

Új klímamodell-szimulációk és megoldások a hatásvizsgálatok támogatására

Zsebeházi Gabriella
Országos Meteorológiai Szolgálat

KlimAdat hatásvizsgálói workshop
2018. december 7.



HUNGARIAN
GOVERNMENT

SZÉCHENYI 2020



European Union
Cohesion Fund



INVESTING IN YOUR FUTURE

TARTALOM

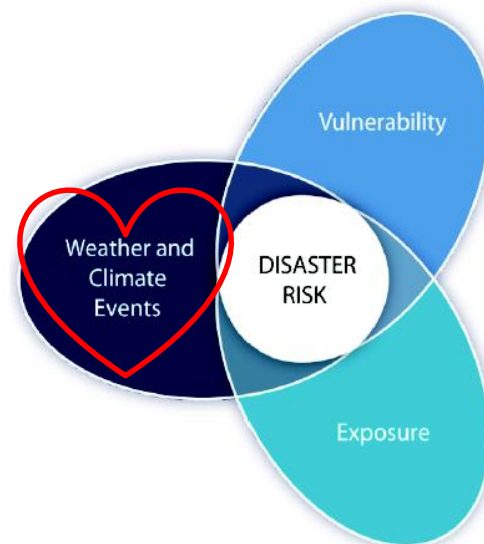
1. Klímamodellezés és bizonytalanságok
2. Modellfejlesztések, új eredmények
3. A modelleredmények finomításának eszközei
4. Összefoglalás

ALKALMAZKODÁS AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁSHOZ

Melyek a jelenlegi és a jövőbeli **éghajlatváltozás** regionális részletei?

Hogyan érinti az éghajlatváltozás a különböző **ágazatokat**? (pl. mezőgazdaság, egészségügy stb.)

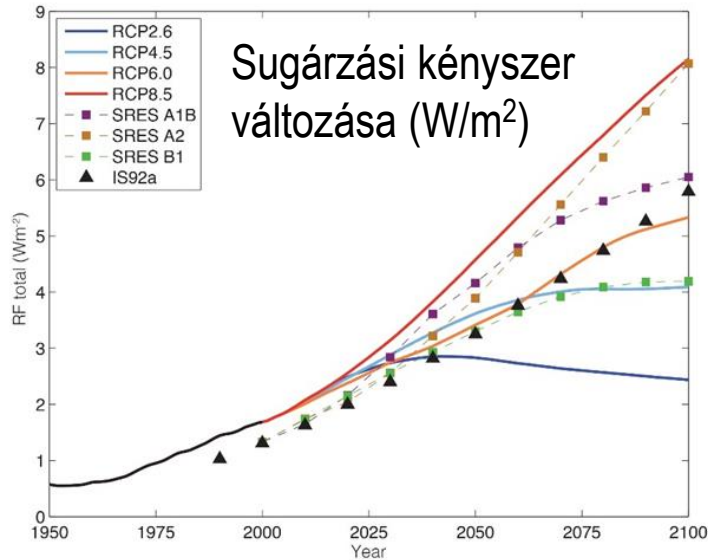
Milyen **döntésekre** van szükség, hogy minimalizáljuk az éghajlatváltozás káros hatásait?



Éghajlati szolgáltatások

Jó minőségű, hozzáférhető, könnyen értelmezhető információ az éghajlatváltozásról és hatásairól

KLÍMAMODELLEZÉS

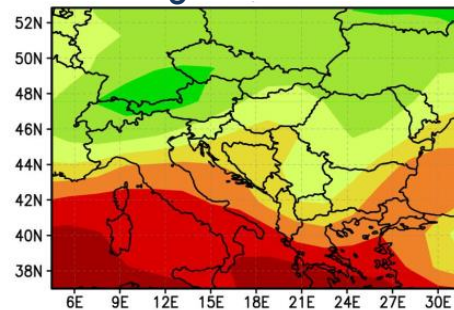


- Kérdés: *Hogyan reagál az éghajlat egy megváltozott kényszerre?*
- Kényszer: üvegházhatású gázok növekvő kibocsátása → növekvő sugárzási kényszer

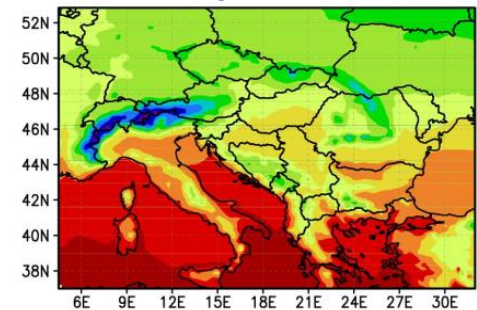
- Globális modellek a nagyskálájú változások leírására
- Regionális modellek a helyi részletek megismerésére

Átlaghőmérséklet [$^{\circ}\text{C}$], 1961–1990

globális



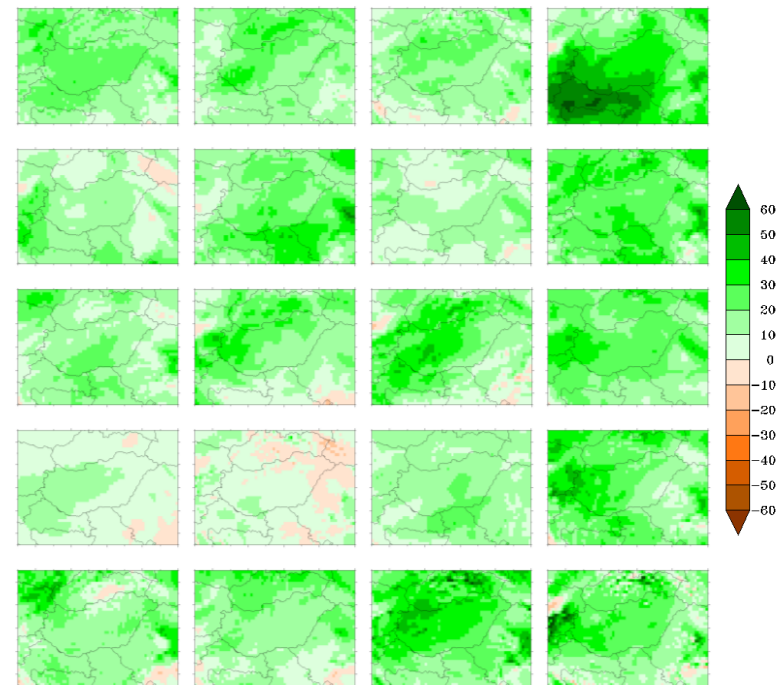
regionális



BIZONYTALANSÁGOK FORRÁSA ÉS FIGYELEMBE VÉTELE

- Éghajlati modellezés bizonytalanságai
 - Éghajlat természetes változékonysága
 - Modellek közötti különbségek
 - Emberi tevékenység bizonytalan jövőbeli alakulása
- Számszerűsítésük: különböző modellekkel és forgatókönyvekkel végzett szimulációk
- Valószínűségi információ a változások irányáról és nagyságáról

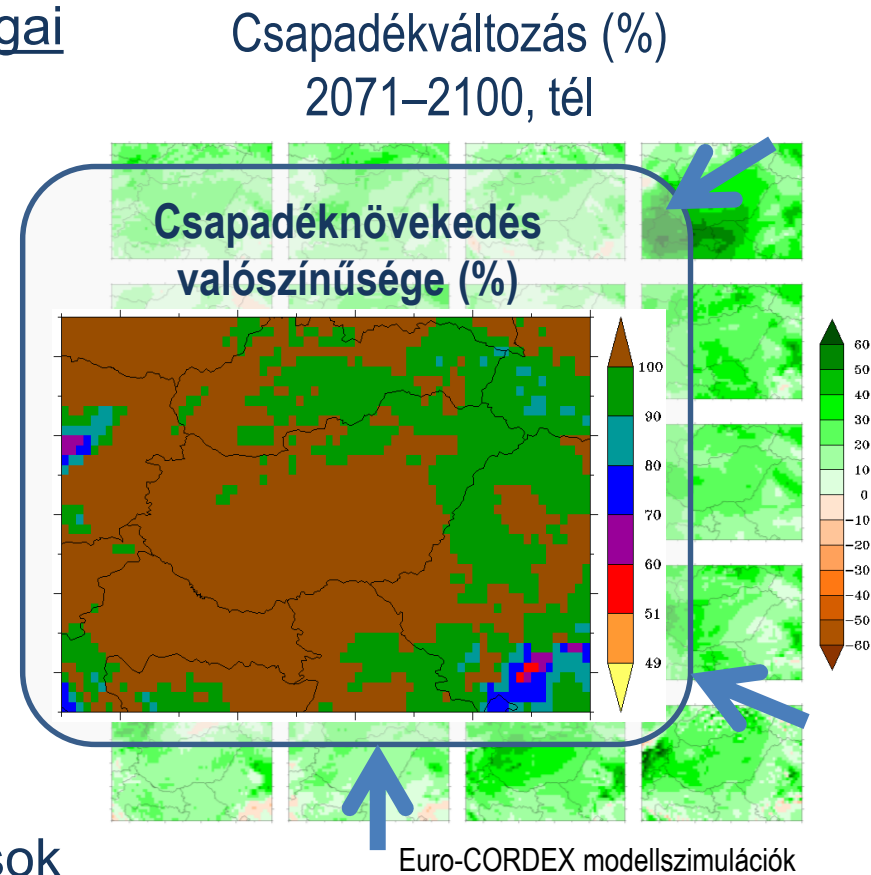
Csapadékváltozás (%)
2071–2100, tél



Euro-CORDEX modellszimulációk

BIZONYTALANSÁGOK FORRÁSA ÉS FIGYELEMBE VÉTELE

- Éghajlati modellezés bizonytalanságai
 - Éghajlat természetes változékonysága
 - Modellek közötti különbségek
 - Emberi tevékenység bizonytalan jövőbeli alakulása
- Számszerűsítésük: különböző modellekkel és forgatókönyvekkel végzett szimulációk
- Valószínűségi információ a változások irányáról és nagyságáról

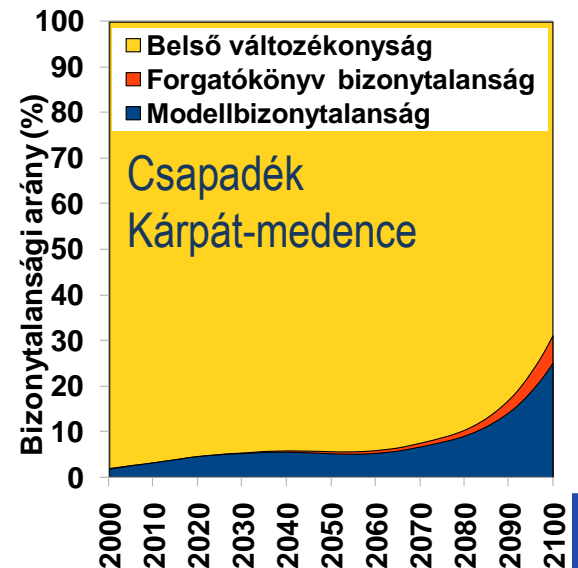
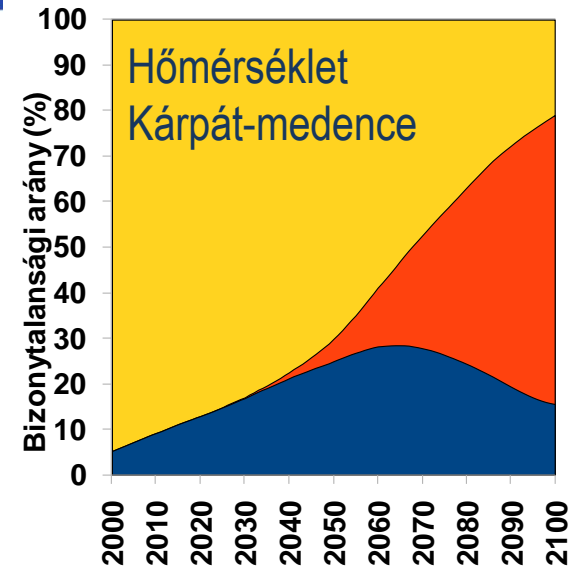


BIZONYTALANSÁGOK FORRÁSA ÉS FIGYELEMBE VÉTELE

– Éghajlati modellezés bizonytalanságai

- Éghajlat természetes változékonysága
- Modellek közötti különbségek
- Emberi tevékenység bizonytalan jövőbeli alakulása

- Az egyes bizonytalansági források hozzájárulása a teljes bizonytalansághoz különböző időszakon és változót tekintve eltérő
- A modellszimulációk kiválasztása körültekintő, feladatra szabott vizsgálatot és szakértelmet igényel



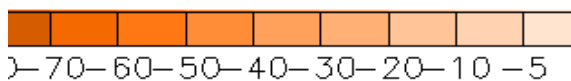
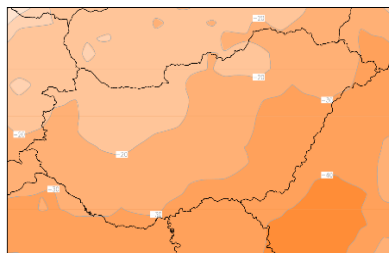
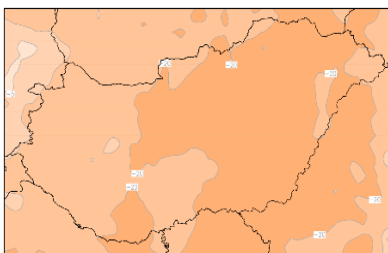
„MODELLSZIMULÁCIÓ-CSALÁDOK”

- Az SRES scenáriók és az ENSEMBLES-projekt
- OMSZ modelleredményei

Csapadék-változás (%)
2071–2100, nyár

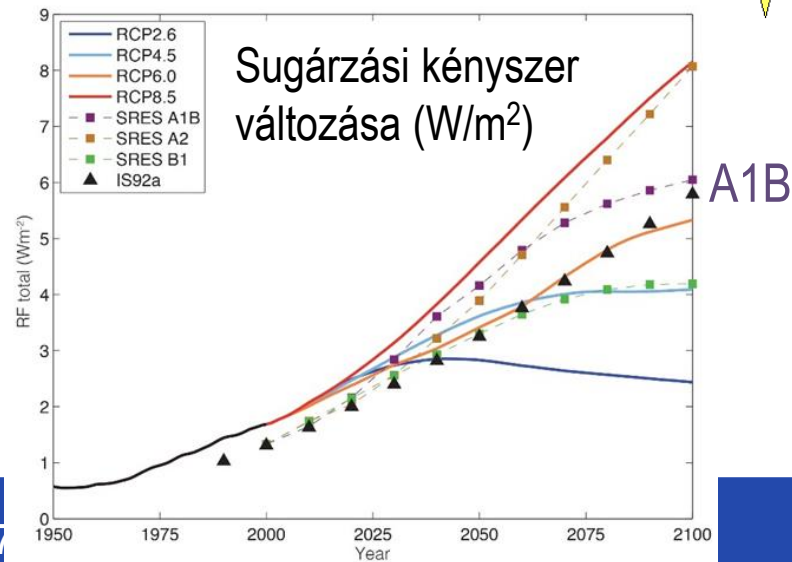
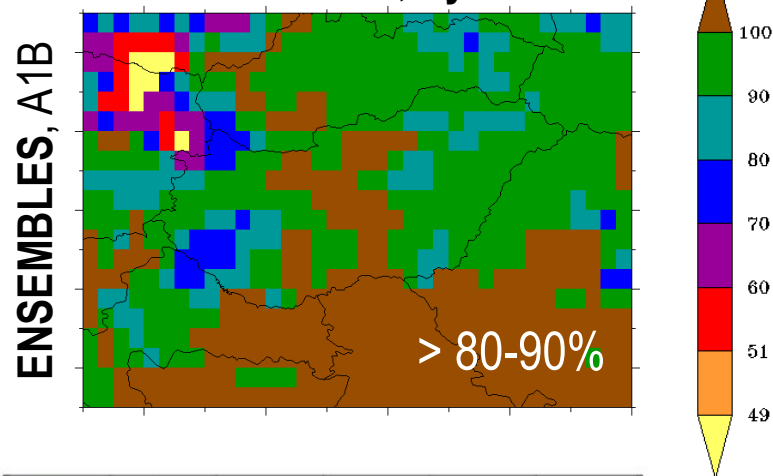
ALADIN4.5, A1B

REMO5.0, A1B



Eredményeink egybevágtak az európai eredményekkel

Csapadékcsökkenés valószínűsége (%)
2071–2100, nyár



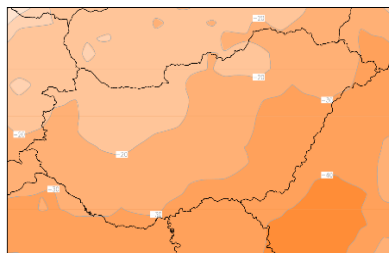
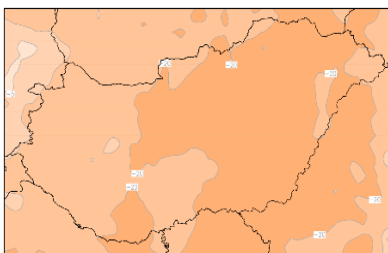
„MODELLSZIMULÁCIÓ-CSALÁDOK”

- Az RCP scenáriók és a CORDEX projekt
- OMSZ modelleredményei

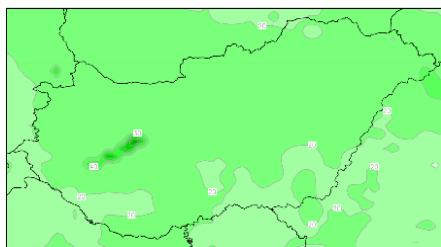
Csapadék-változás (%)
2071–2100, nyár

ALADIN4.5, A1B

REMO5.0, A1B



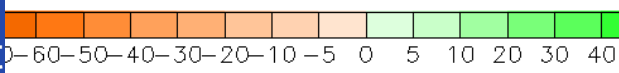
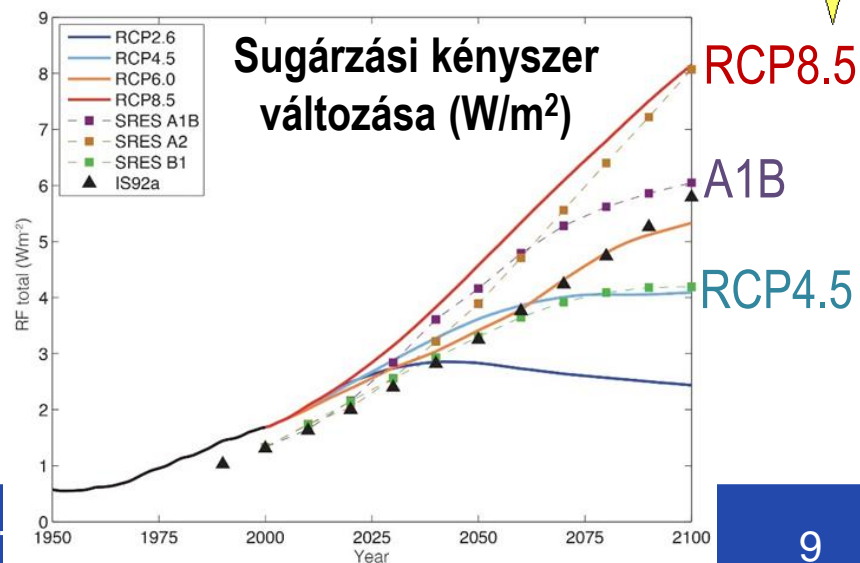
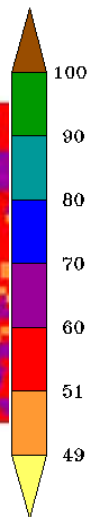
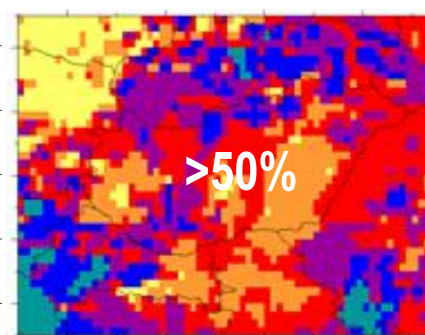
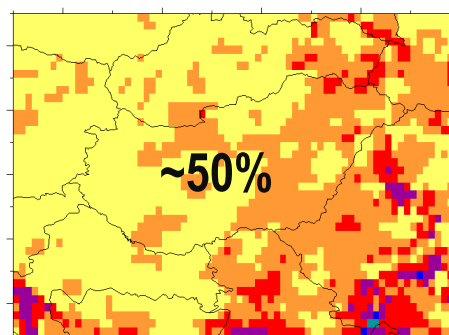
ALADIN5.2
, RCP8.5



Csapadékcsökkenés valószínűsége (%)
2071–2100, nyár

RCP4.5

RCP8.5



december

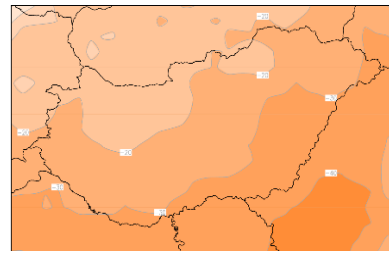
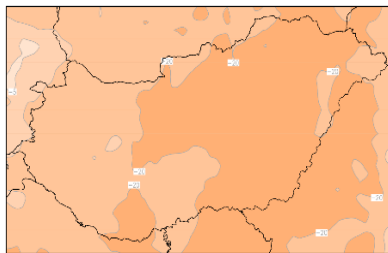
„MODELLSZIMULÁCIÓ-CSALÁDOK”

- Az RCP scenáriók és a CORDEX projekt
- OMSZ modelleredményei

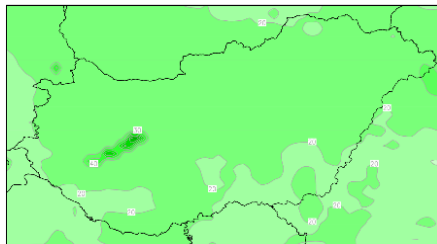
Csapadék-változás (%)
2071–2100, nyár

ALADIN4.5, A1B

REMO5.0, A1B



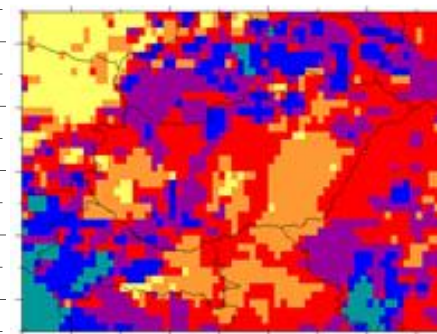
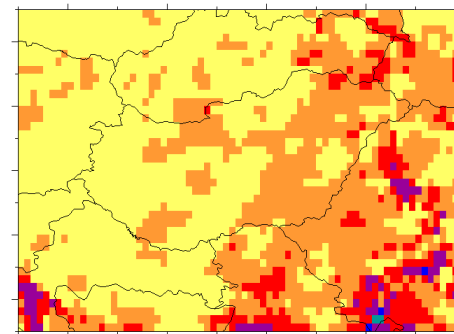
ALADIN5.2
, RCP8.5



Csapadékcsökkenés valószínűsége (%)
2071–2100, nyár

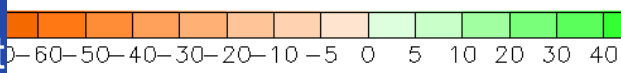
RCP4.5

RCP8.5



100
90
80
70
60
51
49

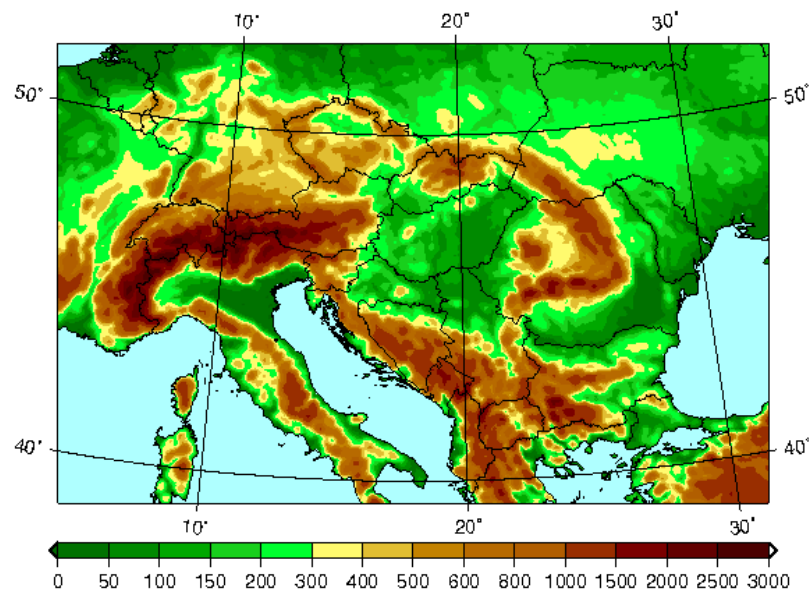
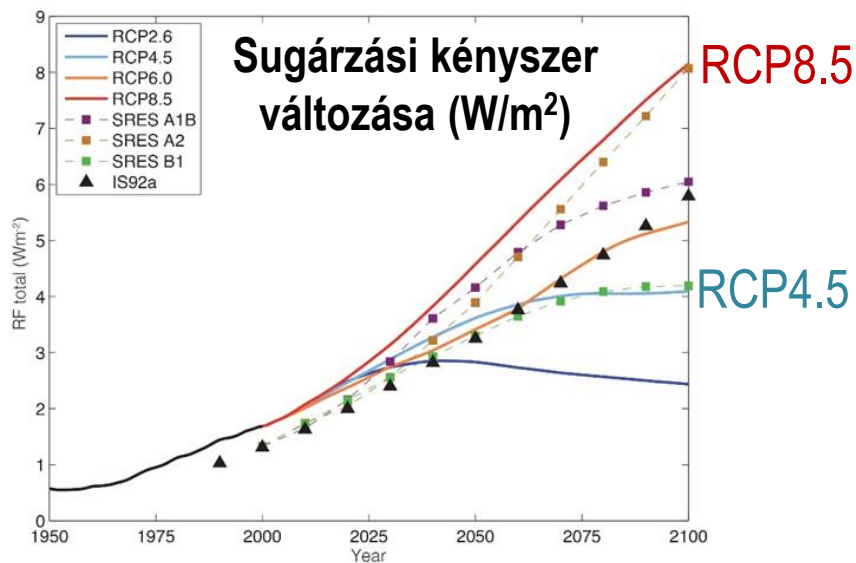
- A korábban nagy bizonyossággal jelzett nyári csapadék-csökkenés az új modell-szimulációkban kevésbé bizonyos
- A hatásvizsgálatok újbóli elvégzése szükséges



ÚJ MODELLSZIMULÁCIÓK A PROJEKTBEN

Modell	Határfeltétel	Forgatókönyv	Felbontás	Időszak
ALADIN	CNRM-CM	RCP8.5	10 km	1951–2100
ALADIN		RCP4.5		
REMO	MPI-ESM	RCP8.5		
REMO		RCP4.5		

- 1+3 modell-szimuláció
- A bizonytalansági források elkülöníthetők



A MODELLEREDMÉNYEK TOVÁBBI FINOMÍTÁSA

- A jelenlegi **éghajlati modellek** bizonyos kis skálájú, komplex folyamatokat nem képesek kellő részletességgel leírni. Pl:

- **Konvektív időjárási események:**

- a rácscellára vonatkozó átlagos csapadékösszeg (10x10 km terület)
- A fizikai folyamatok közelítése parametrizációval



- **Városi, tavi folyamatok:**

- A komplex felszíni folyamatok a modellekben nincsenek, vagy csak egyszerű módon vannak figyelembe véve (pl. városi geometria helyett növényzet, vagy szikla)



A MODELLEREDMÉNYEK TOVÁBBI FINOMÍTÁSA



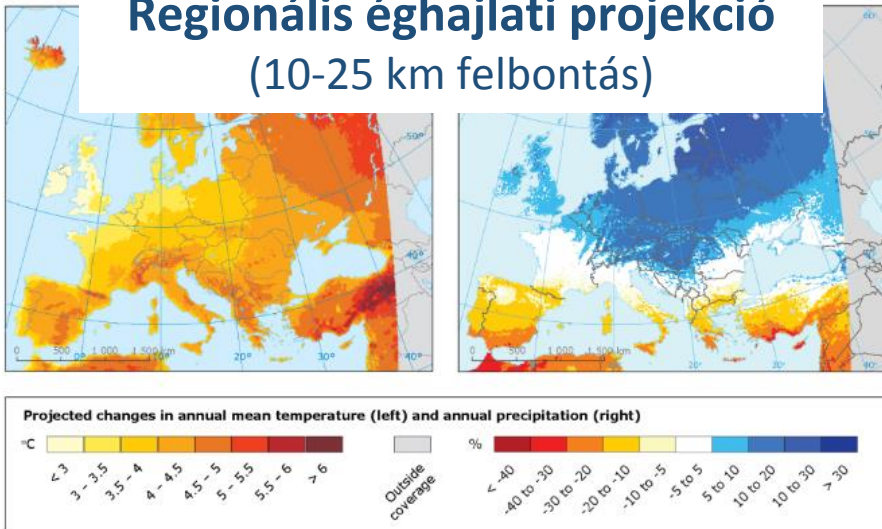
Klímamodellek korlátai

Hatásvizsgálói igények

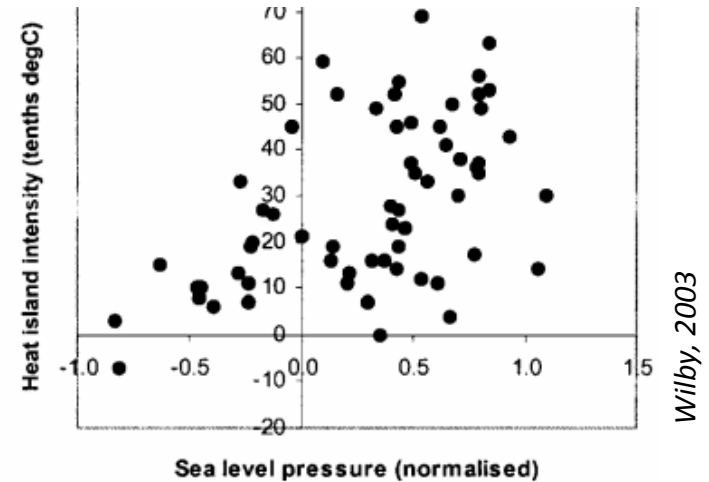
LEHETŐSÉGEK A MODELLEREDMÉNYEK FINOMÍTÁSÁRA – STATISZTIKUS MÓDSZEREK

1. statisztikus kapcsolat felállítása a meteorológiai változók és a városi jellemzők (pl. városi hősziget) között.

Regionális éghajlati projekció (10-25 km felbontás)



Statisztikai modell



+

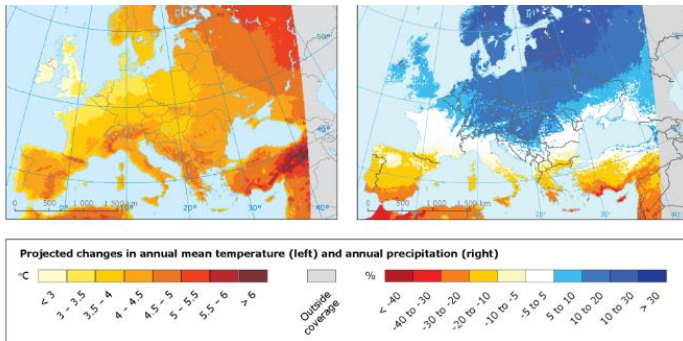
Nem igényel nagy számítógépes kapacitást

-

- A fizikai folyamat nincs leírva
- Adott városra érvényes
- Alkalmazható a jövőre?

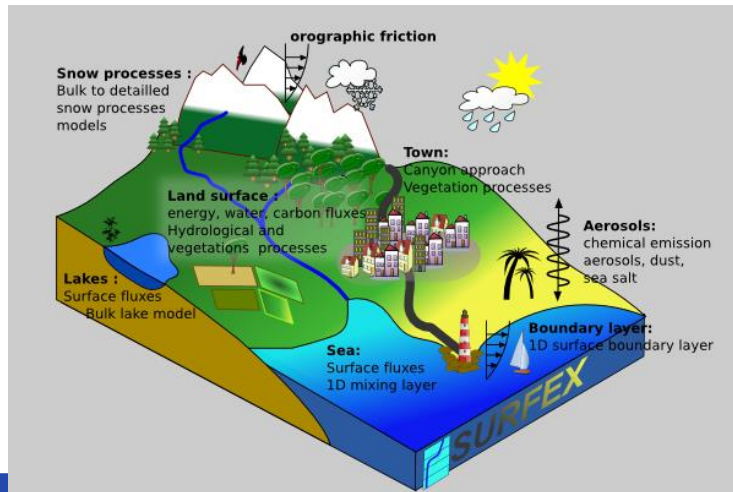
LEHETŐSÉGEK A MODELLEREDMÉNYEK FINOMÍTÁSÁRA – FELSZÍNI MODELLEK

Regionális éghajlati projekció (10-25 km felbontás)



A felszíni réteg (alsó néhány 10 m) fizikai folyamatait leíró modell.
Felbontása: $O(100\text{ m})$ – $O(1\text{ km})$

Felszíni modell



+

- Valós fizikai folyamatokat ír le
- Lokális skálájú modell →
 - Hosszú távú szimuláció
 - Teljes városra alkalmazható

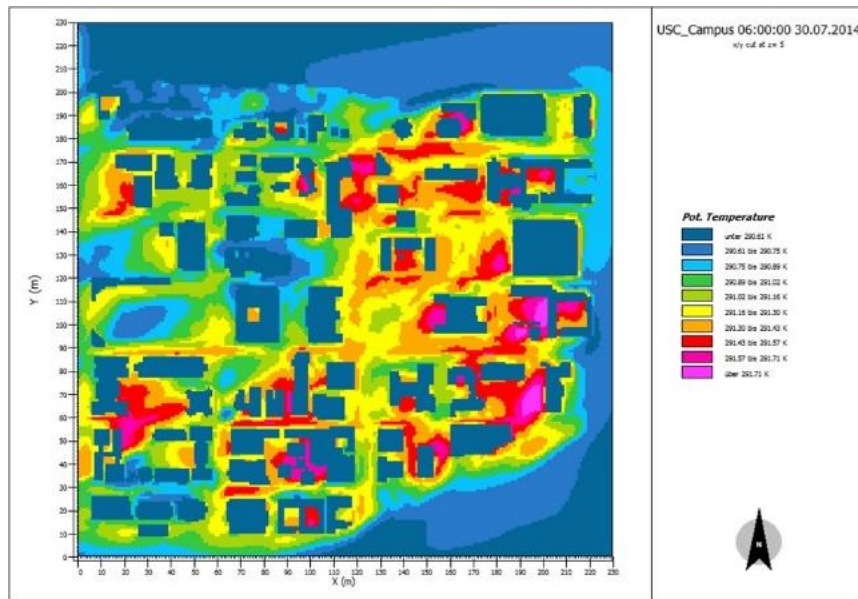
-

Egy mikroskálájú modellnél kevésbé részletes

LEHETŐSÉGEK A MODELLEREDMÉNYEK FINOMÍTÁSÁRA – MIKROSKÁLÁJÚ MODELLEK

A mikroskálájú folyamatokat (pl. turbulencia) expliciten megoldó néhány 10 m felbontású modellek (LES).

Mikroskálájú modell



+

- Valós fizikai folyamatokat ír le
- Nagyon részletes információ
 - Pl. fák telepítésének hatása az utca mikroklímájára

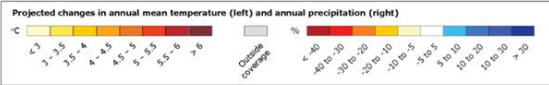
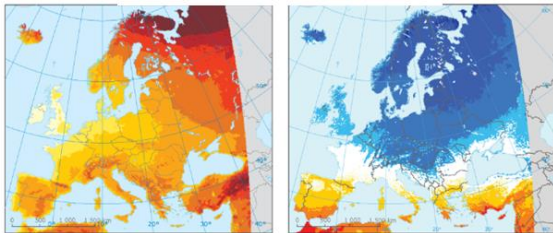
-

- Mi legyen a határfeltétel?
- Nagy számításigényű
 - éghajlati skálájú szimuláció?
 - bizonytalanság?
 - Főként kisebb területre alkalmazható (utca, kerület)

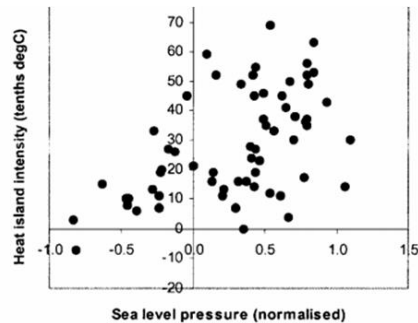
LEHETŐSÉGEK A MODELLEREDMÉNYEK FINOMÍTÁSÁRA

Statisztikai modell

Éghajlati projekció

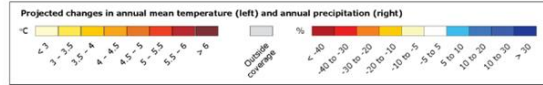
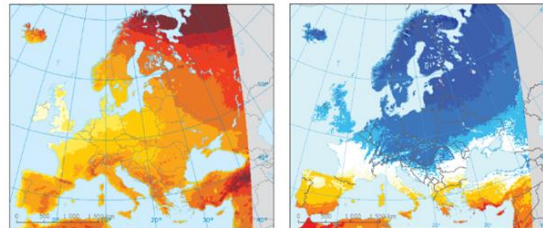


Statisztikai modell

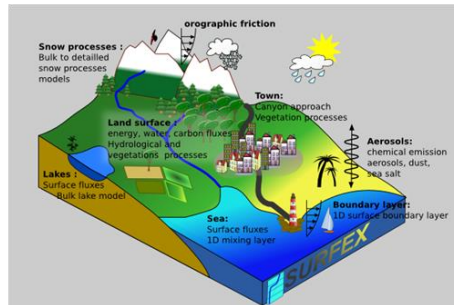


Felszíni modell

Éghajlati projekció

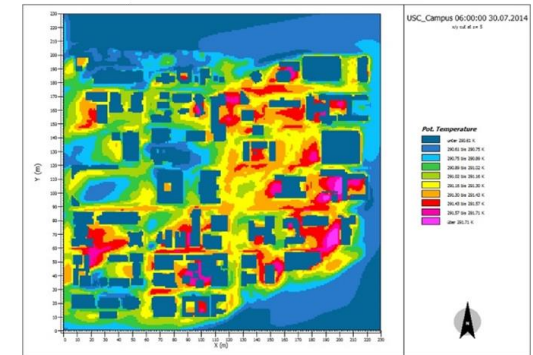


Felszíni modell



Mikroskálájú modell

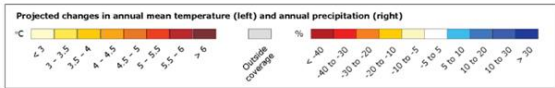
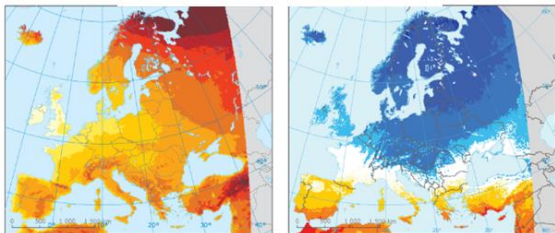
Mikroskálájú modell



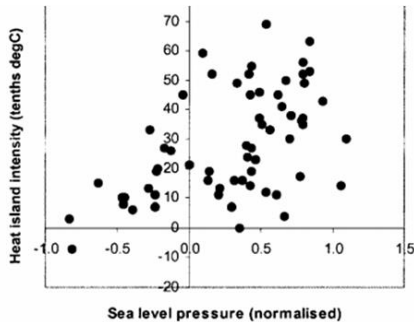
LEHETŐSÉGEK A MODELLEREDMÉNYEK FINOMÍTÁSÁRA

Statisztikai modell

Éghajlati projekció

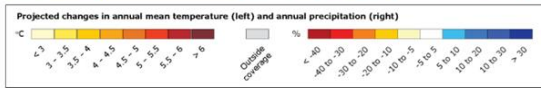
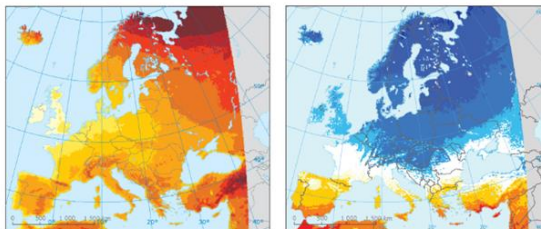


Statisztikai modell

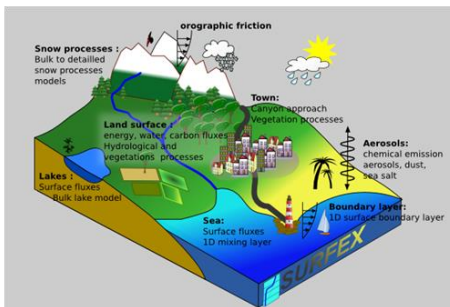


Felszíni modell

Éghajlati projekció

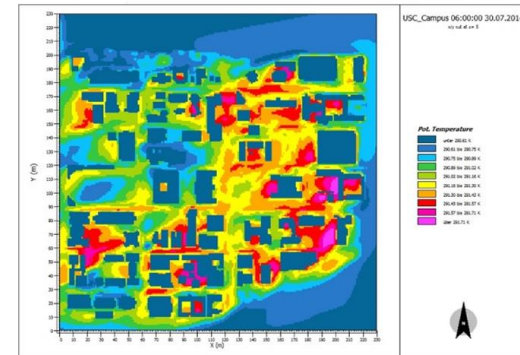


SURFEX



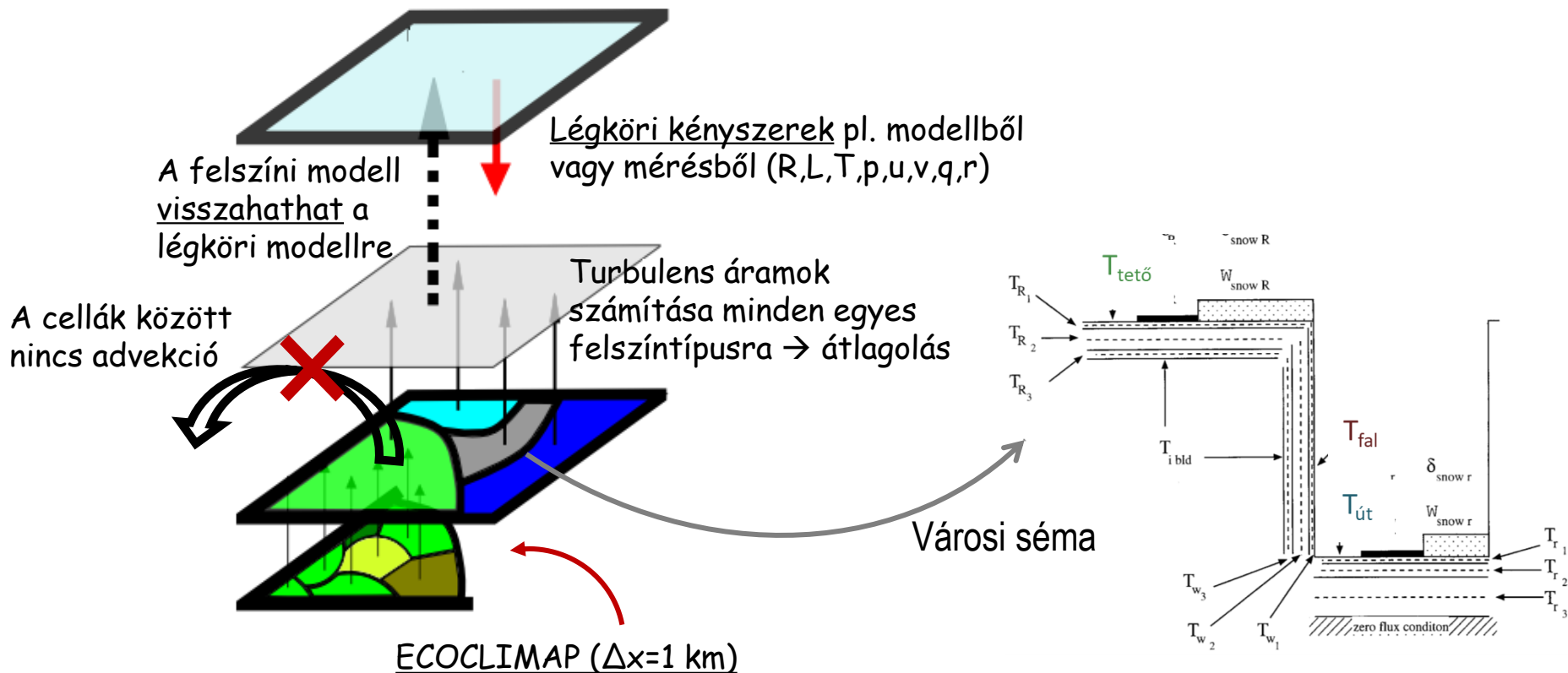
Mikroskálájú modell

Mikroskálájú modell



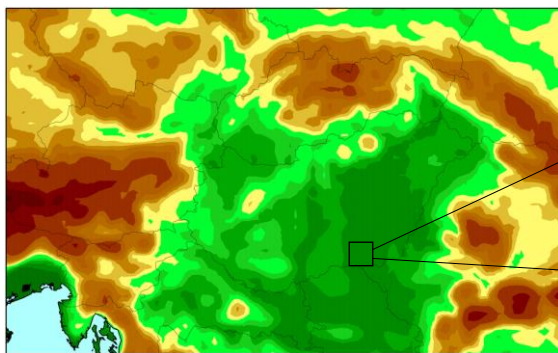
A SURFEX FELSZÍNI MODELL

- 4 felszín típusra (tó, tenger, növényzet, város) külön parametrizációs séma
- leválasztható a légköri modelltől

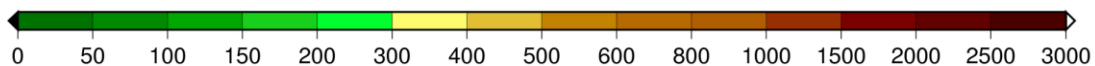


A SURFEX ALKALMAZÁSA A VÁROSOKRA

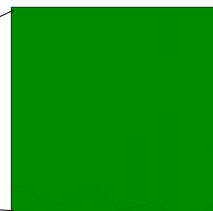
Kárpát-medence, 10x10 km



ALADIN-Climate



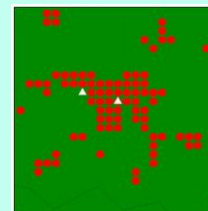
Szeged, 1x1 km



Interpolation



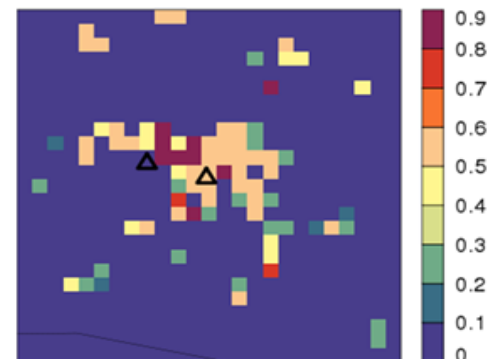
Szeged, 1x1 km



SURFEX/TEB

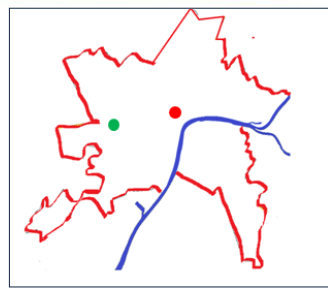
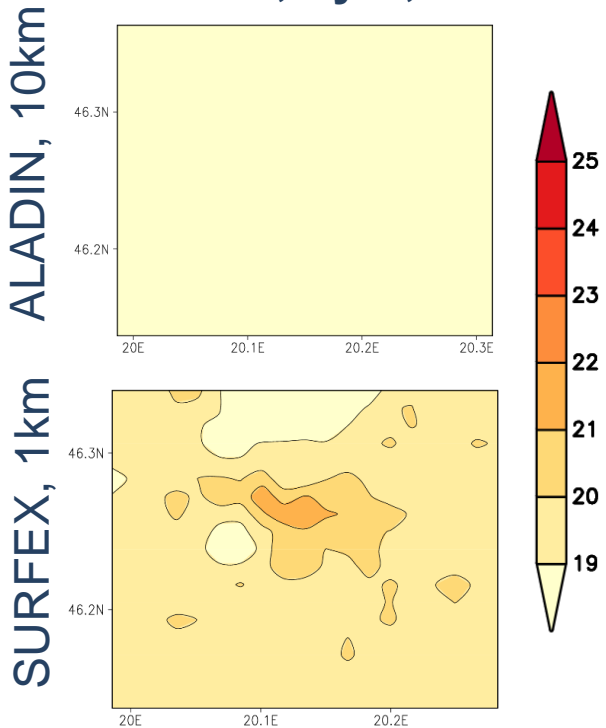
- Hogyan hat az éghajlatváltozás a városi környezetre?
- Bizonyos felszínmódosítások városklímára gyakorolt hatása tesztelhető (pl. albedó, vegetáció módosítása)

Városi felszínarány

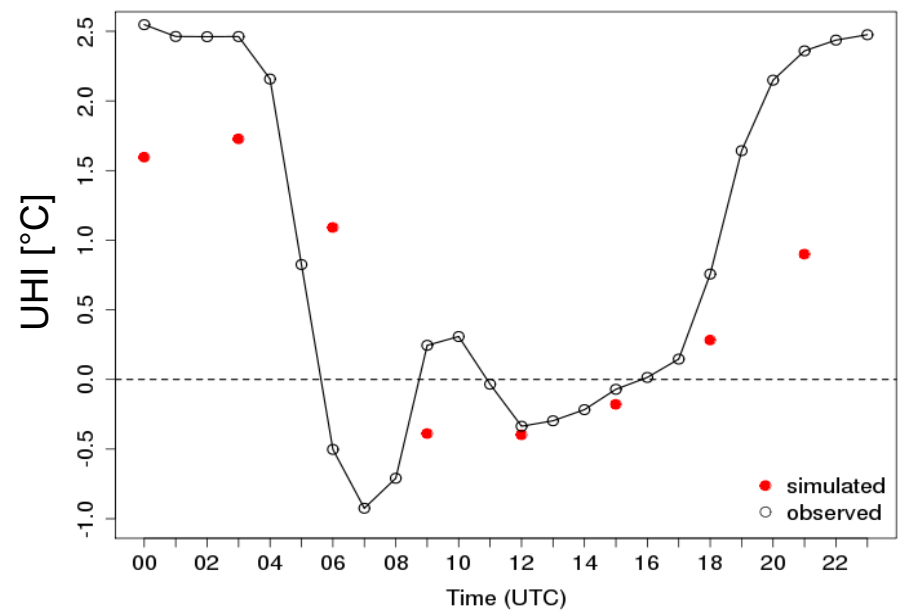


CÉLKITŰZÉSEK: 2. A MODELLEREDMÉNYEK FINOMÍTÁSA

2-m hőmérséklet
1991–2000, nyár, 00UTC



Nyári UHI, 1999–2000



ÖSSZEFOGLALÁS

- A klímamodellek eredményei bizonytalanságokkal terheltek
- A különböző bizonytalansági források szerepe eltérő a vizsgált időszak és változó függvényében → a modell-együttes összeállítása körültekintést és szakértelmet igényel
- A modellfejlesztés eredményeképpen létrejövő új modellváltozatokkal módosulhatnak a korábbi eredmények → hatásvizsgálatokat újra és újra el kell végezni
- A modelleredmények térbeli és időbeli finomítására további speciális modellek használhatók, pl. felszíni modellek
- A SURFEX felszíni modell alkalmazható különböző felszínek (pl. városok, tavak) feletti fizikai folyamatok részletes vizsgálatára

Köszönöm szépen a figyelmet!
zsebehazi.g@met.hu