

Regionális klímadinamikai kutatások: nemzetközi és hazai kitekintés

HORÁNYI ANDRÁS



Országos Meteorológiai Szolgálat

TARTALOM

- Az éghajlati rendszer és modellezése
- Az éghajlat regionális előrejelzésének módszerei
- Nagy nemzetközi (európai) projektek
- Hazai klímadinamikai tevékenység

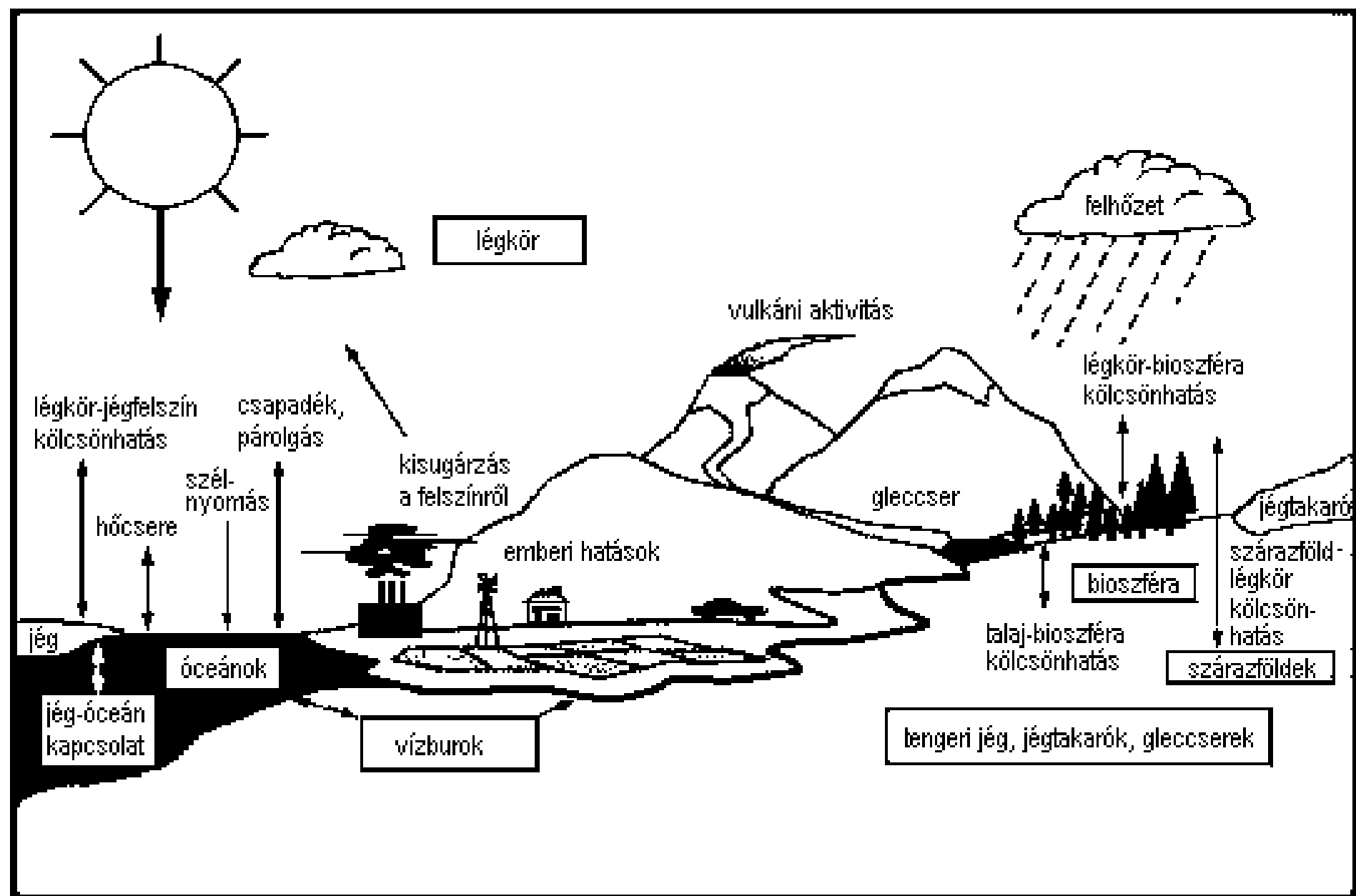
AZ ÉGHAJLAT MODELLEZÉSE

BEVEZETÉS

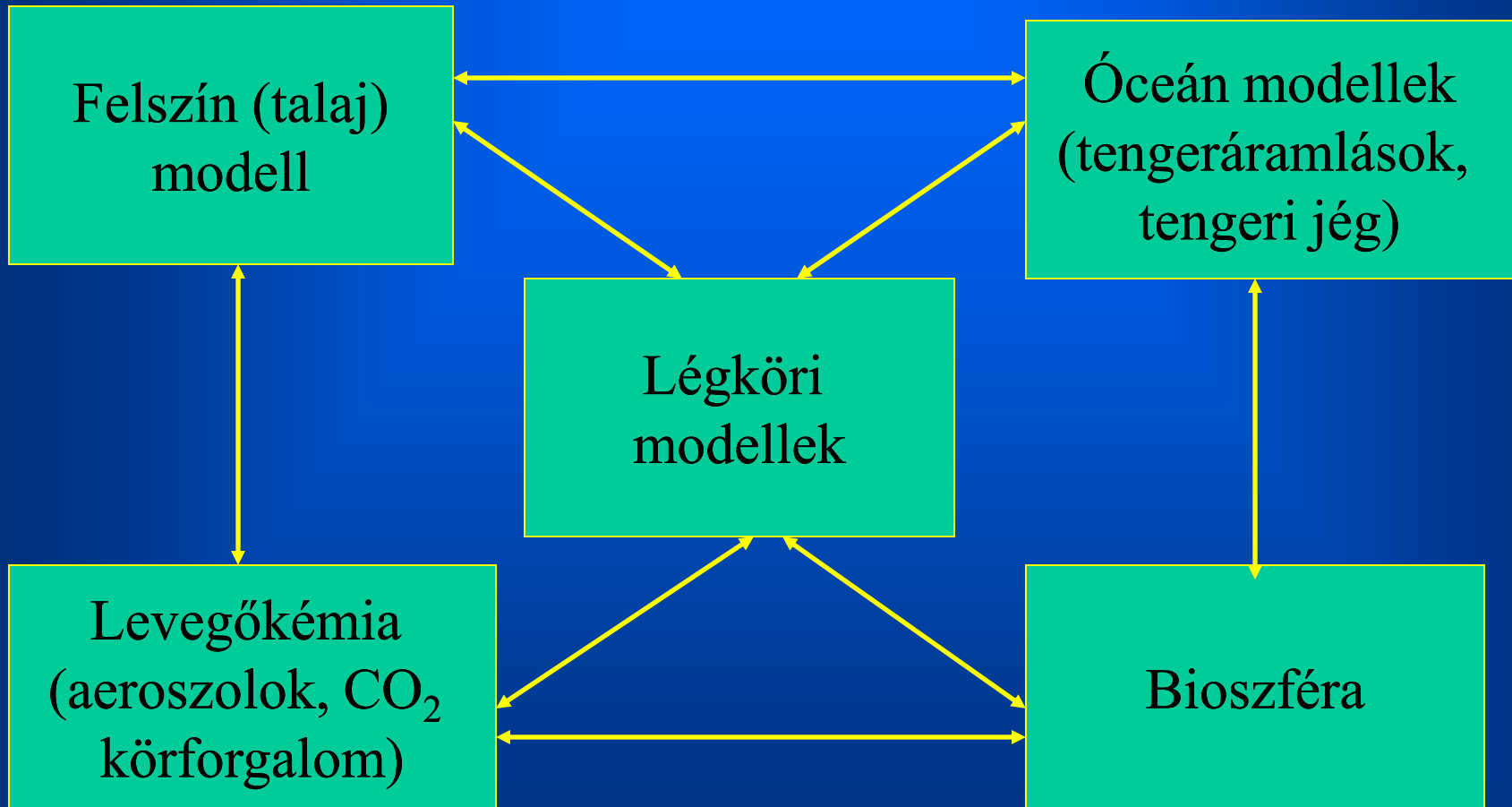
- Az éghajlat előrejelzésére van elvi lehetőség: a numerikus prognosztika eszköztára
- Az éghajlati rendszer komponenseit több-kevesebb pontossággal ismerjük, s így azok modellezhetőek (és a közöttük levő kölcsönhatások számszerűsíthetők)
- Az éghajlat egy bonyolult, nem-lineáris, turbulens rendszer, viselkedése spekulatív módon nem jellemezhető: egyedüli módszer a modellezés

NUMERIKUS PROGNOZTIKA ALAPJAI

- A légkör hidro-termodinamikai (primitív) egyenleteinek (parciális differenciálegyenletek) megoldására alkotott **matematikai modellek** megoldása
- Vegyes feladat (**kezdeti- és határfeltételek** megadása szükséges)
- Folytonos egyenletek közelítései (a légkör vastagságának elhanyagolása a Föld sugarához képest, gömbi közelítés, kvázi-**hidrosztatikus** közelítés, stb.)
- Közelítő megoldás (**diszkretizáció** + numerikus sémák)



AZ ÉGHAJLATI MODELLEK LEGFONTOSABB ELEMEI

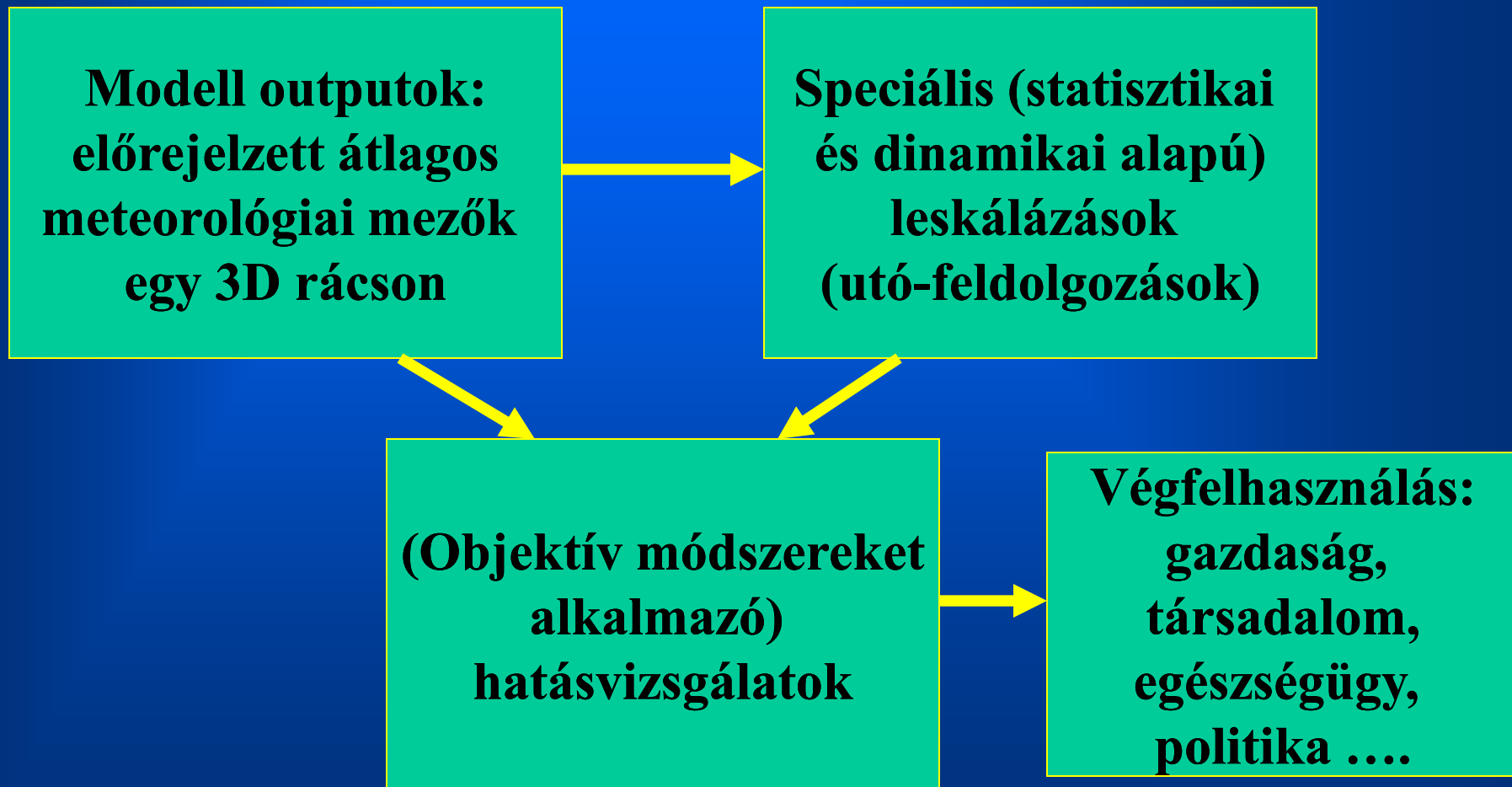


MILYEN ELŐREJELZÉSEK KÉSZÍTHETŐEK ÉGHAJLATI MODELLEKKEL?

- A légkör átlagos viselkedésének jellemzése statisztikai jellemzőkkel (átlagok, összegek stb.)
- Az előrejelzés bizonytalanságának számszerűsíthetősége (valószínűségi forma, ensemble technika)

Megjegyzés: egy klímamodell úgy is lehet tökéletes, hogy futtatása közben egyetlen időjárási jelenséget sem jelzett pontosan előre

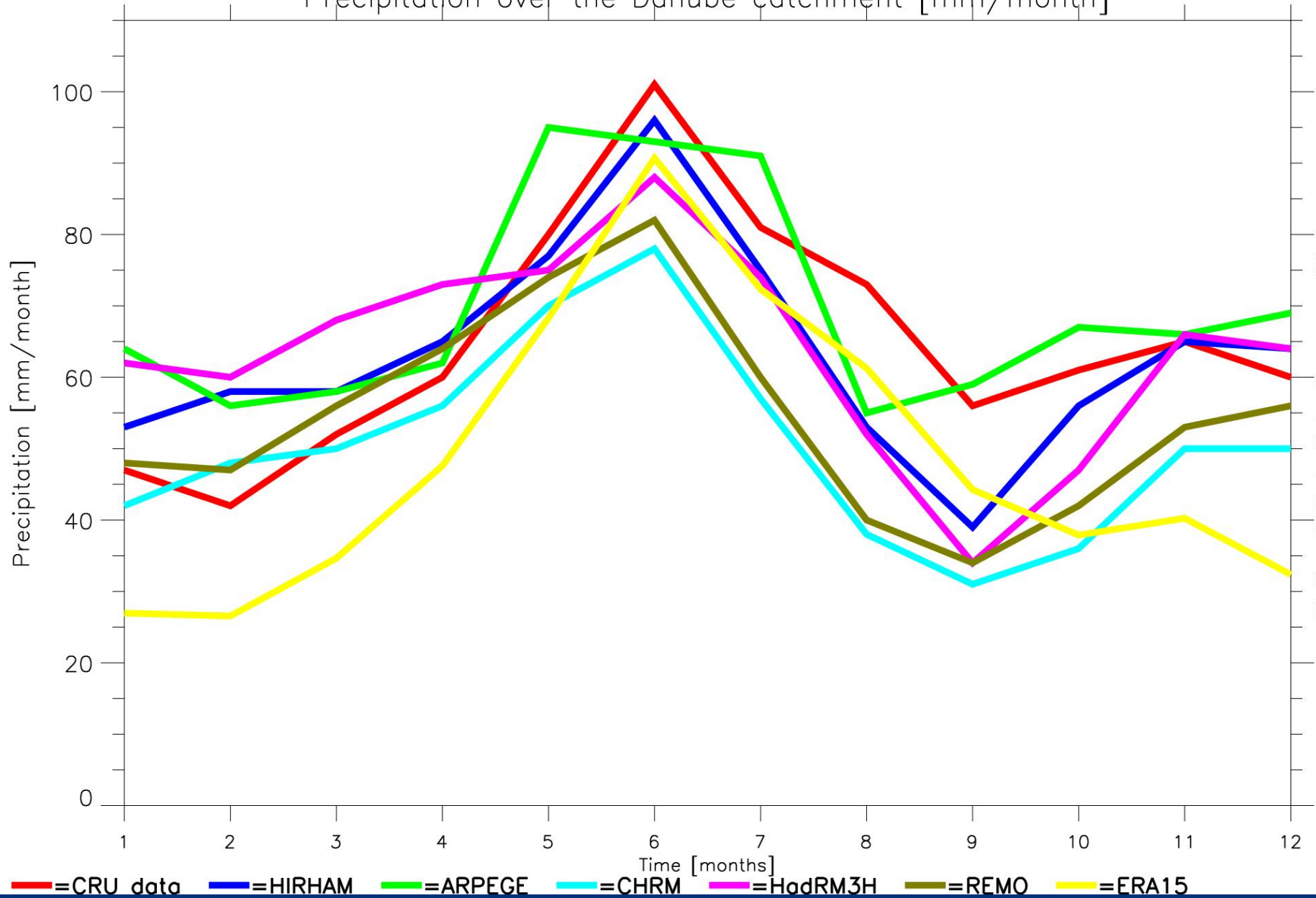
HOGYAN HASZNÁLHATÓAK FEL AZ ÉGHAJLATI MODELLEK EREDMÉNYEI?



AZ ÉGHAJLATI MODELLEK TESZTELÉSE

- A múlt éghajlatának rekonstruálása: globális és regionális adatbázisok alkalmazása
 - Climatic Research Unit (CRU)
 - ECMWF/ERA40 vagy NCEP újra-analízis adatok
 - Nemzeti adatbázisok
- A modellek folyamatos fejlesztése, tökéletesítése
- Jövőre vonatkozó előrejelzések készítése globális és regionális skálán

Precipitation over the Danube catchment [mm/month]



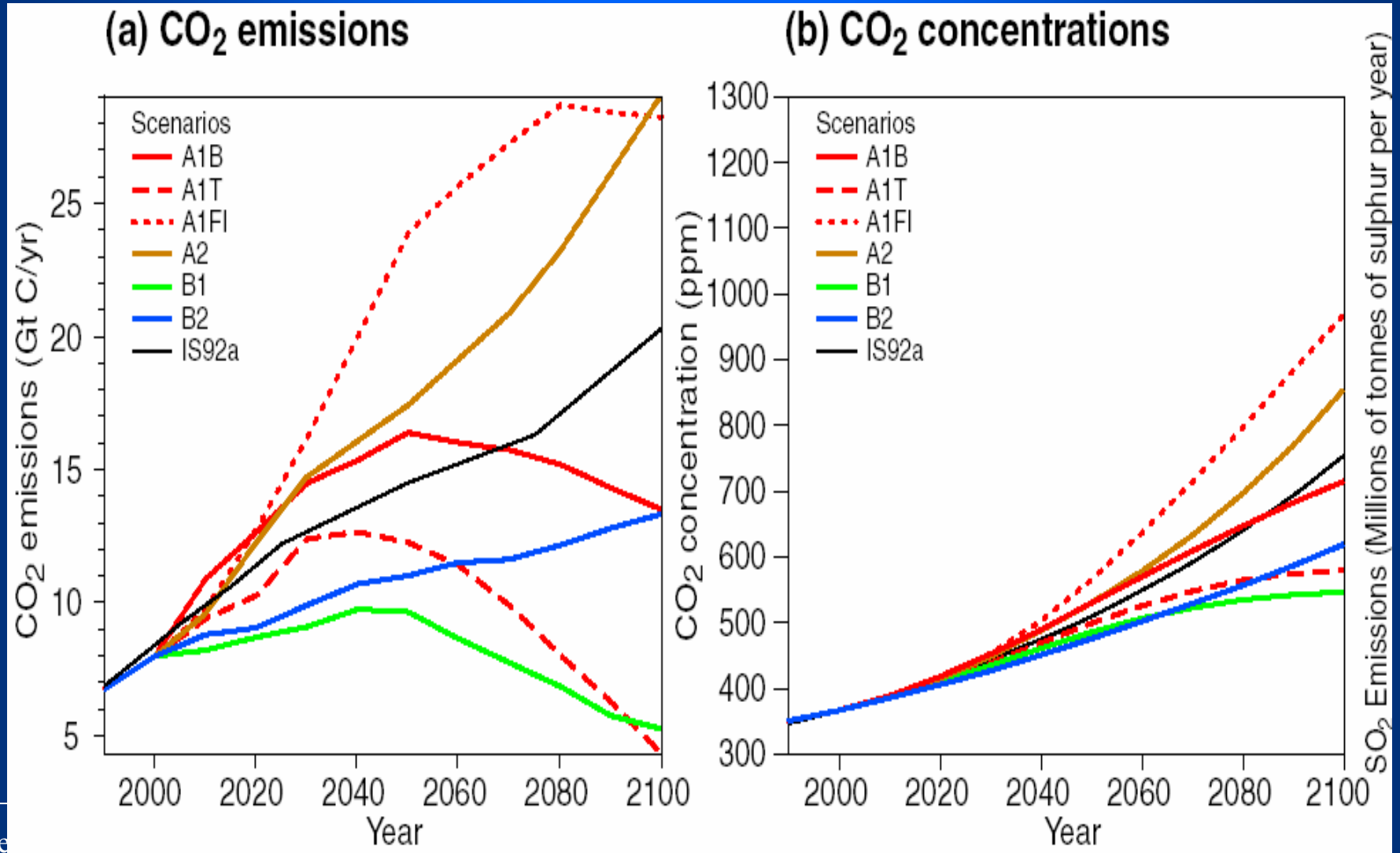
AZ ÉGHAJLATI MODELLEK TÍPUSAI

- Globális kapcsolt légkör-óceán általános cirkulációs modellek (AOGCM: Coupled Atmospheric-Ocean General Circulation Model)
- Globális általános cirkulációs modellek (GCM: General Circulation Model)
- Regionális korlátos tartományú klímamodellek (RCM: Regional Climate Models)

GLOBALIS KLÍMAMODELLEK

- Az egész Földre szolgáltatnak éghajlati előrejelzéseket (tipikus horizontális felbontás: néhány 100 km)
- Lehetőség változó külső kényszerek figyelembevételére (pl. CO₂ koncentráció várható változása → kibocsátási scenáriók)
- Globális átlagban szolgáltatnak eredményeket → a regionális változások irányára vonatkozóan nem adnak tájékoztatást (a regionális változások előjele akár ellentétes is lehet a globális változásokéval)

CO₂ KIBOCSÁTÁSI FORGATÓKÖNYVEK



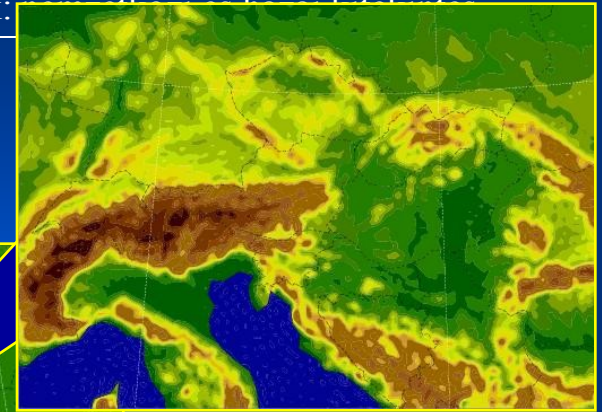
AZ ÉGHAJLAT REGIONÁLIS ELŐREJELZÉSE

Kiindulás: a globális klímamodellek megfelelő minőségű előrejelzéseket szolgáltatnak

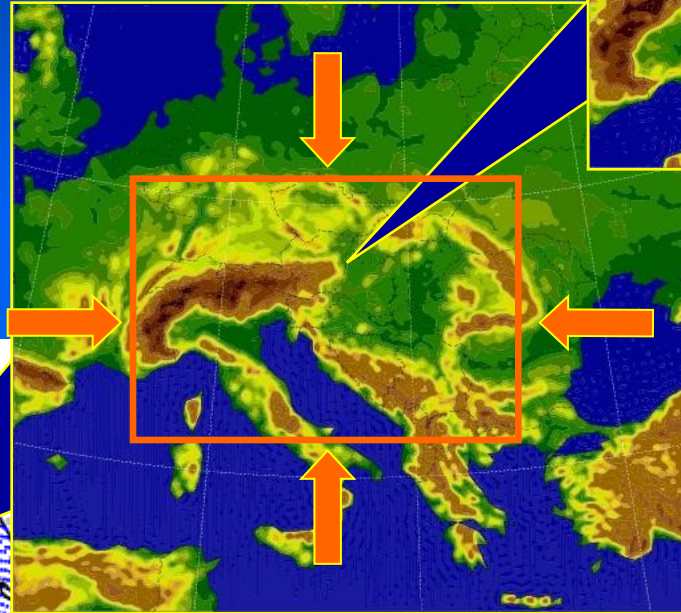
- Nagyfelbontású vagy változó felbontású globális modellek (nagy számításigény, nincs határfeltétel probléma)
- **Regionális éghajlati modellek: korlátos tartományú numerikus modellek (határérték probléma, oldalsó határfeltételek: globális modellek)**
- Statisztikai leskálázás: statisztikai kapcsolat a múltbeli globális és regionális változások között (és ezt alkalmazza a jövőre nézve)

BEÁGYAZOTT KORLÁTOS TARTOMÁNYÚ MODELLEK

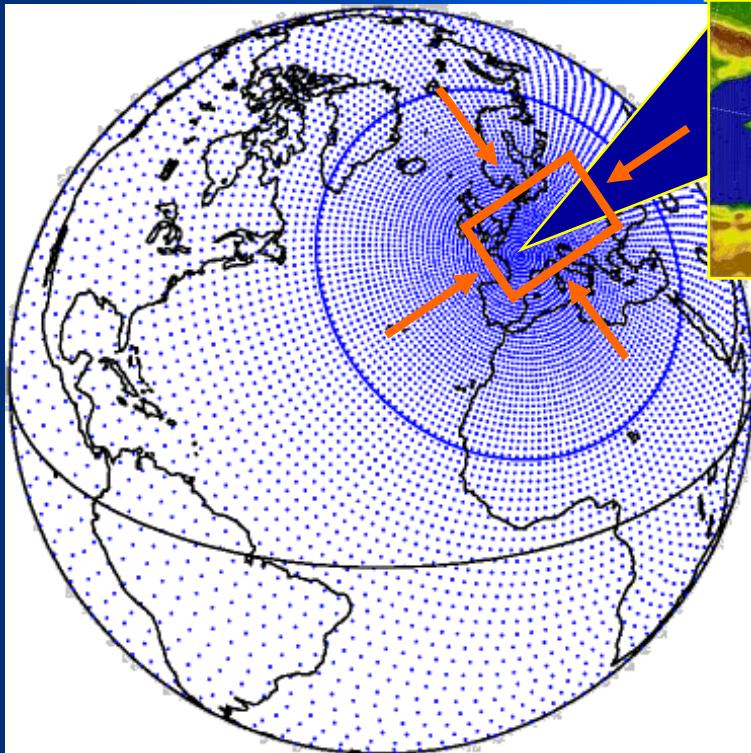
GLOBALIS MODELL



LOKÁLIS MODELL

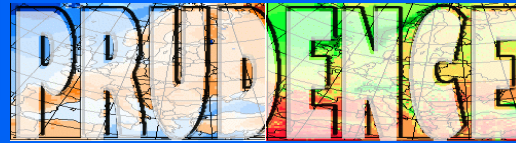


REGIONÁLIS MODELL



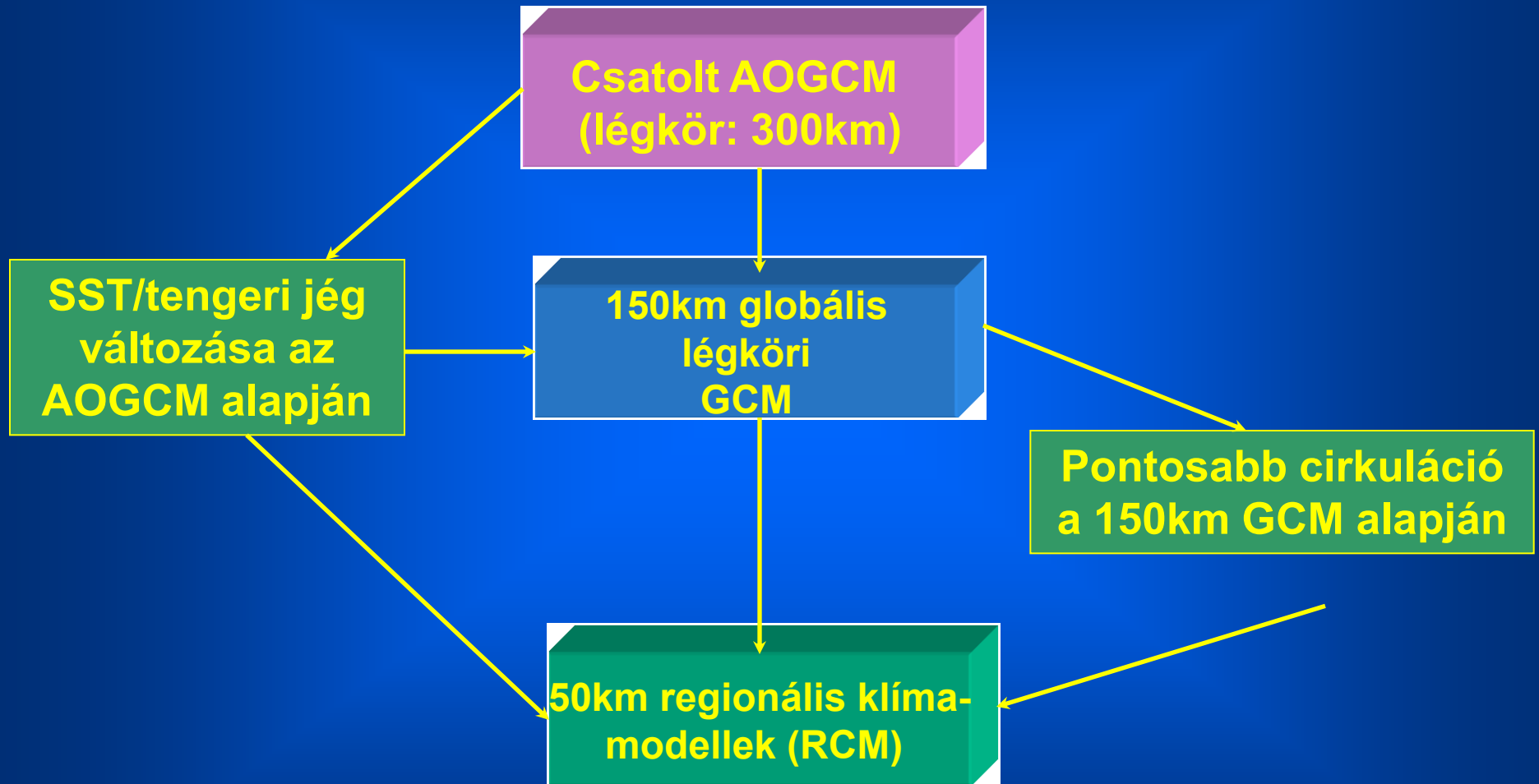
NEMZETKÖZI PROJEKTEK

NEMZETKÖZI PROJEKTEK: PRUDENCE

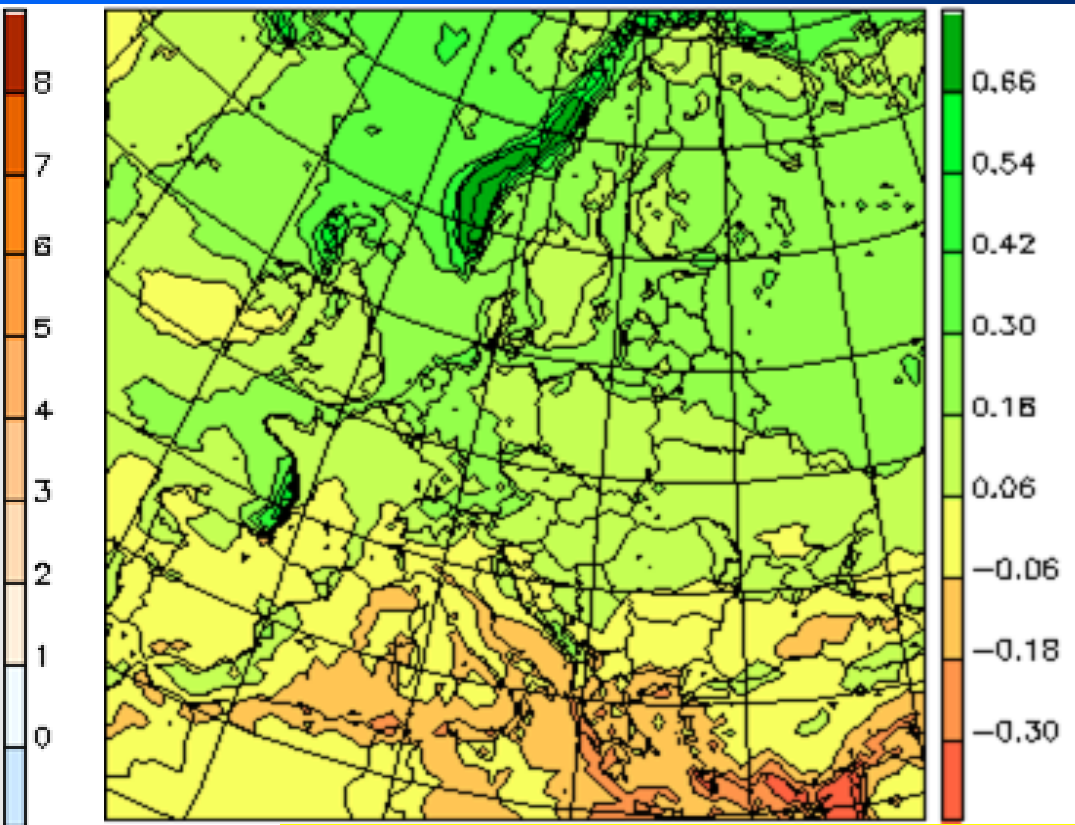
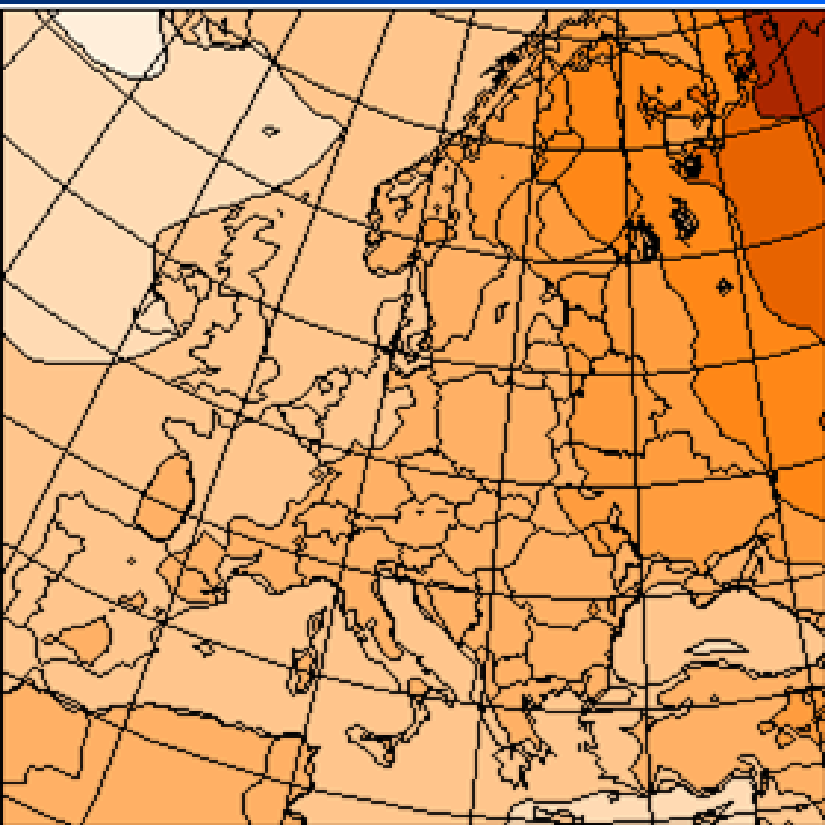


- Nagy európai projekt (2001-2004): 21 résztvevő intézet
- Célok:
 - Az éghajlati előrejelzések bizonytalanságának csökkentése (modell fejlesztés)
 - Éghajlati előrejelzések készítése a bekövetkezési valószínűségek számszerűsítésével
 - Az eredmények interpretálása, kiértékelése
- Eszközök: Globális és regionális klímamodellek

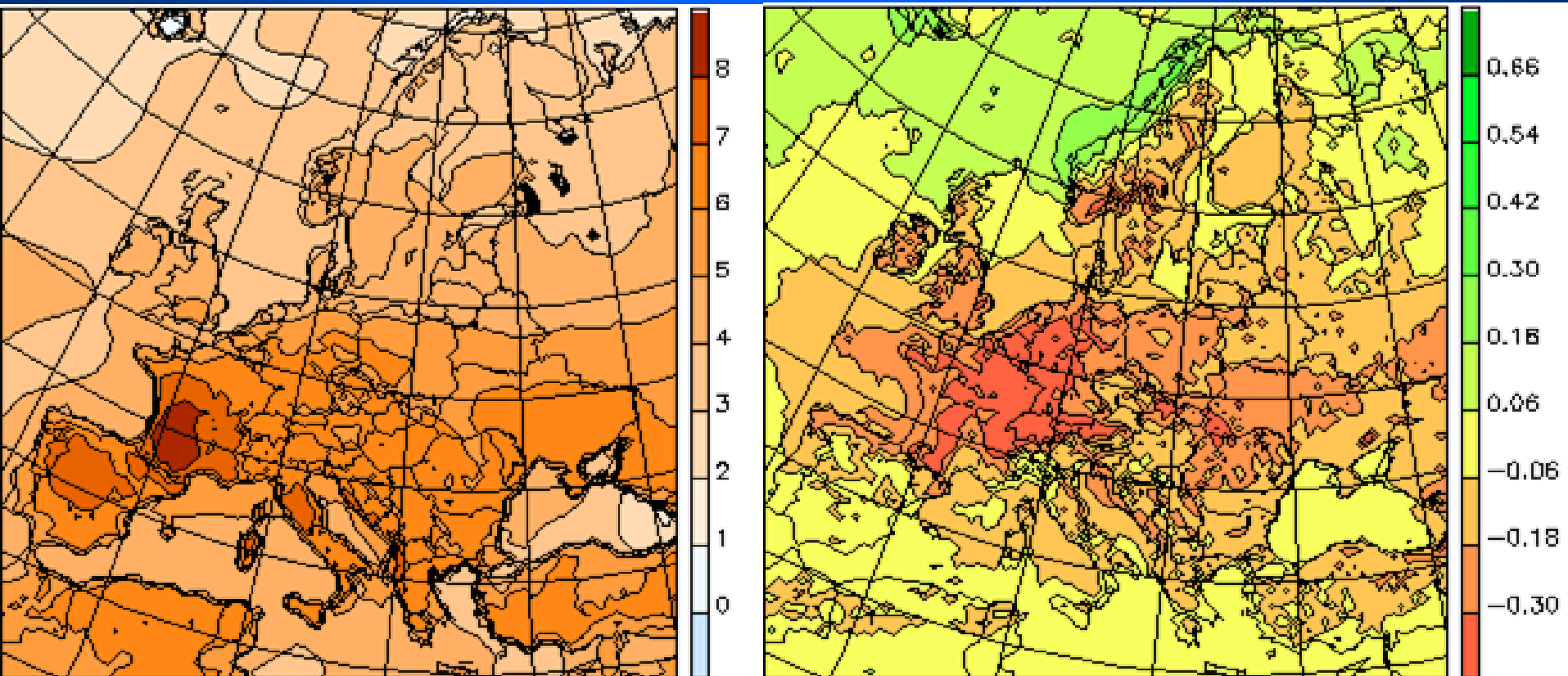
PRUDENCE: modell rendszer



PRUDENCE (2070-2100): TÉLI HŐMÉRSÉKLET ÉS CSAPADÉK (ENYHE és NEDVES TELEK ÉSZAKON)



PRUDENCE (2070-2100): NYÁRI HŐMÉRSÉKLET ÉS CSAPADÉK (MELEG és SZÁRAZ NYARAK DÉLEN)



ORSZÁGONKÉNTI ANALÍZIS: MAGYARORSZÁG

- A globális átlagnál nagyobb melegedés: különösen a nyár folyamán (a modellek többsége ezt jelzi előre, azaz a projekció bizonytalansága viszonylag kicsi)
- Gyakorlatilag változatlan éves csapadékmennyiség, DE: télen erős növekedés, míg nyáron erős csökkenés (az előrejelzések bizonytalansága viszonylag nagy)

NEMZETKÖZI PROJEKTEK: ENSEMBLES



- Óriási európai projekt (2004-2009): 72 résztvevő intézet, 10 kutatási téma számos munkacsomaggal
- Cél: a jövő éghajlatának objektív valószínűségi alapú előrejelzése (ensemble technika)
- Eszköz: Globális és regionális (50, illetve 25 km-es felbontás) klímamodellek futtatása és együttes kiértékelése

HAZAI PROJEKTEK

HAZAI KLÍMADINAMIKAI KUTATÁSOK: ELŐZMÉNYEK

- Dörgicse, 2003. június 5.: a klímadinamikai projekt beindítása (Czelnai Rudolf)
- 2003. szeptember 3.: Regionális klímadinamikai kutatási program
- 2003. szeptembere: MTA X. osztály ülésén ismertetésre, majd támogatásra kerül
- 2004: Klímadinamikai témájú NKFP pályázat benyújtása, majd elfogadása
- A kutatómunka megkezdése: 2005. január 1. (a projekt hossza 3 év)

HAZAI KLÍMADINAMIKAI KUTATÁSOK: NKFP PROJEKT

- Cím: Magyarország éghajlatának dinamikai vizsgálata, és a numerikus modelleken alapuló regionális klímaelőrejelzések módszertanának megalapozása

- A konzorcium tagjai:



- Országos Meteorológiai Szolgálat (Horányi András)
- ELTE TTK Meteorológiai Tanszék (Bartholy Judit)
- Pécsi Tudományegyetem (Geresdi István)
- Env-In-Cent Környezetvédelmi és Tanácsadó Iroda (Pálvölgyi Tamás)

NKFP PROJEKT: ALAPOK

- Szakmai háttér (fiatal kutatói team) az időjárás numerikus előrejelzésével kapcsolatban (OMSZ)
- Fizikai parametrizációs eljárások alapos ismerete (PTE)
- Megfelelő nagyszámítógépes háttér a regionális klímamodellek futtatásához (OMSZ)
- Megfigyelési adatarchívum (OMSZ)
- Tapasztalatok a “klasszikus” (klimatográfia) éghajlati kutatásokban (OMSZ, ELTE)
- Tapasztalat éghajlati forgatókönyvek kezelésében, hatásvizsgálatokban (EIC)

A PROJEKT ALAPVETŐ CÉLJAI

- Az éghajlati rendszer vizsgálata a dinamikus meteorológia eszközeivel
- **Regionális klímamodellek adaptálása és fejlesztése az éghajlat regionális változásának jellemzésére**
- Bekapcsolódás a regionális klímakutatás nemzetközi (európai) vérkeringésébe

TERVEZETT TEVÉKENYSÉGEK és VÁRHATÓ EREDMÉNYEK

- A múlt adatainak feldolgozása (szinoptikus-klimatológiai vizsgálatok az éghajlat dinamikai kapcsolatainak elemzésére):
 - Az éghajlat változásának és a cirkulációs viszonyok változása közötti ok-okozati kapcsolat feltárása
 - A szélsőségek és az éghajlat változása közötti kapcsolat elemzése
- Klímamodellek adaptálása és tesztelése az éghajlat regionális előrejelzésére: ALADIN/Climate, REMO, PRECIS
- **Előzetes** regionális klíma-forgatókönyvek előállítása

ELBÍRÁLÁSRA VÁRÓ FRISSEN BEADOTT EU PROJEKTEK

- STREP (Specific Targeted Research Project): Climate changes in Central-Eastern Europe (10-15 intézmény, beadva november elején)
- Célok:
 - Az éghajlati előrejelzések további pontosítása a Kárpát-medence térségére
 - Az éghajlatváltozás hatásainak vizsgálata objektív eljárások segítségével
- Eszközök: regionális klímamodellek (10 km körüli felbontás) és objektív hatásvizsgálatok

KAPCSOLATOK

- Nemzetközi:
 - Nyugat-Európa: 10 intézet 7 országból (kiemelt jelentőségű: Max Planck Intézet, Météo France)
 - Kelet-Európa: 11 intézet 5 országból (kiemelt jelentőségű: Prágai Károly Egyetem, Cseh Hidrometeorológiai Intézet)
- Hazai: 5 intézmény a meteorológia, környezetvédelem és hidrológiai területén (újabb együttműködő partnereket örömmel fogadunk)

ÖSSZEFOGLALÁS, KÖVETKEZTETÉSEK

ÖSSZEFOGLALÁS, KÖVETKEZTETÉSEK (1)

- Az éghajlat globális és regionális előrejelzésében a numerikus modellek nélkülözhetetlenek
- A regionális leskalázásokhoz jó globális előrejelzésekre van szükségünk
- Elengedhetetlen nemzetközi projekteken való részvételünk (két- és többoldalú)

ÖSSZEFOGLALÁS, KÖVETKEZTETÉSEK (2)

- Az éghajlat megváltozása kapcsán spekulációk helyett modellezést (mint a jövőbeli változások megismerésének egyedüli eszköze) kell választani (pl. az éghajlat és a szélsőségek vagy a cirkuláció kapcsolata)
- Az éghajlatváltozás hatásainak becsléséhez a klímamodellek eredményeiből kell kiindulni (szorosabb kapcsolatok kiépítése szükséges a klímamodellező és hatásvizsgálatokat végző szakemberek között)
- Erőforrásokat szükséges biztosítani Magyarországon is a klímadinamikai kutatások személyi és infrastruktúrális hátterének biztosítására

***Köszönöm a
figyelmet
és türelmet!***