

A klímamodellek eredményei mint a hatásvizsgálatok kiindulási adatai

Szépszó Gabriella

Országos Meteorológiai Szolgálat, szepszo.g@met.hu

RCMTÉR projekt 2. konzultációs workshopja
2016. február 19.

TARTALOM

- 1. Motiváció**
- 2. Modellezési háttér**
- 3. Eredmények, gyakorlati problémák**
- 4. Összefoglalás**

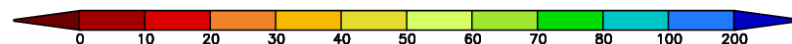
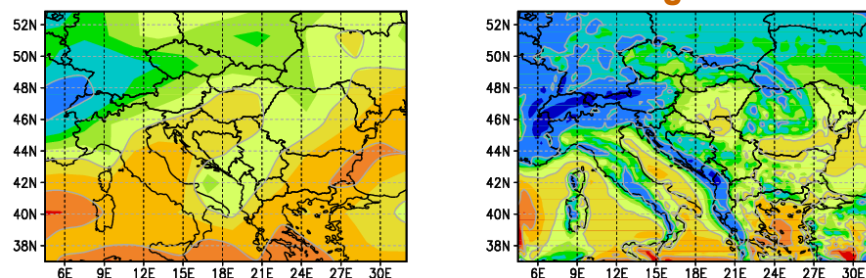
Motiváció

- Az éghajlatváltozás hatásainak vizsgálata széles körben „kutatott” témává vált az elmúlt években
- Cél: a hatásvizsgálatok egységes kiindulási adatokon és módszertan alapján, ugyanakkor az egyedi igények figyelembevételével kerüljenek elvégzésre
- A felhasználók gyakran önállóan, a modelladatok sajátosságainak és korlátainak ismerete nélkül vágnek neki a vizsgálataiknak

Számszerű modellezés

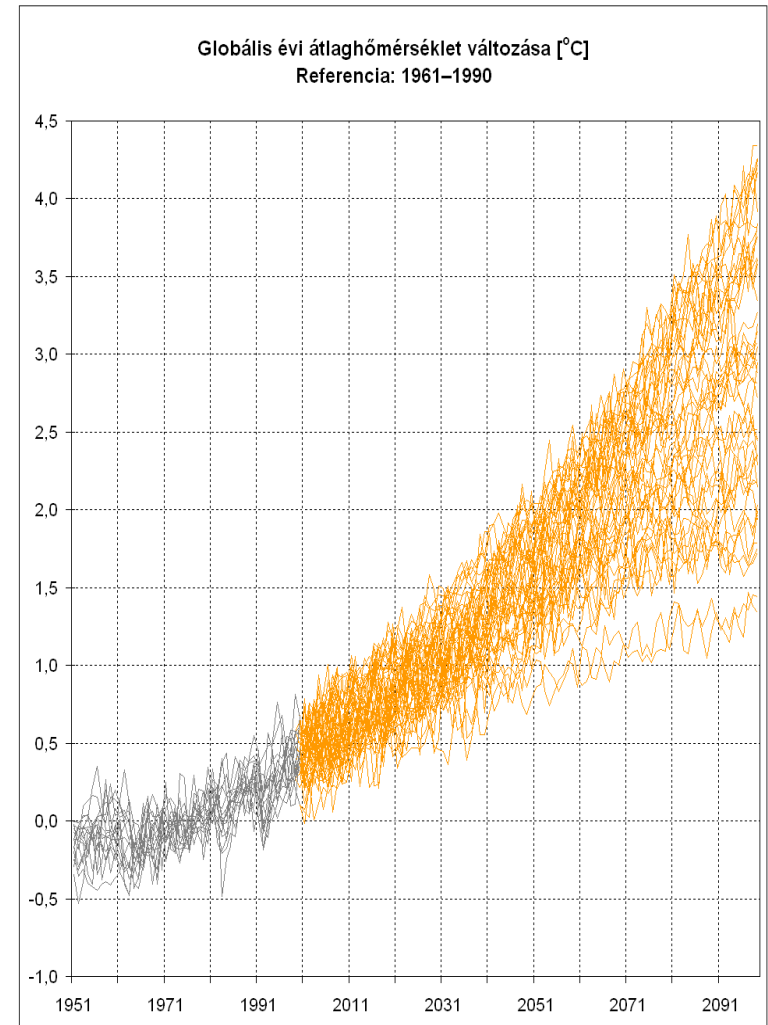
- Az éghajlati rendszer változásai modellek segítségével tanulmányozhatók
- Globális modelleredmények → leskálázás regionális klímamodellekkel
- Múltra vonatkozó tesztelés: validáció mérésekkel
- Emberi tevékenység hatása → jövőre vonatkozó feltételes projekciók (ha → akkor)

Átlagos évi csapadék [mm/hó], 1961–1990
Globális Regionális



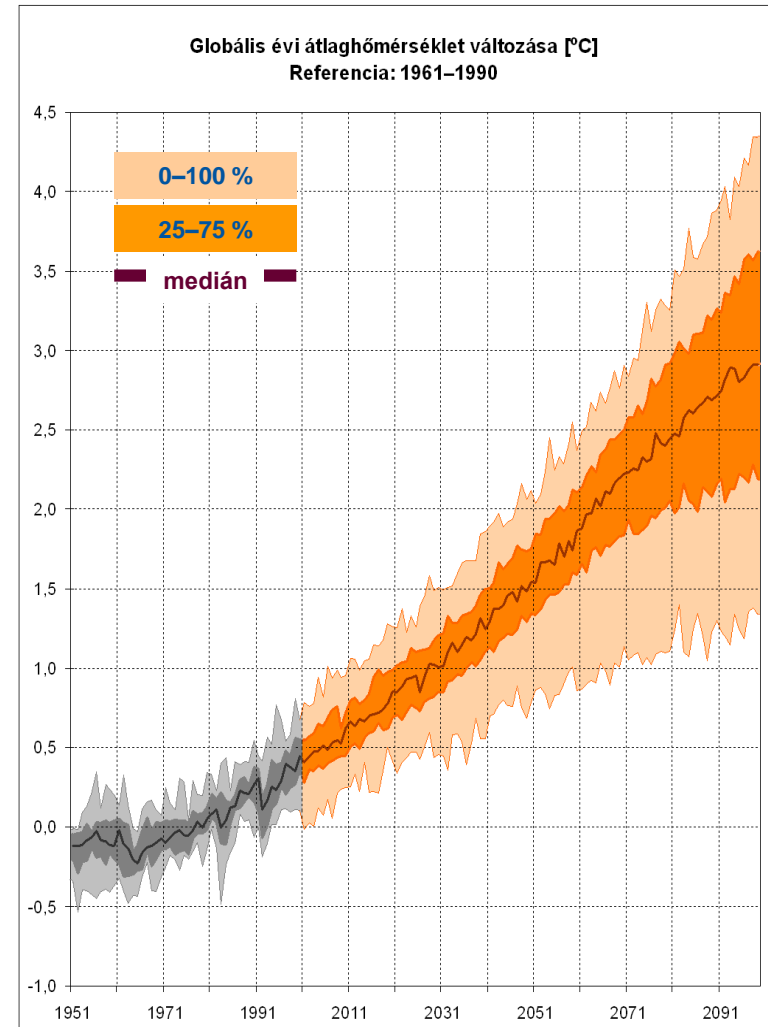
Bizonytalanságok

- Számszerűsíthető bizonytalanságok az éghajlati projekciókban
- Forrásai: a fizikai folyamatok és az emberi tevékenység közelítő leírása
- Ensemble technika: egy modellkísérlet helyett több, kismértékben különböző szimuláció
- Több forgatókönyv, több globális és regionális modell
- Egyformán lehetséges projekciók → valószínűségek



Bizonytalanságok

- Számszerűsíthető bizonytalanságok az éghajlati projekciókban
- Forrásai: a fizikai folyamatok és az emberi tevékenység közelítő leírása
- Ensemble technika: egy modellkísérlet helyett több, kismértékben különböző szimuláció
- Több forgatókönyv, több globális és regionális modell
- Egyformán lehetséges projekciók → valószínűségek



Hatásvizsgálatok módszertana



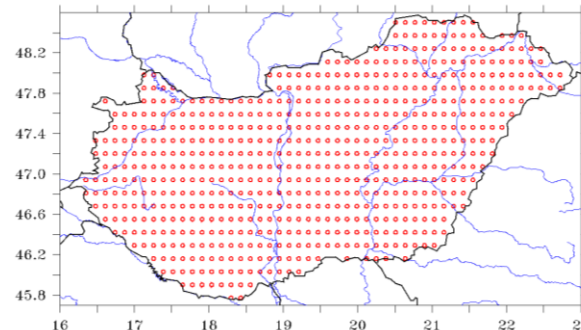
Hatásvizsgálatok módszertana



A NATÉR klímamodell-adatai

- Finom-felbontású szimulációk 2 regionális klímamoddellel:

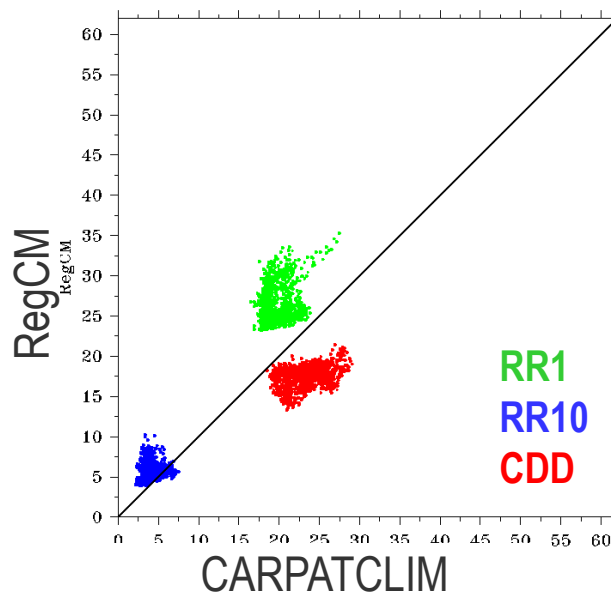
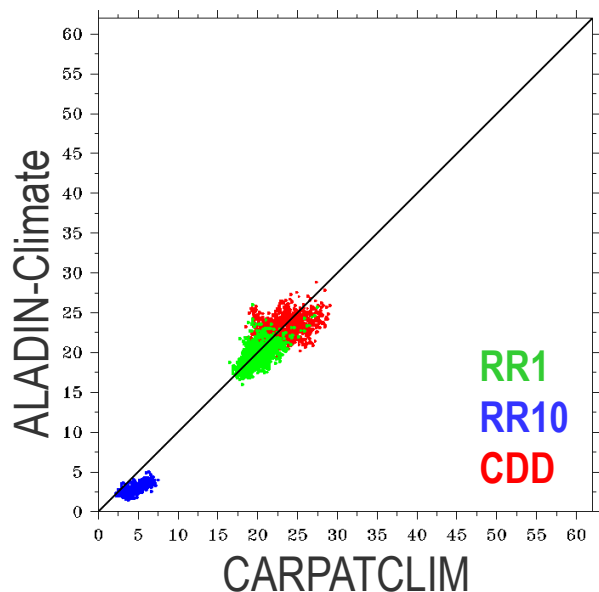
Modell	ALADIN	RegCM
Határfeltétel	ARPEGE	ECHAM
Felbontás	10 km	
Forgatókönyv	SRES A1B (átlagos)	



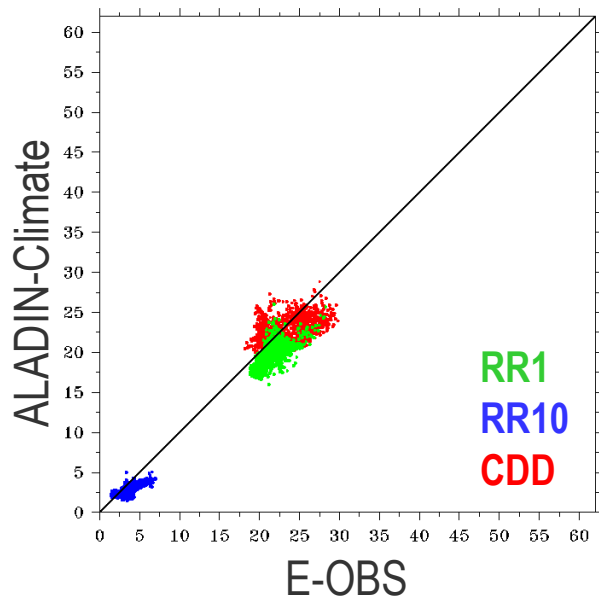
- Két jövőbeli időszak:
 - 2021–2050: „rövidtávú” tervezés
 - 2071–2100: hosszútávú stratégia, szignifikáns változás
- Referencia: 1961–1990
- Meteorológiai változók: napi átlag-, minimum-, maximum-hőmérséklet, napi csapadékösszeg, napi szélsébség, napi globálsugárzás, havi relatív nedvesség
- Modellek eltéréseiből eredő bizonytalanság (csapadék)

Validációs eredmények

Csapadékindexek őszi értékei 1961–1990-re, Magyarországra



Sábitz et al., 2015



- Modelleredmények eltérése
- Referencia-adatsorok eltérése (pl. RR1)

RR1: 1 mm-t meghaladó napi csapadékösszegű napok száma [nap]
RR10: 10 mm-t meghaladó napi csapadékösszegű napok száma [nap]
CDD: száraz időszakok maximális hossza [nap]

Projekciók alkalmazása

Projekciók alkalmazása

- Mit tehetünk a validációnál felismert hibákkal:

Projekciók alkalmazása

- Mit tehetünk a validációnál felismert hibákkal:
 1. „Semmit” (nyers modelleredmények)

Projekciók alkalmazása

- Mit tehetünk a validációnál felismert hibákkal:
 1. „Semmit” (nyers modelleredmények)
 2. A meteorológiai változók jövőbeli megváltozását adjuk meg (delta-módszer)

Projekciók alkalmazása

- Mit tehetünk a validációnál felismert hibákkal:
 1. „Semmit” (nyers modelleredmények)
 2. A meteorológiai változók jövőbeli megváltozását adjuk meg (delta-módszer)
 3. Statisztikai korrekciót végzünk a meteorológiai információkon

Projekciók alkalmazása

- Mit tehetünk a validációnál felismert hibákkal:
 1. „Semmit” (nyers modelleredmények)
 2. A meteorológiai változók jövőbeli megváltozását adjuk meg (delta-módszer)
 3. Statisztikai korrekciót végzünk a meteorológiai információkon
 4. Bizonytalanságok számszerűsítése: a modelleredményeket minőségüknek megfelelő „súlyozással” vesszük figyelembe

1. Nyers modelleredmények használata

1. Nyers modelleredmények használata

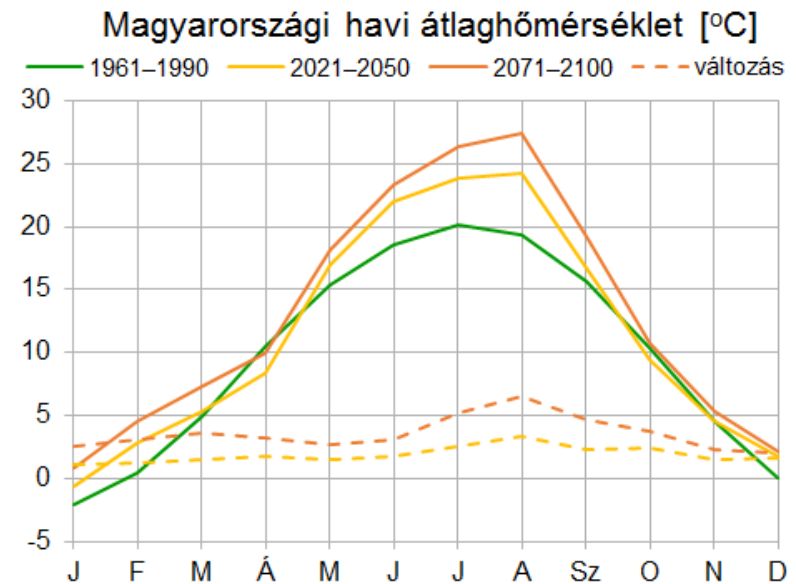
- Előnyei:
 - Csak modelleredményekre van szükség, nem igényel jó minőségű, részletes (és egyáltalán) mérési információt
 - A modelldinamika által biztosított konzisztencia a különböző változók között megmarad (l. a korrekciót később)

1. Nyers modelleredmények használata

- Előnyei:
 - Csak modelleredményekre van szükség, nem igényel jó minőségű, részletes (és egyáltalán) mérési információt
 - A modelldinamika által biztosított konzisztencia a különböző változók között megmarad (l. a korrekciót később)
- Hátránya:
 - A nyers modelleredmény hibával terhelt (lehet)

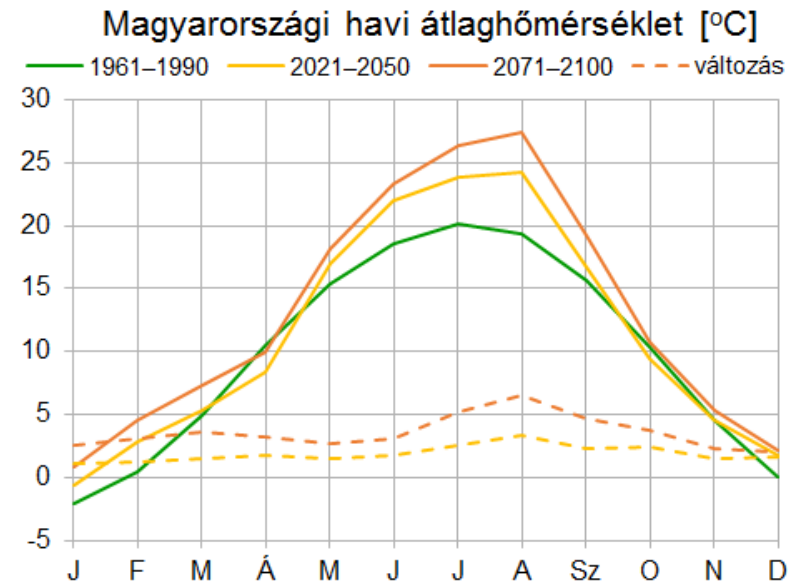
1. Nyers modelleredmények használata

- Előnyei:
 - Csak modelleredményekre van szükség, nem igényel jó minőségű, részletes (és egyáltalán) mérési információt
 - A modelldinamika által biztosított konzisztencia a különböző változók között megmarad (l. a korrekciót később)
- Hátránya:
 - A nyers modelleredmény hibával terhelt (lehet)



1. Nyers modelleredmények használata

- Előnyei:
 - Csak modelleredményekre van szükség, nem igényel jó minőségű, részletes (és egyáltalán) mérési információt
 - A modelldinamika által biztosított konzisztencia a különböző változók között megmarad (l. a korrekciót később)
- Hátránya:
 - A nyers modelleredmény hibával terhelt (lehet)
- Nagyonis van létjogosultsága, ha okosan használjuk (l. később)



2. Delta módszer

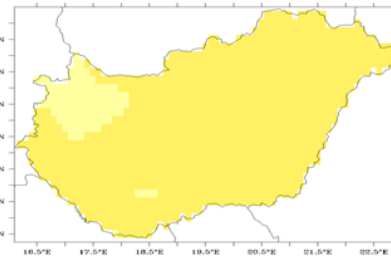
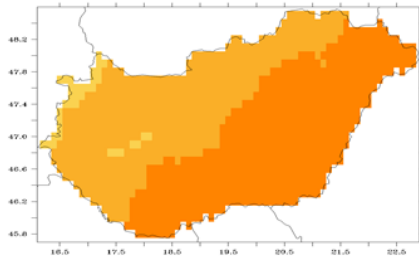
2. Delta módszer

Átlaghőmérséklet változása [°C]

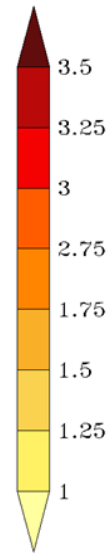
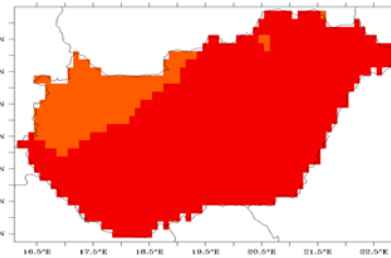
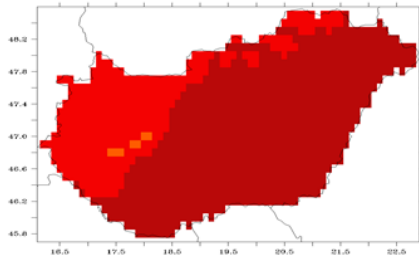
ALADIN

RegCM

2021-2050

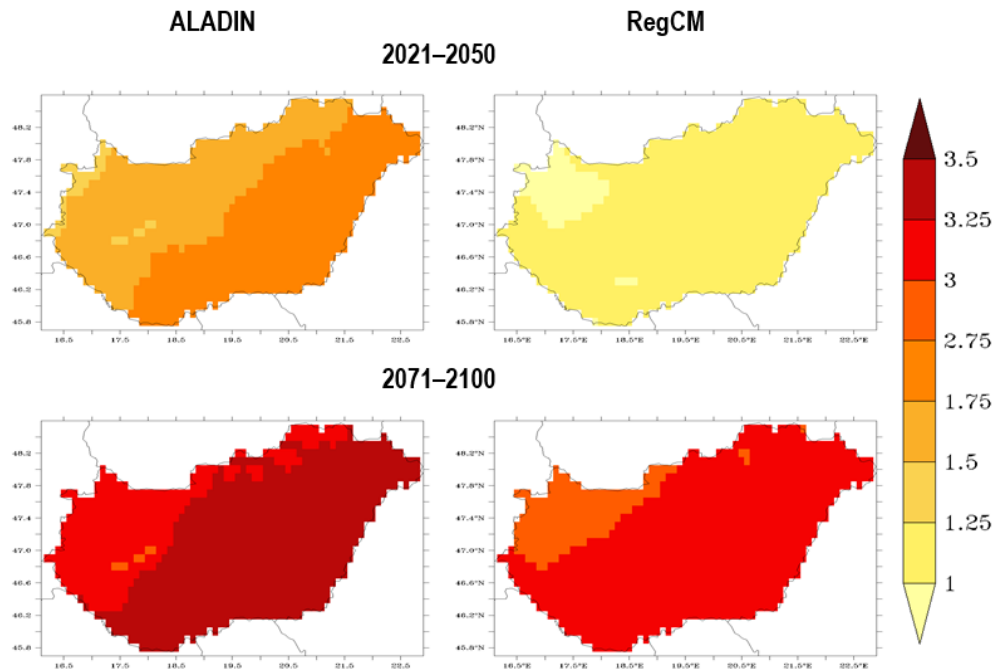


2071-2100



2. Delta módszer

Átlaghőmérséklet változása [°C]

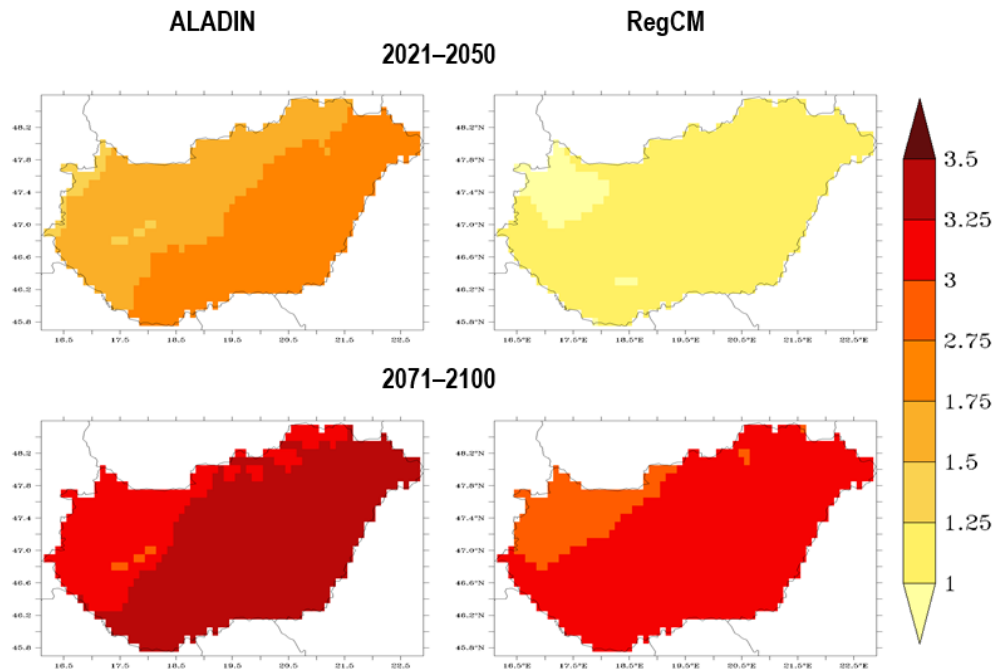


Változás 2021–2050-re, 2071–2100-ra a modellek 1961–1990 időszakra jelzett átlagértékeihez képest → delta



2. Delta módszer

Átlaghőmérséklet változása [°C]



Változás 2021–2050-re, 2071–2100-ra a modellek 1961–1990 időszakra jelzett átlagértékeihez képest → delta



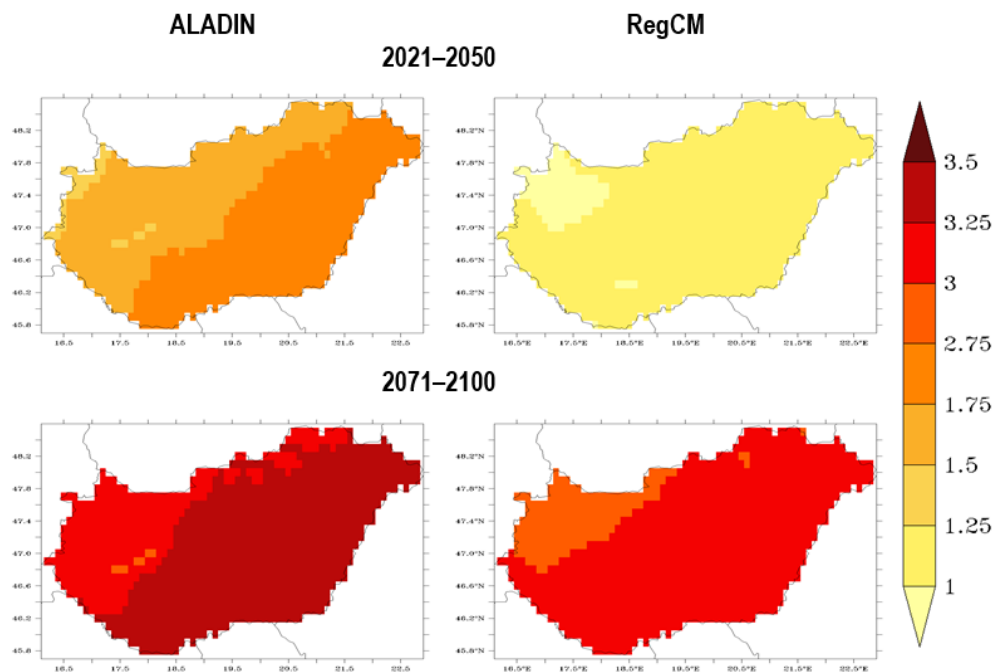
1961–1990: hazai mérési adatok átlaga

2021–2050, 2071–2100: mérés + delta



2. Delta módszer

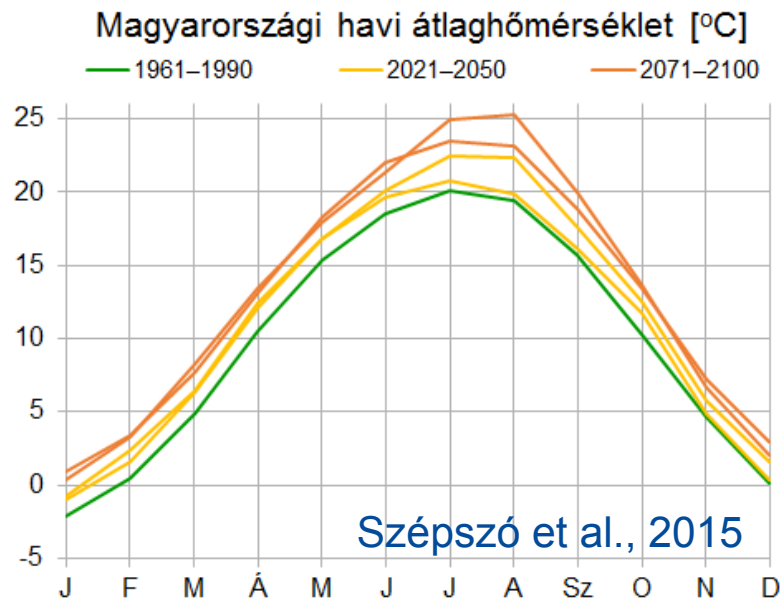
Átlaghőmérséklet változása [°C]



1961–1990: hazai mérési adatok átlaga

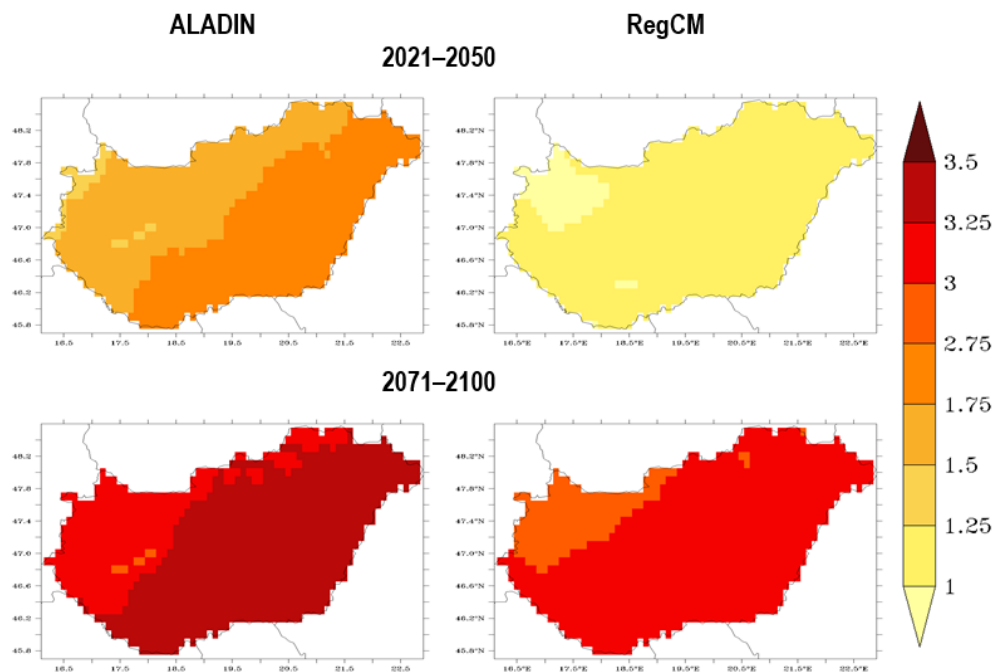
2021–2050, 2071–2100: mérés + delta

Változás 2021–2050-re, 2071–2100-ra a modellek 1961–1990 időszakra jelzett átlagértékeihez képest → delta



2. Delta módszer

Átlaghőmérséklet változása [°C]

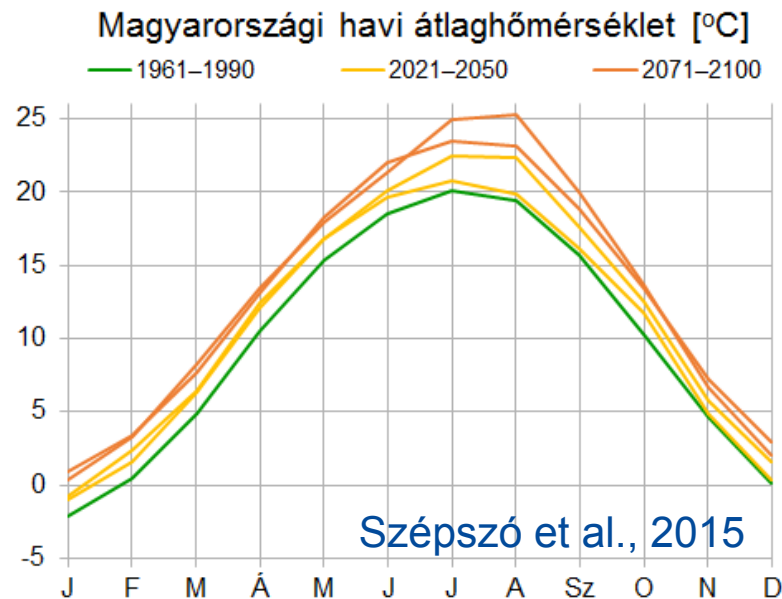


Változás 2021–2050-re, 2071–2100-ra a modellek 1961–1990 időszakra jelzett átlagértékeihez képest → delta



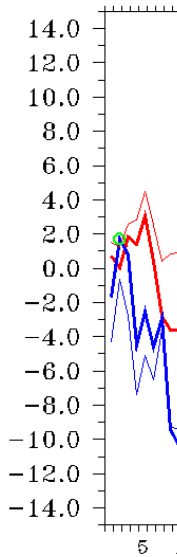
1961–1990: hazai mérési adatok átlaga
2021–2050, 2071–2100: mérés + delta

Hátrány: megfigyelés szükséges



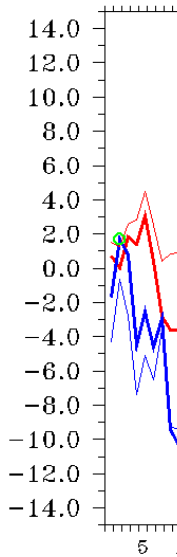
Szépszó et al., 2015

3. Korrekció



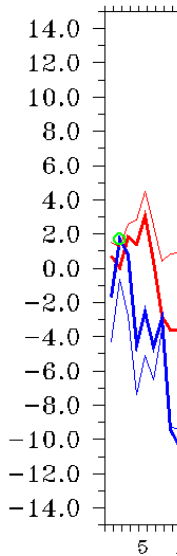
3. Korrekció

- A múltbeli modelleredményeket statisztikai módszerrel a mérésekhez illesztik → ugyanígy „korigálják” a jövőbeli adatokat



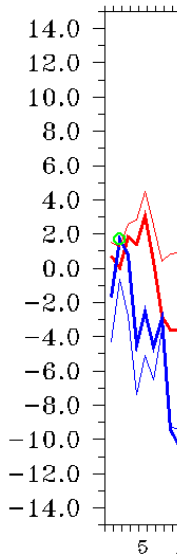
3. Korrekció

- A múltbeli modelleredményeket statisztikai módszerrel a mérésekhez illesztik → ugyanígy „korigálják” a jövőbeli adatokat
- Előnye: a múltbeli modelleredményeket a mérésekhez húzza → megnyugtatja a felhasználókat



3. Korrekció

- A múltbeli modelleredményeket statisztikai módszerrel a mérésekhez illesztik → ugyanígy „korigálják” a jövőbeli adatokat
- Előnye: a múltbeli modelleredményeket a mérésekhez húzza → megnyugtatja a felhasználókat
- Hátránya:
 - A múltbeli kapcsolatok nem vetíthetők ki a jövőre
 - A meteorológiai változók közötti konzisztencia elvész
 - Jó minőségű mérési adatsorok szükségesek
 - Nincs univerzális módszer
 - A különböző korrekciós módszerek hatása a klímaváltozás jelre nagy → új bizonytalanság

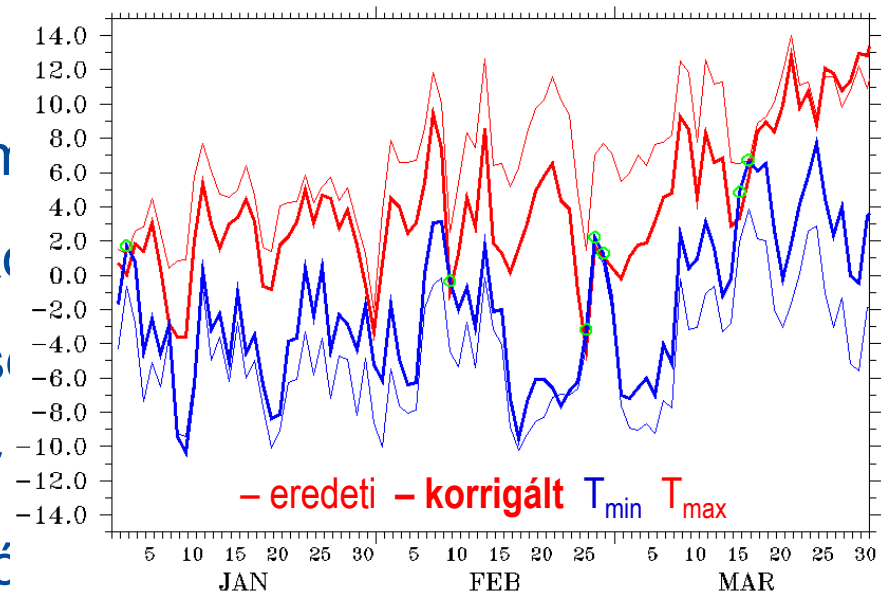


3. Korrekció

- A múltbeli modelleredményeket statisztikai módszerrel a mérésekhez illesztik → ugyanígy „korigálják” a jövőbeli adatokat
- Előnye: a múltbeli modelleredményeket a mérésekhez húzza → megnyugtatja a felhasználókat

- Hátránya:

- A múltbeli kapcsolatok nem
- A meteorológiai változók k
- Jó minőségű mérési adats
- Nincs univerzális módszer
- A különböző korrekciós m
- klímaváltozás jelre nagy → új bizonytalanság



3. Korrekció

- A múltbeli modelleredményeket statisztikai módszerrel a mérésekhez illesztik → ugyanígy „korigálják” a jövőbeli adatokat
- Előnye: a múltbeli modelleredményeket a mérésekhez húzza → megnyugtatja a felhasználókat
- Hátránya:
 - A múltbeli kapcsolatok nem vetíthetők ki a jövőre
 - A meteorológiai változók közötti konzisztencia elvész
 - Jó minőségű mérési adatsorok szükségesek
 - Nincs univerzális módszer
 - A különböző korrekciós módszerek hatása a klímaváltozás jelre nagy → új bizonytalanság

4. Súlyozás a modelleredmények között

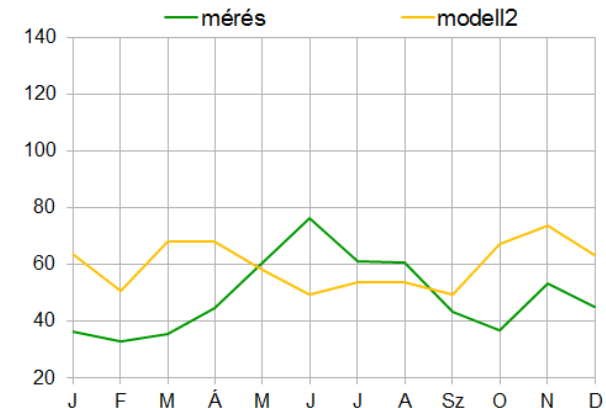
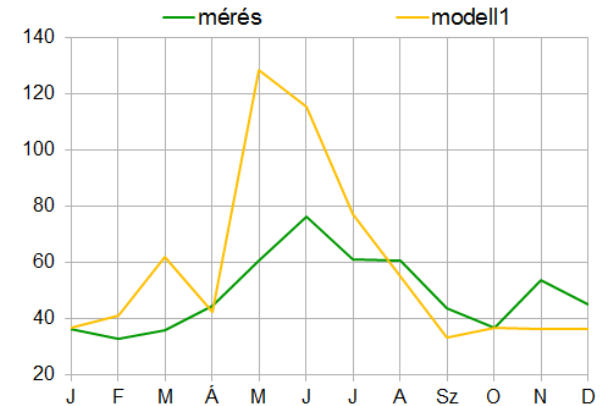
4. Súlyozás a modelleredmények között

- Módszerek, speciális esetek:
 - Súlyozás a validációs eredmények alapján
 - Egyforma súlyok
 - Átlagolás
 - Modelleredmények elvetése

4. Súlyozás a modelleredmények között

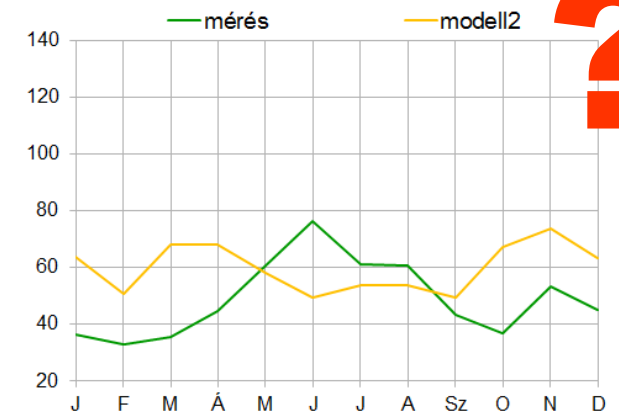
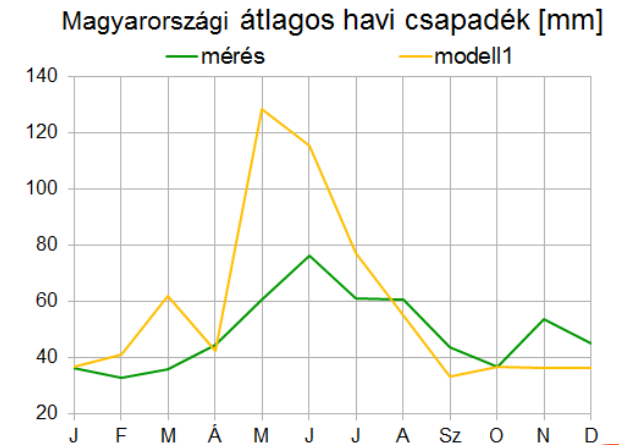
- Módszerek, speciális esetek:
 - Súlyozás a validációs eredmények alapján
 - Egyforma súlyok
 - Átlagolás
 - Modelleredmények elvetése

Magyarországi átlagos havi csapadék [mm]



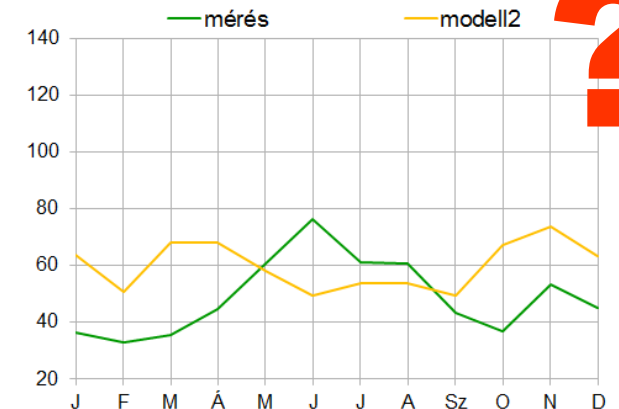
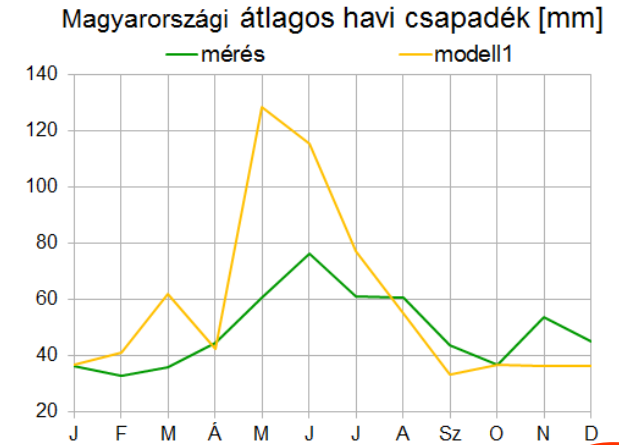
4. Súlyozás a modelleredmények között

- Módszerek, speciális esetek:
 - Súlyozás a validációs eredmények alapján
 - Egyforma súlyok
 - Átlagolás
 - Modelleredmények elvetése



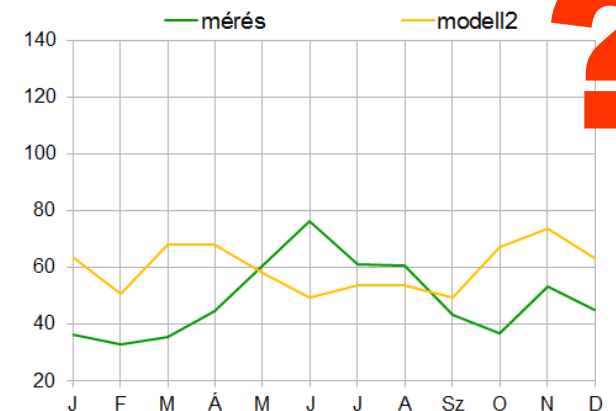
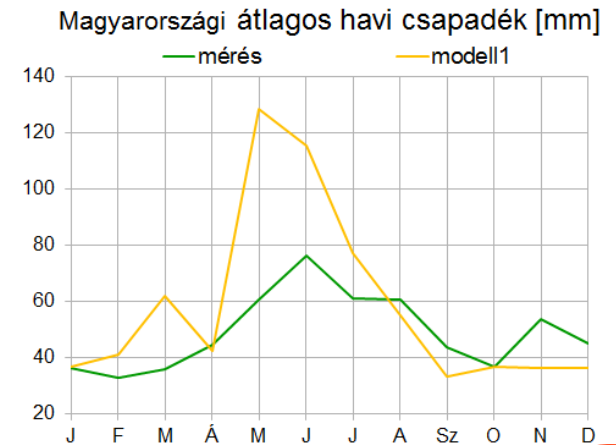
4. Súlyozás a modelleredmények között

- Módszerek, speciális esetek:
 - Súlyozás a validációs eredmények alapján
 - Egyforma súlyok
 - Átlagolás
 - Modelleredmények elvetése
- Előnye:
 - Objektív módon figyelembe tudjuk venni a validációs eredményeket



4. Súlyozás a modelleredmények között

- Módszerek, speciális esetek:
 - Súlyozás a validációs eredmények alapján
 - Egyforma súlyok
 - Átlagolás
 - Modelleredmények elvetése
- Előnye:
 - Objektív módon figyelembe tudjuk venni a validációs eredményeket
- Hátránya:
 - A múltbeli időszakra vonatkozó hiba-jellemzők nem feltétlenül lesznek ugyanazok a jövőben



Hatásvizsgálatokban

- Mit tehetünk a modelladatok ismert hibáival:

Hatásvizsgálatokban

- Mit tehetünk a modelladatok ismert hibáival:
 1. A delta-módszert alkalmazzuk: a múltra megfigyeléseket, a jövőre a delta-módszerrel módosított modelladatokat használunk

Hatásvizsgálatokban

- Mit tehetünk a modelladatok ismert hibáival:

1. A delta-módszert alkalmazzuk: a múltra megfigyeléseket, a jövőre a delta-módszerrel módosított modelladatokat használunk



Varga György
előadása (Balaton)

Hatásvizsgálatokban

- Mit tehetünk a modelladatok ismert hibáival:

1. A delta-módszert alkalmazzuk: a múltra megfigyeléseket, a jövőre a delta-módszerrel módosított modelladatokat használunk



Varga György
előadása (Balaton)

2. Korrigált adatokat használunk

Hatásvizsgálatokban

- Mit tehetünk a modelladatok ismert hibáival:

1. A delta-módszert alkalmazzuk: a múltra megfigyeléseket, a jövőre a delta-módszerrel módosított modelladatokat használunk



Varga György
előadása (Balaton)

2. Korrigált adatokat használunk



Fodor Nándor előadása
(növénytermesztés)

Hatásvizsgálatokban

- Mit tehetünk a modelladatok ismert hibáival:

1. A delta-módszert alkalmazzuk: a múltra megfigyeléseket, a jövőre a delta-módszerrel módosított modelladatokat használunk



Varga György
előadása (Balaton)

2. Korrigált adatokat használunk



Fodor Nándor előadása
(növénytermesztés)

3. Nyers modelleredményeket használunk és a hatásvizsgálati eredményekre alkalmazzuk a delta-módszert

Hatásvizsgálatokban

- Mit tehetünk a modelladatok ismert hibáival:

1. A delta-módszert alkalmazzuk: a múltra megfigyeléseket, a jövőre a delta-módszerrel módosított modelladatokat használunk



Varga György
előadása (Balaton)

2. Korrigált adatokat használunk



Fodor Nándor előadása
(növénytermesztés)

3. Nyers modelleredményeket használunk és a hatásvizsgálati eredményekre alkalmazzuk a delta-módszert



KRITÉR: hatás
a turizmusra

Hatásvizsgálatokban

- Mit tehetünk a modelladatok ismert hibáival:

1. A delta-módszert alkalmazzuk: a múltra megfigyeléseket, a jövőre a delta-módszerrel módosított modelladatokat használunk



Varga György előadása (Balaton)

2. Korrigált adatokat használunk



Fodor Nándor előadása (növénytermesztés)

3. Nyers modelleredményeket használunk és a hatásvizsgálati eredményekre alkalmazzuk a delta-módszert



KRITÉR: hatás a turizmusra

3. Delta-módszer a hatásvizsgálatokban

3. Delta-módszer a hatásvizsgálatokban

- A hatásra vonatkozó megfigyeléseket igényel (pl. halálozás, párolgás, vízmérleg)

3. Delta-módszer a hatásvizsgálatokban

- A hatásra vonatkozó megfigyeléseket igényel (pl. halálozás, párolgás, vízmérleg)
- Legalább három vizsgálatra van szükség:
 1. Hatás a múltban megfigyelések alapján
 2. Hatásvizsgálat a referencia-időszakra, kiindulási meteorológiai adatok: modelleredmények → modellezett hatás a múltban
 3. Hatásvizsgálat a jövőbeli időszakra, kiindulási meteorológiai adatok: modelleredmények → modellezett jövőbeli hatás

3. Delta-módszer a hatásvizsgálatokban

- A hatásra vonatkozó megfigyeléseket igényel (pl. halálozás, párolgás, vízmérleg)
- Legalább három vizsgálatra van szükség:
 1. Hatás a múltban megfigyelések alapján
 2. Hatásvizsgálat a referencia-időszakra, kiindulási meteorológiai adatok: modelleredmények → modellezett hatás a múltban
 3. Hatásvizsgálat a jövőbeli időszakra, kiindulási meteorológiai adatok: modelleredmények → modellezett jövőbeli hatás
- Végeredmény: a múltbeli „hatás-méréseket” és a hatásban jelzett változást ötvözik

3. Delta-módszer a hatásvizsgálatokban

- A hatásra vonatkozó megfigyeléseket igényel (pl. halálozás, párolgás, vízmérleg)
- Legalább három vizsgálatra van szükség:
 1. Hatás a múltban megfigyelések alapján
 2. Hatásvizsgálat a referencia-időszakra, kiindulási meteorológiai adatok: modelleredmények → modellezett hatás a múltban
 3. Hatásvizsgálat a jövőbeli időszakra, kiindulási meteorológiai adatok: modelleredmények → modellezett jövőbeli hatás
- Végeredmény: a múltbeli „hatás-méréseket” és a hatásban jelzett változást ötvözik
- Előnye:
 - A változók közötti konzisztencia megmarad
 - Nem teszünk a változó éghajlatban érvénytelen feltételt

Összefoglalás

Összefoglalás

- A hatásvizsgálatokhoz a regionális klímamodellek eredményei szolgáltatnak kiindulási adatokat

Összefoglalás

- A hatásvizsgálatokhoz a regionális klímamodellek eredményei szolgáltatnak kiindulási adatokat
- Figyelembe kell venni a modelleredmények korlátait és bizonytalanságát

Összefoglalás

- A hatásvizsgálatokhoz a regionális klímamodellek eredményei szolgáltatnak kiindulási adatokat
- Figyelembe kell venni a modelleredmények korlátait és bizonytalanságát
- Minden egyes hatásvizsgálat más lehetőséget nyújt erre →

Összefoglalás

- A hatásvizsgálatokhoz a regionális klímamodellek eredményei szolgáltatnak kiindulási adatokat
- Figyelembe kell venni a modelleredmények korlátait és bizonytalanságát
- Minden egyes hatásvizsgálat más lehetőséget nyújt erre →
- Továbbra is konzultáció és párbeszéd!

Összefoglalás

- A hatásvizsgálatokhoz a regionális klímamodellek eredményei szolgáltatnak kiindulási adatokat
- Figyelembe kell venni a modelleredmények korlátait és bizonytalanságát
- Minden egyes hatásvizsgálat más lehetőséget nyújt erre →
- Továbbra is konzultáció és párbeszéd!

Köszönöm a figyelmet!

E-mail: szepszo.g@met.hu