



A csapadék nyomában
bevezető előadás



A csapadék fogalma

- A légkör vízgőztartalmából származó folyékony vagy szilárd halmazállapotú víz, amely a földfelszínre kerül.

- Fajtái:

- *hulló csapadék*
eső, hó, havas eső,
fagyott eső, jégeső,
ónos eső, hódara

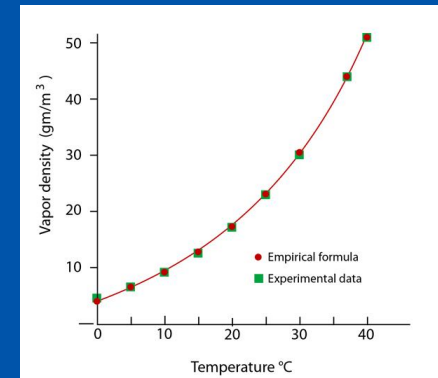


- *talajközeli csapadék*
harmat, dér, zúzmara

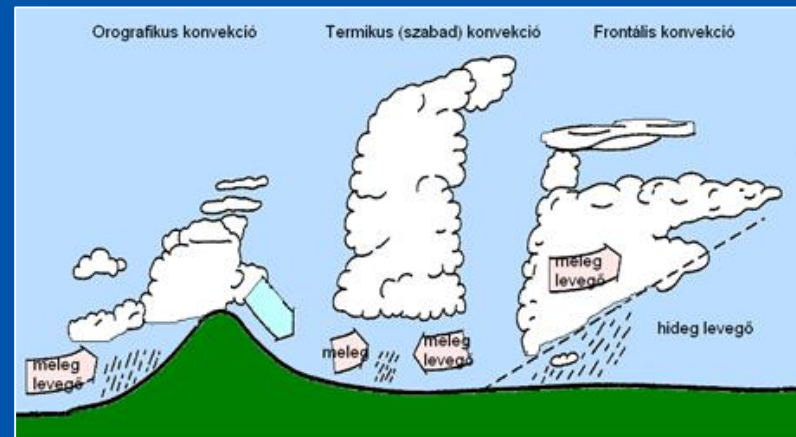


A hulló csapadék keletkezése

- A hulló csapadék képződésének feltételei:
 - kellő vízgőztartalom
 - aeroszolok (kondenzációs magvak) jelenléte
 - levegő lehűlése a harmatpontig (többnyire feláramló légmozgással)



- A feláramlást kiváltó vagy elősegítő tényezők :
 - domborzati (orográfiai) akadály
 - földfelszín felmelegedése miatti termikus mozgás (hőléggallon)
 - időjárási front



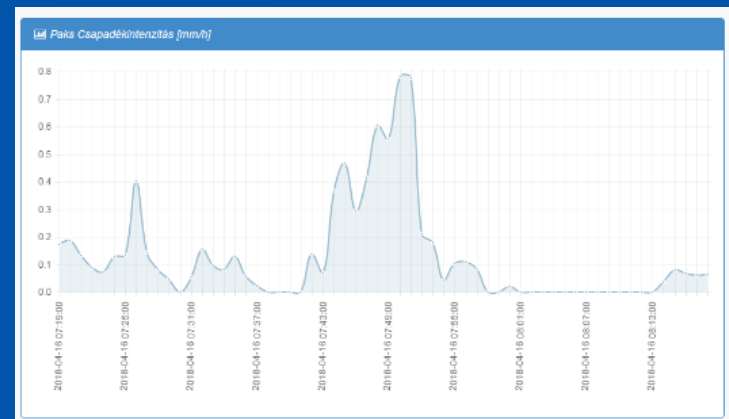
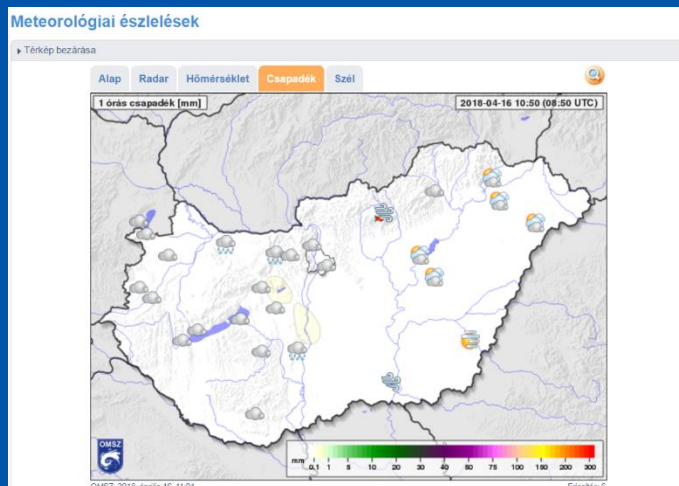
A csapadék mérése

- 1mm vízoszlop: négyzetméterenként 1 liter víz
- A mérés
 - egységes szabályok szerint
 - évente hitelesített mérőeszközökkel
- Billenőedényes csapadékmérő
 - 200 cm² felfogó felület
 - 1 méterrel a talajfelszín felett
- Magyarországi mérőhálózat: kb. 730 állomás
 - 270 billenőedényes csapadékmérő
 - 460 hagyományos mérőeszköz



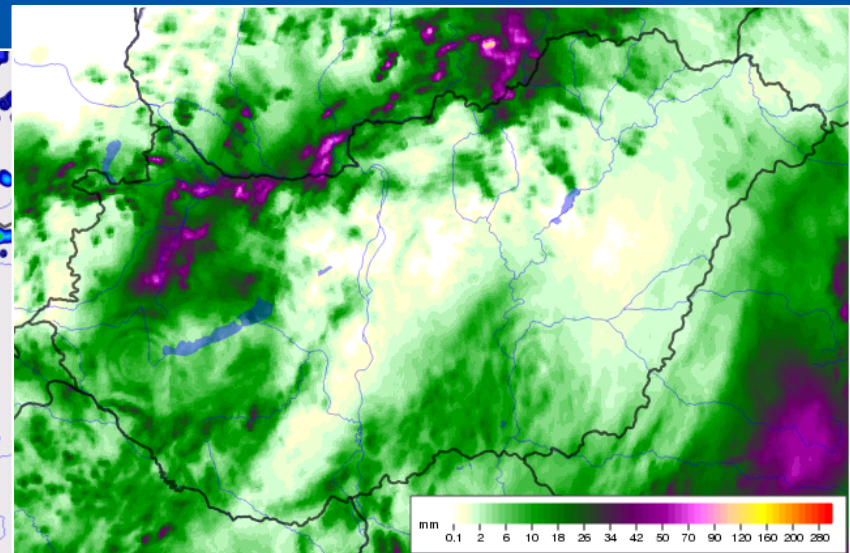
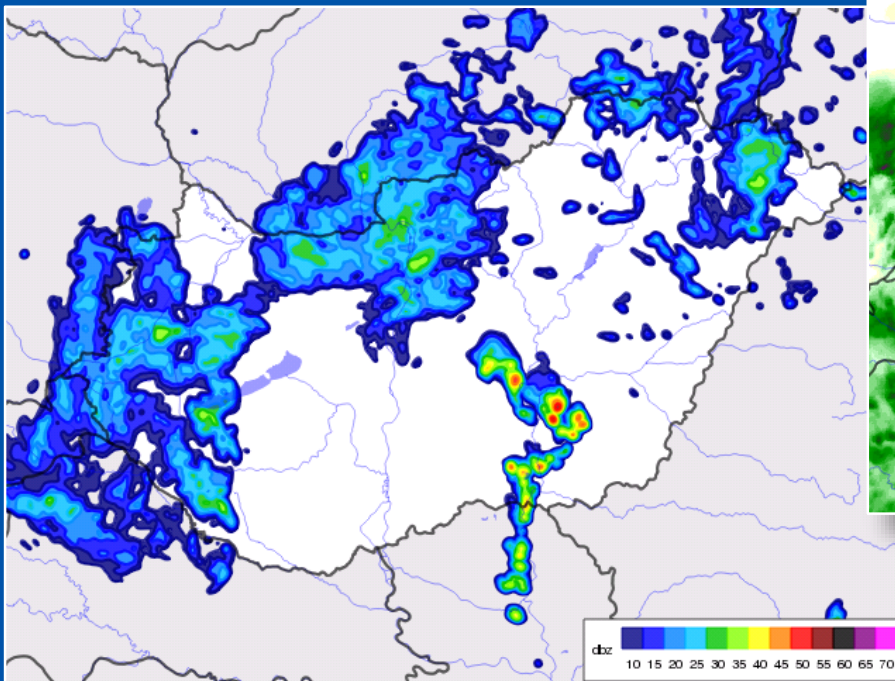
A csapadék halmazállapotának meghatározása

- Műszeres mérések
 - lézeres cseppspektrum-mérő
- Vizuális megfigyelések
 - OMSZ állomáshálózat
 - amatőr észlelések (MET-ÉSZ)



Radaros mérések

- 10 percenkénti mérések a mikrohullámú tartományban
- Radarmérési produktumok
 - csapadék-intenzitás (visszavert jelek alapján)
 - számított csapadékösszeg



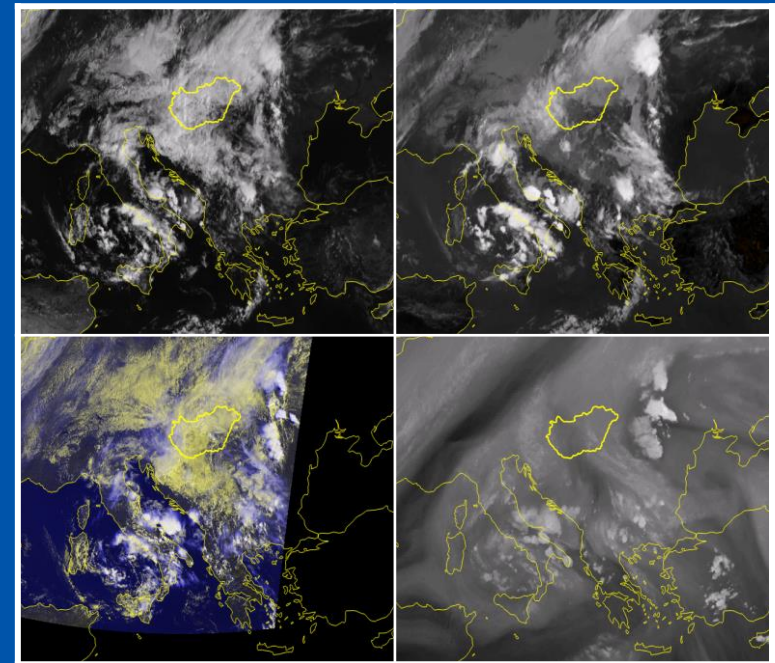
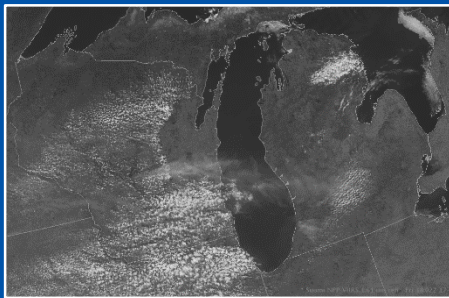
Műholdas mérések

- Látható és a távoli infravörös tartományban:

- felhőrendszerek
- felhőzet vastagsága
- felhőtípusok
- légköri vízgőztartalom

- Közeli infravörös tartományban:

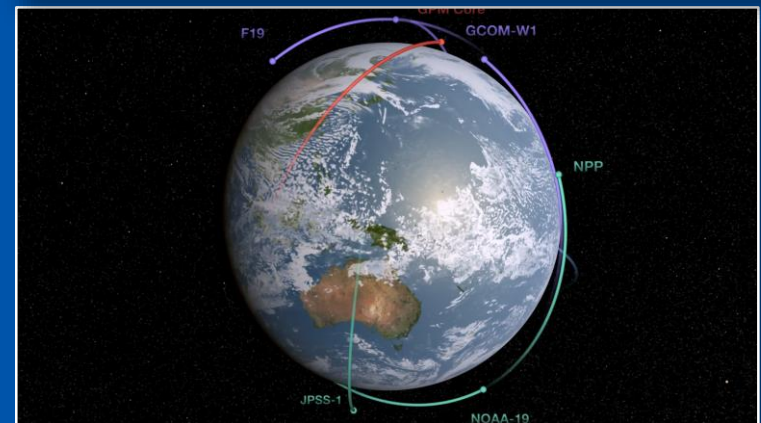
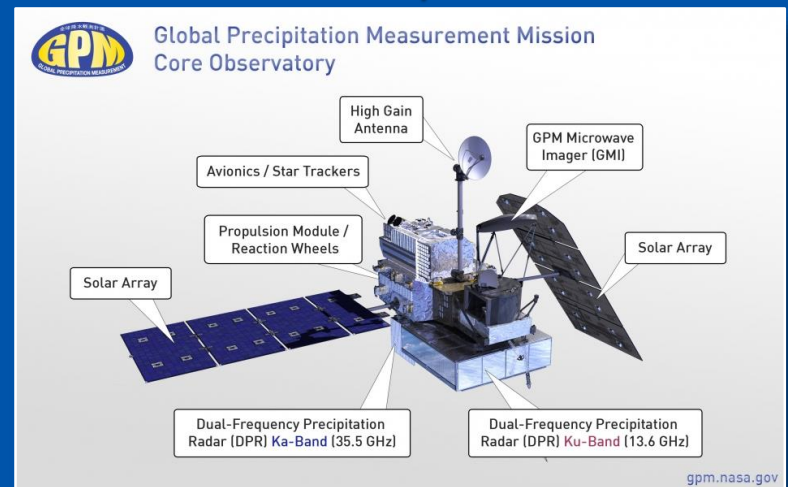
- felhőtetők mikrofizikája



A mérésekből következtethetünk a csapadékmező kiterjedésére, intenzitására, akár 5 perces felbontásban

Műholdas mérések

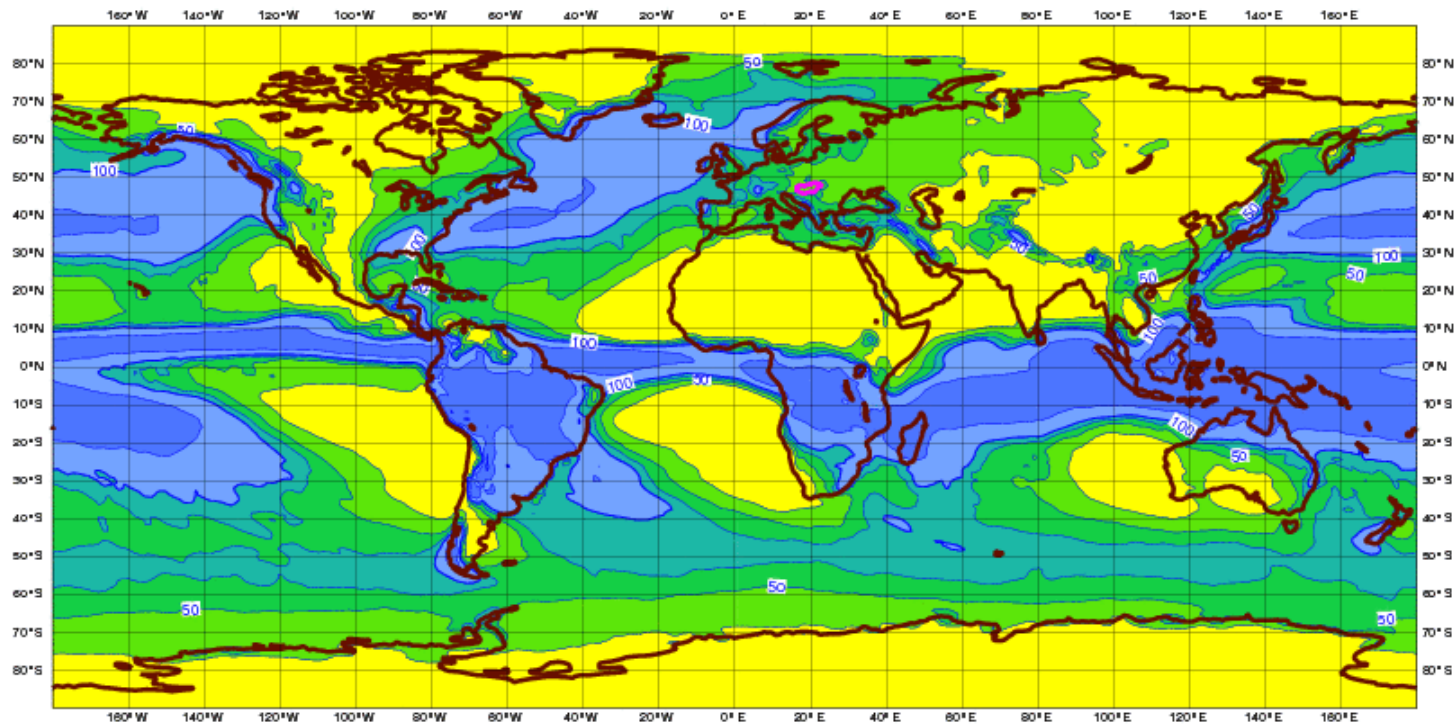
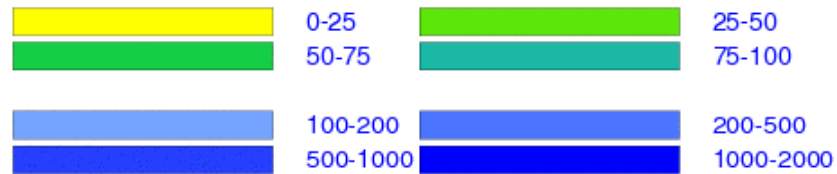
- Passzív és az aktív (radar) mikrohullámú tartományban:
 - információ a csapadékelemekről
 - *Globális Csapadékmérési Rendszer (GPM)* egy fő műholdból (GPM Core Observatory) és sok más műholdból áll
 - csapadékadatok 2-3 órás felbontásban
 - a fő műholdon a passzív képkészítő műszeren kívül kétcsatornás aktív mikrohullámú radarmérés is folyik, ezzel kalibrálják a többi mérést



Földrajzi és szezonális jellegzetességei

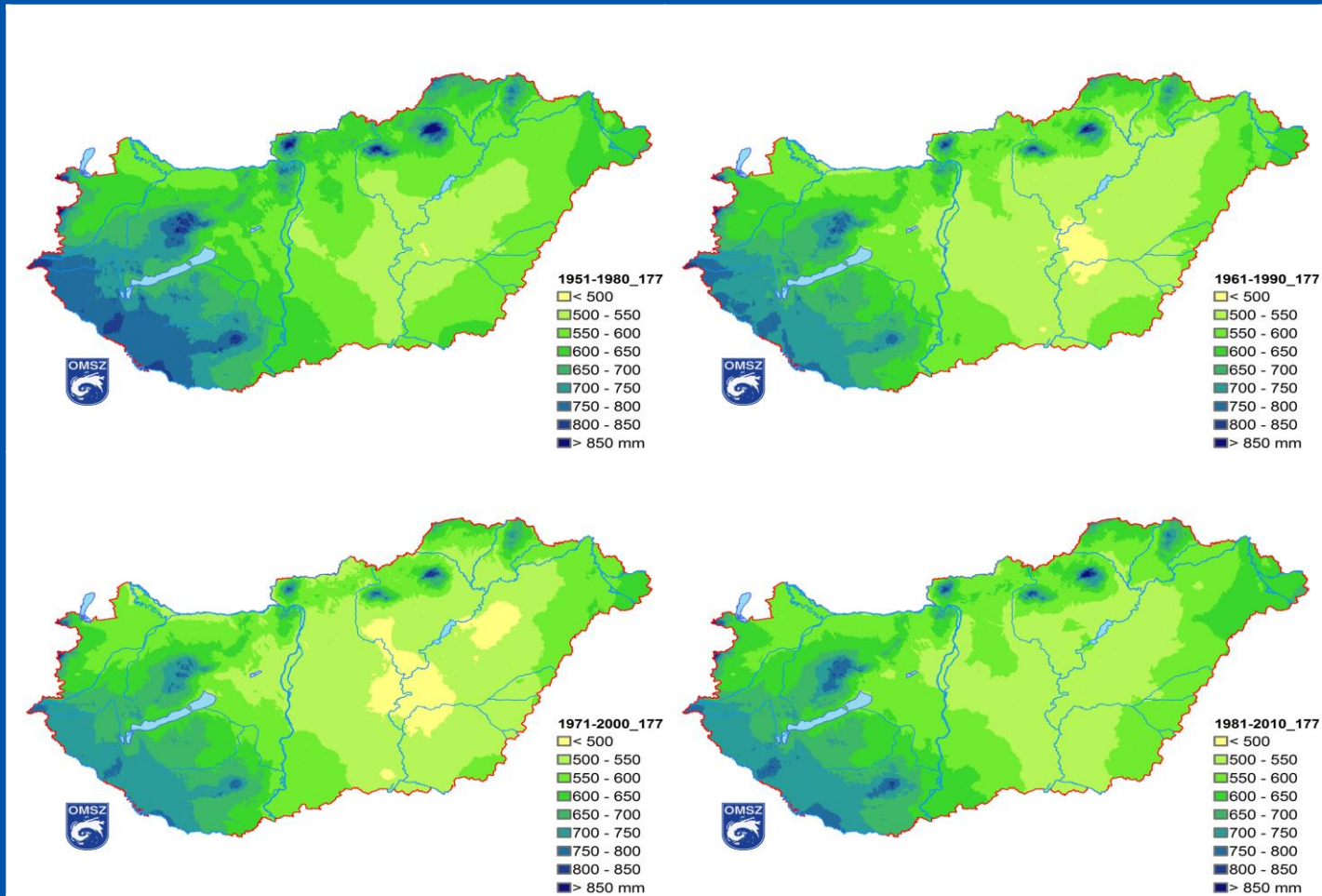


januári havi csapadékösszeg [mm]



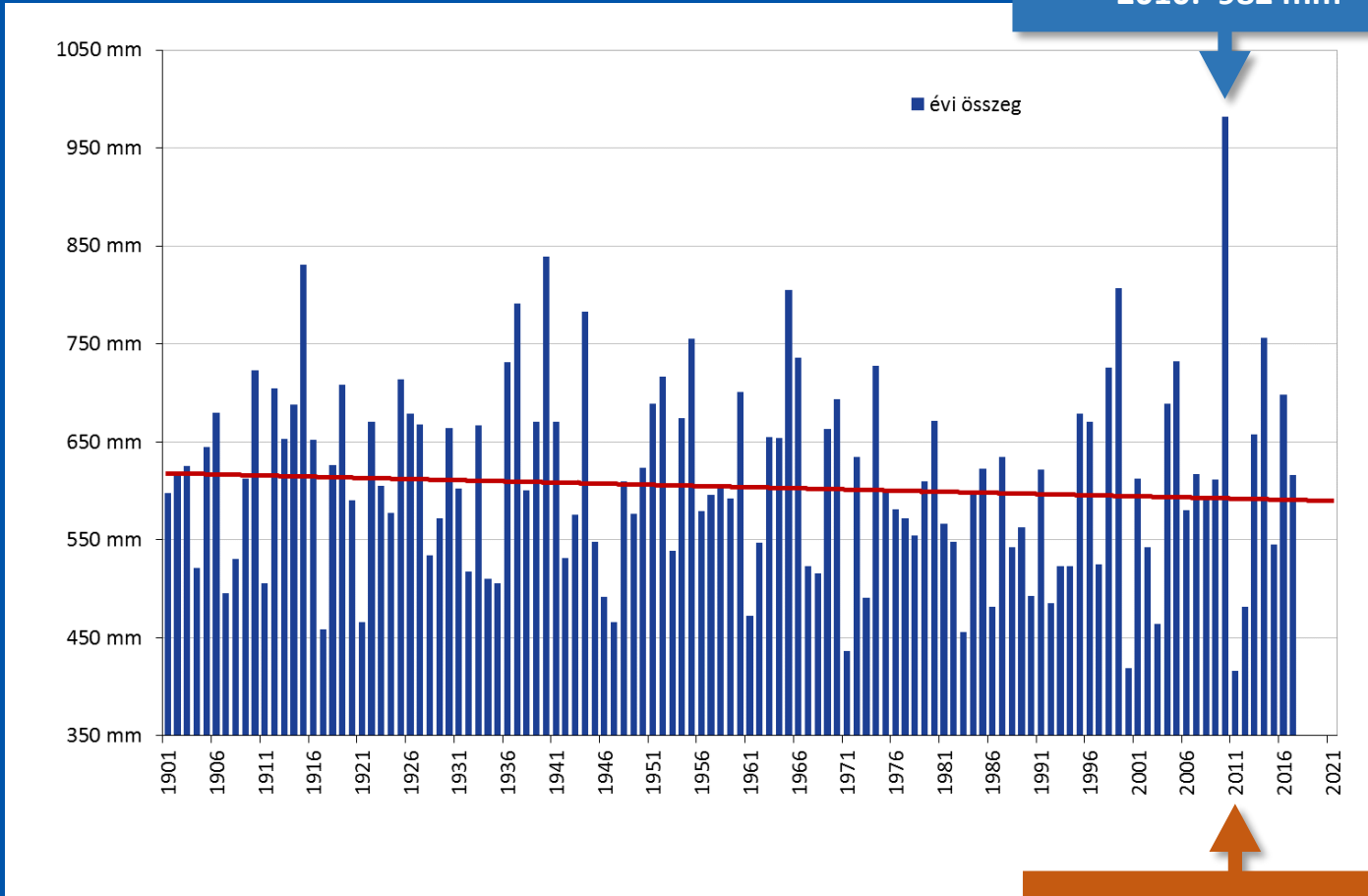
A csapadék térbeli eloszlása hazánkban

- Éves mennyiség - érdekes trendek 1901-2010 között:



Az éves csapadék változása hazánkban (1901-2017)

Legcsapadékosabb év
2010: 982 mm



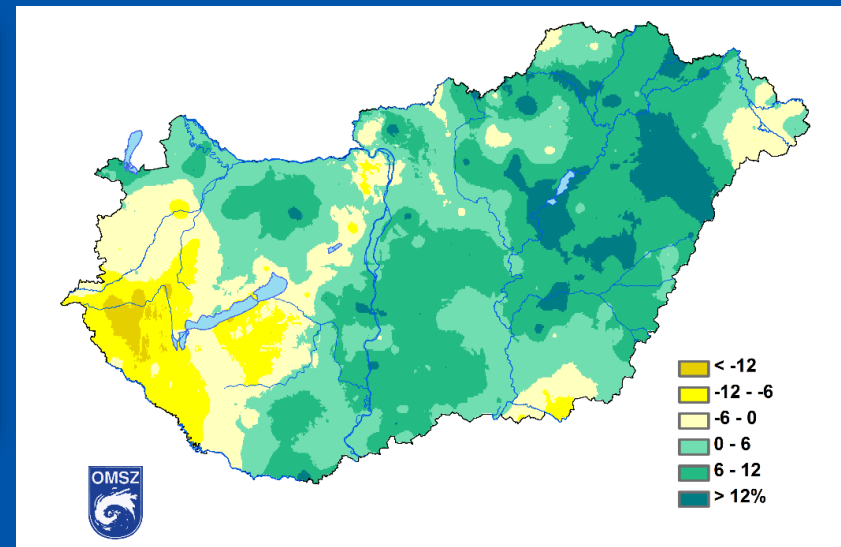
Legszárazabb év
2011: 416 mm

A csapadékadatokban megfigyelhető más trendek

Az éves és évszakos országos csapadékösszegek változása 1901-2016 között

1901–2016			
	Változás [%]	Alsó határ [%]	Felső határ [%]
Év	-4,6	-12,3	3,9
Tavaszi	-17,2	-28,0	-4,9
Nyári	6,6	-8,7	24,5
Ősz	-12,3	-28,4	7,3
Téli	8,3	-9,9	30,1

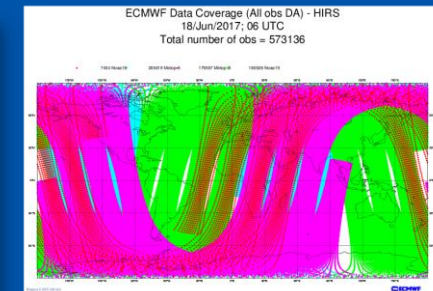
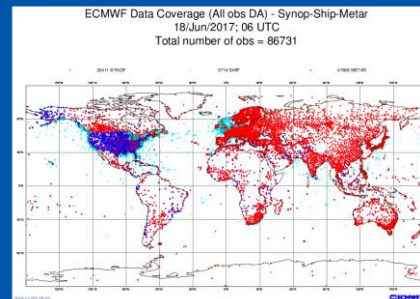
Az évi csapadékösszeg változása 1961-2016 között



A csapadék előrejelzése

- Az időjárás-előrejelzés készítés folyamata:

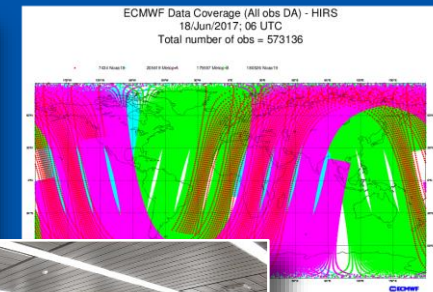
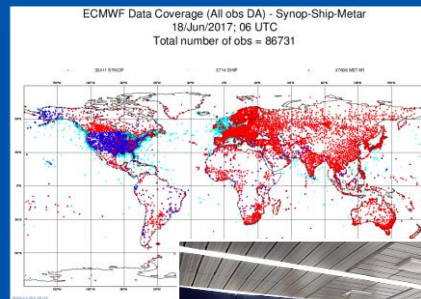
- a mérések és megfigyelések végzése és összegyűjtése
- a számítógépes modell kiindulási állapotának előállítása
- a modell futtatása
- térképes/grafikus megjelenítés
- az előrejelző szakember munkája
- a partnerek tájékoztatása



A csapadék előrejelzése

- Az időjárás-előrejelzés készítés folyamata:

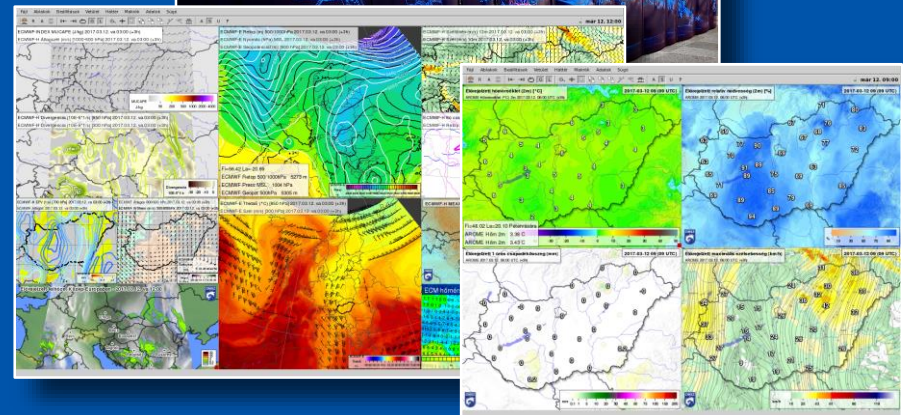
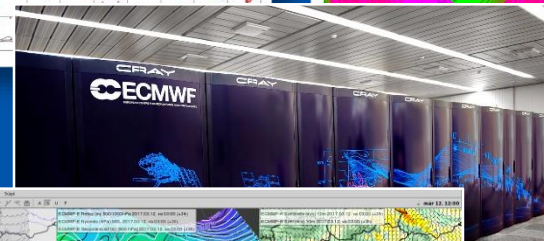
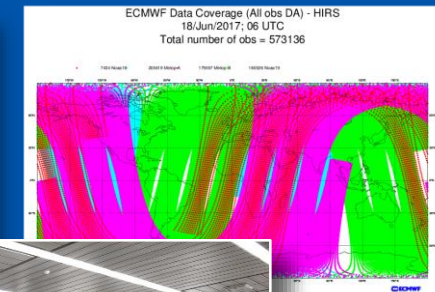
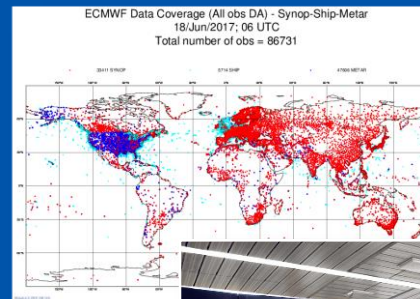
- a mérések és megfigyelések végzése és összegyűjtése
- a számítógépes modell kiindulási állapotának előállítása
- a modell futtatása
- térképes/grafikus megjelenítés
- az előrejelző szakember munkája
- a partnerek tájékoztatása



A csapadék előrejelzése

- Az időjárás-előrejelzés készítés folyamata:

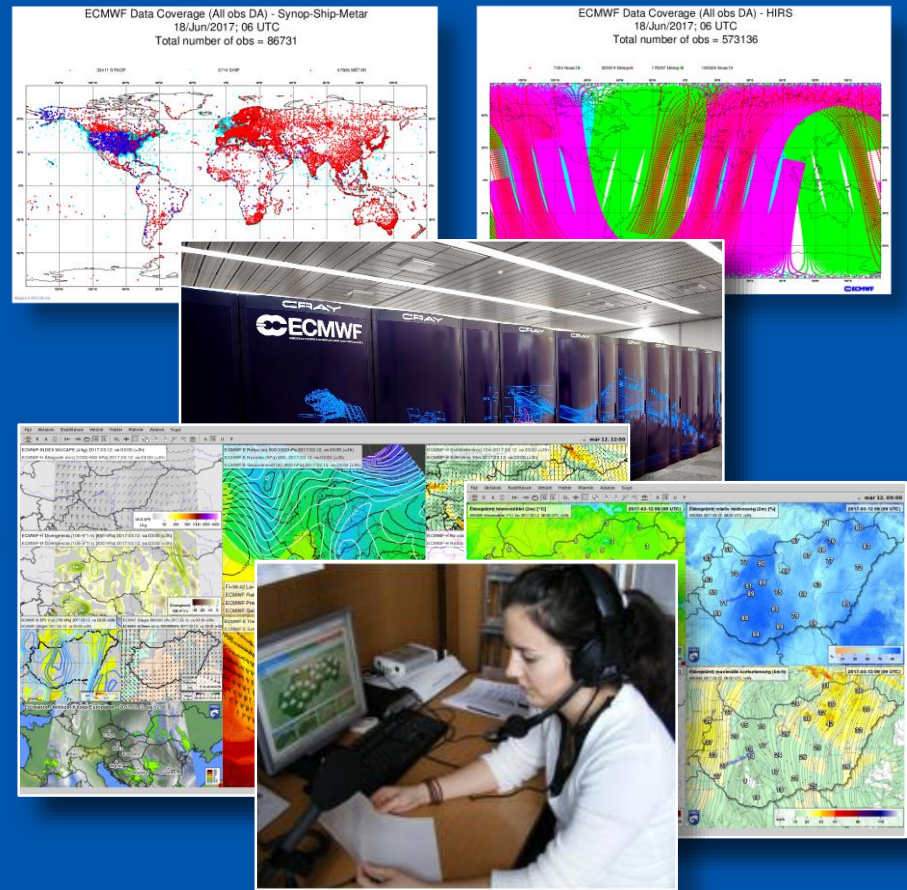
- a mérések és megfigyelések végzése és összegyűjtése
- a számítógépes modell kiindulási állapotának előállítása
- a modell futtatása
- térképes/grafikus megjelenítés
- az előrejelző szakember munkája
- a partnerek tájékoztatása



A csapadék előrejelzése

- Az időjárás-előrejelzés készítés folyamata:

- a mérések és megfigyelések végzése és összegyűjtése
- a számítógépes modell kiindulási állapotának előállítása
- a modell futtatása
- térképes/grafikus megjelenítés
- az előrejelző szakember munkája
- a partnerek tájékoztatása



A számítógépes modellek

- Fizikai törvényeken alapulnak
 - anyag és energia megmaradás, Newton II. törvénye, stb.
- Matematikai egyenletek megoldása
 - térbeli és időbeli rácshálózaton
- A bizonytalansági faktor
 - a légkör kaotikus viselkedése
 - kezdeti állapotot „felszínes” ismerete
 - a modellek közelítő jellege
- Előremutató megoldások keresése
 - valószínűségi előrejelzések

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla u = f_v - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \nu \Delta u,$$
$$\frac{\partial v}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla v = -f_u - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + \nu \Delta v,$$
$$\frac{\partial w}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla w = -g \left(1 - \frac{\theta'}{\theta} \right) - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + \nu \Delta w.$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0.$$

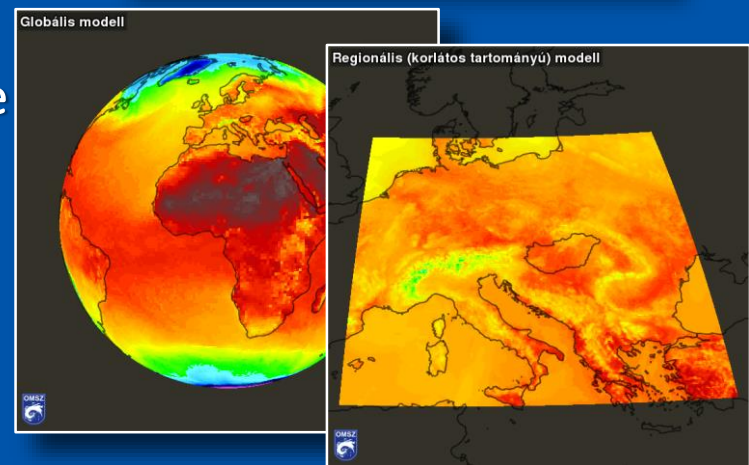
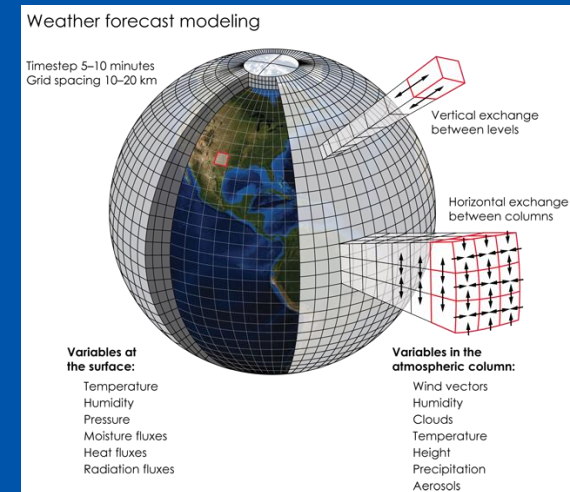
$$\frac{\partial \theta}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla \theta = v_\theta \Delta \theta + Q$$

$$\frac{\partial c}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla c = v_c \Delta c + F_c$$

$$p = \rho R T$$

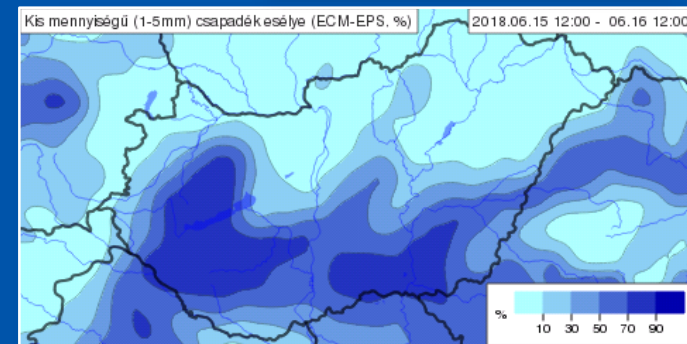
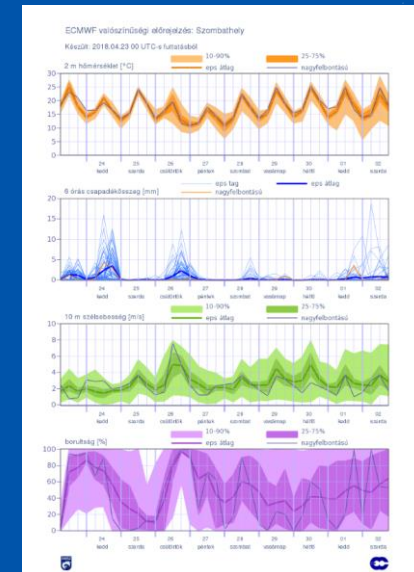
A számítógépes modellek

- Fizikai törvényeken alapulnak
 - anyag és energia megmaradás, Newton II. törvénye, stb.
- **Matematikai egyenletek megoldása**
 - **térbeli és időbeli rácshálózaton**
- A bizonytalansági faktor
 - a légkör kaotikus viselkedése
 - kezdeti állapotot „felszínes” ismerete
 - a modellek közelítő jellege
- Előremutató megoldások keresése
 - valószínűségi előrejelzések



A számítógépes modellek

- Fizikai törvényeken alapulnak
 - anyag és energia megmaradás, Newton II. törvénye, stb.
- Matematikai egyenletek megoldása
 - térbeli és időbeli rácshálózaton
- **A bizonytalansági faktor**
 - a légkör kaotikus viselkedése
 - kezdeti állapotot „felszínes” ismerete
 - a modellek közelítő jellege
- **Előremutató megoldások keresése**
 - valószínűségi előrejelzések



Az előrejelzési információ értelmezése



„Szórványosan valószínű kisebb eső”

Területi lefedettségre vonatkozóan:

Egy-két helyen:	< 5%
Néhol:	5–10%
Helyenként:	10–20%
Elszórta:	20–30%
Szórványosan:	30–40%
Több helyen:	40–50%
Többfelé:	50–70%
Sokfelé:	70–95%
Országszerte:	100%

Jelenség bekövetkezési lehetőségére vonatkozóan:

Lesz:	100%
Várható:	70–95%
Valószínű:	50–70%
Előfordulhat:	20–30%
Lehet:	10–20%
Nem valószínű:	0–10%
Nem várható:	0–5%
Nem lesz:	0%

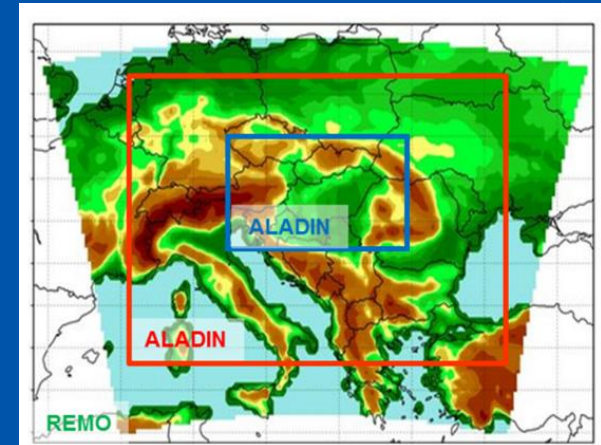
Az előrejelzések felhasználása

- Széles a spektrum:
 - Vízügyi /hidrológiai/ (nagyterületű és villám árvizek)
 - Szárazföldi, vízi és légi közlekedés
 - Energetikai (távvezetékek sérülése, vízerőművek)
 - Levegőkörnyezeti (nedves kimosódás a légkörből)
 - Mezőgazdasági (aszály, belvíz, ...)
 - Orvosmeteorológiai

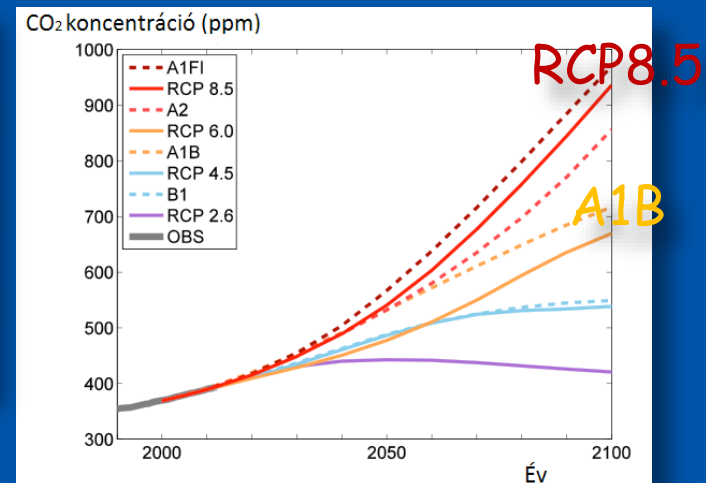


A csapadék jövőben várható változásai

- Az éghajlati rendszer jövőbeli változásának leírása *klímamodellekkel* lehetséges
- Az emberi tevékenység alakulásának becslésére *különböző forgatókönyvek*



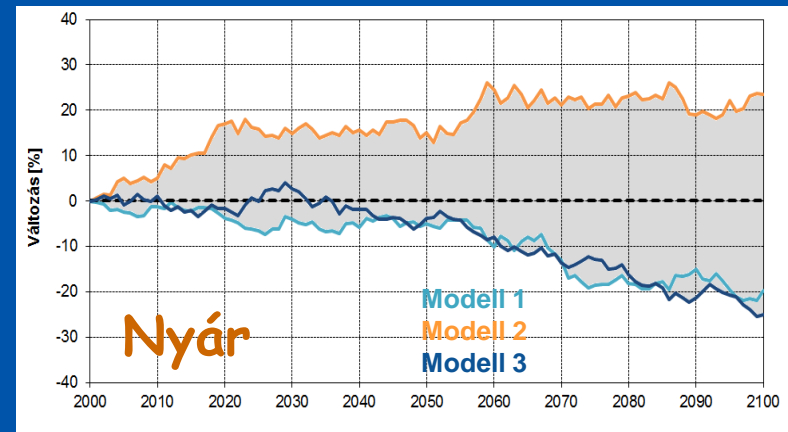
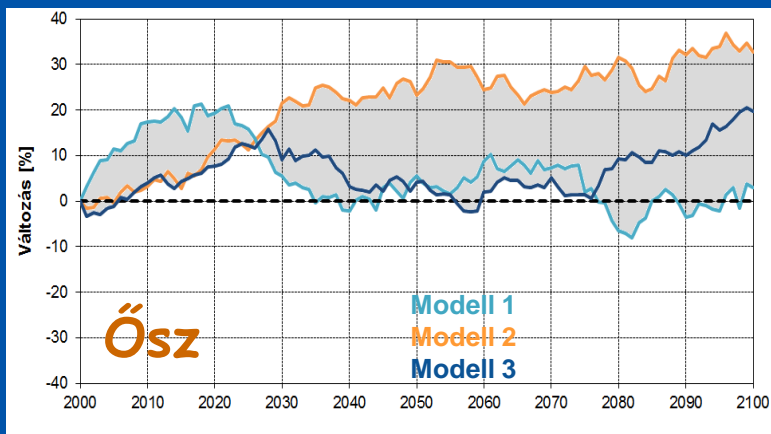
Modell	Felbontás	Időszak	Forgatókönyv
ALADIN	10 km	1961–2100	A1B
REMO	25 km	1951–2100	A1B
ALADIN	10 km	1951–2100	RCP8.5



A csapadék jövőben várható változásai

- A csapadék változása nagy bizonytalanságokkal terhelt
- Éves csapadékösszeg kismértékben változik
- Éven belüli eloszlás jelentősebben módosul

Nyár: a csökkenés valószínűsége nagyobb (de ugyanolyan mértékű növekedés is lehetséges), hosszabb száraz időszakok



Ősz: növekvő csapadékmennyiség, nagy csapadékok gyakorisága nő

Információ az OMSz honlapján

Éghajlati mérések

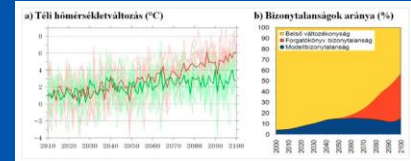
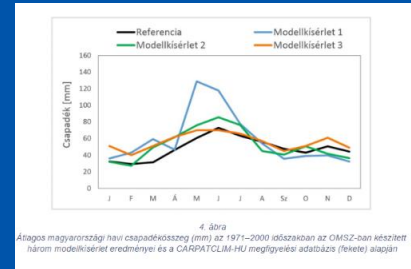
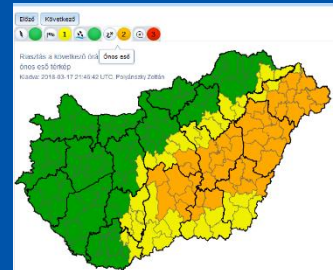
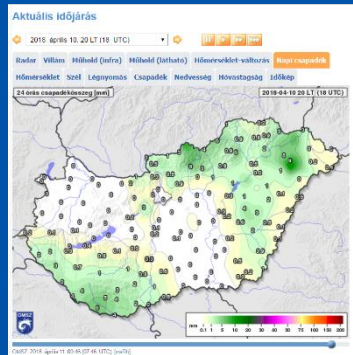
Aktuális mérések,
megfigyelések

Előrejelzések

Jövőbeli
klímaprojekciók



Rendszeresen frissülő produktumok:



Köszönjük a figyelmet!

Szakmai előadások (110. terem):

- 19:00: Fövényi Attila - Miben veszélyezteti a csapadék a repülést?
- 20:00: Ihász István - Szórványosan előfordulhat zápor, akkor esni fog vagy sem?
- 21:00: Allaga Tamás - Mi fog esni, ha fog esni?
- 22:00: Zsebeházi Gabriella - Hogyan lehetséges előrejelezni a következő évtizedek csapadékváltozását, miközben a következő heti is bizonytalan?

