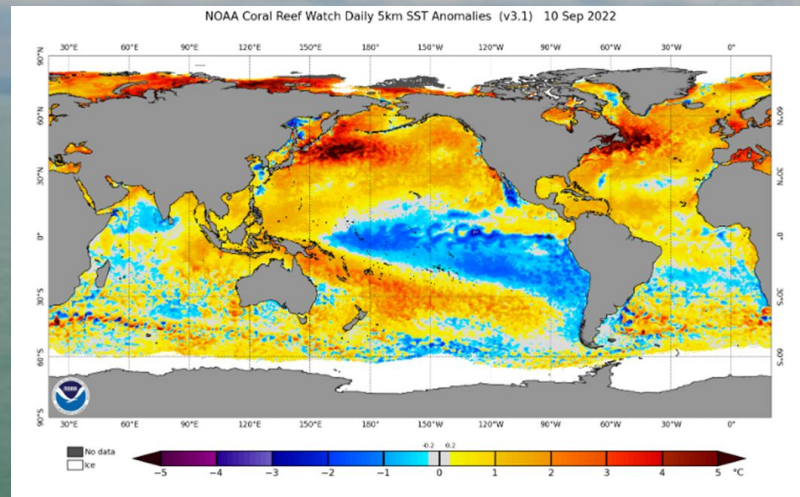
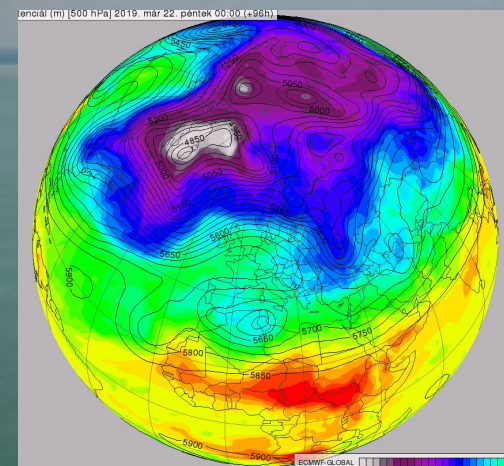




A szélsőséges időjárás és a 90 éves Balatoni Viharjelzés

Horváth Ákos

*HungaroMet
Viharjelző Obszervatóriuma*



A Balatoni viharjelzés első 90 éve



Indulás:
1934 július 8.
dr. Hille Alfréd

**Obszervatórium Építése
1955-56**

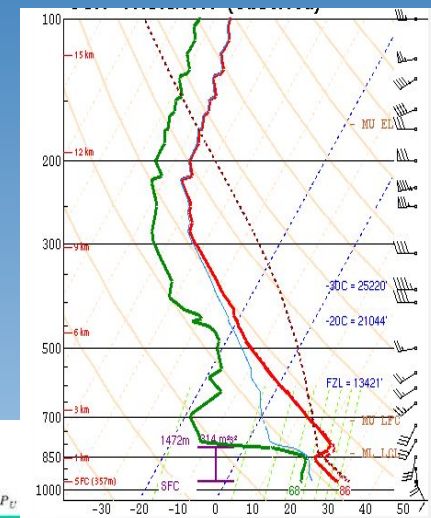


Dr. Zách Alfréd

**A Balatoni Viharjelzés
fizikai-matematikai-meteorológiai alapjainak
lerakása:**



Dr. Götcz Gusztáv 1961-70.



$$\frac{\partial U}{\partial t} + \frac{1}{a \cos^2 \theta} \left[U \frac{\partial U}{\partial \lambda} + v \cos \theta \frac{\partial U}{\partial \theta} \right] + \eta \frac{\partial U}{\partial \eta} - (fv) + \frac{1}{a} \left[\frac{\partial \Phi}{\partial \lambda} + R_{\theta} T_v \frac{\partial}{\partial \lambda} (\ln p) \right] = P_U$$

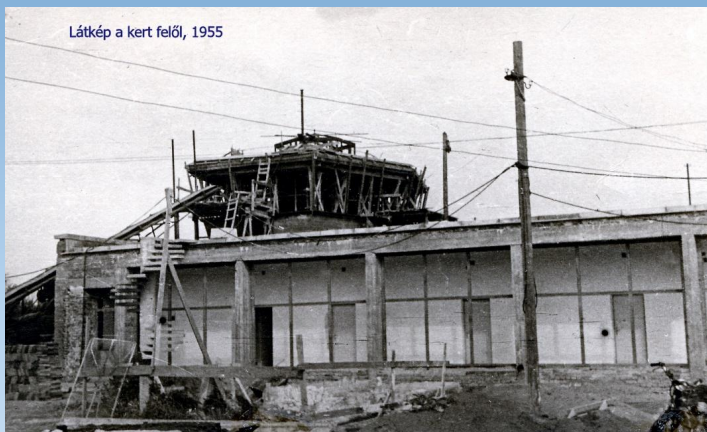
$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{a \cos^2 \theta} \left[U \frac{\partial V}{\partial \lambda} + V \cos \theta \frac{\partial V}{\partial \theta} + \sin \theta (U^2 + V^2) \right] + \eta \frac{\partial V}{\partial \eta} + fU + \frac{\cos \theta}{a} \left[\frac{\partial \Phi}{\partial \theta} + R_{\theta} T_v \frac{\partial}{\partial \theta} (\ln p) \right] = P_V + K_V$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} + \frac{1}{a \cos^2 \theta} \left[U \frac{\partial T}{\partial \lambda} + V \cos \theta \frac{\partial T}{\partial \theta} \right] + \eta \frac{\partial T}{\partial \eta} - \frac{\kappa T_v \omega}{(1 + (\delta - 1)q)p} = P_T + K_T$$

$$\frac{\partial q}{\partial t} = \frac{1}{a \cos^2 \theta} \left[U \frac{\partial q}{\partial \lambda} + V \cos \theta \frac{\partial q}{\partial \theta} \right] = \eta \frac{\partial q}{\partial \eta} = P_q + K_q$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial p}{\partial \eta} \right) + \nabla \cdot \left(\mathbf{v} \frac{\partial p}{\partial \eta} \right) + \frac{\partial}{\partial \eta} \left(\eta \frac{\partial p}{\partial \eta} \right) = 0$$

$$\frac{\partial p_{\text{ext}}}{\partial t} = - \int_0^1 \nabla \cdot \left(\mathbf{v} \frac{\partial p}{\partial \eta} \right) d\eta$$



A viharjelző rendszer



Fényjelző próbauzeme az Observatórium kertjében, 1986



Dobai Sándor RSOE



Viharjelző rakéta indítása a 34 kilövöhely egyikén



Dr. Böjti Béla



LED lámpák: RSOE 2000-től

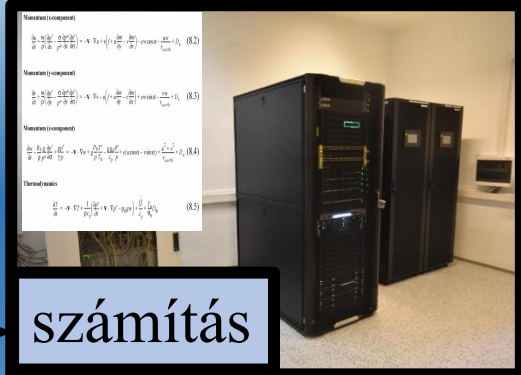
Internet:
met.hu/Balaton

Mobil alkalmazások:
OMSZ Meteora

A Balatoni viharjelzés rendszere



mérés



számítás



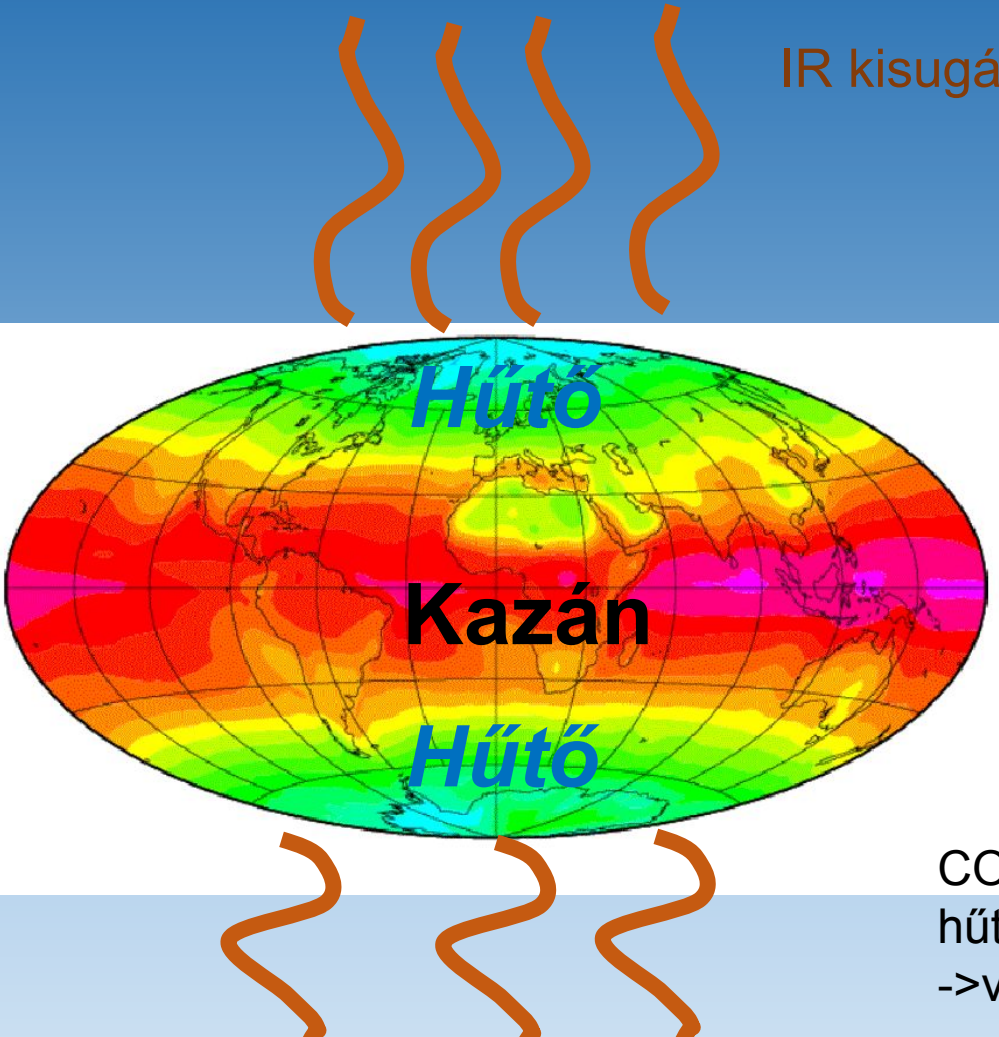
előrejelzés

viharjelzés

Rendezvények
partnerek

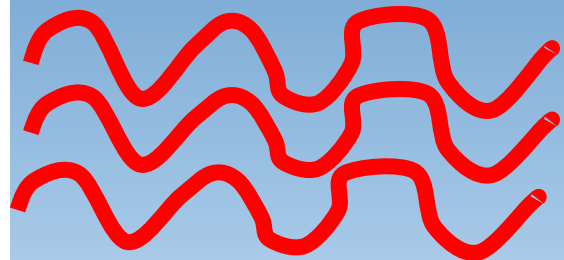


Globális hőerőgéptől a balatoni szélíg

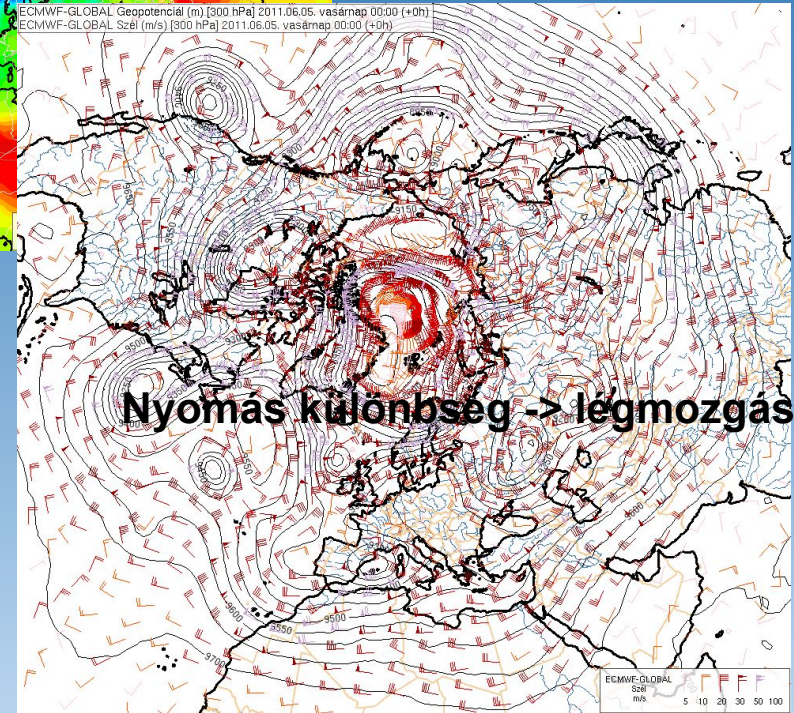
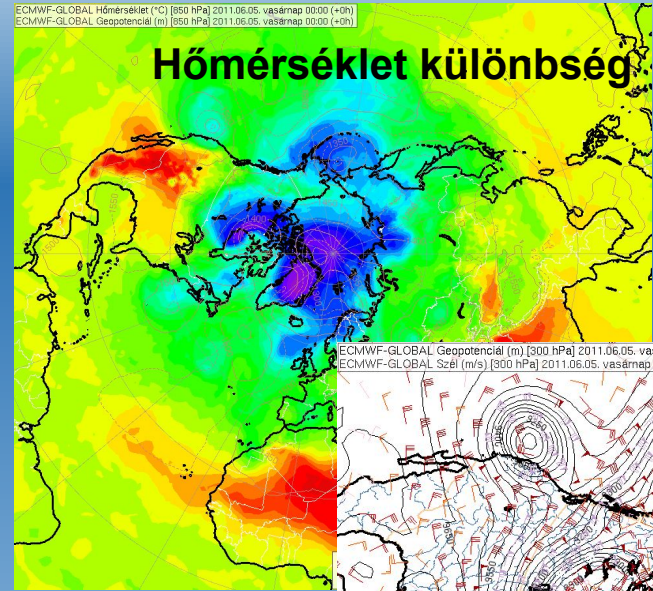


IR kisugárzás

RH besugárzás

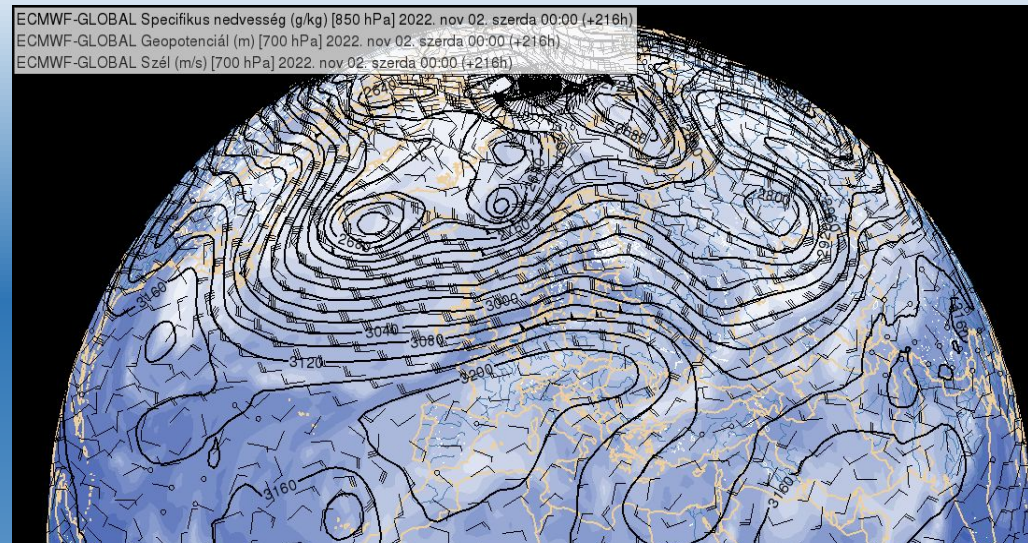


CO₂ és egyéb üvegházgázok -> változik a hűtő hatásfoka -> melegszik a légkör -> változik a cirkuláció



Változás a ciklonok skáláján

1. Nyáron ciklonok pályája északabbra tolódik: kevesebb nedvesség érkezik a kontinensek fölé.
2. Több napsugárzás hatására gyakoribbakká válnak a hosszabb melegebb szárazabb időszakok



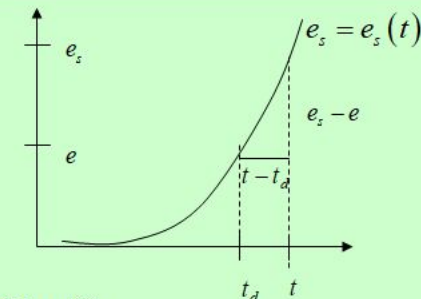
Lokális skála

Melegebb levegő több vízgőzt képes magába tartani.

- Nehezebben válik telítetté a meleg levegő, nehezebben alakulnak ki a felhők □ erősebb lesz a besugárzás: pozitív visszacsatolás.
- Magasabb hőmérsékleten történő felhőképződés nagyobb gőznyomás változást okoz: nagyobb látens hő szabadul fel, hevesebbek de ritkábbak lesznek a konvektív viharok (flash flood adja a nyári csapadék jelentős részét)
- Forró, telítetlen levegő kiszárítja a talajt és a felszíni vizeket.

e_s : telítési gőznyomás – adott hőmérsékleten (t) ennyi lehet a maximális gőznyomás. A Magnus-Tetens formula írja le.

$$e_s = 6,108 \cdot 10^{\frac{7,54t}{235+t}}$$



r_s : telítési keverési arány – adott nyomáson (p) ennyi tömegű vízgőzt tartalmazhat 1 kg száraz levegő [kg/kg].

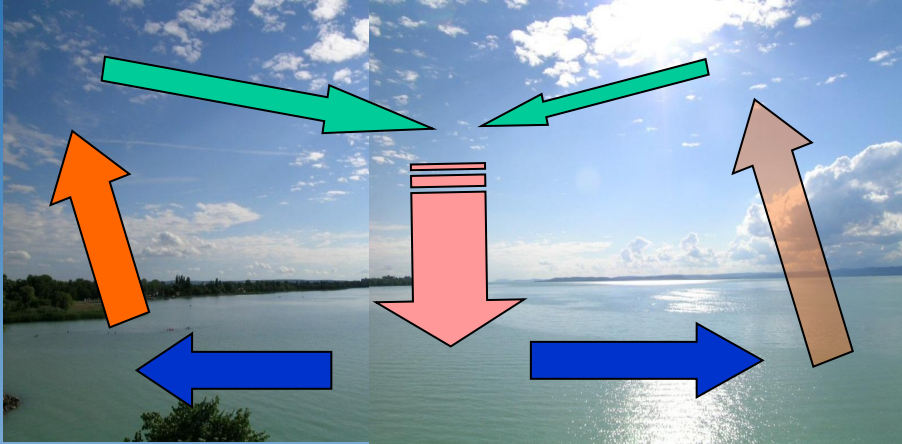
$$r_s = \frac{0,622 \cdot e_s(t)}{p}$$

→ A levegő által maximálisan befogadható vízgőz mennyisége adott nyomási szinten csak a hőmérséklet függvénye.

$$r_s = \frac{0,622 \cdot e_s(t)}{p} = \frac{0,622}{p} \cdot 6,108 \cdot 10^{\frac{7,54t}{235+t}}$$

Amikor a Balaton visszabeszél a légkörnek

Tavi cirkuláció szerepe a nyár
nagyobb részében növekszik



Átlagosan kevesebb számú de
hevesebb zivatar várható



Villámárvizek esély növekszik, azonban a melegebb levegő és víz miatt a Balaton nyári víz deficitje növekszik

Összefoglalás

Az éghajlatváltozás hatása nyilvánvaló

- Forró nyarak melegebb víz több fürdőző: növekszik a fatális vízi balesetek rizikója
- Nyáron kevesebb számú, de hevesebb, gyorsabban kialakuló viharok várhatóak.
- A hektikusabb légköri folyamatok előrejelzése egyre nehezebb feladat

A viharjelzés „két tűz között” van : minél rövidebb ideig legyen fenn a jelzés, de ne legyen váratlan vihar.

A szaporodó –és egyre nagyobb rizikóval járó- tömegrendezvények speciális meteorológiai kiszolgálást igényelne

Előre menekülés az egyetlen megoldás: több, pontosabb mérés, nagyobb számítógépes kapacitás jól képzett tapasztalt meteorológus szakemberek

