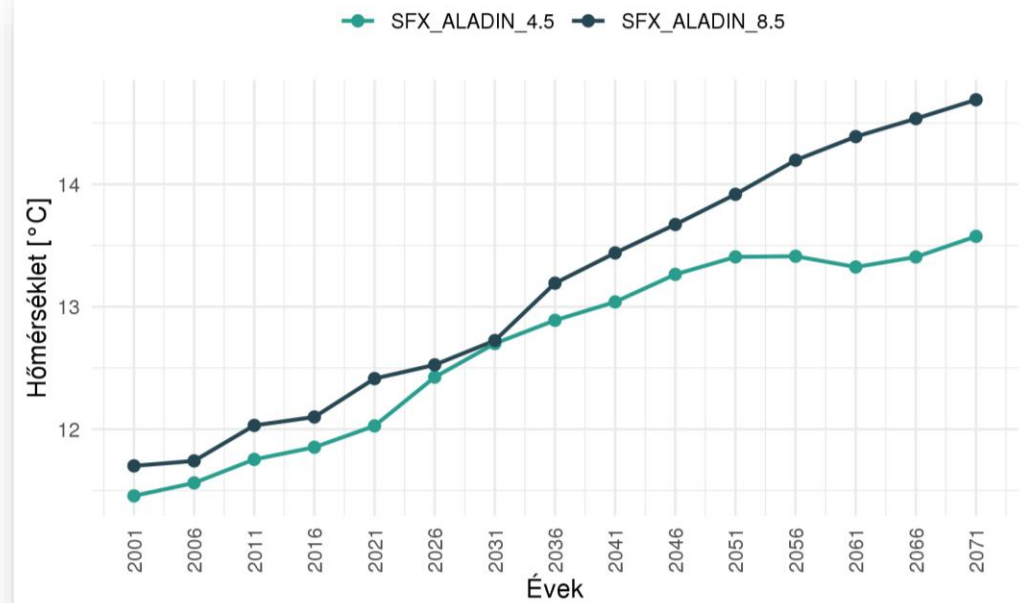
◆ SURFEX-REMO RCP8.5 ~ SURFEX-ALADIN RCP4.5

◆ Bizonytalanság növekedése: forgatókönyvekből, modellekből fakadó különbség

◆ Legnagyobb eltérés a két modell között nyáron, legkisebb az átmeneti évszakokban

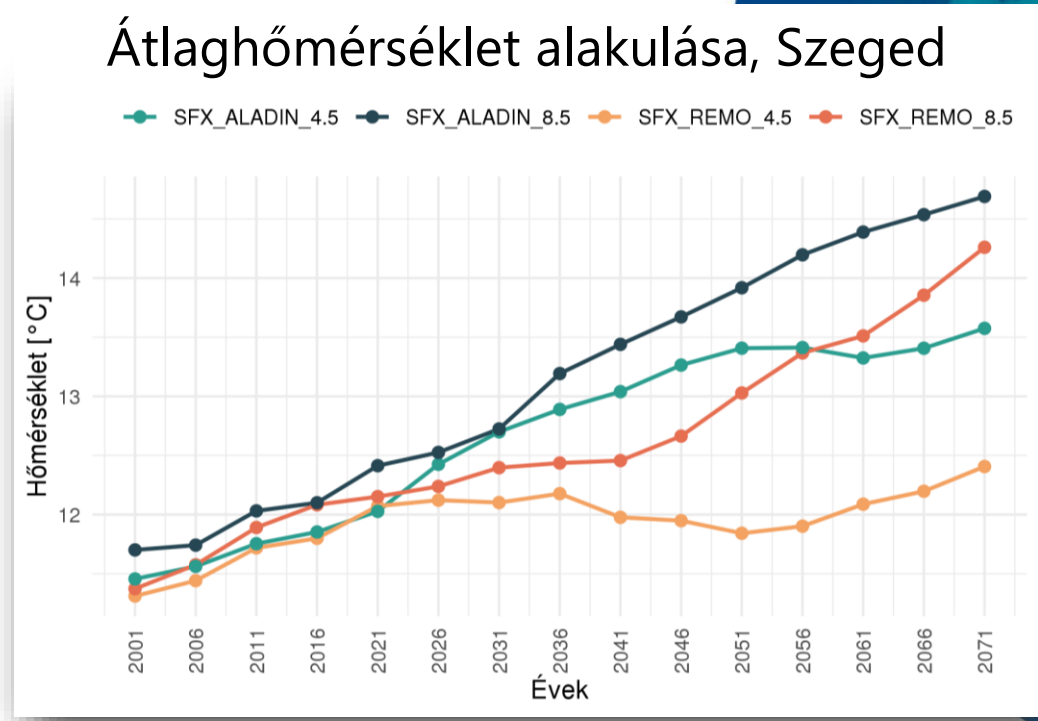
◆ Leginkább a minimum-hőmérsékleti értékekben különböznek

Átlaghőmérséklet alakulása, Szeged



SURFEX-REMO és SURFEX-ALADIN eredmények összehasonlítása

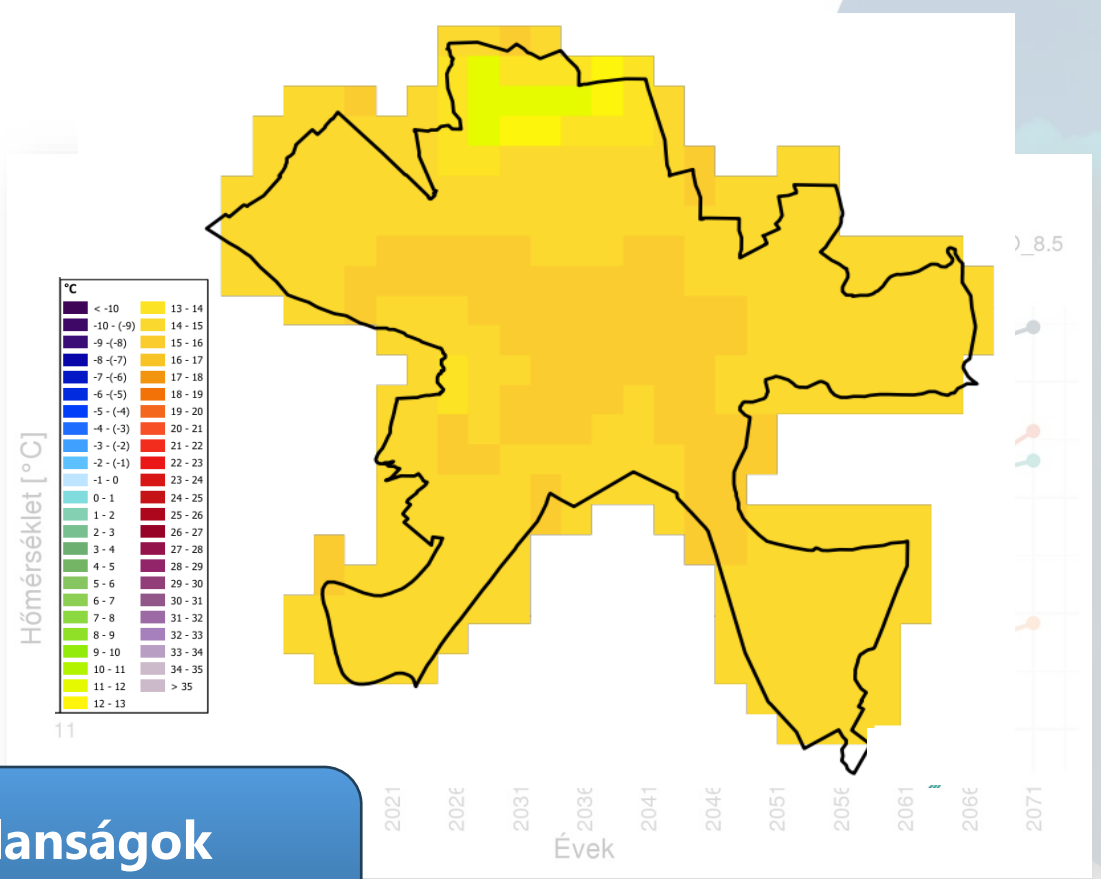
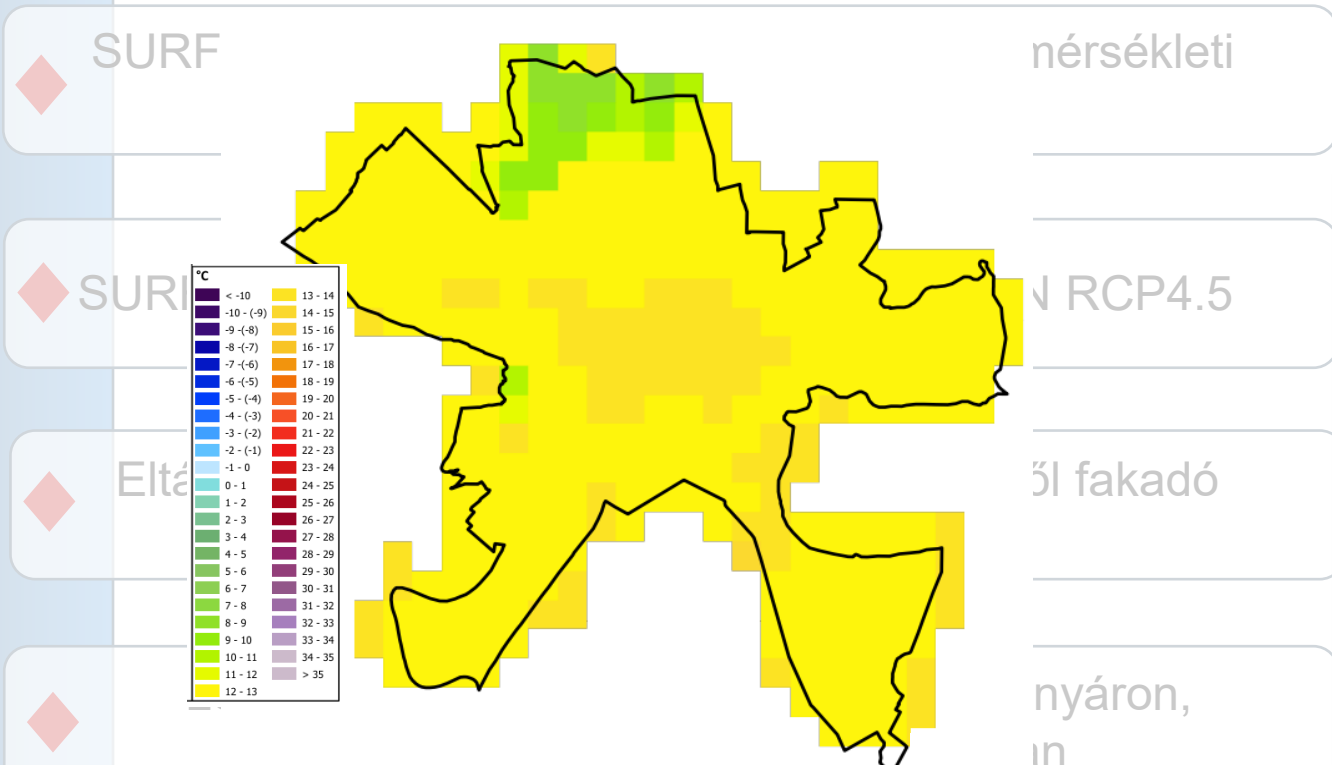
- ◆ SURFEX-REMO átlagosan alacsonyabb hőmérsékleti értékeket prognosztizál
- ◆ SURFEX-REMO RCP8.5 ~ SURFEX-ALADIN RCP4.5
- ◆ Bizonytalanság növekedése: forgatókönyvekből, modellekből fakadó különbség
- ◆ Legnagyobb eltérés a két modell között nyáron, legkisebb az átmeneti évszakokban
- ◆ Leginkább a minimum-hőmérsékleti értékekben különböznek



SURFEX-REMO és SURFEX-ALADIN eredmények összehasonlítása

A 4 modellszimuláció minimuma az átlaghőmérsékletre, 2071-2100

A 4 modellszimuláció maximuma az átlaghőmérsékletre, 2071-2100



Jövőbeli bizonytalanságok számszerűsítése

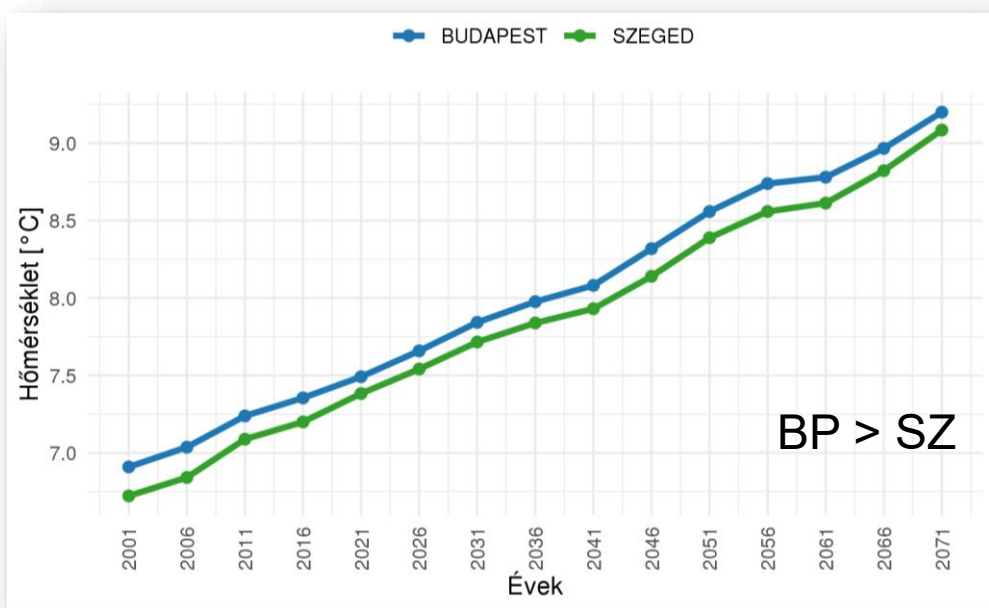
Leginkább a minimum-hőmérsékletkülönbség

Jövőbeli éghajlati információk Budapestre és Szegedre

Jövőbeli éghajlati információk Budapestre és Szegedre

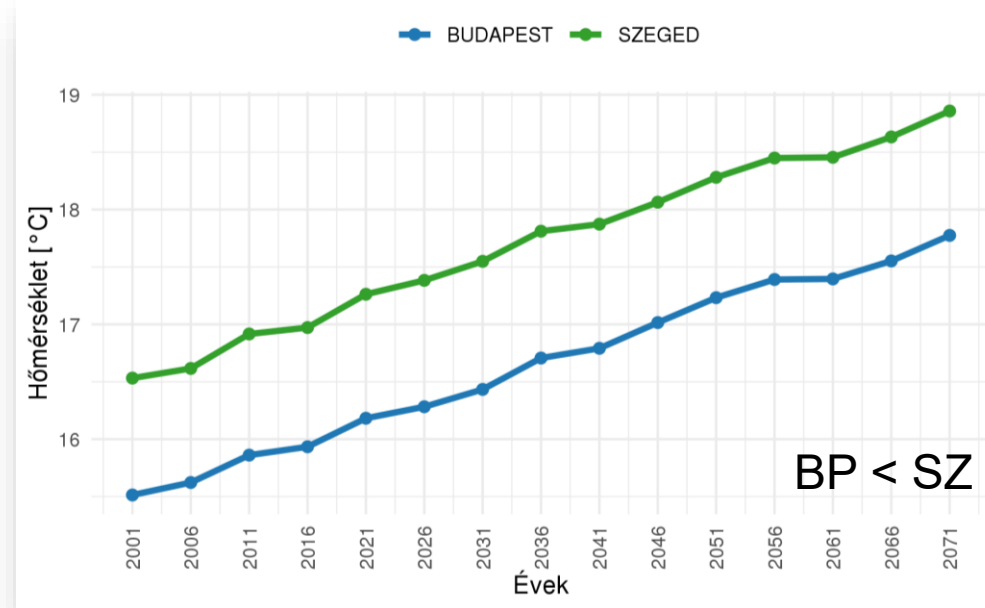
A modelleredmények és a megfigyelések alapján **Szeged átlaghőmérséklete az évszázad során nagyobb, mint Budapesté.** Vizsgáljuk meg a hőmérsékleti szélsőértékeket!

Minimum-hőmérséklet alakulása



Urbanizáltság

Maximum-hőmérséklet alakulása



Miért?

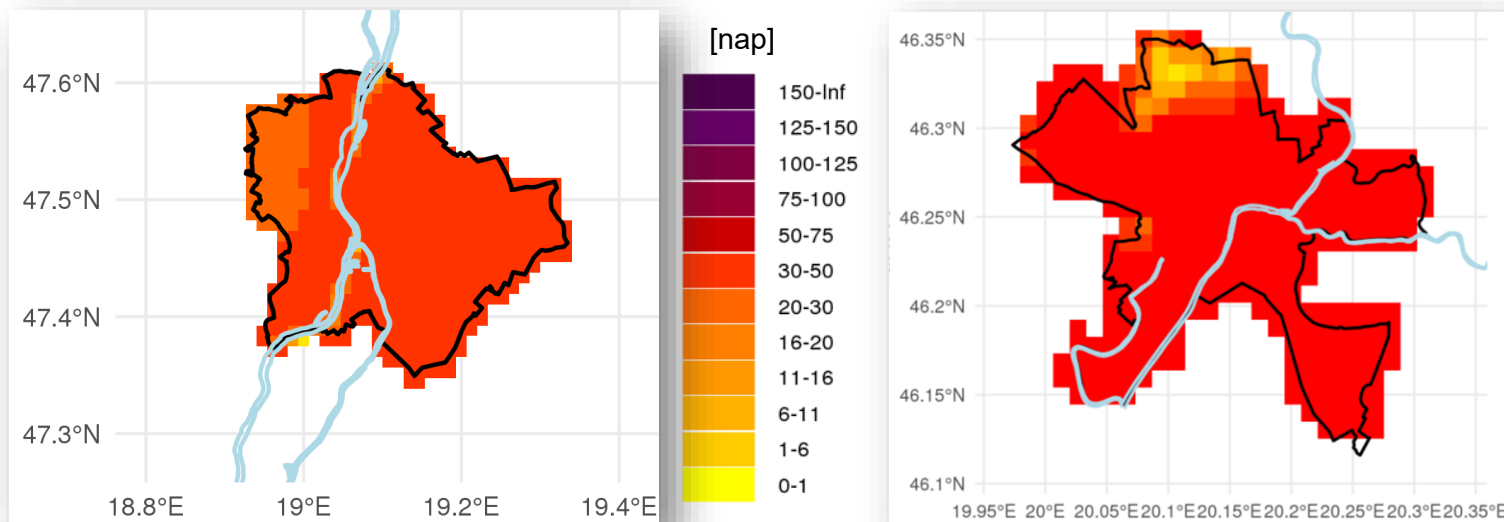
Földrajzi elhelyezkedés

Jövőbeli éghajlati információk Budapestre és Szegedre

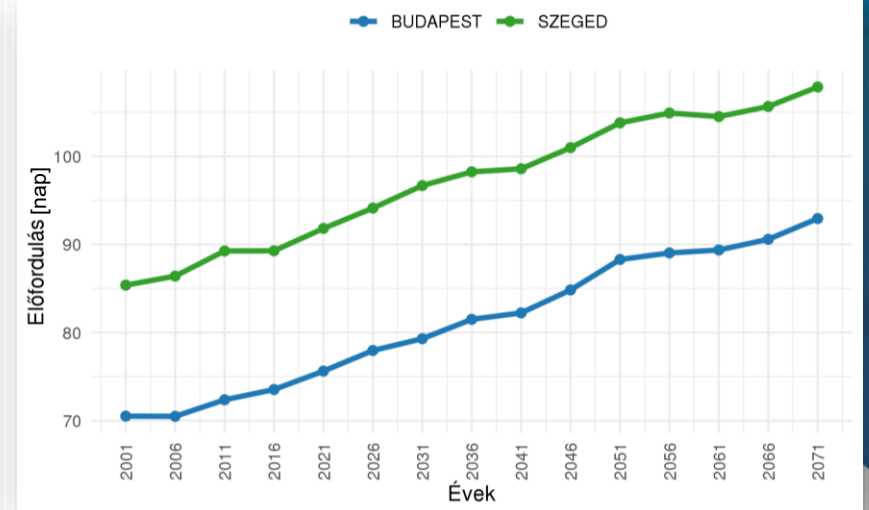
Nyári napok száma = $T_{max} > 25 \text{ °C}$

- Legkisebb értékek: hegység, tó környezete
- Eloszlás viszonylag homogén
- Évszázad vége felé haladva **növekvő** tendencia
- **Budapest:** átlagosan 80-90 nap (2041-2070)
- **Szeged:** átlagosan 90-100 nap (2041-2070)

Nyári napok számának alakulása 2041-2070-es időszak során



Nyári napok számának alakulása



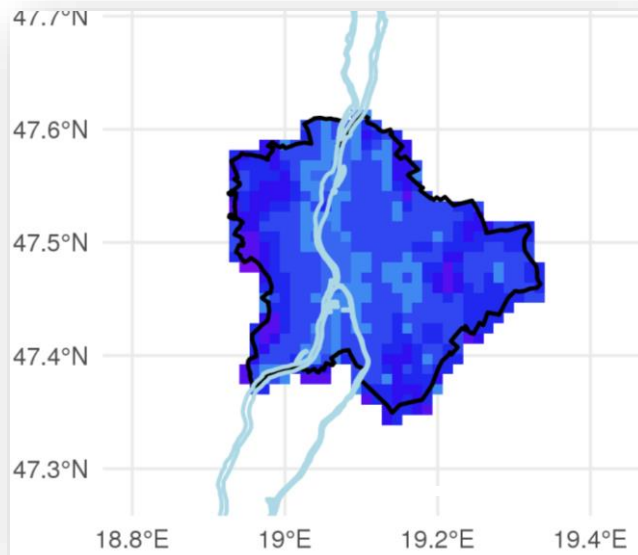
A megjelenített érték a modellszimulációk mediánja.

Jövőbeli éghajlati információk Budapestre és Szegedre

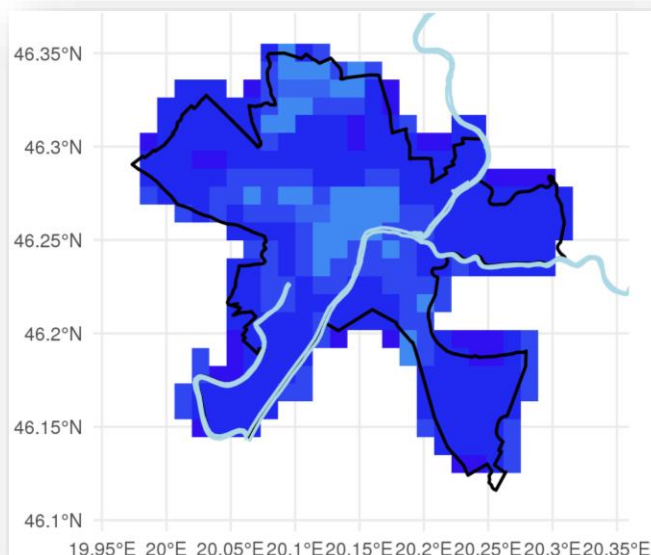
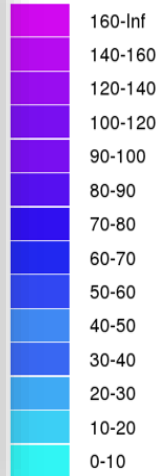
Fagyos napok száma = $T_{min} < 0 \text{ °C}$

- Legkisebb értékek: belvárosi, tó körüli területek
- Mindkét város esetén **csökkenő** tendencia
- **Budapest:** átlagosan 40-75 nap (2041-2070)
- **Szeged:** átlagosan 45-70 nap (2041-2070)

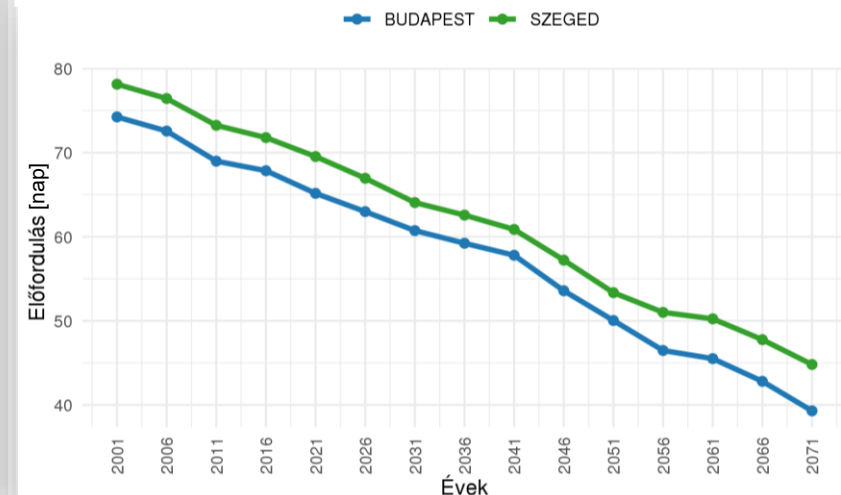
Fagyos napok számának alakulása 2041-2070-es időszakban.



[nap]



Fagyos napok számának alakulása



Érzékenységvizsgálat a hőszigetintenzitás csökkentésére

Érzékenységvizsgálat a hőszigetintenzitás csökkentésére

- **Budapest területén a tetők és utak albedó növelésének hatásai**

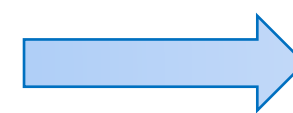
- **Utak: 0,08** (aszfalt) → **0,58** (gránit/beton)
- **Tetők: 0,15** (piros betoncserép) → **0,65** (PVDF-fel bevont fém felület)

Jövőbeli adaptációs lehetőségek vizsgálata

Nagyobb albedó



Több visszavert rövidhullámú sugárzás



Hidegebb felszín

- Modellegyüttes: **SURFEX-REMO** – RCP4.5, RCP8.5
- Időszak: **2046-2055**
- **Referencia: a fenti módosításokon kívül megegyező beállításokkal futtatott szimuláció**

- **Vizsgált változók:**

- 2 m-es hőmérsékletek
- Felszínhőmérsékletek (utak, tetők esetén)
- Éghajlati indexek: trópusi éjszakák, első és másodfokú hőhullámos napok

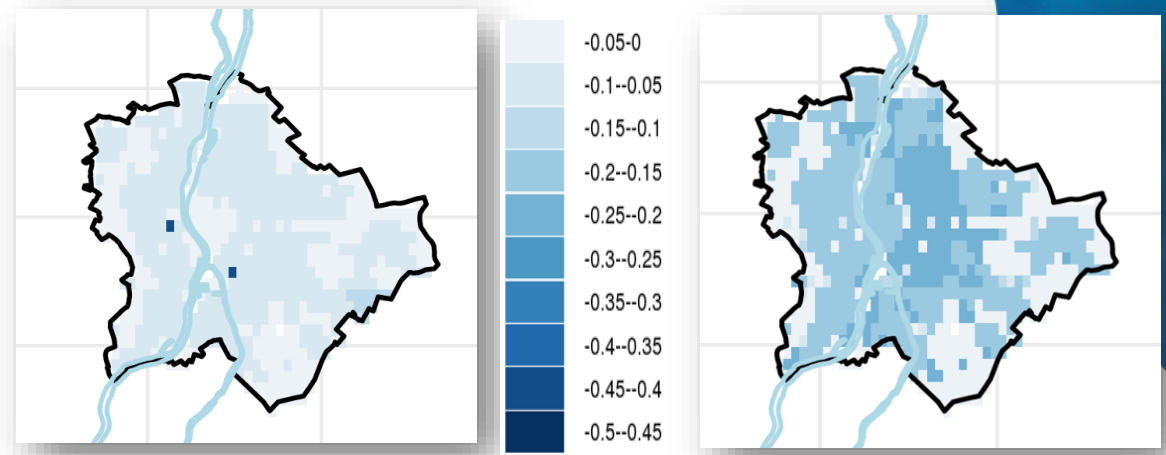
Érzékenységvizsgálat a hőszigetintenzitás csökkentésére

- A **2 m-es hőmérsékletek** esetén a csökkenés kisebb, mint $0,5\text{ °C}$
 - Emiatt az **éghajlati indexekre gyakorolt hatás is minimális**
 - <1 nap
- Éven és napszakon belüli eloszlás
- Elsősorban a nyári hónapokban és nappal van nagyobb hatás
 - **maximum-hőmérsékletek**

Kísérlet – referencia

2 m-es maximum-hőmérséklet az **utak** albedó-növelése esetén

2 m-es maximum-hőmérséklet a **tetők** albedó-növelése esetén



RCP4.5, 2046-2055, AUG

Érzékenységvizsgálat a hőszigetintenzitás csökkentésére

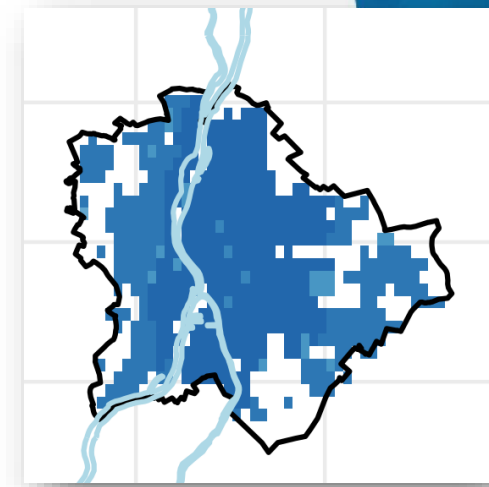
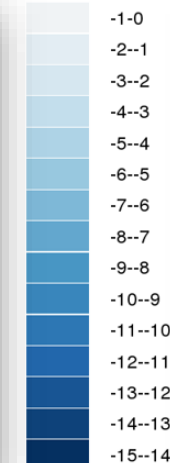
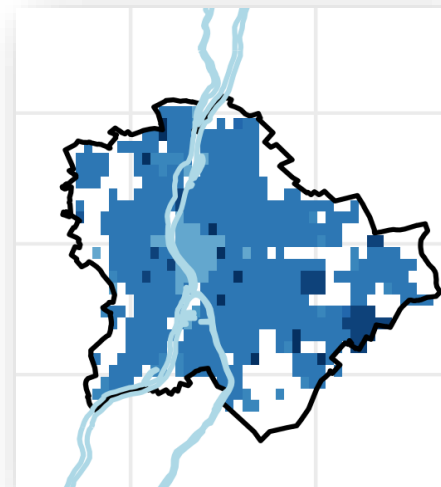
- A **2 m-es hőmérsékletek** esetén a csökkenés kisebb, mint $0,5\text{ °C}$
 - Emiatt az **éghajlati indexekre gyakorolt hatás is minimális**
 - <1 nap
- Éven és napszakon belüli eloszlás
- Elsősorban a nyári hónapokban és nappal van nagyobb hatás
 - **maximum-hőmérsékletek**
- A **felszínhőmérsékletekben nagyobb változás**, mint a 2 m-es hőmérséklet esetén
 - Akár 10 °C -os csökkenés

A felszín burkolatának megváltoztatása jelentősen csökkentheti a felszínek hőterhelését

Kísérlet – referencia

Maximális
úthőmérséklet

Maximális
tetőhőmérséklet

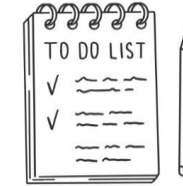


RCP4.5, 2046-2055, AUG

Jövőbeli tervek a SURFEX modellel

Jövőbeli tervek a SURFEX modellel

- SURFEX **verziófrissítés** történt v5.1-ről v9.0-ra
- ECOCLIMAP-I adatbázis frissítése **ECOCLIMAP-SG**-re
→ Tesztelés
- **Validáció + szimulációk készítése a jövőre**



- **LIFE COOL-ZONE** (2025-2030): 7 új magyarországi városra + Nagyváradra készítünk szimulációkat a SURFEX új modellverziójával.



- Városi adaptáció
 - Hőhullámokkal szembeni sérülékenységvizsgálatok
- Partnerek:



ASSOCIATION OF
CLIMATE-FRIENDLY
MUNICIPALITIES



LECHNER
KNOWLEDGE CENTER



MINISTRY OF
PUBLIC ADMINISTRATION AND
REGIONAL DEVELOPMENT



Co-funded by
the European Union



Köszönöm a figyelmet!