

Budapest hőmérsékleti viszonyainak jövőbeli változása a SURFEX modell alapján

Allaga-Zsebeházi Gabriella
(zsebehazi.g@met.hu)

Országos Meteorológiai Szolgálat

KlimAdat hatásvizsgálói konzultációs workshop
2022. február 28.

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Kohéziós Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE



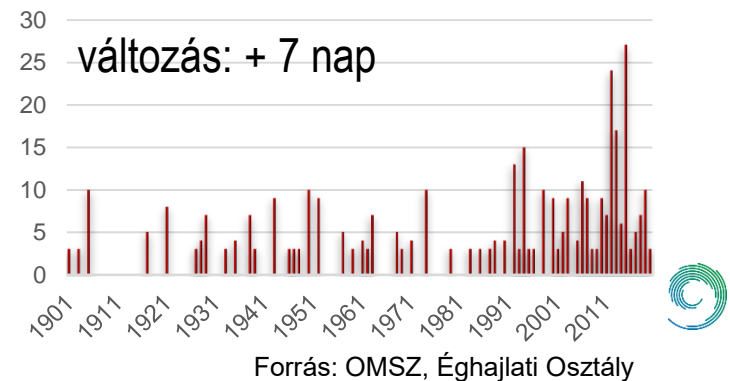
TARTALOM

- Motiváció
- A SURFEX modell és az elvégzett kísérletek
- Eredmények (hőmérséklet, éghajlati indexek, hősziget-intenzitás)
- A SURFEX eredményeinek beépítése a KLIMADAT térinformatikai rendszerbe
- Összefoglalás és fejlesztési tervek

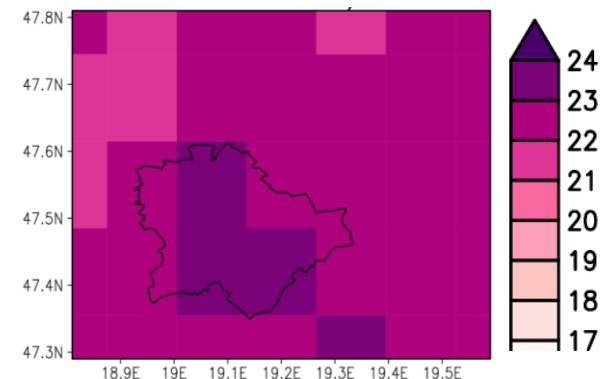
MOTIVÁCIÓ

- A városok és lakóik az éghajlatváltozás fontos hatásviselői
- **A városi szintű felkészülés támogatásához** olyan eszközre van szükség, ami a teljes városra ad részletes, számszerű információt és éghajlati skálán alkalmazható
- A jelenlegi regionális éghajlati modellek a városi éghajlatváltozást nem képesek kellő részletességgel leírni (horizontális felbontásuk: ~ 10 km) → eredményeik finomítása **felszíni modellekkel**

Tartós hőhullámos napok változása Budapesten
($T_{avg} \geq 30 \text{ °C}$ 3 napig), 1901–2020

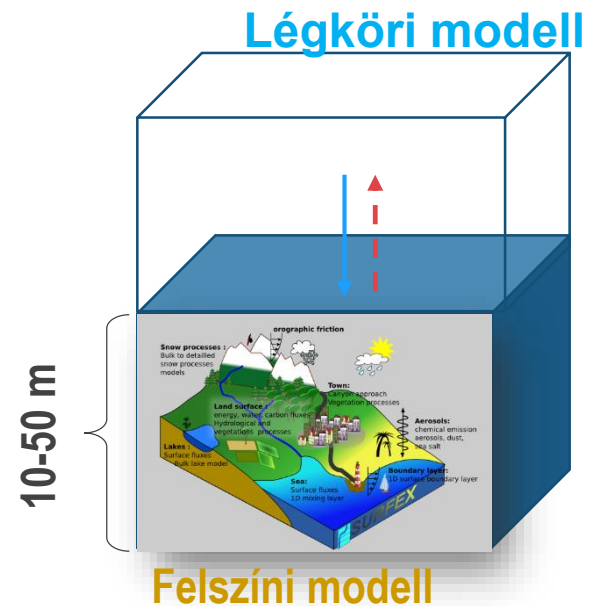


Nyári 2-m hőmérséklet, 1971-2000
ALADIN-Climate



A SURFEX FELSZÍNI MODELL JELLEMZŐI

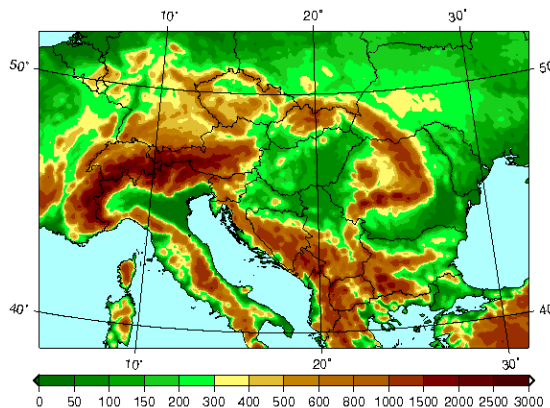
- 1 km-es felbontású modell → 1x1 km rácscellában a jellemző zöldfelület-arány, épületmagasság, utcaszélesség, stb. van megadva
- Elsősorban a városi hőmérsékleti- és szélviszonyokat képes leírni néhány 10 m-es rétegben (csapadékot nem!)
- Légköri információk regionális modellből



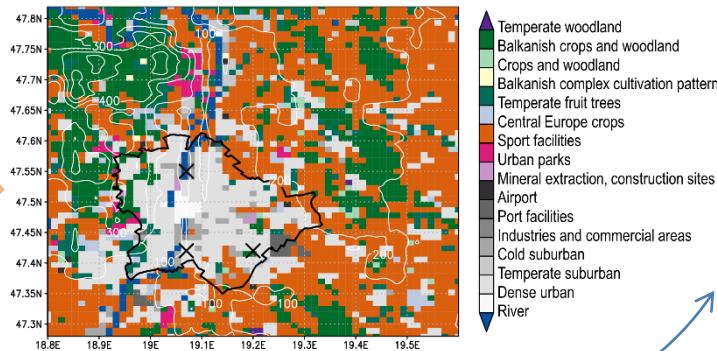
KÍSÉRLETEK

Meghajtó modell	Felbontás	Időszakok	Forgatókönyv
ALADIN_5.2	1 km	1970–2100	RCP8.5, RCP4.5

ALADIN tartomány



SURFEX tartomány és felszínborítási kategóriák

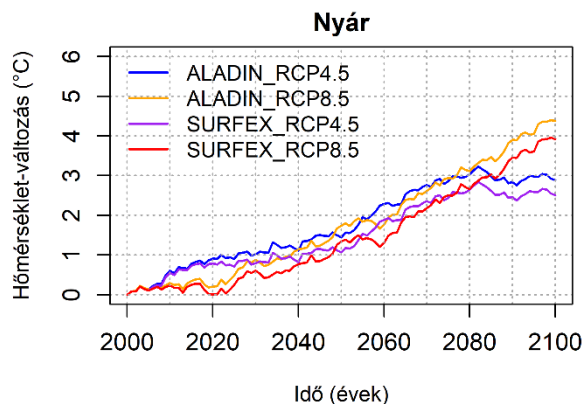


Felszínborítási adatbázis: ECOCLIMAP

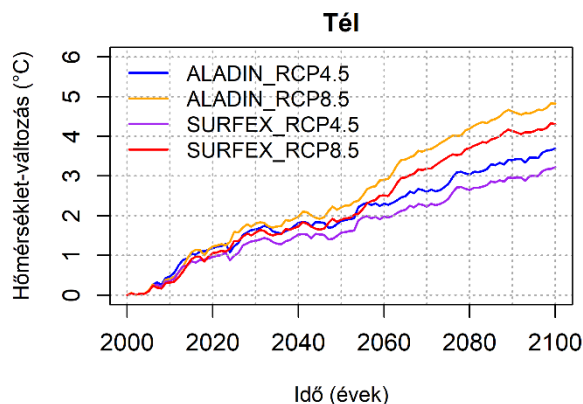
- 1x1 km
- Forrás: műholdas adatok, klímaatlaszok
- ~90-es évek közepi felszíni információk

MENNYIBEN TÉR EL A VÁROSI ÉGHAJLATVÁLTOZÁS A REGIONÁLISTÓL? - ÁTLAGHŐMÉRSÉKLET

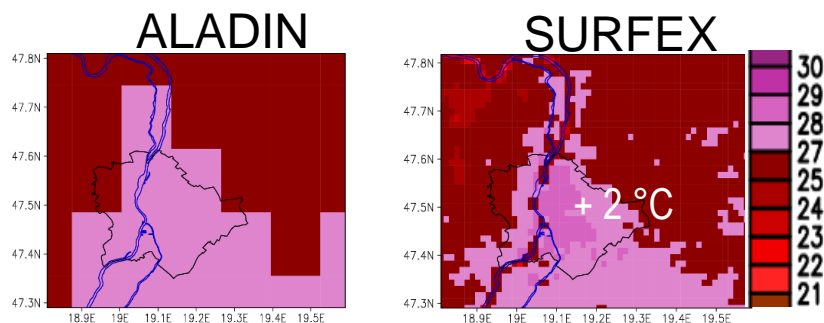
Nyári és téli átlaghőmérséklet-változás az ALADIN és a SURFEX szerint. Referencia: 1971–2000



- A melegedés alakulása mindkét modellben hasonló, de mértéke a SURFEX-ben kisebb, mint az ALADIN-ban
- Legnagyobb hőmérséklet-emelkedés télen (2071–2100-ban 3,2-4,3 °C)



2071–2100 nyár (nyers eredmények)



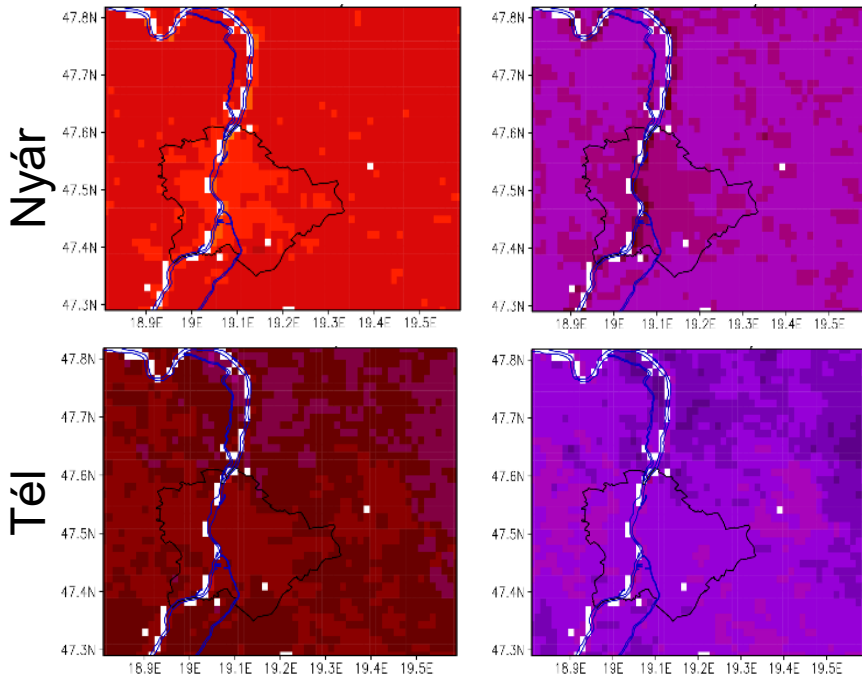
Évek közötti változékonyság 30-éves mozgóátlaggal simítva

A VÁROS ÉS A KÜLTERÜLET FELETTI HŐMÉRSÉKLETI VISZONYOK ALAKULÁSA

Átlaghőmérséklet-változás, 2071–2100

RCP4.5

RCP8.5

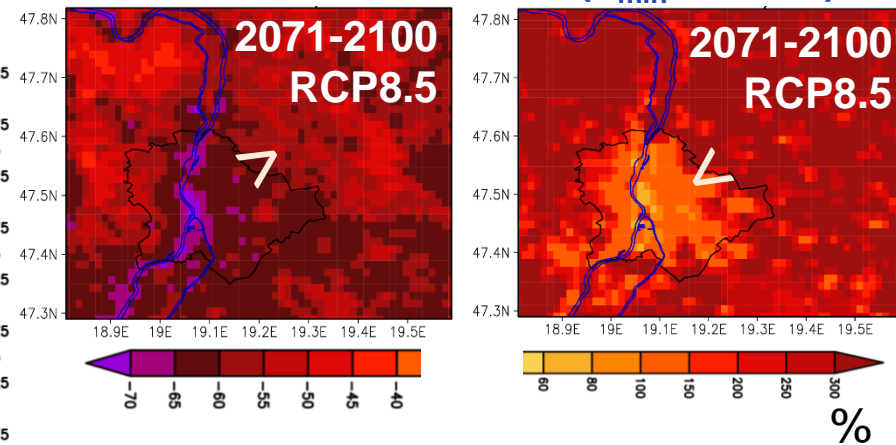


Nyár

Tél

Fagyos napok éves relatív változása ($T_{\min} < 0\text{ °C}$)

Forró éjszakák éves relatív változása ($T_{\min} > 20\text{ °C}$)



Éghajlati indexek relatív változása:

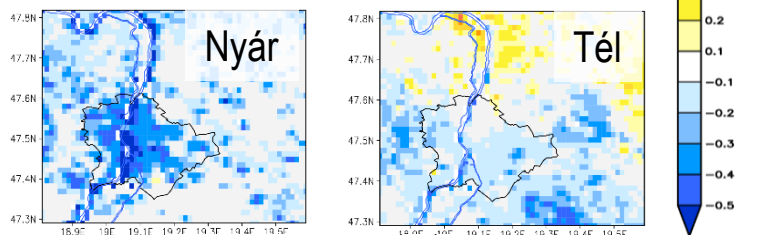
A város és vidék feletti változás relációja az alacsony és magas hőmérsékletű indexekre eltérő

Különösen nyáron a város felett mérsékeltebb melegedés ($\sim 0,25\text{ °C}$ -kal), mint a vidék felett

KÖVETKEZMÉNY: VÁROSI HŐSZIGET INTENZITÁS GYENGÜLÉSE

- Hősziget intenzitás: az egyes rácspontok és a vidéki rácspontok átlagos hőmérsékletének különbsége

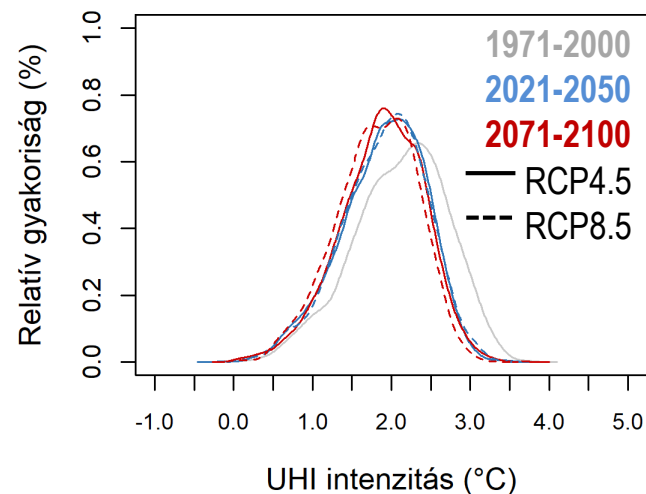
0 UTC idejű UHI változása
2071-2100 (RCP8.5)



$$UHI_i = (T_u)_i - (T_n)_i \quad i : \text{rácspontok}$$

- Éjszakai UHI nyáron egyértelműen csökken a város felett → a város és a vidék közötti hőmérséklet-különbség csökken
- Némileg gyengébb csökkenés az optimista forgatókönyv esetén

Napi 0 UTC UHI értékek
eloszlásának változása nyáron



Az intenzívebb (> 2,5 °C) UHI értékek gyakorisága csökken, a gyengébb, átlagos értékek (1-2,5 °C) javára

AZ EREDMÉNYEK UTÓFELDOLGOZÁSA A VÁROSI PROJEKCIÓK ÉRTELMEZÉSÉHEZ

- A SURFEX eredményeinek megfelelő értelmezéséhez és felhasználásához a modelleredményeket utófeldolgozzuk
- Utófeldolgozás: változásértékek helyett a múltbeli mért átlag és a jövőbeli modellezett várható értékek bemutatása
- A jövőre vonatkozó modelleredmények hibáit ki kell szűrni → mérések felhasználásával
- Km-es felbontású, a városi éghajlatot megfelelően megjelenítő rácsponti referencia-adatsorral egyelőre nem rendelkezünk.

JÖVŐBELI VÁROSI ÉGHAJLATI JELLEMZŐK ELŐÁLLÍTÁSA

- Megoldás: ALADIN eredményeket hibakorrigáljuk a HuClim-hez (10 km-es információ) + hozzáadjuk a SURFEX „városi jelét” (1 km-es információ)
 - Átlaghőmérsékletre (30-éves átlagos éves, évszakos, havi):

$$\bar{T}_{corr} = \underbrace{(\bar{T}_{RCM,f} - \bar{T}_{RCM,p}) + \bar{T}_{obs,p}}_{\text{ALADIN korrekciója}} + \underbrace{UHI_f}_{\text{SURFEX városi jel}}$$

Referencia: 1971–2000

- Éghajlati indexekre: átlagos napi hőmérsékleti értékek korigálása a fenti módszer szerint = adott 30-éves időszakot jellemző napi hőmérsékleti átlagok (365 adat) → éghajlati index számítása
- Múltbeli időszakra a HuClim 10 km-es hőmérséklet-értékeihez adjuk az adott időszakra modellezett UHI-t

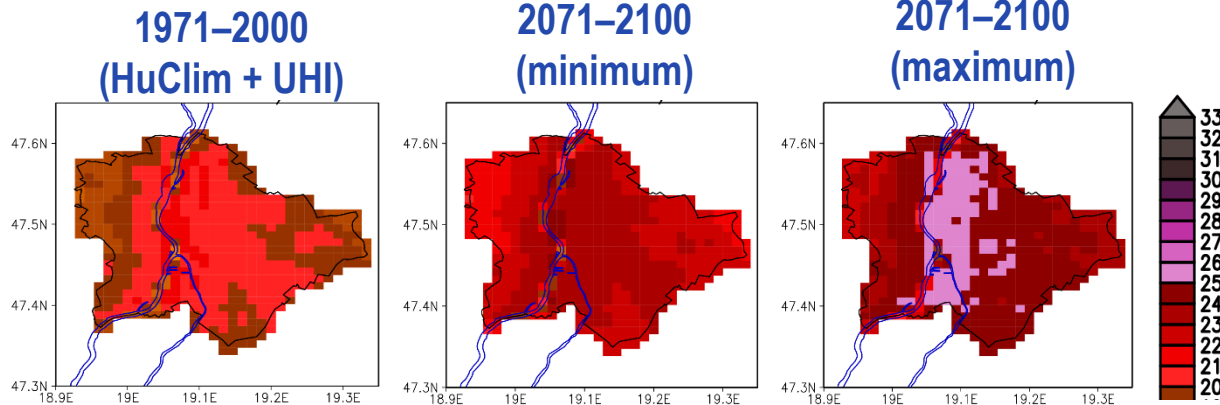
AZ EREDMÉNYEK BEÉPÍTÉSE A KLIMADAT RENDSZERBE

Két városi éghajlati projekció eltérő forgatókönyvekkel → az emberi tevékenység bizonytalan alakulásának megjelenítése

Múltbeli időszak (1971-2000, 1981-2010, 1991-2020): HuClim + SURFEX által szimulált városi jel

Jövőbeli időszak (2000-2030, ... 2071-2100): a két modellszimuláció alapján az éghajlati változó jövőbeli várható értékének minimuma és maximuma

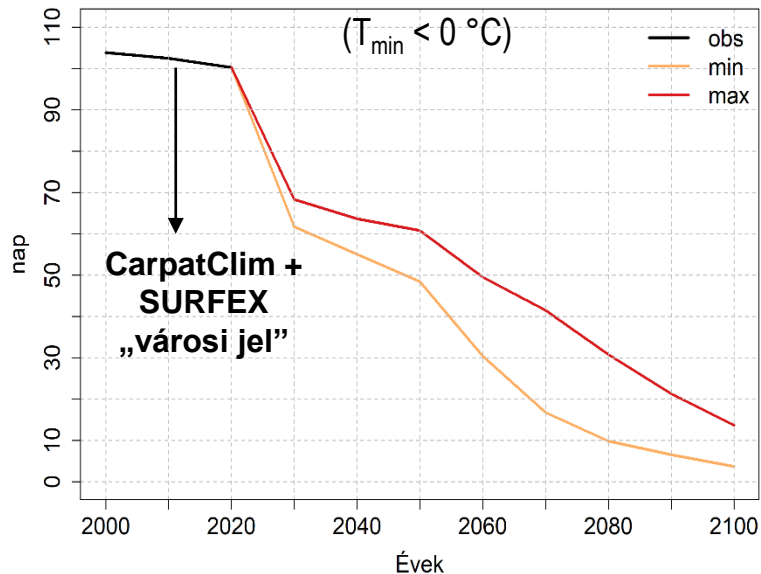
Nyári átlaghőmérséklet (°C)



AZ EREDMÉNYEK BEÉPÍTÉSE A KLIMADAT RENDSZERBE – ÉGHAJLATI INDIKÁTOROK

A fagyos napok és a másodfokú hőhullámos napok alakulása a 2000–2100 időszakon Budapesten

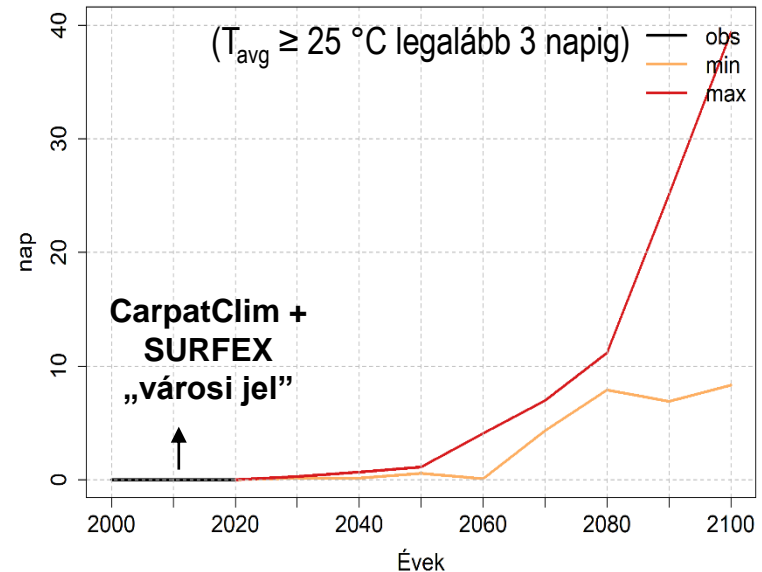
Fagyos napok száma



Évek közötti változékonyság 30-éves mozgóátlaggal simítva

- 2021-2050-re: 40-50%-os csökkenés
- 2071-2100: legfeljebb két hétnyi nap

Másodfokú hőhullámos napok száma



- Nagymértékű növekedés az évszázad végére
- Jelentős különbség a két szimuláció között

ÖSSZEFOGLALÁS

- A regionális éghajlati modellek nem alkalmasak a városi éghajlatváltozás részleteinek leírására → az eredmények finomítása szükséges
- Városi éghajlati modellezés a SURFEX felszíni modellel: két szimuláció két antropogén forgatókönyv figyelembe vételével. Légköri jellemzők az ALADIN klímamodell eredményeiből
- Eredmények:
 - a város felett kisebb nyári átlaghőmérséklet-emelkedés, mint a vidék felett, de az alacsony hőmérsékleti események (pl. fagyos napok) jobban változnak
 - A városi hősziget-intenzitás nyáron kismértékben gyengül (a nagy intenzitásértékek ritkábbá válnak)

FEJLESZTÉSI TERVEK

- A két szimulációból álló modellegyüttes csak a forgatókönyvekből származó bizonytalanságot jeleníti meg → cél a REMO modell eredményeinek leskálázása a SURFEX-szel városi területekre
- Finomskálájú, rácsponti megfigyelési adatbázis előállítása → pontosabb múltbeli városi éghajlati jellemzők és referencia-adatbázis a modelleredmények korrekciójához

Köszönöm szépen a figyelmet!