

# A csapadék előrejelzése

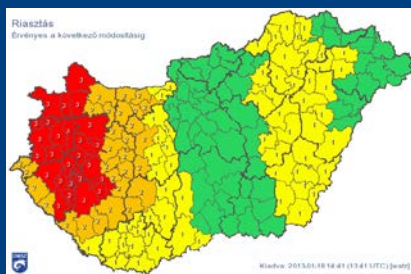


**Üveges Zoltán**

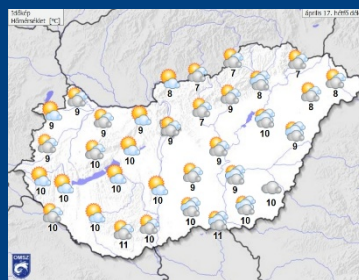
Országos Meteorológiai Szolgálat

# Az időjárás előrejelzése

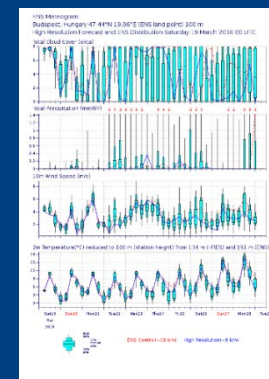
- Milyen előrejelzések vannak?



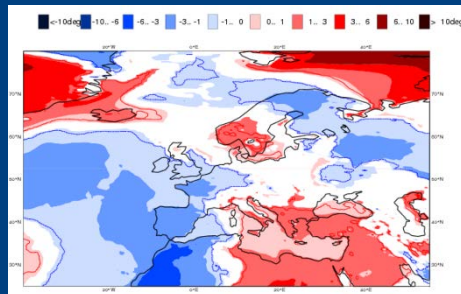
Ultra-rövidtávú



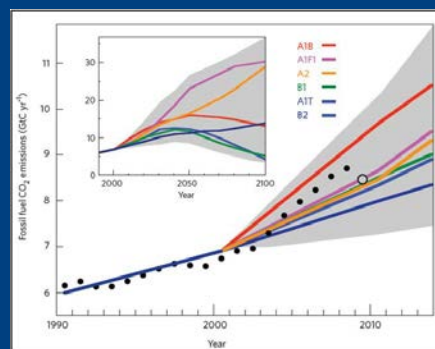
Rövidtávú



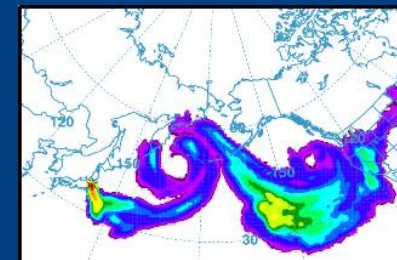
Középtávú



Havi, évszakos



Klimatológiai



Speciális

# Az időjárás előrejelzése

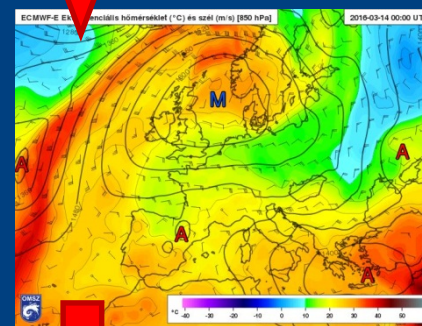
- Hogyan készül az előrejelzés?



Mérés, megfigyelés



Számítógépes modellezés



Nyers eredmények



Interpretáció



# Az időjárás előrejelzése

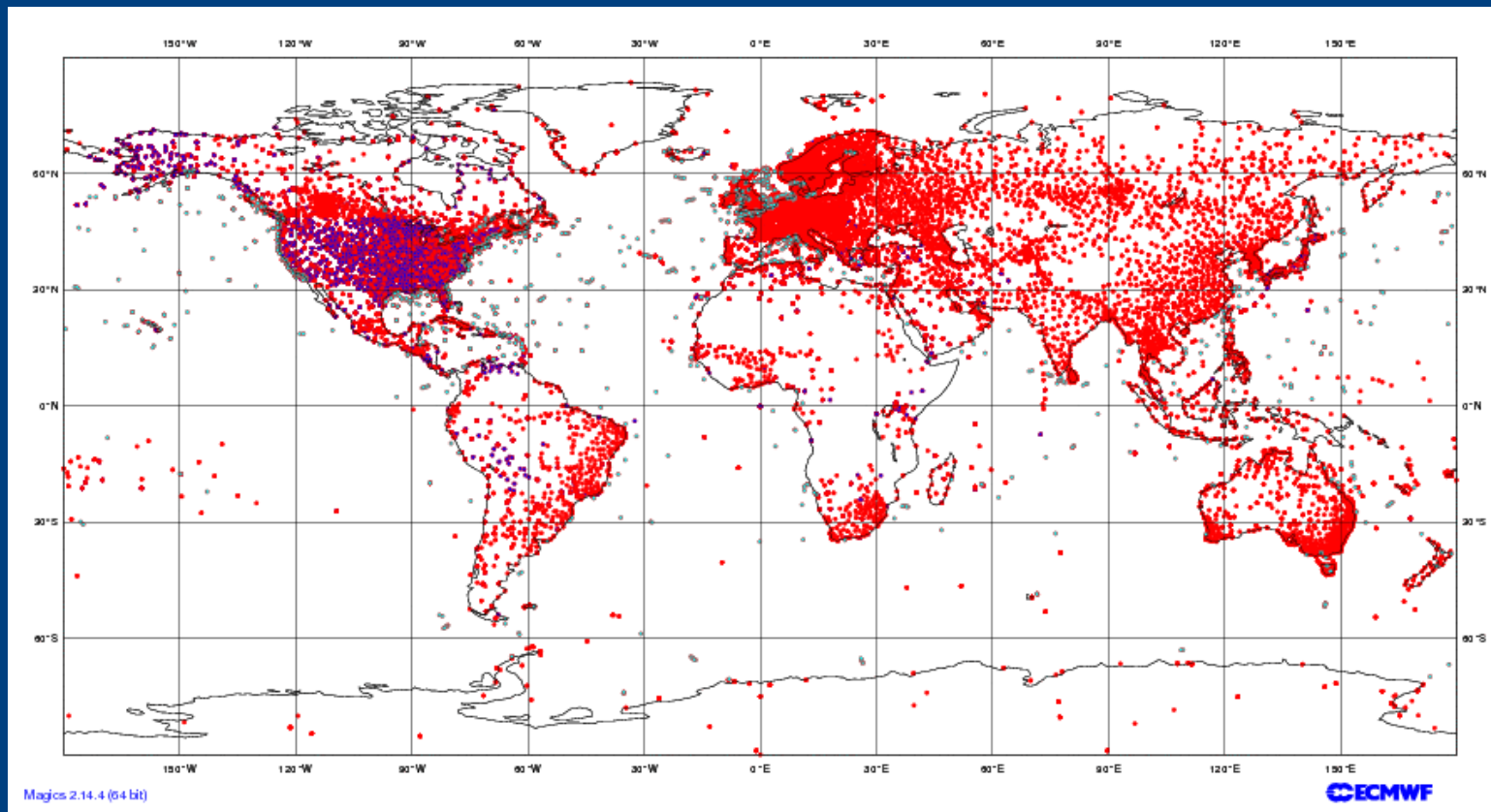
- Mérés, megfigyelés (kiindulási állapot)





# Az időjárás előrejelzése

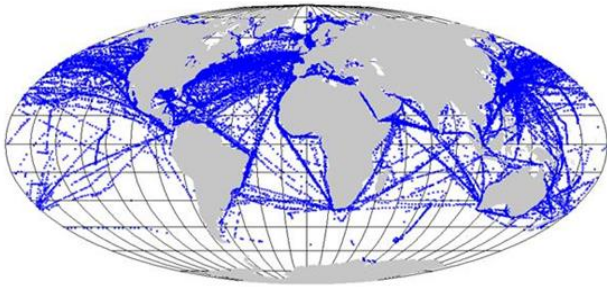
- Mérés, megfigyelés (kiindulási állapot)



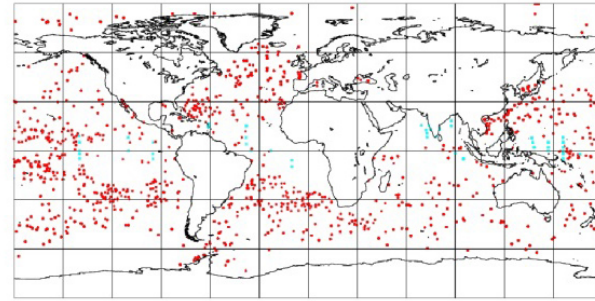
# Az időjárás előrejelzése

- Mérés, megfigyelés (kiindulási állapot)

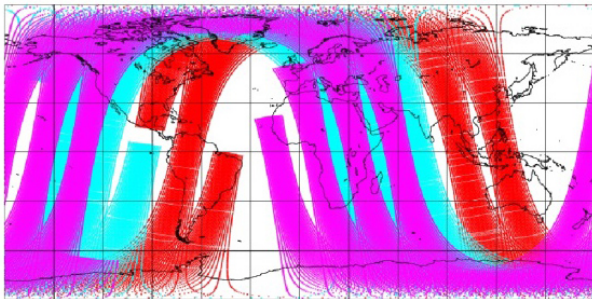
Repülőgépes mérések



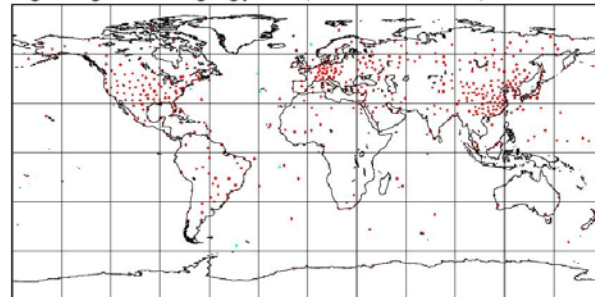
Sodródó és lehorgonyzott bójják



Kvázipoláris műholdak mérései

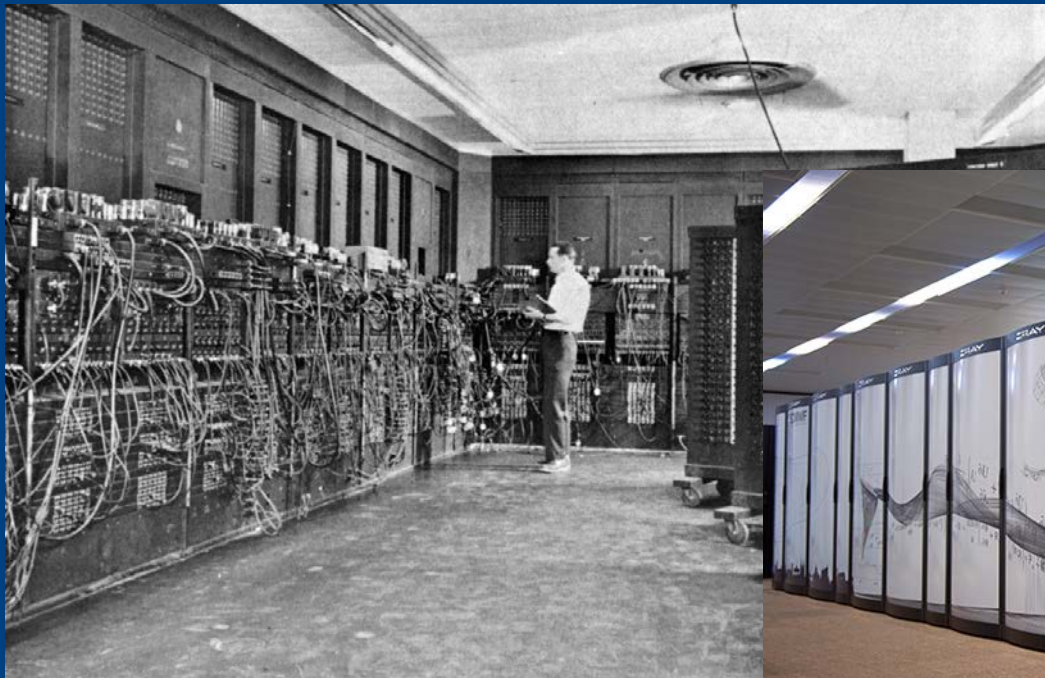


Magaslégköri megfigyelő (rádiószondázó) állomások

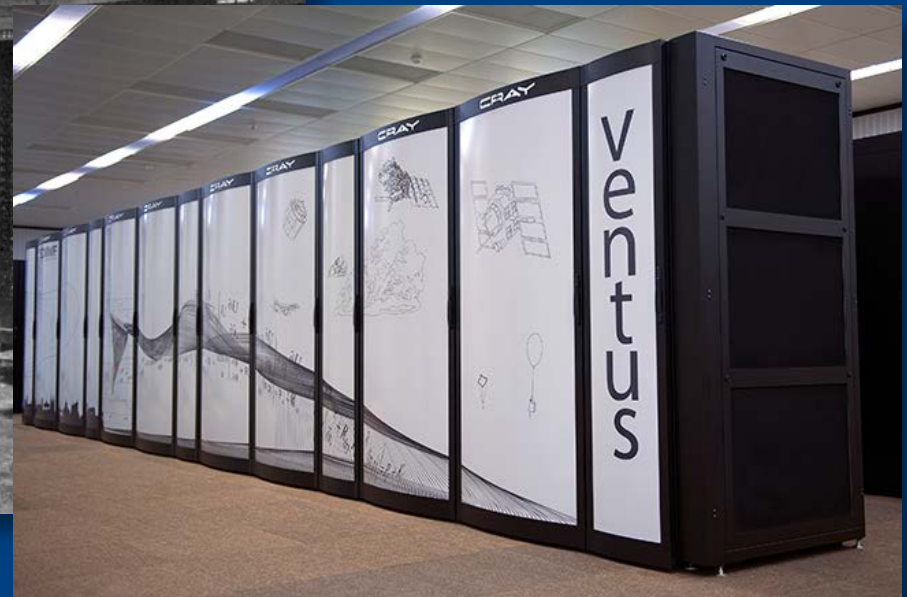


# Az időjárás előrejelzése

- Az előrejelzési (számítógépes) modellek



ENIAC, 1955

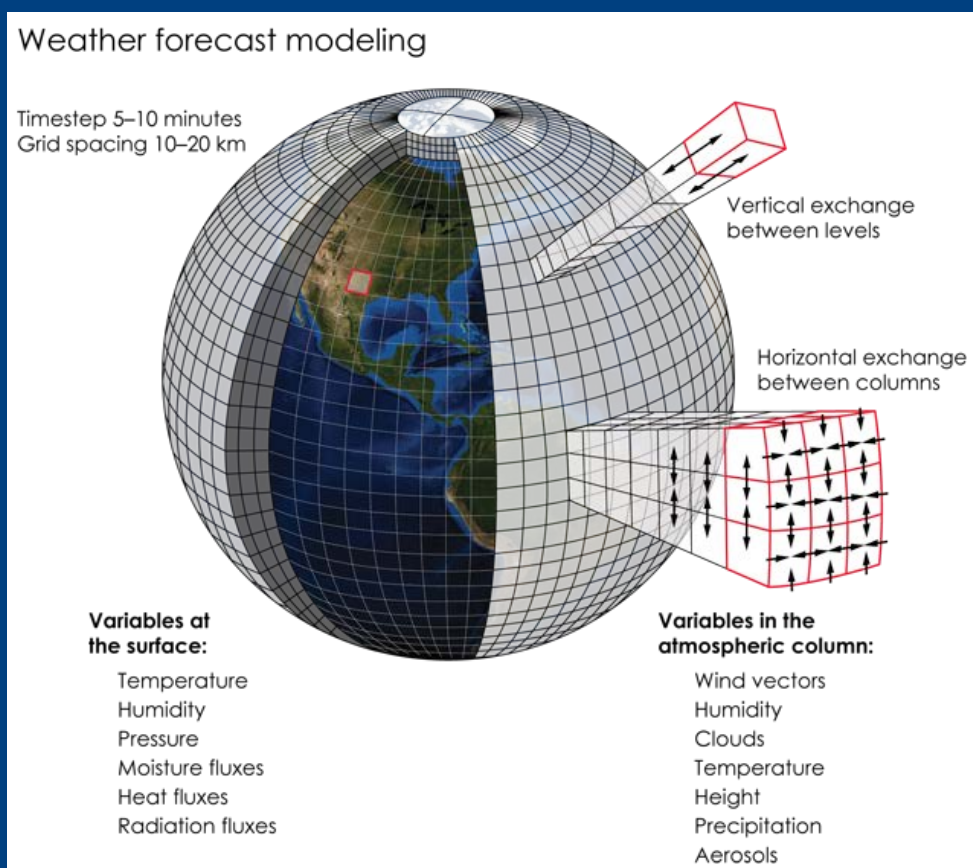


VENTUS, 2017



# Az időjárás előrejelzése

- Az előrejelzési modellek



# Az időjárás előrejelzése

- Az előrejelzési modellek

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla u = f v - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \nu \Delta u,$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla v = -f u - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + \nu \Delta v,$$

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

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

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

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

$$p = \rho R T$$

Hidro-termodinamikai egyenletrendszer

+ számtalan kölcsönhatást leíró összefüggés

# Az időjárás előrejelzése

- Mennyi számítást kell elvégezni?
  - 10 napos előrejelzés, 1 óránként az egész Földre
  - a légkör 100 magassági szintjén
  - szintenként 510 millió rácspont (1 km-es felbontás)
  - előrejelzett paraméter: hőmérséklet

$$10 * 24 * 100 * 510000000 * 1 = 1224000000000$$

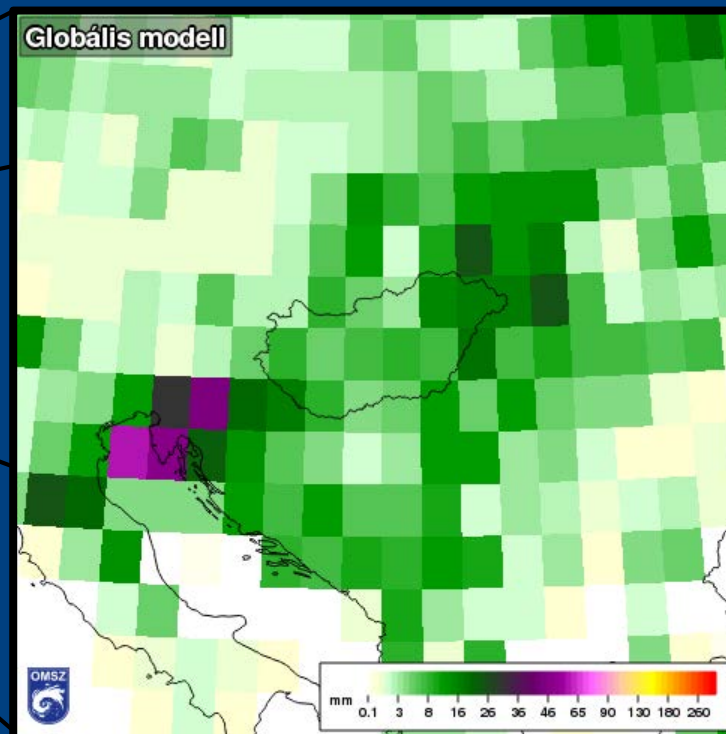
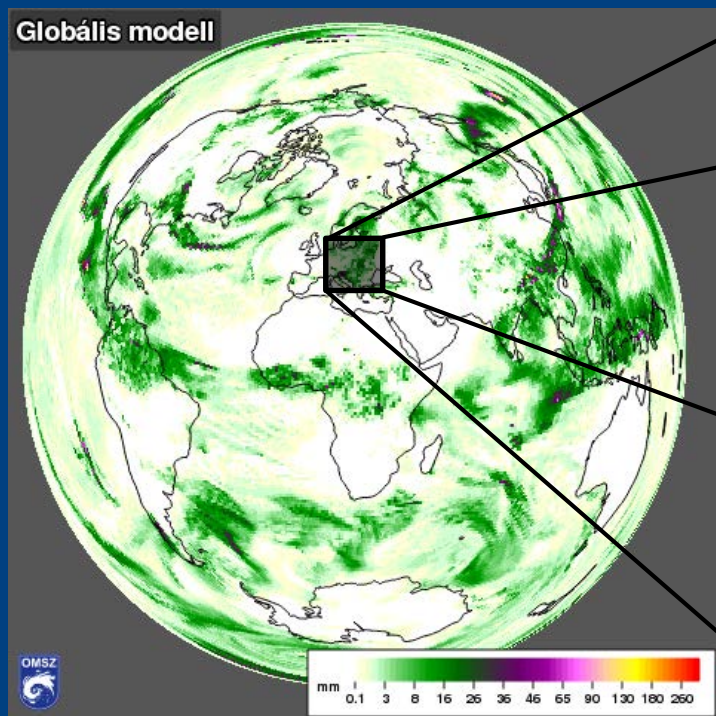
(12,24 billió számítási művelet)

**A számítások számát csökkenteni kell!**



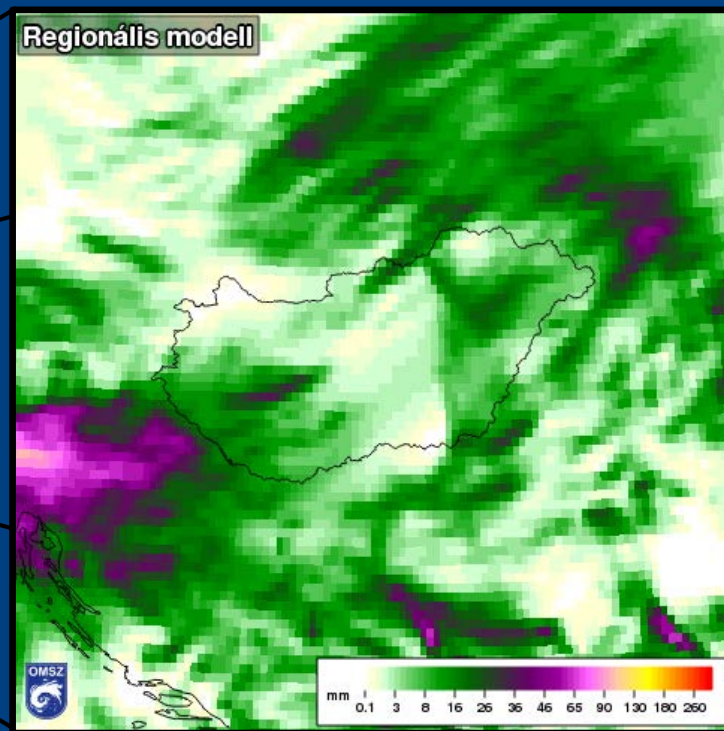
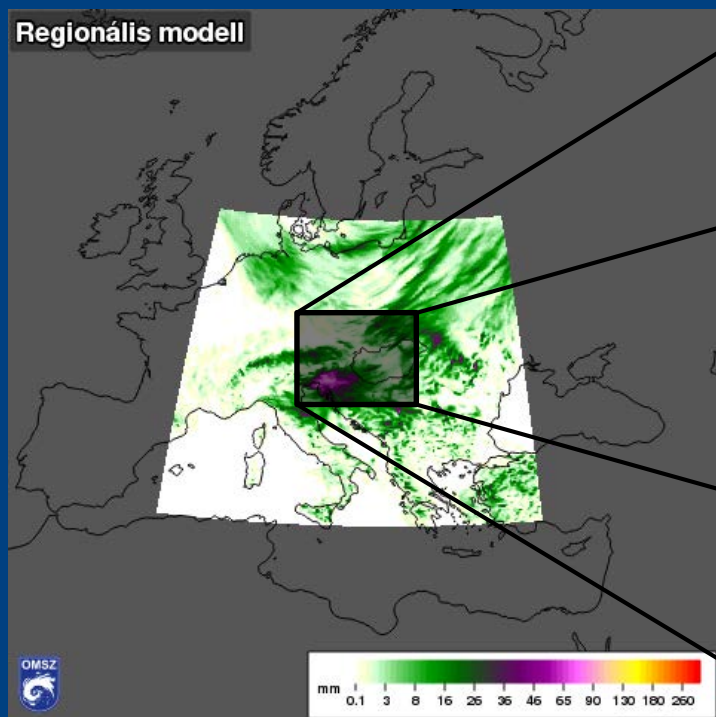
# Az időjárás előrejelzése

- Az előrejelzési modellek típusai
  - Globális vagy korlátos tartományú
  - Hidrosztatikus vagy nem hidrosztatikus



# Az időjárás előrejelzése

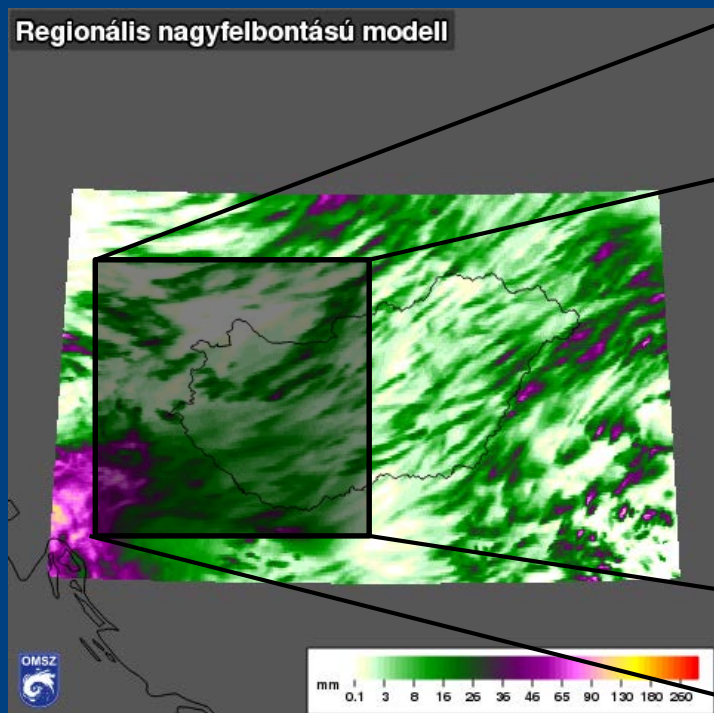
- Az előrejelzési modellek típusai
  - Globális vagy korlátos tartományú
  - Hidrosztatikus vagy nem hidrosztatikus



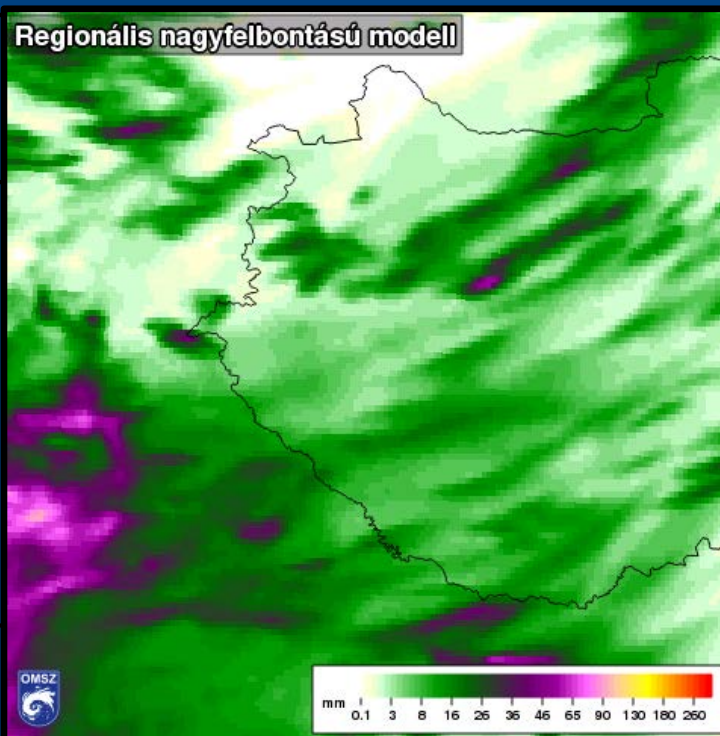
# Az időjárás előrejelzése

- Az előrejelzési modellek típusai
  - Globális vagy korlátos tartományú
  - Hidrosztatikus vagy nem hidrosztatikus

Regionális nagyfelbontású modell



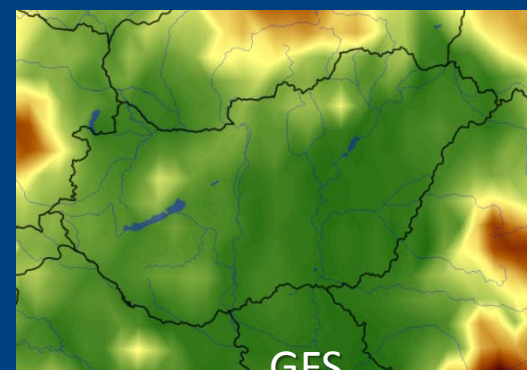
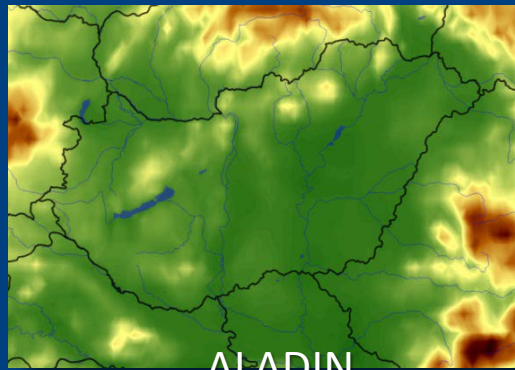
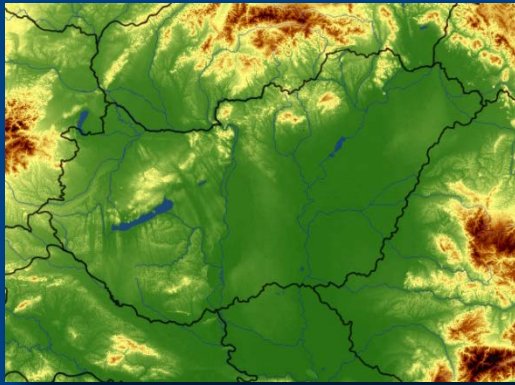
Regionális nagyfelbontású modell





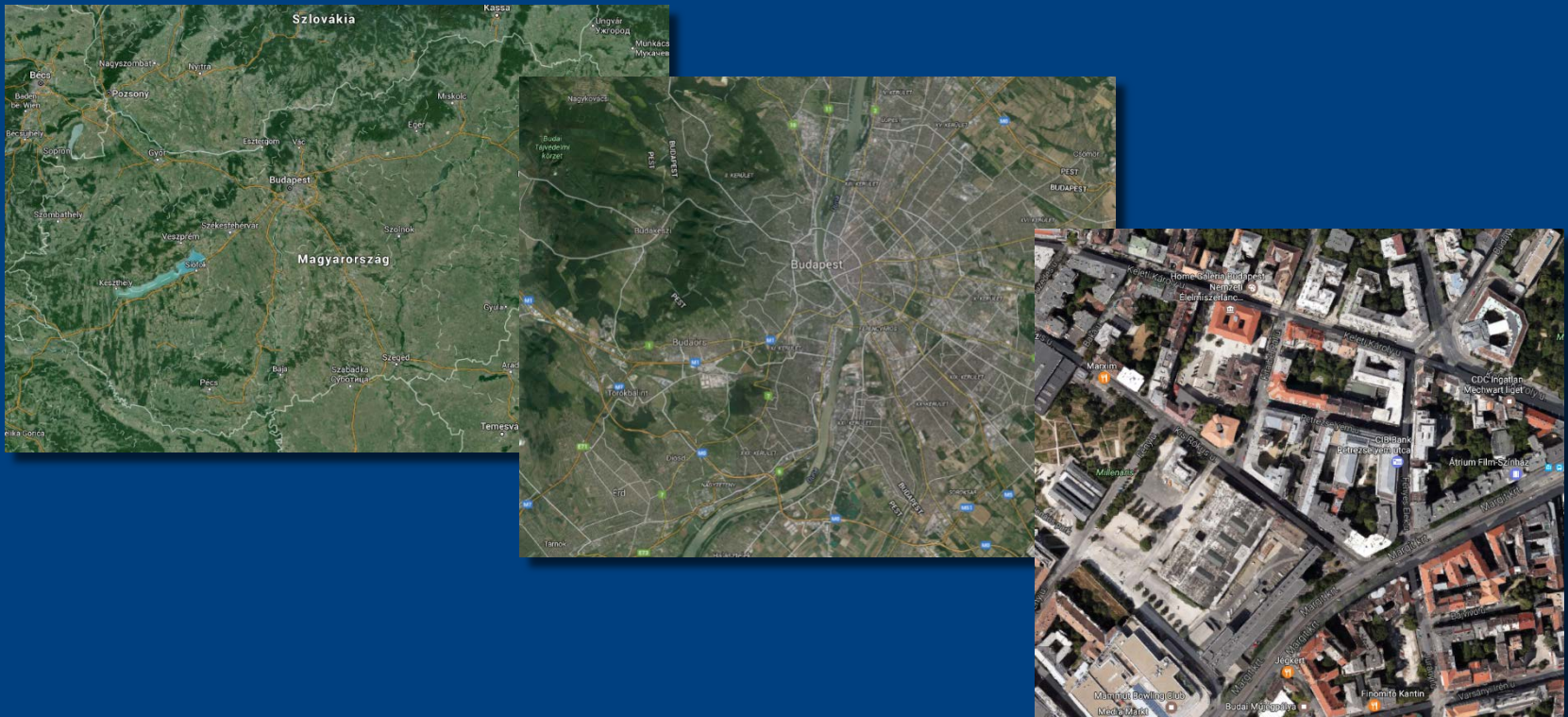
# Az időjárás előrejelzése

- A domborzat megjelenése a modellekben



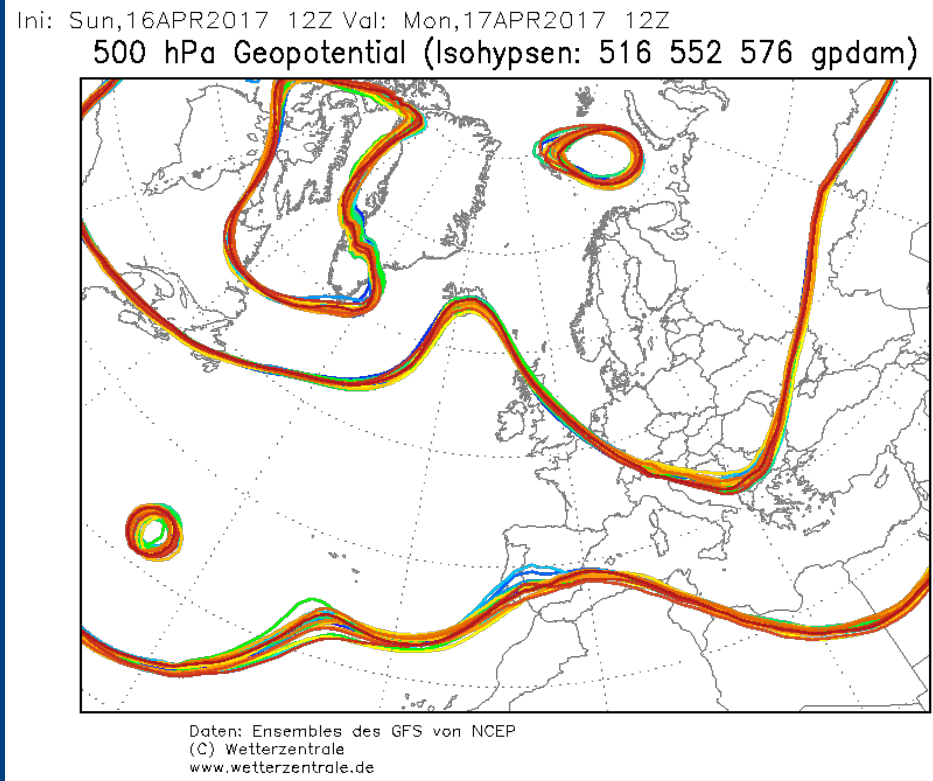
# Az időjárás előrejelzése

- Az előrejelzések pontossága
  - Miért nem lesz SOHA tökéletes a prognózis?



# Az időjárás előrejelzése

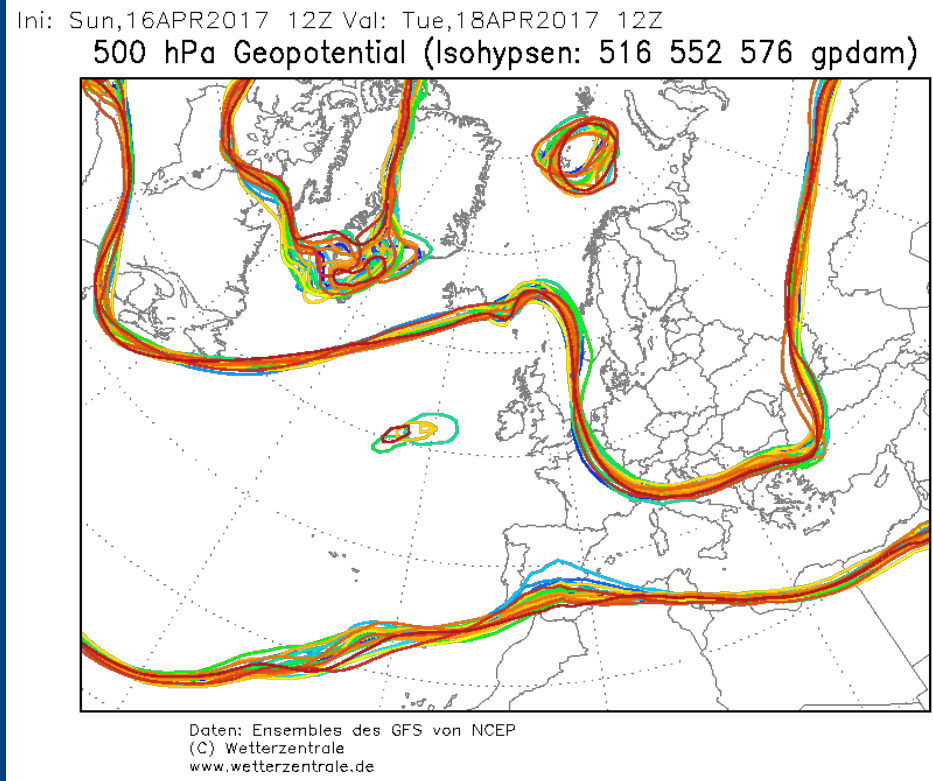
- Előrejelzések értelmezése
  - Modell előrejelzés 1 napos időtávra





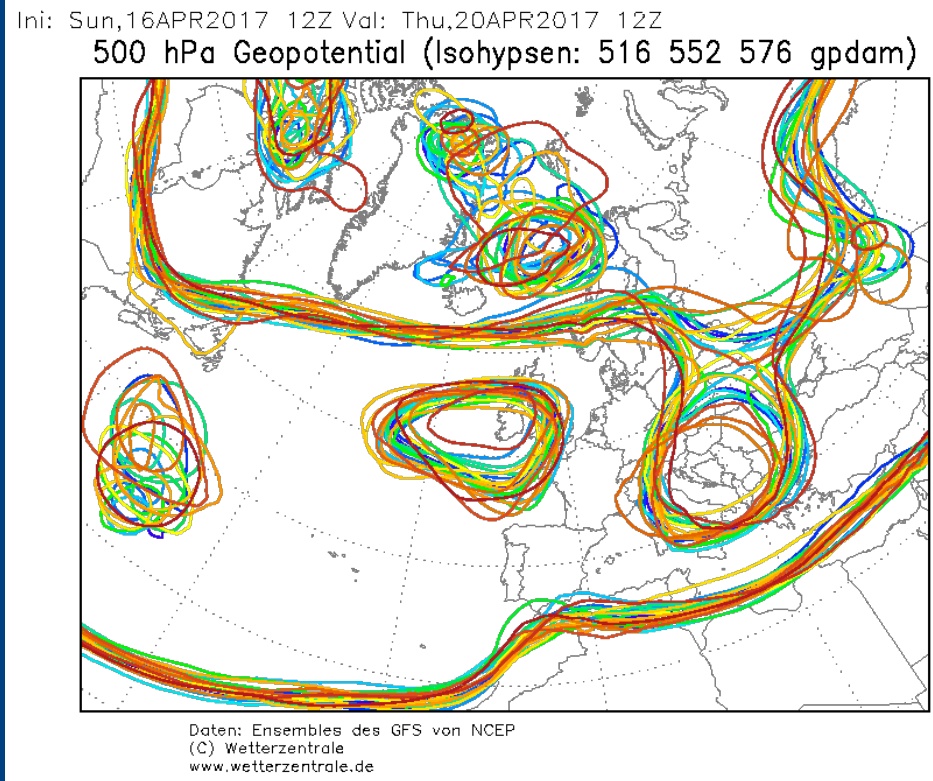
# Az időjárás előrejelzése

- Előrejelzések értelmezése
  - Modell előrejelzés 2 napos időtávra



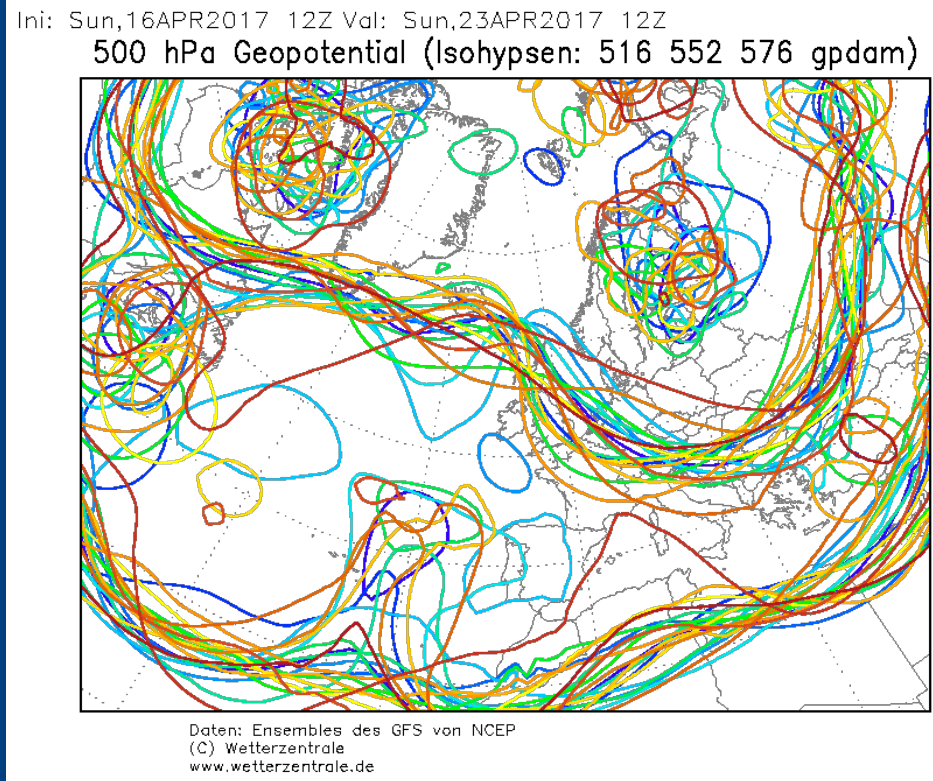
# Az időjárás előrejelzése

- Előrejelzések értelmezése
  - Modell előrejelzés 4 napos időtávra



# Az időjárás előrejelzése

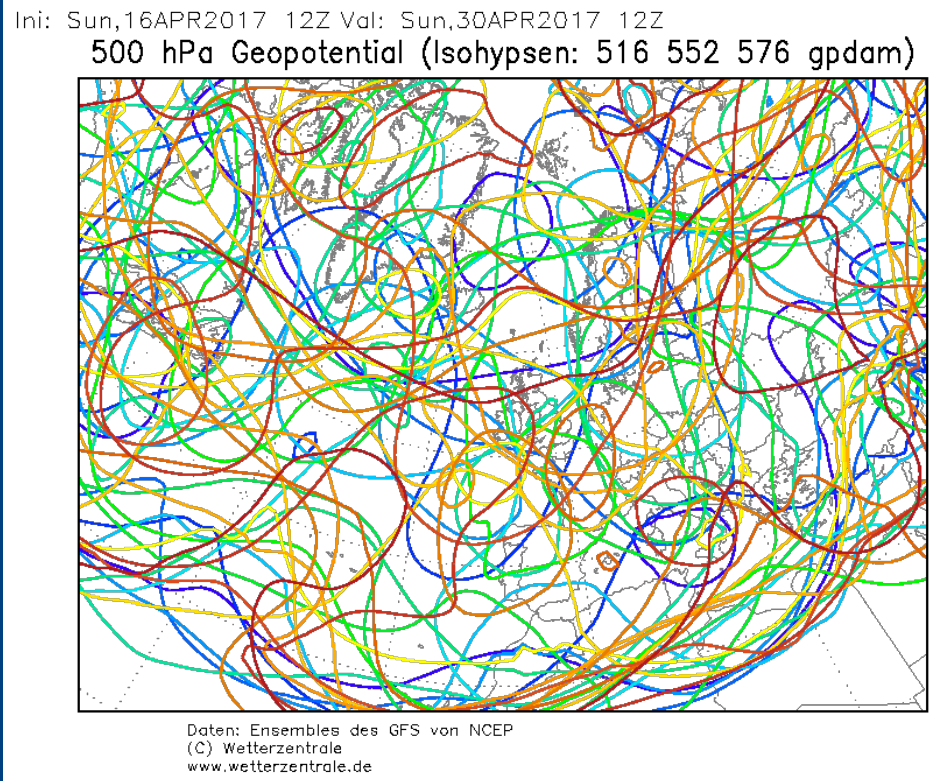
- Előrejelzések értelmezése
  - Modell előrejelzés 1 hetes időtávra





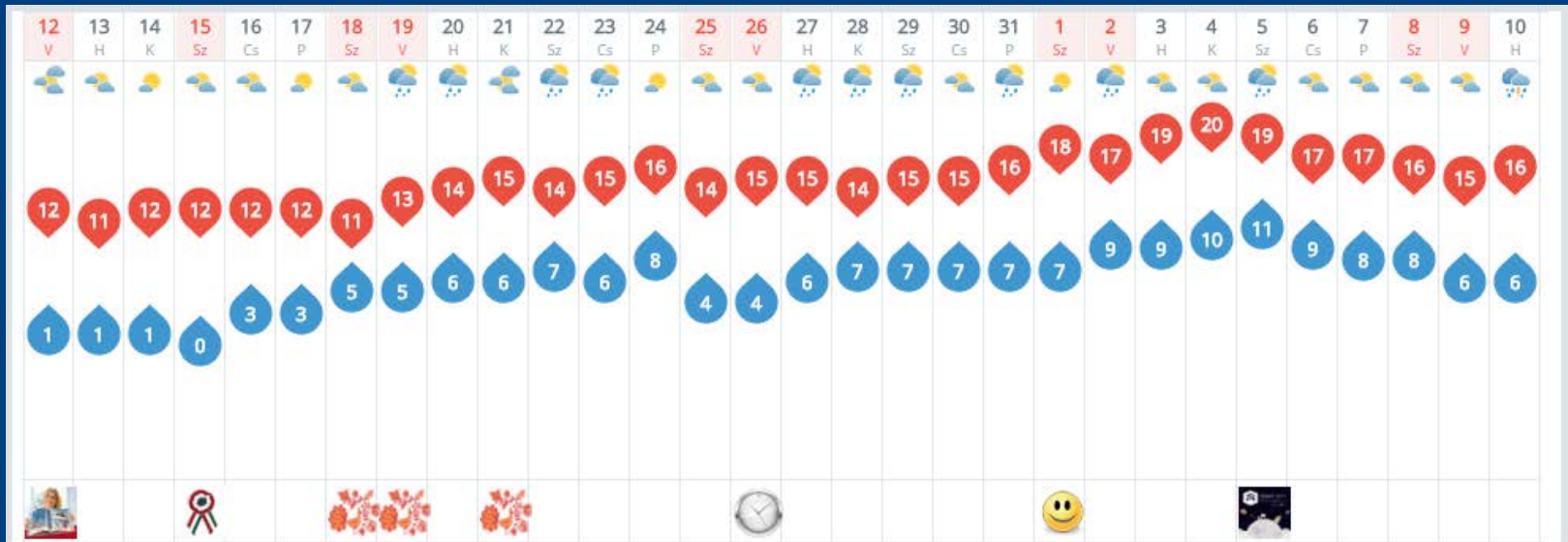
# Az időjárás előrejelzése

- Előrejelzések értelmezése
  - Modell előrejelzés 2 hetes időtávra



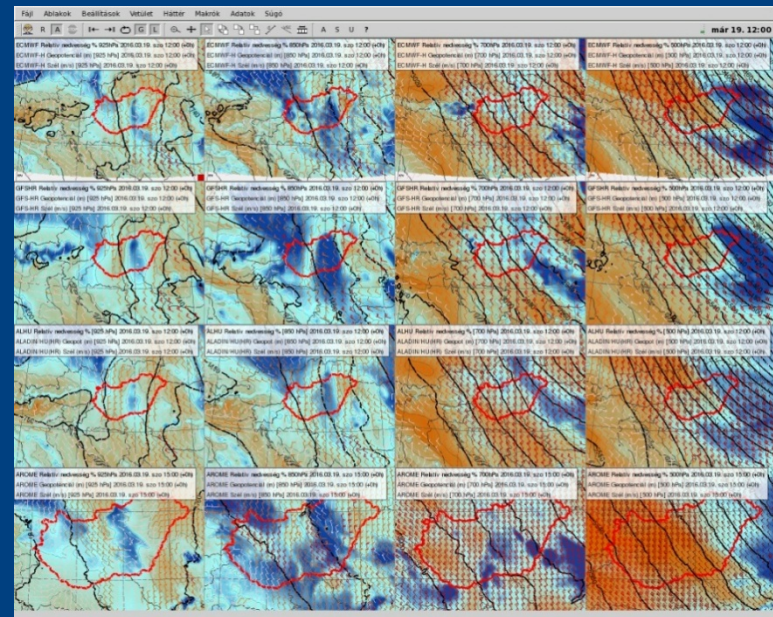
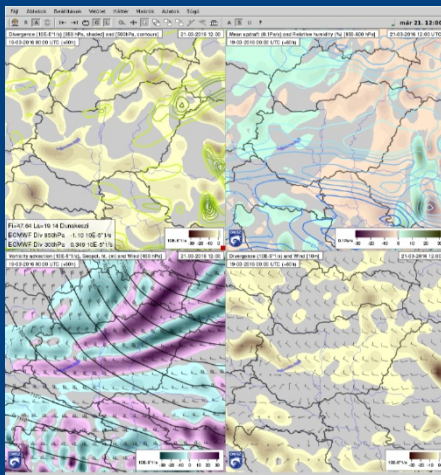
# Az időjárás előrejelzése

- Előrejelzések értelmezése
  - „Parasztvakítás” vs. használható előrejelzés



# Az időjárás előrejelzése

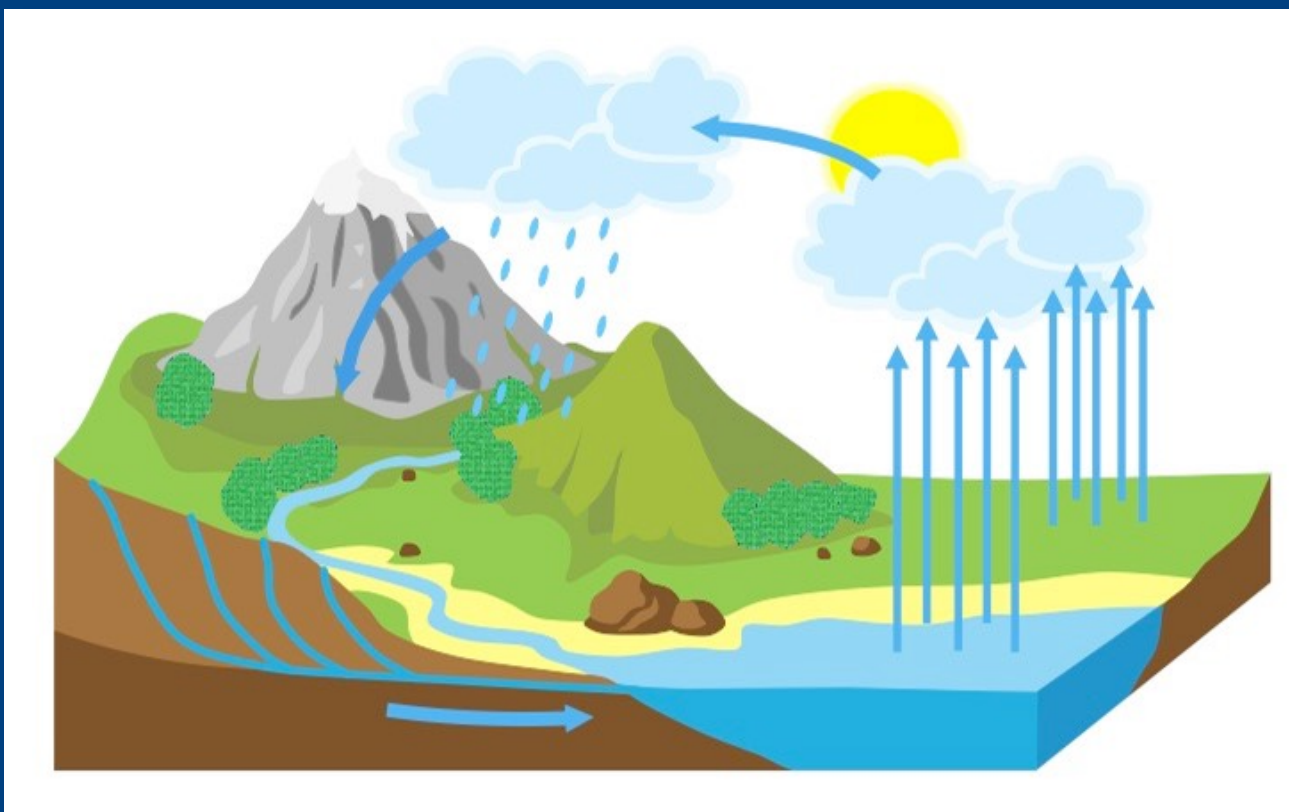
- De akkor mire vannak a meteorológusok?
  - A modellek fejlesztésében meteorológusok aktívan részt vesznek
  - A modellek is hibáznak, hiányosságaik vannak
  - Egy modell nem elég, nem mindig ugyanaz a jó modell
  - Interpretáció, adatszűrés
  - Döntéshozás





# A csapadék előrejelzése

- A légköri víz körforgása



# A csapadék előrejelzése

- Mi fog esni, ha fog esni?
  - A modellek egyik kevésbé megbízhatóan előrejelzett paramétere
  - A halmazállapot rendkívül érzékeny a légköri viszonyokra

- Hulló csapadék:  
modellek előrejelzik,  
számos légköri paraméter  
függvénye

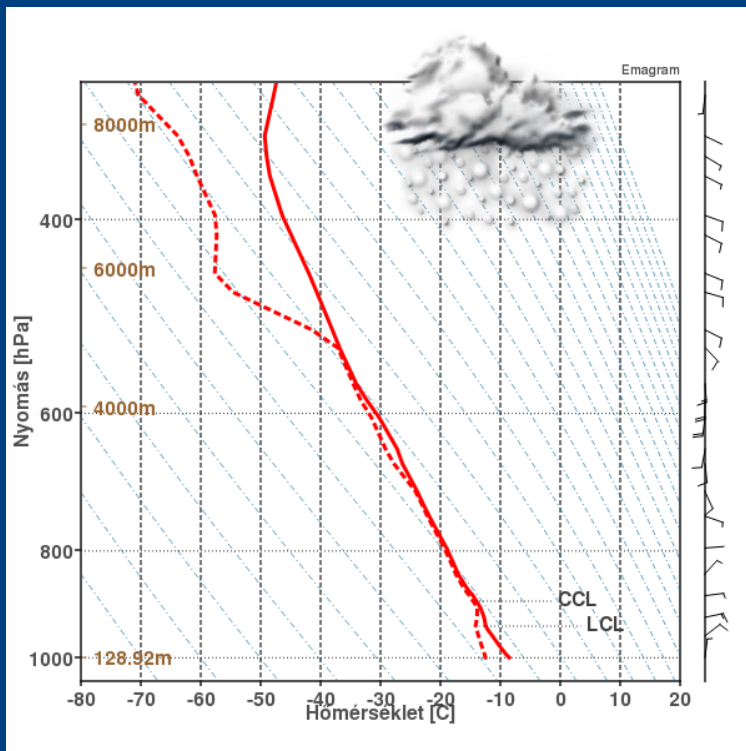


- Talajközeli csapadék:  
nem modellproduktum,  
tapasztalati becslés



# A csapadék előrejelzése

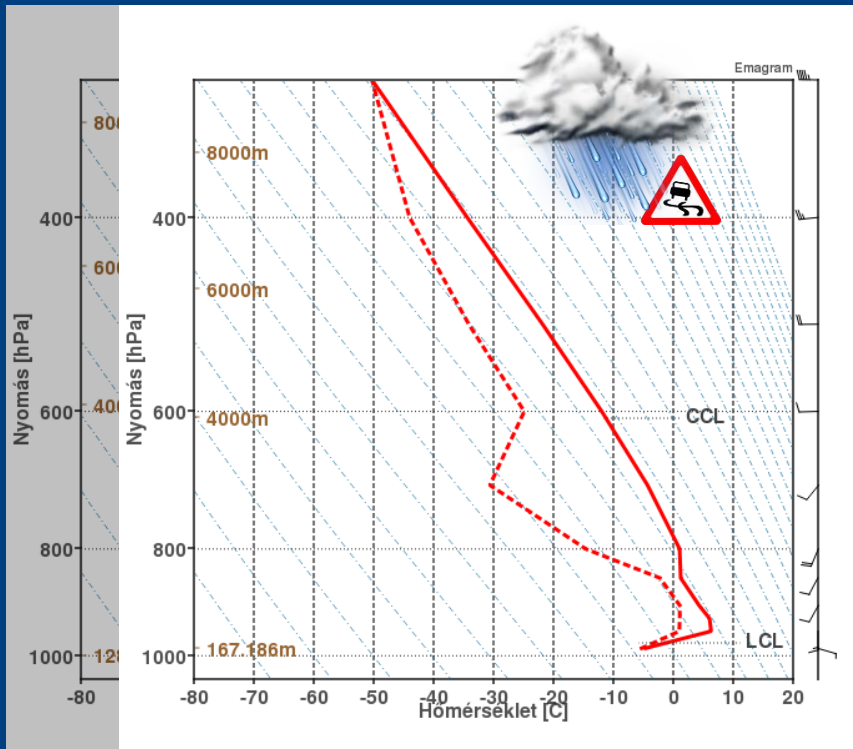
- Halmazállapot-előrejelzés:
  - Függ: hőmérsékleti rétegződés, szél, intenzitás, páratartalom





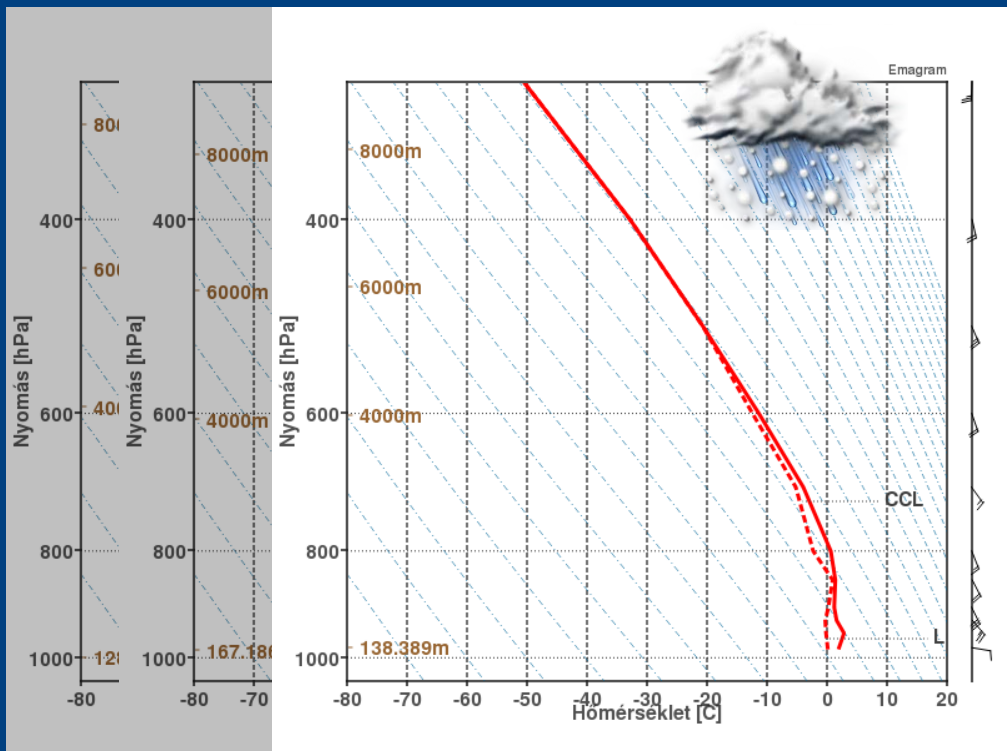
# A csapadék előrejelzése

- Halmazállapot-előrejelzés:
  - Függ: hőmérsékleti rétegződés, szél, intenzitás, páratartalom



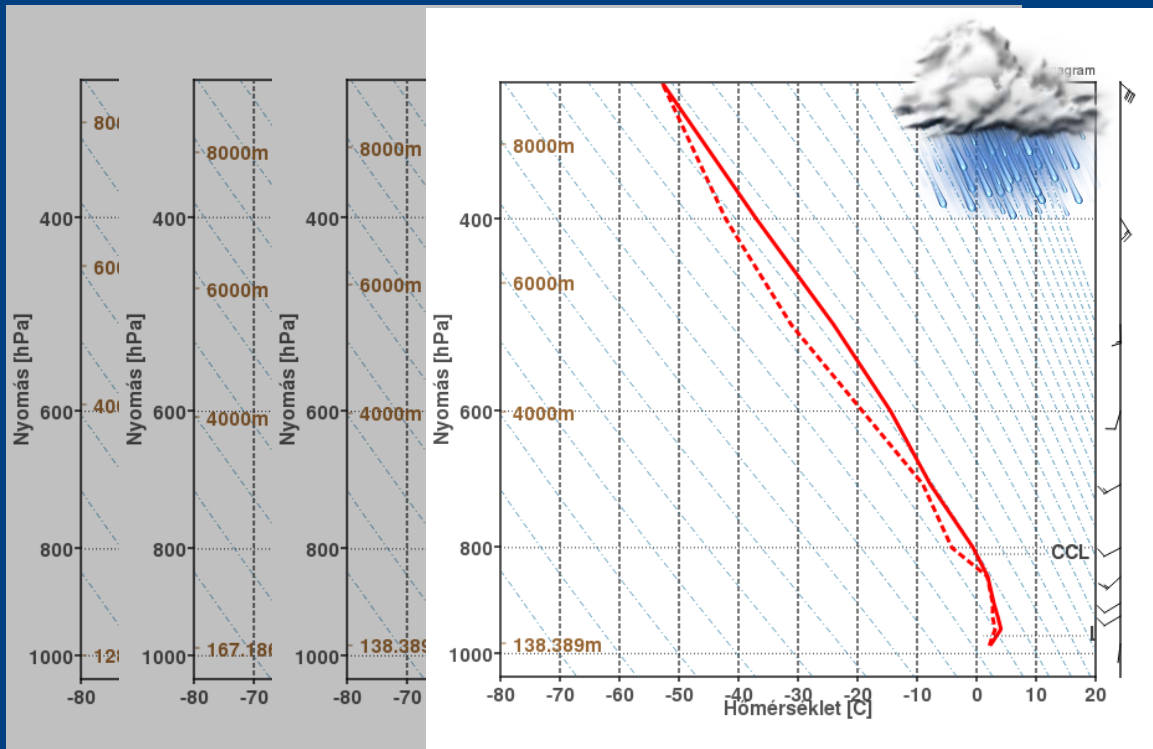
# A csapadék előrejelzése

- Halmazállapot-előrejelzés:
  - Függ: hőmérsékleti rétegződés, szél, intenzitás, páratartalom



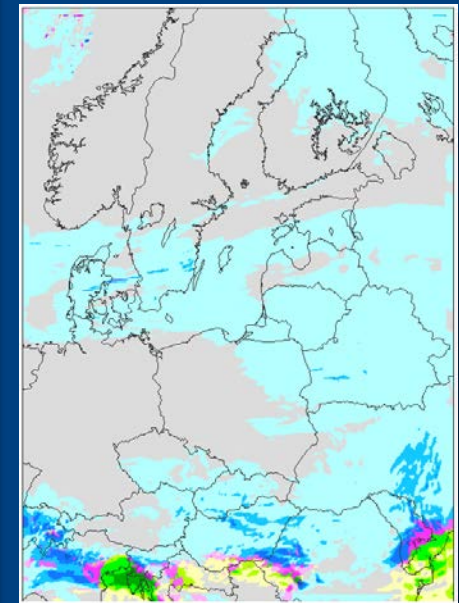
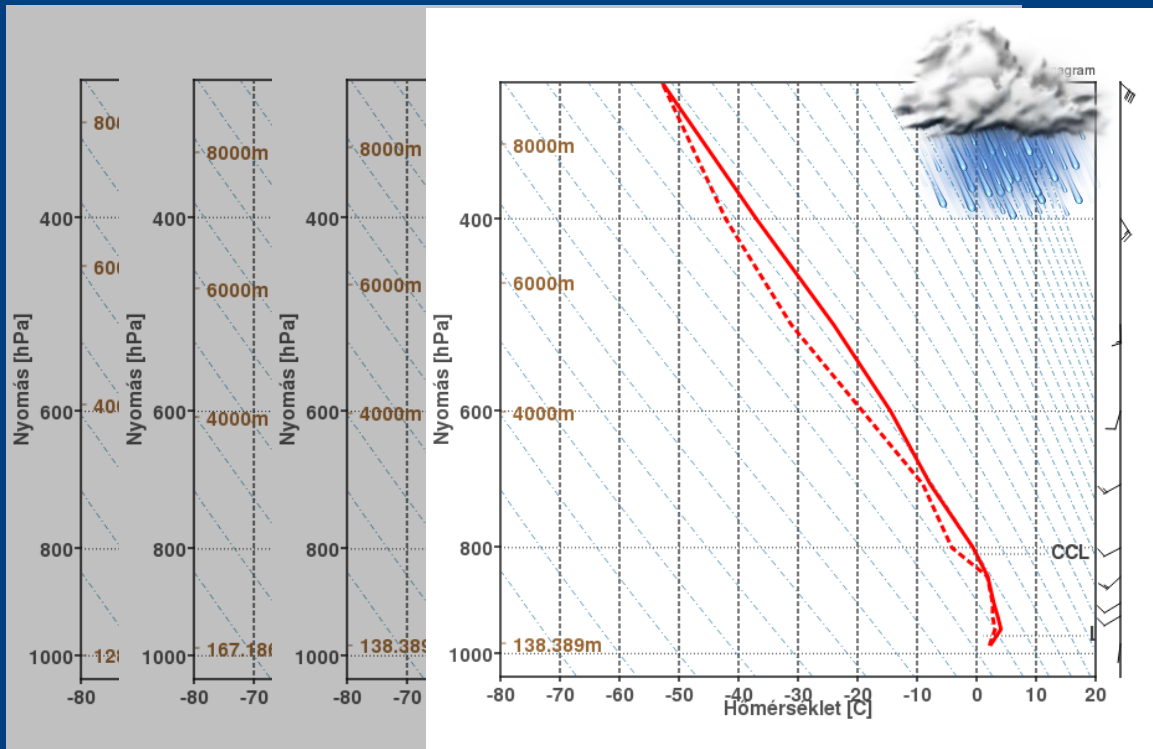
# A csapadék előrejelzése

- Halmazállapot-előrejelzés:
  - Füg: hőmérsékleti rétegződés, szél, intenzitás, páratartalom



# A csapadék előrejelzése

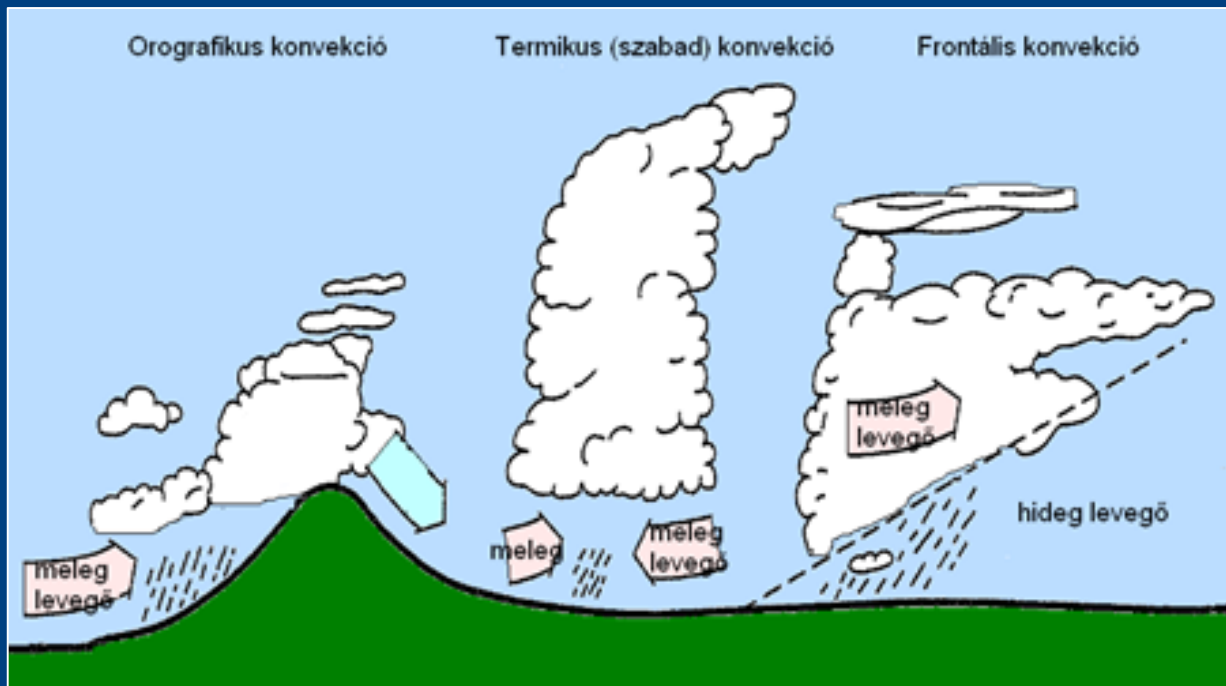
- Halmazállapot-előrejelzés:
  - Függ: hőmérsékleti rétegződés, szél, intenzitás, páratartalom





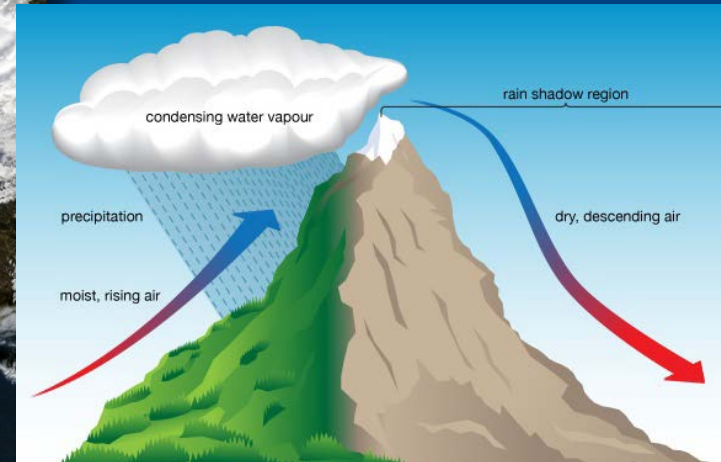
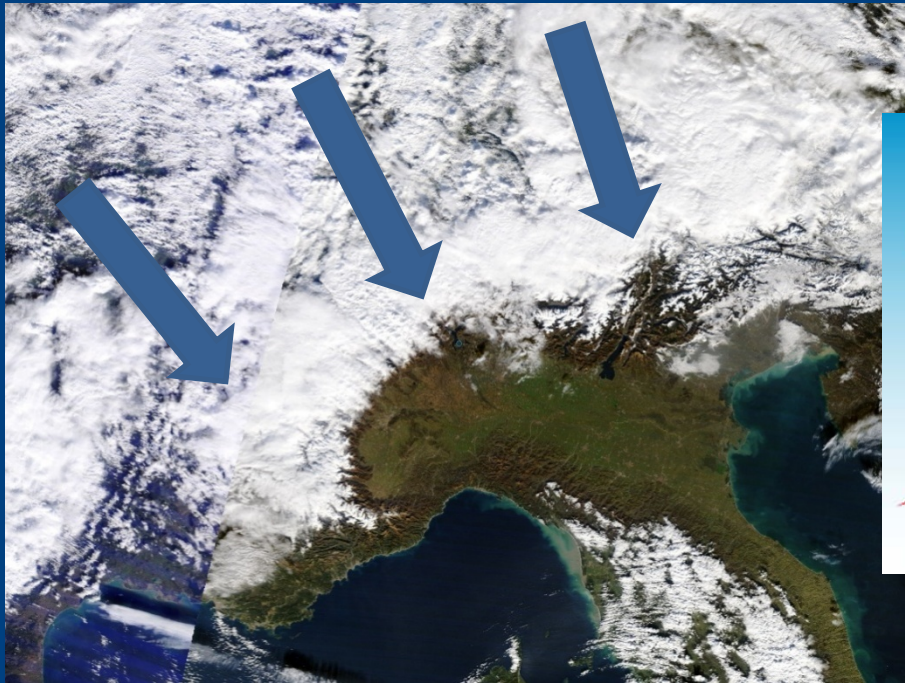
# A csapadék előrejelzése

- És mennyi fog esni? Eső, zápor, vagy zivatar várható?
  - (Szinte) minden a feláramlás sebességétől / intenzitásától függ!



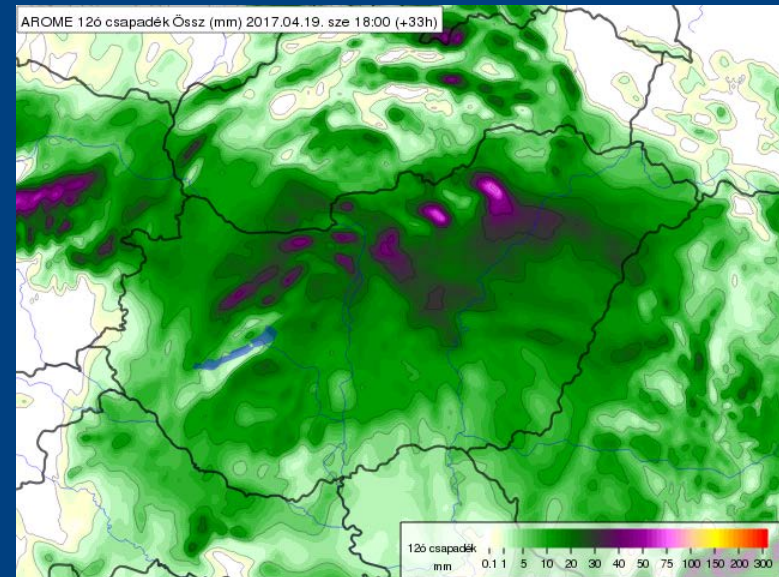
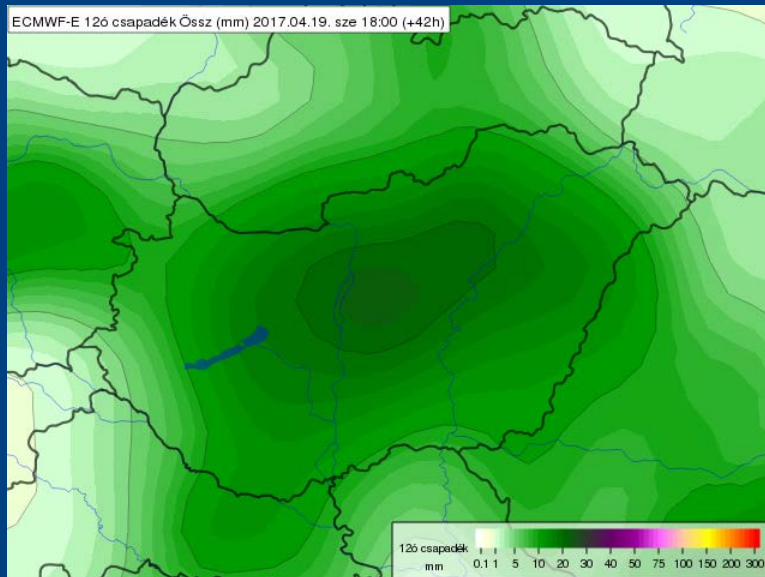
# A csapadék előrejelzése

- És mennyi fog esni? Eső, zápor, vagy zivatar várható?
  - A domborzat hatása (orografikus konvekció)
  - A mennyiség rendkívül érzékeny a domborzati viszonyokra



# A csapadék előrejelzése

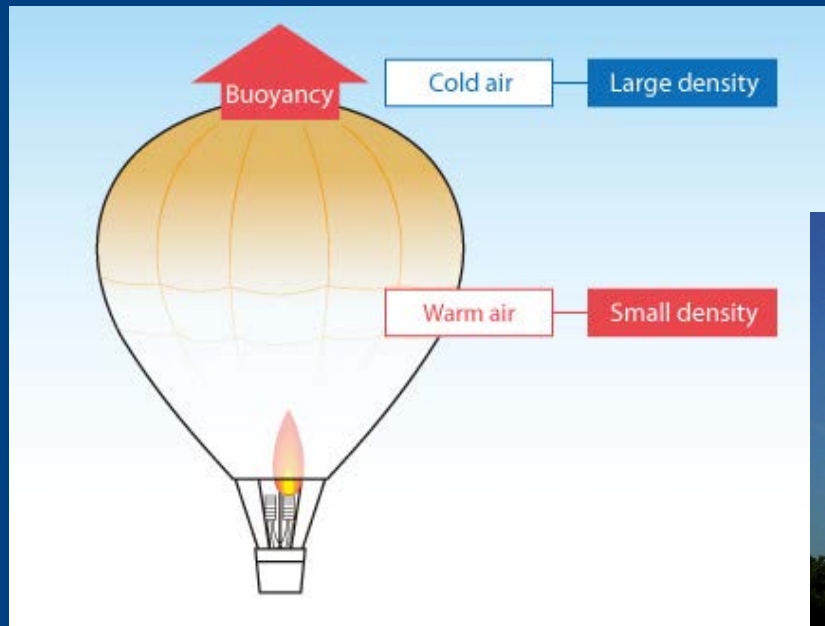
- És mennyi fog esni? Eső, zápor, vagy zivatar várható?
  - A domborzat hatása (orografikus konvekció)
  - A mennyiség rendkívül érzékeny a domborzati viszonyokra





# A csapadék előrejelzése

- És mennyi fog esni? Eső, zápor, vagy zivatar várható?
  - Termikus konvekció – meleg légbuborék feláramlása





# A csapadék előrejelzése

- És mennyi fog esni? Eső, zápor, vagy zivatar várható?
  - Termikus konvekció – meleg légbuborék feláramlása



# A csapadék előrejelzése

- És mennyi fog esni? Eső, zápor, vagy zivatar várható?
  - Termikus konvekció – meleg légbuborék feláramlása



# A csapadék előrejelzése

- És mennyi fog esni? Eső, zápor, vagy zivatar várható?
  - Termikus konvekció – meleg légbuborék feláramlása





# A csapadék előrejelzése

- És mennyi fog esni? Eső, zápor, vagy zivatar várható?
  - Termikus konvekció – meleg légbuborék feláramlása





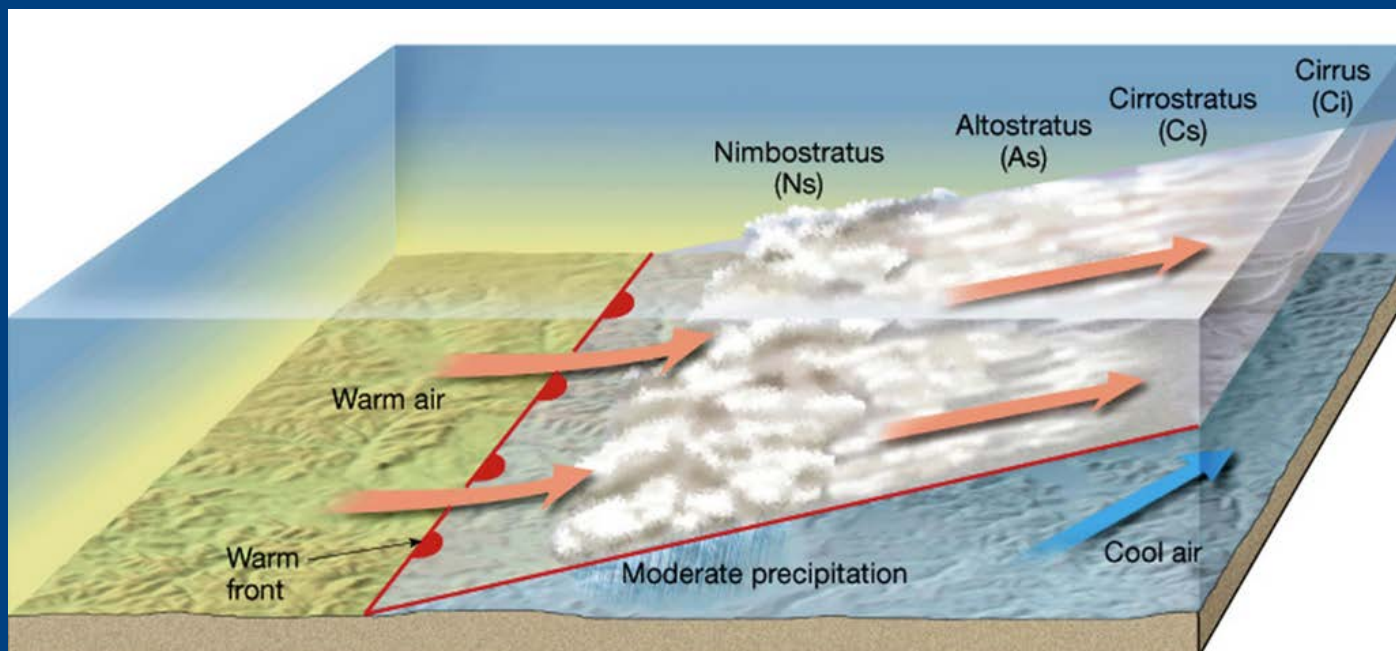
# A csapadék előrejelzése

- És mennyi fog esni? Eső, zápor, vagy zivatar várható?
  - Termikus konvekció – meleg légbuborék feláramlása



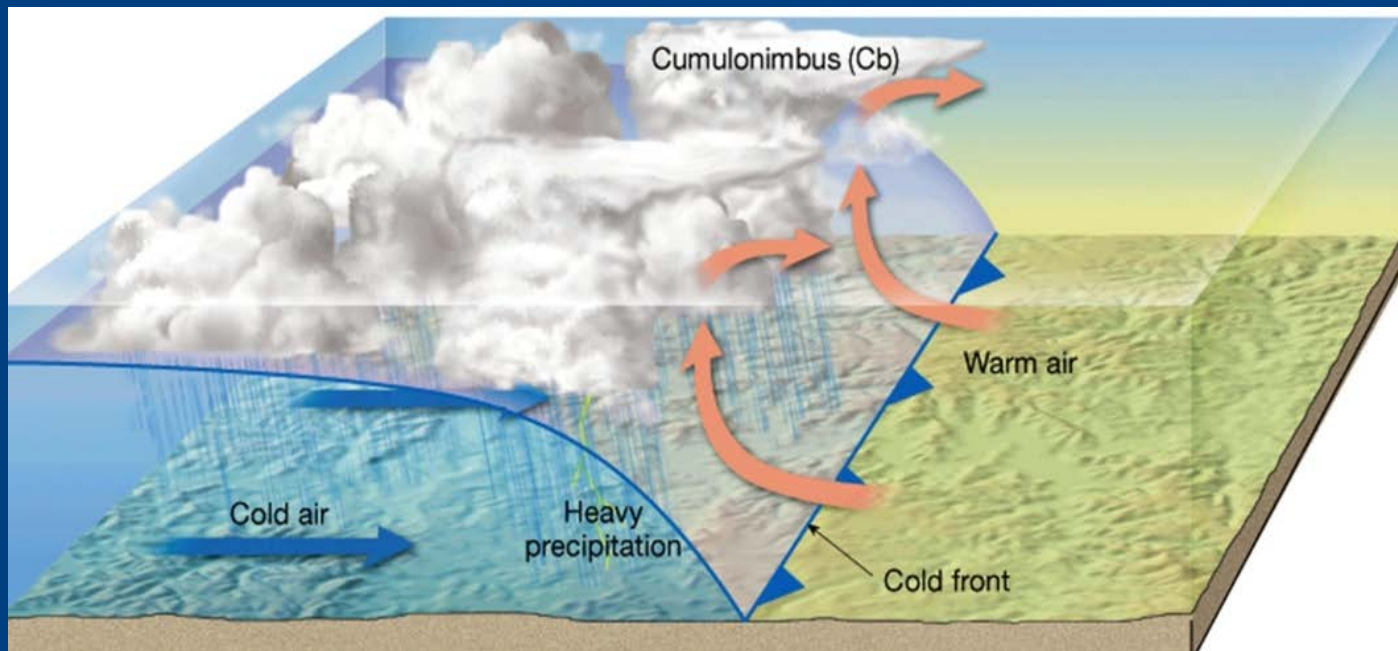
# A csapadék előrejelzése

- És mennyi fog esni? Eső, zápor, vagy zivatar várható?
  - Frontális konvekció - nagytérségű rendezett feláramlás



# A csapadék előrejelzése

- És mennyi fog esni? Eső, zápor, vagy zivatar várható?
  - Frontális konvekció - nagytérségű rendezett feláramlás



# A csapadék előrejelzése

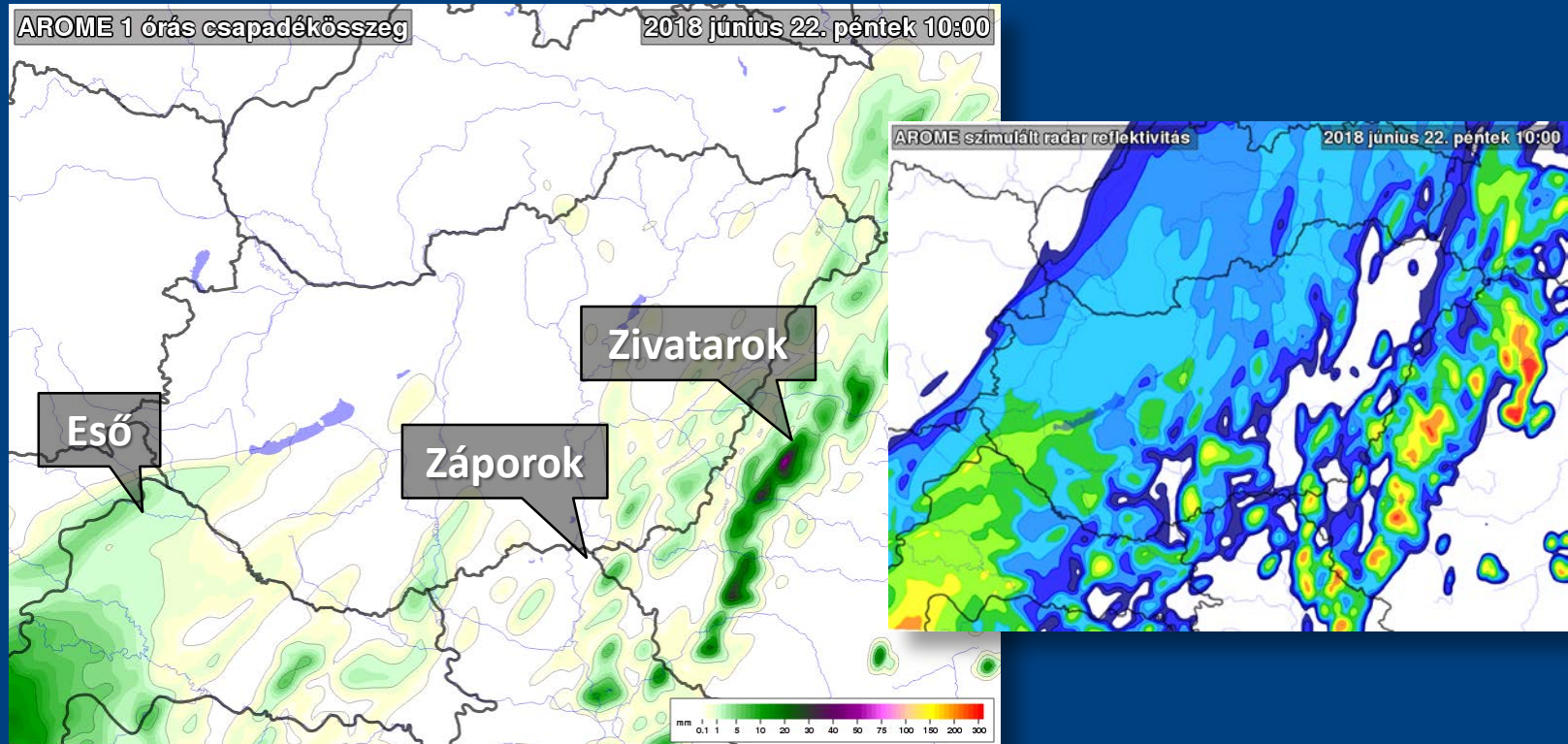
- És mennyi fog esni? Eső, zápor, vagy zivatar várható?
  - Frontális konvekció - nagytérségű rendezett feláramlás





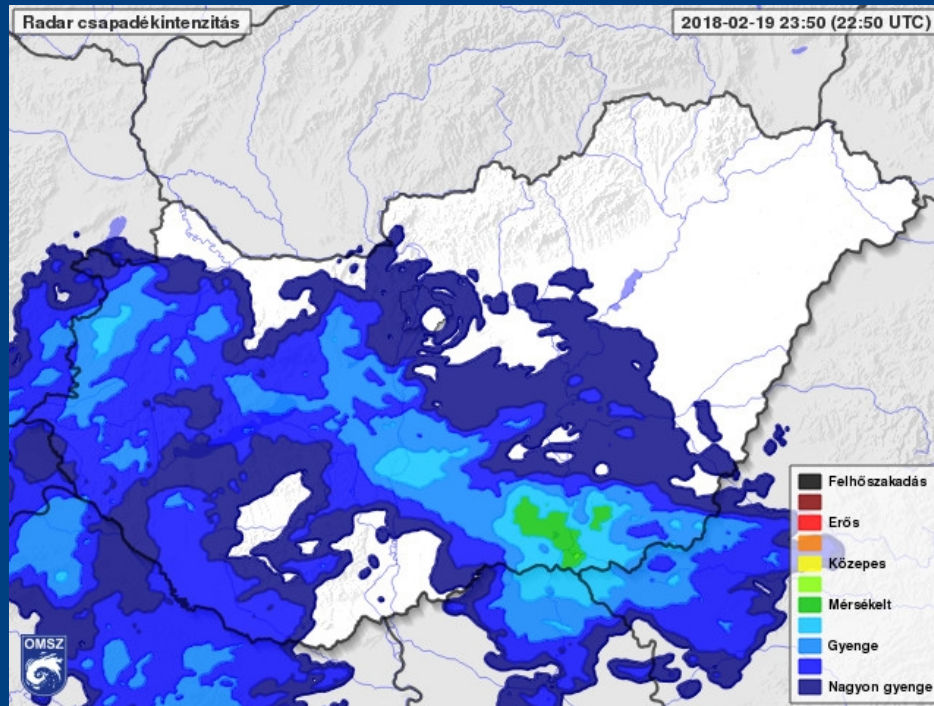
# A csapadék előrejelzése

- És mennyi fog esni? Eső, zápor, vagy zivatar várható?
  - Mit mutat az előrejelzési modell? Hihetünk neki?



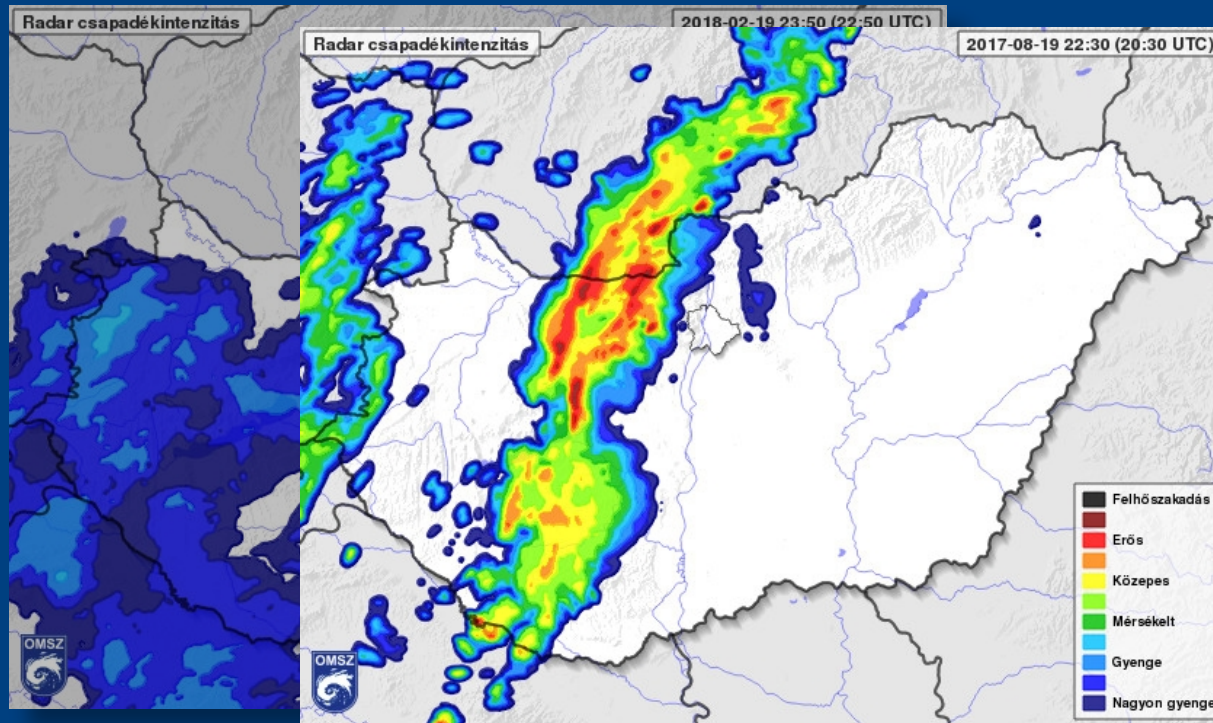
# A csapadék előrejelzése

- Radarképek értelmezése
  - Melegfront: max. közepes intenzitás, lassú áthelyeződés



# A csapadék előrejelzése

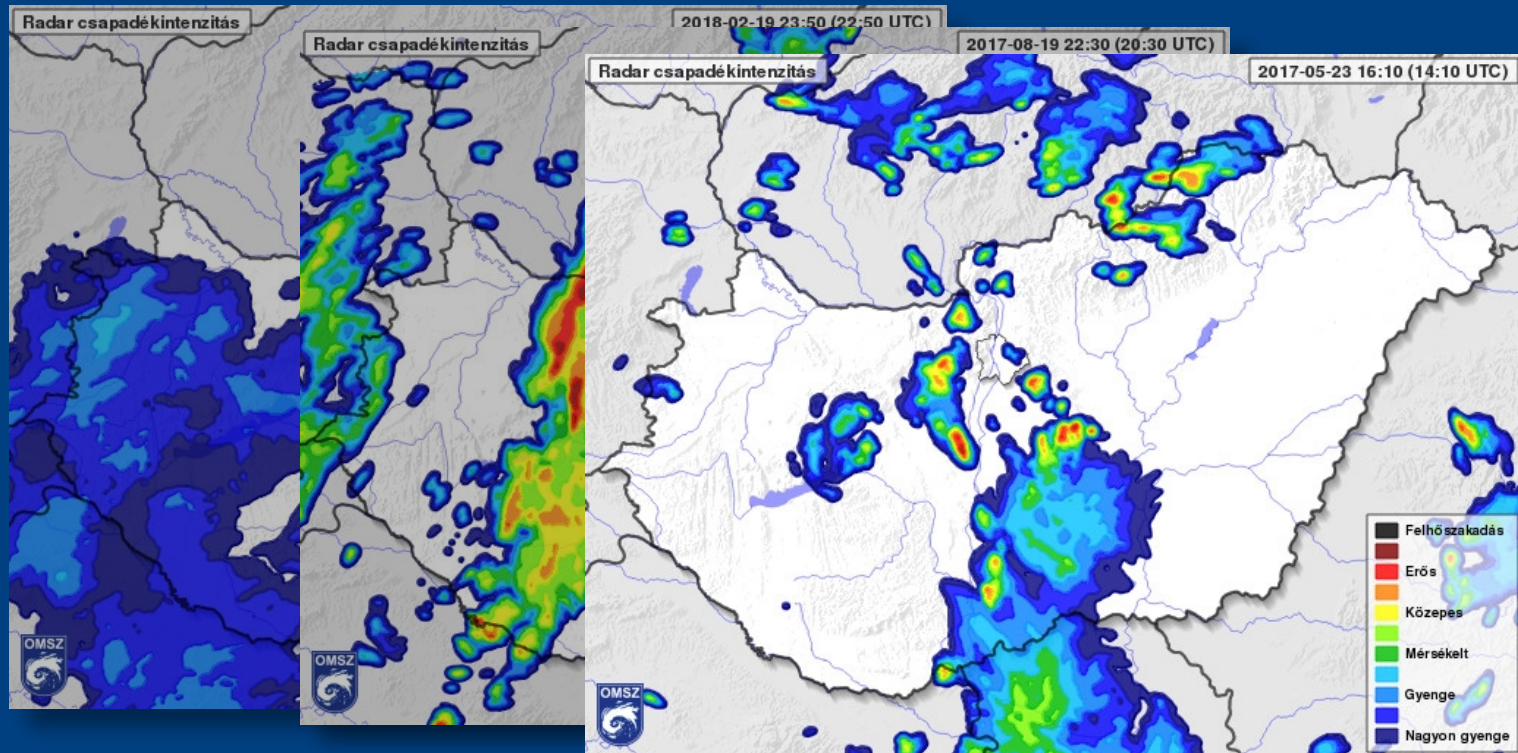
- Radarképek értelmezése
  - Hidegfront: közepes vagy erős intenzitás, front előtt nyáron zivatarlánc





# A csapadék előrejelzése

- Radarképek értelmezése
  - „Jellegtelen helyzet”, gomolyos felhőzet, erős intenzitás, lassú mozgás





# Az előrejelző egy (munka)napja

- Elindul a munkahelyére



# Az előrejelző egy (munka)napja

- Megérkezik a munkahelyére





# Az előrejelző egy (munka)napja

- Megérkezik a munkahelyére



# Az előrejelző egy (munka)napja

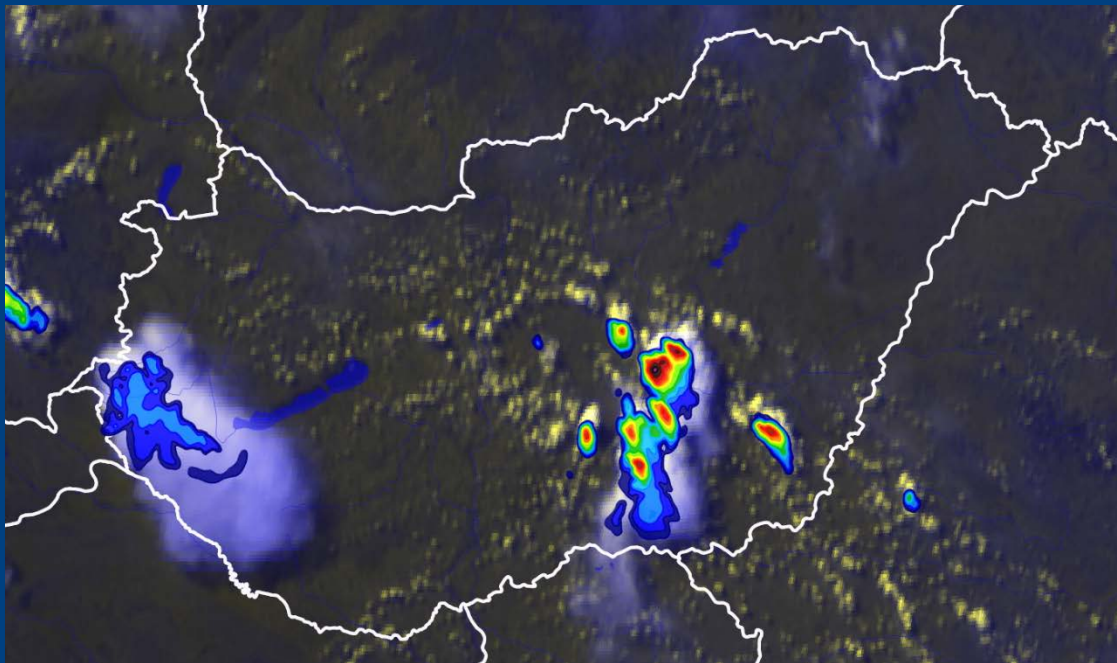
- Na mi a (z időjárási) helyzet?





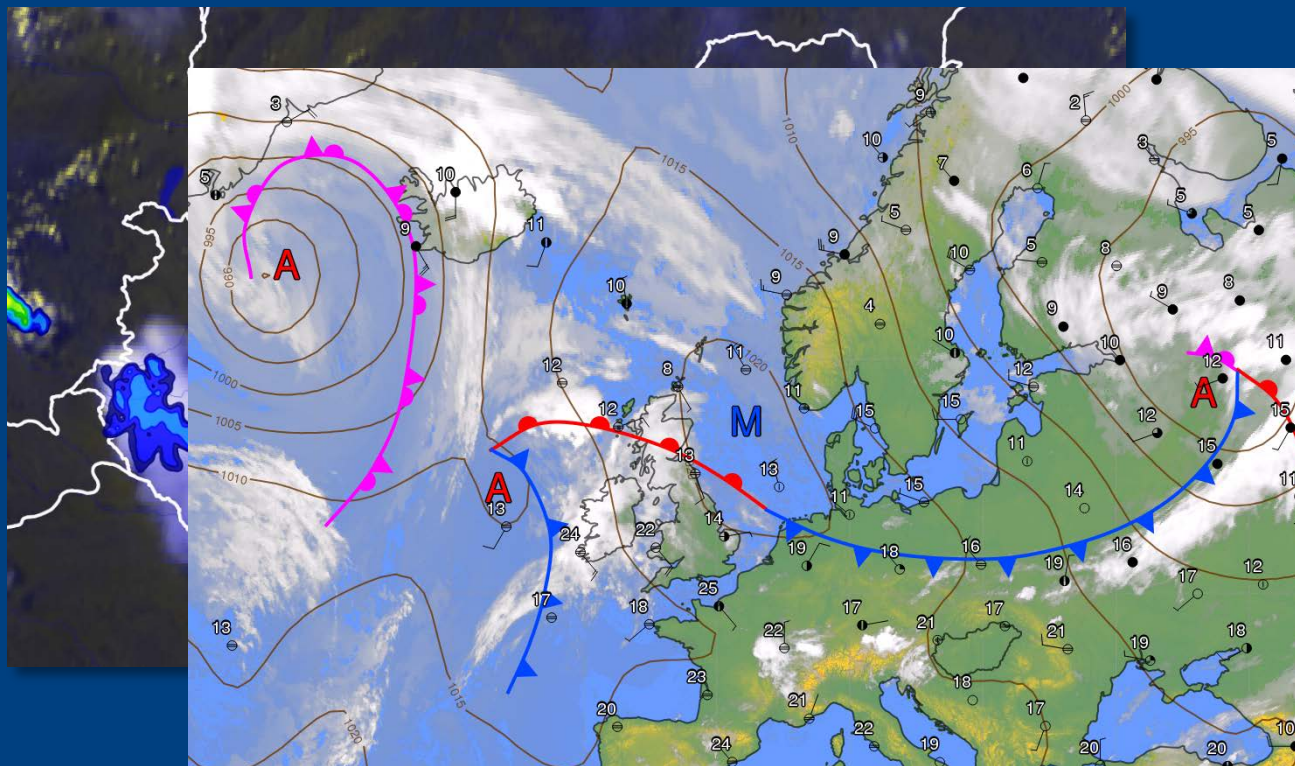
# Az előrejelző egy (munka)napja

- Na mi a (z időjárási) helyzet?



# Az előrejelző egy (munka)napja

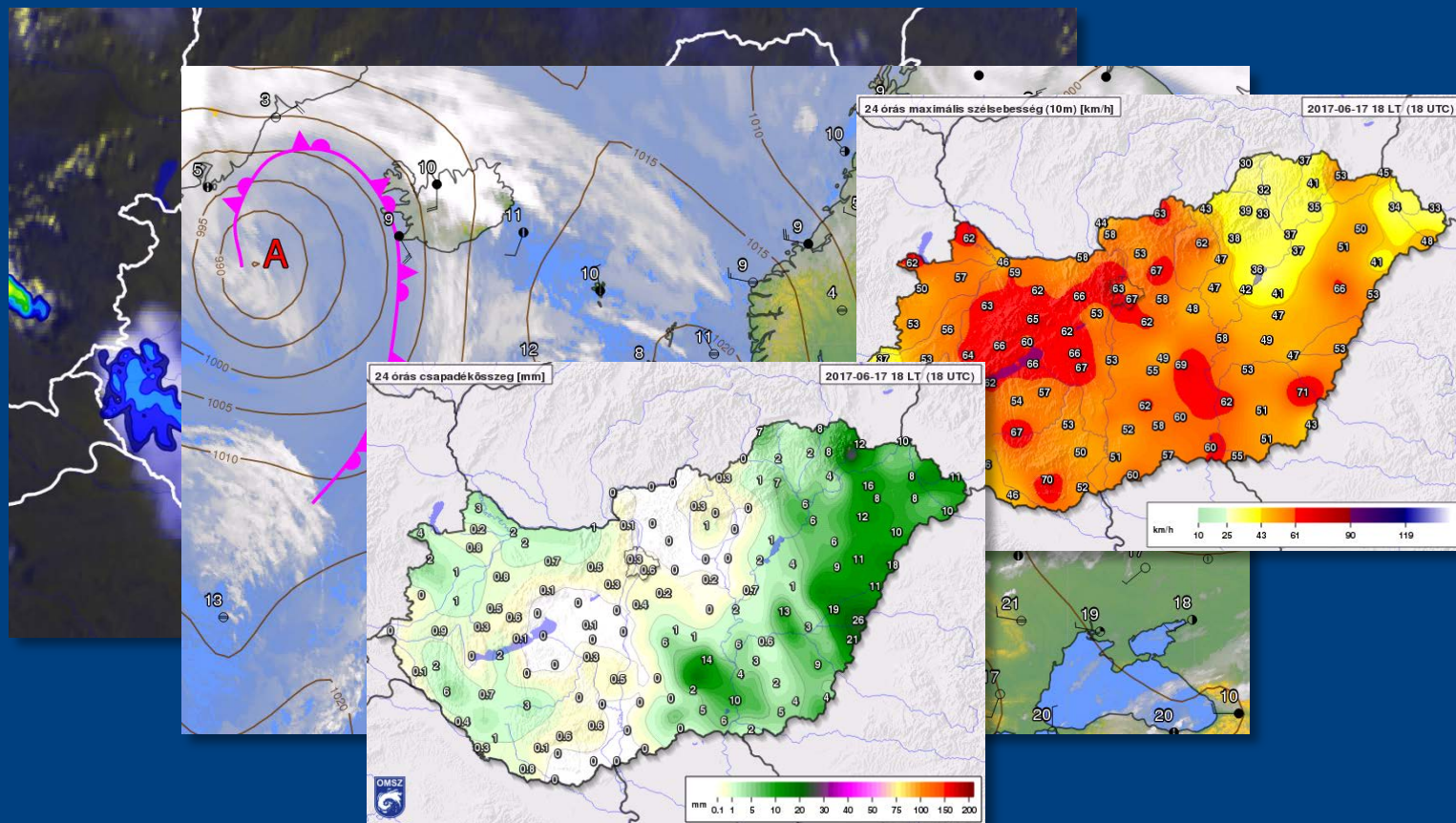
- Na mi a (z időjárás) helyzet?





# Az előrejelző egy (munka)napja

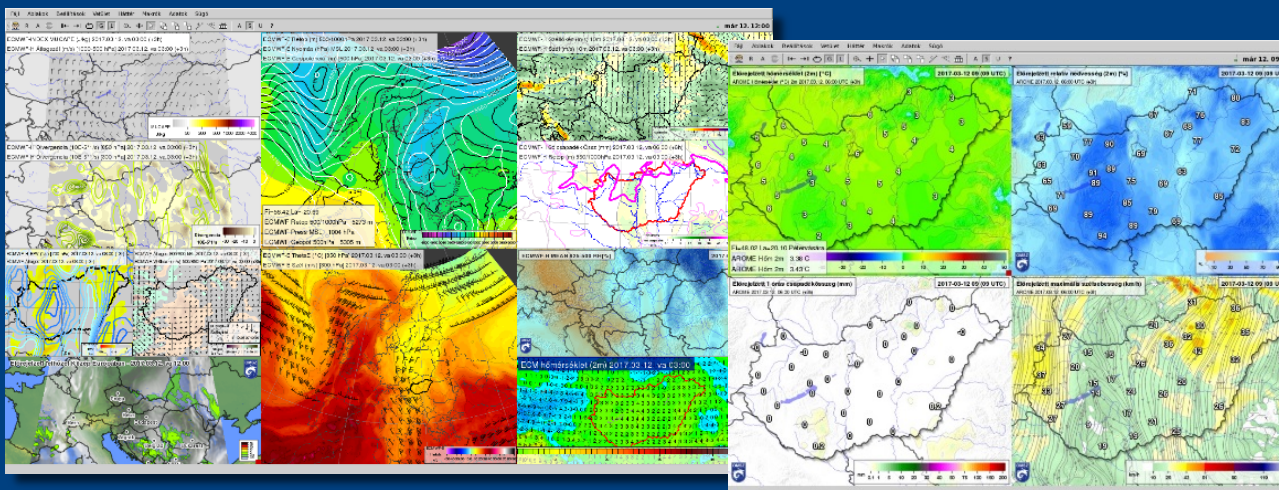
- Na mi a (z időjárási) helyzet?



# Az előrejelző egy (munka)napja

- Modellek átnézése

- Számos, különböző célú modell áll rendelkezésre
- Egy általános előrejelzés készítése során elvileg:
  - 5 modell \* 20 időpont \* 20 paraméter \* 5 modellszint
    - ~ 10000 térkép átnézése szükséges!!
- Az előrejelző szelektálja, szűri a rengeteg információt



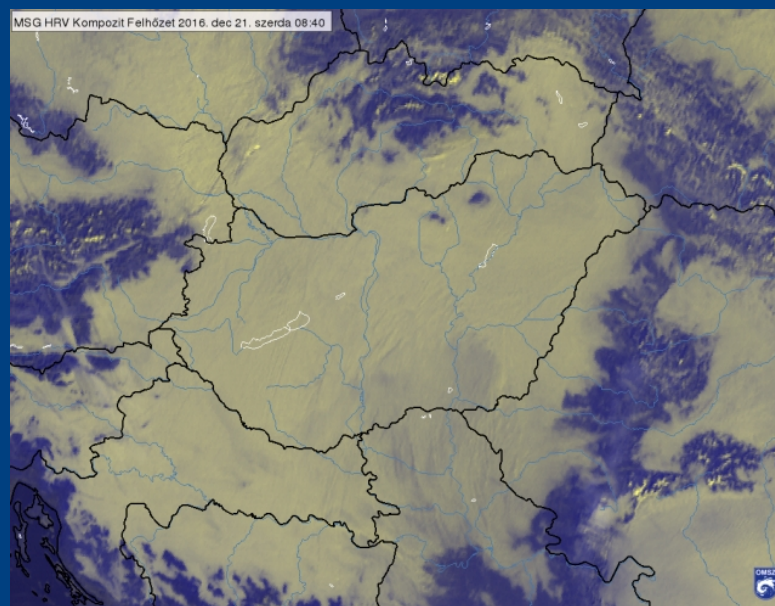


# Az előrejelző egy (munka)napja

- Következtetések levonása
  - Az ún „szinoptikus tapasztalat”, előrejelzői rutin (modellek esetenkénti felülbírálata)



Legnagyobb szükség:  
hideg légpárnás helyzetek,  
helyi zivatarok előrejelzése



# Az előrejelző egy (munka)napja

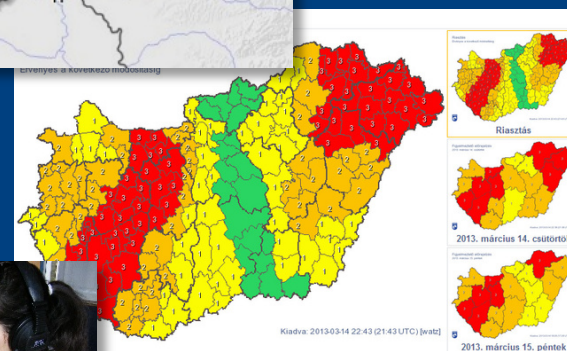
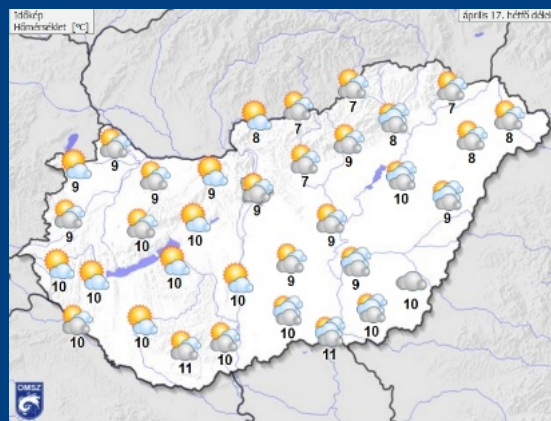
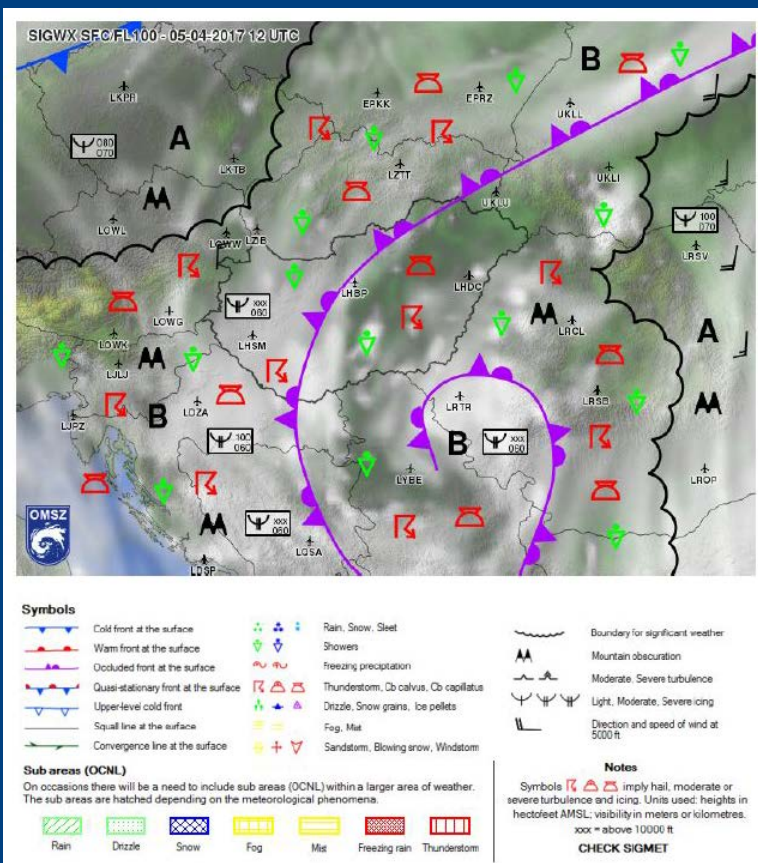
- Következtetések levonása

- Az ún „szinoptikus tapasztalat”, előrejelzői rutin (modellek esetenkénti felülbírlata)
- Forgatókönyvek felállítása
- Szakmai vita, döntéshozatal
- Prognózis tartalmának összeállítása



# Az előrejelző egy (munka)napja

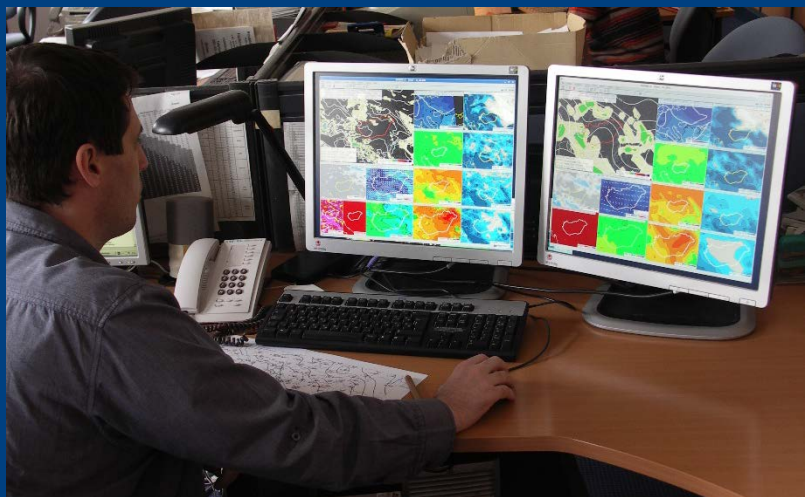
- Célprognózisok elkészítése, interpretálás





# Az előrejelző egy (munka)napja

- Időjárási helyzet nyomon követése, ügyelet





Van-e még kérdés?

