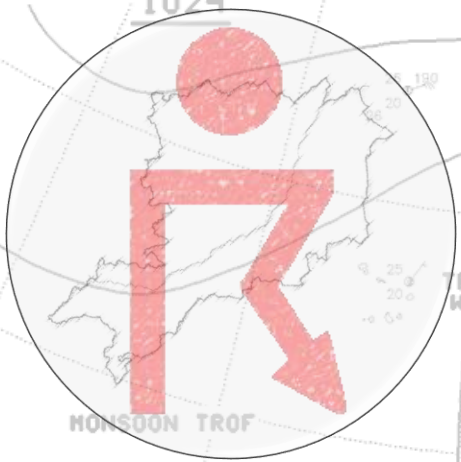


Trópusi ciklonok

HURCN HUMBERTO
MAX WIND 70 KT @ 85 KT
SEE LATEST N...

Készítette: Hérincs Dávid

Előadás az ELTE Meteorológus MSc
„Szinoptikus meteorológia” kurzus keretén belül



NCMP/OPC 00Z PRELIMINARY ANALYSIS
ISSUED WED OCT 1 04:44:03 UTC 2025
ANALYST Rowland

Tematika

- A trópusi ciklonok általános jellemzése
- A trópusi ciklonok megfigyelésére szolgáló eszközök
- Trópusi ciklonok hatása a mérsékelt övezetben
- Trópusi jellegű mediterrán ciklonok (medikánok)

A trópusi ciklonok általános jellemzése



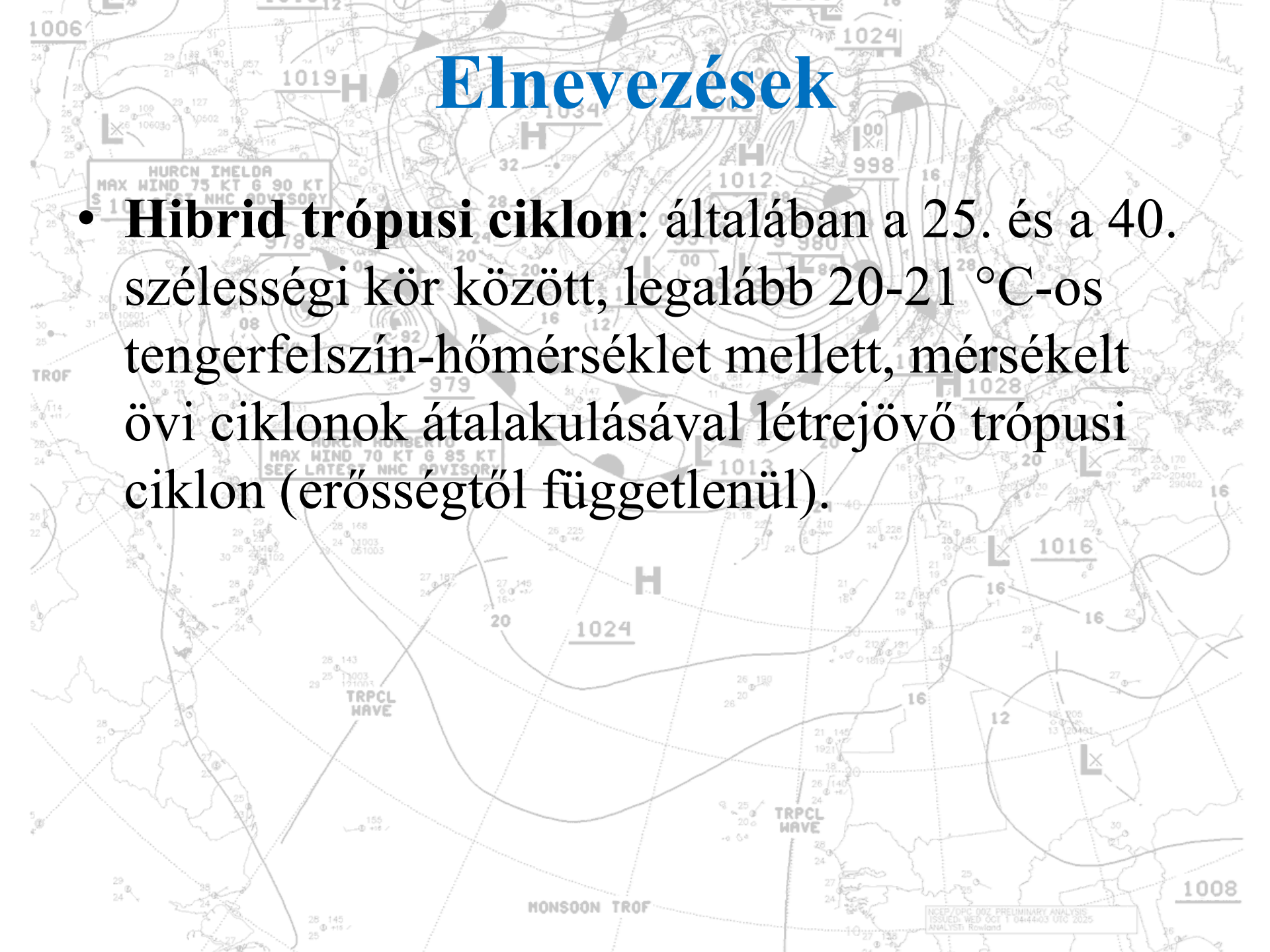
NCEP/OPC 00Z PRELIMINARY ANALYSIS
1300Z WED OCT 1 04:4403 UTC 2025
ANALYST: Rowland

Elnevezések

- Két típus (kialakulás szerint megkülönböztetve): klasszikus és hibrid
- **Klasszikus trópusi ciklon:** általában az 5. és 30. szélességi kör között, legalább 24-25 °C-os tengerfelszín-hőmérséklet mellett, szervezett zivatarrendszerből a Coriolis-erő hatására kialakuló trópusi ciklon (erősségtől függetlenül).

Elnevezések

- **Hibrid trópusi ciklon:** általában a 25. és a 40. szélességi kör között, legalább 20-21 °C-os tengerfelszín-hőmérséklet mellett, mérsékelt övi ciklonok átalakulásával létrejövő trópusi ciklon (erősségtől függetlenül).



Elnevezések

- **Köztes kategória – szubtrópusi ciklon:**
mérsékelt övi és trópusi ciklonok
jellegzetességeit egyaránt viselő ciklon.
- (Más definíció – más ciklonra: a közép-
troposzférában megjelenő ciklonális örvény
a szubtrópusi óceánok felett.)

Miért nem 33 m/s?

- Trópusi ciklon (fogalom): gyűjtőnév az összes frontmentes, meleg maggal rendelkező légköri képződményre.
- Trópusi ciklon/Ciklon (kategória): a Dél-Csendes-óceánon és a Dél-Indiai-óceánon használt ciklonskálákban, nem feltétlenül azonos a Saffir-Simpson skála hurrikán kategóriájával (ami 33 m/s-nál kezdődik).

Miért nem 33 m/s?

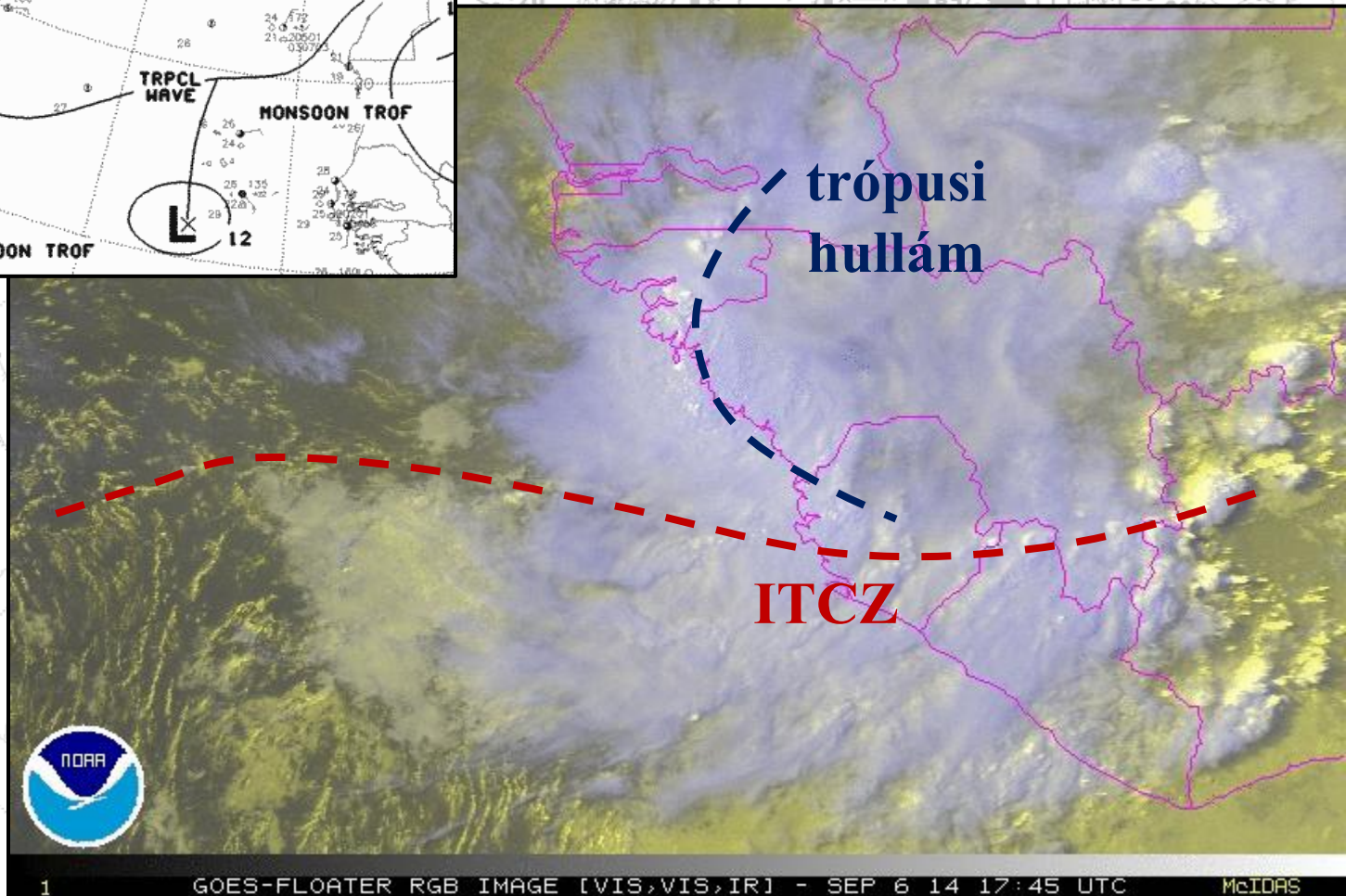
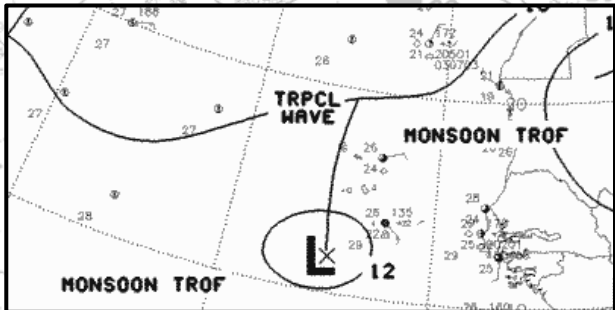
Tropical cyclone classifications

The Beaufort scale	1-minute sustained winds	10-minute sustained winds	NE Pacific & N Atlantic NHC/CPHC	NW Pacific JTWC	NW Pacific JMA	N Indian Ocean IMD	SW Indian Ocean MF	Australia & S Pacific BOM/FMS
0–7	<32 knots (37 mph; 59 km/h)	<28 knots (32 mph; 52 km/h)	Tropical Depression	Tropical Depression	Tropical Depression	Depression	Zone of Disturbed Weather	Tropical Disturbance Tropical Depression Tropical Low
7	33 knots (38 mph; 61 km/h)	28–29 knots (32–33 mph; 52–54 km/h)				Deep Depression	Tropical Disturbance	
8	34–37 knots (39–43 mph; 63–69 km/h)	30–33 knots (35–38 mph; 56–61 km/h)				Tropical Depression		
9–10	38–54 knots (44–62 mph; 70–100 km/h)	34–47 knots (39–54 mph; 63–87 km/h)	Tropical Storm	Tropical Storm	Tropical Storm	Cyclonic Storm	Moderate Tropical Storm	Category 1 tropical cyclone
11	55–63 knots (63–72 mph; 102–117 km/h)	48–55 knots (55–63 mph; 89–102 km/h)				Severe Tropical Storm	Severe Cyclonic Storm	
12+	64–71 knots (74–82 mph; 119–131 km/h)	56–63 knots (64–72 mph; 104–117 km/h)	Category 1 hurricane	Typhoon	Typhoon	Very Severe Cyclonic Storm	Tropical Cyclone	Category 3 severe tropical cyclone
	72–82 knots (83–94 mph; 133–152 km/h)	64–72 knots (74–83 mph; 119–133 km/h)						
	83–95 knots (96–109 mph; 154–176 km/h)	73–83 knots (84–96 mph; 135–154 km/h)	Category 2 hurricane					
	96–97 knots (110–112 mph; 178–180 km/h)	84–85 knots (97–98 mph; 156–157 km/h)	Category 3 hurricane					
	98–112 knots (113–129 mph; 181–207 km/h)	86–98 knots (99–113 mph; 159–181 km/h)	Category 3 hurricane					
	113–122 knots (130–140 mph; 209–226 km/h)	99–107 knots (114–123 mph; 183–198 km/h)	Category 4 hurricane					
	123–129 knots (142–148 mph; 228–239 km/h)	108–113 knots (124–130 mph; 200–209 km/h)						
	130–136 knots (150–157 mph; 241–252 km/h)	114–119 knots (131–137 mph; 211–220 km/h)						
>137 knots (158 mph; 254 km/h)	>120 knots (140 mph; 220 km/h)	Category 5 hurricane	Super Typhoon	Super Cyclonic Storm	Very Intense Tropical Cyclone	Category 5 severe tropical cyclone		

(források: <http://www.ssd.noaa.gov/PS/TROP/floaters.html>, <http://www.wetterzentrale.de/topkarten/tkfaxnwsar.htm>)

Klasszikus trópusi ciklon életciklusa

- 1. Trópusi hullám/zavar (*tropical wave/disturbance*)

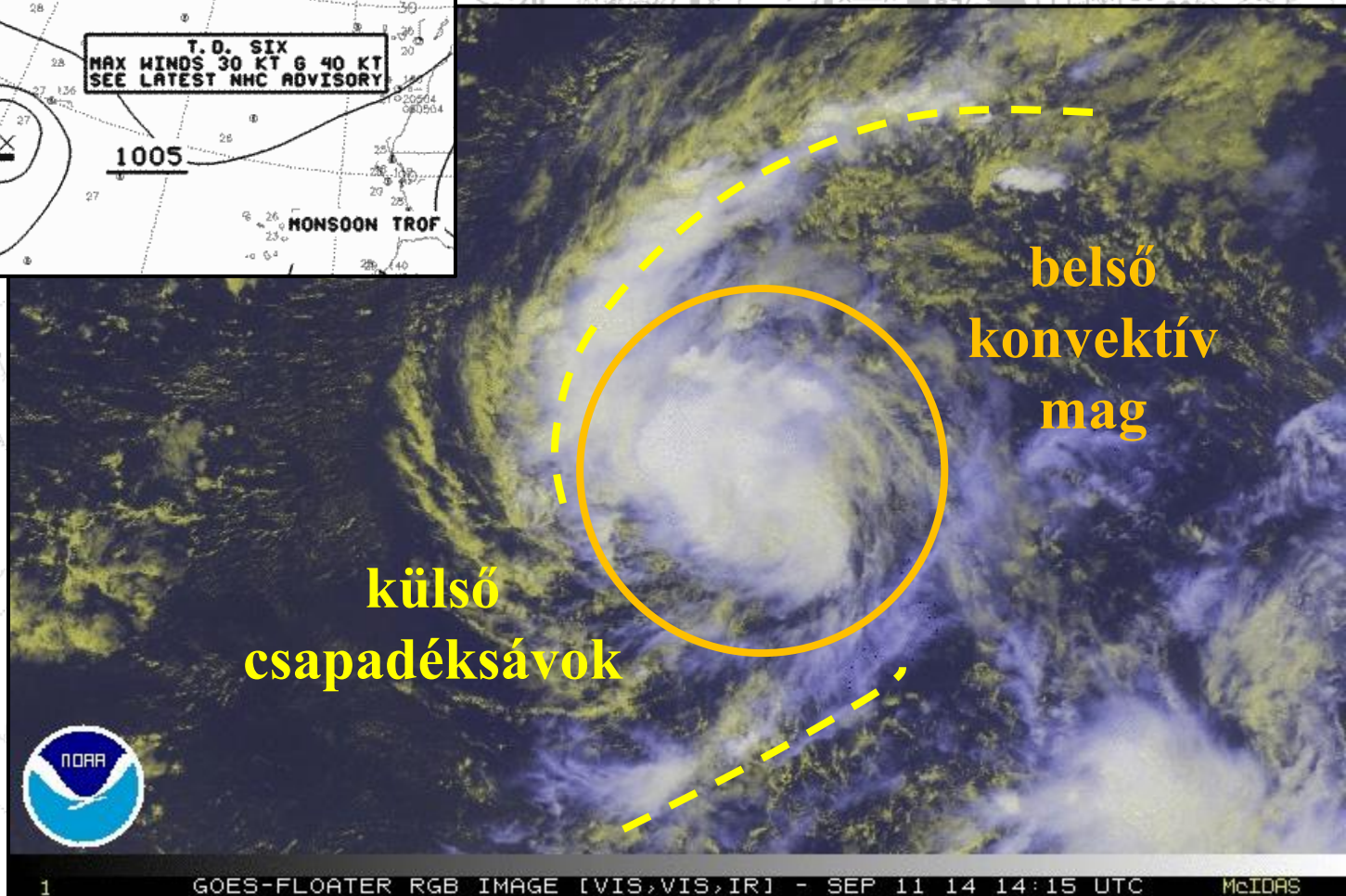
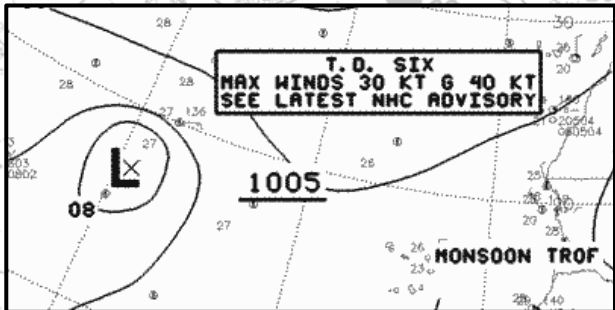


1 GOES-FLOATER RGB IMAGE [VIS,VIS,IR] - SEP 6 14 17:45 UTC McIDAS

(források: <http://www.ssd.noaa.gov/PS/TROP/floaters.html>, <http://www.wetterzentrale.de/topkarten/tkfaxnwsar.htm>)

Klasszikus trópusi ciklon életciklusa

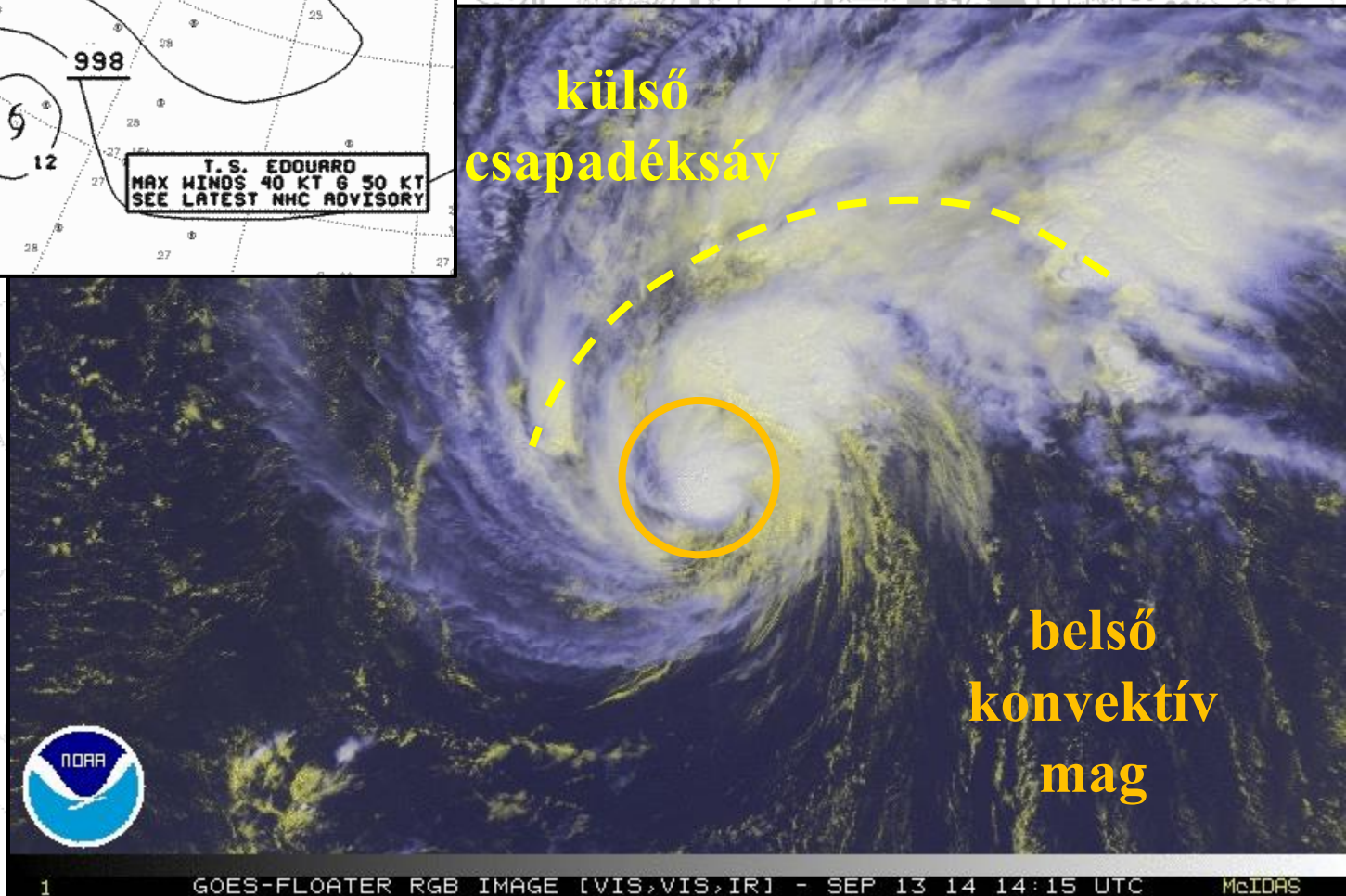
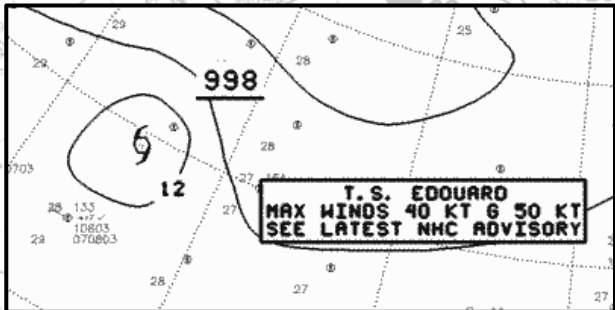
- 2. Trópusi depresszió (*tropical depression*)



(források: <http://www.ssd.noaa.gov/PS/TROP/floaters.html>, <http://www.wetterzentrale.de/topkarten/tkfaxnwsar.htm>)

Klasszikus trópusi ciklon életciklusa

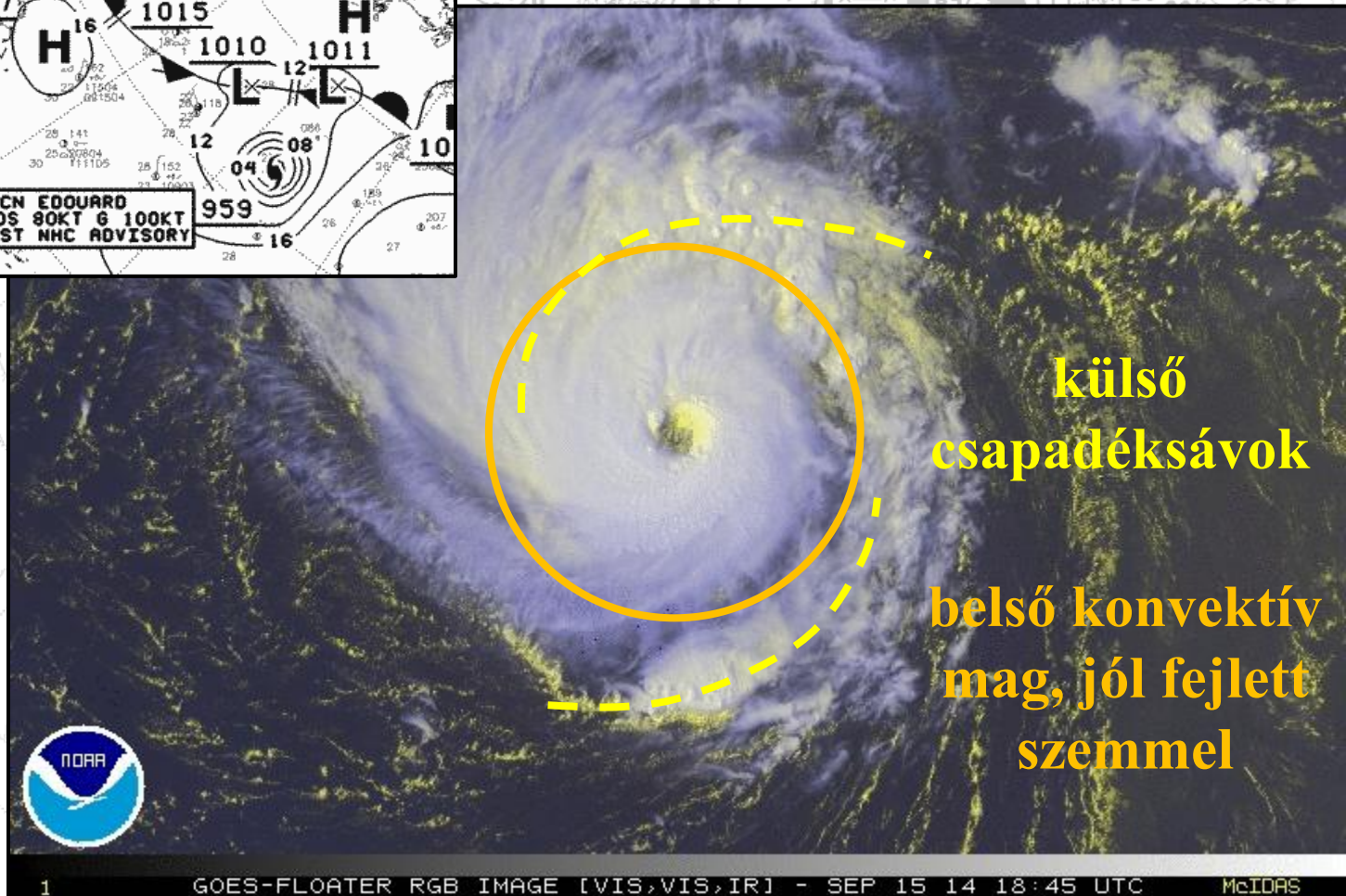
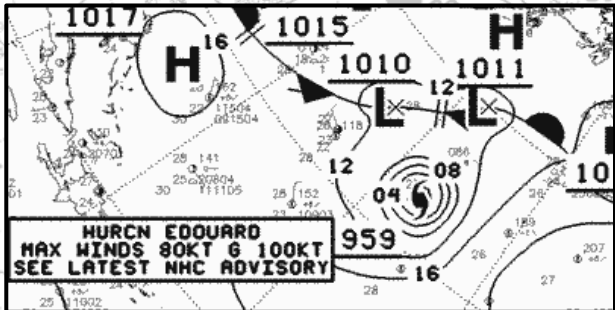
- 3. Trópusi vihar (*tropical storm*)



(források: <http://www.ssd.noaa.gov/PS/TROP/floaters.html>, <http://www.wetterzentrale.de/topkarten/tkfaxnwsar.htm>)

Klasszikus trópusi ciklon életciklusa

- 5. Erős hurrikán /3-5. kat./ (*major hurricane*)



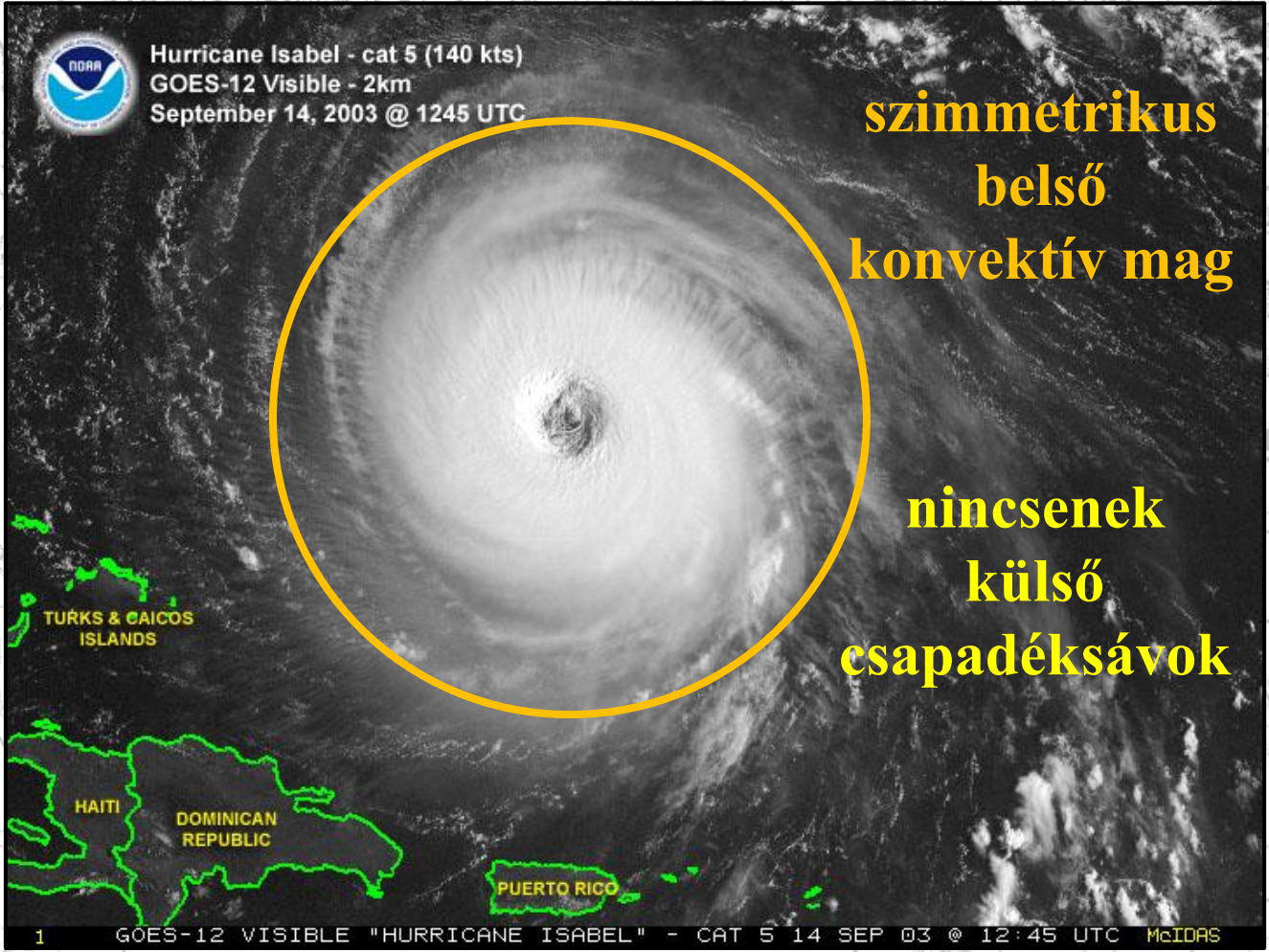
**külső
csapadéksávok**
**belső konvektív
mag, jól fejlett
szemmel**



(források: <http://www.ssd.noaa.gov/PS/TROP/floaters.html>, <http://www.wetterzentrale.de/topkarten/tkfaxnwsar.htm>)

Klasszikus trópusi ciklon életciklusa

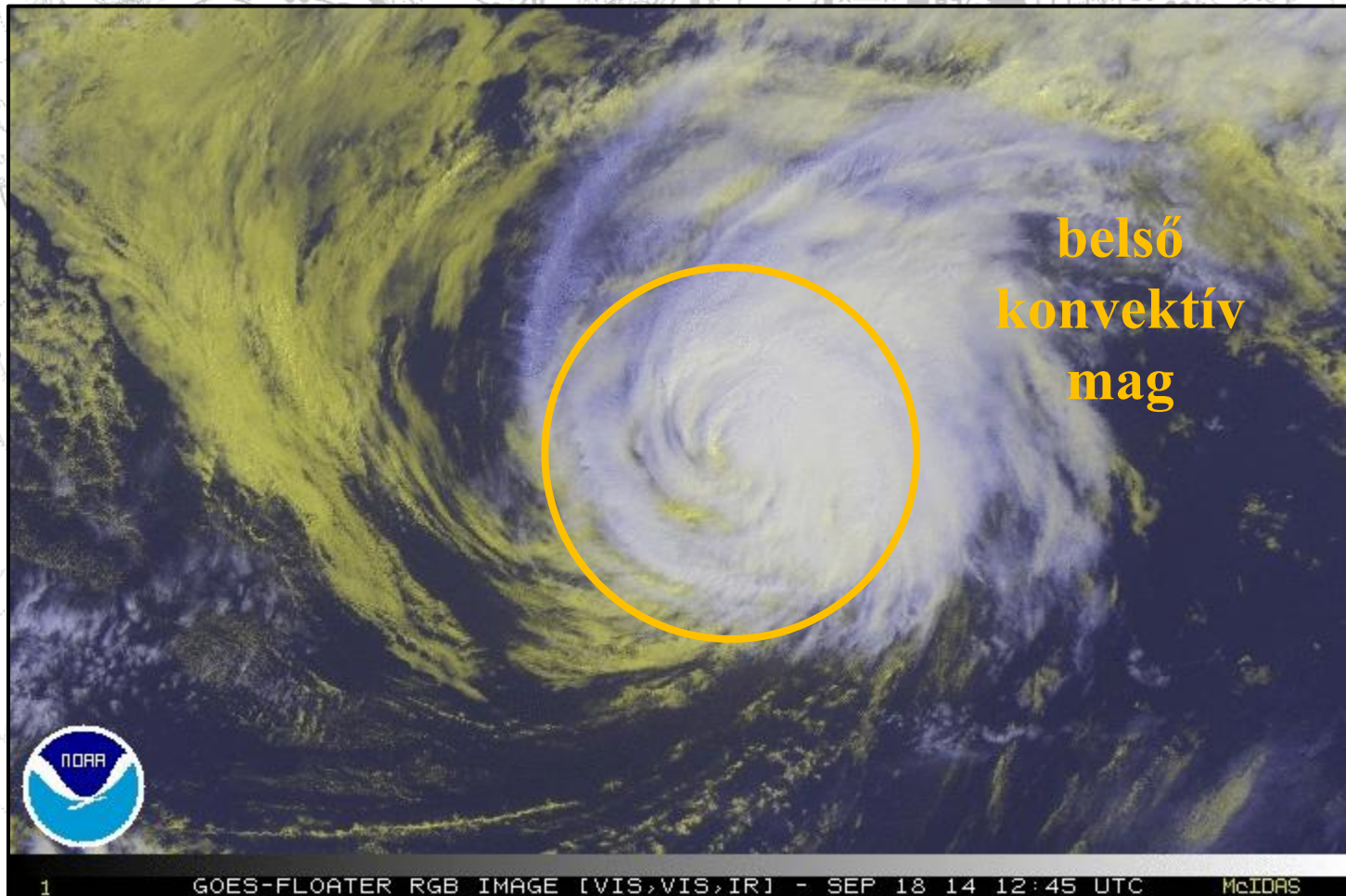
- Speciális eset: gyűrűszerű hurrikán (*annular hurricane*)



(forrás: <https://www.wunderground.com/blog/Tropicsweatherpr/greatest-hurricane-and-typhoon-pics-of-all-time>)

Klasszikus trópusi ciklon életciklusa

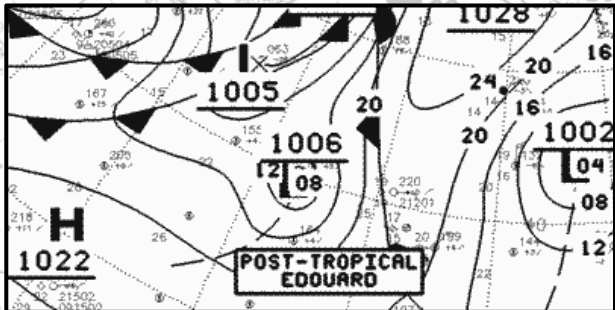
- 6. Gyengülő hurrikán



belső
konvektív
mag

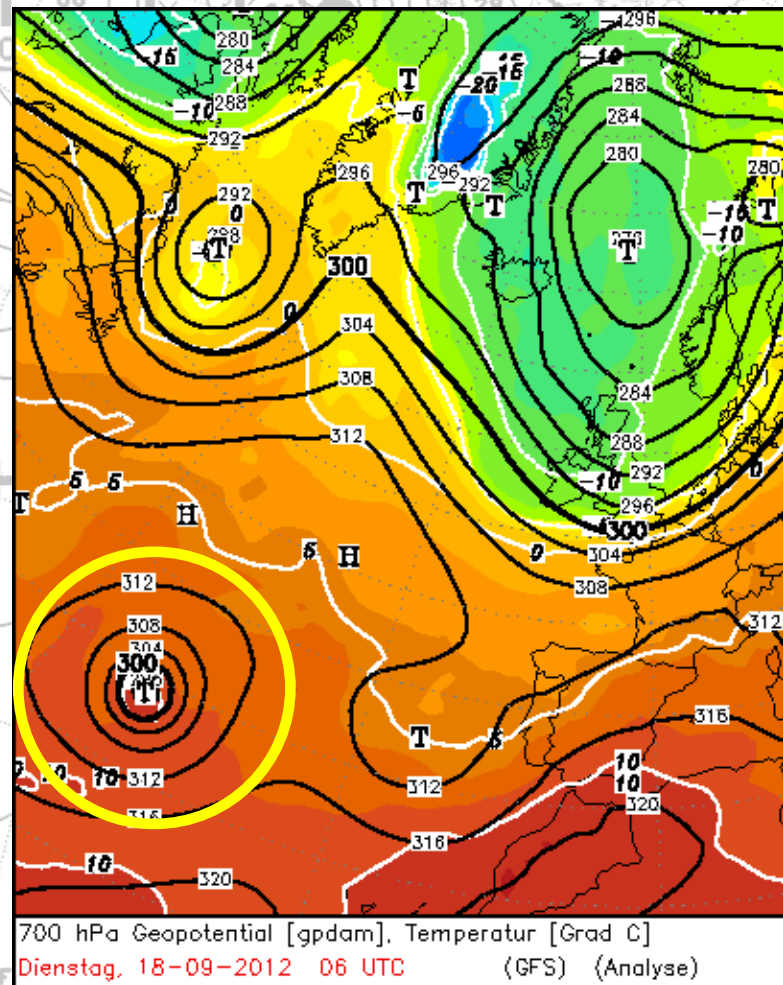
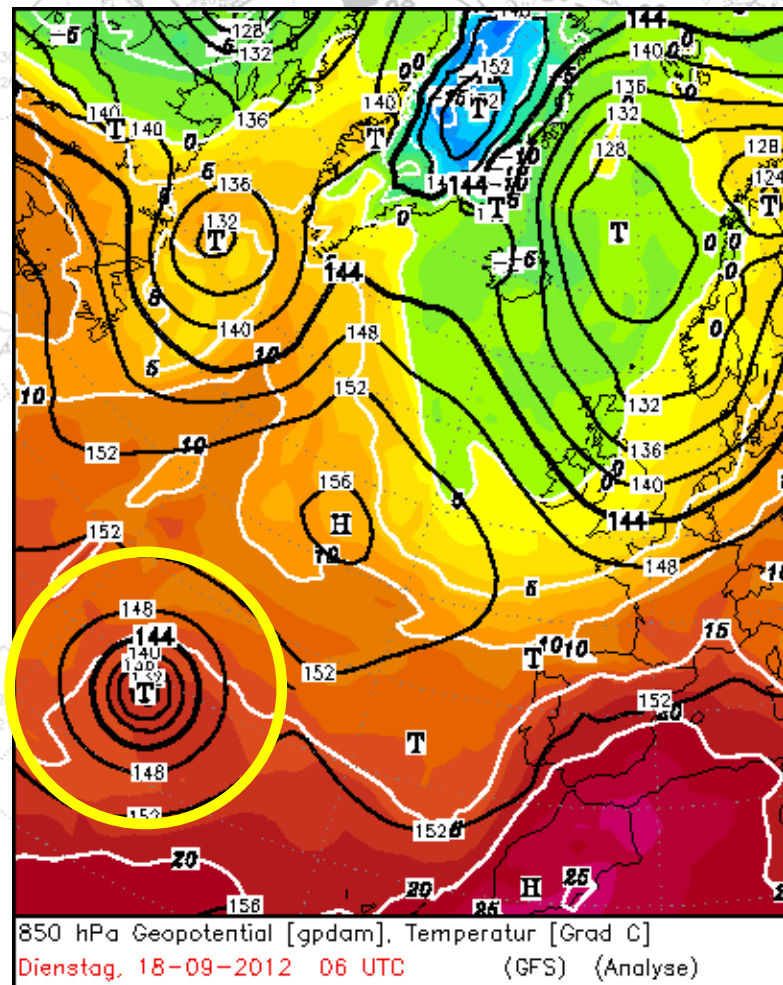
Klasszikus trópusi ciklon életciklusa

- 7. Poszt-trópusi ciklon (*post-tropical cyclone*)



Alapvető tulajdonságok

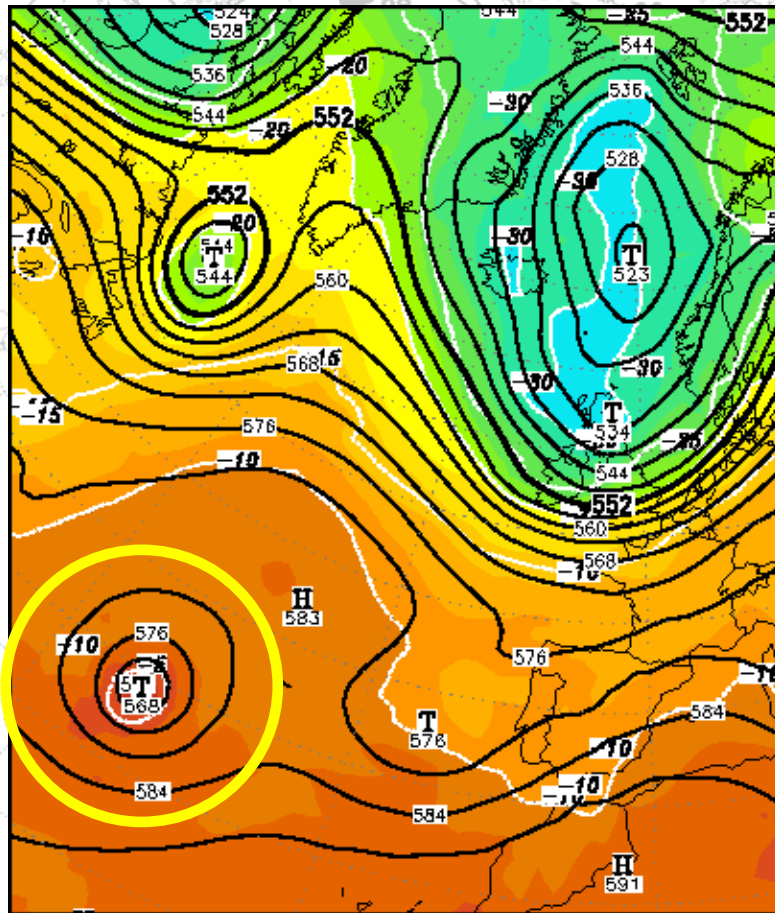
Meleg mag alacsony szinten: 850 hPa (B), 700 hPa (J), nagy geopotenciál gradiens



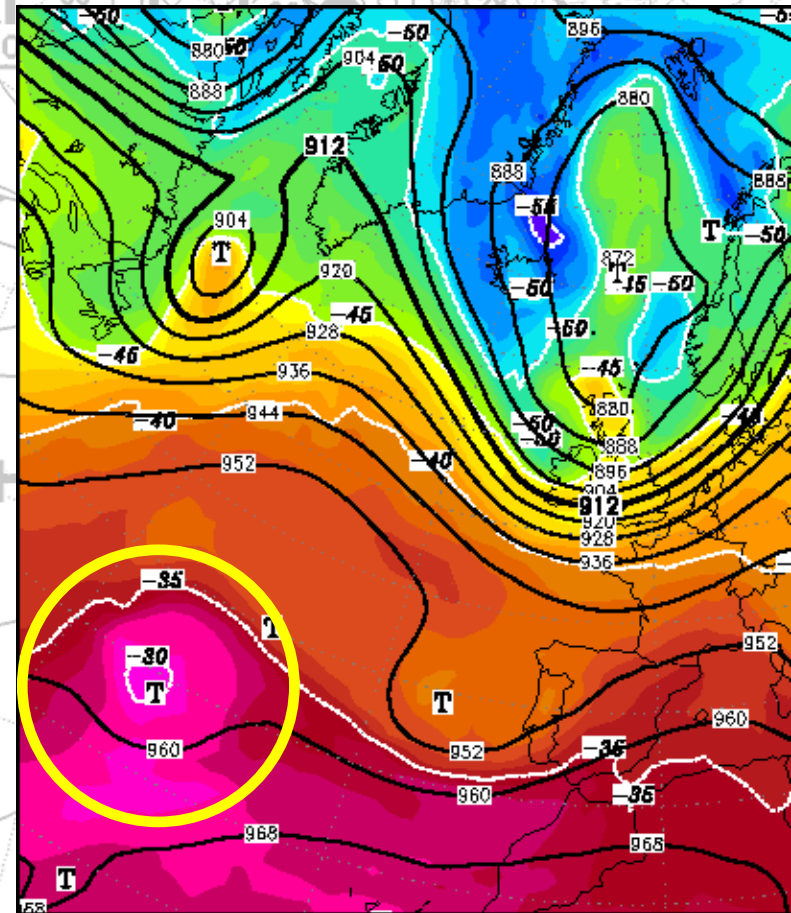
(forrás: <http://www1.wetter3.de/Archiv/>)

Alapvető tulajdonságok

Meleg mag közép- és magas szinten: 500 hPa (B), 300 hPa (J),
csekély geopotenciál gradiens (mérsékelt övi ciklonnál fordítva)



500 hPa Geopotential [gpdam], Temperatur [Grad C]
Dienstag, 18-09-2012 06 UTC (GFS) (Analyse)

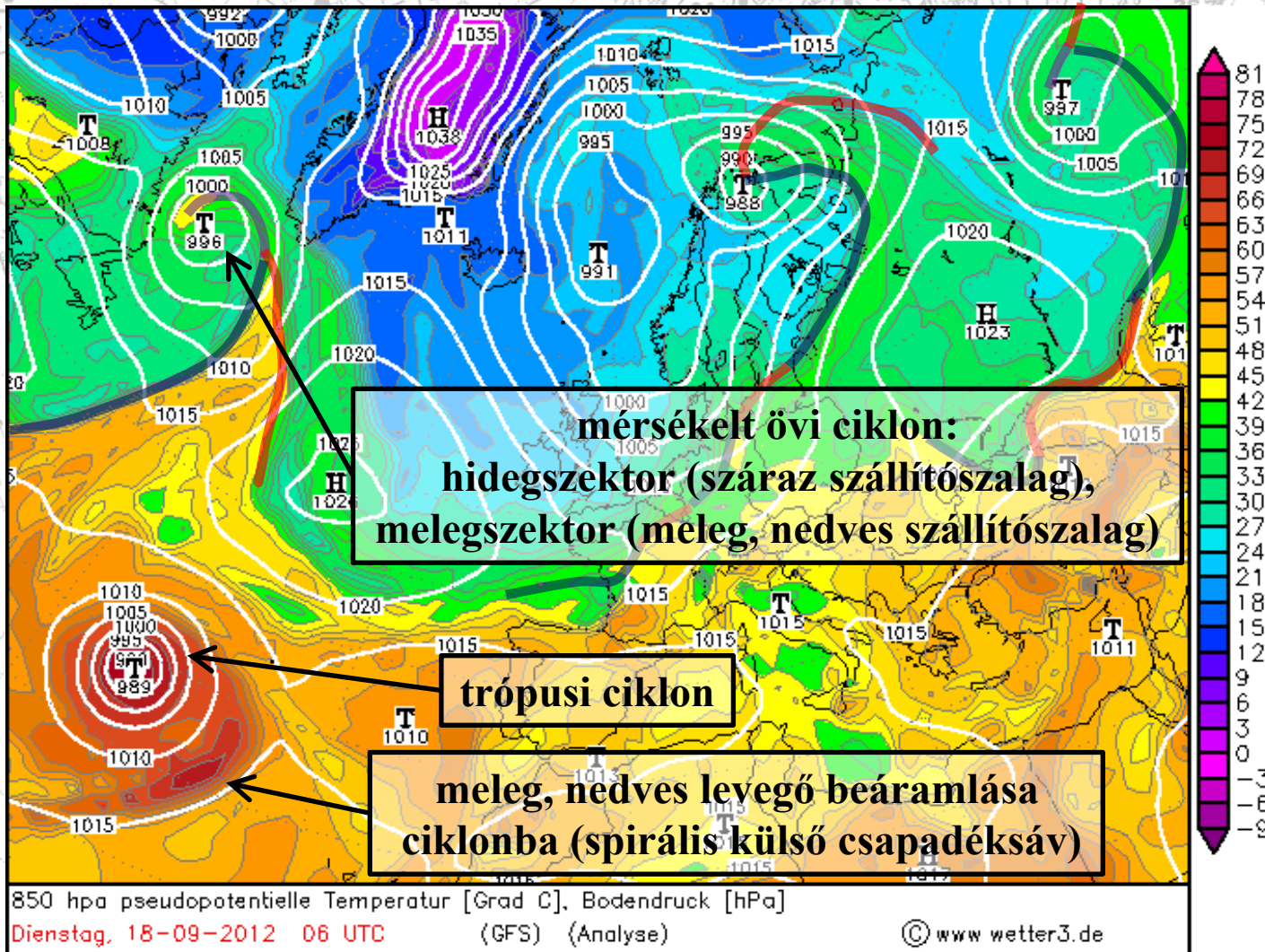


300 hPa Geopotential [gpdam], Temperatur [Grad C]
Dienstag, 18-09-2012 06 UTC (GFS) (Analyse)

(forrás: <http://www1.wetter3.de/Archiv/>)

Alapvető tulajdonságok

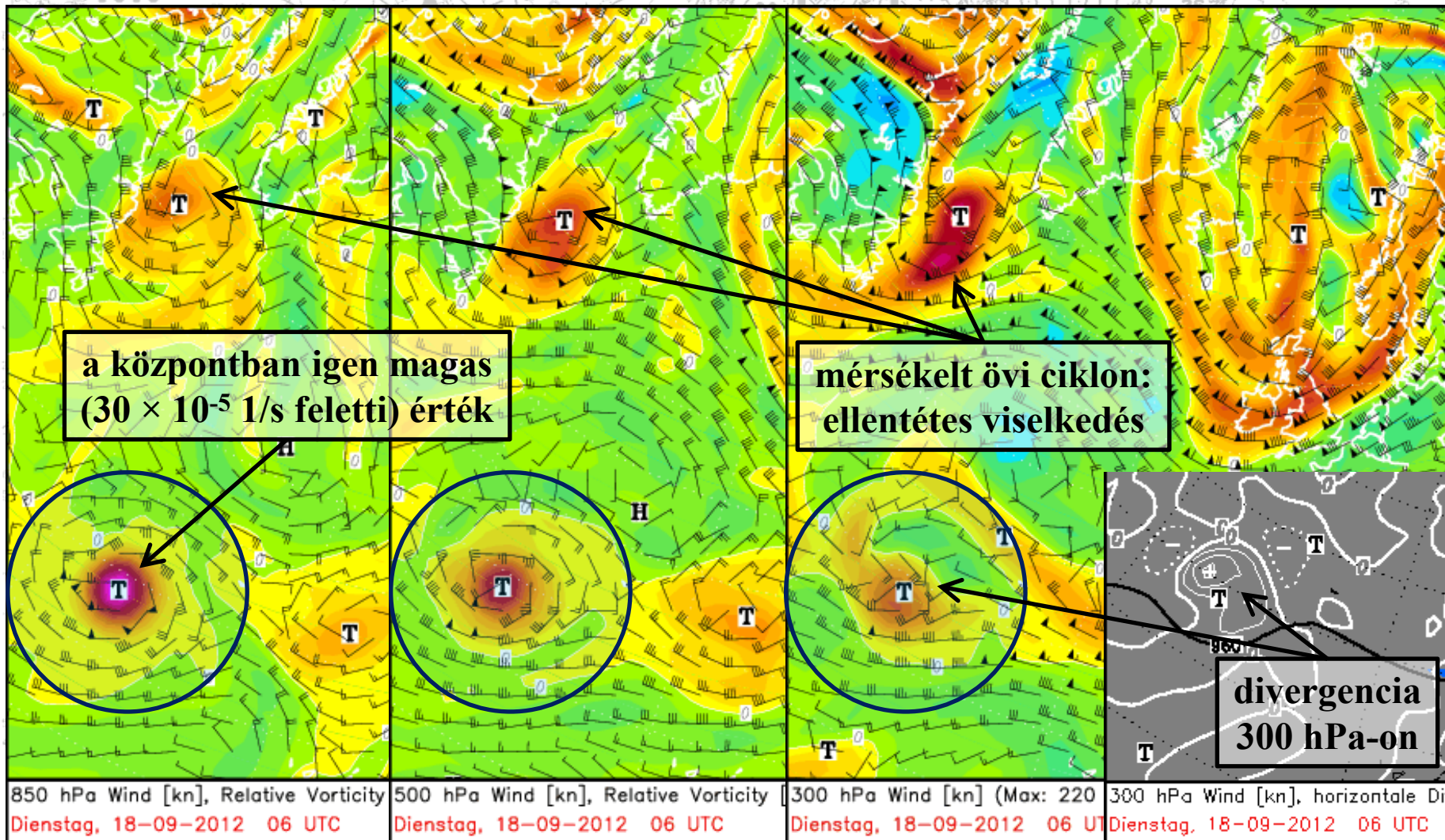
Magas $\Theta_{\text{psze},850}$ értékek: meleg, nagy nedvességtartalmú levegő



(forrás: <http://www1.wetter3.de/Archiv/>)

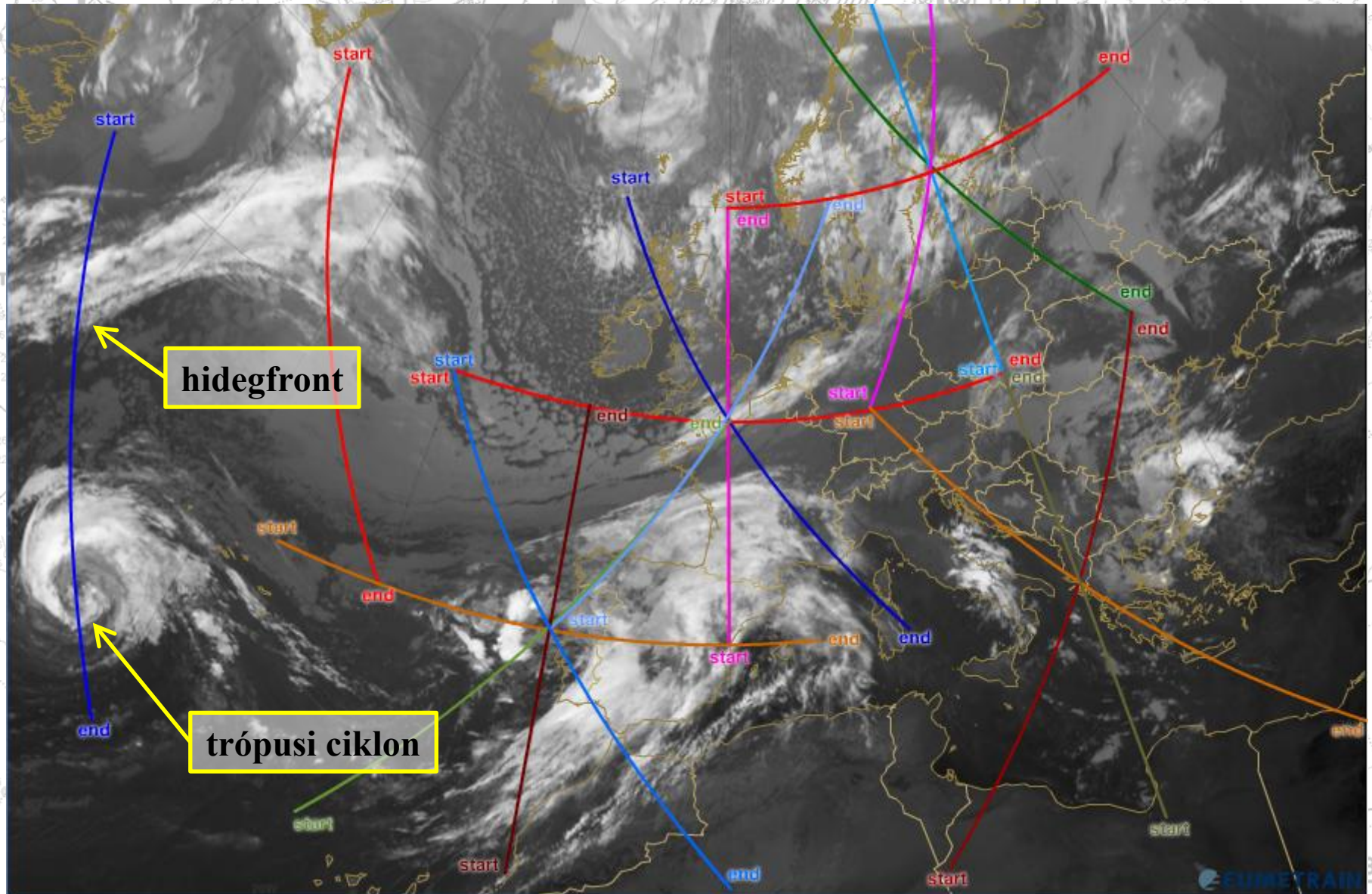
Alapvető tulajdonságok

Relatív örvényesség: alul nagy, felfelé csökken (850, 500, 300 hPa)



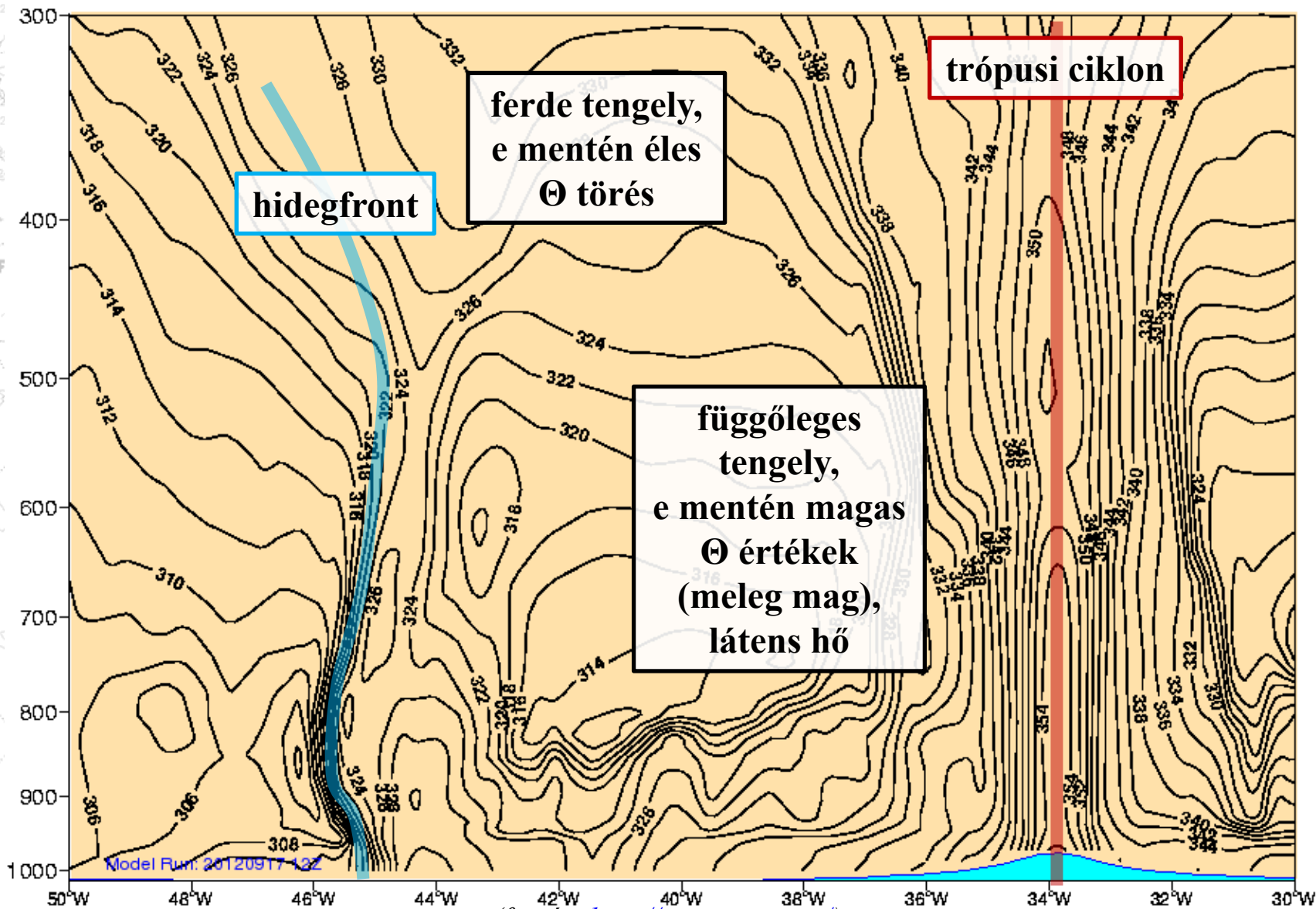
(forrás: <http://www1.wetter3.de/Archiv/>)

Vertikális metszetek



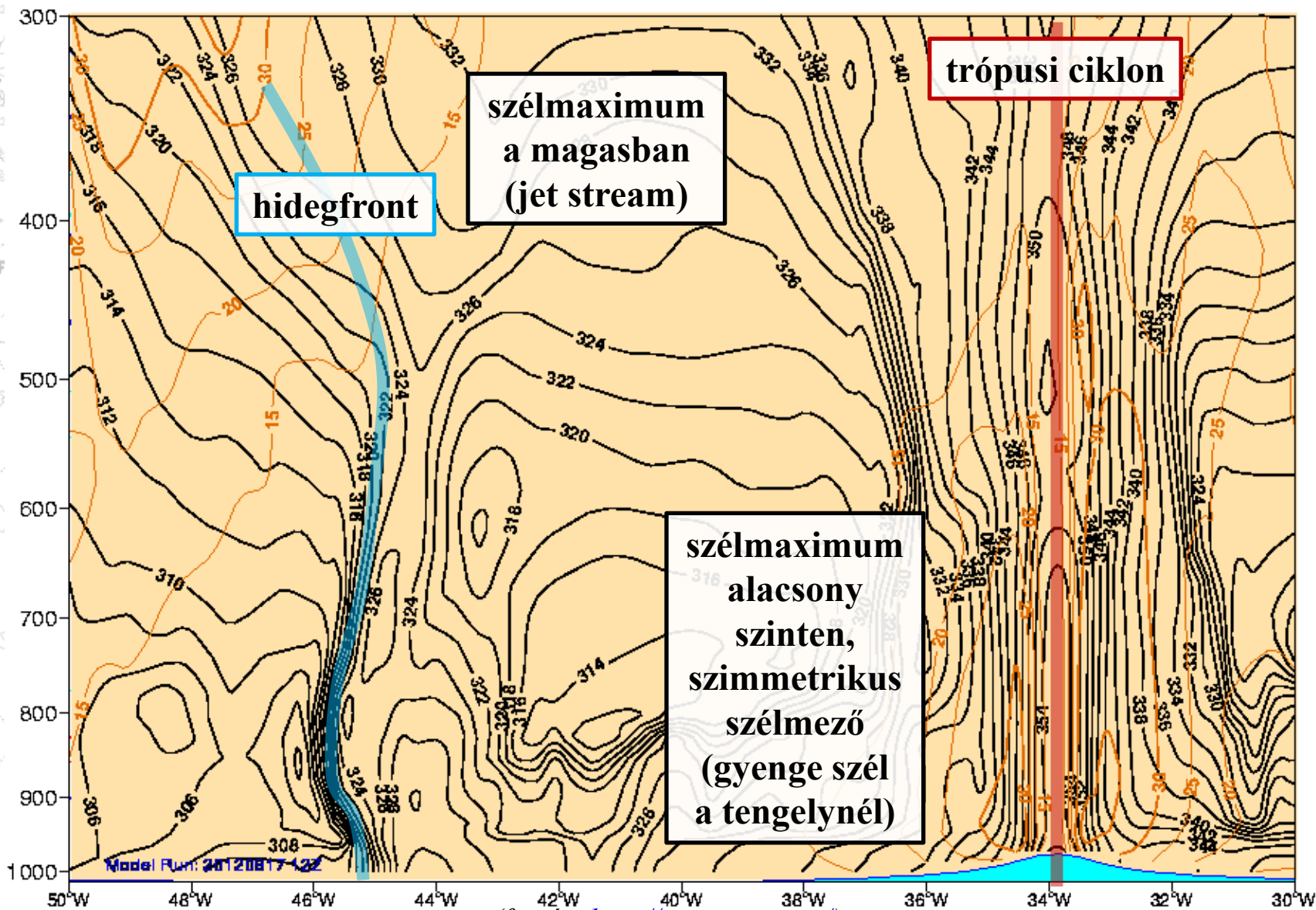
(forrás: <http://eumetrain.org/>)

Vertikális metszetek (Θ [K])

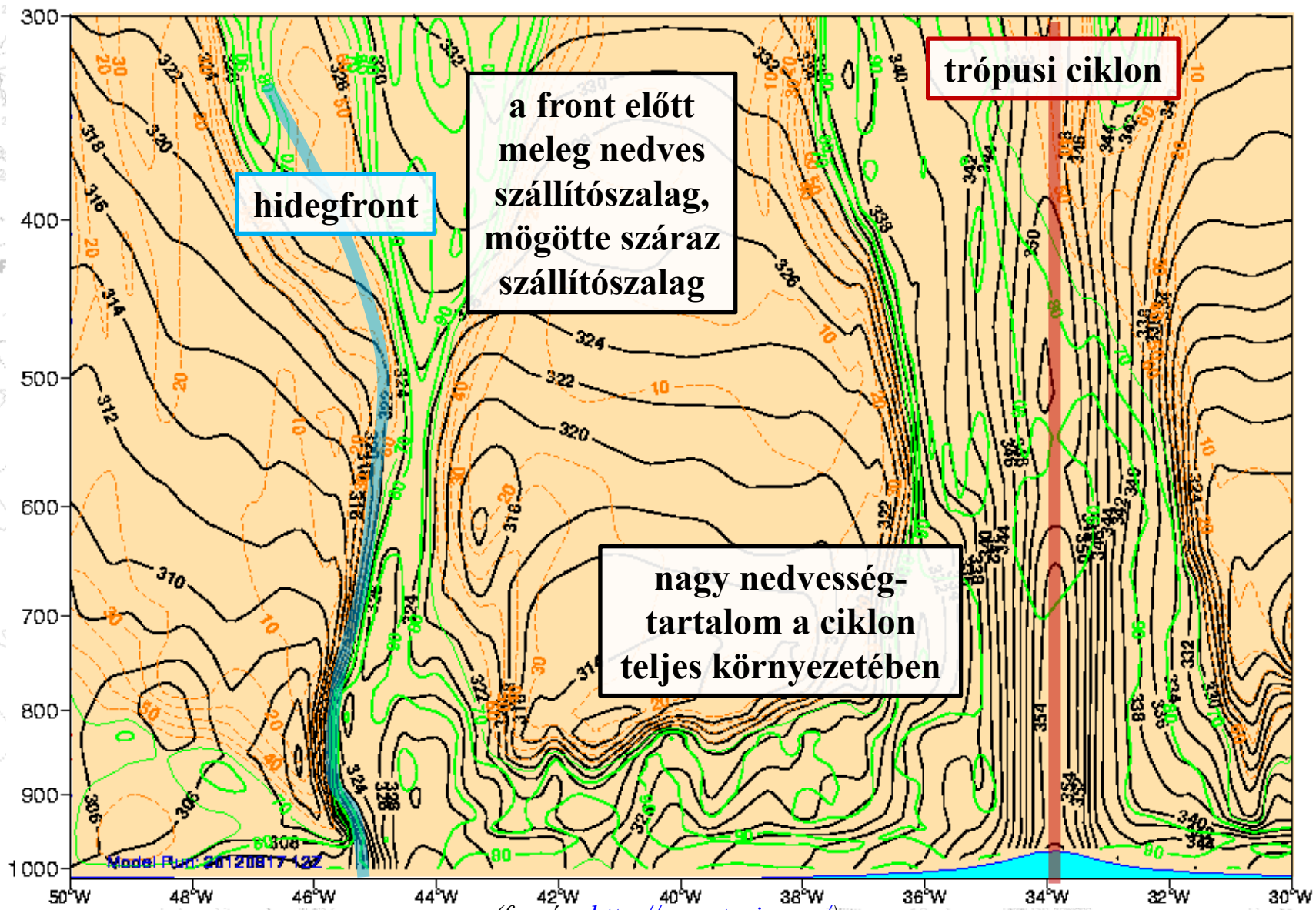


(forrás: <http://eumetrain.org/>)

Vertikális metszetek (v [m/s])



Vertikális metszetek (Rh [%])



hidegfront

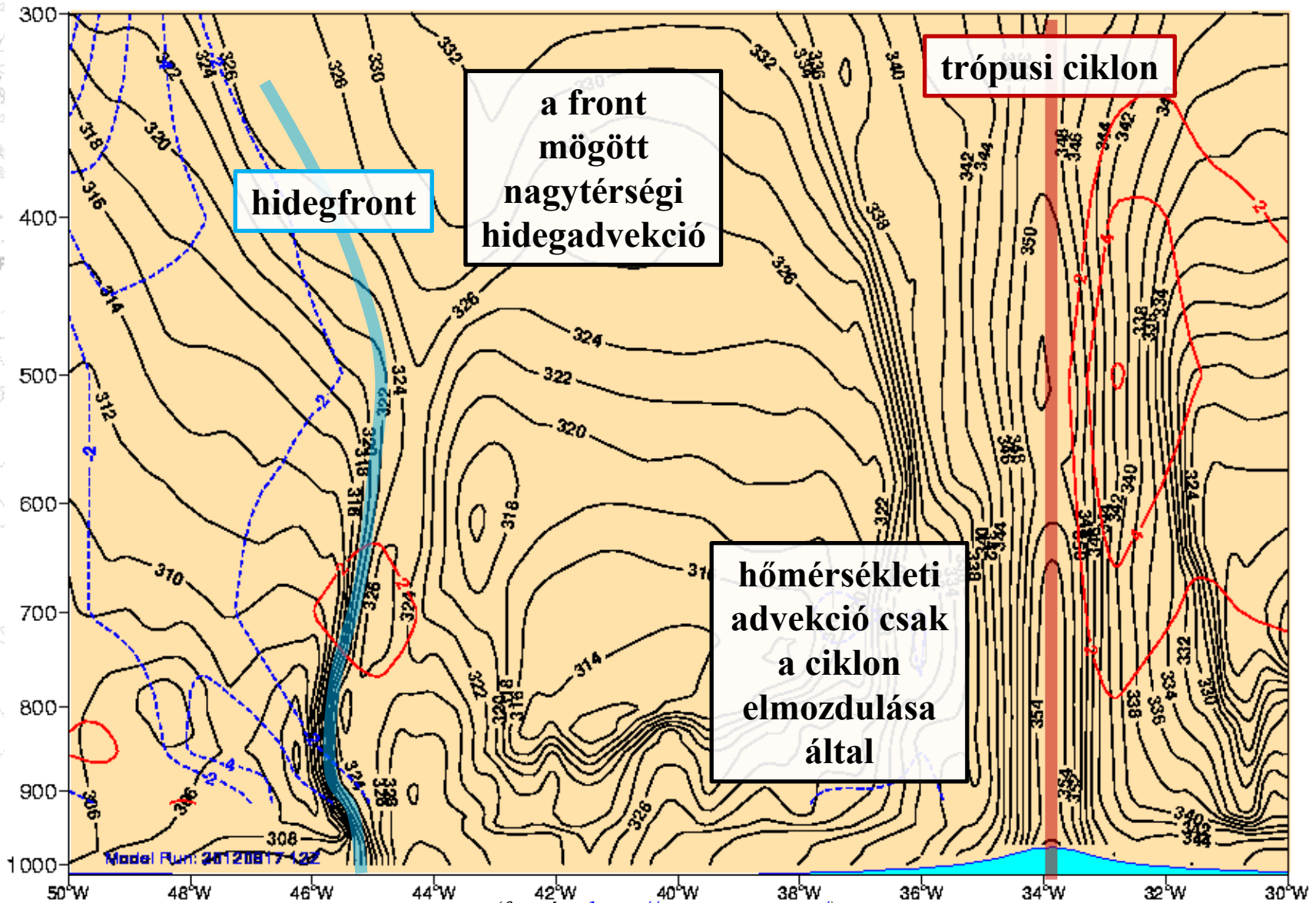
a front előtt
meleg nedves
szállítószalag,
mögötte száraz
szállítószalag

trópusi ciklon

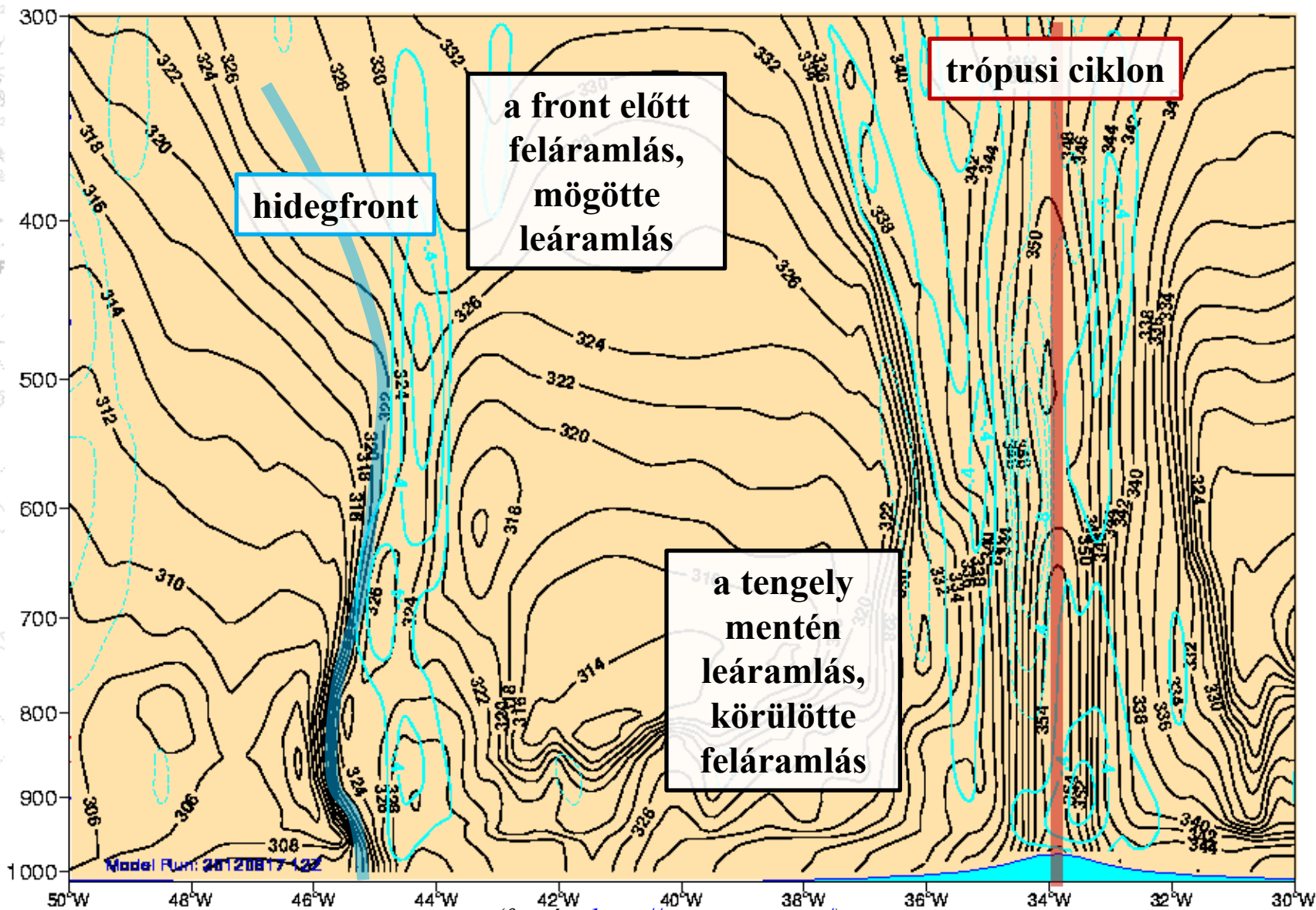
nagy nedvesség-
tartalom a ciklon
teljes környezetében

(forrás: <http://eumetrain.org/>)

Vertikális metszetek (T_{adv} [K])

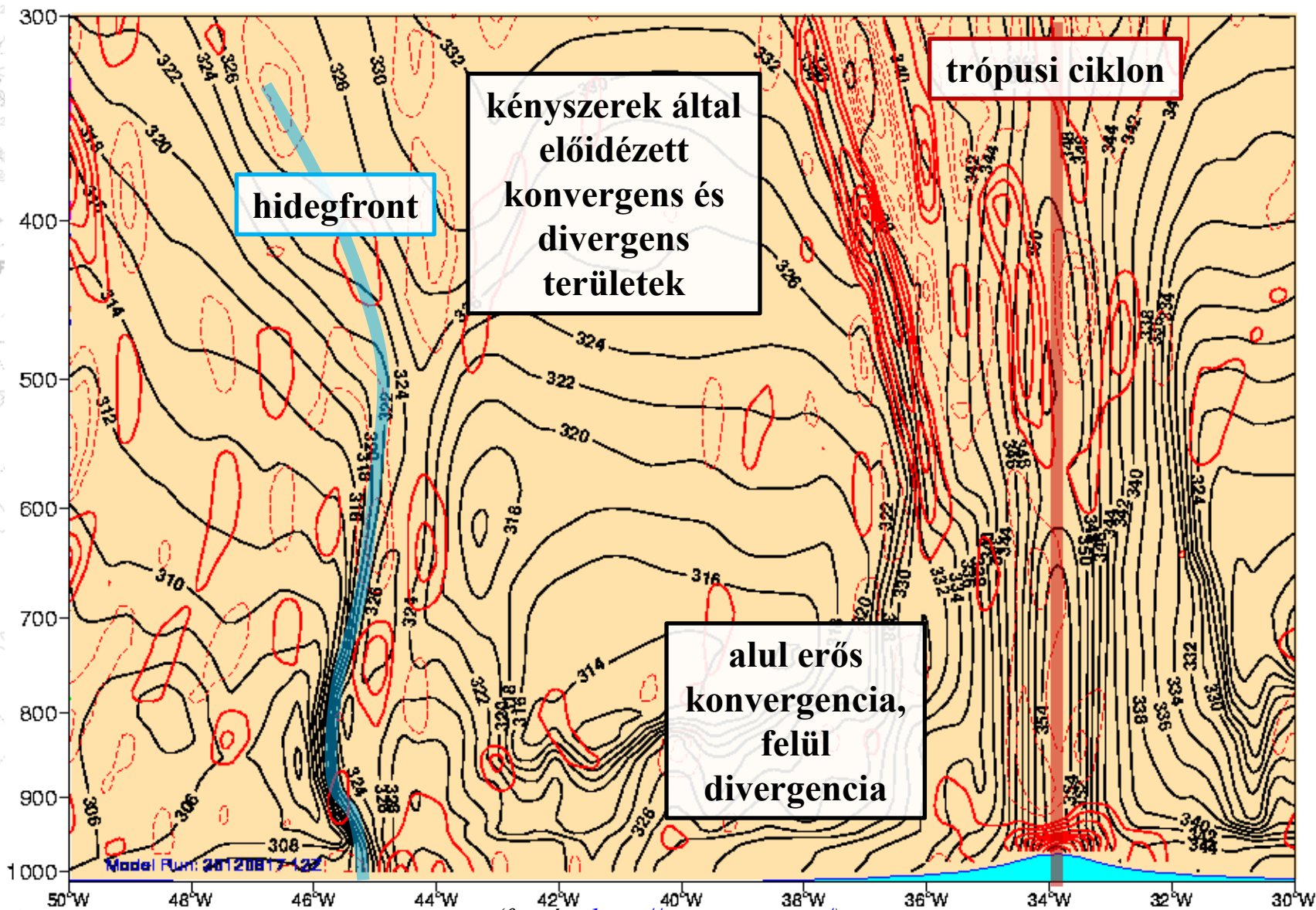


Vertikális metszetek (ω [1/s])



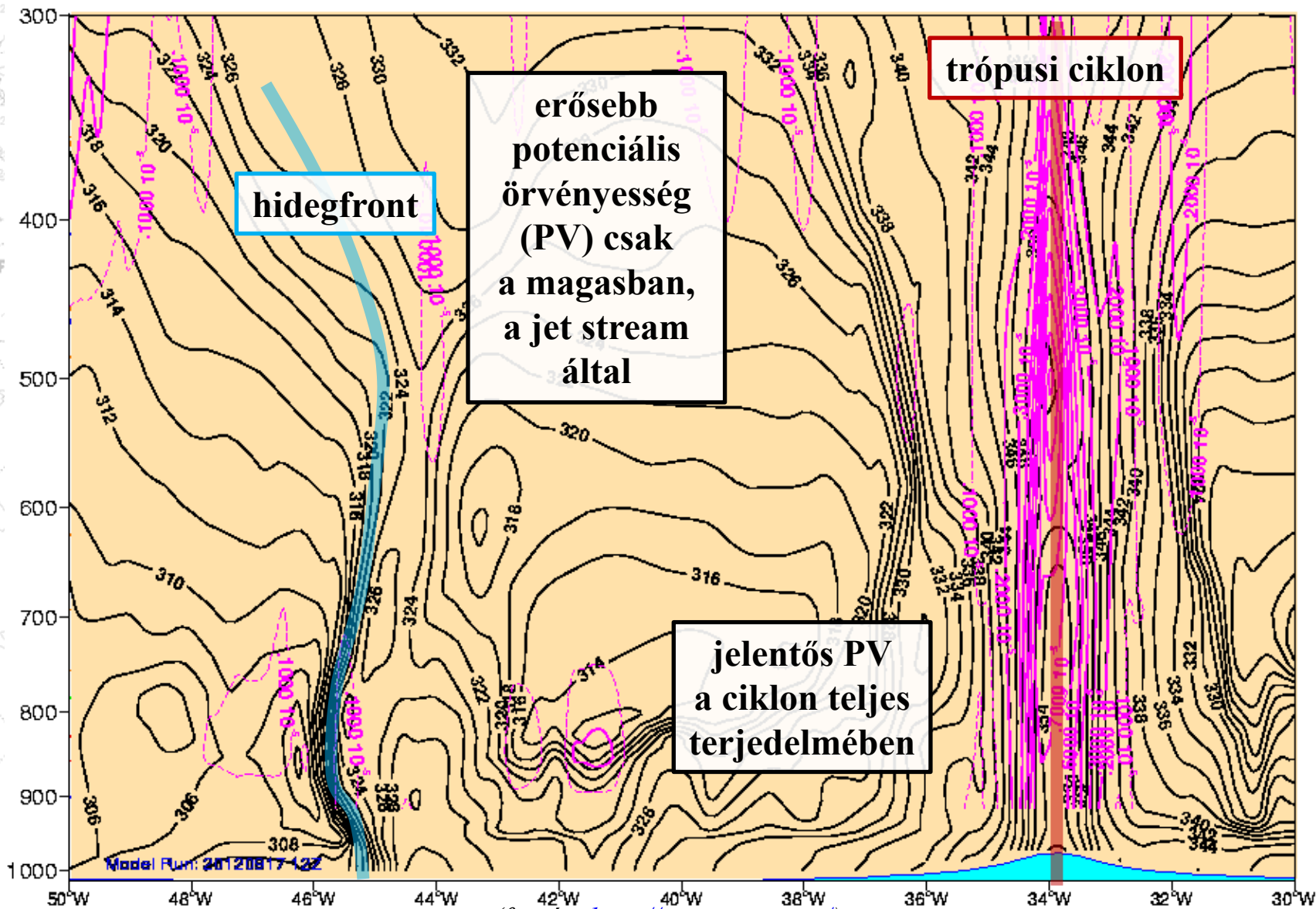
(forrás: <http://eumetrain.org/>)

Vertikális metszetek (Div [1/s])



(forrás: <http://eumetrain.org/>)

Vertikális metszetek (PV [1/s])



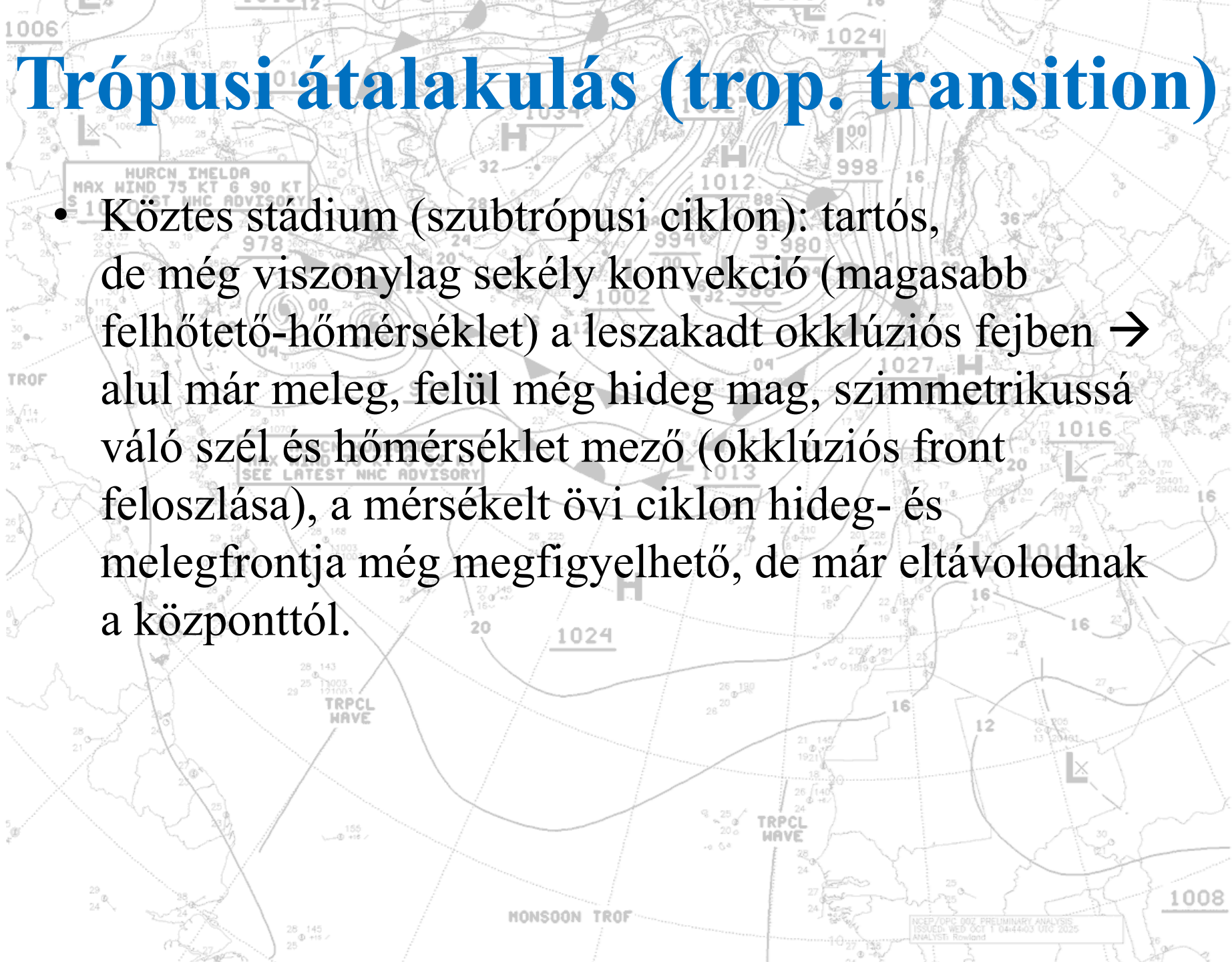
(forrás: <http://eumetrain.org/>)

Trópusi átalakulás (trop. transition)

- Kezdetben mérsékelt övi ciklon: hideg mag, frontok, frontális felhőzet, aszimmetria a hőmérsékletben és a szélmezőben, nagy területre kiterjedő nyomási gradiens.
- Átalakulás kezdete: okklúziós fej kialakulása (záródott meleg okklúzió – Shapiro-Keyser ciklonmodell), majd leszakadása a ciklon frontrendszerétől.
- A hideg mag és a viszonylag meleg tenger miatt instabilitás, emellett az örvényesség fokozatos koncentrációja a központba → konvekció.

Trópusi átalakulás (trop. transition)

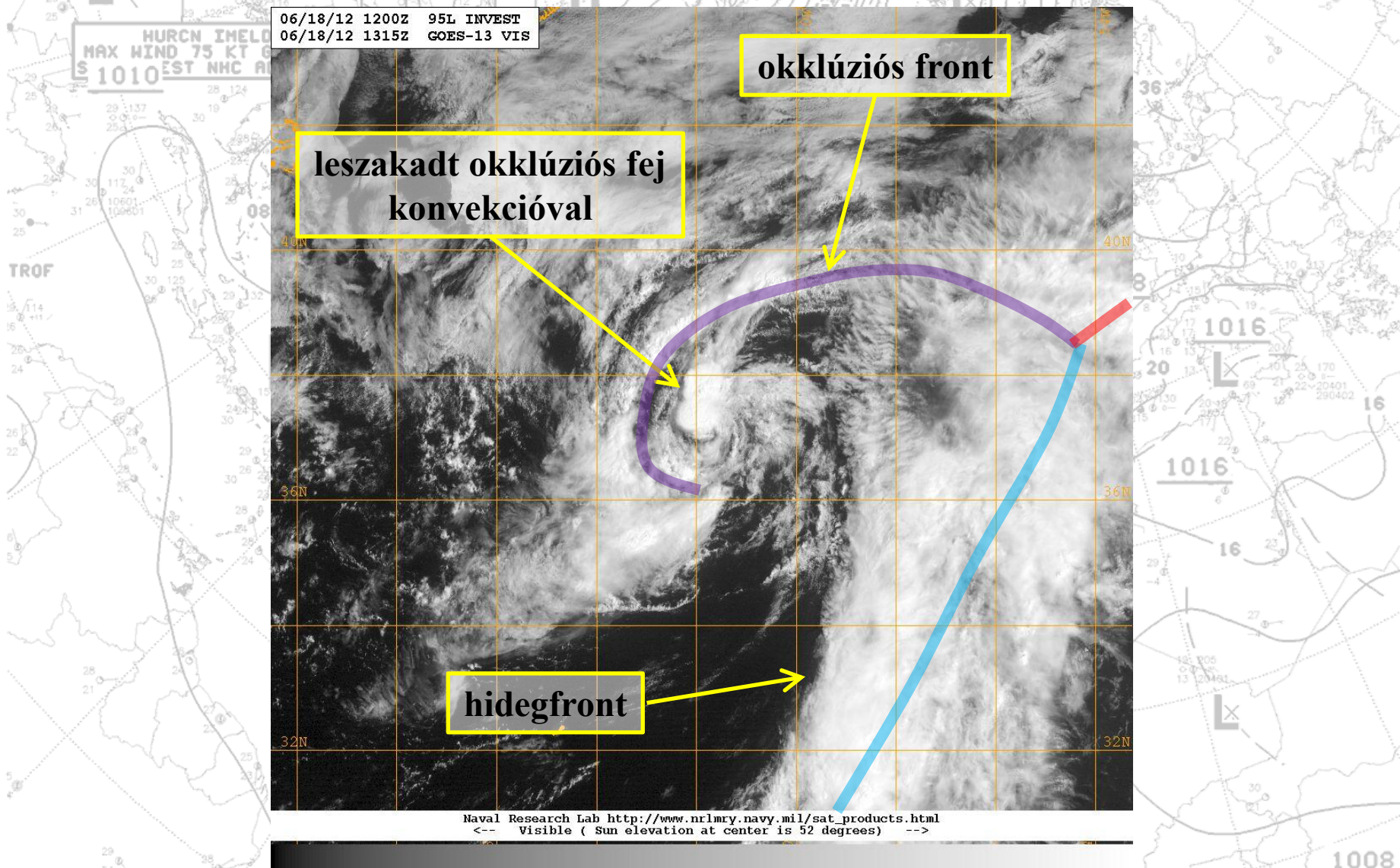
- Köztes stádium (szubtrópusi ciklon): tartós, de még viszonylag sekély konvekció (magasabb felhőtető-hőmérséklet) a leszakadt okklúziós fejben → alul már meleg, felül még hideg mag, szimmetrikussá váló szél és hőmérséklet mező (okklúziós front feloszlása), a mérsékelt övi ciklon hideg- és melegfrontja még megfigyelhető, de már eltávolodnak a központtól.



Trópusi átalakulás (trop. transition)

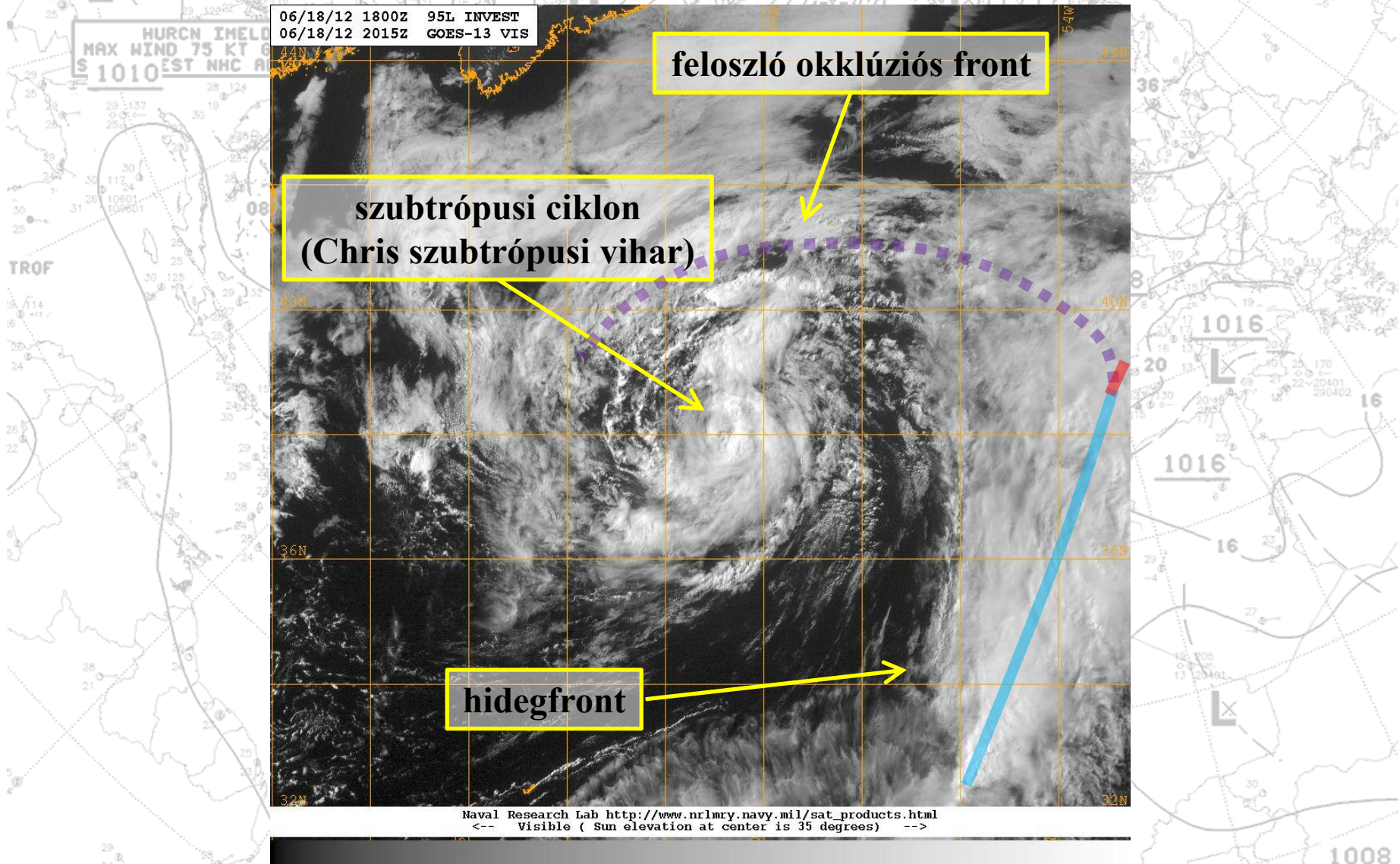
- Átalakulás vége (trópusi ciklon): a frontok teljesen feloszlanak (vagy jelentősen eltávolodnak a ciklontól), mélyebb konvekció → meleg mag a teljes vertikális tartományban, magassági anticiklon (vagy legalább divergens áramlási mező) kialakulása a ciklon felett, a szélmező „összeszűkül” (az erősebb szél a mérsékelt övi ciklonnal ellentétben közvetlenül a központ közelébe koncentrálódik).
- Erős relatív örvényességi maximum a centrumban, a felszabaduló látens hő tartja fenn a ciklont (a meleg mag – kisebb ΔT a tenger és a légkör között – miatt a CAPE csökken).

Trópusi átalakulás (trop. transition)



(forrás: <https://www.nrlmry.navy.mil/TC.html>)

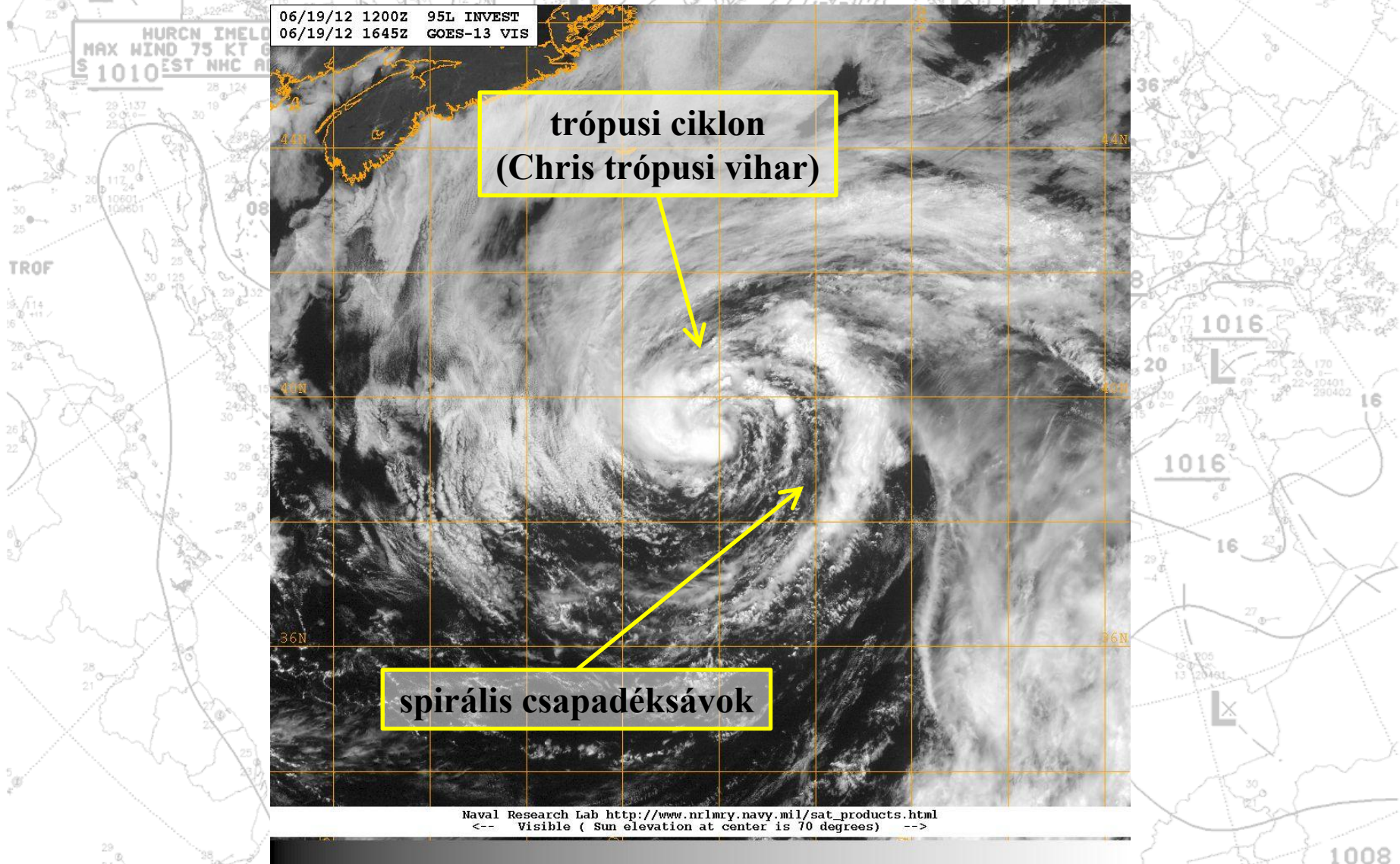
Trópusi átalakulás (trop. transition)



(forrás: <https://www.nrlmry.navy.mil/TC.html>)

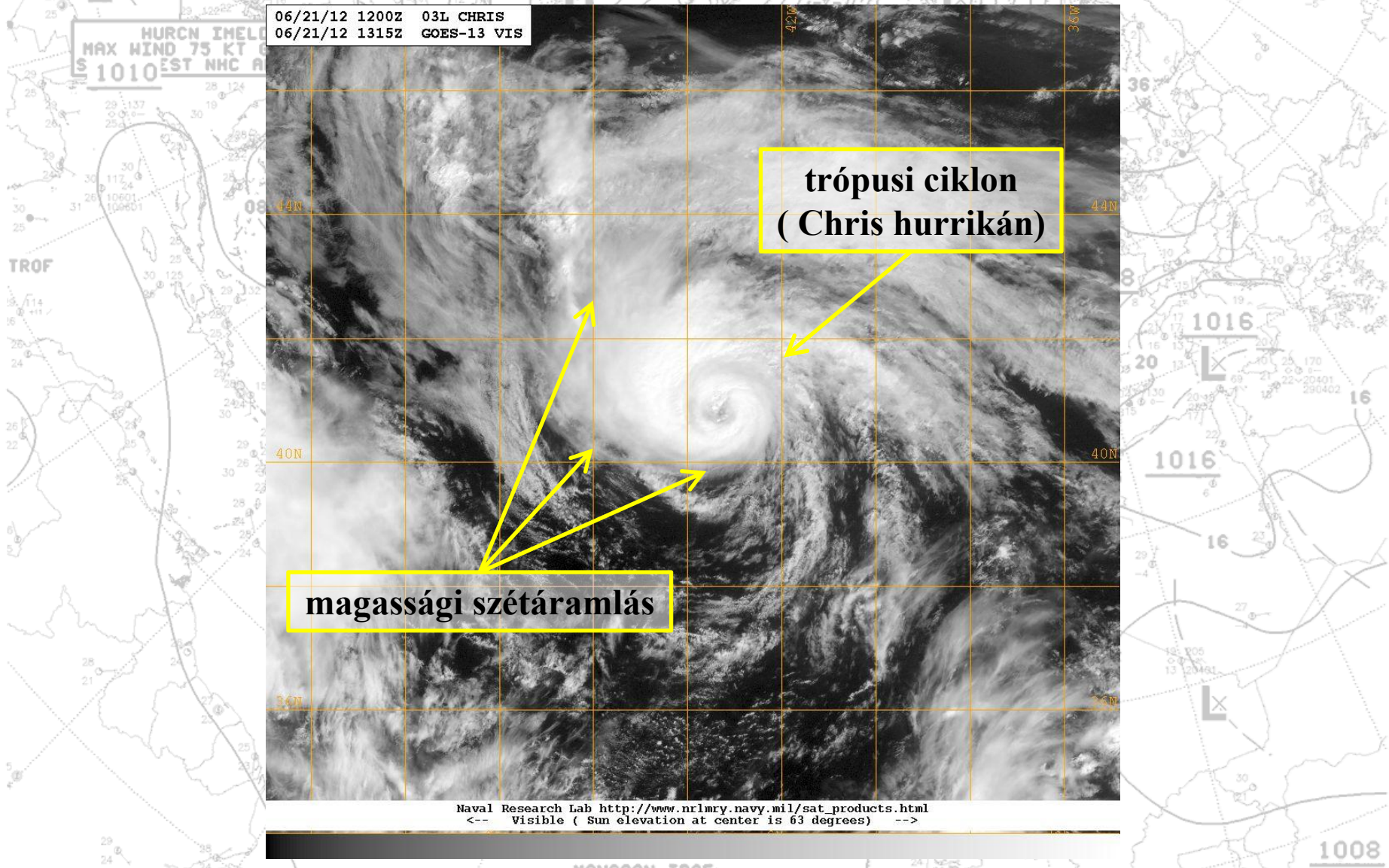
NCMP/OPC 00Z PRELIMINARY ANALYSIS
133000Z WED OCT 1 04:4403 UTC 2025
ANALYST Rowland

Trópusi átalakulás (trop. transition)



(forrás: <https://www.nrlmry.navy.mil/TC.html>)

Trópusi átalakulás (trop. transition)

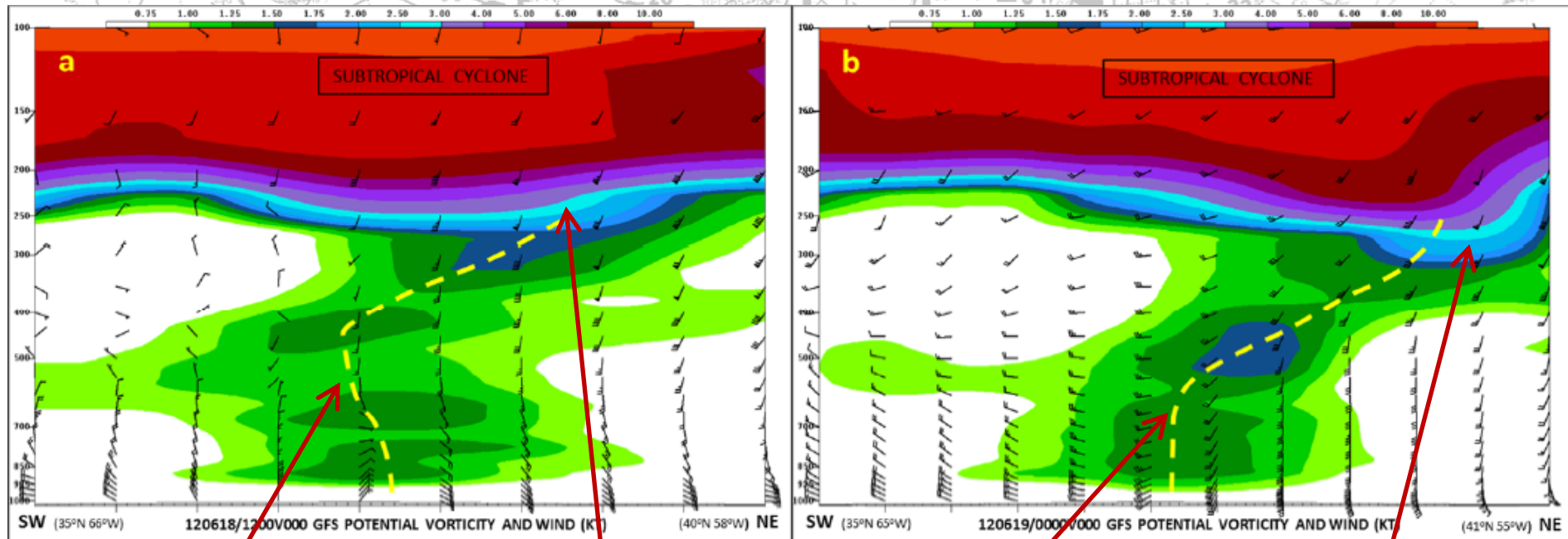


Naval Research Lab http://www.nrlmry.navy.mil/sat_products.html
<-- Visible (Sun elevation at center is 63 degrees) -->

(forrás: <https://www.nrlmry.navy.mil/TC.html>)

Trópusi átalakulás (trop. transition)

- Az előző példa PV-metszeteken (szubtrópusi állapot):



ferde ciklontengely

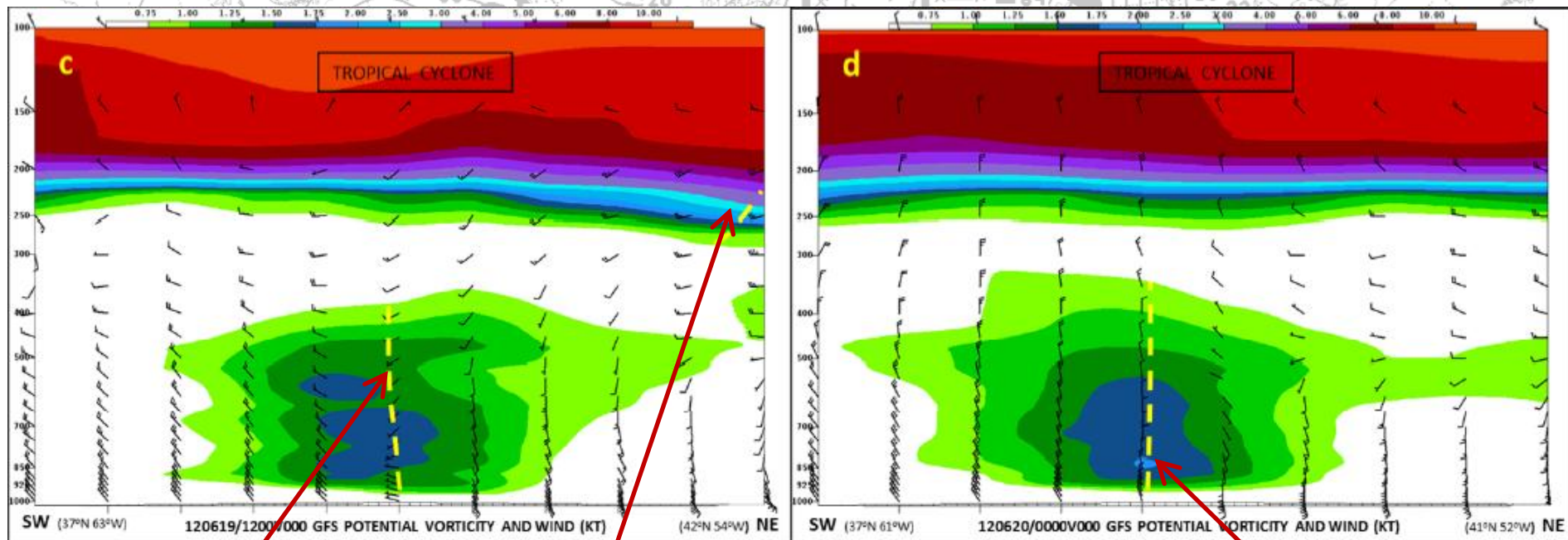
magassági
PV-anomália

ferde ciklontengely

eltávolodó
magassági
PV-anomália

Trópusi átalakulás (trop. transition)

- Az előző példa PV-metszeteken (trópusi állapot):

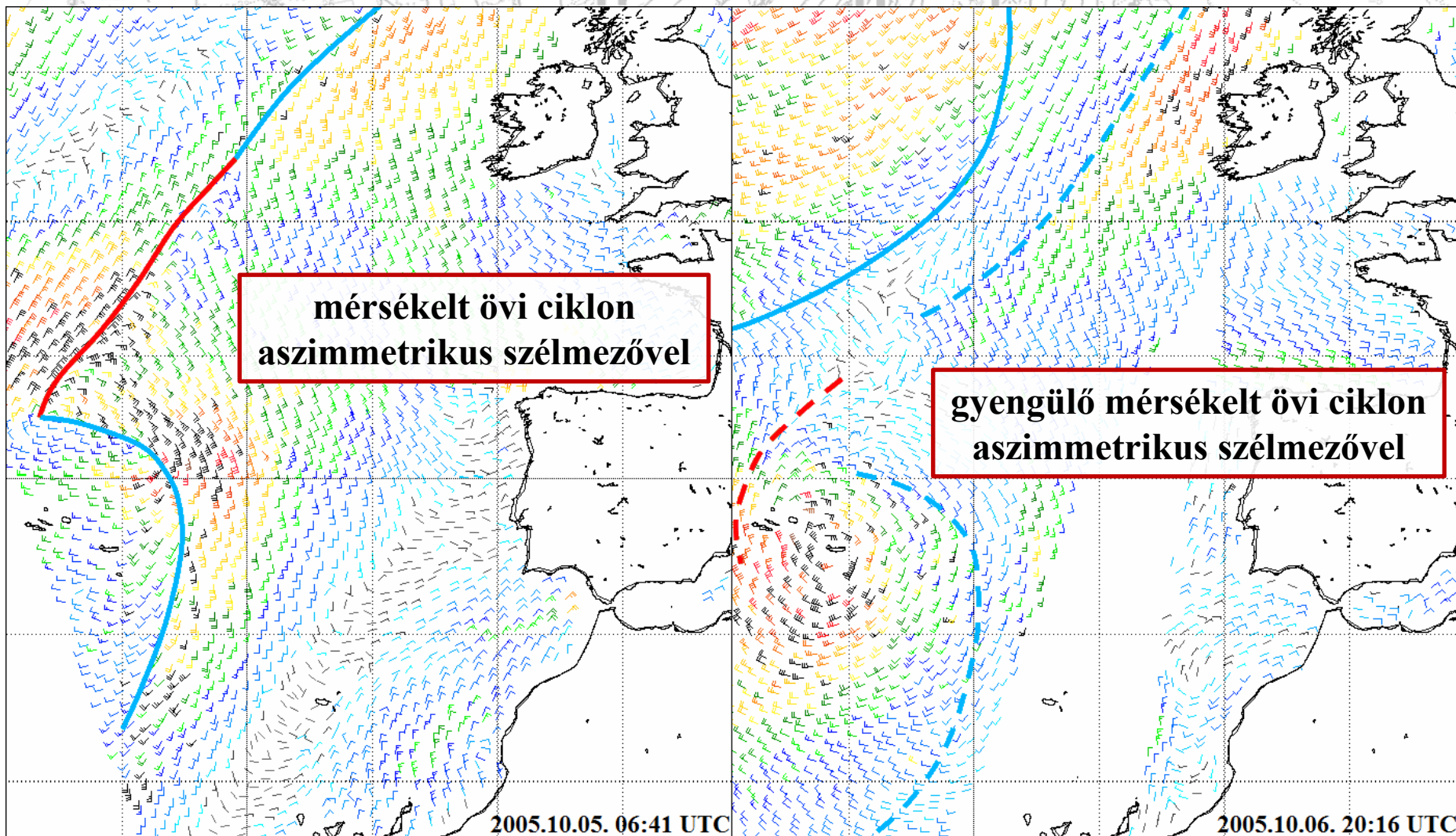


egyenes ciklontengely,
erősödő alacsonyszintű
PV-anomália

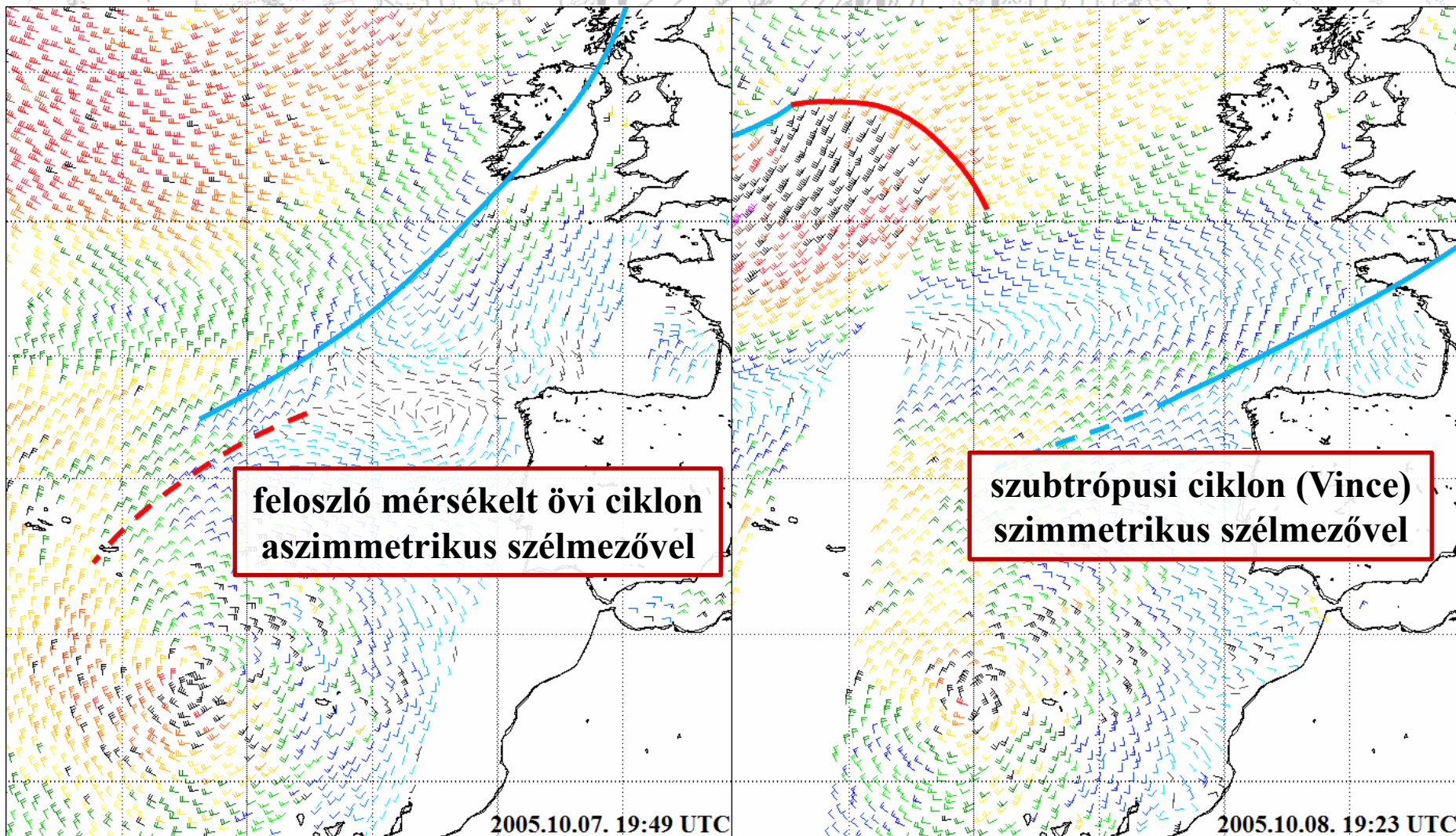
leszakadt
magassági
PV-anomália

egyenes ciklontengely,
szimmetrikus szélmező,
alacsonyszintű
PV-maximum

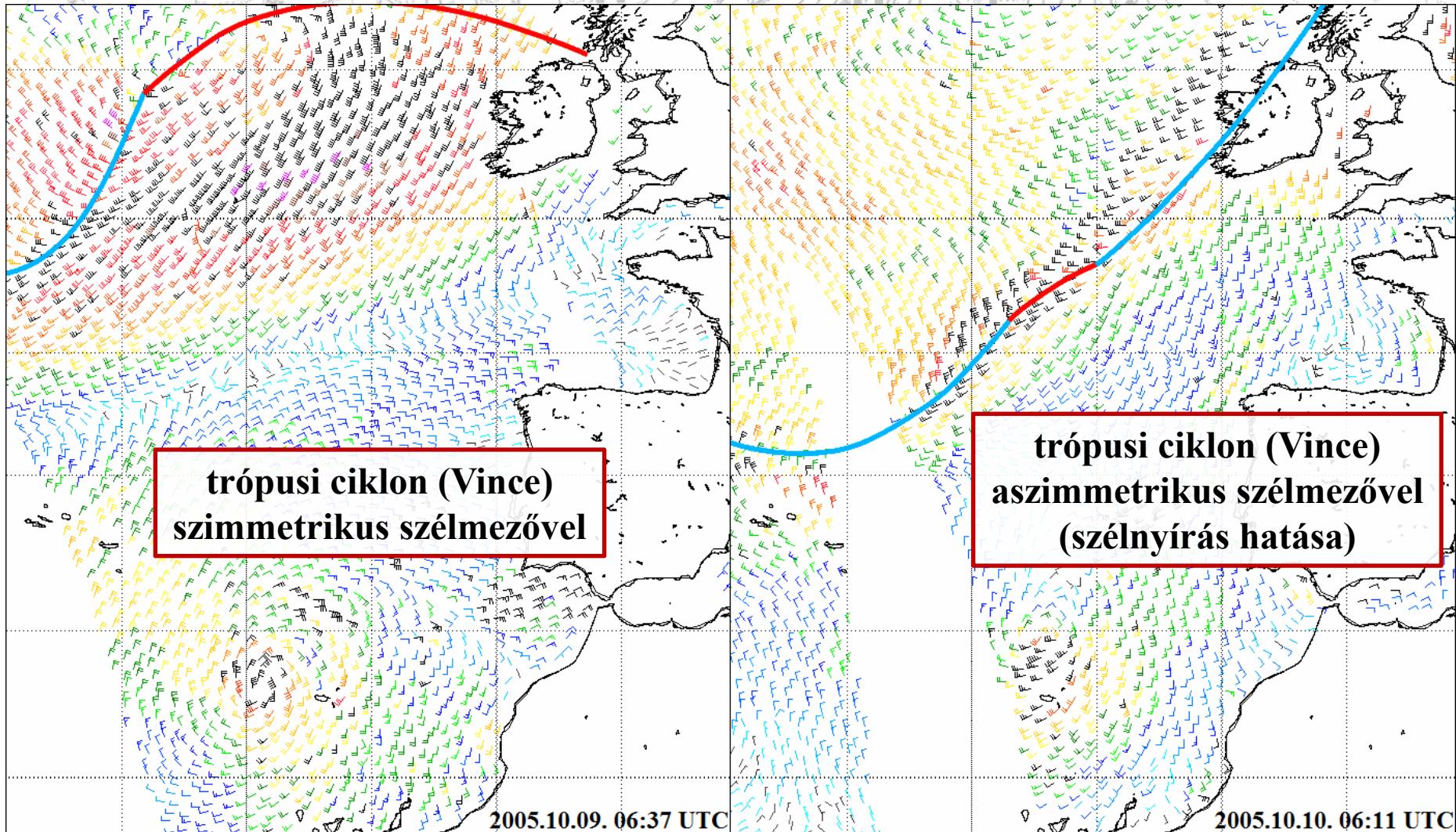
Trópusi átalakulás (trop. transition)



Trópusi átalakulás (trop. transition)



Trópusi átalakulás (trop. transition)





A trópusi ciklonok megfigyelésére szolgáló eszközök

Mérési módszerek

- Szárazföldi mérések: közvetlen, részletes és gyakori adatok, de csak a partok mentén/szigeteken.
- Hajók: a nagy hullámmás miatt veszélyes, minél közelebbi mérés, annál pontatlanabb.
- Bóják: kevés van belőlük (rögzítettek csak a partok közelében), nagy hullámmásban pontatlanok.
- Repülőgépek: ritka, de részletgazdag mérések közvetlenül a ciklon magjában és körülötte, egyes repülőkkel radarmérés is.
- Műholdak: manapság már több frekvencia, a ciklonok karakterisztikája jól követhető ezek által, erősség becslésre is alkalmas (Dvorak-módszer).

Repülőgépes mérések

- **Előnyök:**

- Közvetlen adatok a ciklon nagy területéről
- Pontos szélesebség mérések/beclsések
- Pontos légnyomás- és hőmérséklet adatok
- Csapadékintenzitás-mérések
- Gyors mérés, könnyen ismételhető
- Gyors adattovábbítás
- Biztonságos
- Korábban csak a szárazföldtől (Amerikától) nem túl messze lévő ciklonok vizsgálata, manapság viszont drónos mérésekkel – NASA Global Hawk – már távolabbiak is

Repülőgépes mérések

- Hátrányok:

- Korlátozott repülésszám (néhány órás szünetek a mérésekben, ha csak nincs több repülő)
- Költséges



Lockheed WC-130J



- Hossz: 29,79 m, szárnyfesztávolság: 40,41 m, magasság: 11,84 m, maximális felszállási súly: 70310 kg
 - Repülőgépmotor: 4 × Rolls-Royce AE2100D3 turbópropeller, egyenként kb. 3500 kW teljesítmény
 - Propellerek: 6 pengéjű Dowty R391 propeller, motoronként egy
- (forrás: http://en.wikipedia.org/wiki/Lockheed_WC-130)

Lockheed WC-130J



- Személyzet: 5-6 fő (pilóta, másodpilóta, navigátor, repülőmérnök, meteorológus tiszt, ejtőszonda-operátor)
- Max. sebesség: 671 km/h (6706 m magasan), max. távolság: 2963 km (15880 kg teherrel), max. repülési magasság: 8534 m (19050 kg teherrel)
- Használat: US Air Force (légierő)

(forrás: http://en.wikipedia.org/wiki/Lockheed_WC-130)

Lockheed WP-3D Orion



- Hossz: 35,60 m, szárnyfesztávolság: 30,40 m, magasság: 10,10 m, maximális felszállási súly: 63400 kg
- Repülőgépmotor: 4 × Allison T56-A-14 turbópropeller, egyenként kb. 3700 kW teljesítmény
- Propellerek: 4 pengéjű

(forrás: http://en.wikipedia.org/wiki/Lockheed_WP-3D_Orion)

Lockheed WP-3D Orion

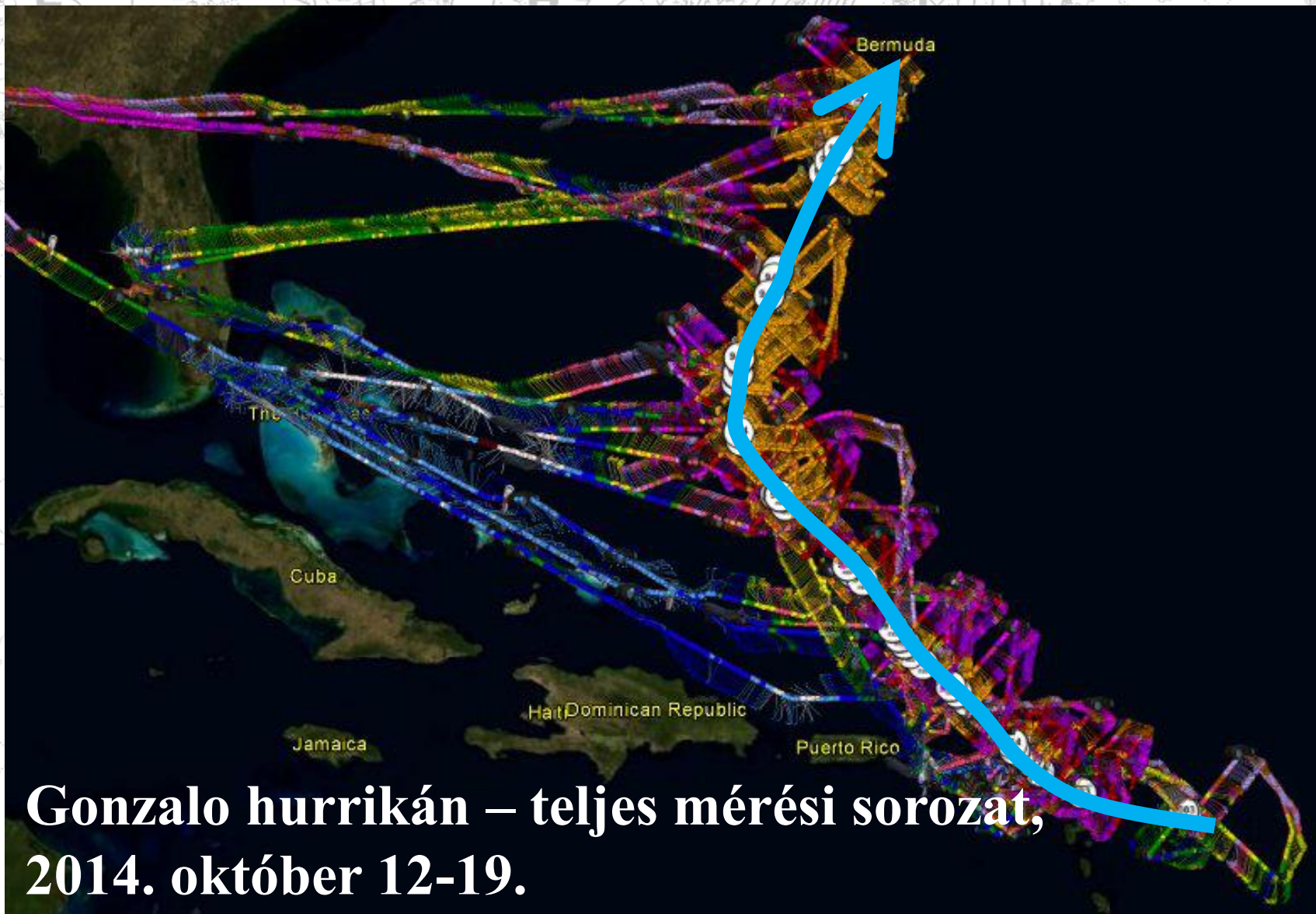


- Személyzet: 11 fő
- Max. sebesség: 745 km/h, max. távolság: 9000 km, max. repülési magasság: 8600 m, max. emelkedési sebesség: 957 m/min
- Használat: NOAA (Hurrikánközpont)

Repülőgépes mérések

- A ciklon körpontjának földrajzi koordinátái → pontos haladási irány és sebesség
- Tengersizinti légnyomás a ciklonközpontban (ejtőszondával)
- A 700, 850 vagy 925 hPa-os szint magassága
- Széladatok (repülési magasságban és talajszinten - Stepped-Frequency Microwave Radiometer (SFMR))
- Radiális sebességek a ciklon központja körül (3D Doppler radarral)
- Hőmérséklet és harmatpont a repülési magasságban
- Csapadékintenzitás (SFMR-ből)
- Tengervíz-hőmérséklet

Repülőgépes mérések



**Gonzalo hurrikán – teljes mérési sorozat,
2014. október 12-19.**

(forrás: <http://tropicalatlantic.com/recon/>)

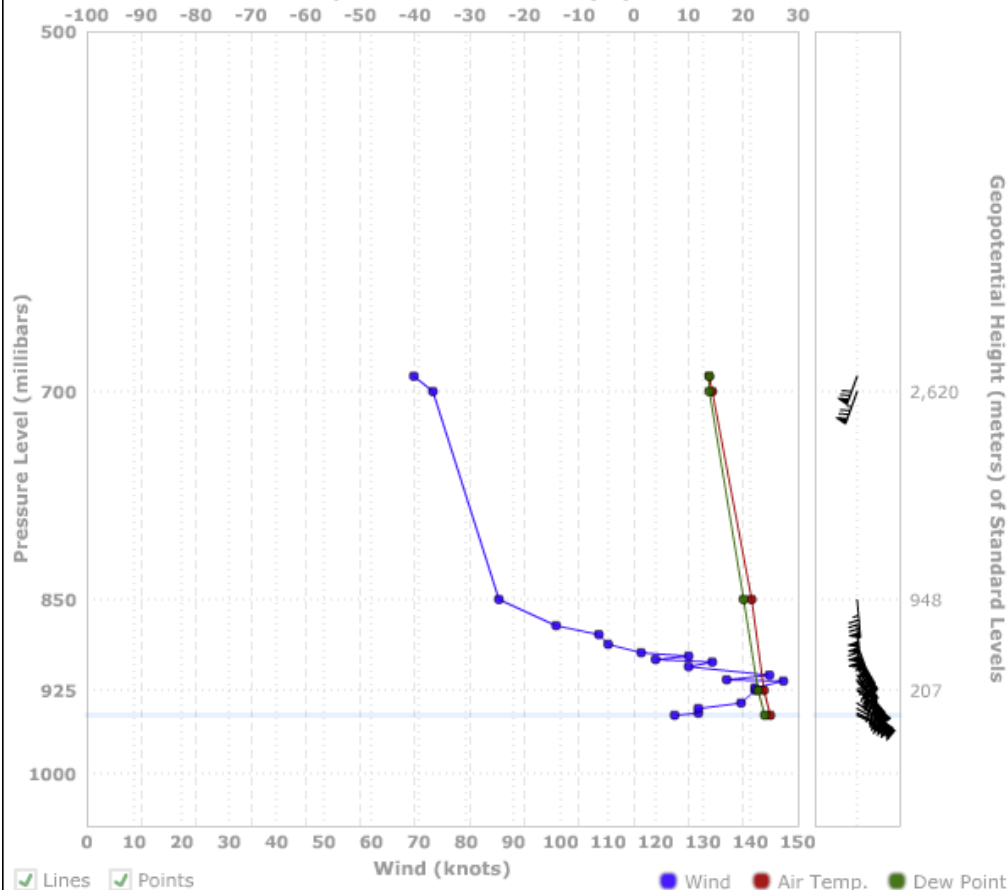
Repülőgépes mérések



(forrás: <http://tropicalatlantic.com/recon/>)

Repülőgépes mérések

Air Temperature and Dew Point (°C)



Significant Temperature And Relative Humidity Levels

Level	Air Temperature	Dew Point
947mb (Surface)	25.0°C (77.0°F)	24.0°C (75°F)
850mb	21.6°C (70.9°F)	20.1°C (68°F)
690mb	13.8°C (56.8°F)	13.8°C (57°F)

Significant Wind Levels

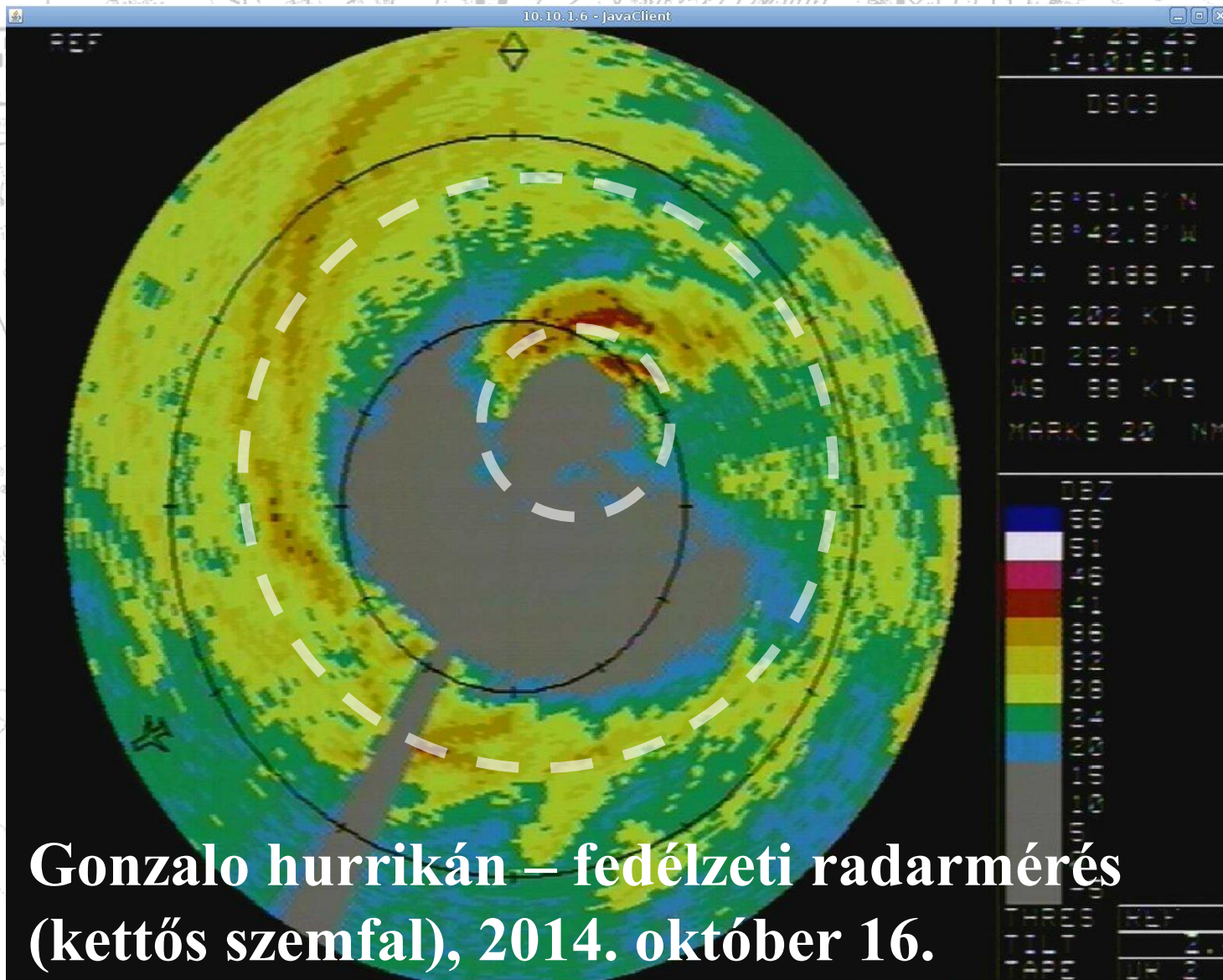
Level	Wind Direction	Wind Speed
947mb (Surface)	115° (from the ESE)	124 knots (143 mph)
945mb	115° (from the ESE)	129 knots (148 mph)
941mb	120° (from the ESE)	129 knots (148 mph)
936mb	125° (from the SE)	138 knots (159 mph)
923mb	135° (from the SE)	141 knots (162 mph)
917mb	140° (from the SE)	147 knots (169 mph)
916mb	140° (from the SE)	135 knots (155 mph)
912mb	145° (from the SE)	144 knots (166 mph)
905mb	150° (from the SSE)	127 knots (146 mph)
901mb	150° (from the SSE)	132 knots (152 mph)
899mb	145° (from the SE)	120 knots (138 mph)
896mb	150° (from the SSE)	127 knots (146 mph)
893mb	150° (from the SSE)	117 knots (135 mph)
886mb	160° (from the SSE)	110 knots (127 mph)
886mb	160° (from the SSE)	110 knots (127 mph)
878mb	175° (from the S)	108 knots (124 mph)
871mb	175° (from the S)	99 knots (114 mph)
850mb	175° (from the S)	87 knots (100 mph)
690mb	200° (from the SSW)	69 knots (79 mph)

Gonzalo hurrikán – egy
ejtőszonda adatai

2014. október 16.

(forrás: <http://tropicalatlantic.com/recon/>)

Repülőgépes mérések



**Gonzalo hurrikán – fedélzeti radarmérés
(kettős szemfal), 2014. október 16.**

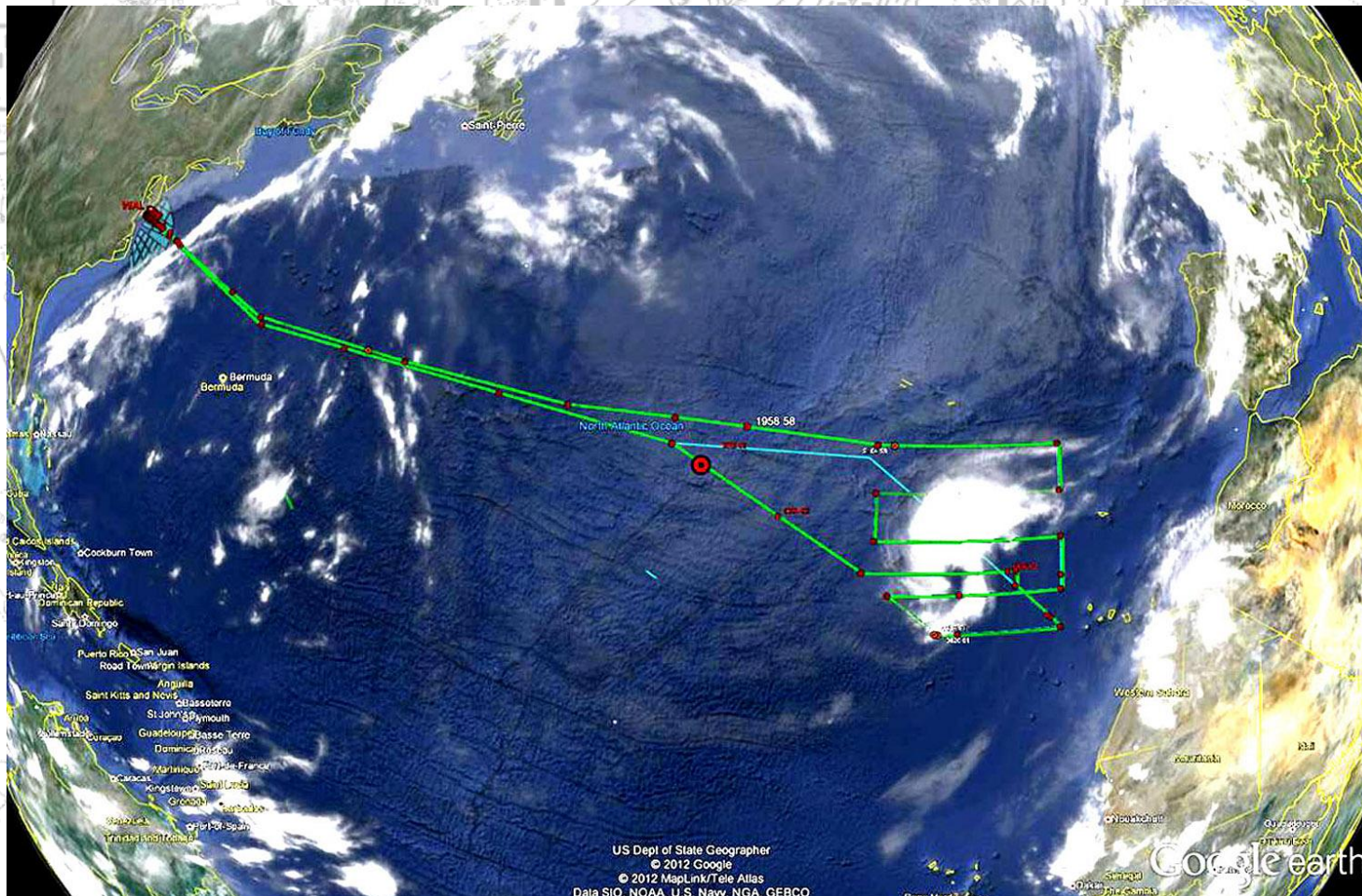
(forrás: <http://www.storm2k.org/phpbb2/viewtopic.php?p=2421449#p2421449>)

NASA Global Hawk



- Pilóta nélküli repülő
- Eredetileg harcászati célokra (felderítés) készült
- Átalakítva képes ugyanazokat a méréseket végezni, mint a pilótával rendelkező repülőgépek (műszeres becslés, ejtőszondák)

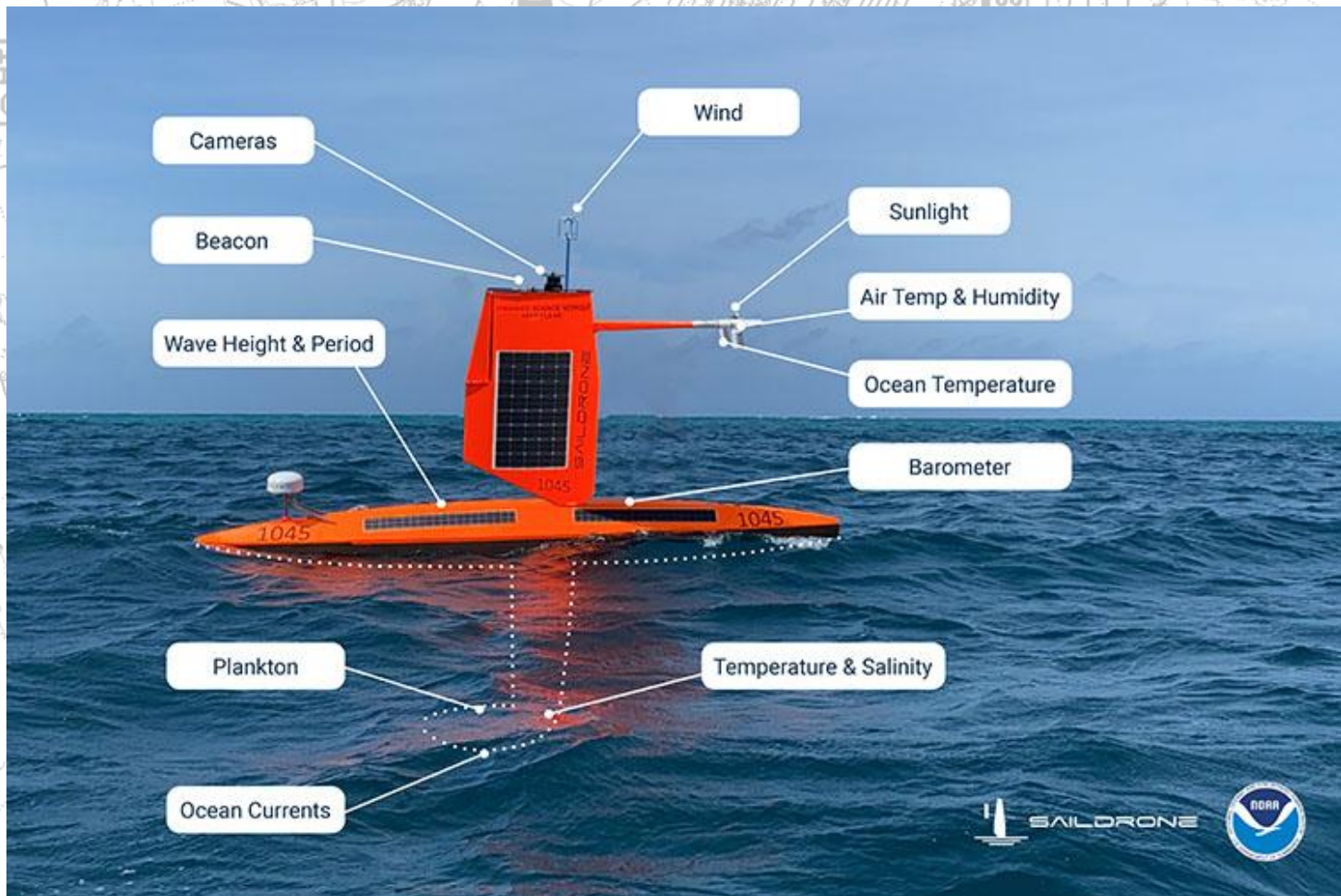
Repülőgépes mérések



Ami hagyományosan nem lehetséges, de a pilóta nélküli repülőgéppel igen: az egész Atlanti-óceánt oda-vissza átszelő repülés és több órás mérés a Nadine hurrikánban (2012).

(forrás: https://www.nasa.gov/mission_pages/hurricanes/missions/hs3/news/double-team.html)

Tengeri mérések



SailDrone: mobil „bója” a tengeren, amit a hurrikán útvonalában tudnak kihelyezni az átvonulása előtt, komplex mérőrendszer

<https://www.youtube.com/watch?v=dvNc3bvn3hc>

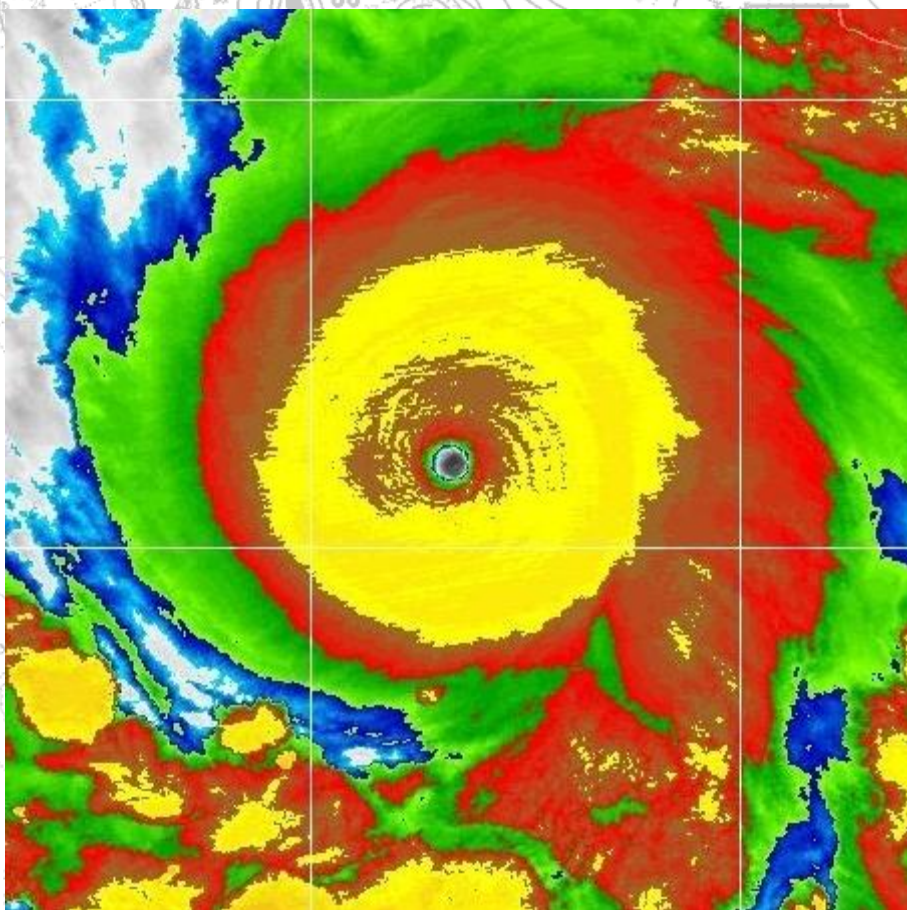
(forrás: <https://www.pmel.noaa.gov/usv-hurricane/>)

Műholdas mérések

- Hagyományos csatornák: infravörös, látható (nappal), vízgőz
- Manapság sok egyéb csatorna is: rövidhullámú, RGB, mikrohullámú, speciális (módosított, színezett) infravörös csatornák
- Utóbbi speciális esete a Dvorak-módszer, melyet a ciklonok erősségének becslésére használnak

Műholdas mérések

- Színezett infravörös csatornák → ciklon erőssége becsülhető

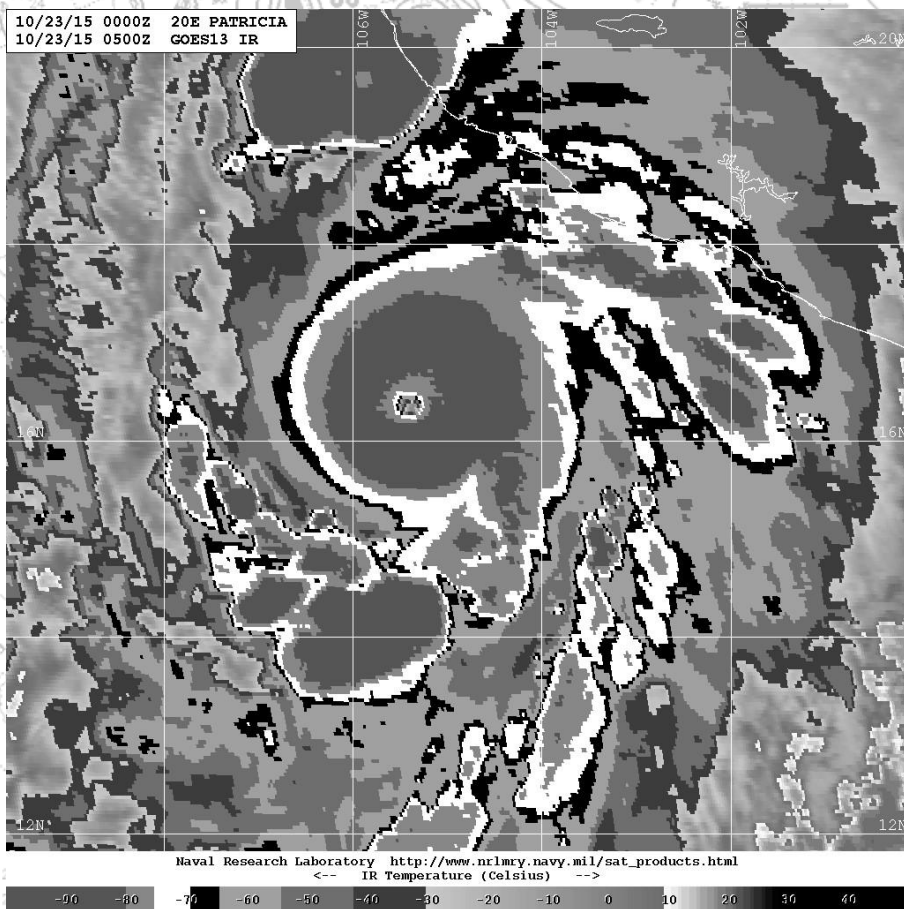


- Patricia hurrikán (2015):
 - Kiterjedt, szimmetrikus és hideg (-80, -85 °C-os, sárga szín) felhőtető, meleg (10-20 °C-os, sötétszürke szín) szem
 - Ilyen nagy különbség a szem és a szemfal hőmérséklete között erős ciklonra utal – Patricia ekkor 5-ös kategóriájú volt 330 km/h-s átlagszéllel

(forrás: <https://www.nrlmry.navy.mil/TC.html>)

Műholdas mérések

- Színezett infravörös csatornák, speciális eset: Dvorak-módszer



- Szürke színárnyalatokat generálnak, és ezek megjelenése, illetve térbeli elrendeződése, kiterjedése alapján becslik a ciklonok erejét egy T1.0-tól T8.0-ig terjedő skála szerint
- Létezik szubjektív (meteorológus által készített) és objektív (számítógépes) becslés is – utóbbinál nem kötött a skála, T8.0 fölé is mehet

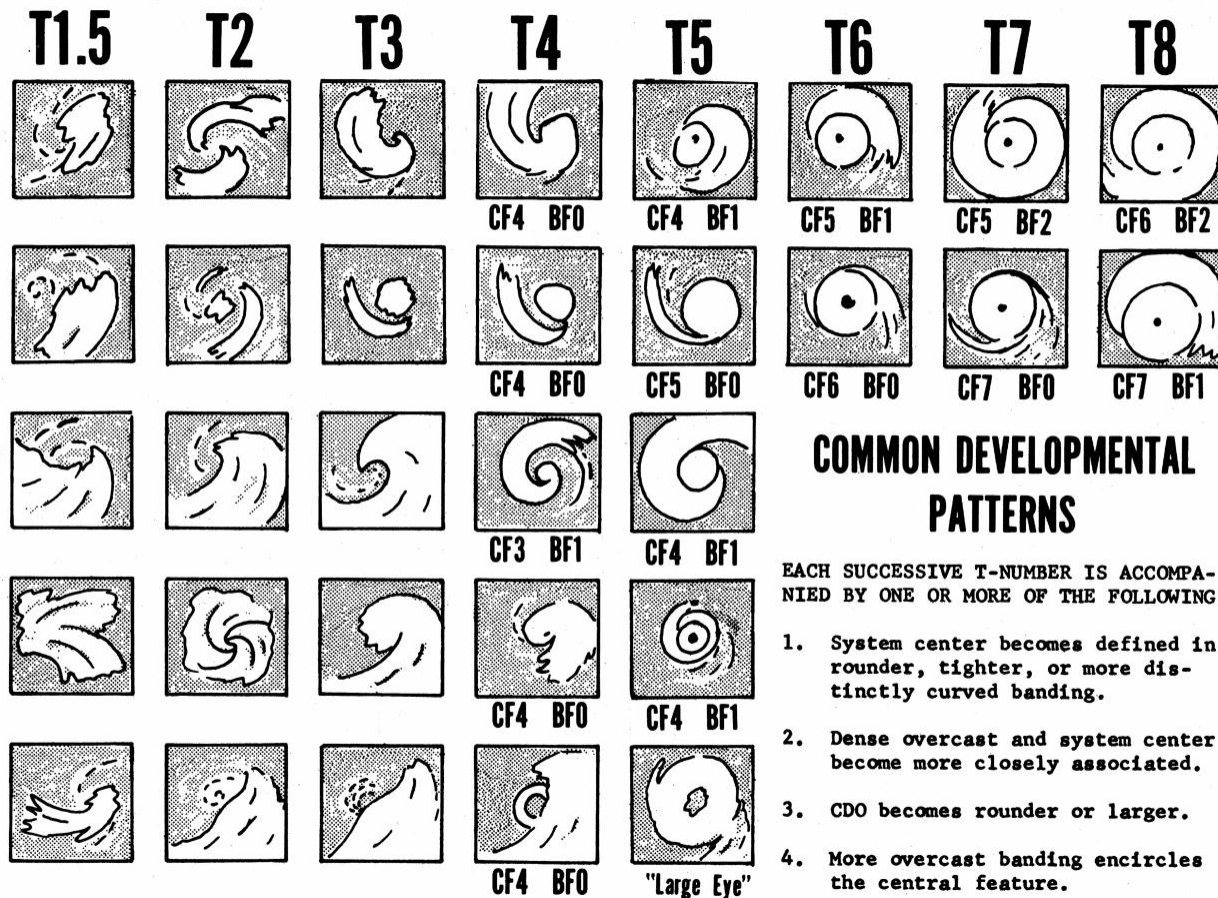
Műholdas mérések

- Színezett infravörös csatornák, speciális eset: Dvorak-módszer
- **T1.0-T2.0:** trópusi depresszió, **T2.5-T3.5:** trópusi vihar, **T4.0-T5.0:** gyenge hurrikán (1-es/2-es kat.), **T5.5-T6.5:** erős hurrikán (3-as/4-es kat.), **T7.0-:** 5-ös kategóriájú hurrikán

DEVELOPMENTAL PATTERN TYPES	PRE STORM	TROPICAL STORM		HURRICANE PATTERN TYPES		
		(Minimal)	(Strong)	(Minimal)	(Strong)	(Super)
	T1.5 ± .5	T2.5	T3.5	T4.5	T5.5	T6.5 - T8
CURVED BAND PRIMARY PATTERN TYPE						
CURVED BAND EIR ONLY						
CDO PATTERN TYPE VIS ONLY						
SHEAR PATTERN TYPE						

Műholdas mérések

- Színezett infravörös csatornák, speciális eset: Dvorak-módszer

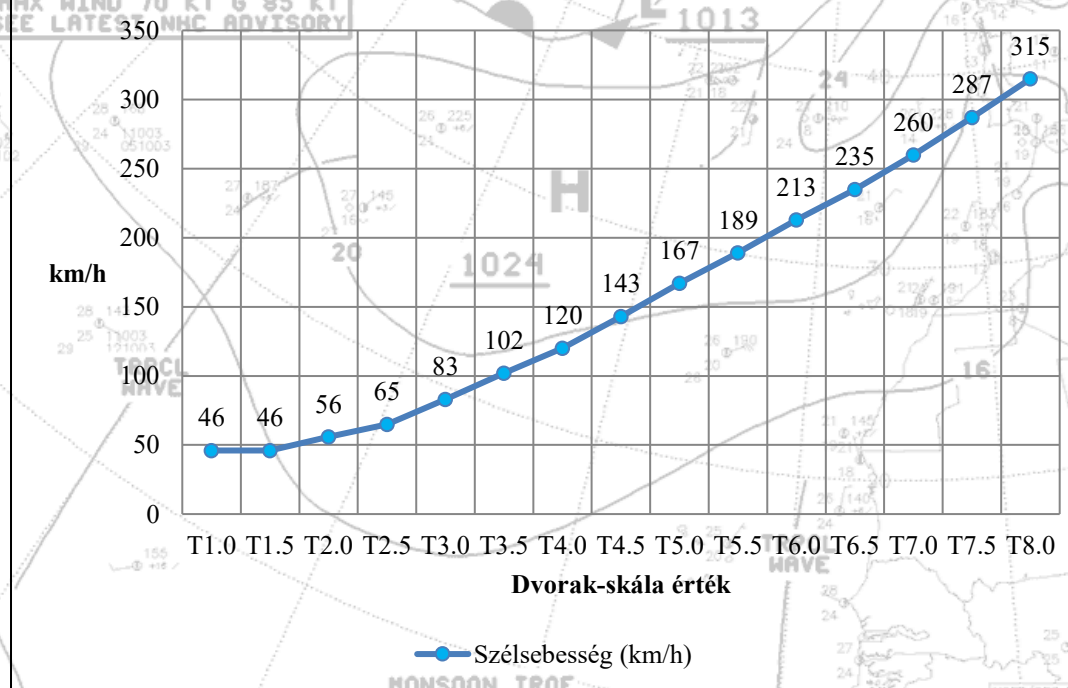


(forrás: https://en.wikipedia.org/wiki/Dvorak_technique)

Műholdas mérések

- Színezett infravörös csatornák, speciális eset: Dvorak-módszer
- A skála nem lineáris:

A Dvorak-skála értékeihez tartozó szélsebességek



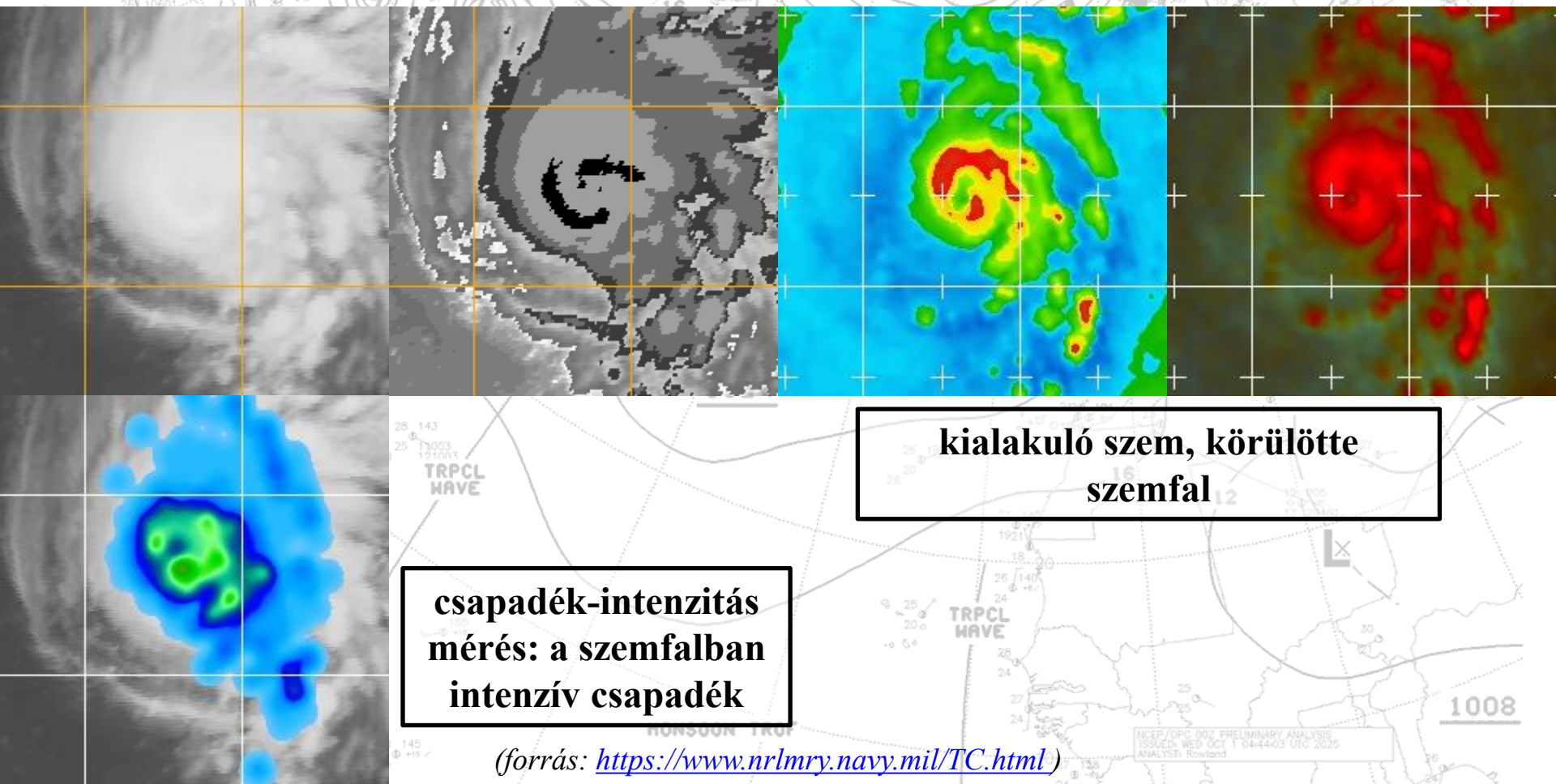
(forrás: https://en.wikipedia.org/wiki/Dvorak_technique)

Műholdas mérések

- Mikrohullámú csatornák: „rejtett” struktúrák megfigyelése.
- Több frekvencia is használatos a különböző műholdak és szenzorok függvényében, pl.: 37 GHz, 85 GHz, 89 GHz, 91 GHz, 150 GHz.
- Felhasználás: a különböző típusú felhőelemek különbözőképpen verik vissza a jeleket, így „belátni” a ciklon belsejébe: szemfal vagy alacsonyszintű struktúra megfigyelhető, csapadékintenzitás is mérhető.

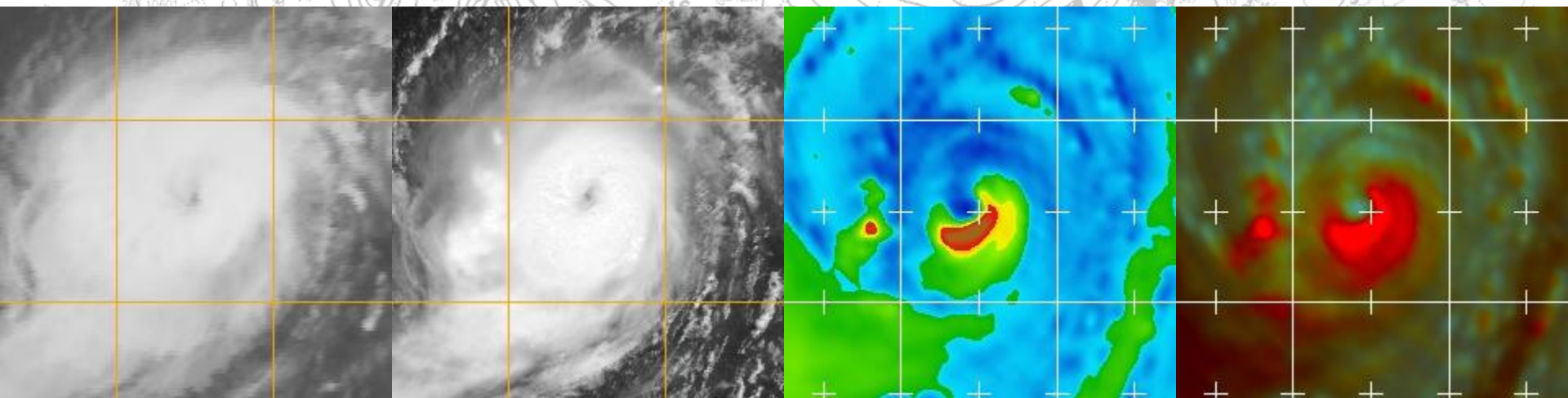
Műholdas mérések

- Példa: kialakuló szem, mely a vastag Cirrus-tető alatt a hagyományos IR és Dvorak-IR csatornákon még nem látszik (Michael, 2012.09.05. 22:21 UTC).



Műholdas mérések

- Példa: meglévő (IR és VIS csatornákon látható) szemgyengülése, szakadás a szemfalban – itt az északi oldalon (Michael, 2012.09.07. 14:47 UTC).



szakadás a szemfal északi oldalán

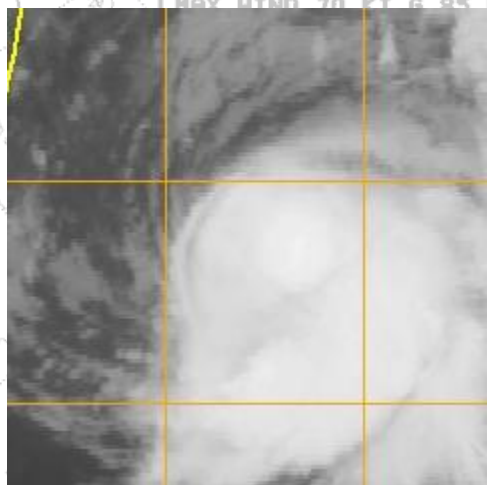
kompozit kép: alacsony-szinten (kékes színek) még közel zárt szem

(forrás: <https://www.nrlmry.navy.mil/TC.html>)

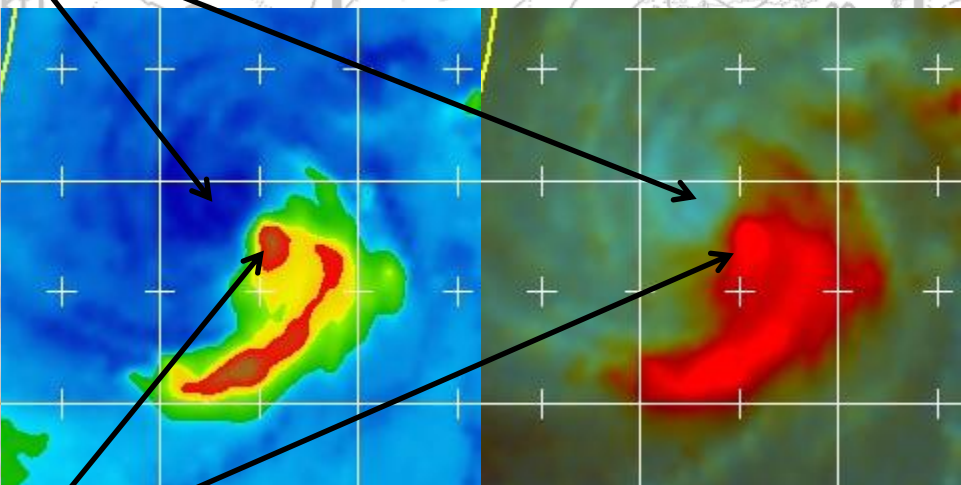
Műholdas mérések

- Példa: a ciklon gyengülése szélnyírás hatására, a középszintű központ eltávolodik az alacsonyszintűtől (Nicole, 2016.10.17. 06:58 UTC).

alacsonyszintű
központ

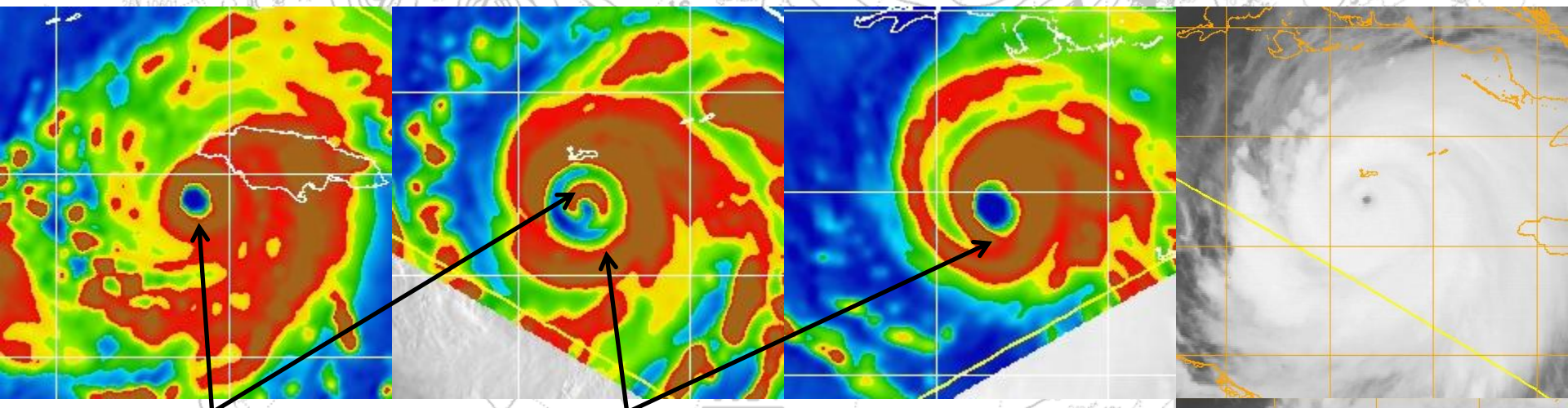


középszintű
központ



Műholdas mérések

- Példa: szemfal-kicserélődési ciklus – a ciklon belső szemfala összeomlik, és körülötte egy új képződik (Ivan, 2004.09.11-13.).



eredeti (belső)
szemfal

új (külső)
szemfal

**IR (VIS) műholdképek: szem ármérője megnő,
a forgás lassul (a ciklon gyengül), majd ha az új szemfal
összehúzódik, ismét gyorsul (a ciklon visszaerősödik)**

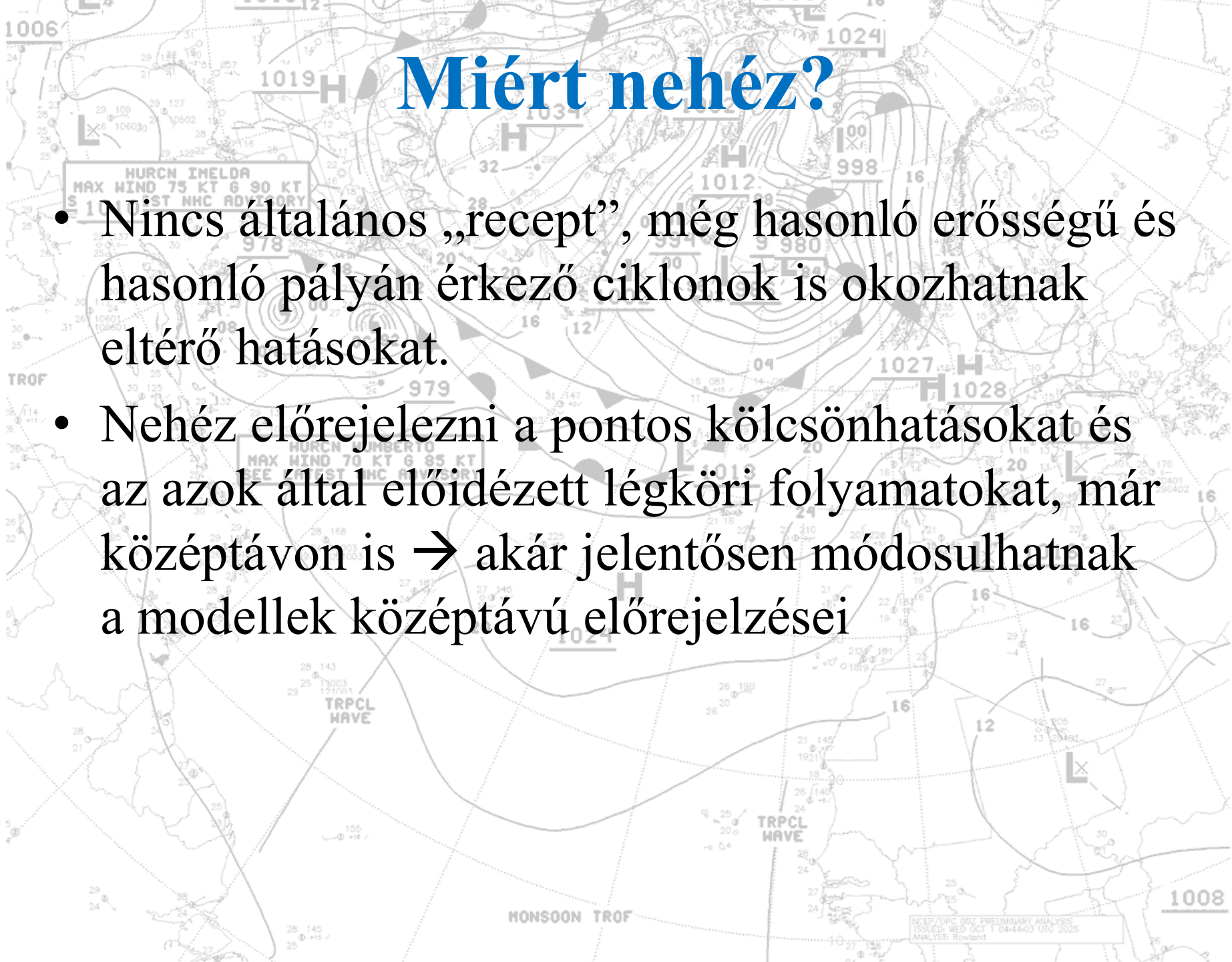
(forrás: <https://www.nrlmry.navy.mil/TC.html>)

Miért érdekes?

- Az északra helyeződő hurrikánok kölcsönhatnak a mérsékelt övi ciklonokkal, teknőkkel → módosíthatják az alapvető légköri felállást (zonalitás, meridionalitás) – hatás a Rossby-hullámokra.
- Plusz hő- és nedvesség → erősíthetnek mérsékelt övi ciklonokat, vagy hozzájárulhatnak kialakulásukhoz.
- Olykor Európa (és Magyarország) időjárásába is beleszólnak ex-trópusi ciklonok → előrejelzés.

Miért nehéz?

- Nincs általános „recept”, még hasonló erősségű és hasonló pályán érkező ciklonok is okozhatnak eltérő hatásokat.
- Nehéz előrejelezni a pontos kölcsönhatásokat és az azok által előidézett légköri folyamatokat, már középtávon is → akár jelentősen módosulhatnak a modellek középtávú előrejelzései



Lehetséges esetek

- Átalakulás
- Összeolvadás
 - Hirtelen teknyőleszakadás (downstream development)
- Gyengítés (feloszlás)
- Pályamódosítás



Átalakulás

- A legtöbb trópusi ciklonnal ez történik, ha eléri a mérsékelt övezetet
- Az átalakulási folyamat történhet önállóan, vagy egy már meglévő mérsékelt övi ciklonnal kölcsönhatva is
- Elnevezés: extratrópusi ciklon (angol: extratrópusi = mérsékelt övi)

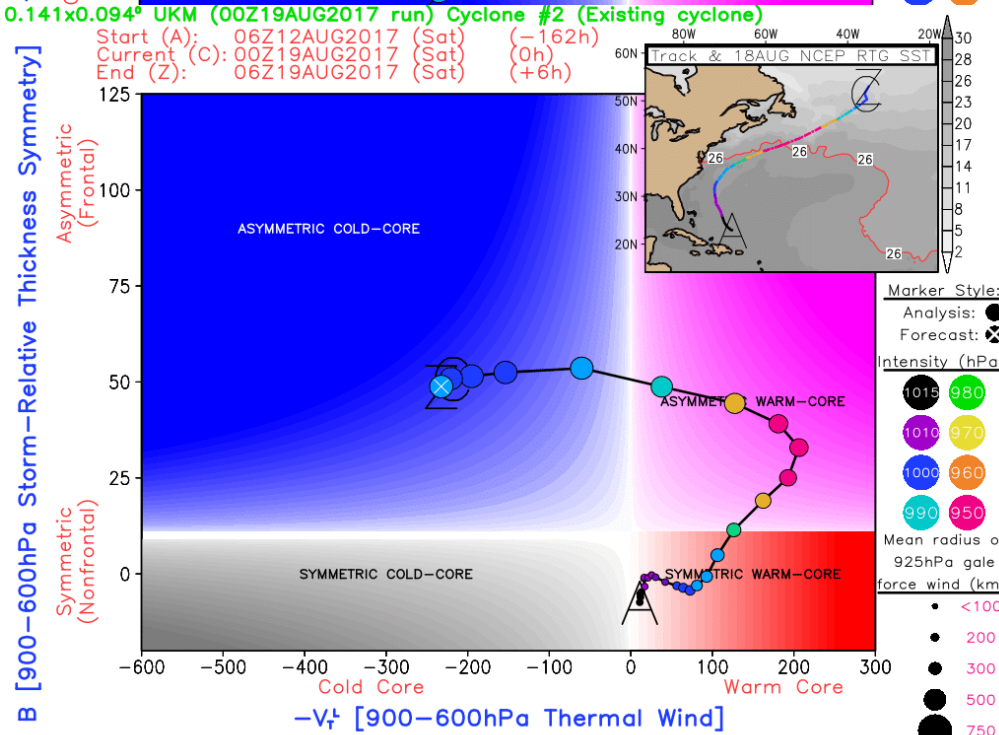
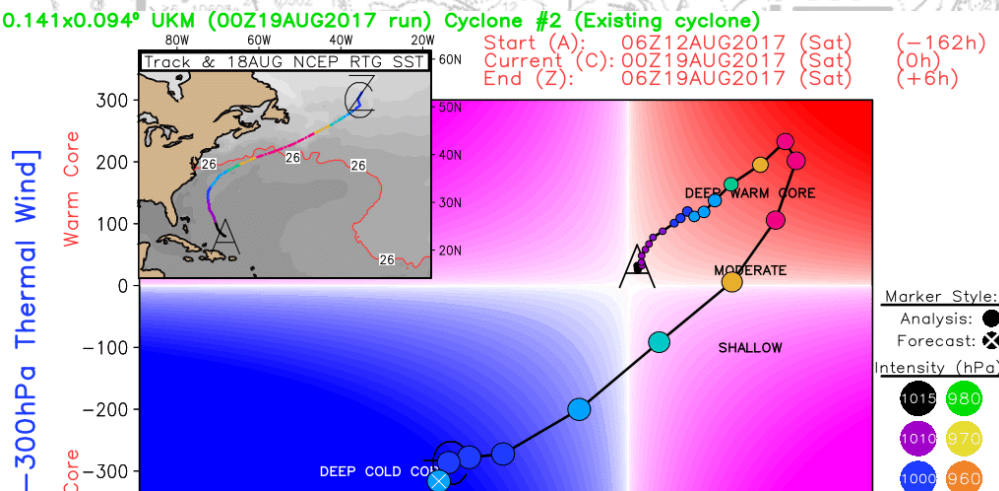
Átalakulás

- 1. fázis: A trópusi ciklon szimmetrikus konvektív struktúrája megbomlik (erősödő szélnyírás hatása alá kerül a ciklon), de még jól fejlett meleg maggal rendelkeznek.
- 2. fázis: A trópusi ciklon környezetében már hőmérsékleti aszimmetria is fellép (aszimmetrikus meleg mag), kezdetleges frontok → fiatal extratrópusi ciklon (átmenetileg poszt-trópusi szakasz is lehet).
- 3. fázis: A ciklon teljesen aszimmetrikus, hideg maggal és frontokkal rendelkező érett mérsékelt övi (extratrópusi) ciklonná alakul.

Átalakulás

• Ciklonfázis diagramon, példa: Gert hurrikán (2017)

- Trópusi szakasz: szimmetrikus, mély meleg mag
- Átmeneti szakasz: aszimmetrikus, egyre sekélyebb meleg mag
- Mérsékelt övi (extratrópusi) szakasz: aszimmetrikus (mély) hideg mag



NOTE: A 24hr running mean smoother is applied to the CPS trajectory.

(forrás: <http://moe.met.fsu.edu/cyclonephase/>)

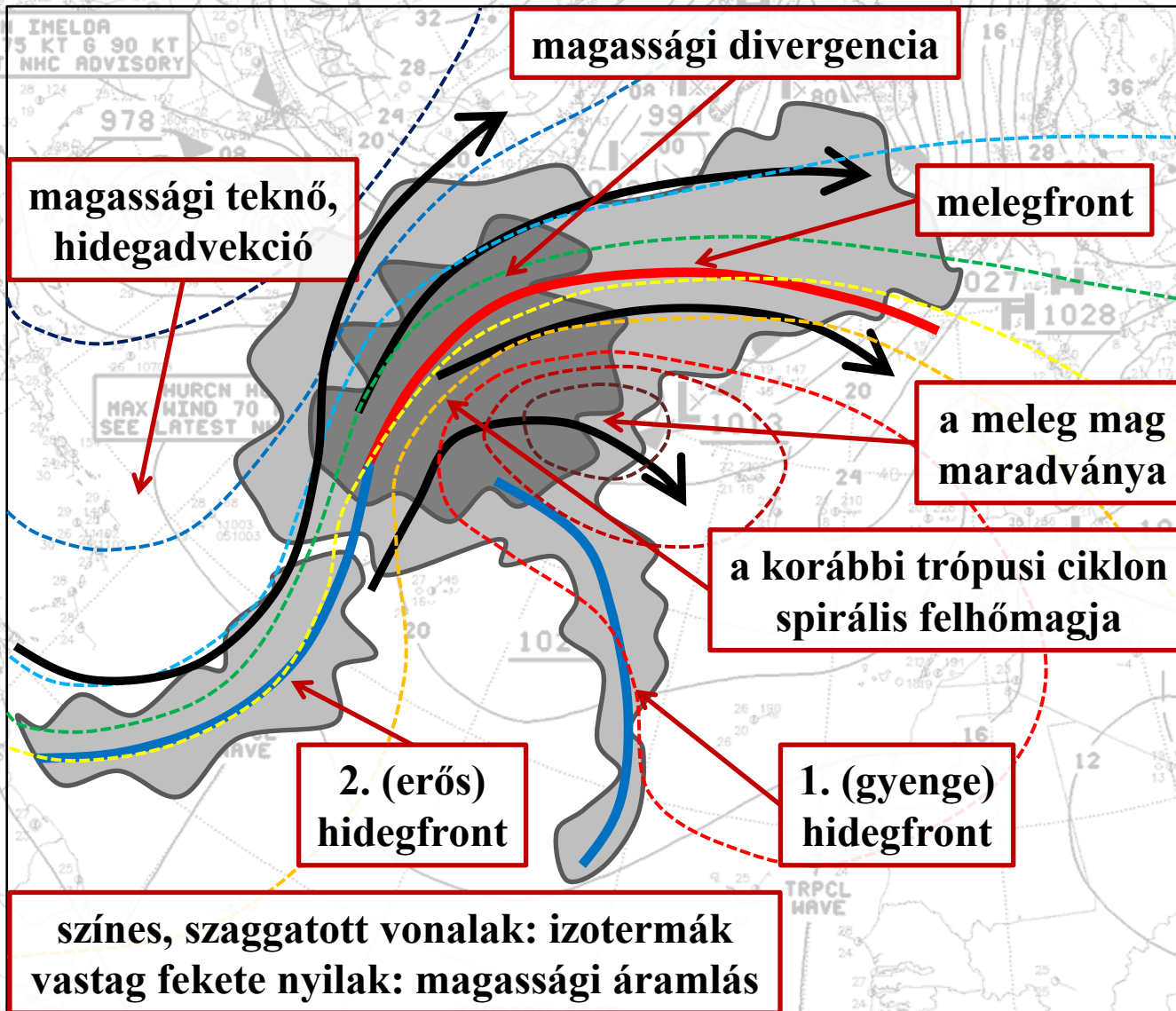
Átalakulás

- A kialakult mérsékelt övi ciklon jellegzetességei (I.):
 - A központi részen vastag, gyakran még spirális felhőzet helyezkedik el.
 - A melegfronti szakasz fejlettebb (a korábbi meleg mag miatt).
 - Gyakran két hidegfront: egy a trópusi ciklonhoz tartozó konvergenciából, és egy mögötte, a hátoldali hidegbeáramlás mentén (beleolvadásnál az eredet mérsékelt övi ciklon hidegfrontja).
 - Eleinte az elülső hidegfront gyenge, a hátsó erős, később viszont az elülső veszi át a domináns szerepet (gyakran a hátsó beleolvadásával)

Átalakulás

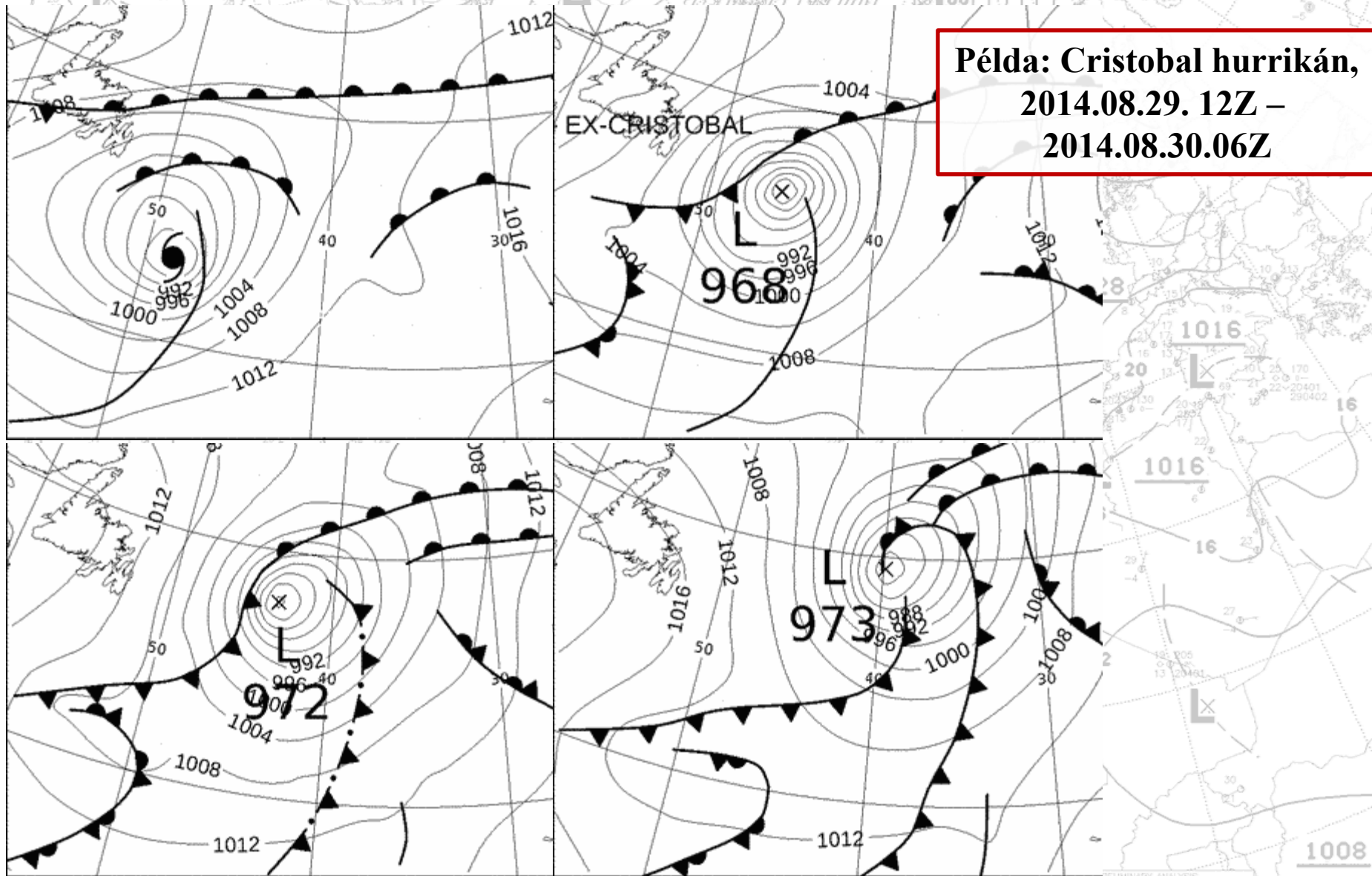
- A kialakult mérsékelt övi ciklon jellegzetességei (II.):
 - A ciklon általában gyorsan mozog, különösen a kezdeti időszakában.
 - A ciklonban még ekkor is előfordulhatnak hurrikán erejű szélsőségek (amennyiben korábban hurrikán volt).
 - A ciklon az átalakulás után gyakran újból kimélyül.

Átalakulás



Átalakulás

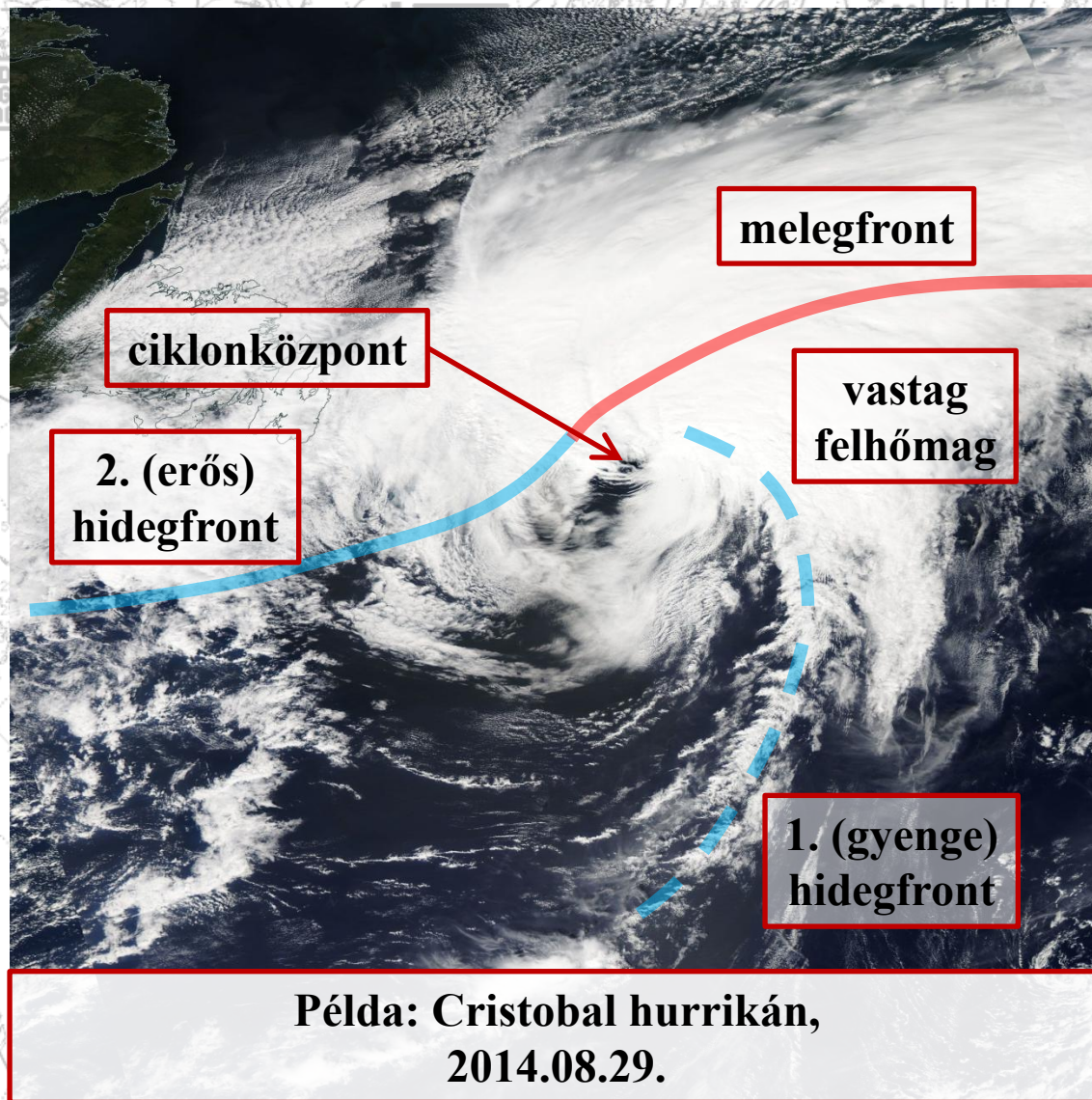
**Példa: Cristobal hurrikán,
2014.08.29. 12Z –
2014.08.30.06Z**



(forrás: http://www1.wetter3.de/Archiv/archiv_ukmet.html)

ELIMINARY ANALYSIS
1 044403 UTC 2025
ANALYST: Rowland

Átalakulás



(forrás: <https://earthdata.nasa.gov/labs/worldview/>)

NCEP/OPC M2Z PRELIMINARY ANALYSIS
330000Z 031 1 044403 UTC 2025
ANALYST Rowland

Átalakulás

2014.10.19. 12 UTC

mérsékelt övi ciklon

Gonzalo hurrikán

(forrás: <http://eumetrain.org/>)

ECMWF/ECMWF PRELIMINARY ANALYSIS
OSSEGA_WIND_20141019T1200000000
ANALYST: Rowland

Átalakulás

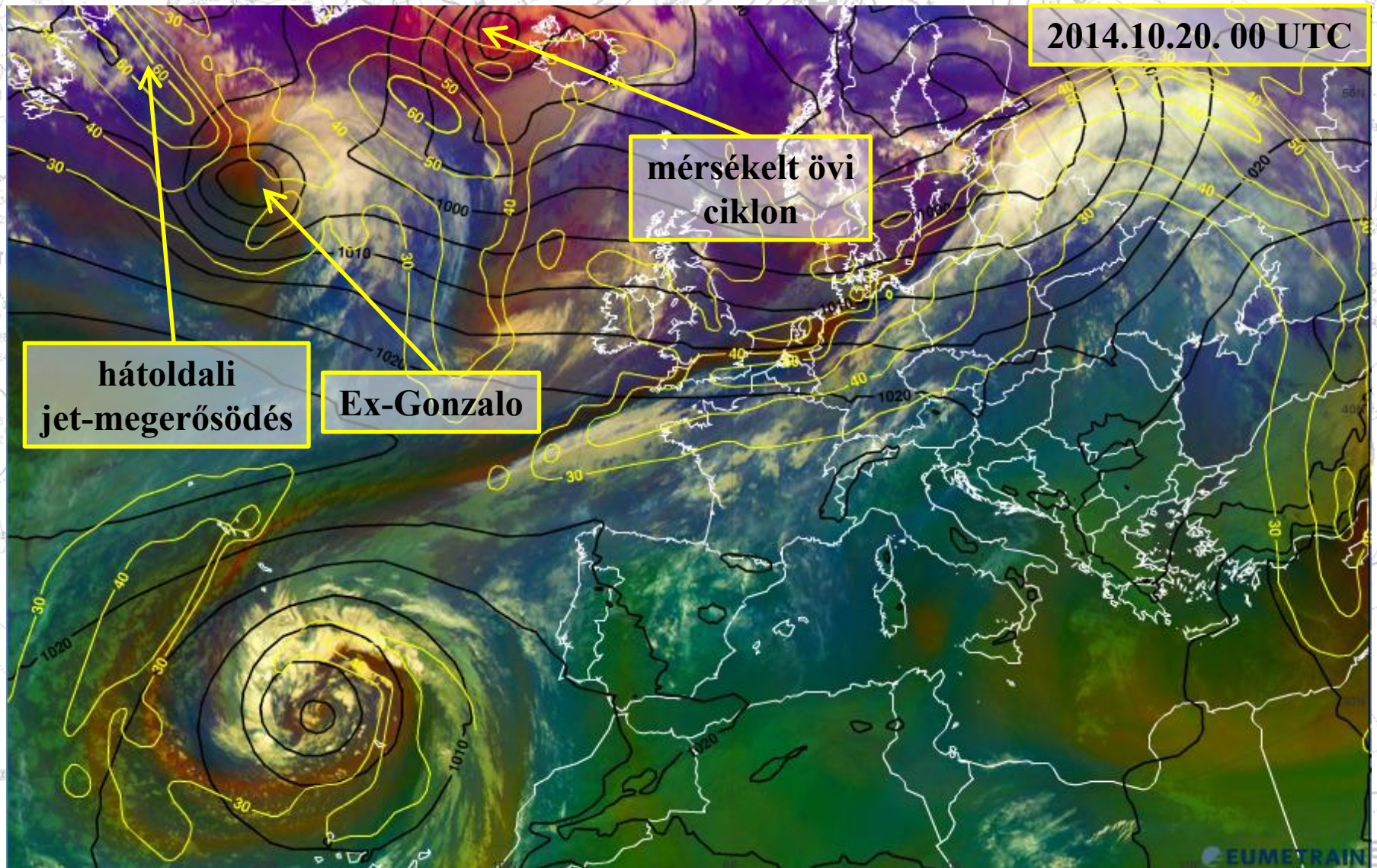


2014.10.20. 00 UTC

mérsékelt övi ciklon

hátoldali jet-megerősödés

Ex-Gonzalo



(forrás: <http://eumetrain.org/>)

MEDITERRANEAN PRELIMINARY ANALYSIS
30 OCT 2014 00 UTC
ANALYST: Rowland

EUMETRAIN

Átalakulás

2014.10.20. 12 UTC

mérsékelt övi ciklon

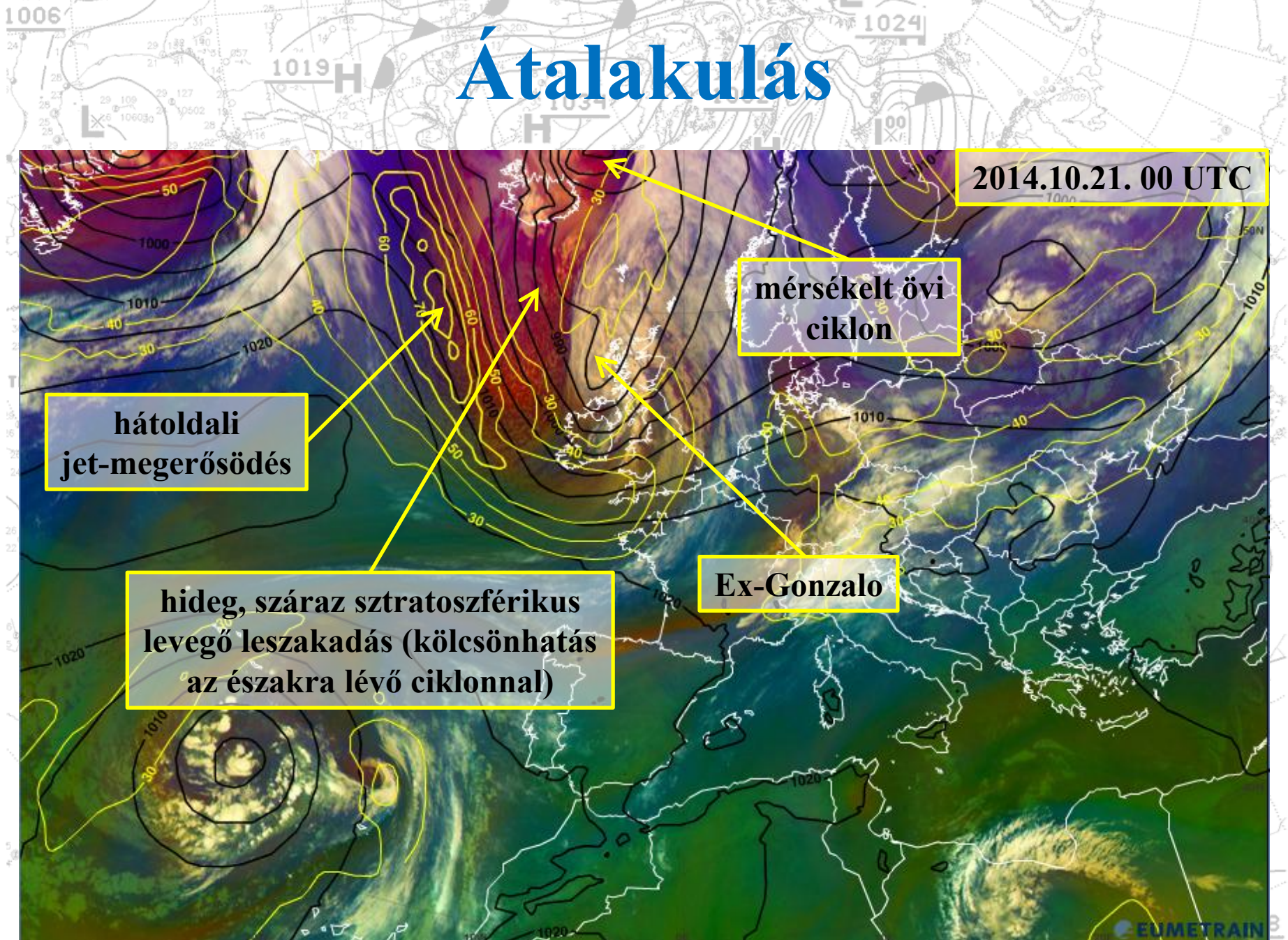
hátoldali
jet-megerősítés

Ex-Gonzalo

(forrás: <http://eumetrain.org/>)

10.17.2014 00Z PRELIMINARY ANALYSIS
PRODUCED WITH WMO 1104-4403 UTC 2025
ANALYST: Rowland

Átalakulás



2014.10.21. 00 UTC

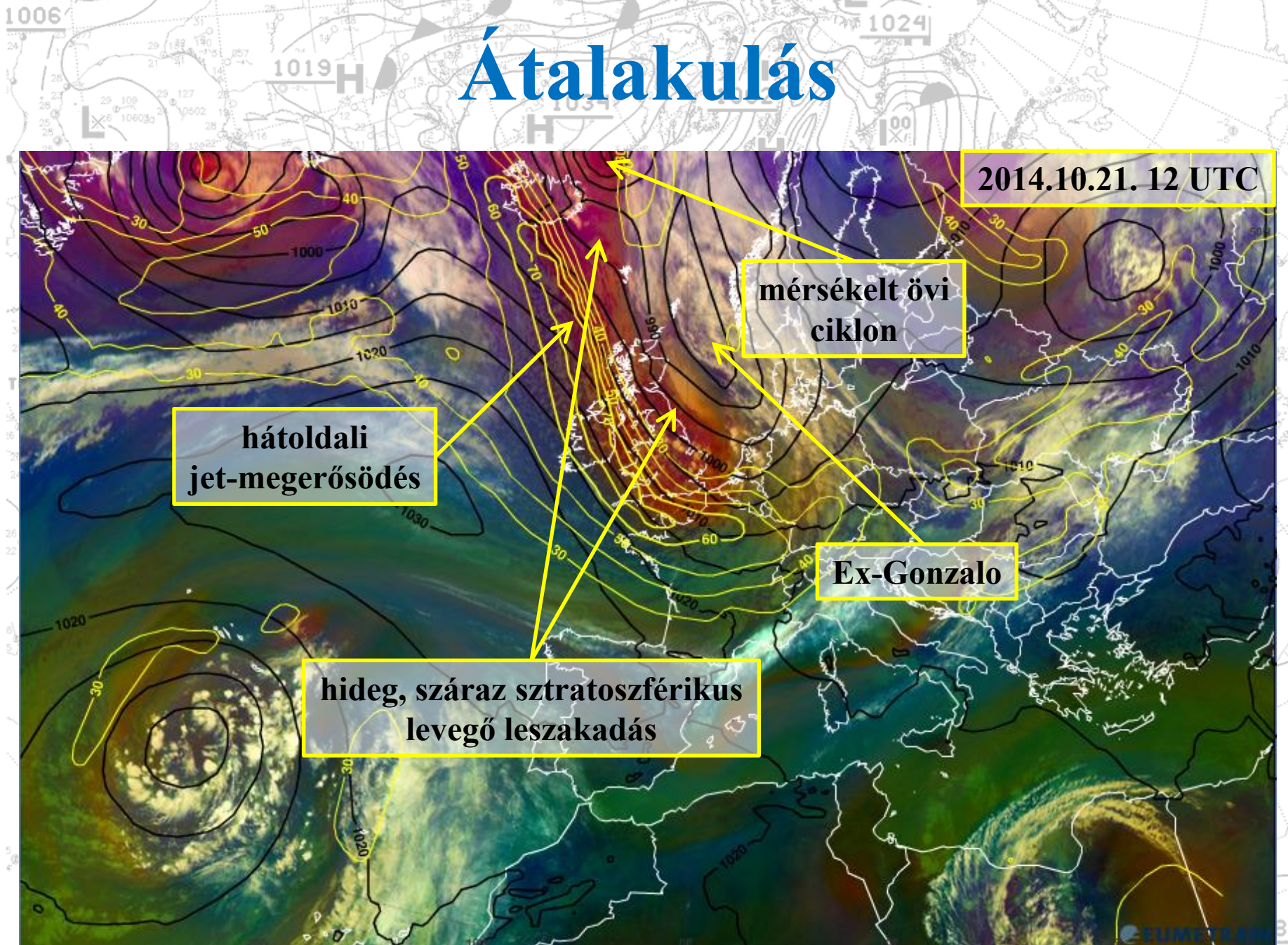
mérsékelt övi ciklon

hátoldali jet-megerősítés

hideg, száraz sztratoszférikus levegő leszakadás (kölsönhatás az északra lévő ciklonnal)

Ex-Gonzalo

Átalakulás



2014.10.21. 12 UTC

mérsékelt övi ciklon

hátoldali jet-megerősödés

Ex-Gonzalo

hideg, száraz sztratoszférikus levegő leszakadás

Átalakulás

2014.10.22. 12 UTC

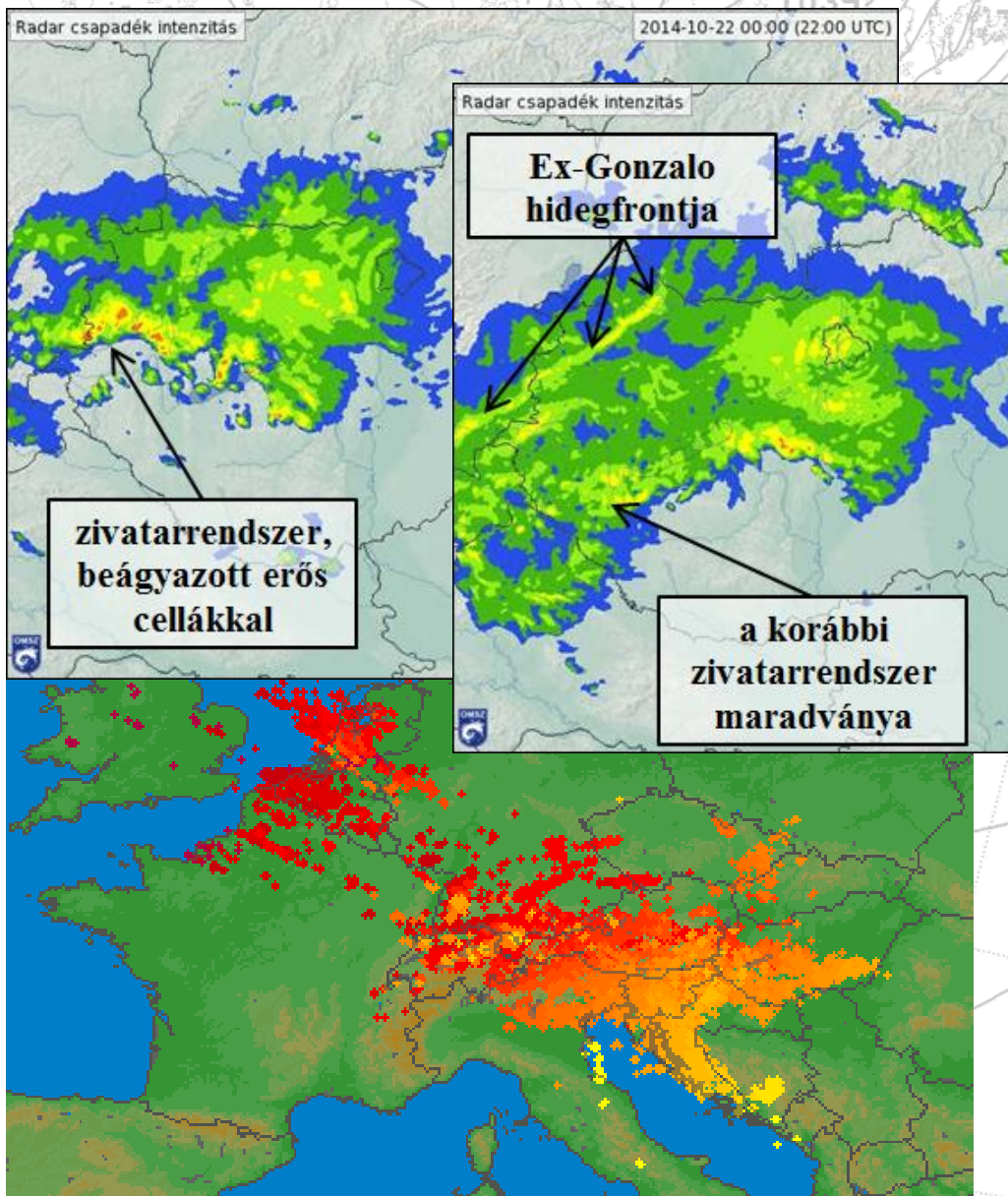
cut-off ciklon lefűződés
(a magasban)

ciklogenezis
a felszín közelében

(forrás: <http://eumetrain.org/>)

EUROPEAN CENTRE FOR
MEDIUM-SCALE WEATHER ANALYSIS
ANALYST: Rowland

Átalakulás



- Kedvező légköri kényszerek (erős jet stream, erős hidegleszakadás) → Ex-Gonzalo gyors mozgású, erős ciklon maradt, a hátoldalán minden szinten markáns hidegadvékcióval.
- Előtte szokatlanul meleg, nedves, labilis légtömeg (a Dunántúlon 20-án 23-25 °C, 21-én 17-20 °C) → kiterjedt zivatarok a front előtt és mentén.
- A front mögött 22-én már csak 10 °C körüli maximumok voltak.

Összeolvadás

- A trópusi ciklon ebben az esetben ténylegesen kölcsönhat egy mérsékelt övi ciklonnal, és vagy magával a ciklonnal, vagy a hozzá kapcsolódó magassági teknővel olvad össze.
- A trópusi ciklon és a mérsékelt övi ciklon magassági áramlási rendszere összekapcsolódik (gyakran megnő a magassági teknő amplitúdója).
- A kimélyülő magassági teknő megerősödő futóáramlásának kompenzálása a határoló gerinc keleti oldalán hirtelen teknőleszakadás (downstream development).

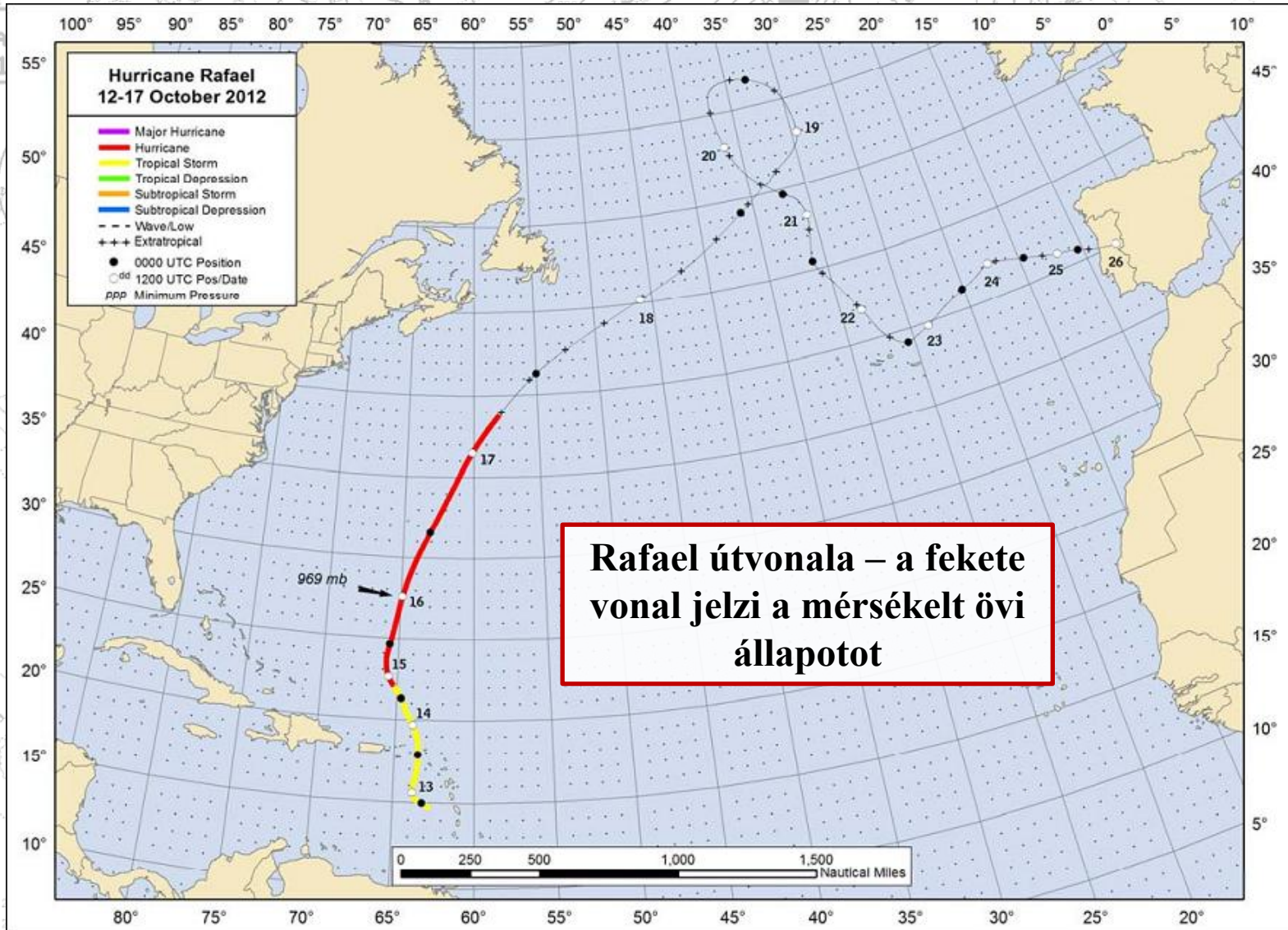
Összeolvadás

- 1. fázis: A trópusi ciklon megközelíti a mérsékelt övi ciklont (déli irányból), a trópusi ciklon magassági áramlási rendszere már hatással van a mérsékelt övi ciklonéra.
- 2. fázis: Kialakul a magassági teknő, a két ciklon részlegesen összekapcsolódik, erős magassági divergenciák és új frontok alakulnak ki.

Összeolvadás

- Komplex mintapélda: Rafael hurrikán (2012. október).
- A ciklon északra helyeződve, átalakulása idején hirtelen tektonikus szakadást generált Nyugat-Európánál.
- Izland környékén tartós blokkoló anticiklon → a tőle északra lévő mérsékelt övi ciklonnal összeolvadt Ex-Rafael dél felé fordult.
- Mögötte az anticiklon nyugatabbra helyeződött → szokatlanul erős hidegleszakadás Európára, októbert végi havazás Közép-európában (és Magyarországon) is.
- Ráadásul a havazást kiváltó mediterrán ciklon az időközben az Ibériai-félszigetet elérő Ex-Rafael maradványából fejlődött ki („egy volt hurrikán hozza meg a havat”).

Összeolvadás



(forrás: http://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/AL172012_Rafael.pdf)

Összeolvadás

2012.10.18. 12 UTC

az összeolvadásban
részt vevő
mérsékelt övi ciklon

Ex-Rafael

a Rafael által
korábban generált
hirtelen teknőleszakadás

(forrás: <http://eumetrain.org/>)

MEDITERRANEAN PRELIMINARY ANALYSIS
OSSELEA WELD OCT 1 04:44:03 UTC 2012
ANALYST: Rowland

Összeolvadás

2012.10.19. 12 UTC

az összeolvadásban
részt vevő
mérsékelt övi ciklon

hideg, száraz sztratoszférikus
levegő leszakadás

Ex-Rafael, összekapcsolódva
a mérsékelt övi ciklon
áramlási rendszerével

Összeolvadás

2012.10.20. 00 UTC

blokkoló anticiklon →
Ex-Rafael
dél felé fordul

Ex-Rafael

hideg, száraz sztratoszférikus
levegő

az Ex-Rafaelbe beleolvadt
mérsékelt övi ciklon
maradványfelhőzete

Összeolvadás

2012.10.20. 12 UTC

Ex-Rafael

blokkoló anticiklon →
Ex-Rafael
dél felé fordul

(forrás: <http://eumetrain.org/>)

EUROPEAN CENTRE FOR
MEDIUM-TERM WEATHER FORECASTS
ANALYST: Rowland

EUMETRAIN

Összeolvadás

2012.10.21. 00 UTC

blokkoló
anticiklon

Ex-Rafael gyengülőben
(feltöltődött okklúzió
konvekcióval,
feloszló frontok),
hozzá kapcsolódva
a magasban cut-off ciklon

(forrás: <http://eumetrain.org/>)

EUMETRAIN

MEDITERRANEAN SEA, PRELIMINARY ANALYSIS
PROBABLE WLD 2012 11 04-4403 UTC 2025
ANALYST: Rowland

Összeolvadás

2012.10.21. 12 UTC

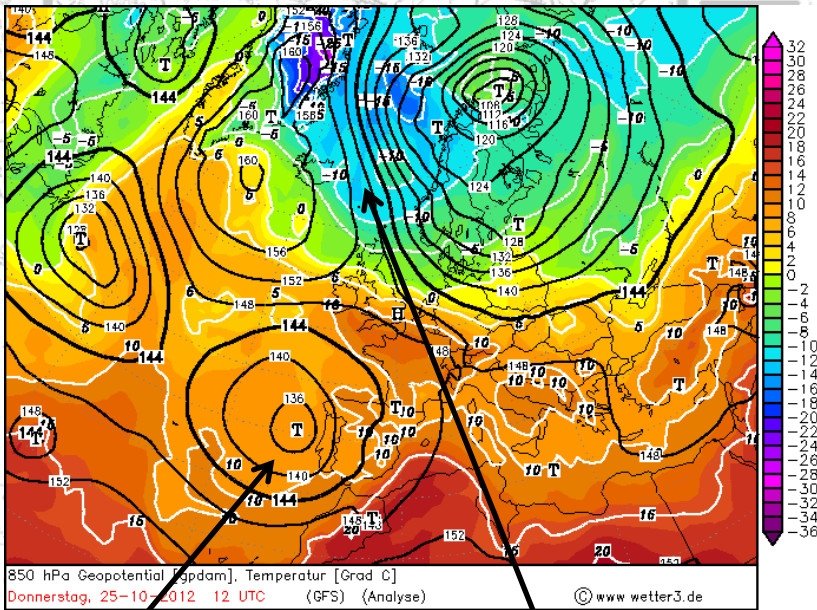
blokkoló
anticiklon

Ex-Rafael gyengülőben
(feltöltődött okklúzió
konvekcióval,
feloszló frontok),
hozzá kapcsolódva
a magasban cut-off ciklon

(forrás: <http://eumetrain.org/>)

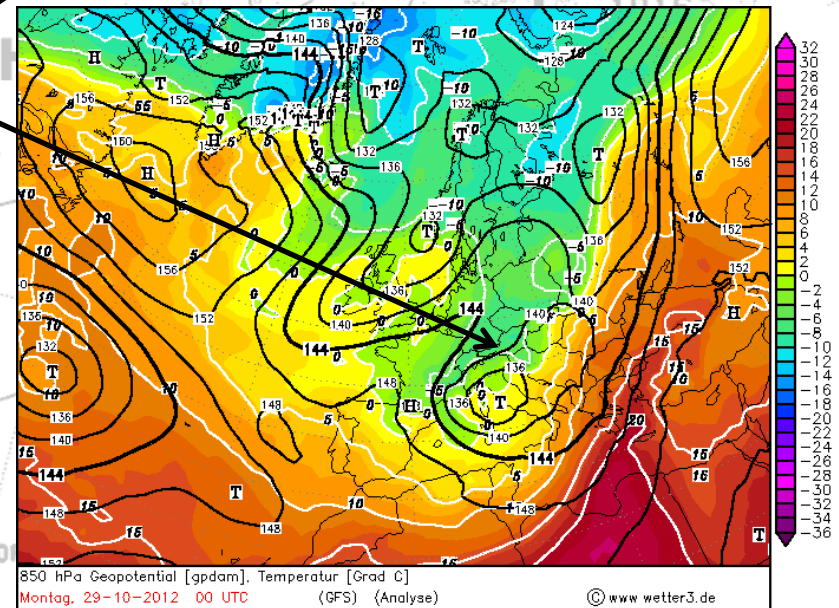
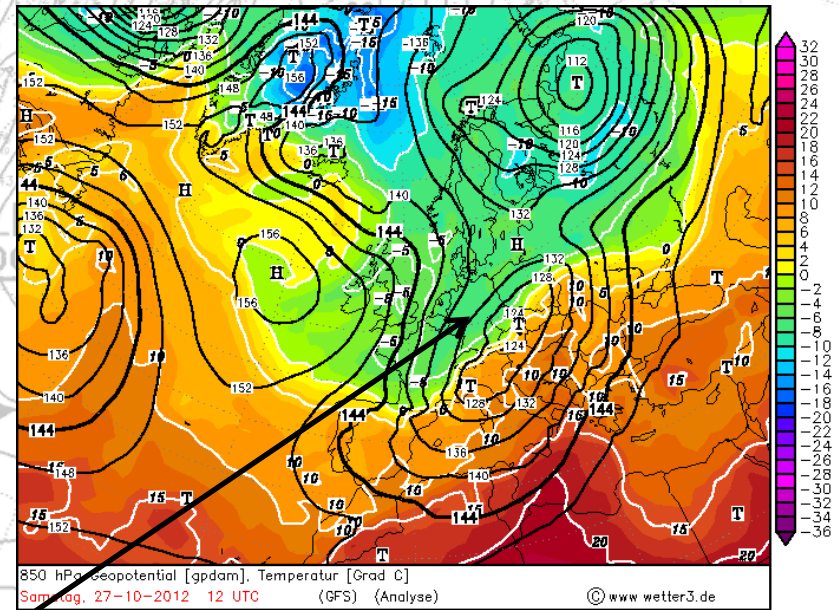
EUROPEAN CENTRE FOR
MEDIUM-SCALE WEATHER ANALYSIS
ANALYST: Rowland

Összeolvadás



Ex-Rafael

erős
hidegleszakadás



Hirtelen teknőleszakadás

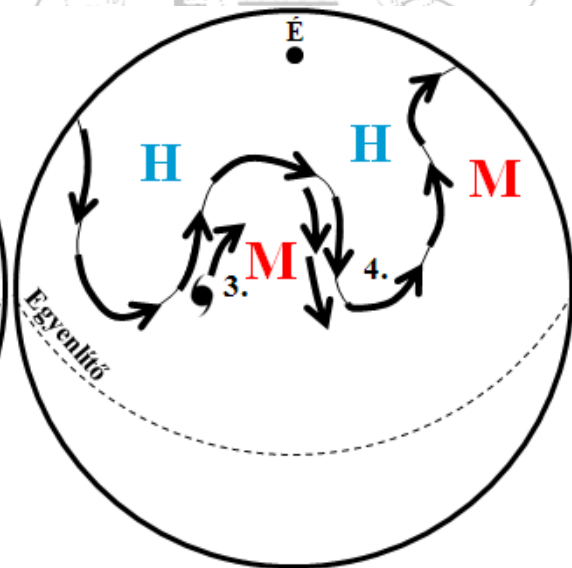
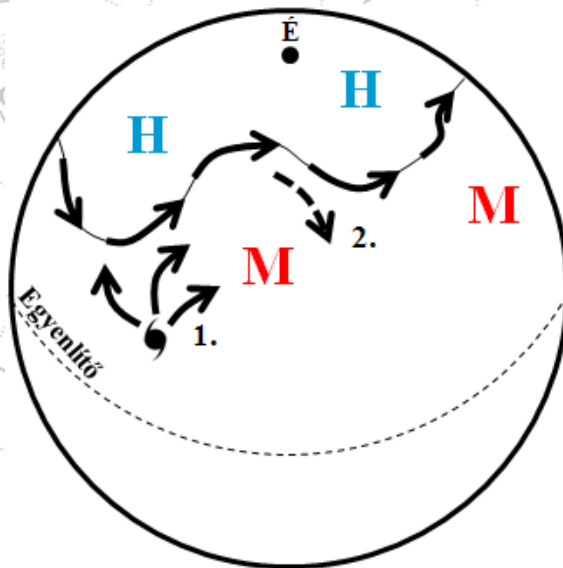
(downstream development)

- Amikor a trópusi ciklon és a mérsékelt övi ciklon magassági áramlási rendszere összekapcsolódik, általában megerősödik a futóáramlás a mérsékelt övi ciklonhoz tartozó teknő előoldalán (illetve több esetben a teknő amplitúdója is megnő).
- Ezt kompenzálандó (az impulzus-megmaradás miatt) a magassági áramlás a keletre lévő gerinc északi oldalán is felgyorsul, mely a gerinctől keletre egy gyors teknőleszakadáshoz vezethet.
- Zonális áramlás meridionálisba fordulhat, meridionális viszont nem változik.

Hirtelen teknőleszakadás

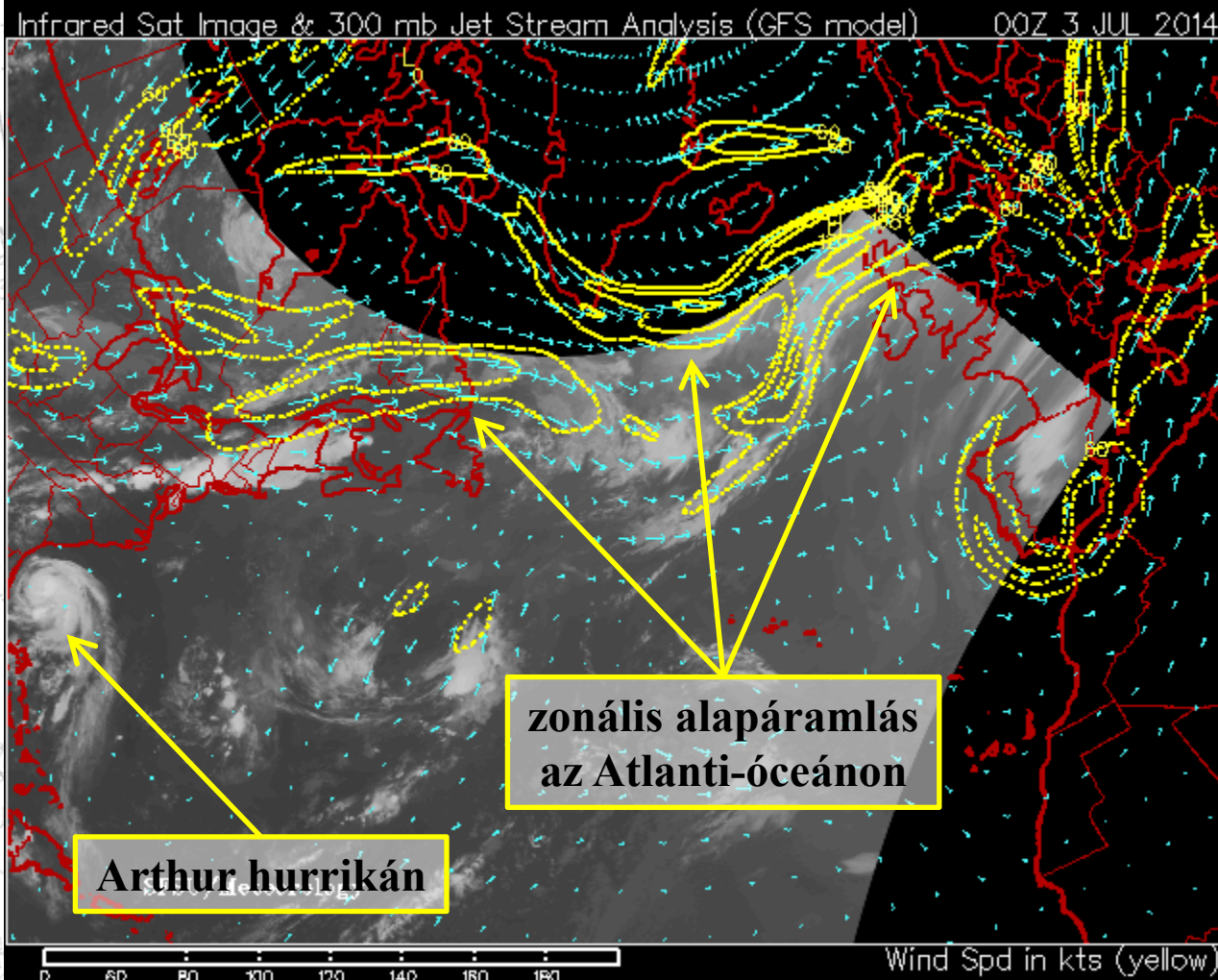
(downstream development)

- 1: a trópusi ciklon megközelíti a teknőt, az északi oldalán lévő pólusirányú magassági szétáramlás kapcsolatba lép a teknő előoldali futóáramlásával.
- 2: megindul a kompenzáló áramlás a szomszédos gerinc keleti oldalán.
- 3: a trópusi ciklon összeolvad a teknővel (vagy mérsékelt övi ciklonnal).
- 4: ezzel együtt megtörténik a hirtelen teknőleszakadás a gerinc keleti oldalán



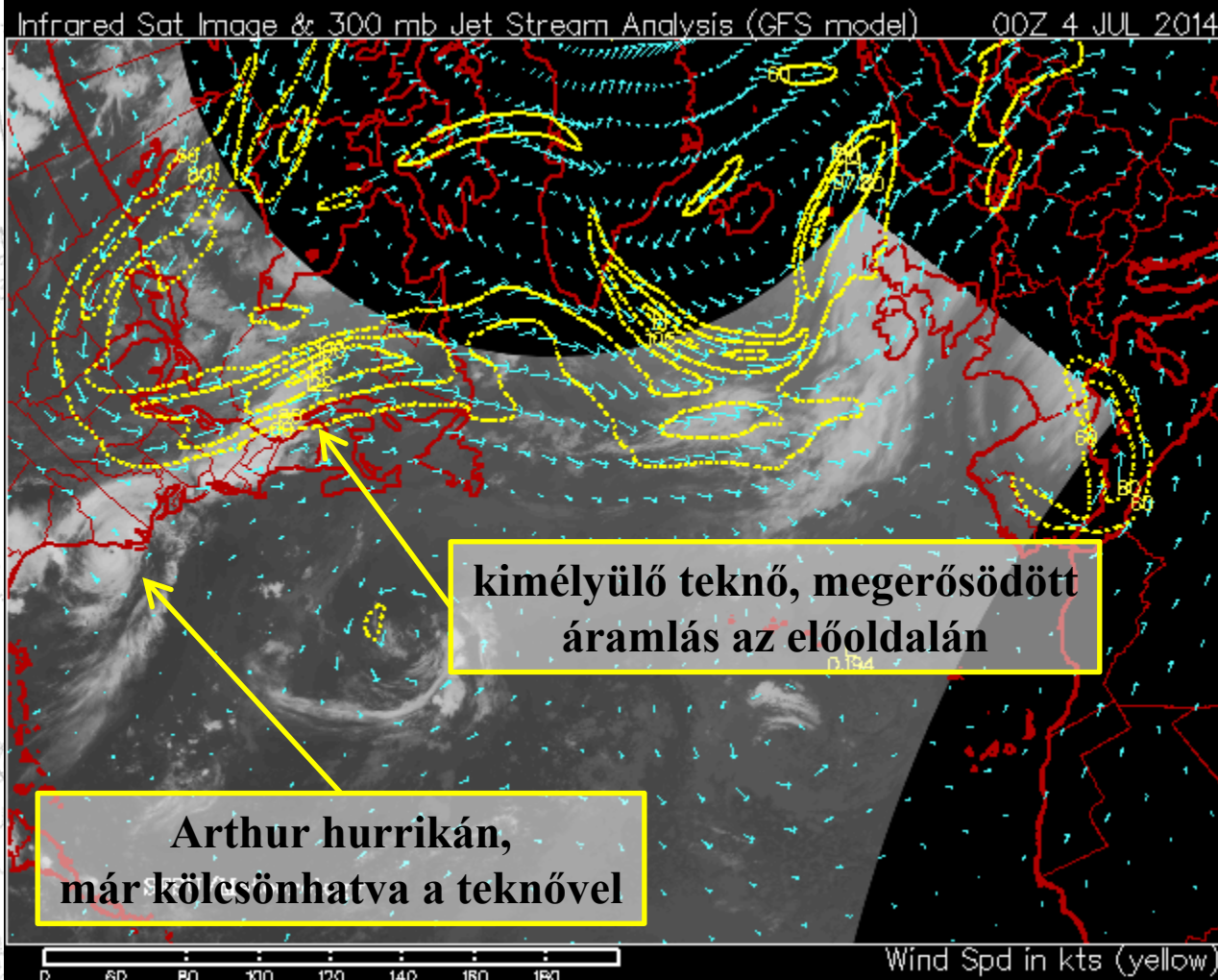
Hirtelen teknőleszakadás (downstream development)

- Példa: Arthur hurrikán (2014. július eleje)



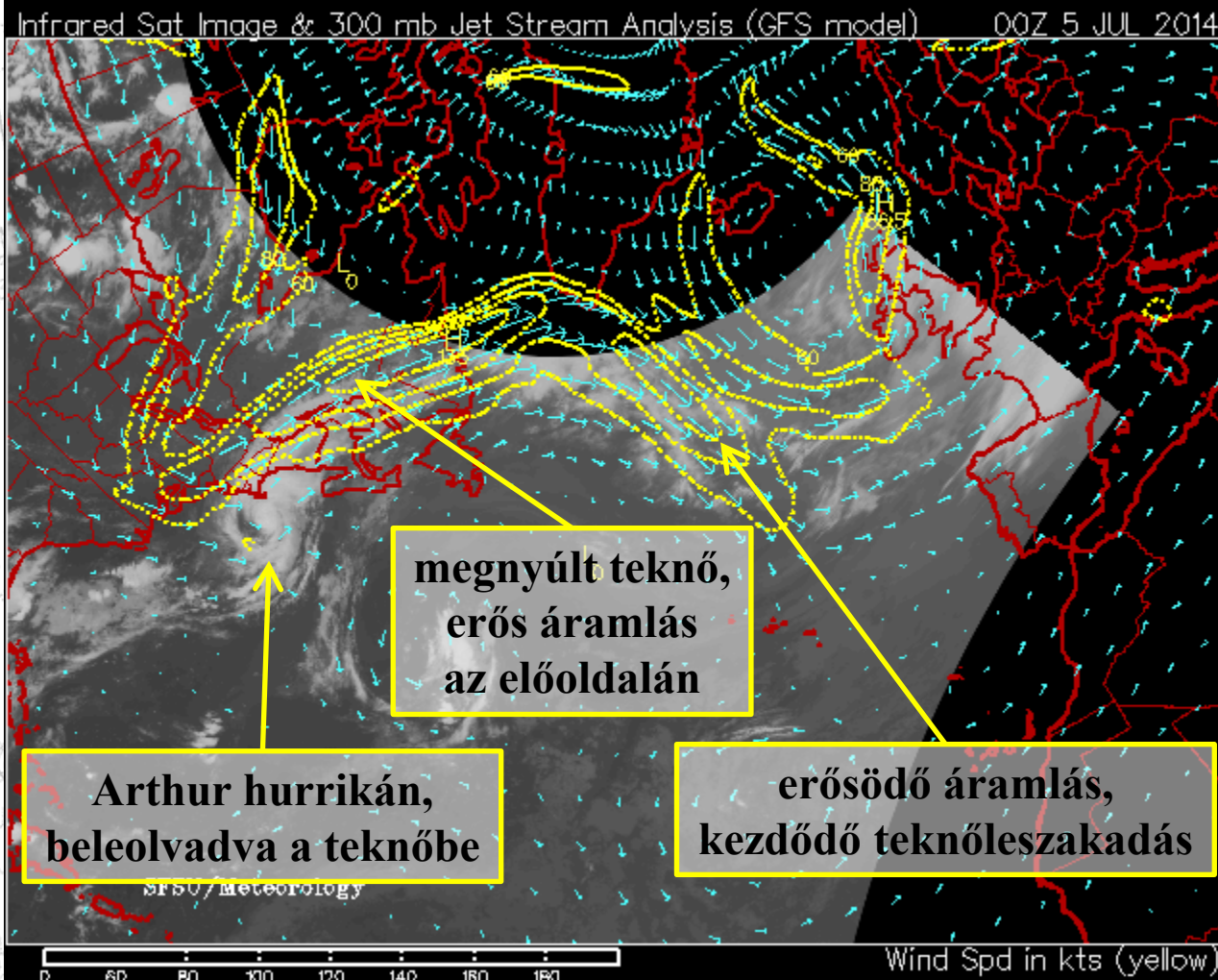
Hirtelen tekdőleszakadás (downstream development)

- Példa: Arthur hurrikán (2014. július eleje)



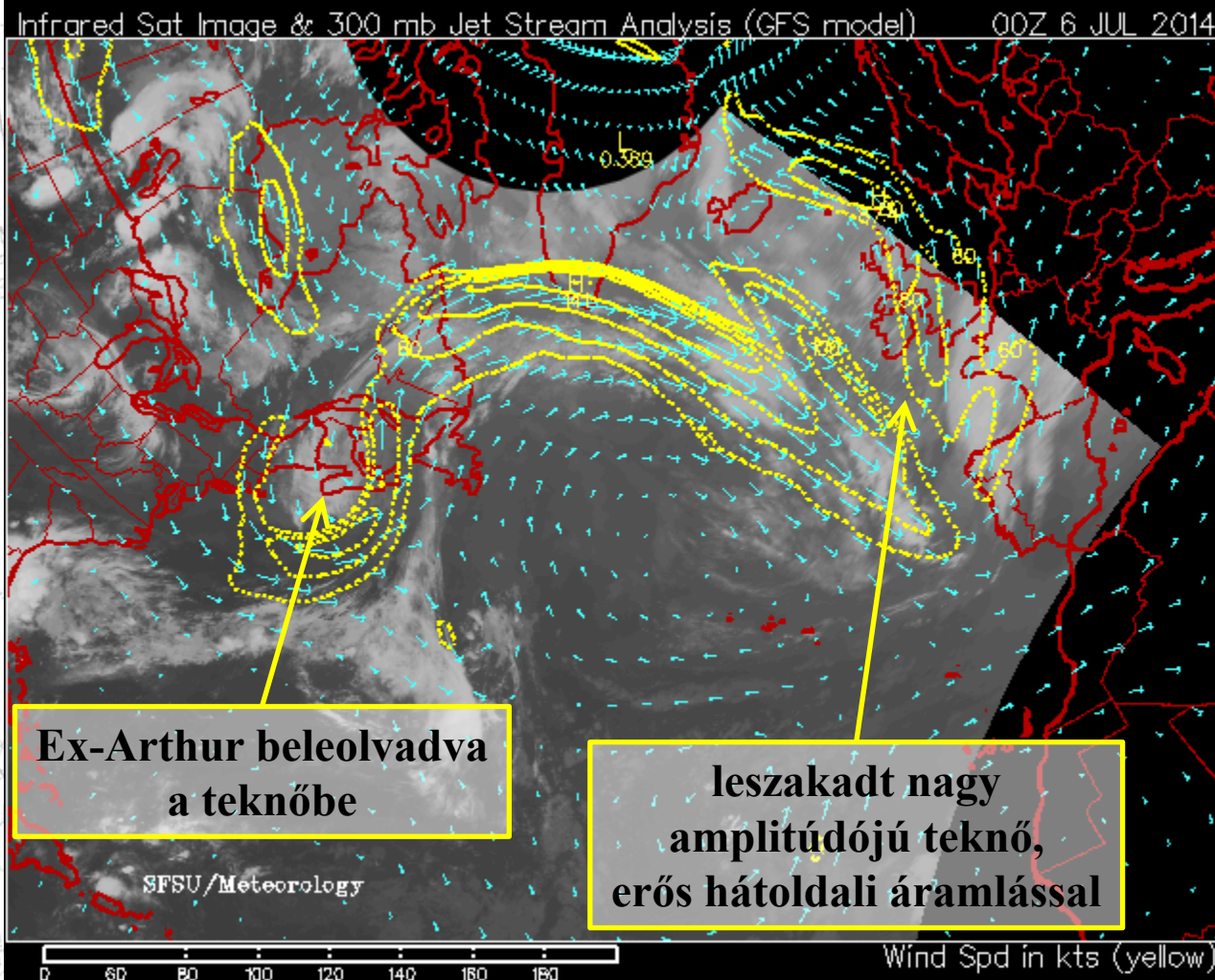
Hirtelen teknőszakadás (downstream development)

- Példa: Arthur hurrikán (2014. július eleje)



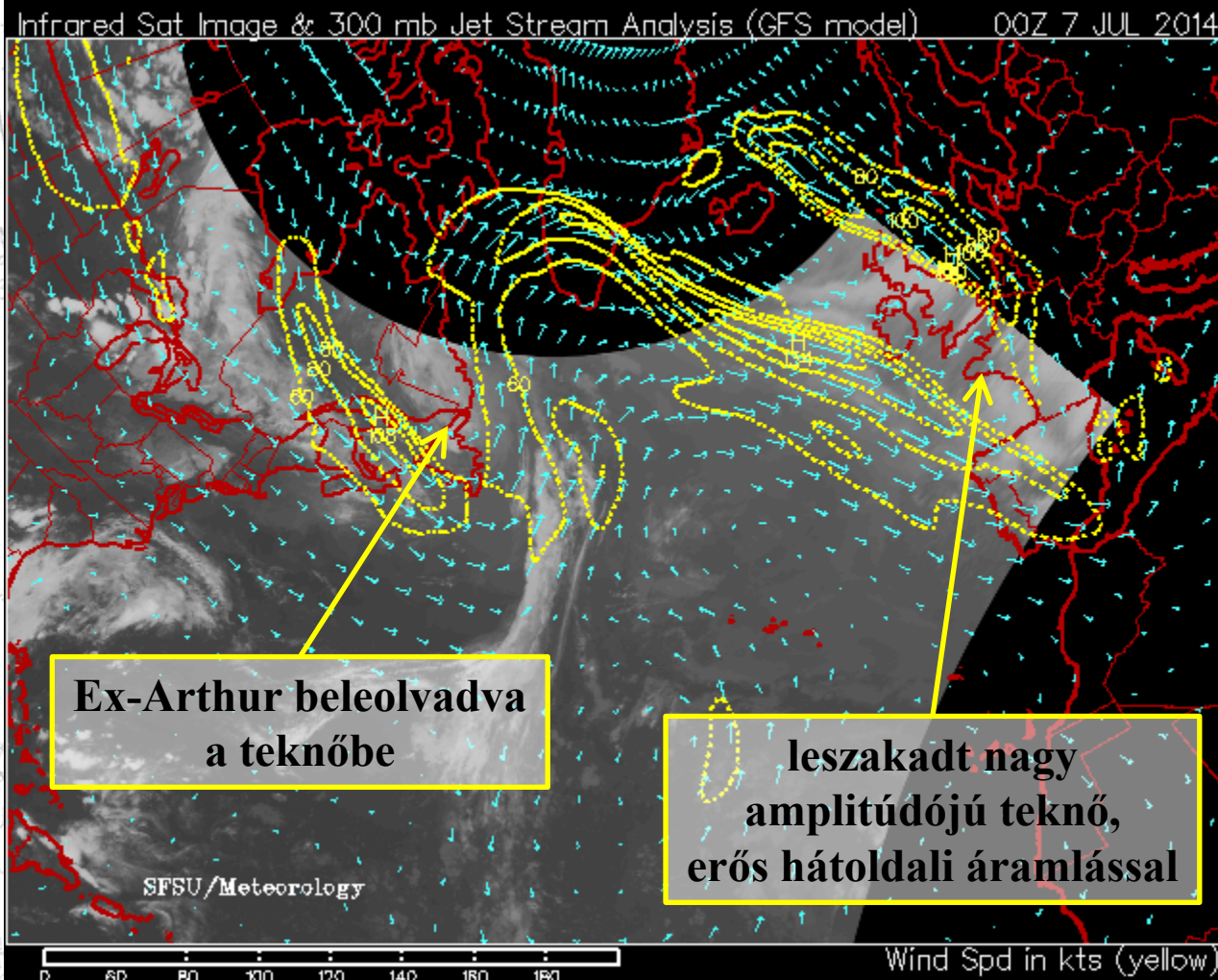
Hirtelen teknőleszakadás (downstream development)

- Példa: Arthur hurrikán (2014. július eleje)



Hirtelen teknőleszakadás (downstream development)

- Példa: Arthur hurrikán (2014. július eleje)

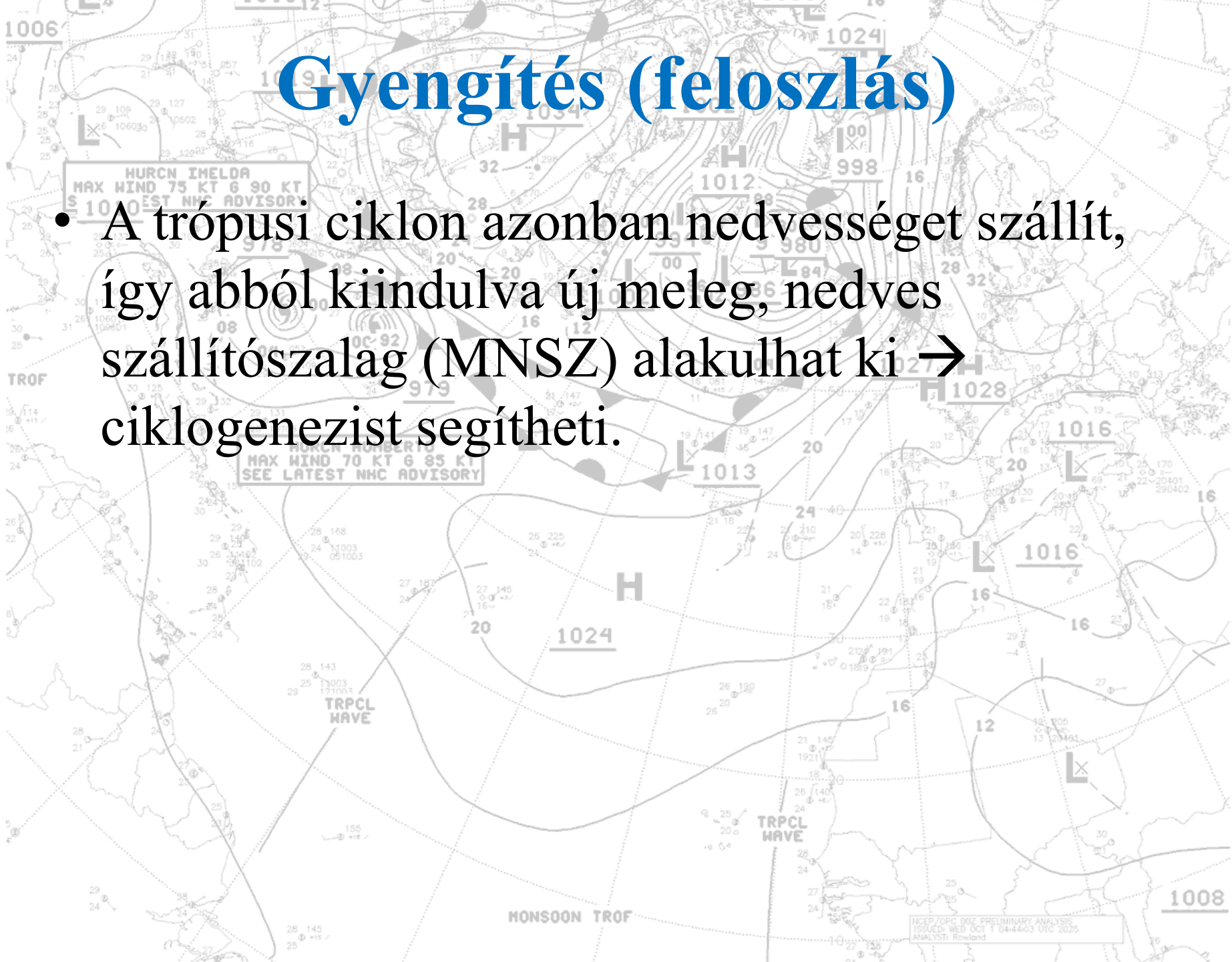


Gyengítés (feloszlás)

- A trópusi ciklon ebben az esetben csak a mérsékelt övi ciklon magassági áramlási rendszerével kerül kölcsönhatásba.
- Leggyakrabban a hátoldali száraz szállítószalaggal: az erős magassági áramlás nagy szélnyírást idéz elő, míg a száraz levegő gyengíti a ciklont, így az poszt-trópusivá alakul (megőrzi frontmentes struktúráját, de megszűnik benne a zivatarképződés).

Gyengítés (feloszlás)

- A trópusi ciklon azonban nedvességet szállít, így abból kiindulva új meleg, nedves szállítószalag (MNSZ) alakulhat ki → ciklogenezist segítheti.



Gyengítés (feloszlás)

2012.08.19. 00 UTC

mérsékelt övi ciklon
hullámzó frontrendszerrel

Gordon hurrikán

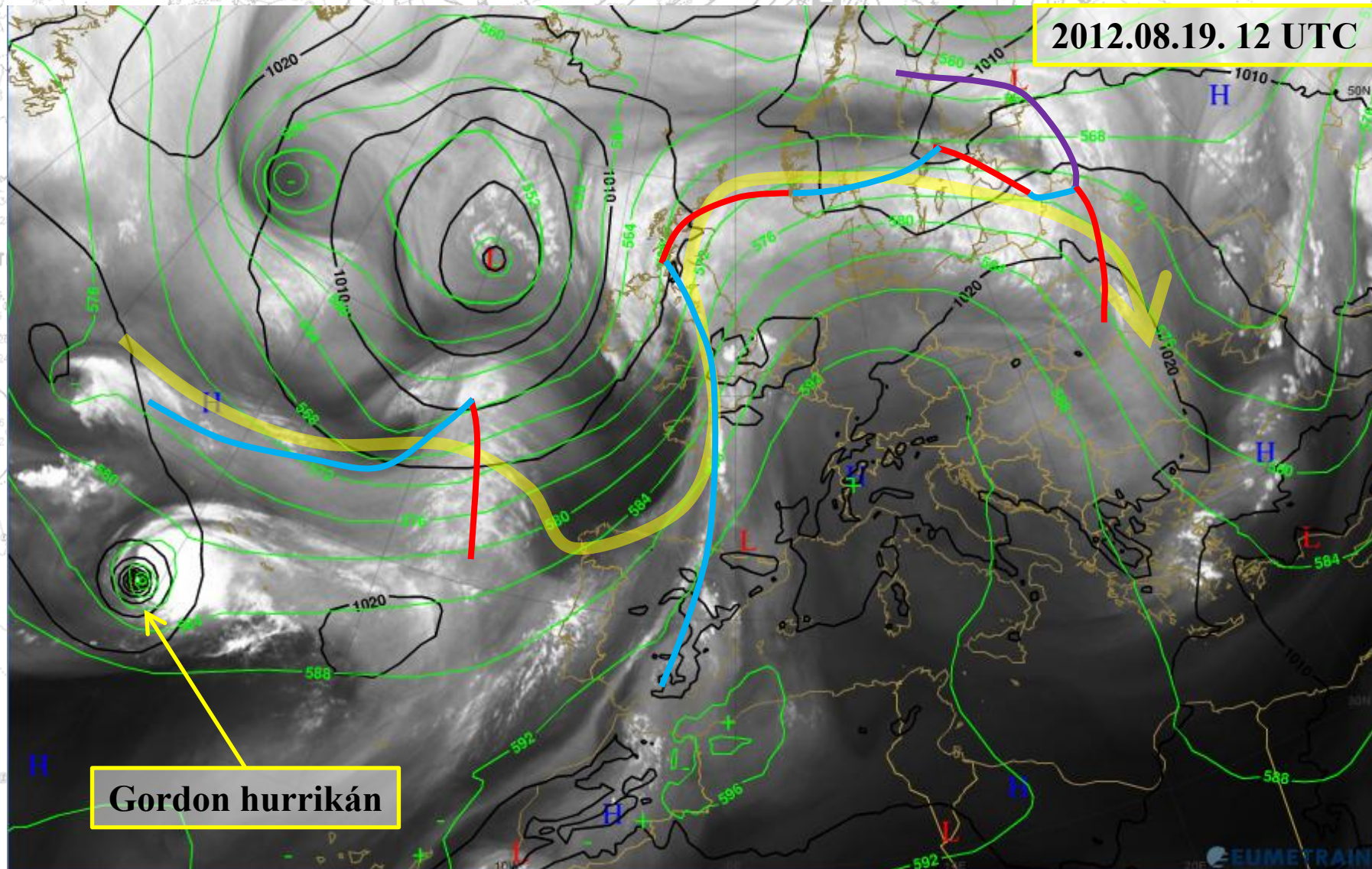
futóáramlás
körülbelüli helyzete

(forrás: <http://eumetrain.org/>)

EUROPEAN CENTRE FOR
MEDIUM-TERM WEATHER
ANALYSIS
ANALYST: Rowland

Gyengítés (feloszlás)

2012.08.19. 12 UTC



Gordon hurrikán

(forrás: <http://eumetrain.org/>)

EUROPEAN METEOROLOGICAL CENTRE
ANALYST: Rowland

Gyengítés (feloszlás)

2012.08.20. 00 UTC

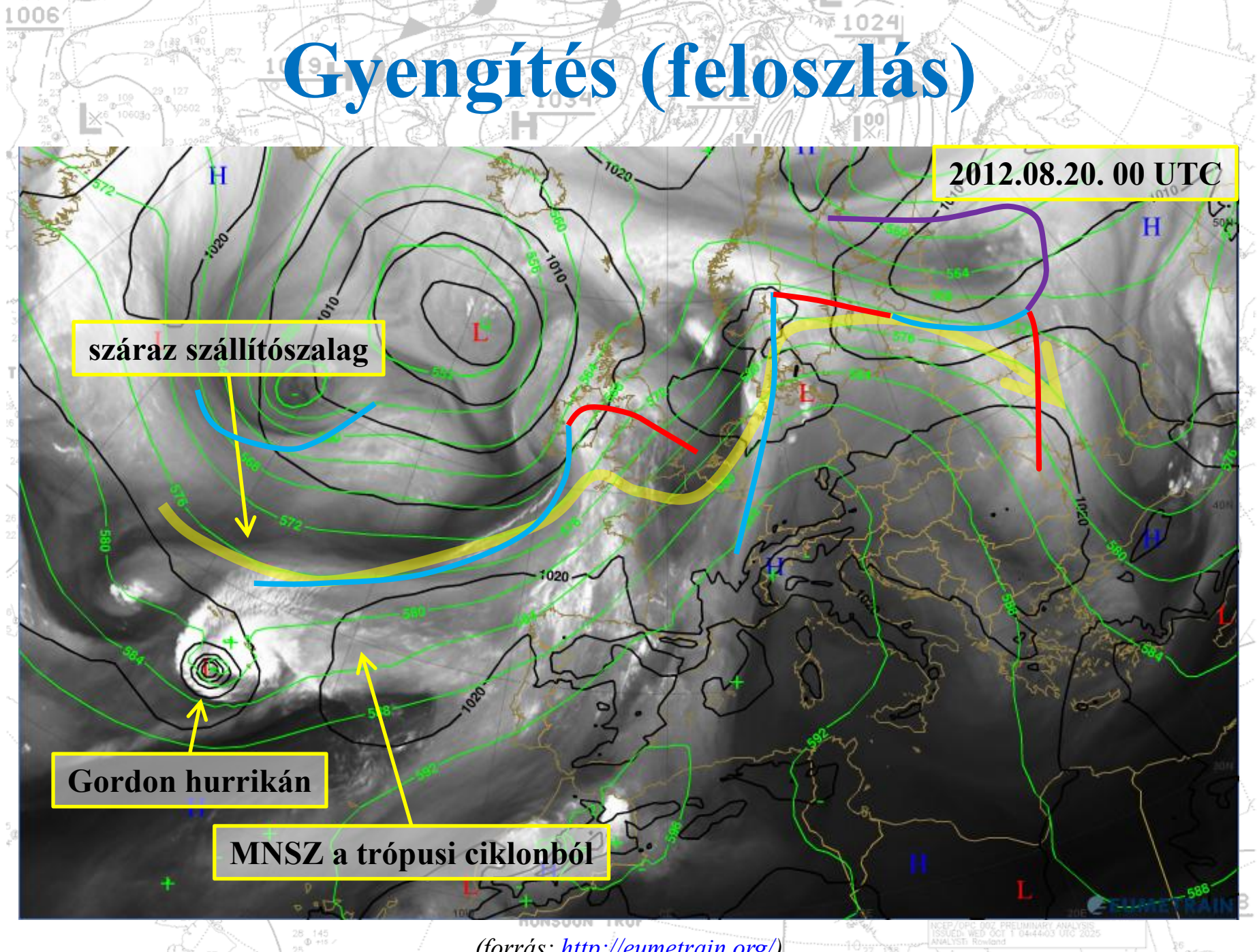
száraz szállítószalag

Gordon hurrikán

MNSZ a trópusi ciklonból

(forrás: <http://eumetrain.org/>)

ATLANTIC OCEAN PRELIMINARY ANALYSIS
300000 WGS 2011 11:04:4403 UTC 2012
ANALYST: Rowland



Gyengítés (feloszlás)

2012.08.20. 12 UTC

száraz szállítószalag

Gordon
trópusi vihar

MNSZ a trópusi ciklonból

(forrás: <http://eumetrain.org/>)

EUROPEAN CENTRE FOR
MEDIUM-TERM WEATHER FORECASTS
ANALYST: Rowland

Gyengítés (feloszlás)

2012.08.21. 00 UTC

Hszáraz szállítószalag

MNSZ a trópusi ciklonból

Ex-Gordon

(forrás: <http://eumetrain.org/>)

EUROPEAN CENTRE FOR
MEDIUM-TERM WEATHER FORECASTS
ANALYST: Rowland

EUMETRAIN

Gyengítés (feloszlás)

2012.08.21. 12 UTC

száraz szállítószalag

MNSZ a trópusi ciklonból

Ex-Gordon

(forrás: <http://eumetrain.org/>)

EUROPEAN CENTRE FOR
MEDIUM-TERM WEATHER FORECASTS
ANALYST: Rowland

EUMETRAIN

Gyengítés (feloszlás)

2012.08.22. 00 UTC

száraz szállítószalag

MNSZ a trópusi ciklonból

Ex-Gordon

(forrás: <http://eumetrain.org/>)

ATLANTIC OCEAN PRELIMINARY ANALYSIS
3000h UTC 2012 08 22 00 UTC 2025
ANALYST: Rowland

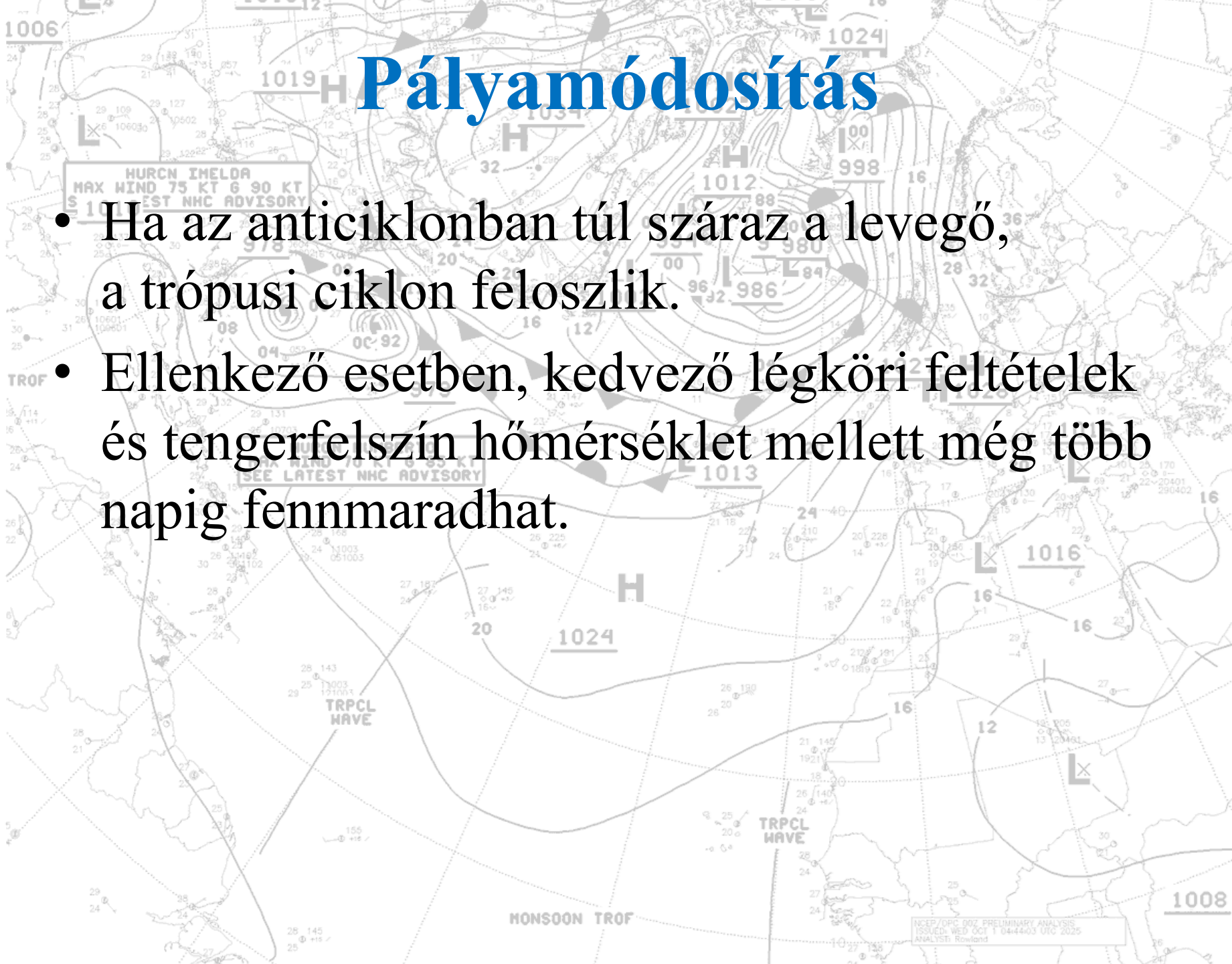
EUMETRAIN

Pályamódosítás

- A trópusi ciklon és a mérsékelt övi ciklon áramlási rendszere csak részlegesen kerül kölcsönhatásba.
- Mielőtt a két ciklon áramlási rendszere összekapcsolódhatna, egy magassági gerinc (a talajon anticiklon) ékelődik közéjük → a trópusi ciklon pályát változtat.

Pályamódosítás

- Ha az anticiklonban túl száraz a levegő, a trópusi ciklon feloszlik.
- Ellenkező esetben, kedvező légköri feltételek és tengerfelszín hőmérséklet mellett még több napig fennmaradhat.



Pályamódosítás

2012.09.18.

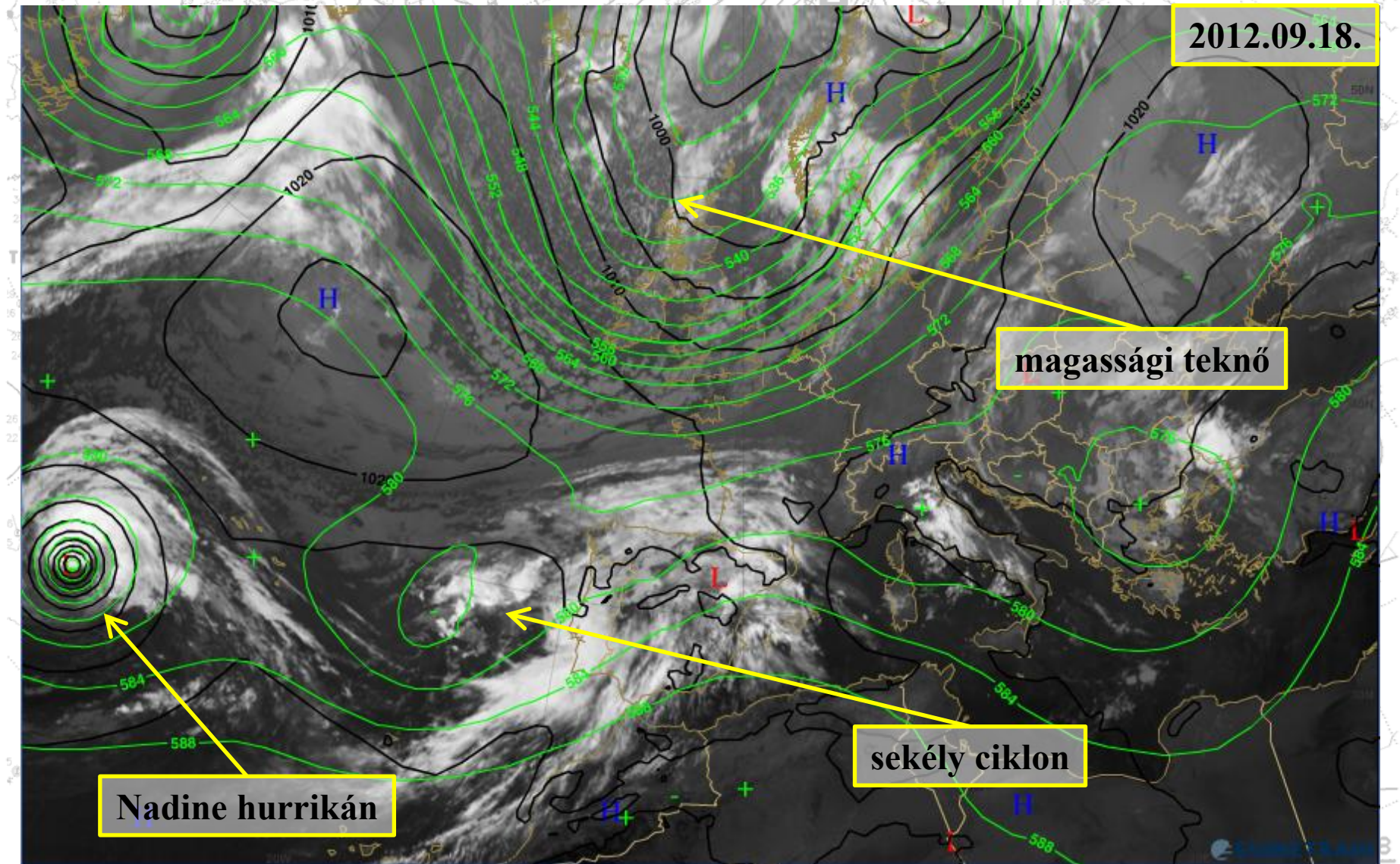
magassági teknő

sekély ciklon

Nadine hurrikán

(forrás: <http://eumetrain.org/>)

METEOFRONCE PRELIMINARY ANALYSIS
ASSEMBLY: WMO 2011 04-4403 UTC 2025
ANALYST: Rowland



Pályamódosítás

2012.09.22.

Nadine (TS)
a magassági teknőbe
ágyazva

új mérsékelt övi ciklon

(forrás: <http://eumetrain.org/>)

ATLANTIC OCEAN PRELIMINARY ANALYSIS
333000Z 20120921 11044403 UTC 2025
ANALYST: Rowland

Pályamódosítás

2012.09.23.

H Nadine (TS)
a magassági teknőbe
ágyazva

megerősödő mérsékelt
övi ciklon

MNSZ a trópusi ciklonból

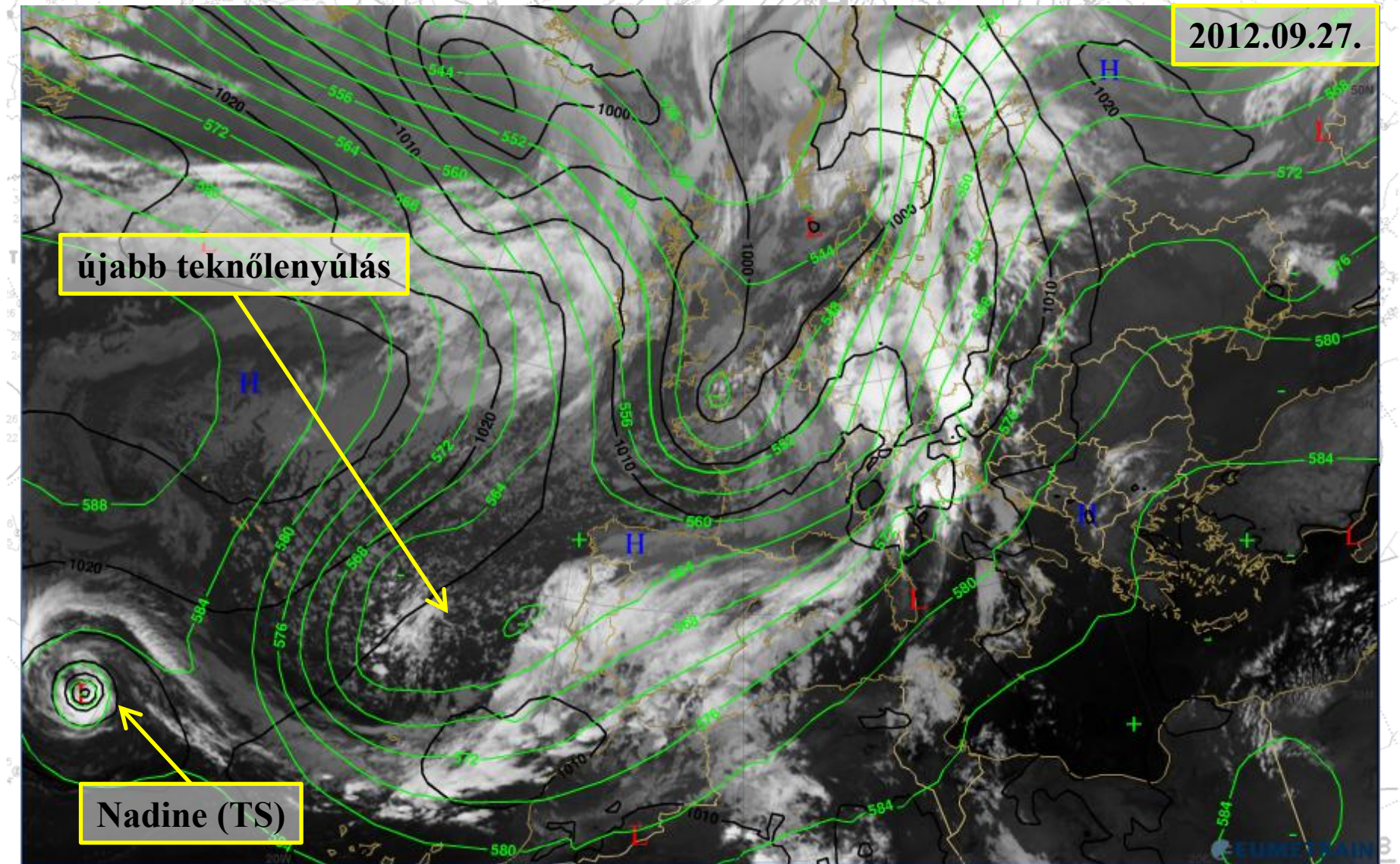
Pályamódosítás

2012.09.27.

újabb teknőlenyúlás

Nadine (TS)

(forrás: <http://eumetrain.org/>)



Pályamódosítás

2012.09.28.

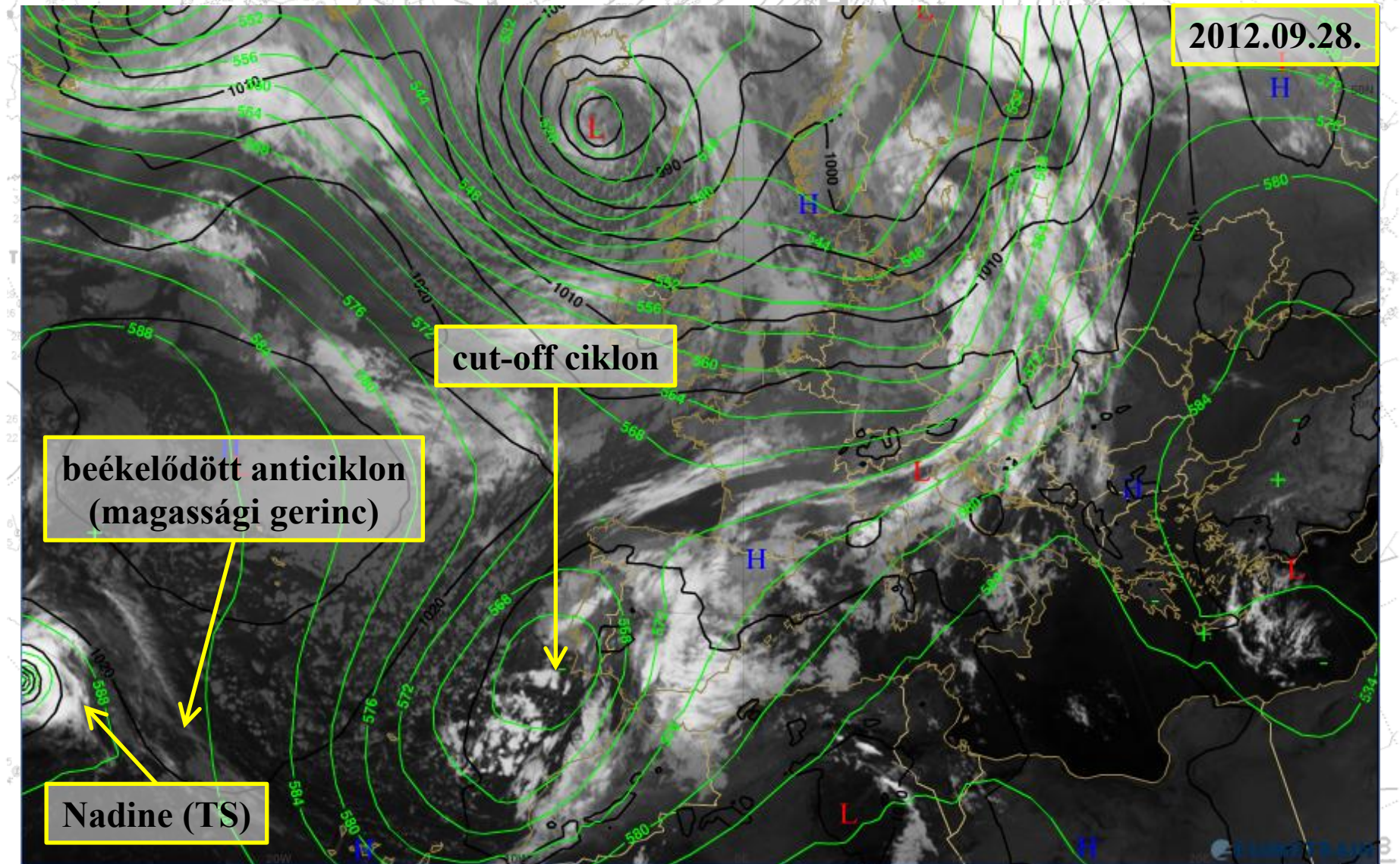
cut-off ciklon

beékelődött anticiklon
(magassági gerinc)

Nadine (TS)

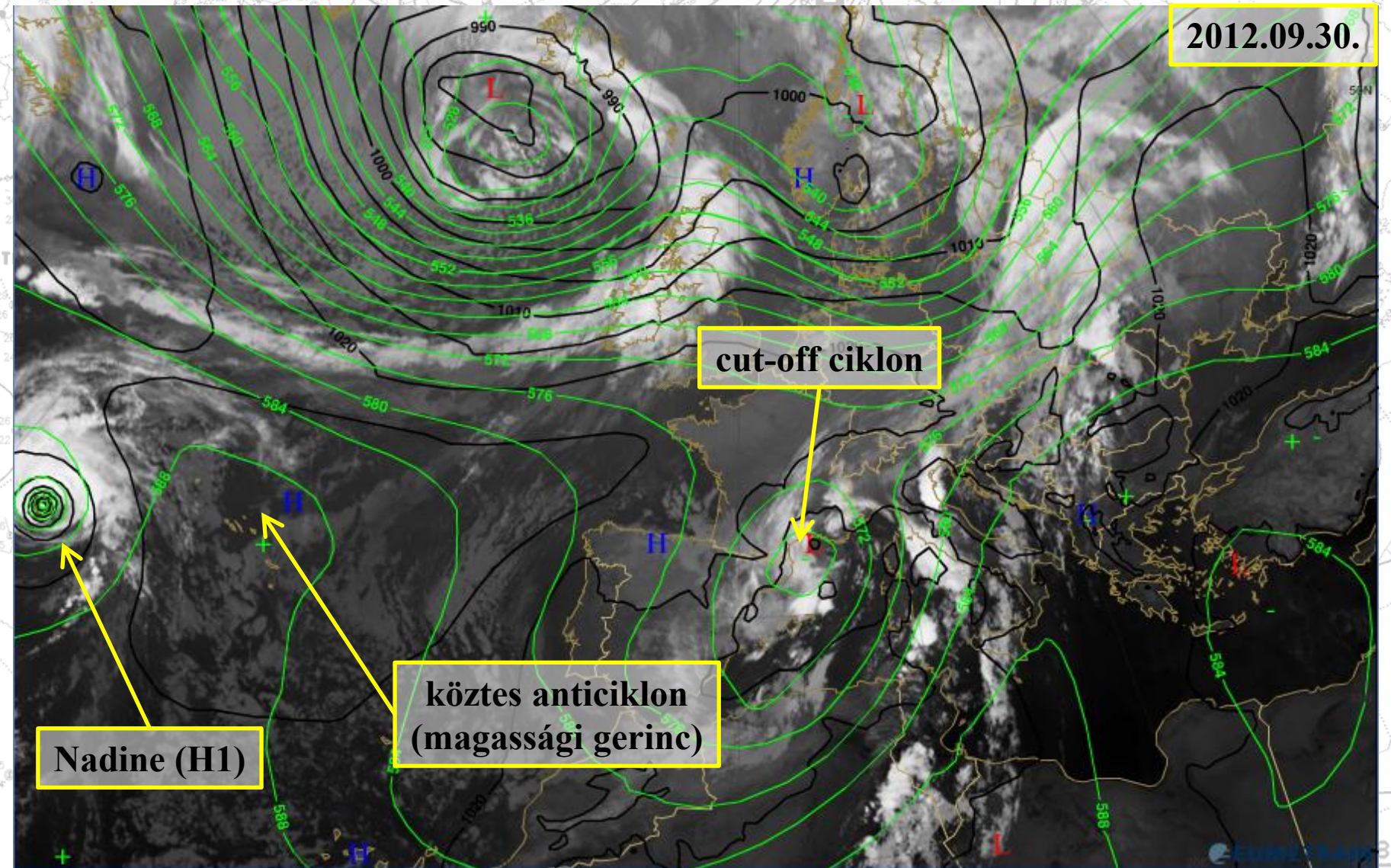
(forrás: <http://eumetrain.org/>)

ECMWF/ECMWF PRELIMINARY ANALYSIS
30SEP2012 001 11044403 UTC 2025
ANALYST: Rowland



Pályamódosítás

2012.09.30.



cut-off ciklon

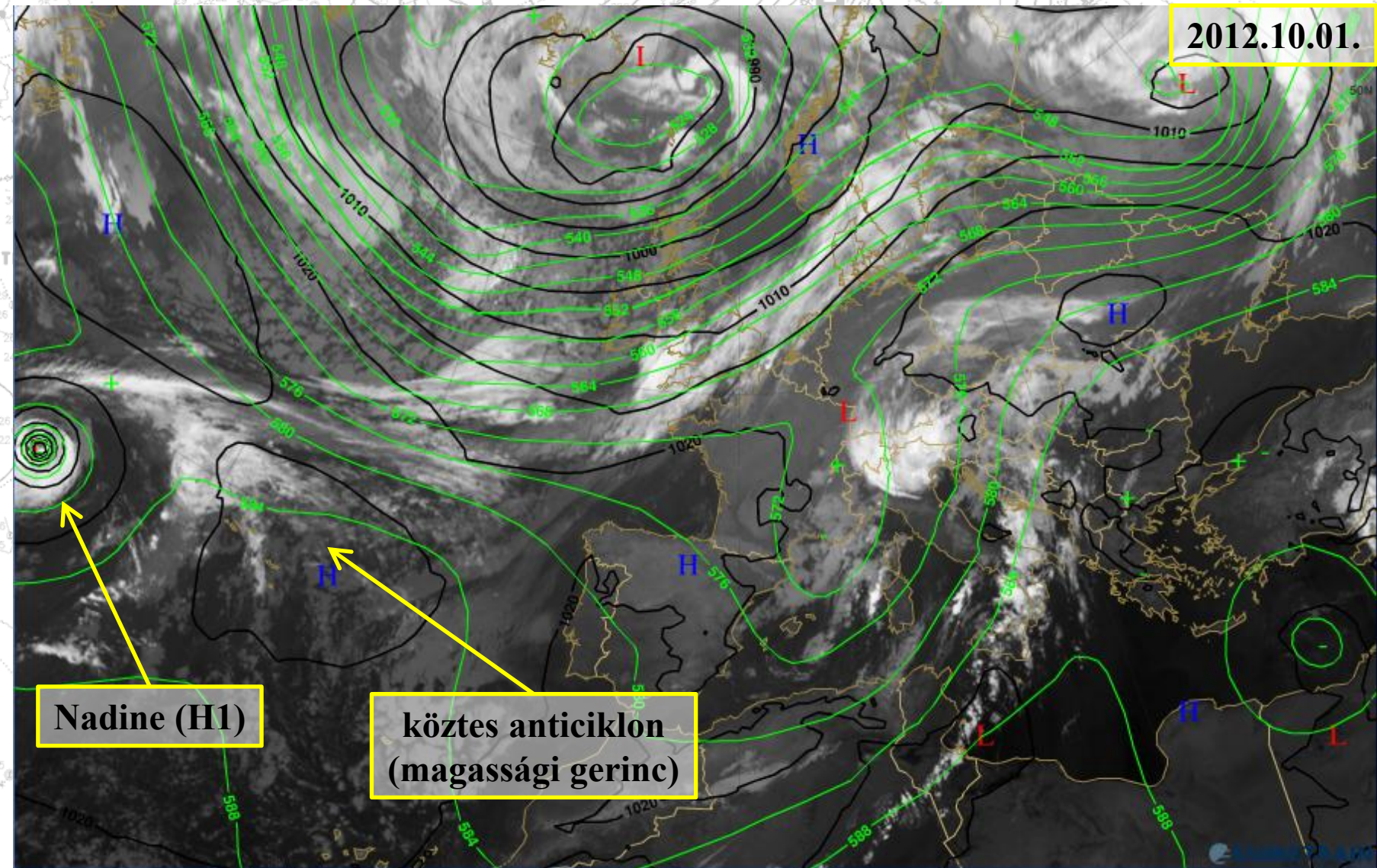
köztes anticiklon
(magassági gerinc)

Nadine (H1)

(forrás: <http://eumetrain.org/>)

Pályamódosítás

2012.10.01.



Nadine (H1)

köztes anticiklon
(magassági gerinc)

(forrás: <http://eumetrain.org/>)

MEDITERRANEAN PRELIMINARY ANALYSIS
330000Z WLD 2011 1044403 UTC 2025
ANALYST: Rowland

Pályamódosítás

2012.10.04.

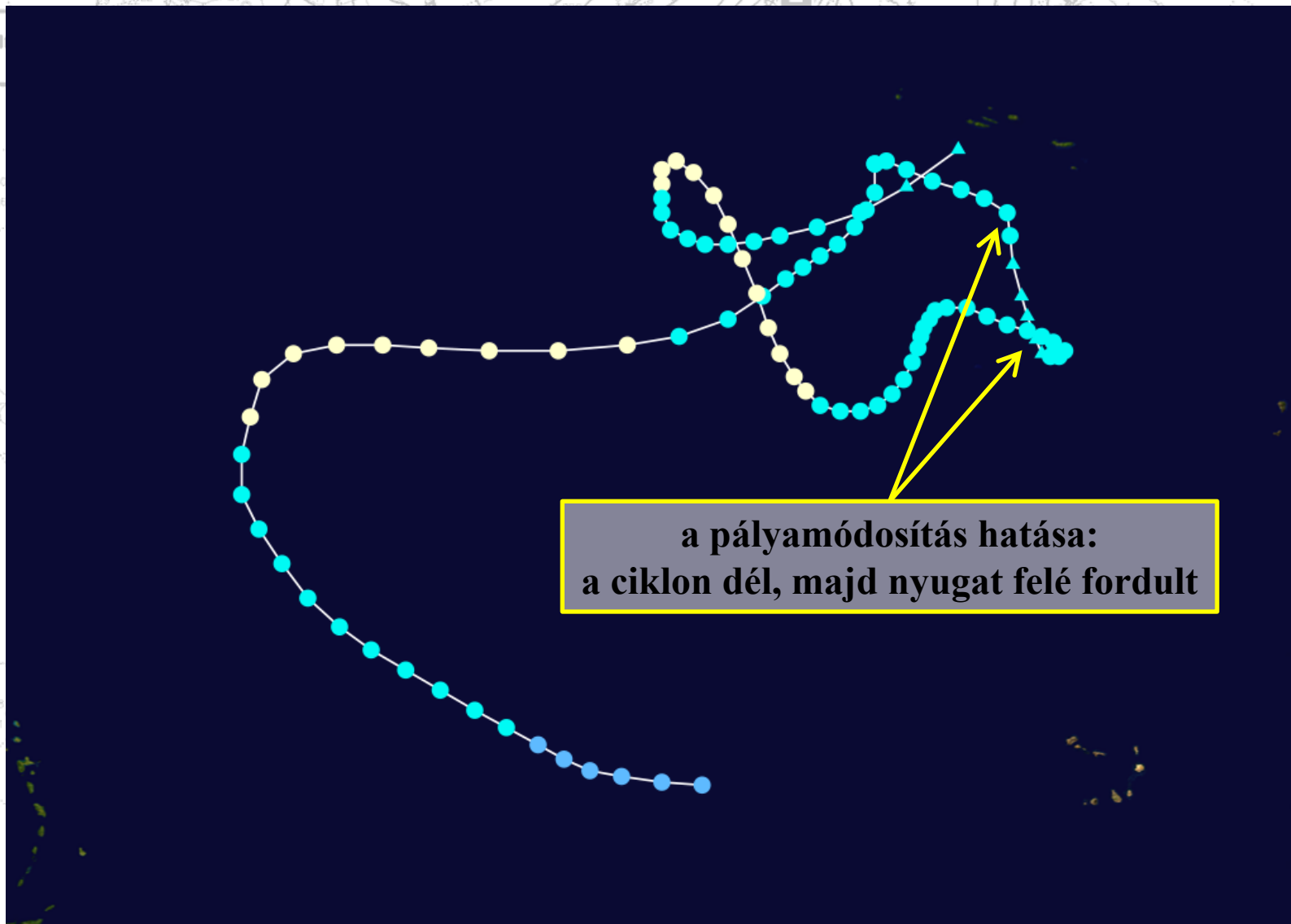
újabb magassági teknő

Ex-Nadine

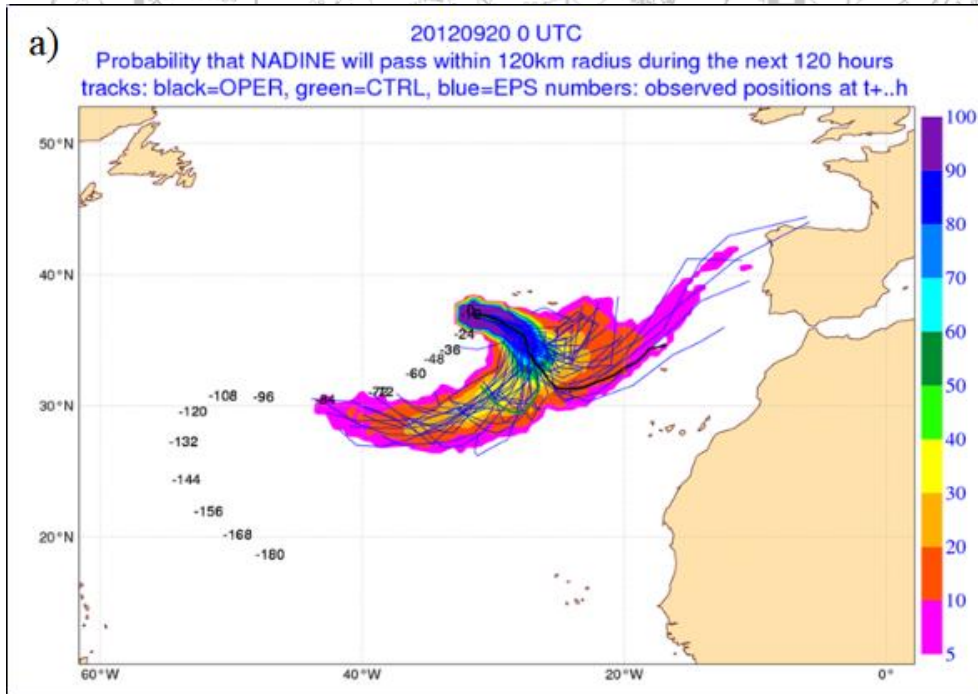
(forrás: <http://eumetrain.org/>)


INDO-PACIFIC OCEAN PRELIMINARY ANALYSIS
NOVEMBER 2011 11:04:44:03 UTC 2025
ANALYST: Rowland

Pályamódosítás



Pályamódosítás





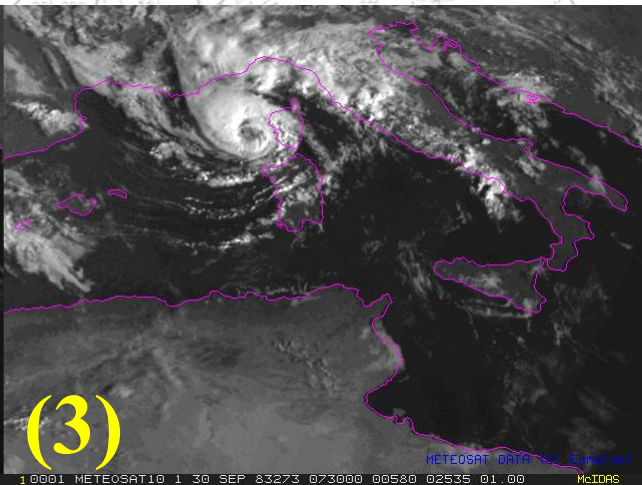
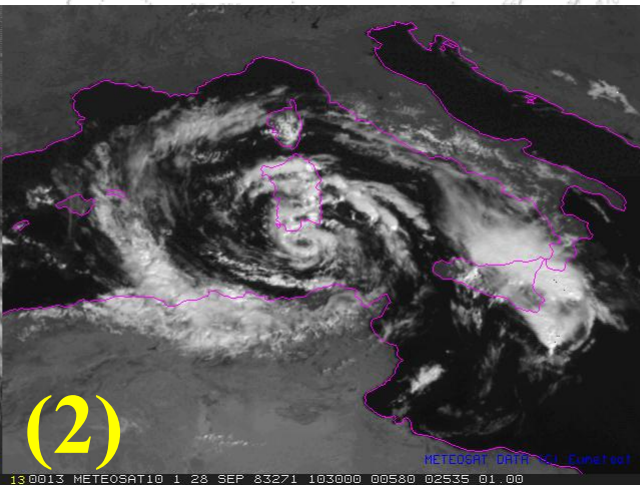
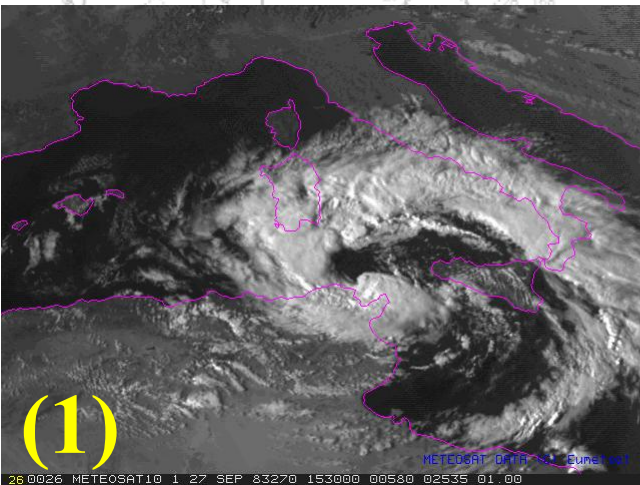
Trópusi jellegű mediterrán ciklonok (medikánok)

Medikánok

- **Medikán: mediterrán hurrikán** (angolból, de többségük nem éri el a hurrikán erősséget).
- Általánosan elfogadott definíciójuk még nincs, de többségében trópusi jelleget viselő, kis méretű ciklonok a Földközi-tenger (ritkábban a Fekete-tenger) felett.
- Leggyakrabban az őszi és téli hónapokban fordulnak elő.

Medikánok

- Trópusi átalakulás folyamata gyakori (klasszikus, frontokkal rendelkező mediterrán ciklon vagy magassági hidegörvény (1) → szubtrópusi típusú ciklon (2) → trópusi típusú ciklon (3)).



(forrás: EUMETSAT)

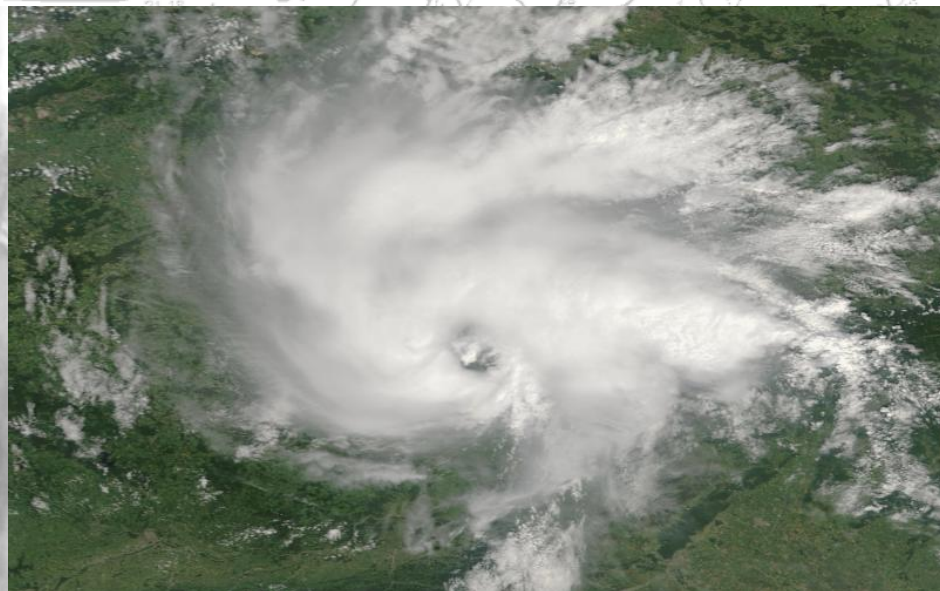
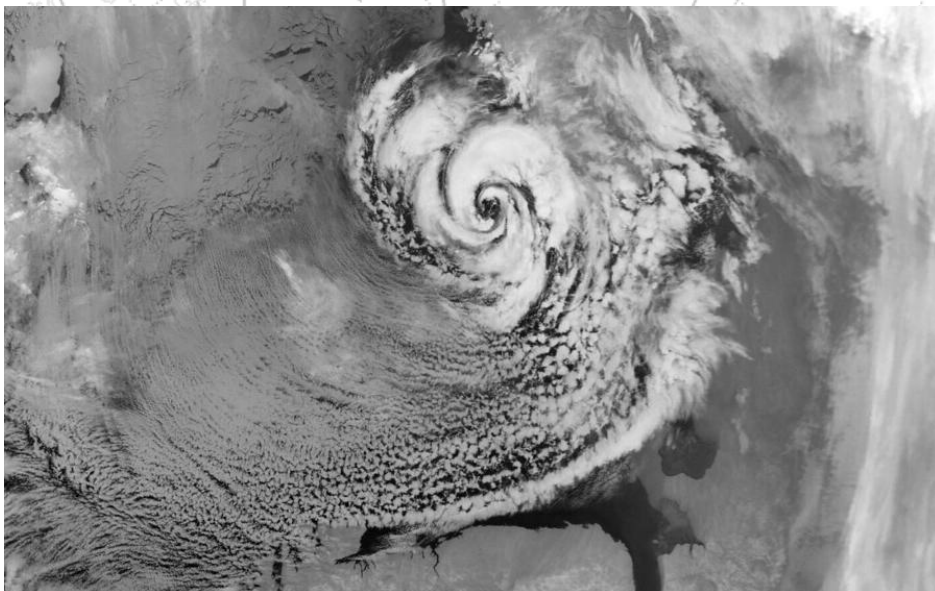
HONSOON TROF

NCMP/OPC 00Z PRELIMINARY ANALYSIS
330000Z SEP 03 11 044403 UTC 2025
ANALYST Rowland

1008

Medikánok

- Nem medikánok (és trópusi ciklonok):
 - poláris ciklon: a sarkvidéki, hideg óceánok felett jön létre
 - CMKR: cirkuláris mezoléptékű konvektív rendszer, szárazföld felett is létrejöhet



(források: NOAA, NASA)

Medikánok

- Fő veszélyforrások:

- intenzív csapadék → (villám)árvizek, földcsuszamlások, súlyos károk az infrastruktúrában

Gátszakadás Líbiában a Daniel medikán nyomán → Derna városának nagy részét elmosta a víz, több ezer halott



(források:
Planet Labs PBC,
Nahel Belgherze (Twitter/X))

HONSOON TROF

MEDITERRANEAN PRELIMINARY ANALYSIS
ATLAS: WLD3 OCT 1 04:44:03 UTC 2025
ANALYST: Rowland

Medikánok

- Fő veszélyforrások:

- szél, hullámmzás → főként a partvidéki területeken okozhatnak károkat

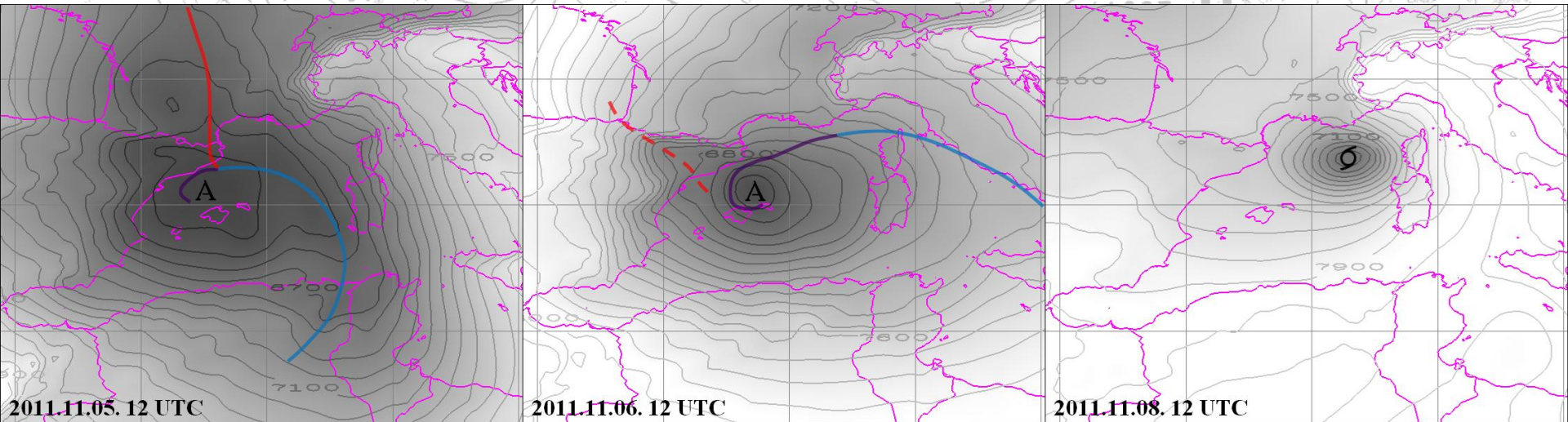


Partra sodort
hajók a Ianos
medikán után

(forrás: <https://www.noonsite.com/news/greece-ionian-islands-devastated-by-medicane/>)

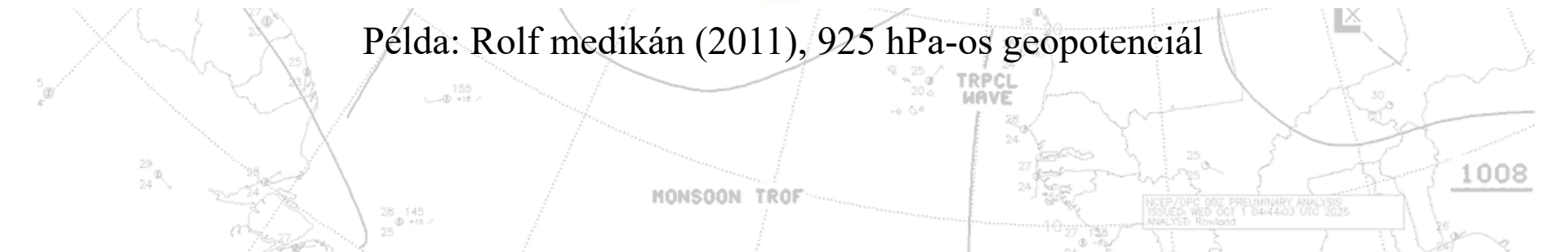
Medikánok

- Főbb szinoptikai jellemvonások:
 - trópusi átalakulás (nyomási mező változása)



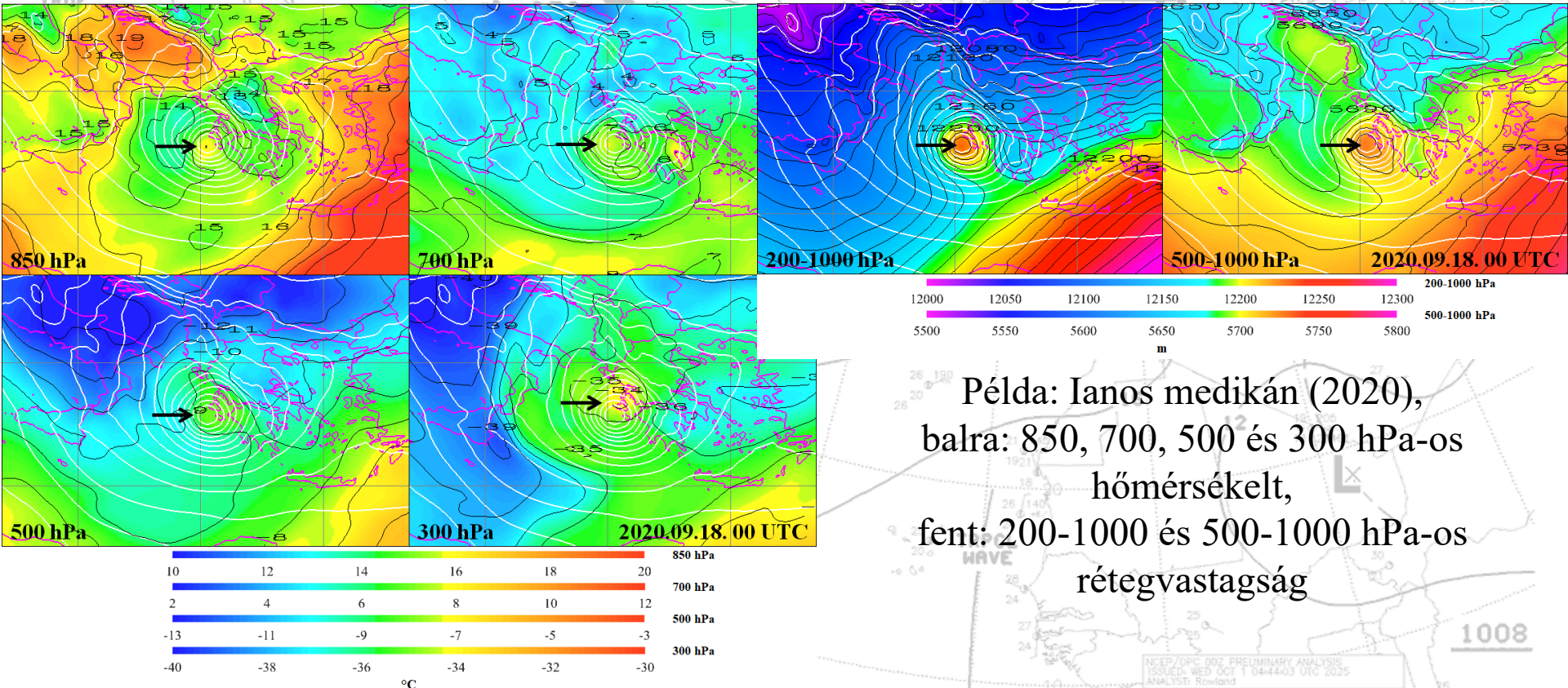
6000 6500 7000 7500 8000
 m^2/s^2

Példa: Rolf medikán (2011), 925 hPa-os geopotenciál



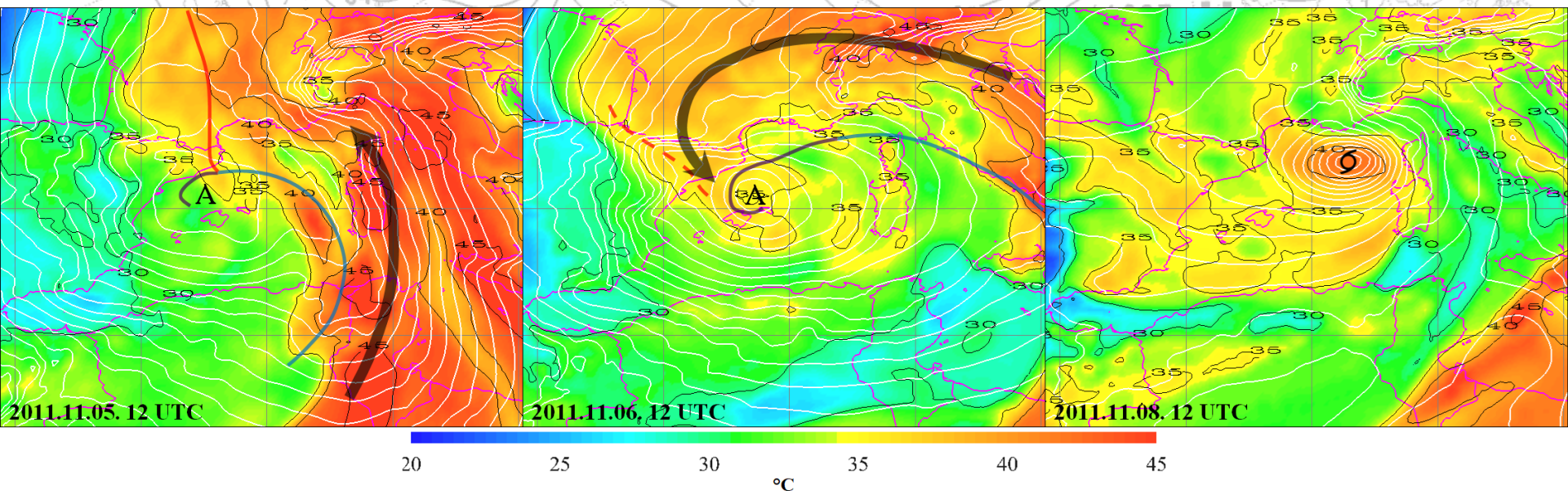
Medikánok

- Főbb szinoptikai jellemvonások:
 - meleg mag (egyes rétegek hőmérséklete, vagy rétegvastagság)



Medikánok

- Főbb szinoptikai jellemvonások:
 - meleg mag (MNSZ felcsavarodása, Shapiro-Keyser)



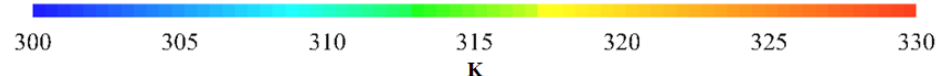
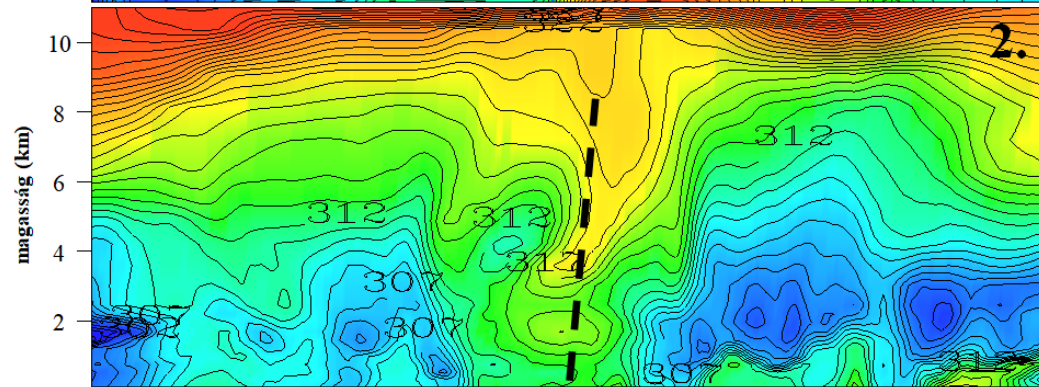
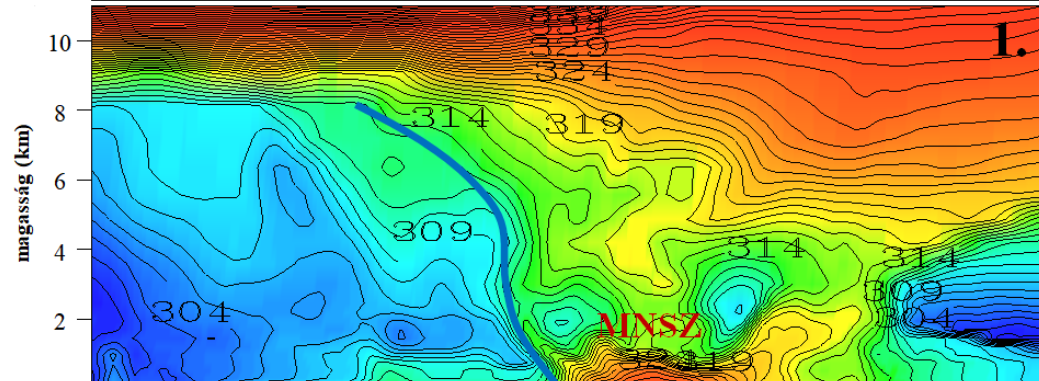
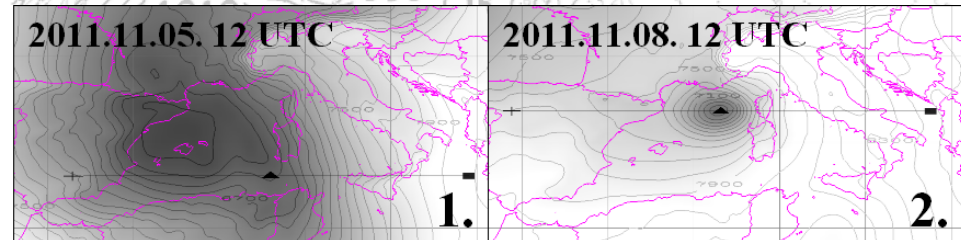
Példa: Rolf medikán (2011), 850 hPa-os ekvivalens potenciális hőmérséklet



Medikánok

- Főbb szinoptikai jellemvonások:
 - meleg mag (MNSZ felcsavarodása, Shapiro-Keyser)

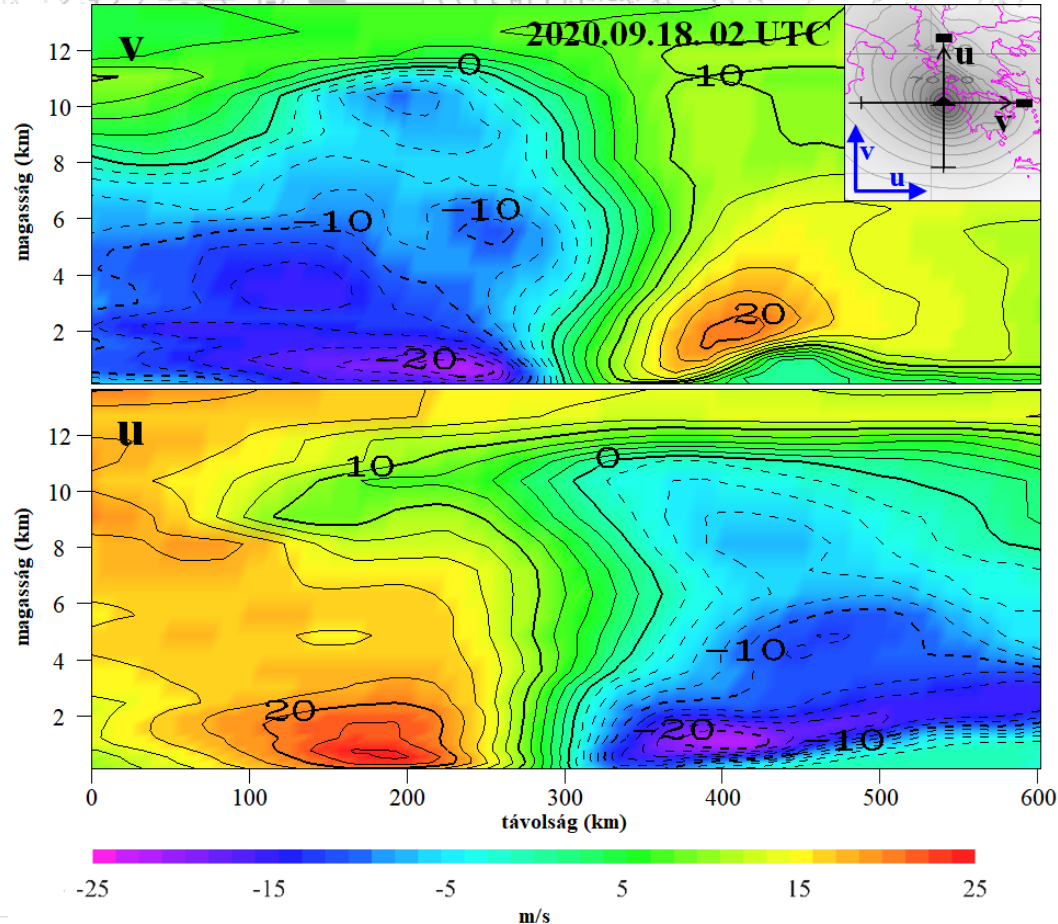
Példa: Rolf medikán (2011), az ekvivalens potenciális hőmérséklet vertikális metszete



Medikánok

- Főbb szinoptikai jellemvonások:
 - szimmetrikus szélmező,
 - alacsonyszintű szélmaximum

Példa: Ianos medikán (2020),
a szélesebbesség vertikális
metszete



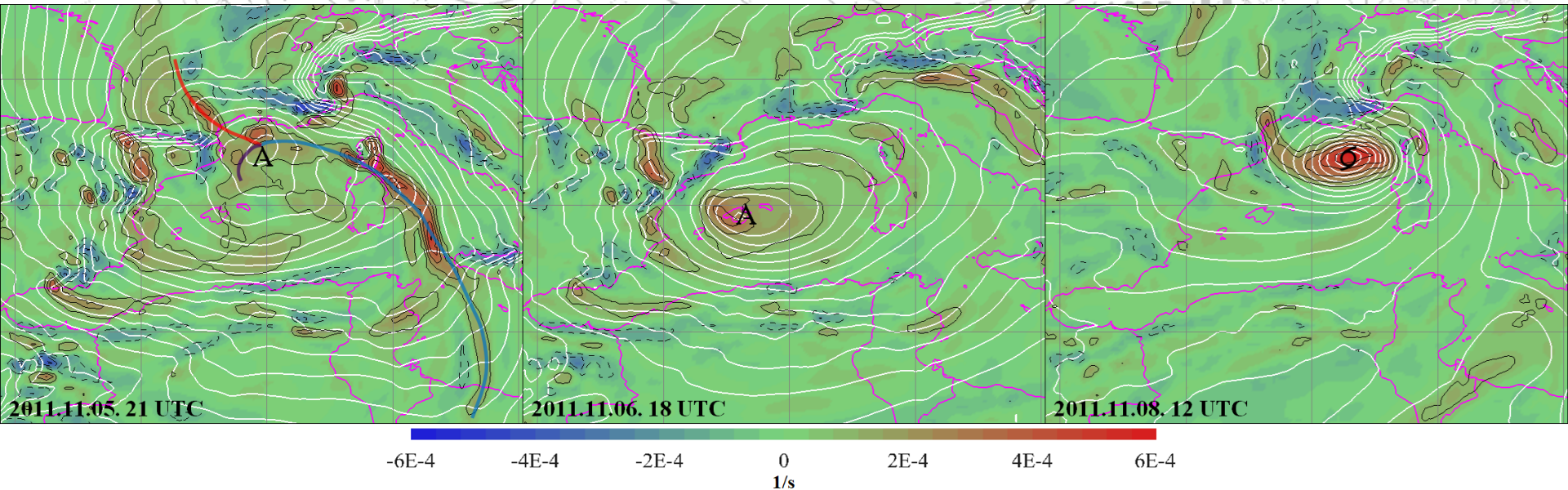
HONSOON TROF

1008

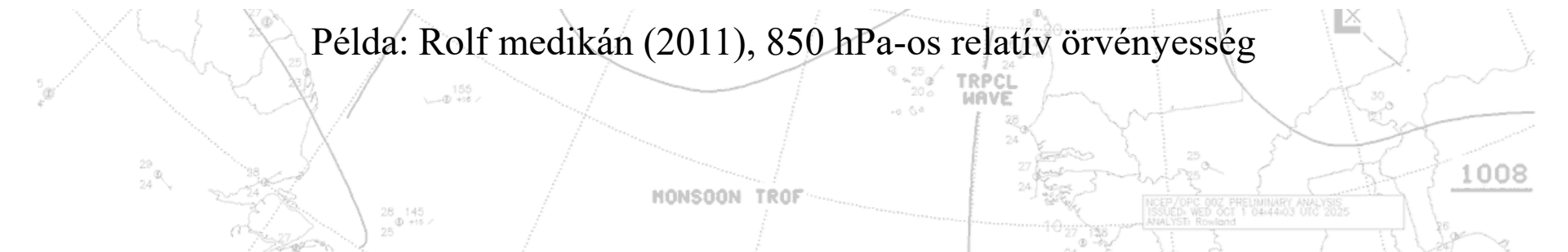
NCMP/OPIC 00Z PRELIMINARY ANALYSIS
3525Z WED OCT 1 04:4403 UTC 2025
ANALYST: Rowland

Medikánok

- Főbb szinoptikai jellemvonások:
 - koncentrált alacsonyszintű relatív örvényesség



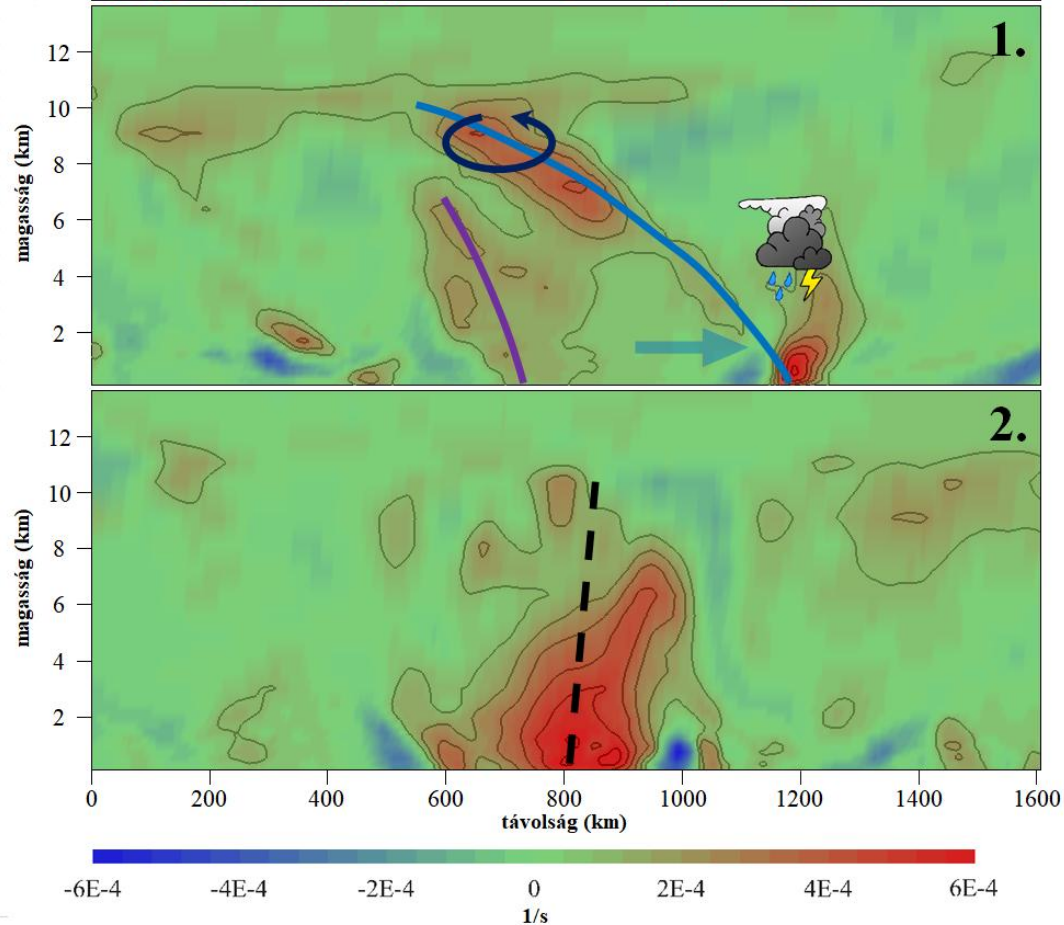
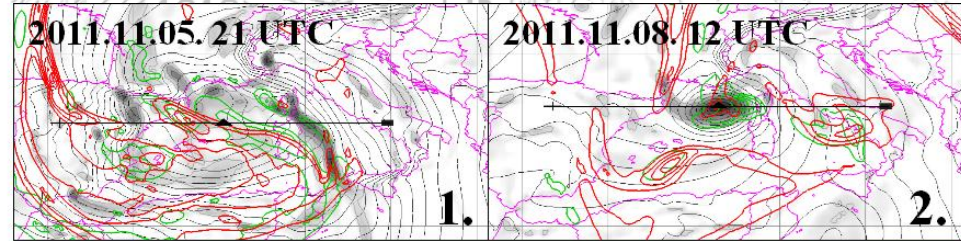
Példa: Rolf medikán (2011), 850 hPa-os relatív örvényesség



Medikánok

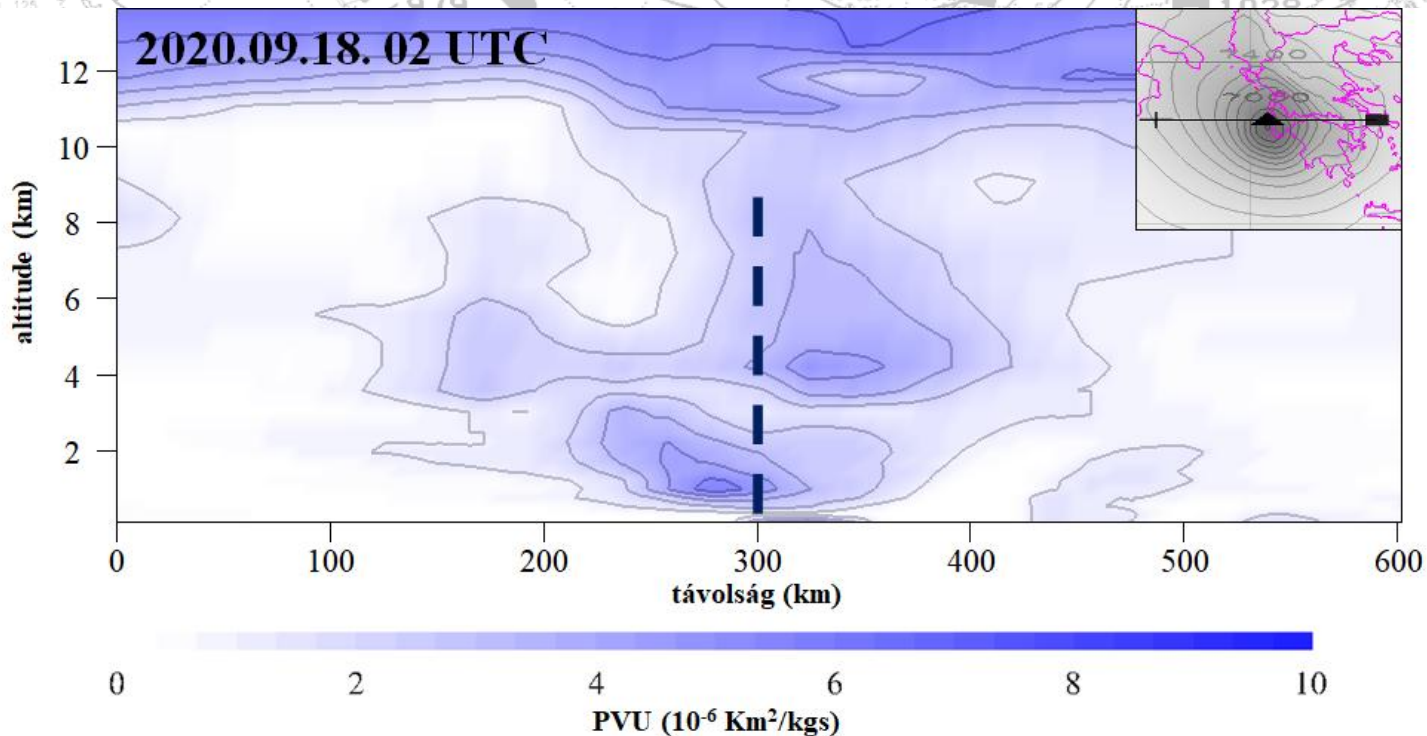
- Főbb szinoptikai jellemvonások:
 - koncentrált alacsonyszintű relatív örvényesség

Példa: Rolf medikán (2011),
a relatív örvényesség vertikális
metszete



Medikánok

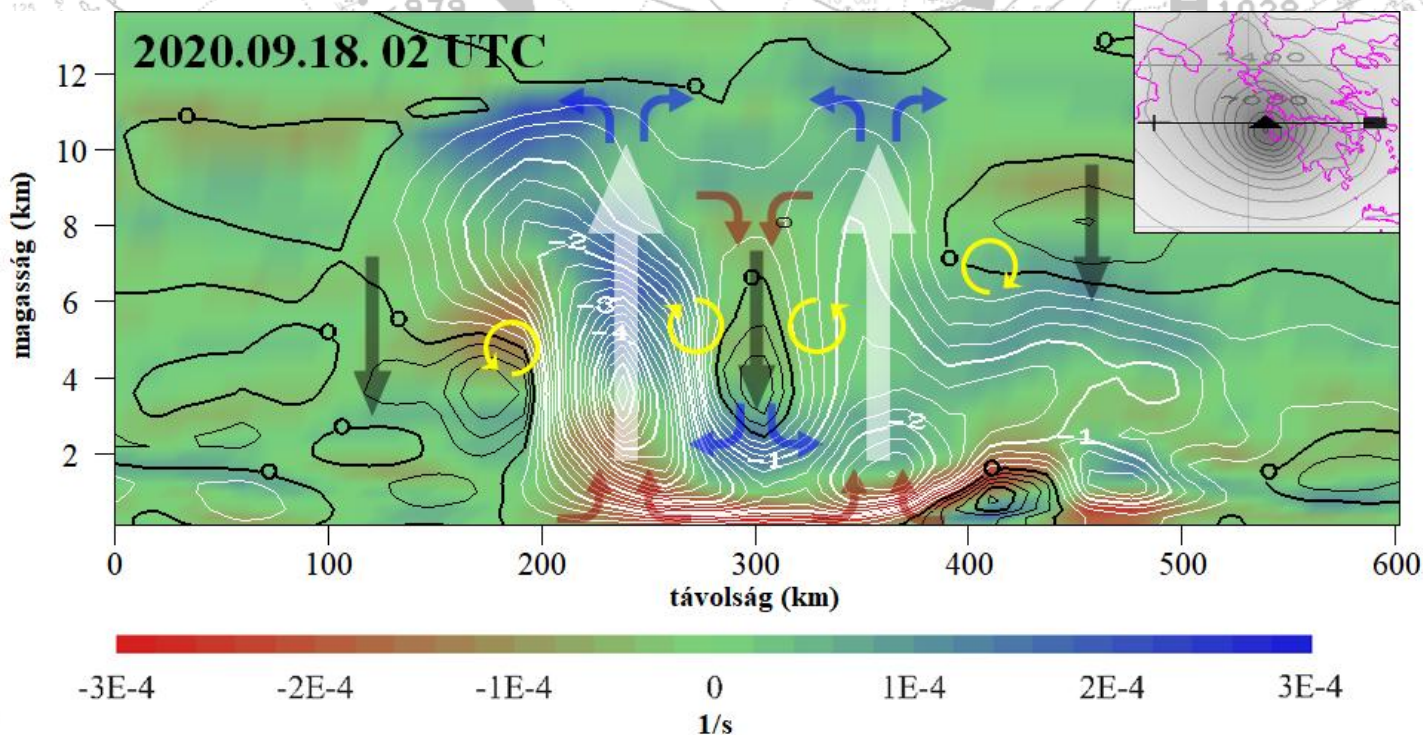
- Főbb szinoptikai jellemvonások:
 - potenciális örvényességi torony, alacsonyszintű maximummal



Példa: Ianos medikán (2020), a potenciális örvényesség vertikális metszete

Medikánok

- Főbb szinoptikai jellemvonások:
 - másodlagos cirkuláció (csak erős medikánok esetén jelenik meg)



Példa: Ianos medikán (2020), a divergencia (színezés) és a vertikális sebesség (fekete-fehér vonalak) vertikális metszete

Medikánok

- További információk:

- <https://zivipotty.hu/medikanok.html>

- https://zivipotty.hu/medikan_esetek.html

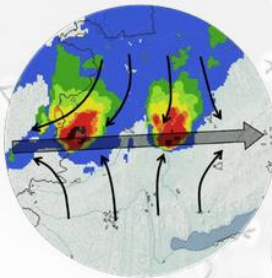
Tudomány, érdekessegek:



Felhőatlasz



Általános ismertető a zivatarokról



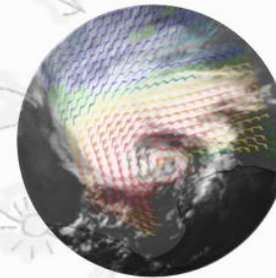
Jellegzetes Vas vármegyei szupercella útvonalak



* Sarkvidéki légköri jelenségek Magyarországról



Medikánok: ismertető és adatbázis



Medikánok: komplex elemzések