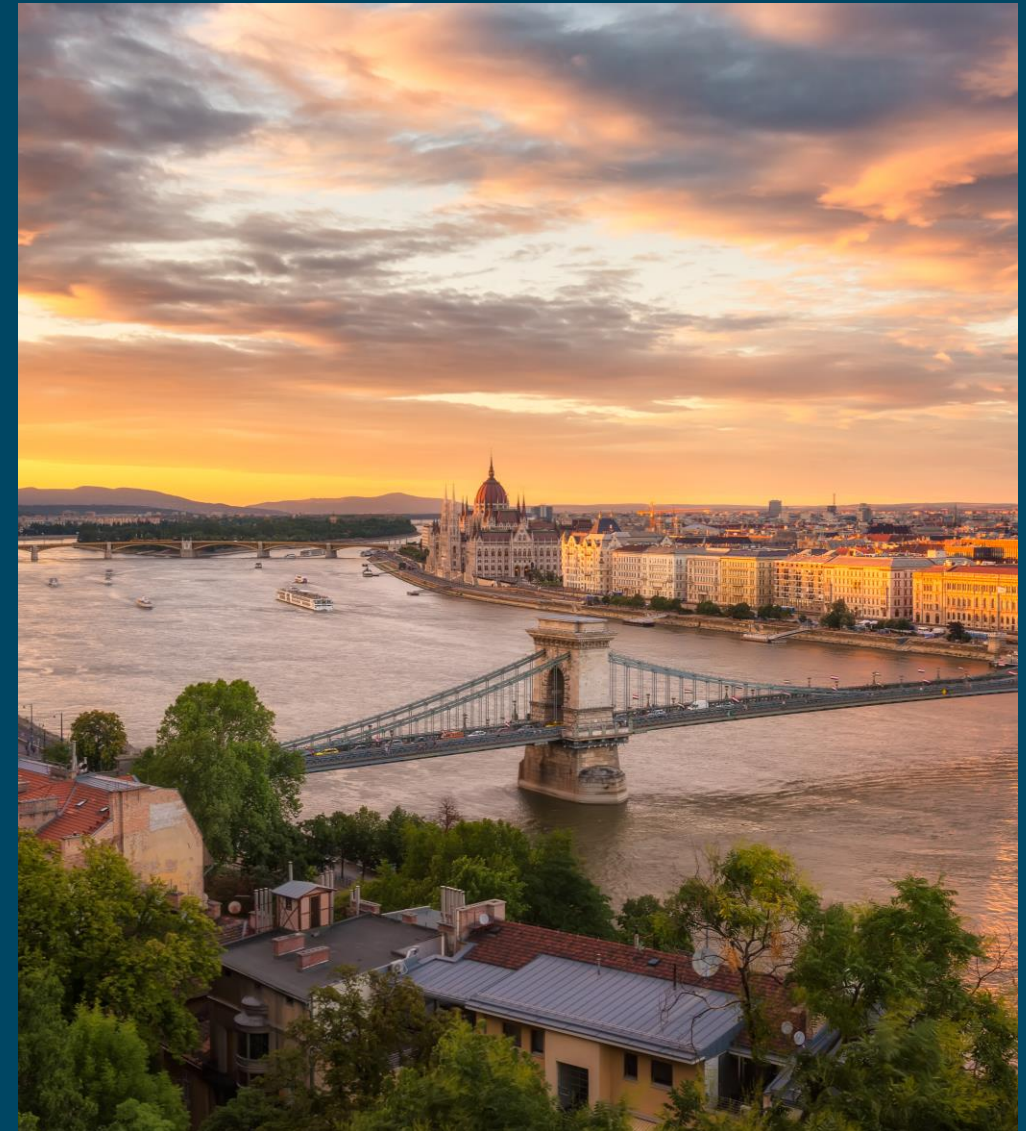




A MAGYAR
TUDOMÁNY
ÜNNEPE

MTA

Éghajlatváltozással kapcsolatos hatásvizsgálatok támogatása és városi alkalmazkodási lehetőségek felmérése



Schuchné Bán Beatrix, Duics-Korosecz Lilla, Megyeri-Korotaj Otília, Bordi Sára és Szépszó Gabriella

HungaroMet, Klimatológiai és Kutatásfejlesztési Igazgatóság

Bevezetés

- A jövőben várható **éghajlati változások feltérképezése** elengedhetetlen része a megfelelő **alkalmazkodási és mitigációs stratégiák** megalkotásának
- A változások az **éghajlati modellezés** eszköztárával vizsgálhatók, melyek eredményei **számszerű információkkal** szolgálnak
- Milyen modelleredmények érhetők el a HungaroMet-nél?
Milyen vizsgálatokban, projektekben veszünk részt?
Hogyan segítjük a felhasználókat?

Rendelkezésre álló modellkísérletek, adatbázisok



Regionális éghajlati szimulációk

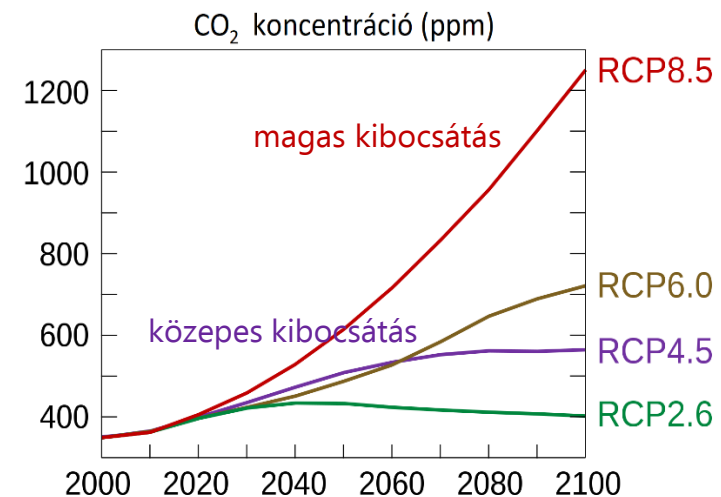
2 modell és 2 forgatókönyv → 4 szimuláció

Modell	Felbontás	Időszak	Forgatókönyv
REMO2015	10 km	1951–2100	RCP4.5, RCP8.5
ALADIN5.2	10 km	1951–2100	RCP4.5, RCP8.5

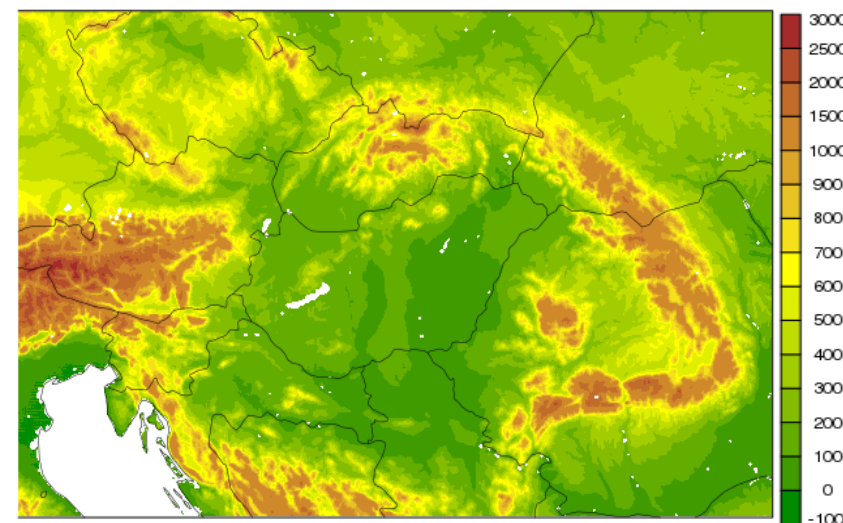
További vizsgálatok európai modelleredmények felhasználásával

+ új éghajlati modell **Harmonie-Climate (HCLIM)** adaptálása

- km-es skála
- nem-hidrosztatikus
- mélykonvekciót expliciten, nem parametrizációval írja le
- jobban reprezentálja a lokális, szélsőséges csapadékmennyiséget



2,5 km-es horizontális felbontás



Európai modelleredmények használata



Regionális Modellezési Program: **CORDEX** (Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment)

- Jelenleg egy **6 tagú modellegyüttesből** végezzük a szolgáltatási feladatokat
- napi felbontás, órás csapadékintenzitás napi maximuma elérhető

- Szelekció frissítése**
- Cél: a lehető legjobb minőségű jövőbeli éghajlati adatok szolgáltatása felhasználóink számára
- 9 tag kiválasztása** és validáció megtörtént → jövőbeli eredmények elemzése folyamatban



	HadGEM2-ES	EC-EARTH
CCLM-4-8-17	x	x
RACMO22E	x	x
RCA4	x	x

x 2 RCP scenárió (RCP4.5, RCP8.5)

	CNRM-CM5	EC-EARTH	HadGEM2-ES	MPI-ESM-LR	NorESM1-M
CCLM-4-8-17		x			
HIRHAM5		x			
RACMO22E	x	x			
RCA4		x		x	
REMO2009				x	
REMO2015			x		x

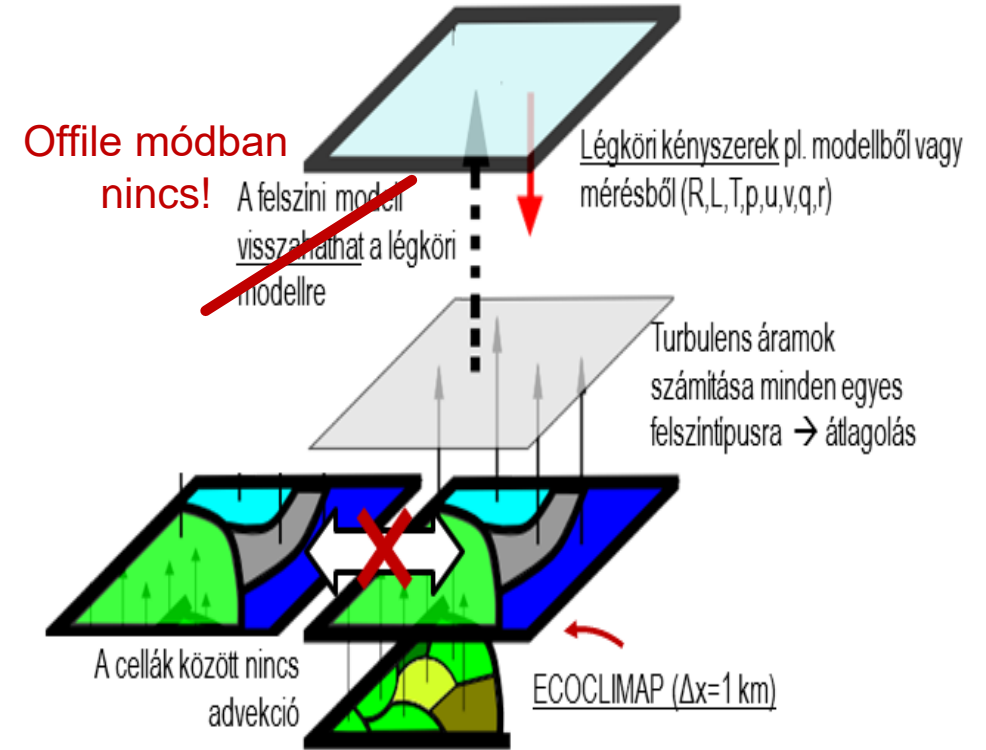
x 3 RCP scenárió (RCP2.6, RCP4.5 és RCP8.5)

Városi hatások modellezése

1 modell és 2 forgatókönyv → 2 szimuláció

Meghajtó légköri modell	Modell	Felbontás	Időszak	Forgatókönyv	Terület
ALADIN5.2	SURFEX v5.1	1 km	1971–2100	RCP4.5, RCP8.5	Budapest, (Szeged)

- Regionális eredmények finomítása **SURFEX** (Surface Externalisée) felszíni modellel, offline módban
- Felszín-légkör kölcsönhatások, energia-kicserélődés leírása
- A rácscellákban **4 felszín típus** (tó, tenger, növényzet, város), mindre **külön séma számol**
- Felszínborítási adatbázis: **ECOCLIMAP I**; városi séma: **TEB** (Town Energy Balance); természet: **ISBA** (Interaction Sol-Biosphère-Atmosphère); vertikális profil: **SBL** (Surface Boundary Layer) séma
- Hőmérsékleti- és szélviszonyokat leír, de csapadékot nem



Masson et al., 2013 nyomán

KLIMADAT adatbázis



- Regionális (Magyarországra, vármegye, járás) és városi (Budapestre, kerület) léptékű, méréseken és modelleredményeken alapuló **éghajlati adatbázis és megjelenítő rendszer**
 - Publikusan elérhető honlap: <https://klimadat.met.hu>
 - 4 regionális és 2 városi modellszimuláció
 - 1971–2100 → 10 évenként léptetett 30-éves időszakok
 - **Folyamatos bővítés, fejlesztés:**
 - REMO2015 leskálázása: 2 helyett 4 városi szimuláció Budapestre; 4 szimuláció Szegedre
 - Új éghajlati indexek, további meteorológiai változók bevonása
 - Időszak léptetésének finomítása (5-évenként)
 - Euro-CORDEX adatbázisból származó modellszimulációink beépítése
- + beadott projekt kapcsán: városi szimulációk előállítása több településre



Hatásvizsgálatok



Budapest éghajlatváltozással szembeni kitettségének vizsgálata



VárosiEső LIFE Projekt
<https://varosieso.hu>

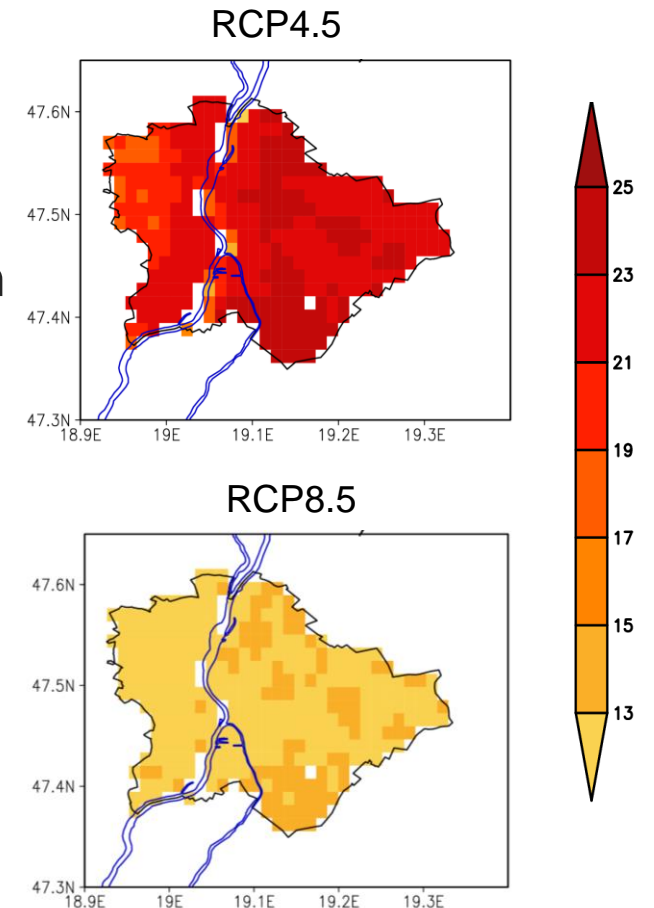
- modelleredmények napi adatain alapuló **éghajlati indikátorok segítségével**
- **2031–2060** időszakra
- 30-éves átlagos jövőbeli **éves változásértékek** megadásával
- Referencia: **1971–2000** időszak

Változó	Definíció	Felhasznált szimulációk
Elsőfokú hőségriadós nap	A napi középhőmérséklet eléri a 25 °C-ot	2 városi (SURFEX)
Másodfokú hőségriadós napok	A napi átlaghőmérséklet legalább 3 napig eléri a 27 °C-ot	
Trópusi éjszaka	A napi minimumhőmérséklet meghaladja a 20 °C-ot	
Viharos nap	A napi maximális szélesség eléri a napi maximális szélesség 1971–2000 időszakra számított 90. percentiliséét	
Egymást követő száraz napok maximális száma	Az a leghosszabb időszak, amíg a napi csapadékösszeg 1 mm alatti	4 regionális (ALADIN-Climete, REMO)
Nagy csapadékú nap	A napi csapadékösszeg 10 mm feletti	
Extrém nagy csapadékú nap	A napi csapadékösszeg 20 mm feletti	

Városi szimulációk

- Hőmérsékleti indikátorok: emelkedés mindkét scenárióban, RCP4.5 alapján nagyobb mértékű
- **Első- és másodfokú hőségriadós napok:**
 - 12/10–24 és 7–14 napos növekedés
 - legnagyobb mértékben: pesti oldalon, legkisebb: Budai-hegyekben
- **Trópusi éjszakák száma:**
 - 12–26 napos növekedés
 - 5. kerületi városrészben kevésbé emelkedik a város többi, alacsonyan fekvő részéhez képest
 - DE a legmelegebb továbbra is a belváros
- **Viharos napok éves száma:**
 - 3–13 napos növekedés (hasonló a két scenárió)
 - legnagyobb mértékben: dél-budapesti és keleti kerületekben

Elsőfokú hőségriadós napok számának változása (nap)



Városi hőtübblet mérséklésére irányuló lehetőségek

- együttműködés a 12. kerületi önkormányzattal és a főváros több szervével
- stratégiák felmérése
- SURFEX érzékenységvizsgálatok Budapestre

Szürke infrastruktúra

Albedó
növelése a
tetőkön és az
utakon

Zöld infrastruktúra

Zöldterület
arányának és
összetételének
megváltoztatása

Kék infrastruktúra

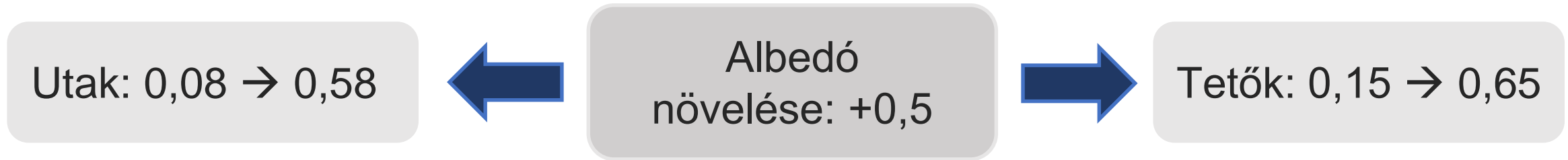
Öntözés és
locsolás napon
belüli optimális
időpontjának
meghatározása



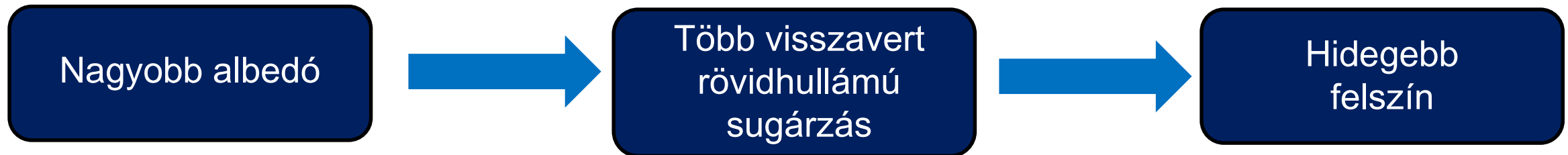
VárosiEső LIFE
Projekt

<https://varosieso.hu>

Albedó növelése a tetőkön és az utakon



- Időszak: 2046-2055
- Város: Budapest
- Referencia: a fenti módosításokon kívül megegyező beállításokkal futtatott szimuláció



Albedó növelése a tetőkön és az utakon

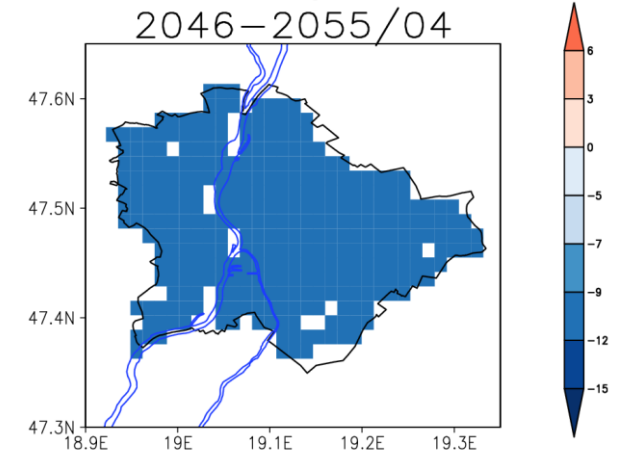
- Elsősorban a nyári hónapokban és nappal van nagyobb hatás
- A felületi hőmérsékletekben nagyobb változás, mint a 2 m-es hőmérséklet esetén
- A felületi maximum-hőmérséklet: évszakfüggő, hogy a tetők vagy az utak albedójának növelése okoz nagyobb hatást

Szept.-ápr.: tetők $\leftarrow \rightarrow$ máj.-aug. utak

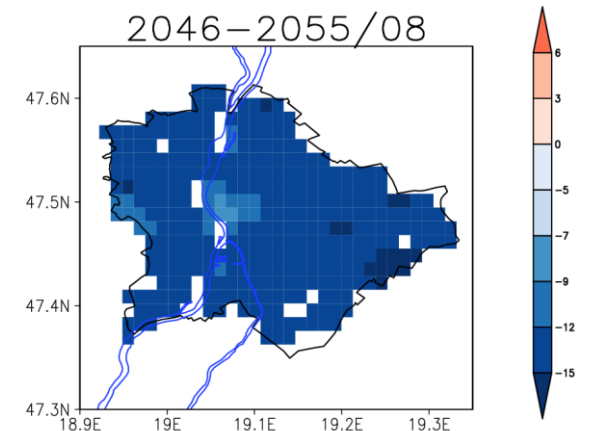
Nyári hónapokban akár +10°C-os csökkenés

Kísérlet – referencia

Tetők maximális felszíni hőmérséklete

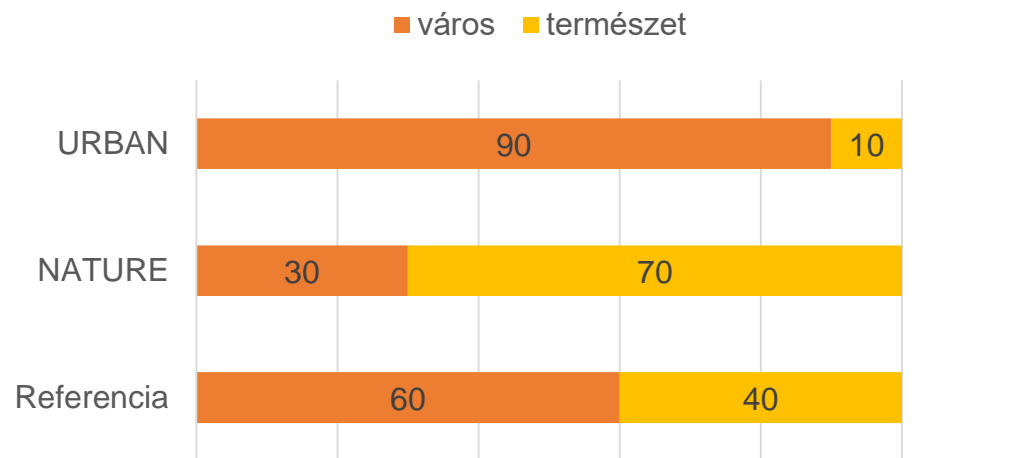


Utak maximális felszíni hőmérséklete



Zöldterület arányának és összetételének megváltoztatása

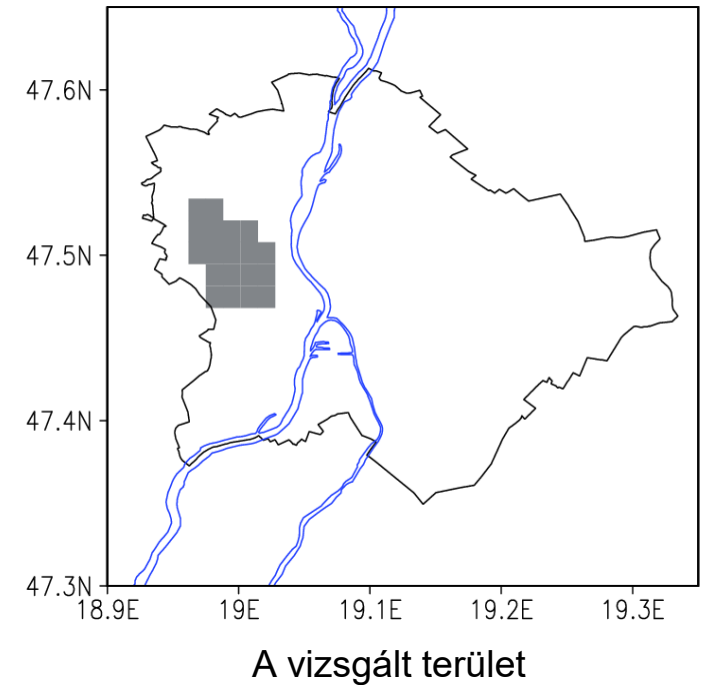
- Vizsgált terület: Budapest XII. kerület
- Arányok módosítása:



100% parkos

100% fás

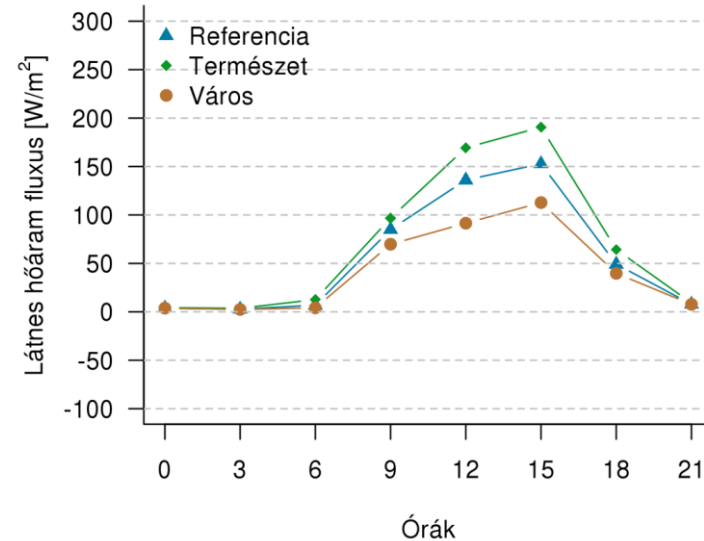
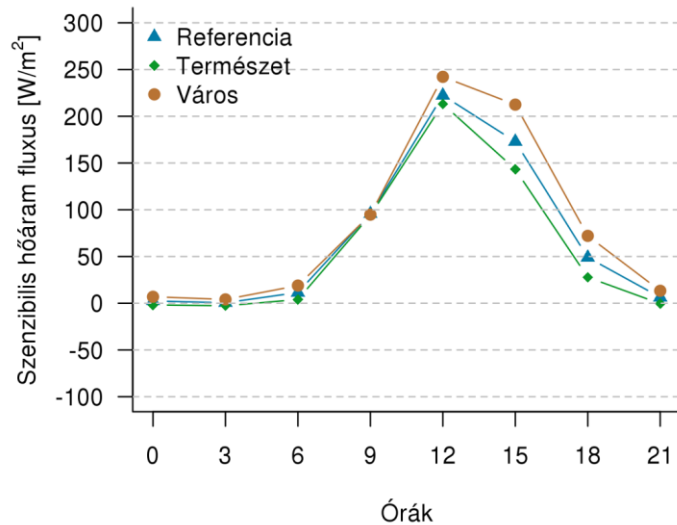
50-50% fás/parkos



- Időszak: 2045. április-október

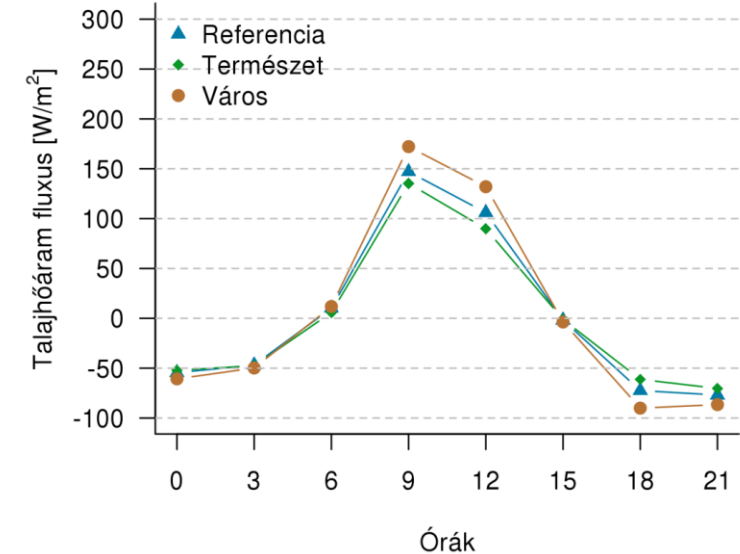
NATURE

- A hőmérsékleti értékek csökkentek
- Legnagyobb hatás: minimum-hőmérséklet → trópusi éjszakák száma 4 nappal csökkent
- SZH: csökkent/LH: nőtt
- Talajhőáram fluxus: csökkent



URBAN

- A hőmérsékleti értékek nőttek
- Legnagyobb hatás: minimum-hőmérséklet → trópusi éjszakák száma 7-8 nappal nőtt
- SZH: nőtt/LH: csökkent
- Talajhőáram fluxus: nőtt



Öntözés és locsolás napon belüli optimális időpontjának meghatározása

- Vizsgált terület: Budapest
- Időszak:
 - (1) 2045.08.18.-2045.08.21. → meleg ($T_{\text{átlag}}=24,5$ °C)
 - (2) 2045.08.01.-2045.08.04. → mérsékelten meleg ($T_{\text{átlag}}=22,9$ °C)
- Minden időszakra 8 kísérlet: a locsolás és az öntözés 3 óránként – 3 óra alatt 1 mm víz kilocsolása történt meg
 - Nappali locsolás/öntözés: 6, 9, 12 és 15 UTC
 - Éjszakai locsolás/öntözés: 0, 3, 18 és 21 UTC

Öntözés és locsolás napon belüli optimális időpontjának meghatározása

Nappali → közvetlen, nagymértékű felszíni és kisebb 2 m-es hőmérséklet-csökkentő hatása van, amely nem marad fenn hosszútávon

Éjszakai → elnyújtott hatás, intenzitása kisebb

- Legnagyobb csökkenés: a minimum és a maximum értékek beállta előtt
- Napi átlagos értékek csökkenésére nincs hatása a napon belüli időpontnak

Felhasználóknak szóló rendezvények: workshop újságíróknak



Az éghajlatváltozás kommunikációjának nyomában

- Kampánysorozat első, nyári állomása → a klímaváltozással foglalkozó hírek száma ekkor dönt rekordokat, ekkor érezzük a legerősebb hatást
- Cél: az újságírók támogatása az éghajlatváltozás hiteles és modern kommunikációjában
- Résztvevők: hazai online hírportálok, egyéb médiumok és kutatóintézetek (pl. Magyar Hang, HVG, Telex, HUN-REN, stb.)
- Előadások, kérdések és válaszok, kiscsoportos beszélgetések



Mezőgazdaság és vízgazdálkodás

Egészség és turizmus

Energia és mobilitás

- Összefoglaló a workshopról:
www.met.hu/klmainfo

- Folytatása következik: télen és tavasszal





A MAGYAR
TUDOMÁNY
ÜNNEPE

MTA

Köszönöm
a figyelmet!

2024. november 15.

MTA

