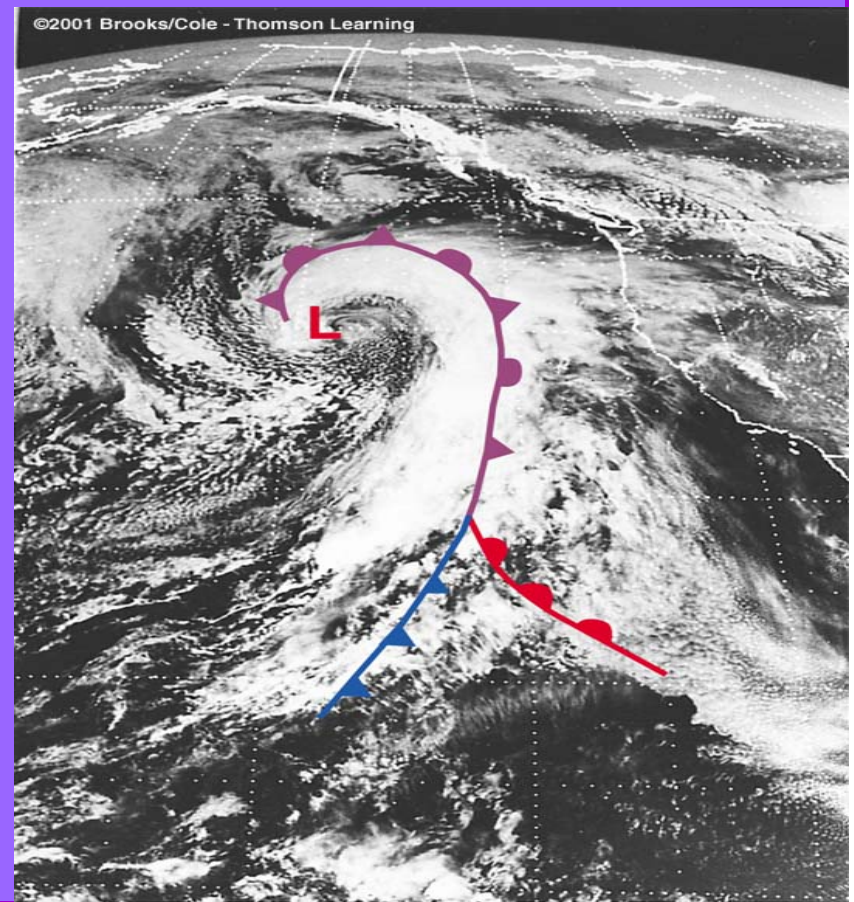
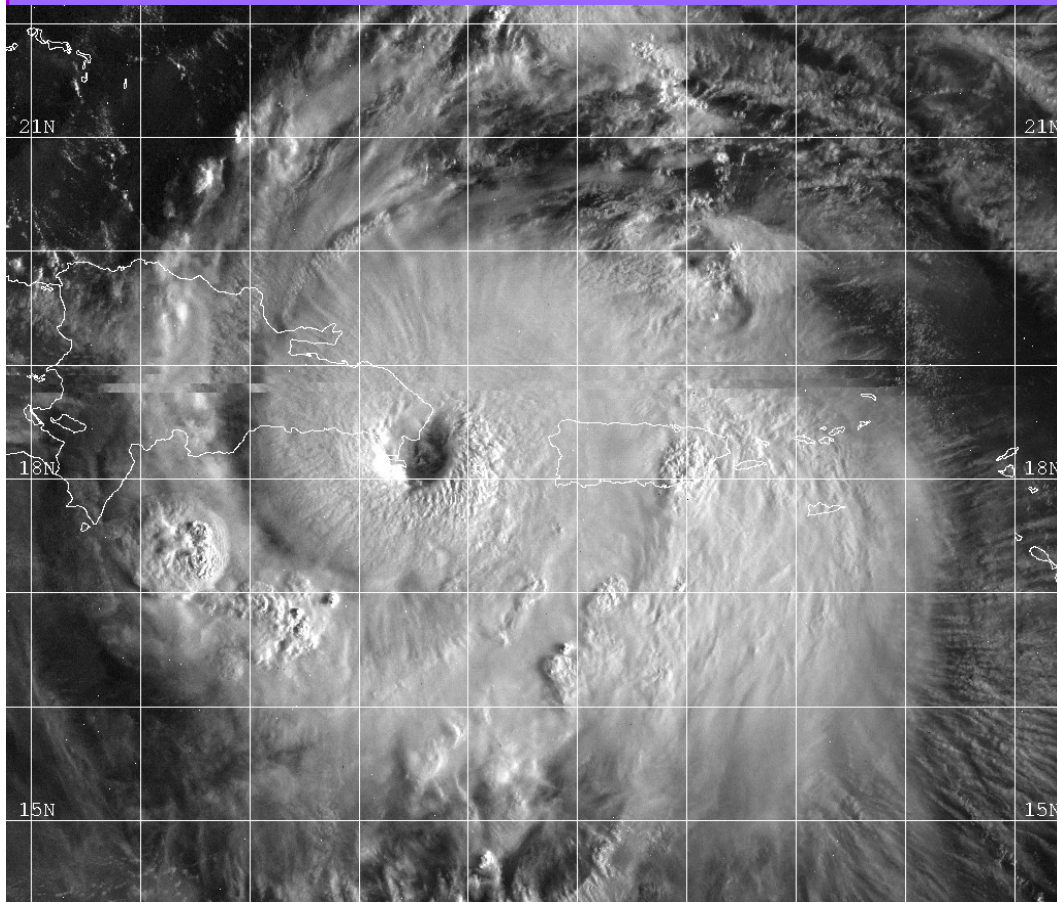


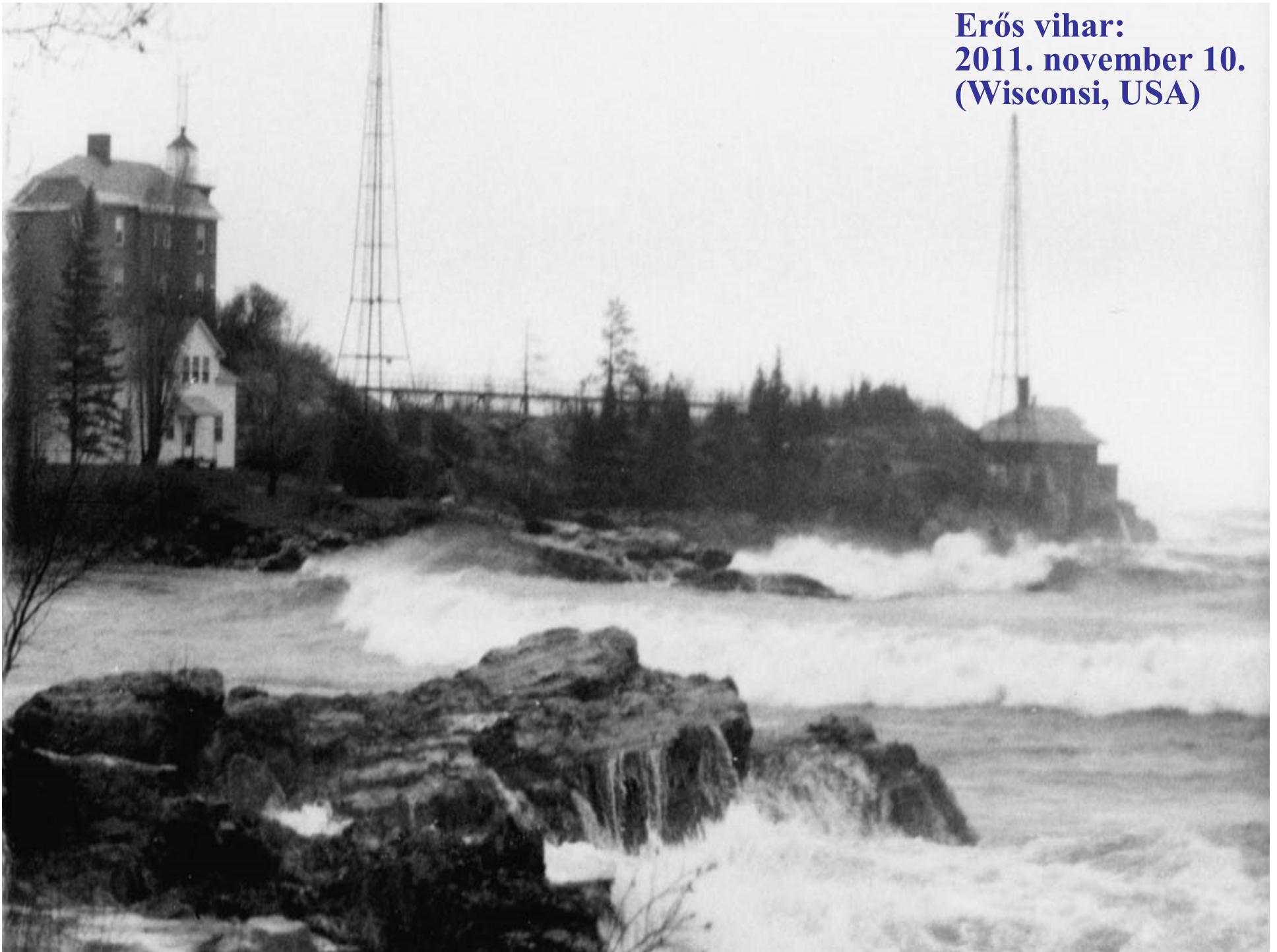
MÉRSÉKELTÖVI CIKLONOK, TRÓPUSI CIKLONOK, HURRIKÁNOK

Bartholy Judit

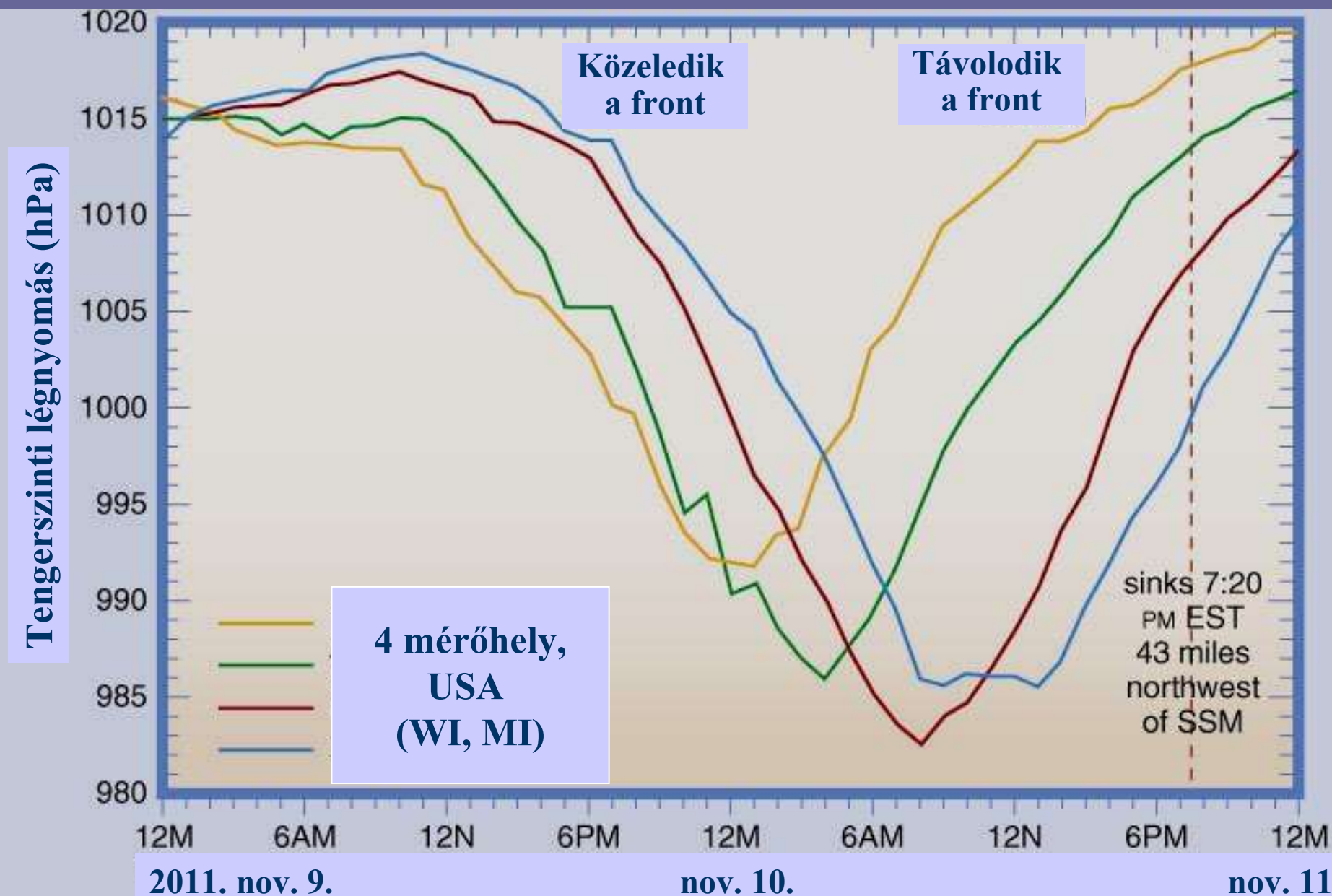


Mérsékeltövi ciklonok, anticiklonok

**Erős vihar:
2011. november 10.
(Wisconsin, USA)**



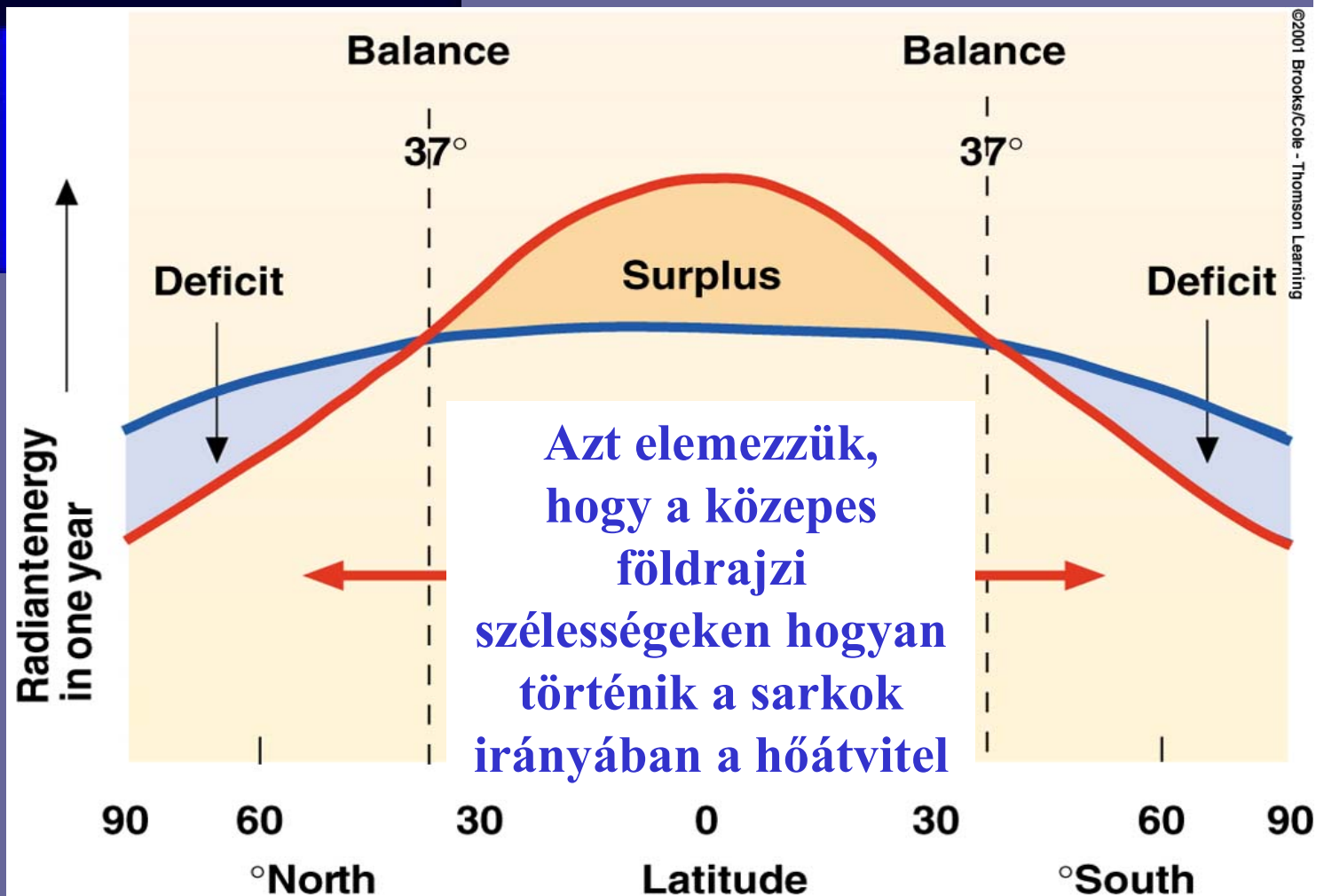
A légnyomás alakulása



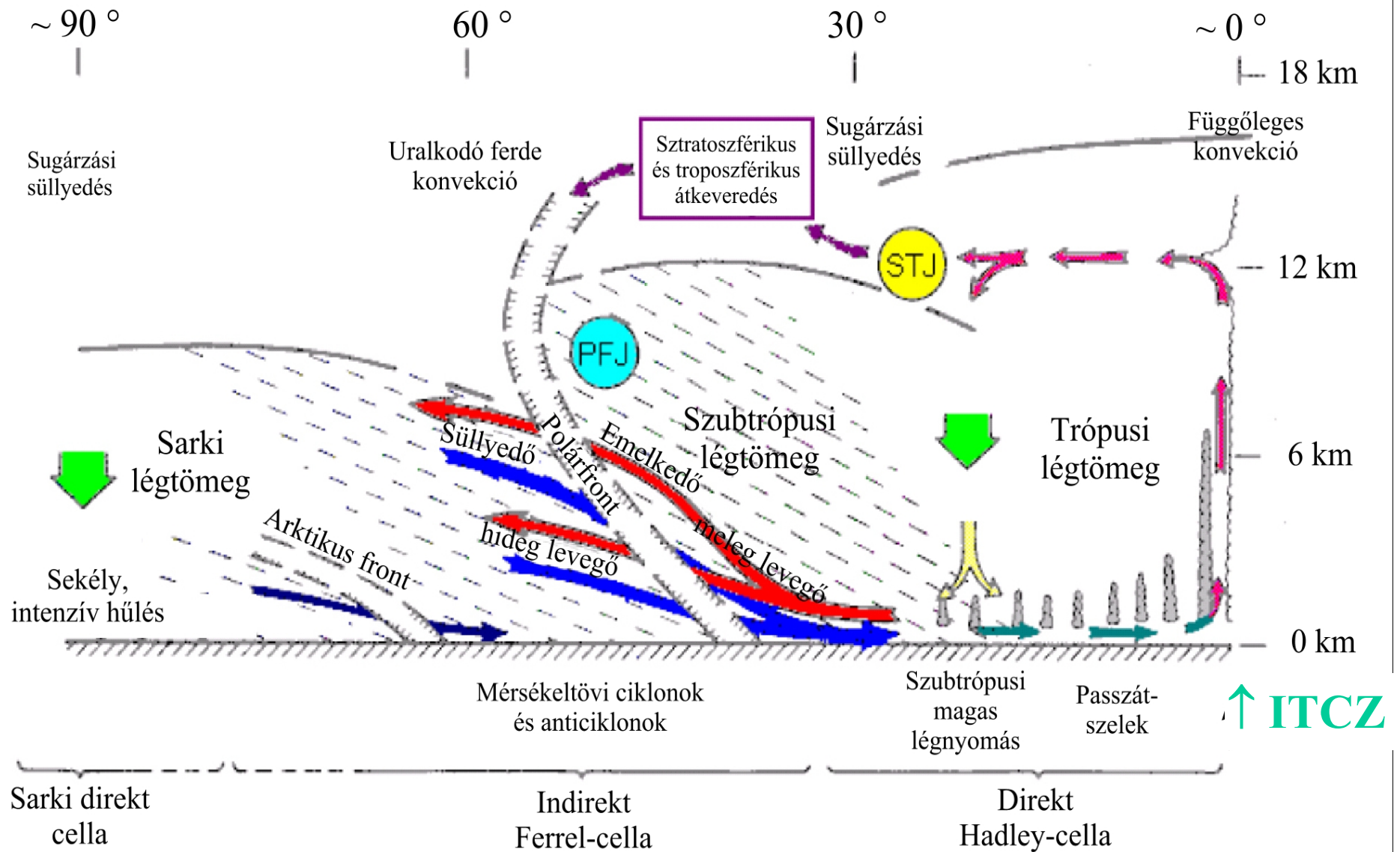
Latitudinal Energy Balance



Atmospheric and oceanic circulation transport surplus tropical energy toward poles

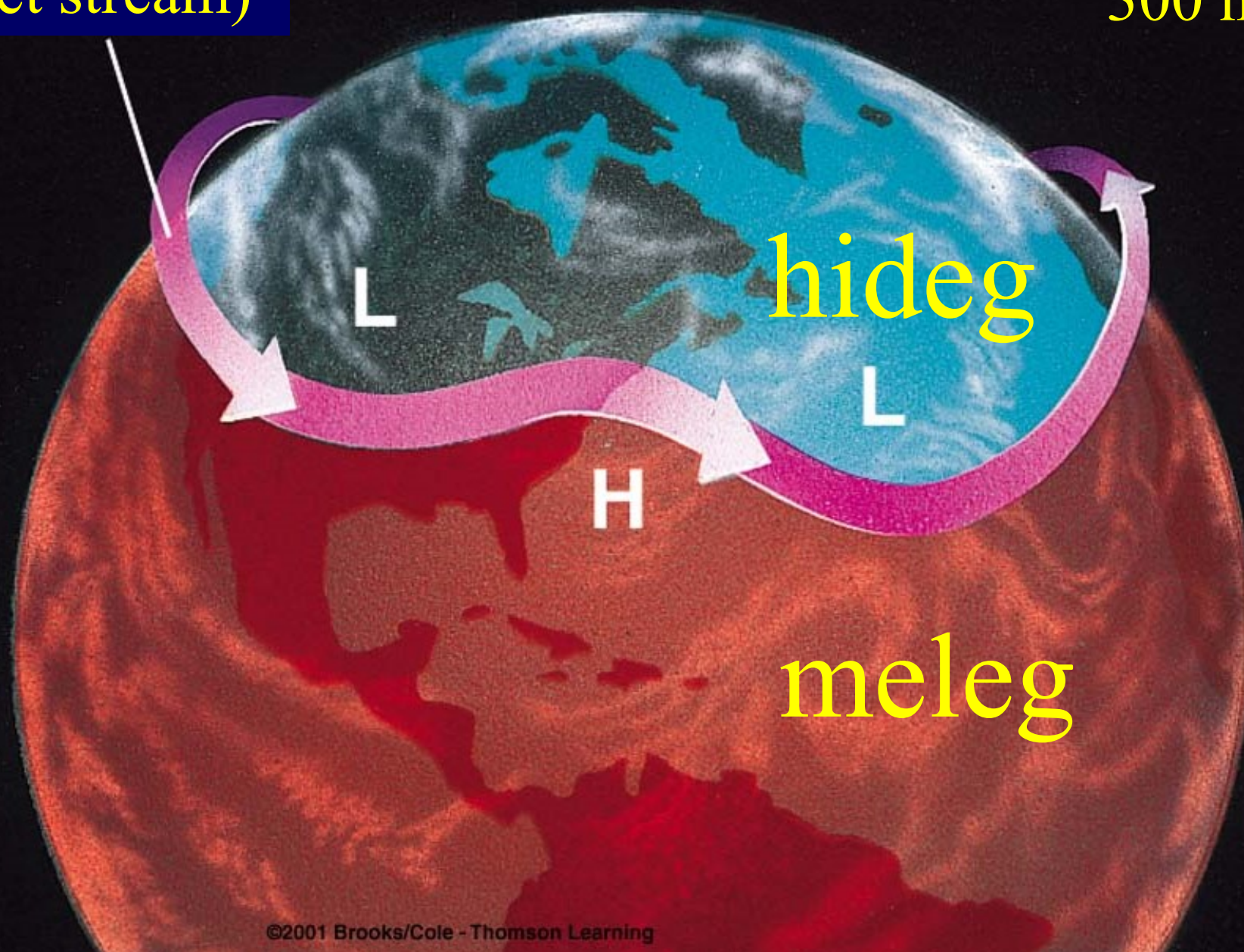


Az alsó légkör keresztmetszete



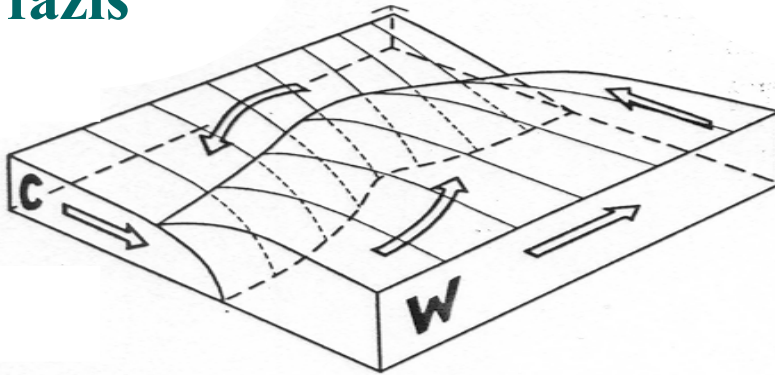
Futóáramlás
(jet stream)

300 hPa

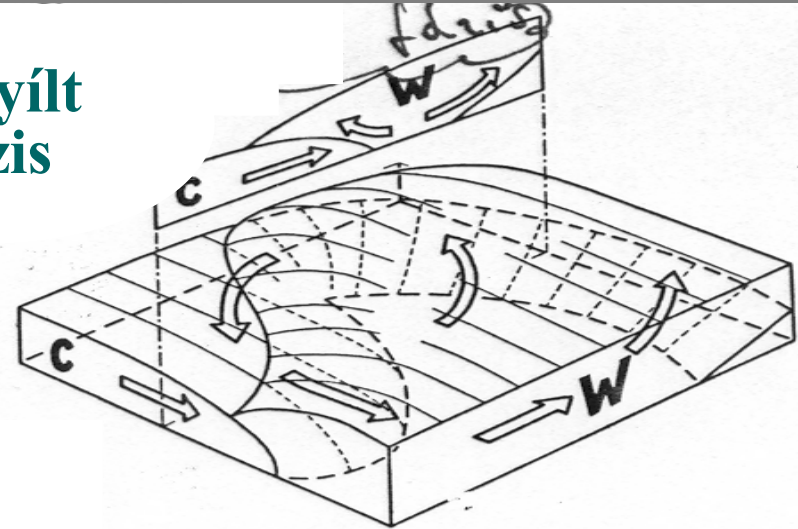


Mérsékeltövi ciklonok keletkezése

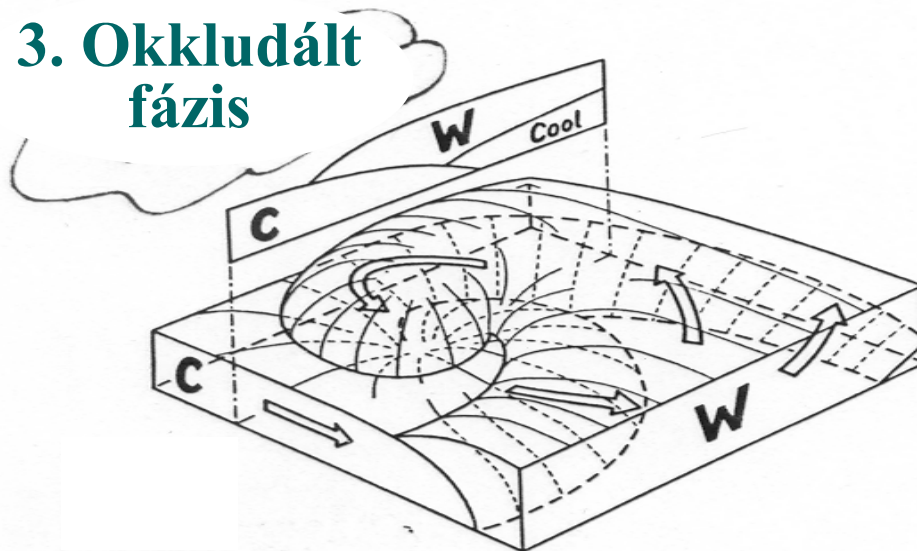
1. Korai
fázis



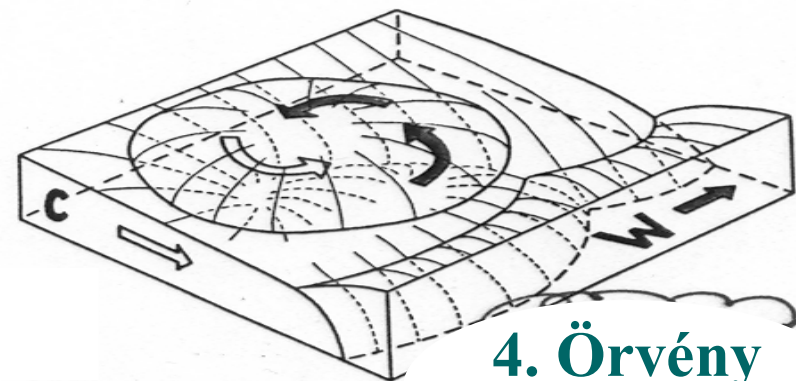
2. Nyílt
fázis



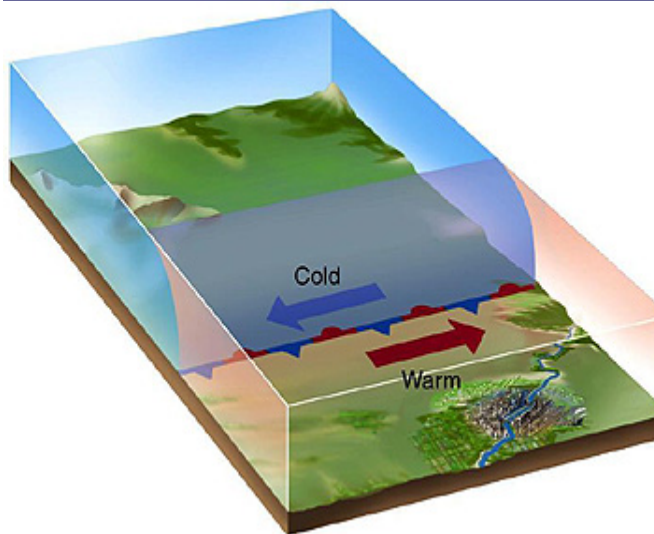
3. Okkludált
fázis



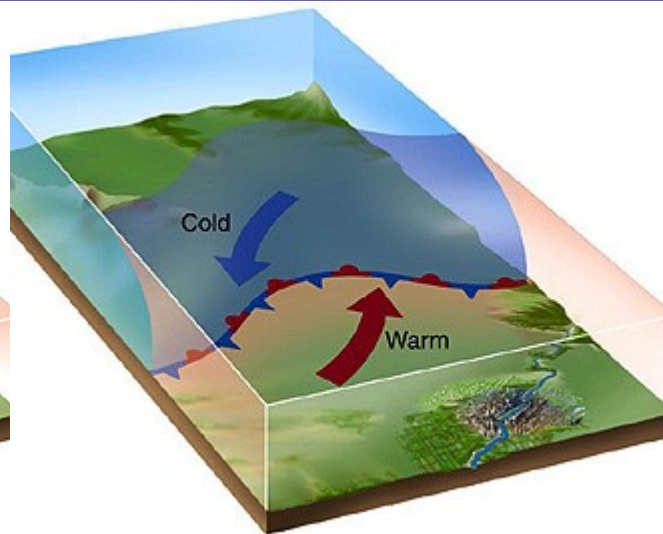
4. Örvény
fázis



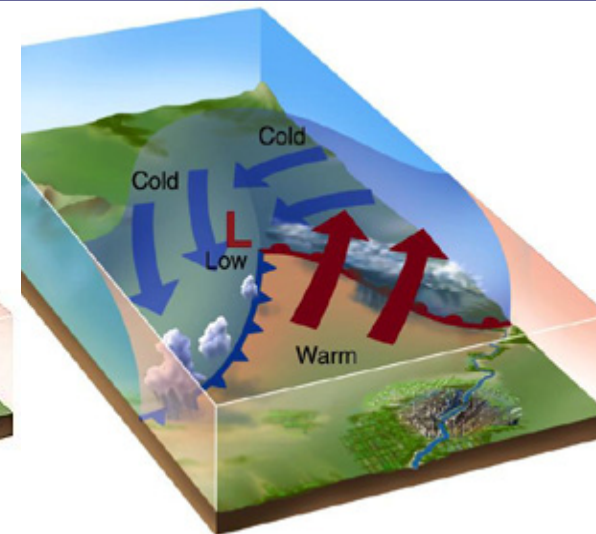
A mérsékeltövi ciklonok kialakulása



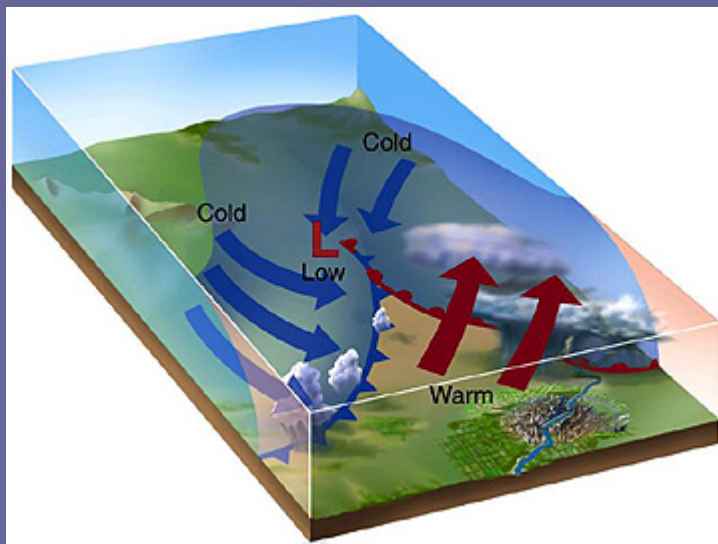
Stacionárius polár front (trof)



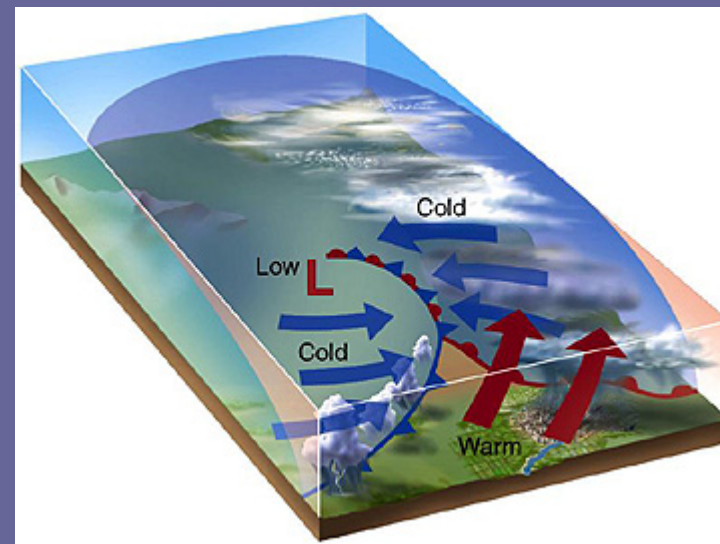
Kezdeti állapot



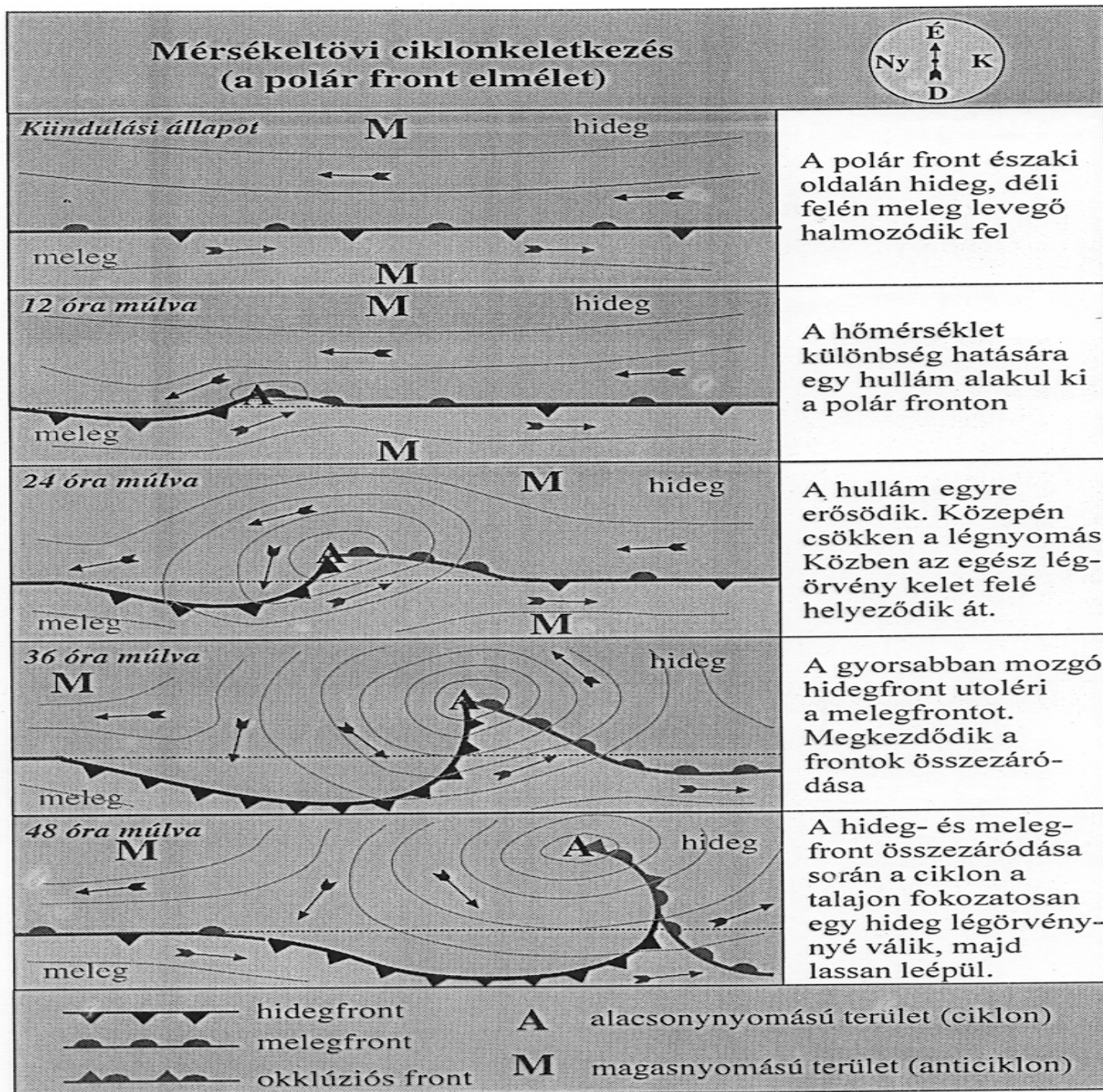
Nyitott hullám fázis



Okklúzió

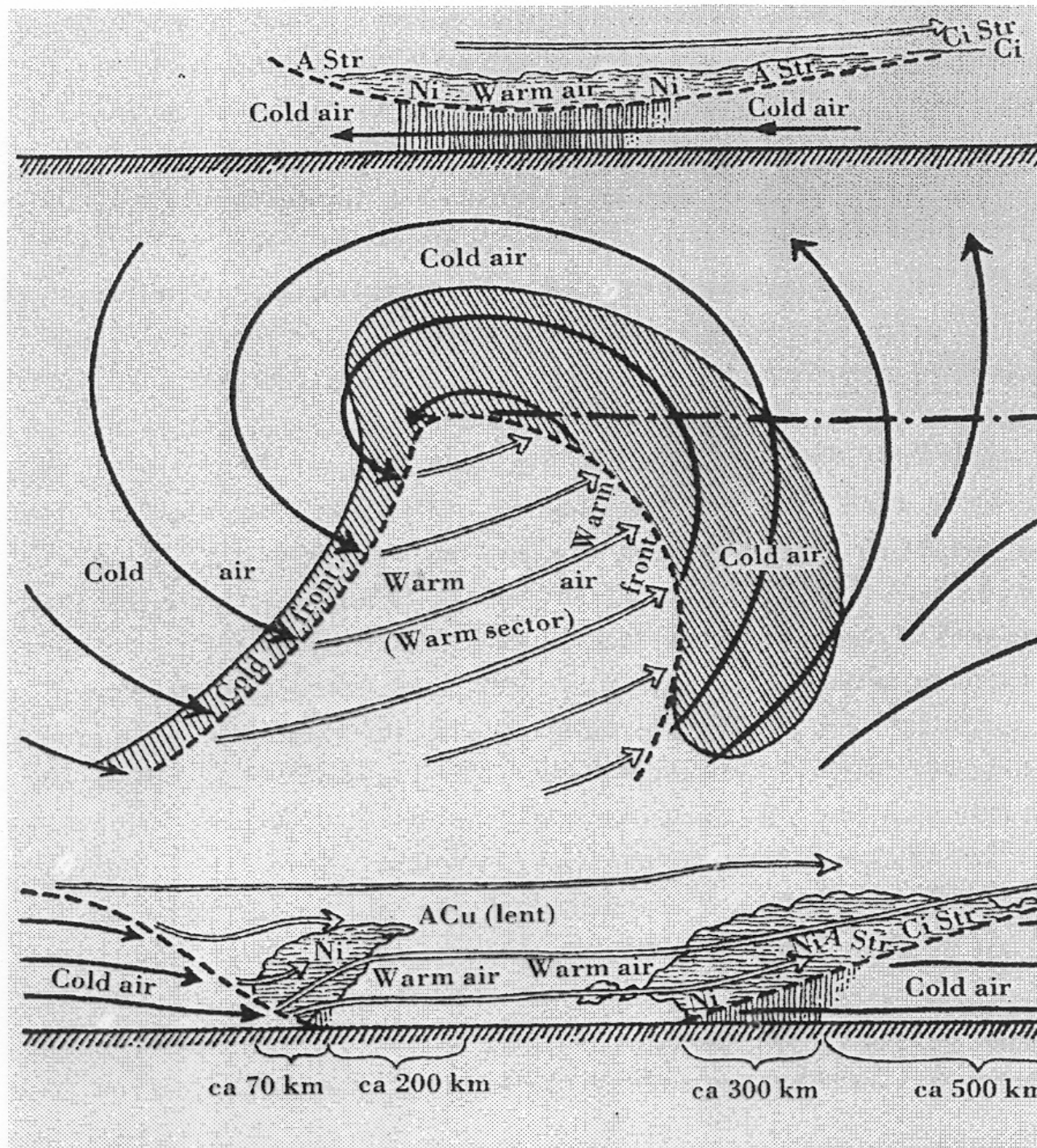


Teljesen okkludált állapot (érett)

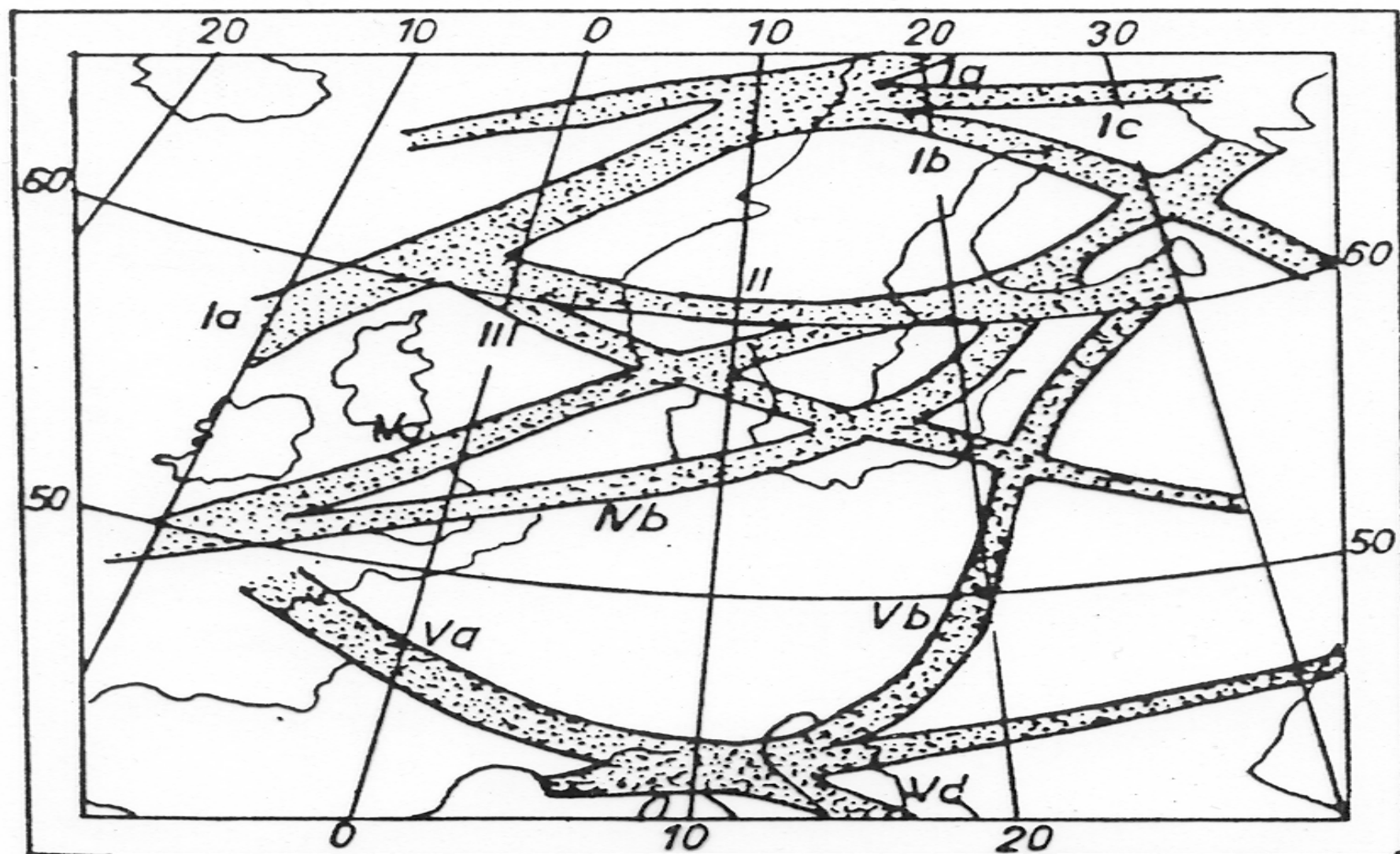


A mérsé- keltövi ciklonok kiala- kulása

CIKLO- GENEZIS



Mérsékeltövi ciklonok szerkezete (Bjerkness, 1905)



A ciklonok fő utvonalai Európában
VAN BEBBER szerint

Ciklonok szerkezete

Tulajdonságaik

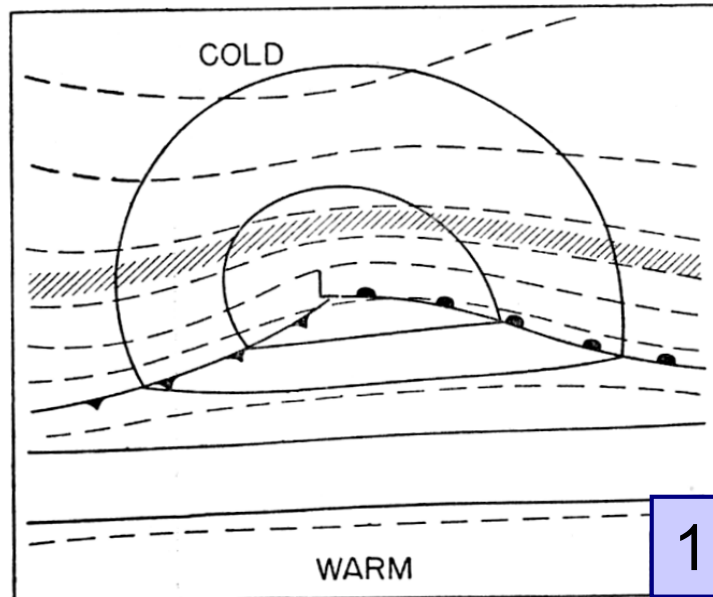
- Közelítően kerek alakzatok
(alacsony légnyomás, min. a közepén)
- Több száz/több ezer millió km^2 -nyi képződmények
- Izobárok alakja elliptikus
tengelyarány: 1 : 1,8
- Átmérő (1013 hPa-nál számítva):
 - Atlanti-óceán, Európa - 3200 km
 - Észak-Amerika - 2500 km
- Cikloncsaládok átmérője sokkal nagyobb
cikloncsaládok tipikus elrendeződése
- Mélysége: függ a fejlődési stádiumtól
 - trópusokon kívül néha 935 hPa
 - az É-i hemiszférán legmélyebbek - Izland-nál
 - a ciklon belsejében az izobárok sűrűbbek
 - a hőm. eloszlás aszimmetrikus
 - a vertikális metszetben az izobárfelületek szerkezete sokféle
- Gyakoriságuk
 - Atlanti-óceán, Európa térségében -- 60 cikloncsalád/év
 - télen nagyobb, mint nyáron

A mérsékelt- övi ciklonok élettartama

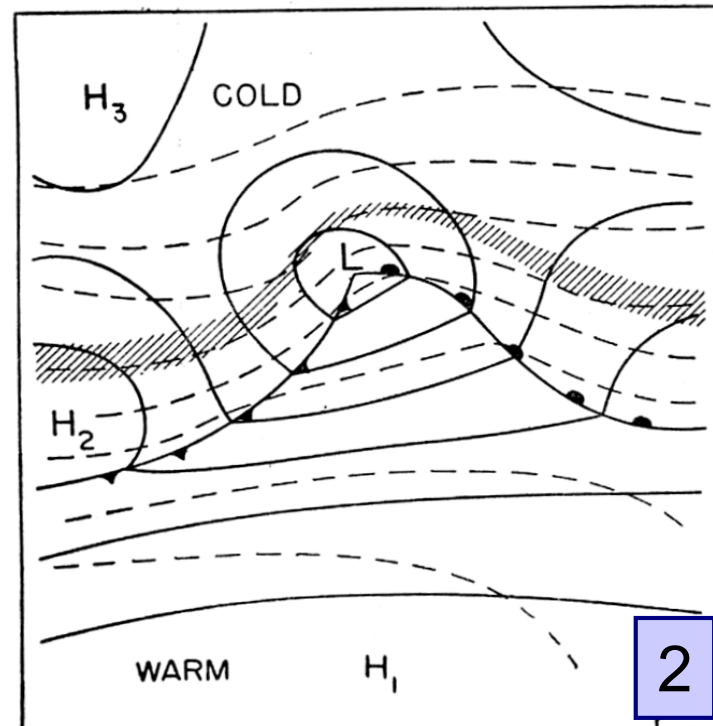
Felszíni

**Légnyomás -
izobárok
(folytonos)**

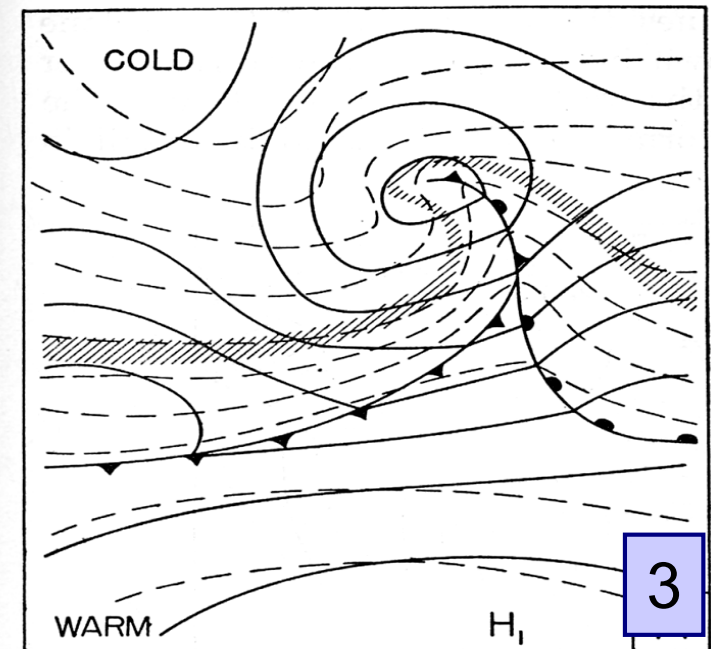
**Hőmérséklet -
izotermák
(szaggatott)**



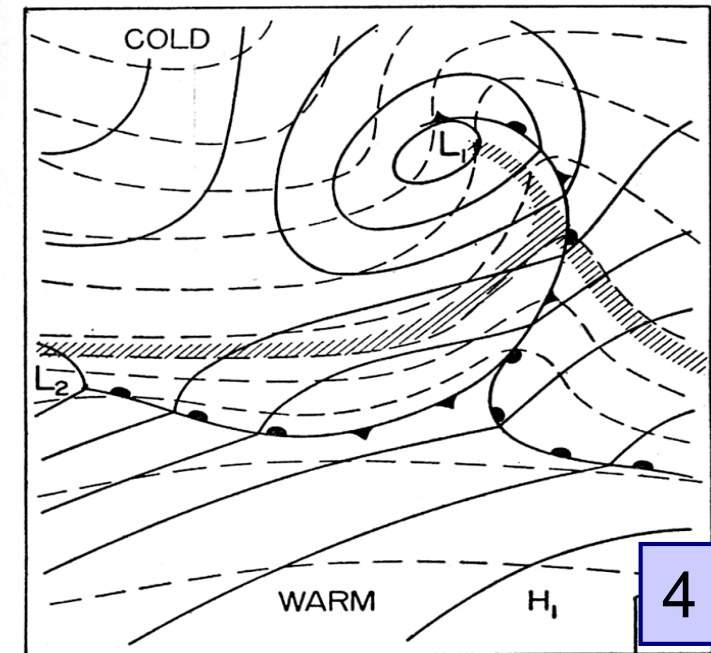
1



2



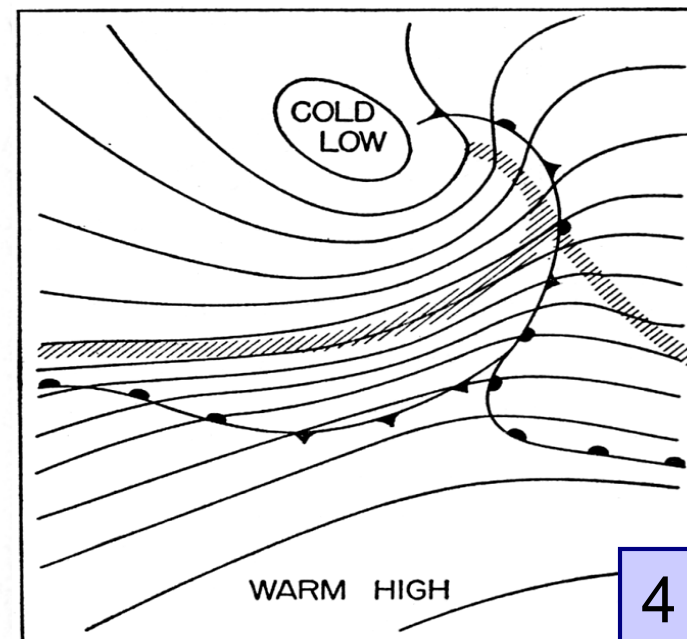
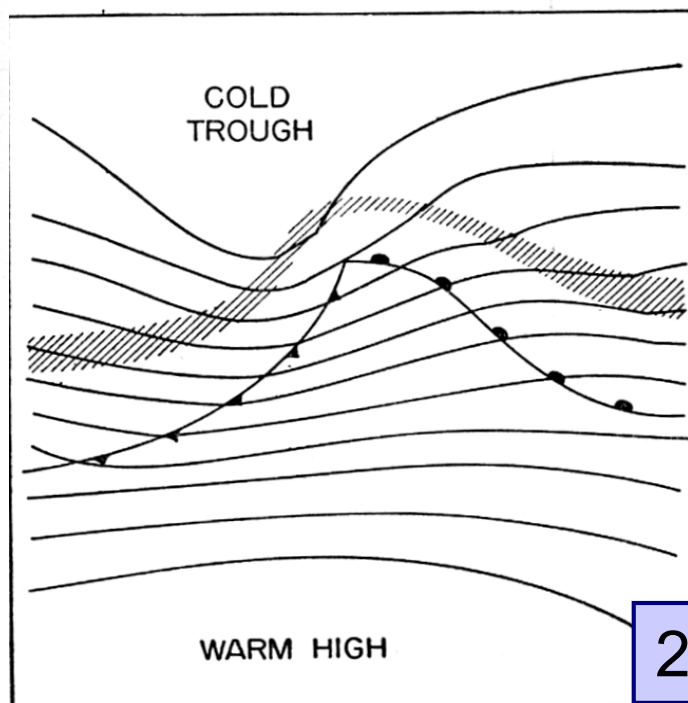
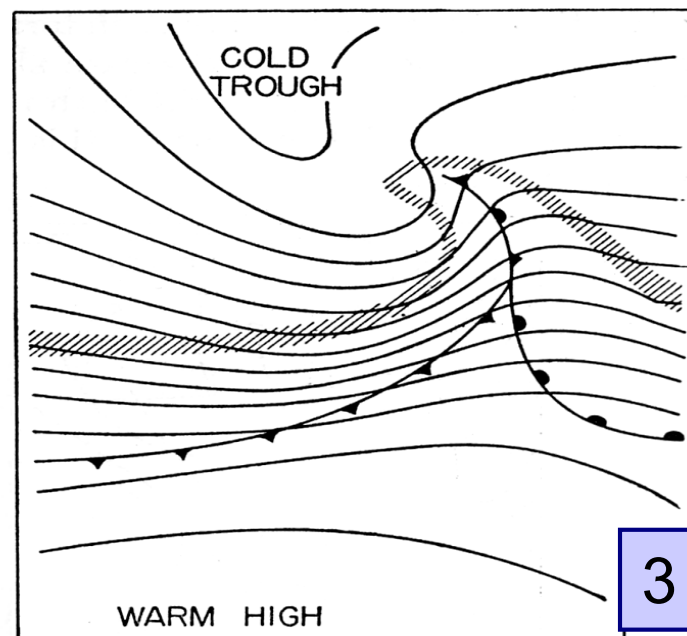
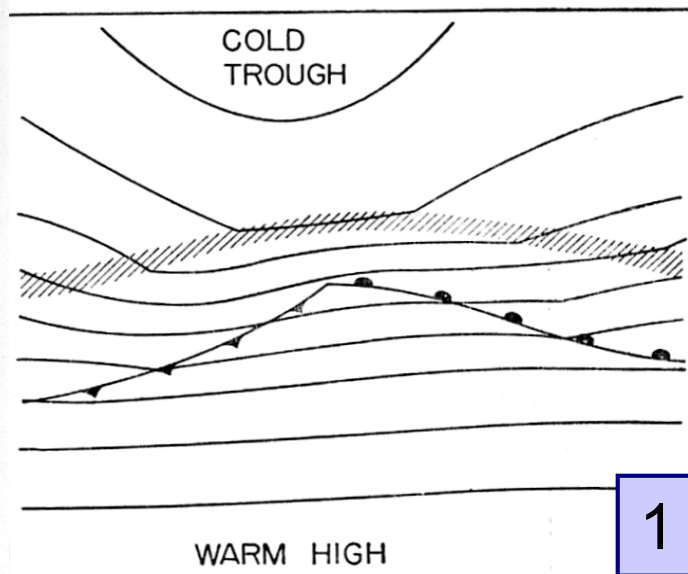
3



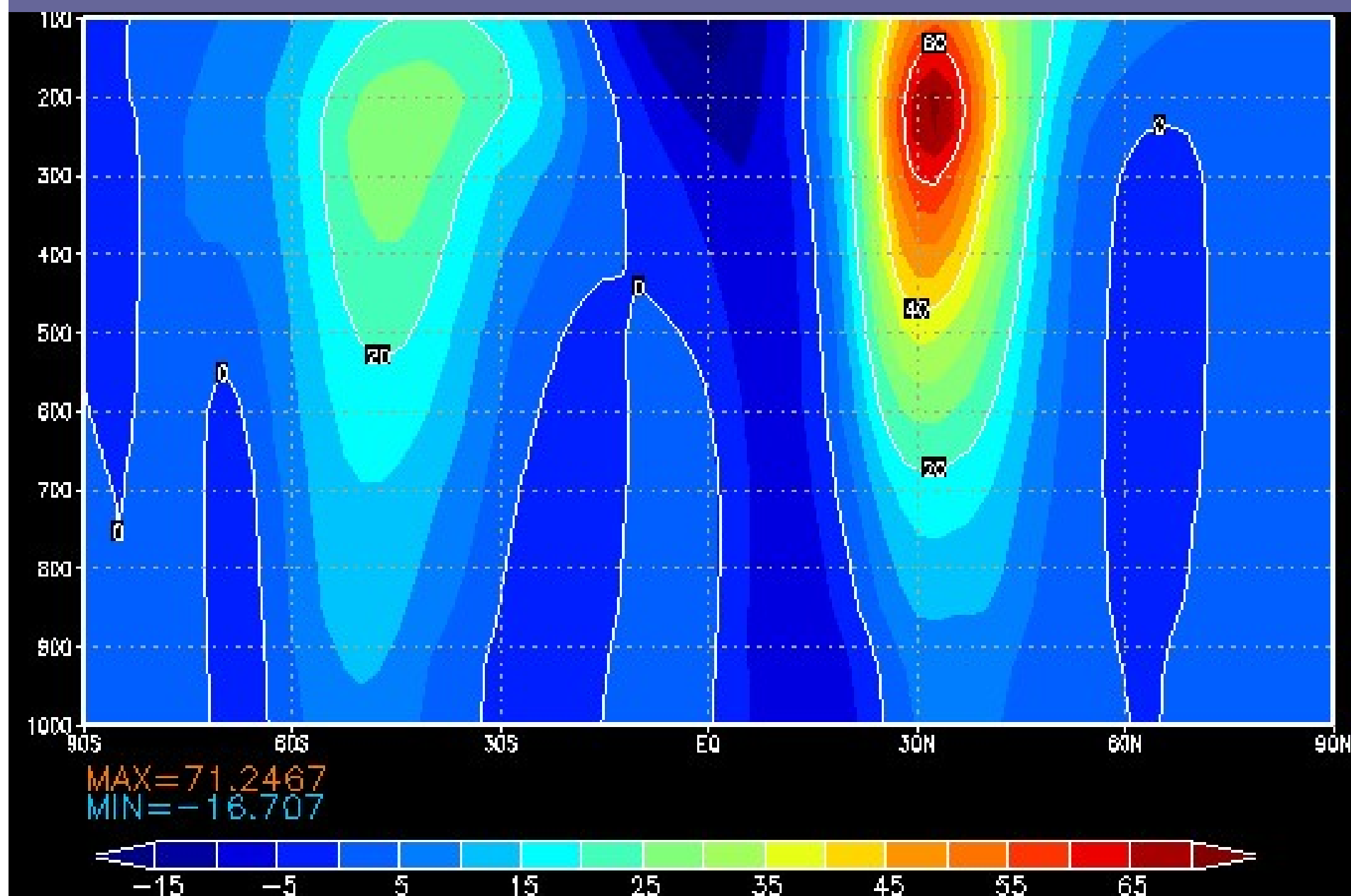
4

Magassági
mezők
(pl.: AT500)
izovonalai

Megfigyelhető,
hogy a
magasabb
szinteken
kialakult nyereg
áthelyeződik a
felszíni alacsony-
nyomástól
nyugati irányba



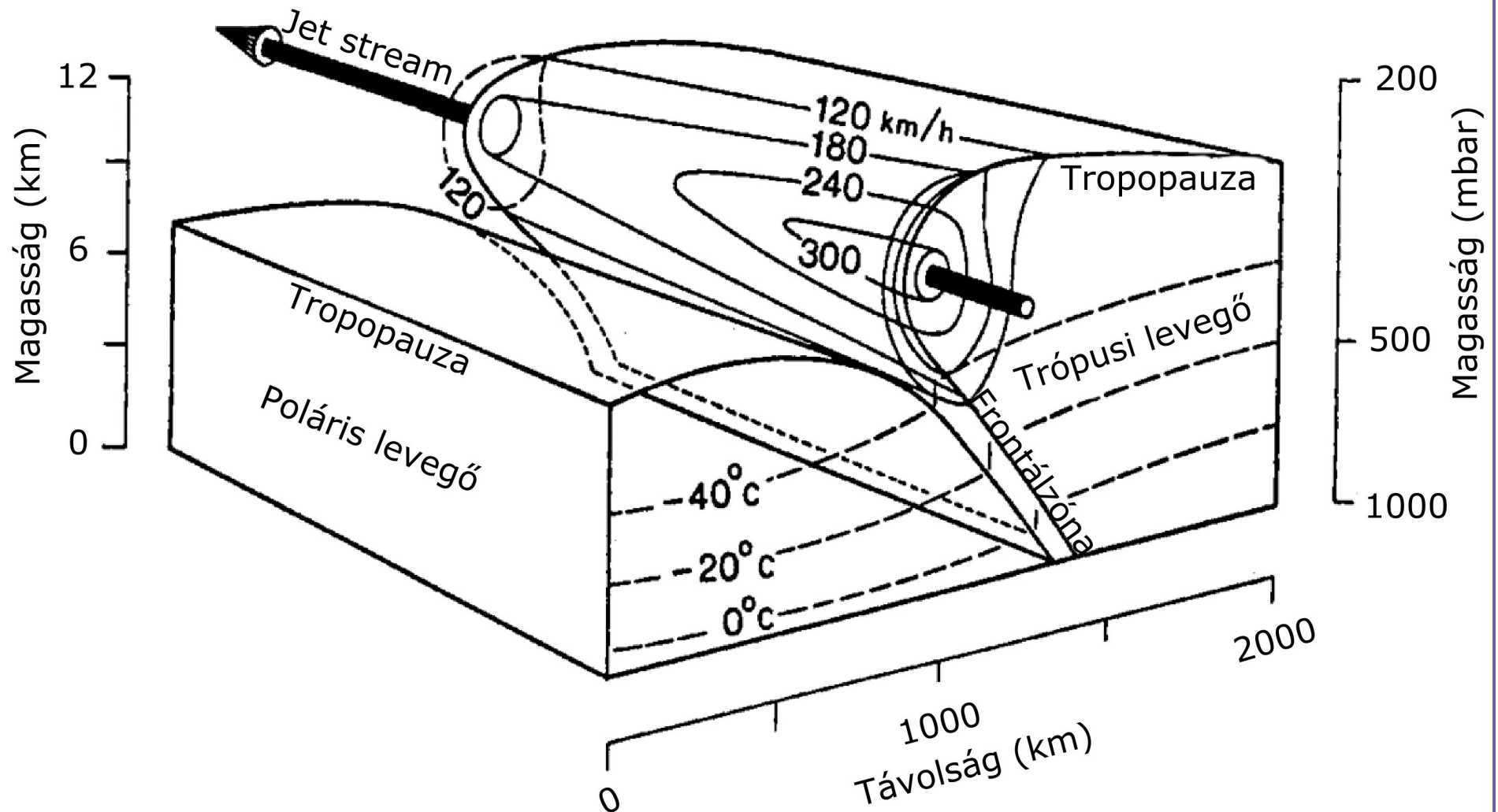
Január, átlagos zonális (K-NY) szél vertikális metszete



ISMÉTLÉS:

JETEK

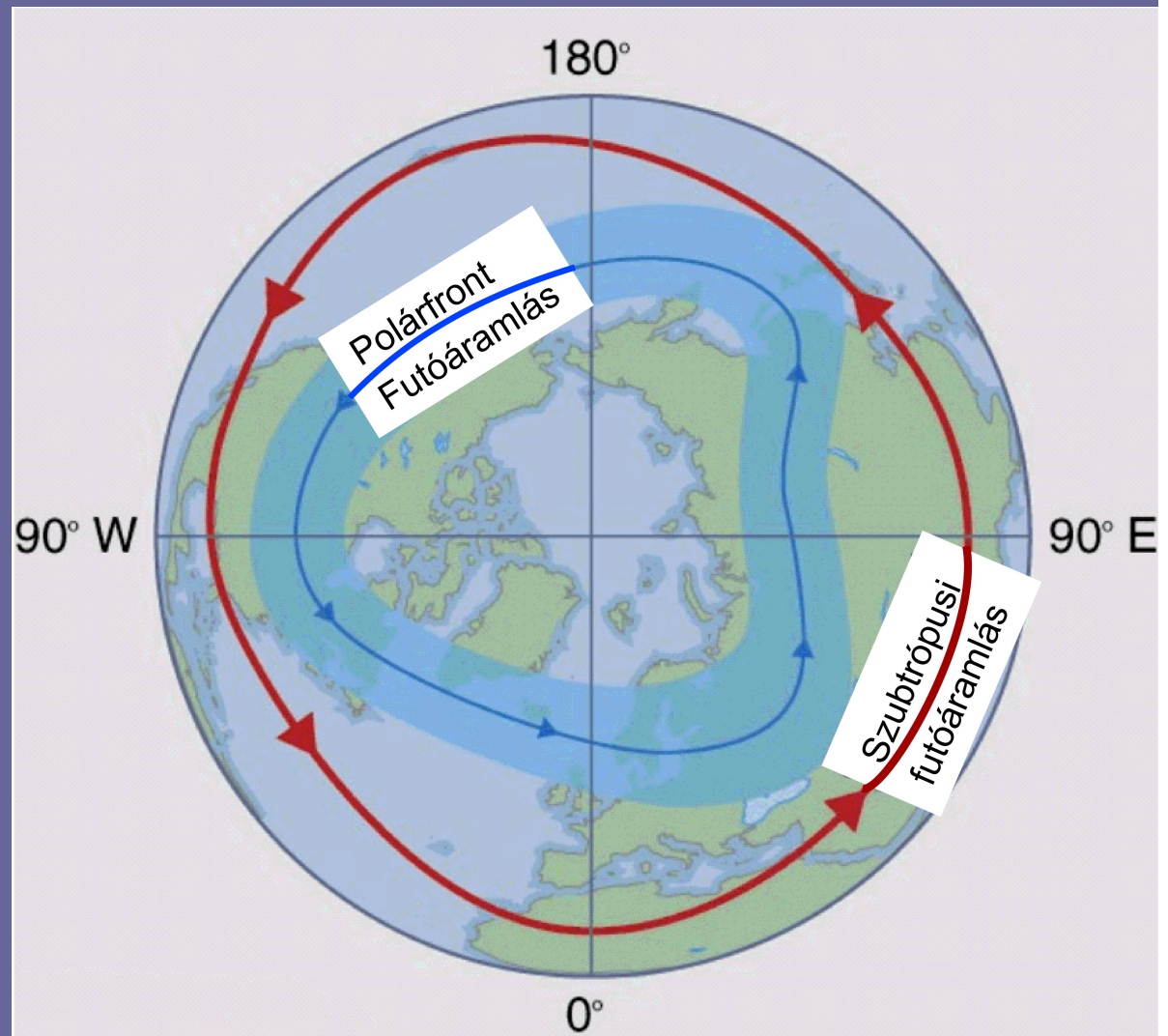
Az általános légkörzési modell futóáralások (jet stream-ek)



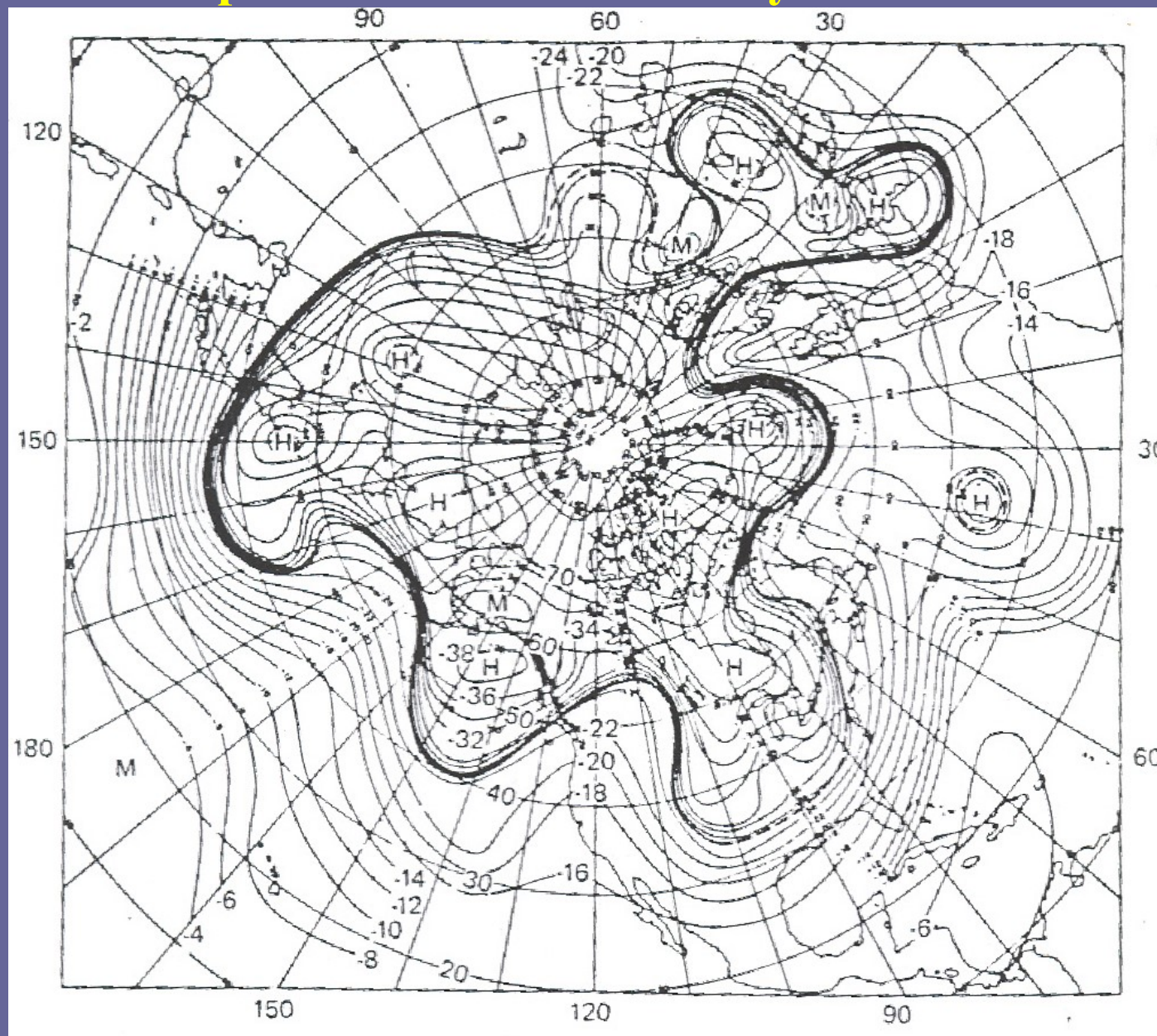
A FŐ FRONTÁLZÓNÁK ÁLTALÁNOS ELHELYEZKEDÉSE AZ ÉSZAKI HEMISZFÉRÁN

A cellák rendszerében 2 nyugatias jet:

- A frontálzónák és a tropopauza szögletében helyezkednek el,
- Mindkét jetnél törik a tropopauza,
- Míg a szubtrópusi mindig ugyanott helyezkedik el, addig a poláris széles sávban mozog (évszakosan)



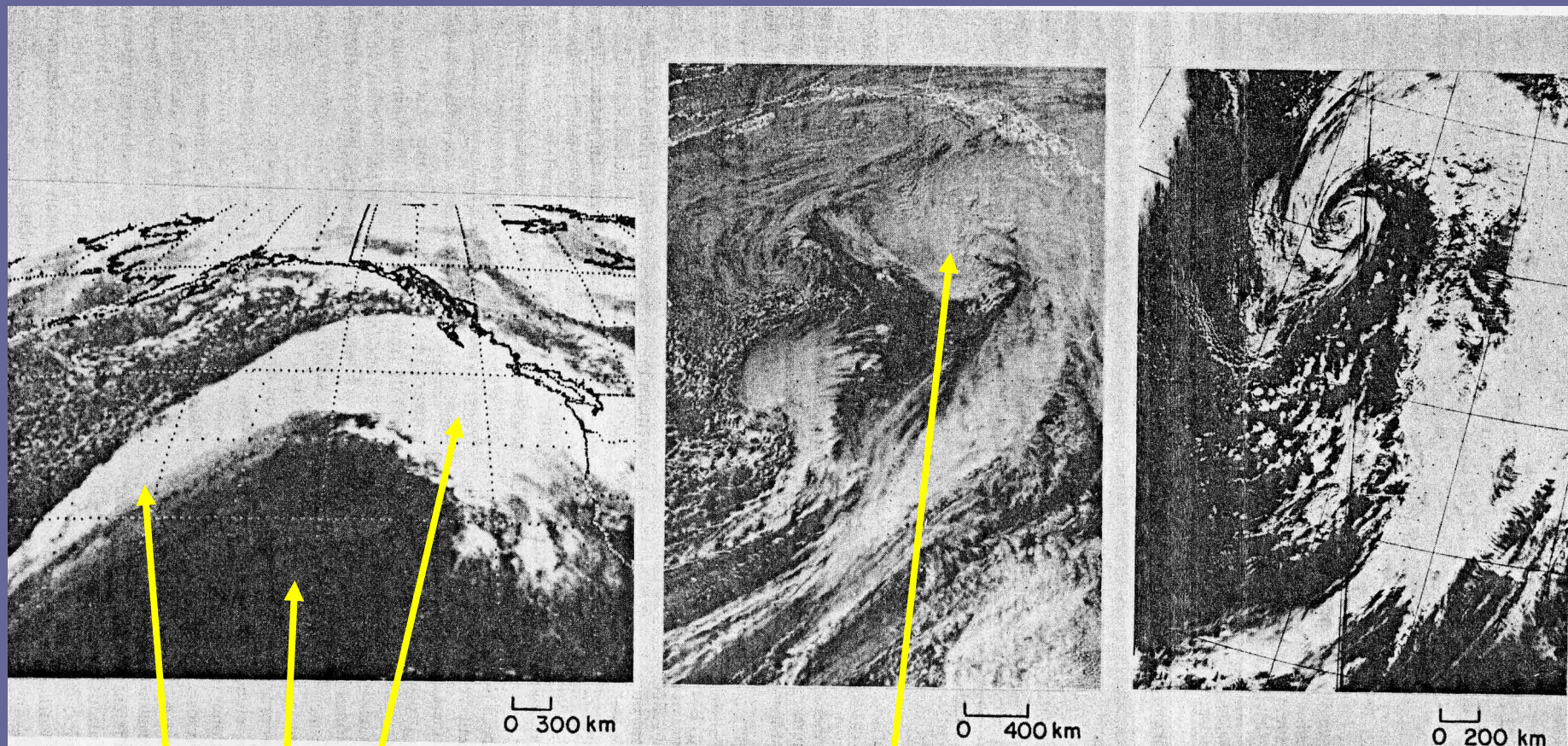
A poláris frontálzóna elhelyezkedése



Az 500 hPa-os magassági szint hőmérsékleti eloszlása

**ISMÉTLÉS vége,
visszatérünk a polárfronthoz,
a mérsékeltövi ciklonokhoz**

Műholdfelvételek a mérsékeltövi ciklonokról

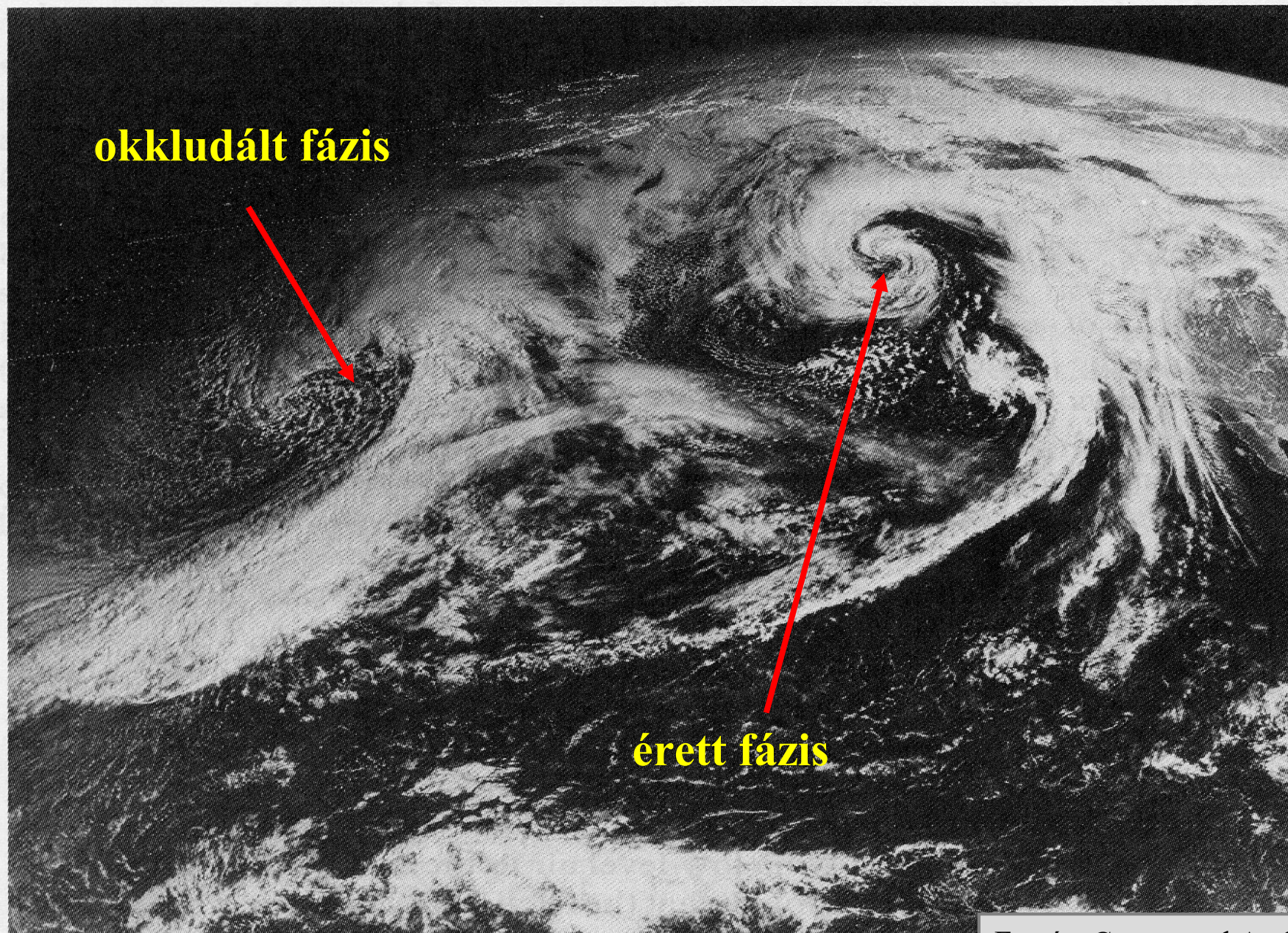


Nyitott állapot: felhőkkel a meleg és hideg frontok felett, s derült idővel a meleg szektorban

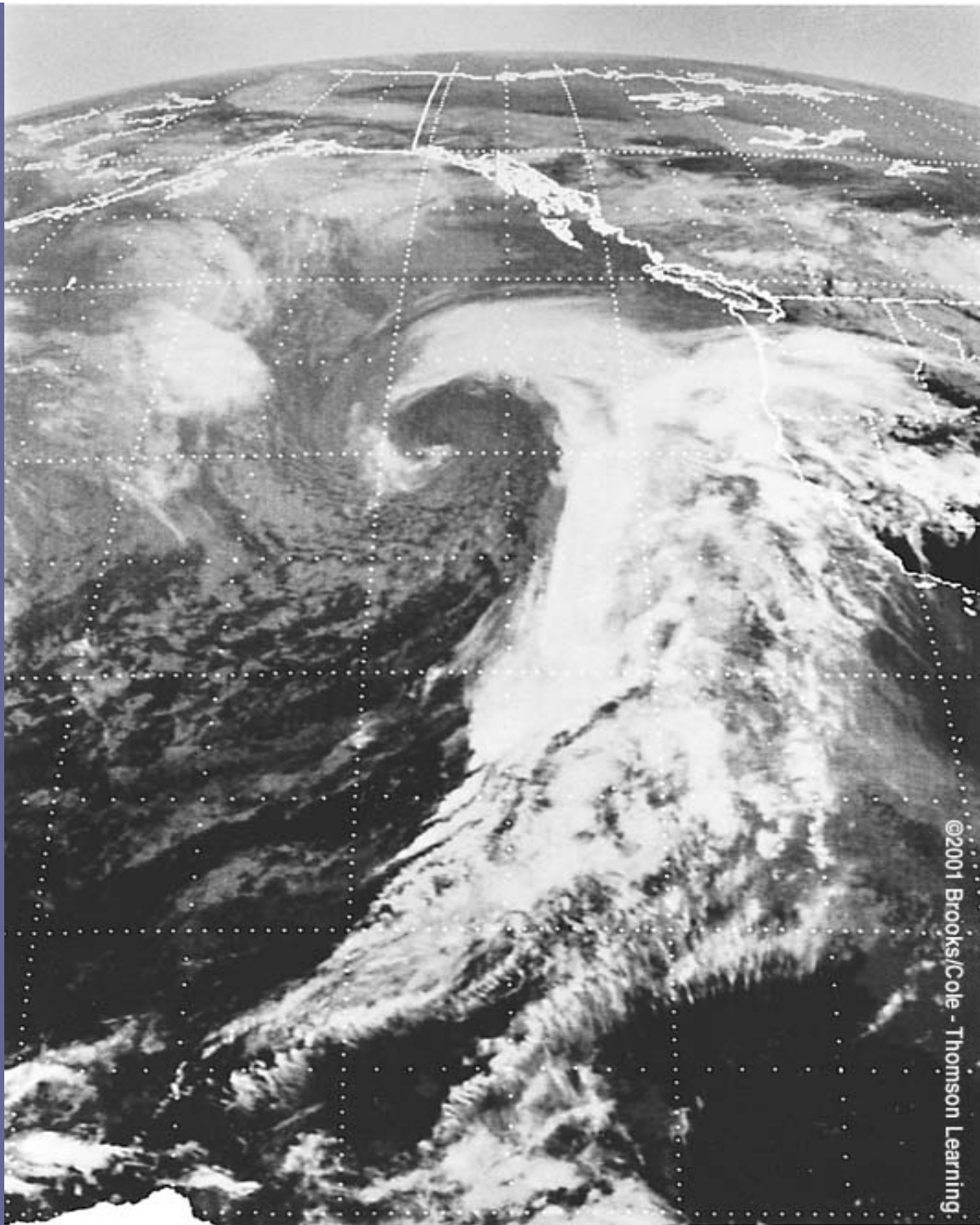
Okkludált fázis

Érett fázis

Mérsékeltövi ciklonok fázisainak beazonosítása műholdképről

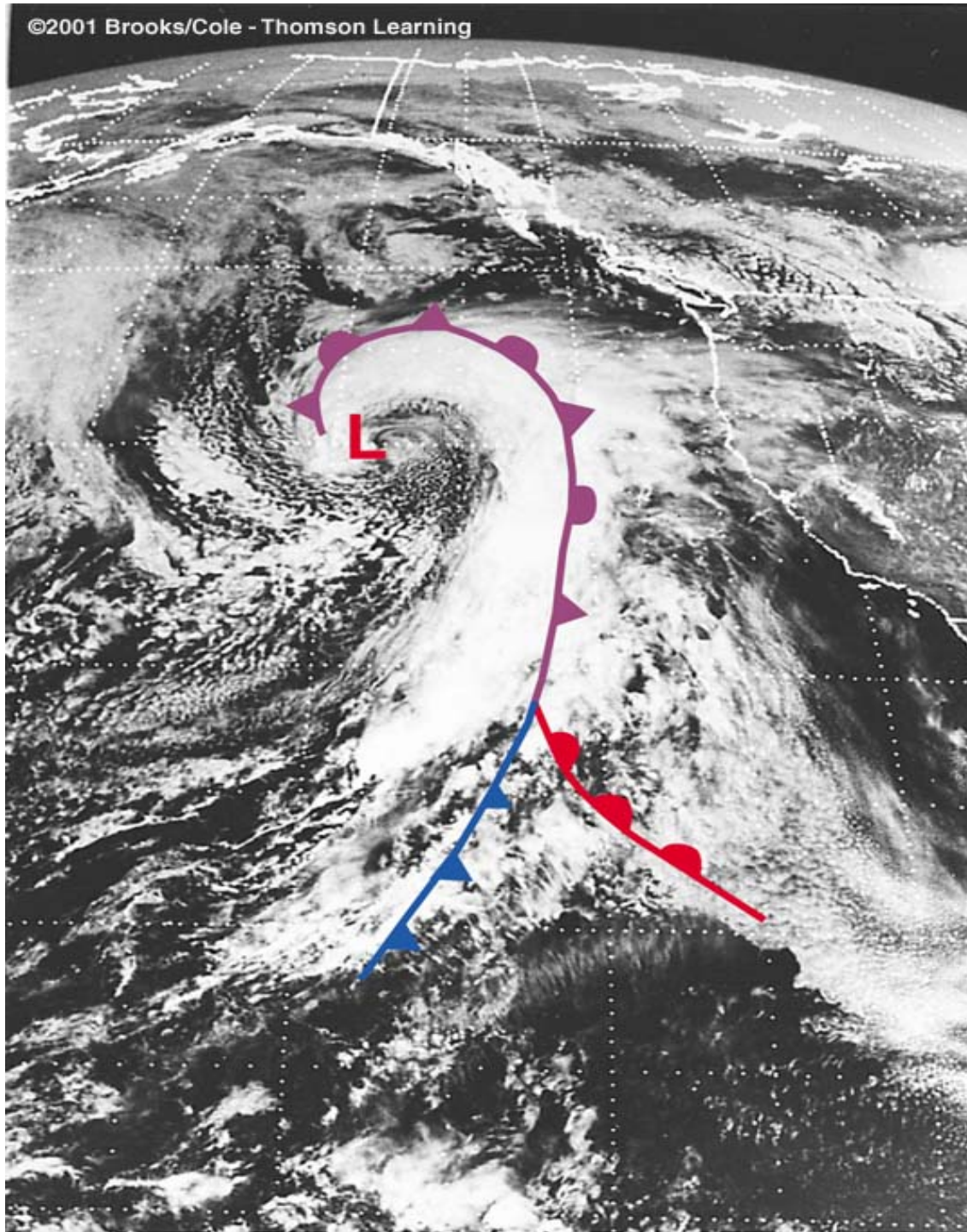


Forrás: Cotton and Anthes



**Itt hol található
a felszíni
alacsony-
nyomású
központ?**

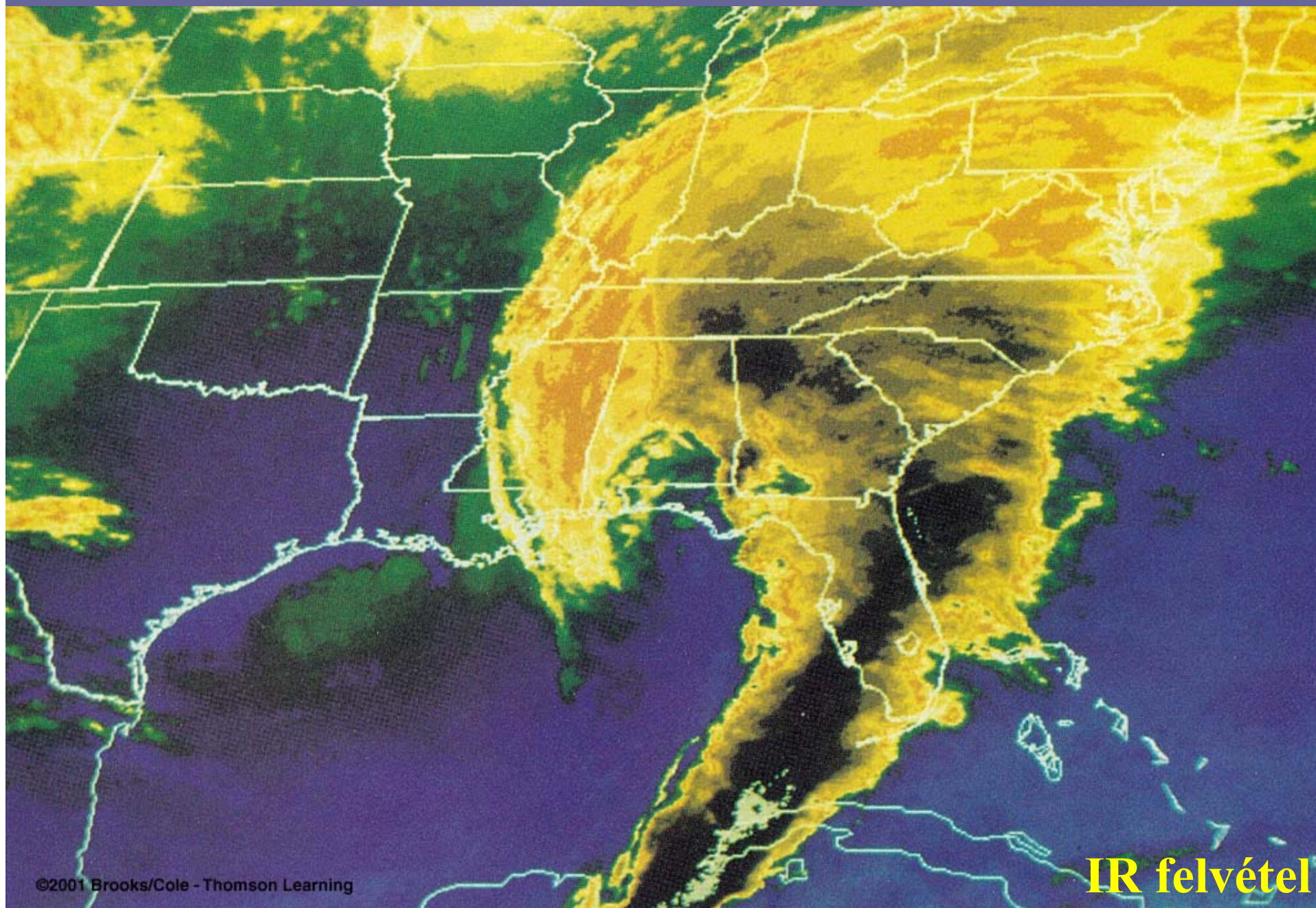
**Hol vannak a
frontok?**



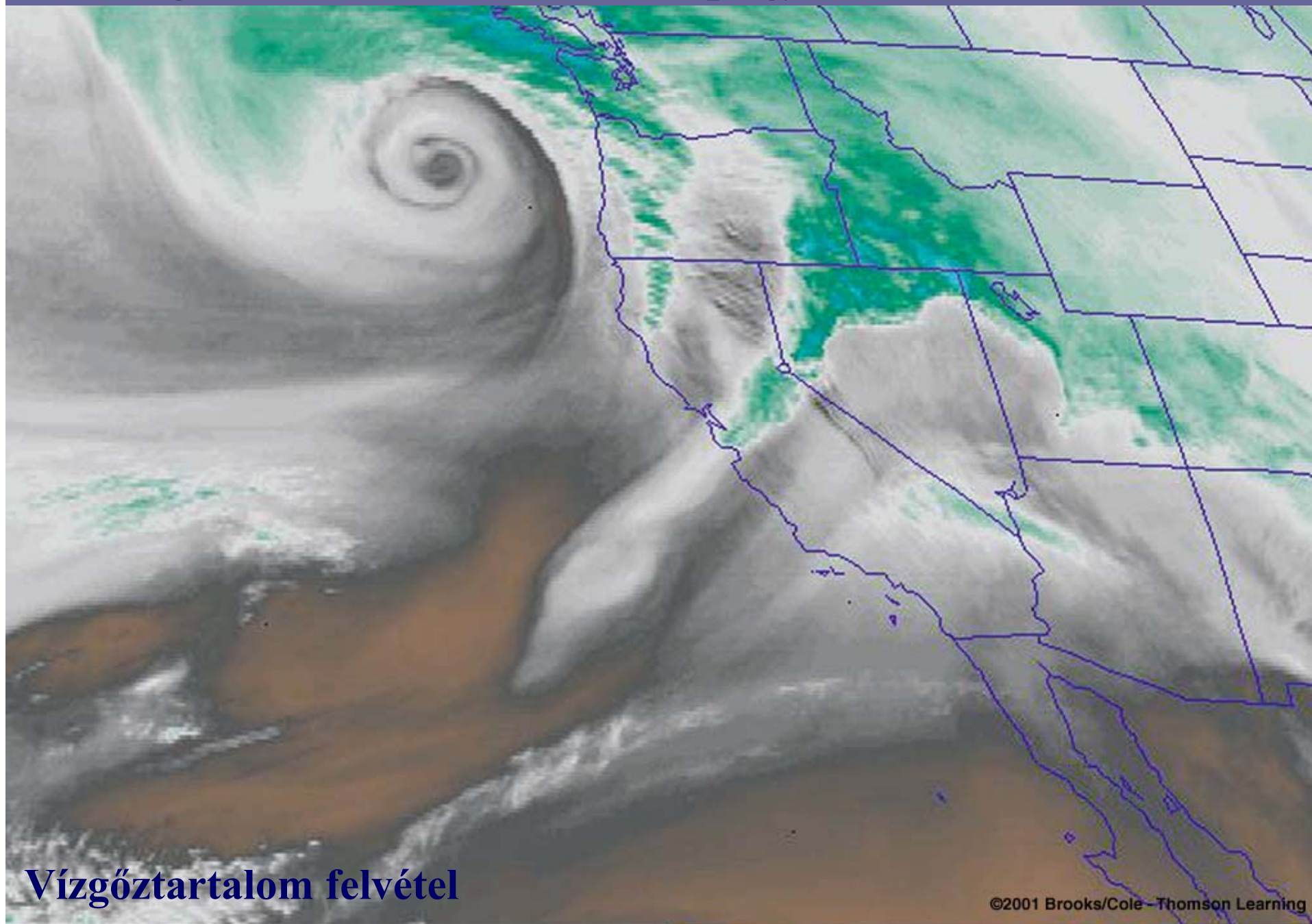
**Mérséktövi
ciklon
frontrendszer:**

**Hideg front,
meleg front,
okkludált front**

Infravörös (IR) tartományú műholdkép egy mérsékeltövi ciklonról

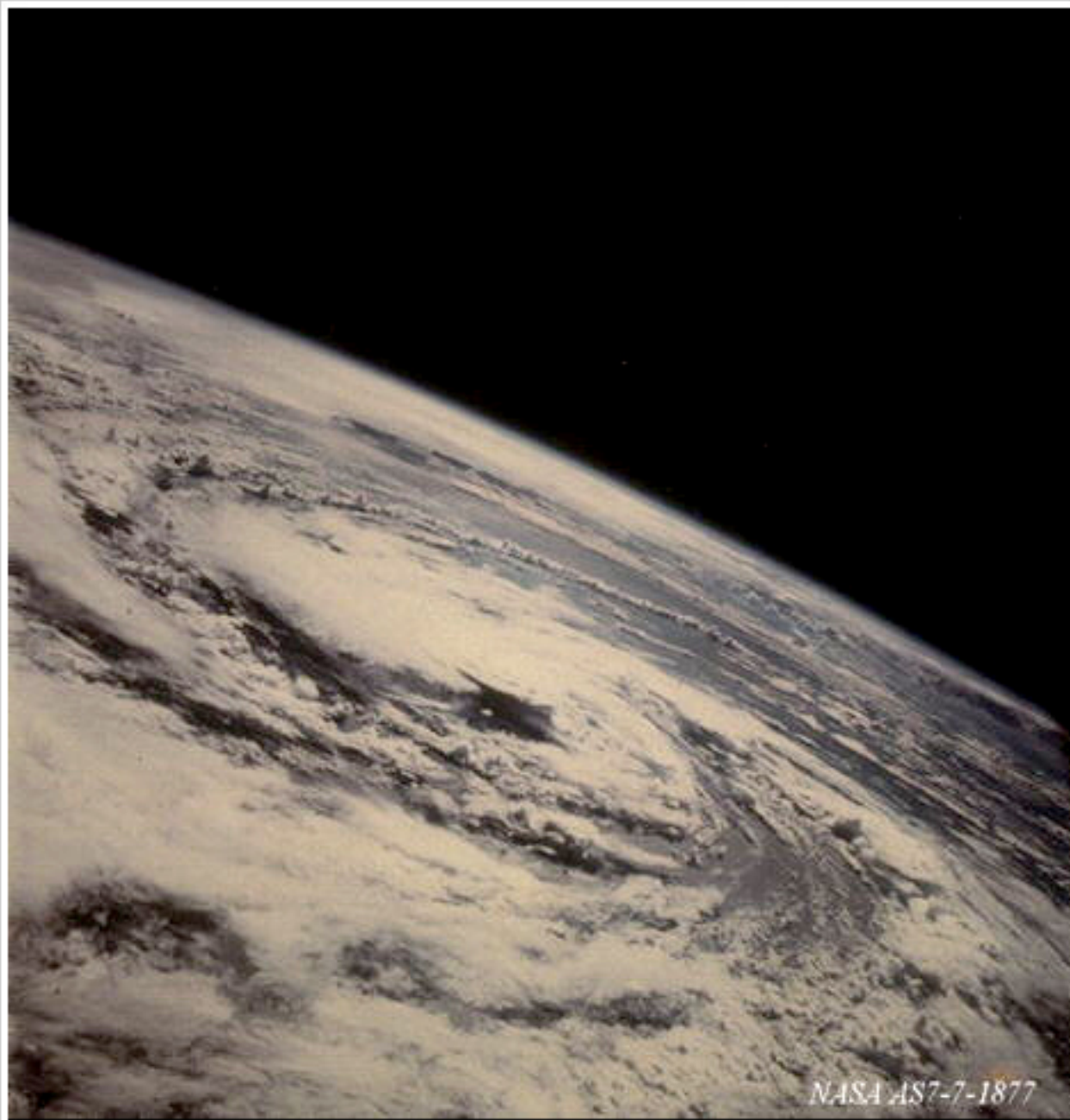


Vízgőztartalmat becslő műholdkép egy mérsékeltövi ciklonról



Vízgőztartalom felvétel

TRÓPUSI CIKLONOK, HURRIKÁNOK



Hurrikánok

Trópusi ciklonok
elnevezései:

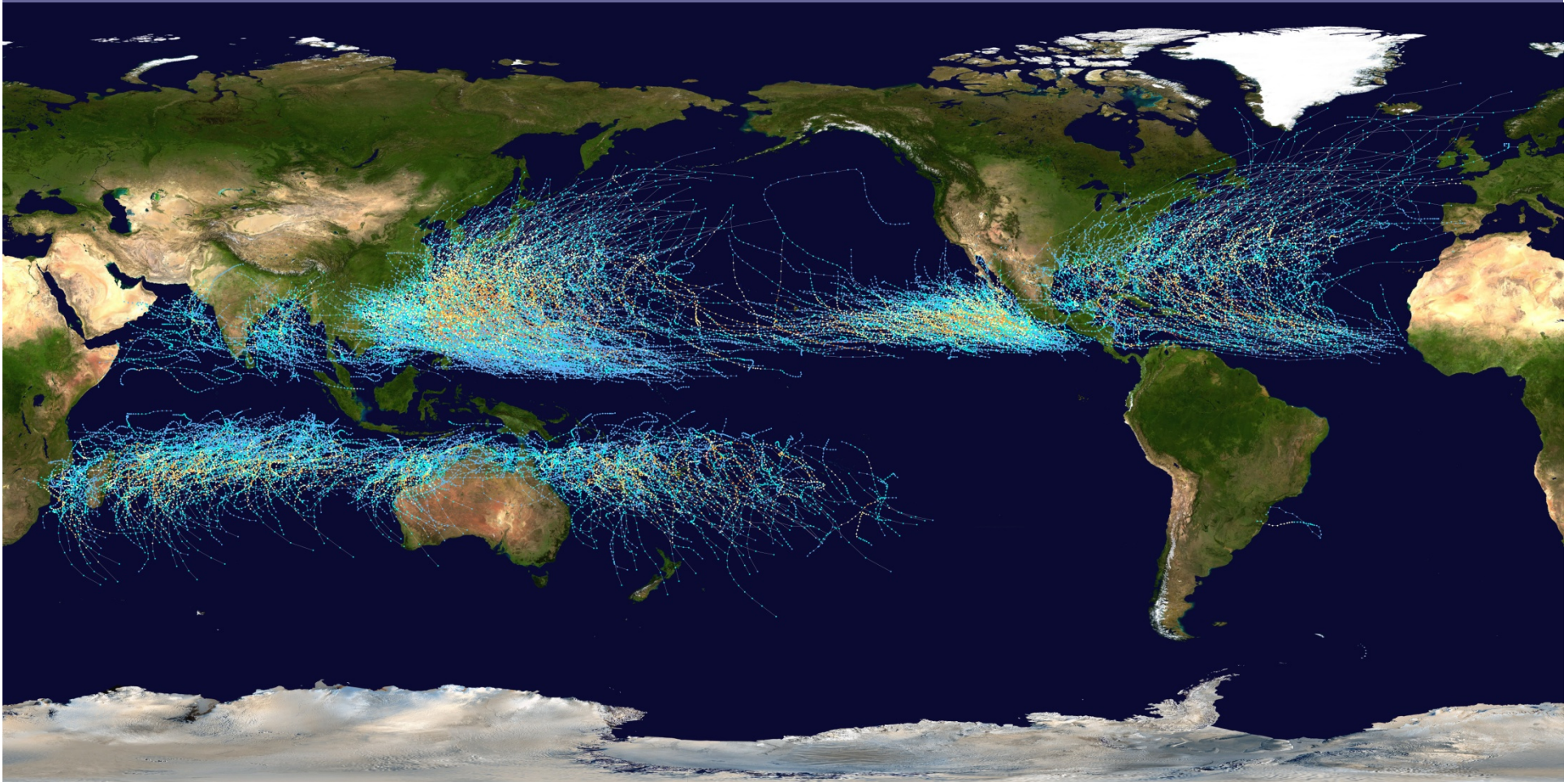
hurrikánok a
nyugati
félgömbön,

typhonok a
Csendes óceán
nyugati részén,
illetve Ázsia
partvidéki
zónájában

ciclonok az Indiai
óceán
térségében

A Gladys hurrikán, az Apollo 7 űrhajóról

Trópusi ciklonpályák



Trópusi ciklonpályák **nem alakulnak ki** az Egyenlítő környezetében, mivel itt nincs Coriolis erő (nem tud bepörögni).

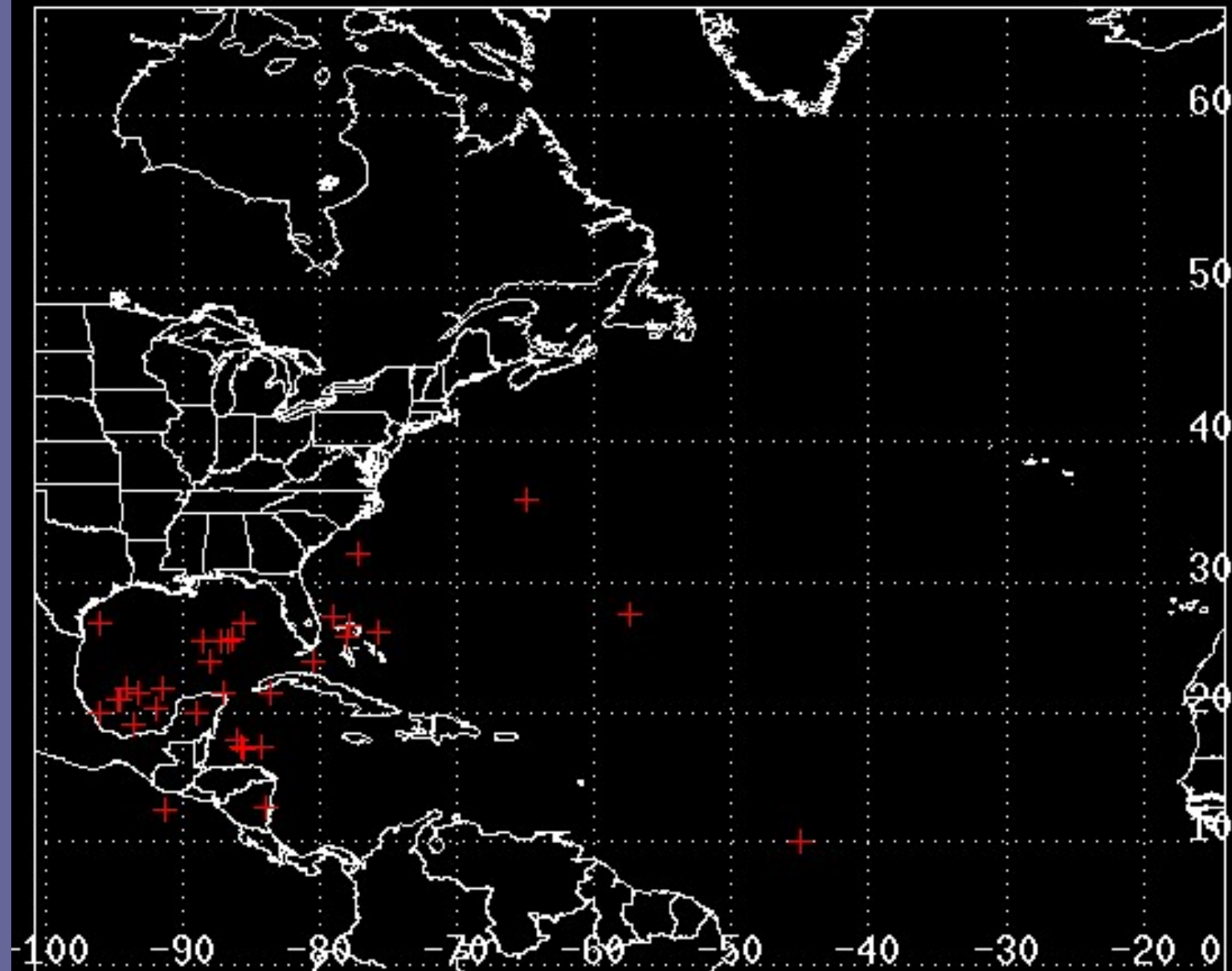
A ciklonpályák **elkanyarodnak** északra, illetve keletre, ahogy kölcsönhatásba lépnek a nyugatias szelekkel.

Milyen képződmények a trópusi ciklonok?

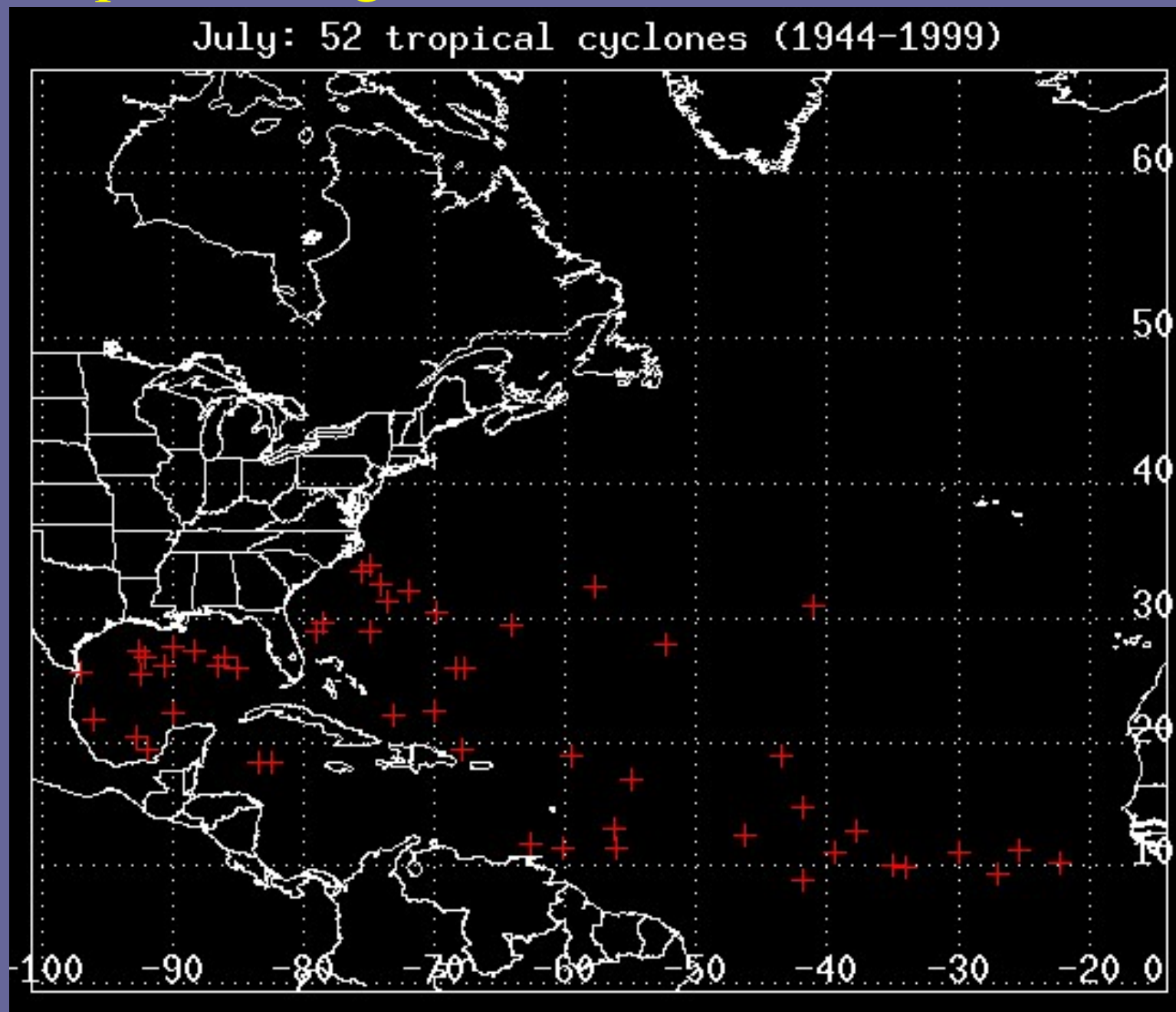
- Trópusi óceánok felett keletkeznek
- Közeppontjuk melegebb a környezetüknél
- Nincs frontjuk
- A szélmaximum a földfelszín közelében van
- A fő energiaforrásuk a kondenzációból eredő látens hő
- A centrumban leáramlás van
- Szárazföldre érve gyorsan gyengülnek.

Trópusi ciklogenezis statisztika: JÚNIUS / 33

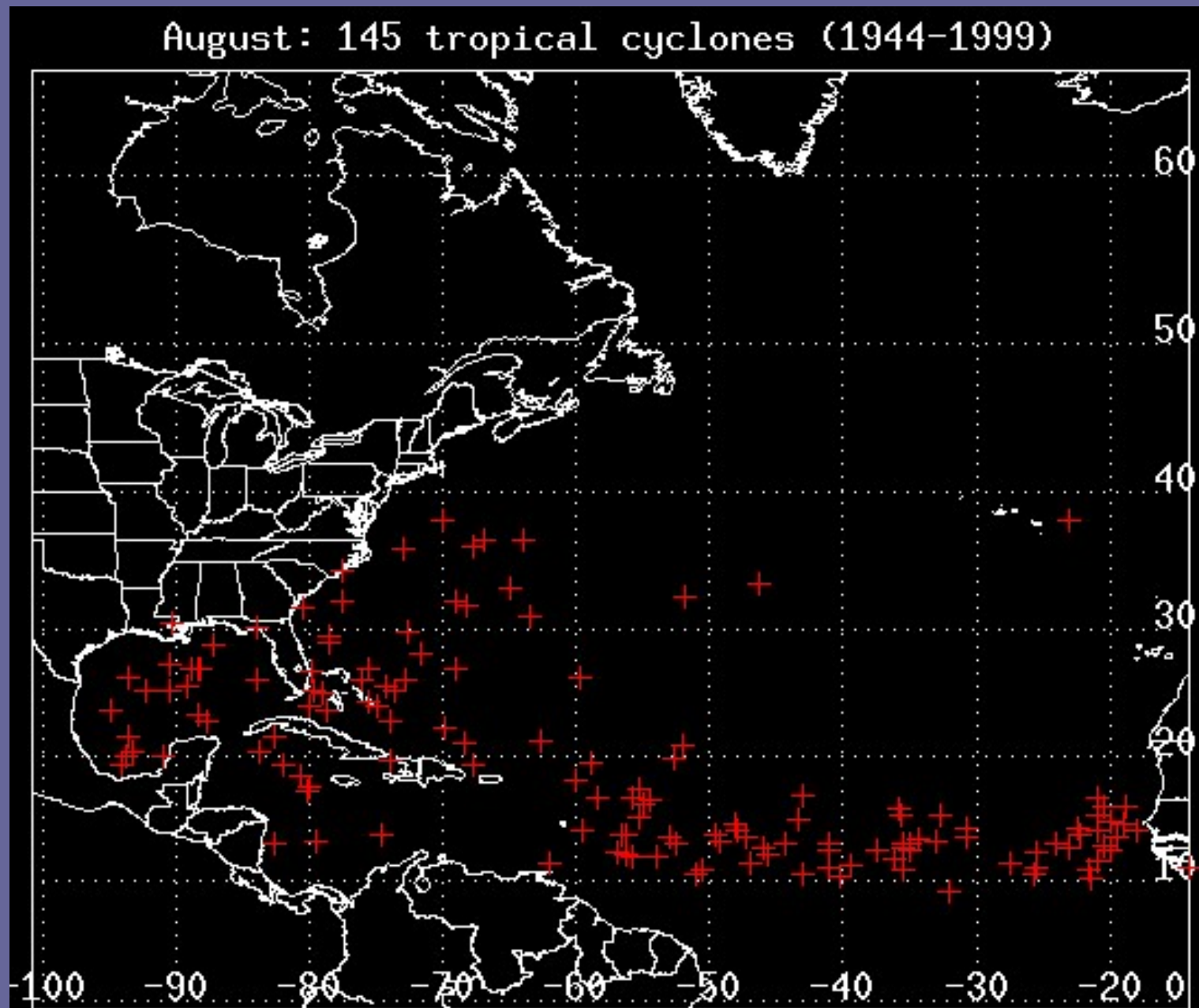
June: 33 tropical cyclones (1944-1999)



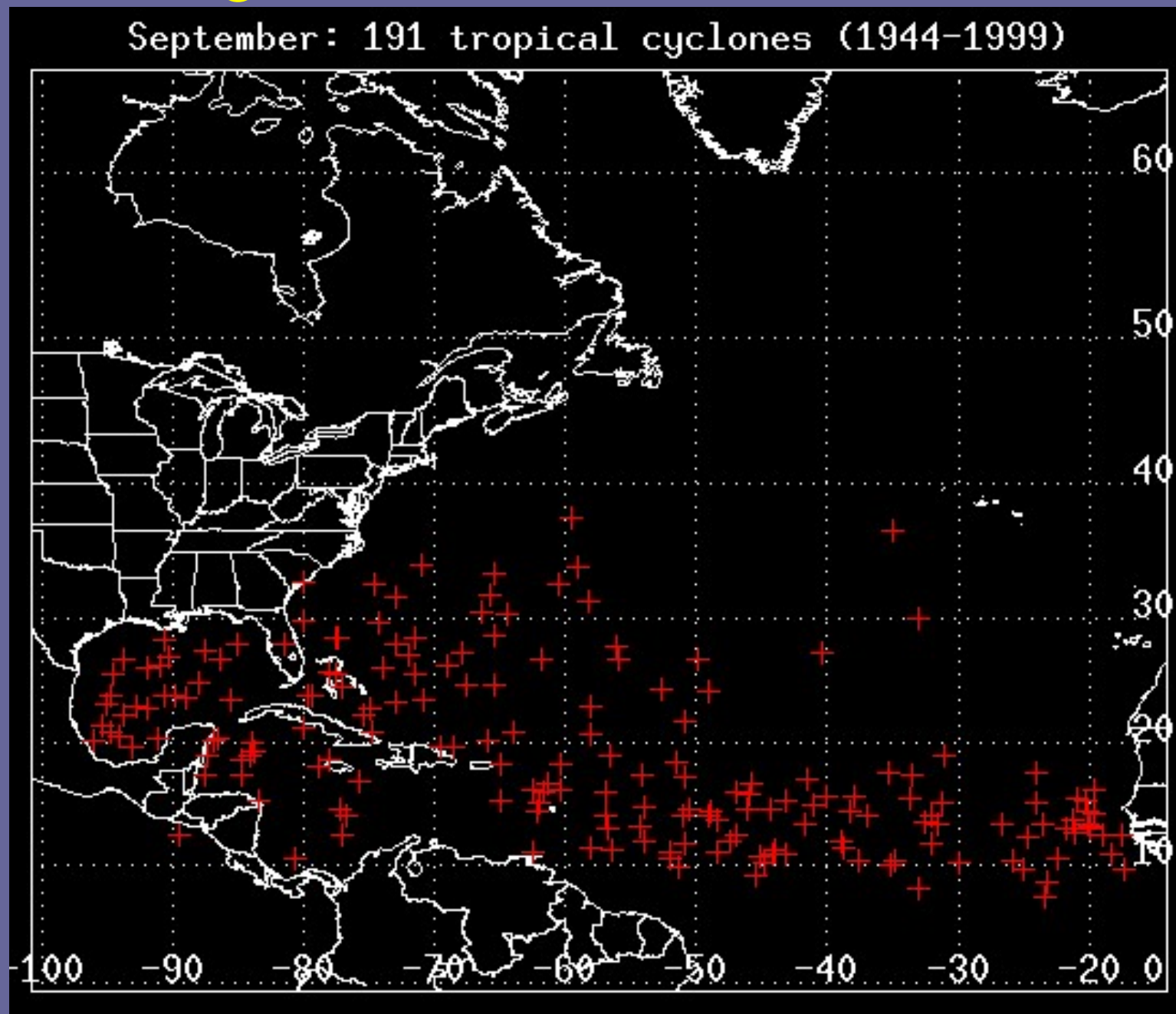
Trópusi ciklogenezis statisztika: JÚLIUS / 52



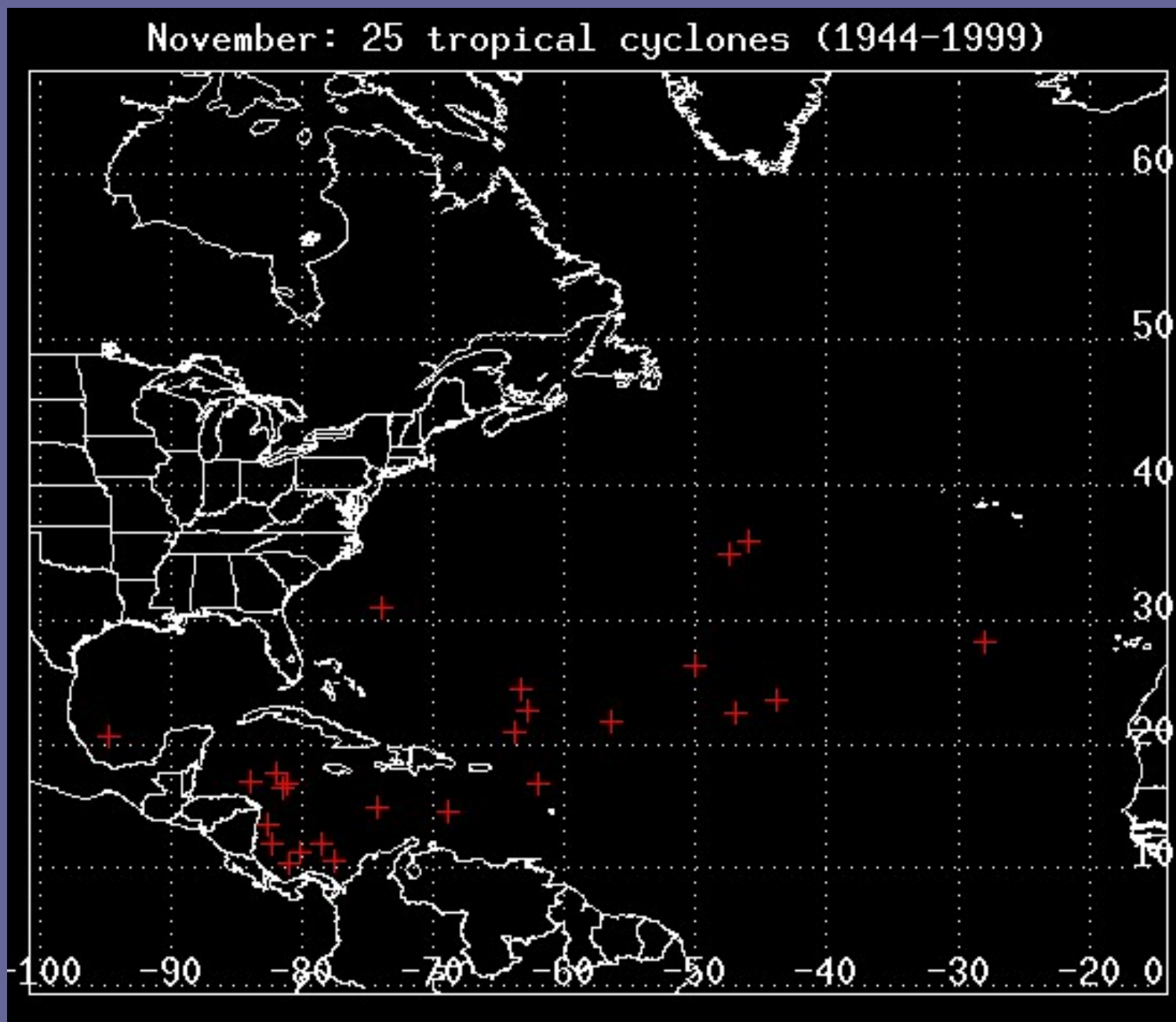
Trópusi ciklogenezis statisztika: AUGUSZTUS / 145



Trópusi ciklogenezis statisztika: SZEPTEMBER / 191

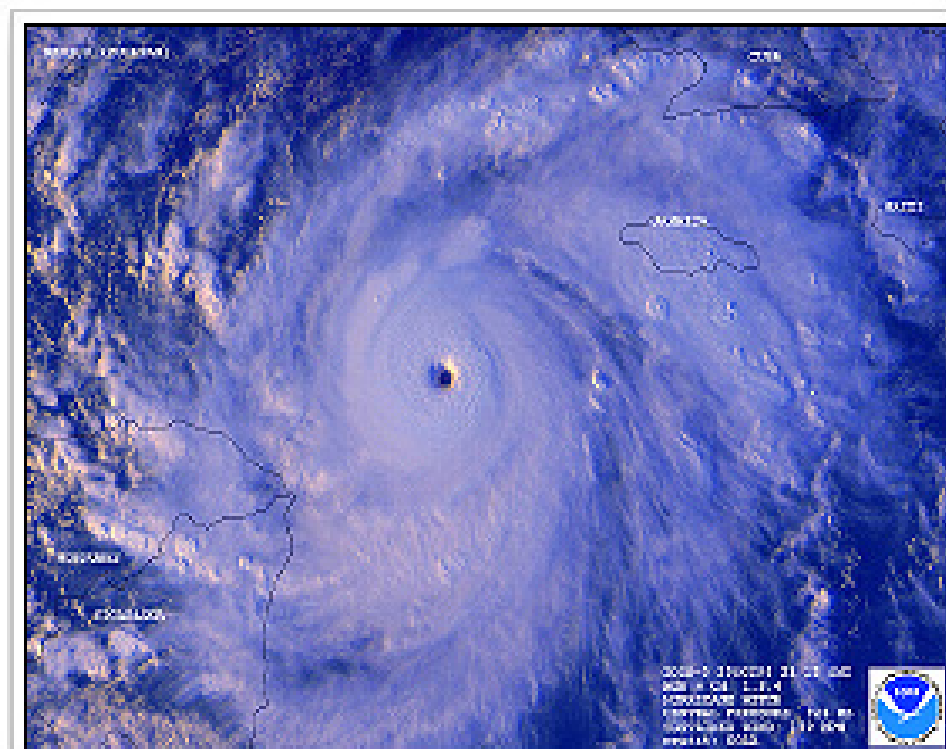
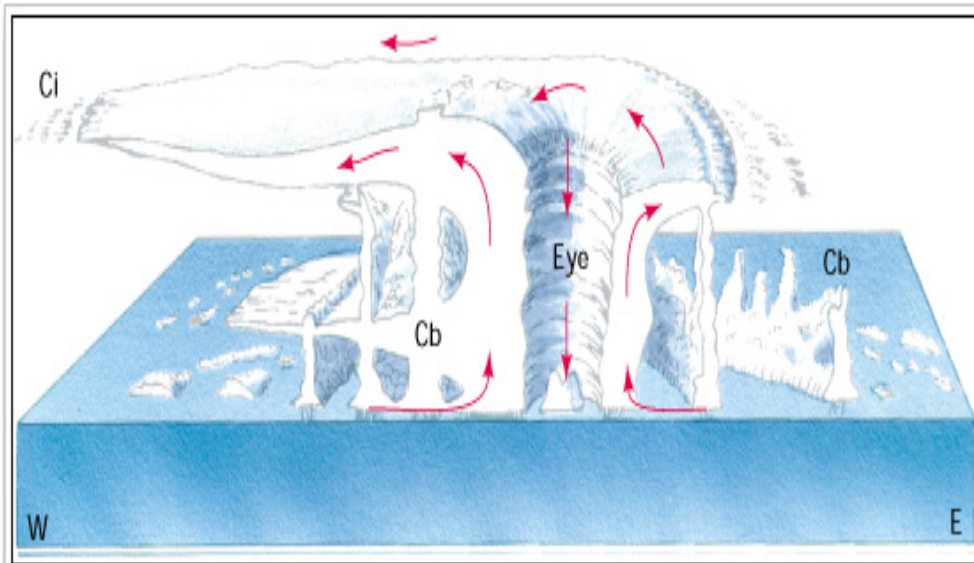


Trópusi ciklogenezis statisztika: NOVEMBER / 25



Hogyan keletkeznek?

- Meleg óceánfelszín szükséges ($T_{\text{óc-felsz}} > 26.5 \text{ °C}$)
- Felszíni alacsony-nyomás (konvergencia)
- Felszíni áramlás ciklonális, a magassággal csökken
- Nedves levegő feláramlik → kondenzációs folyamat, felhő- és esőképződés, (látens hő felszabadul) → erős szél (mechanikus energia)
- Erős szél és alacsony nyomás → növeli a párolgást és a kondenzációt
- Felszabadult energia növeli a feláramlást
- Divergencia a felsőbb szinteken
- A Föld forgás (Coriolis erő) hatására jön létre a forgómozgás



A hurrikánok szeme

A hurrikánok anatómiája.

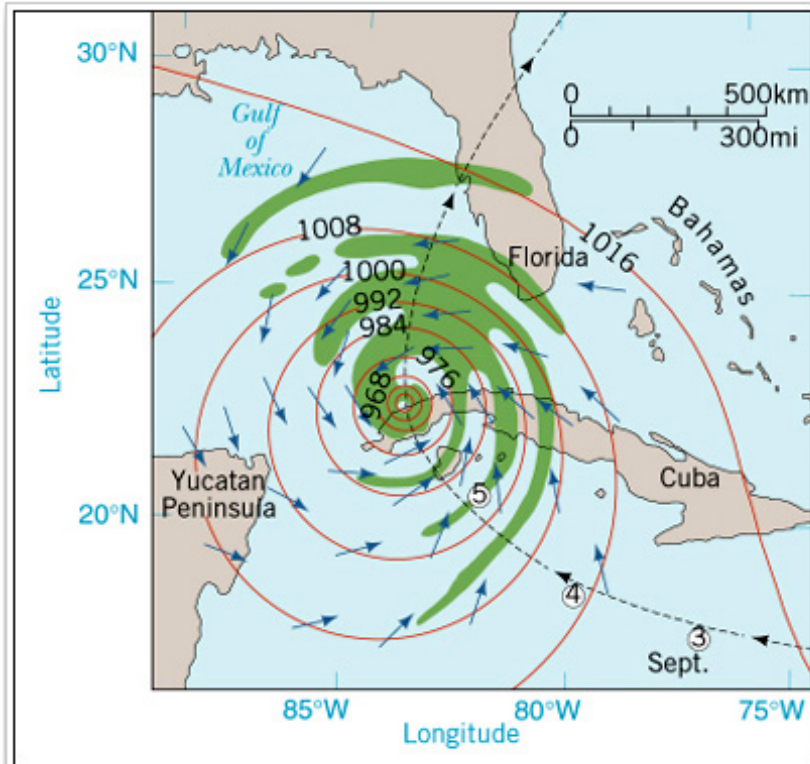
Erős, nagykiterjedésű Cumulonimbus (Cb) felhő, koncentrikus kőrkörös elrendeződésben. A magasban Cirrus (Ci) felhők jelzik előre a vihart. Átmérője átlagosan 1000 km (forrás: NOAA, National Weather Service).

**Fotó: Mitch Hurrikán, 1998.
10. 25., NOAA.**

Hurrikánok ábrázolása

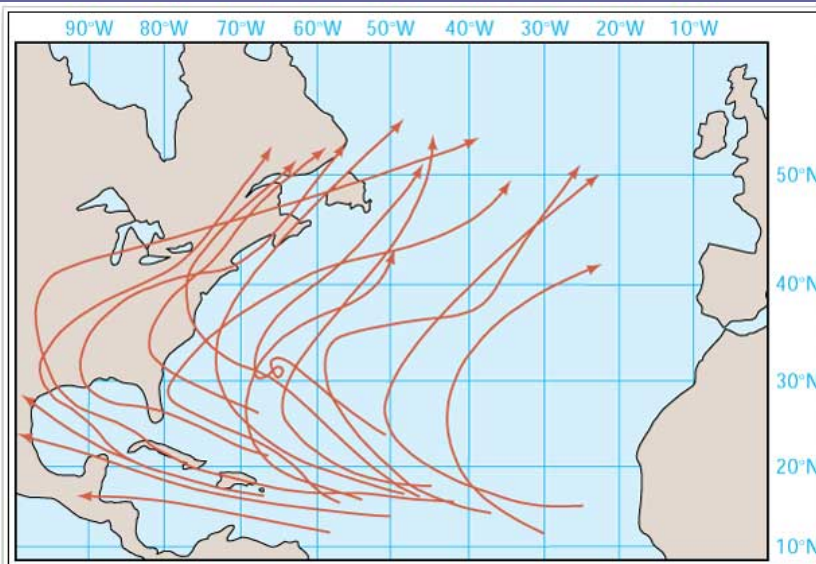
Időjárási térképeken:

A simplified weather map of a hurricane passing over the western tip of Cuba. Daily locations, beginning on September 3, are shown as circled numerals.



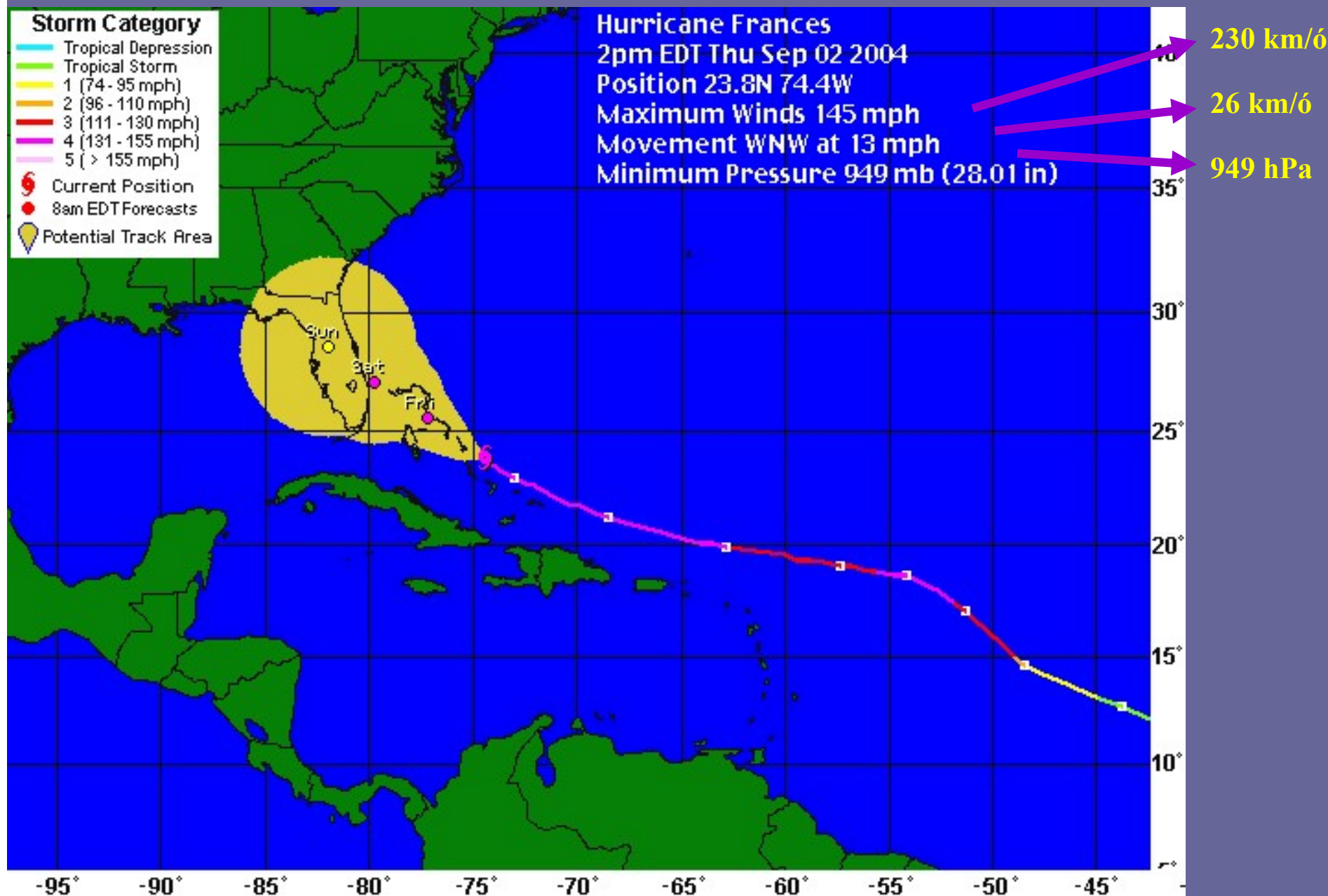
Hurrikán trajektóriákkal:

Tracks of typical hurricanes occurring during August. The storms arise in warm tropical waters and move northwest. On entering the region of prevailing westerlies, the storms change direction and move toward the northeast.



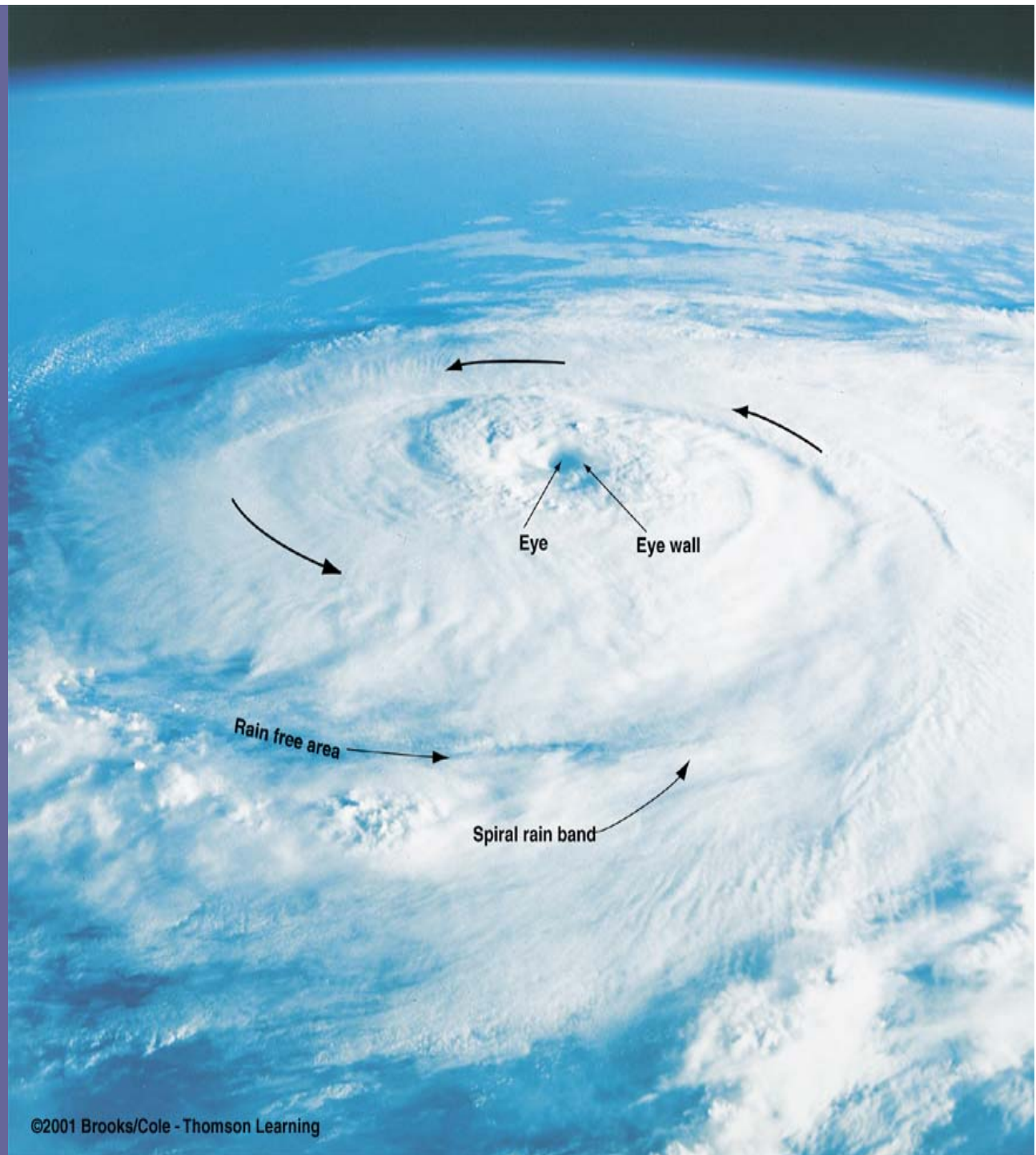
Frances hurrikán pályája, helyzete, s 3 napos előrejelzés

Vihar kategóriák: szélsébség szerint



A trópusi ciklonok elemei

- **Szem:** a központi legkisebb nyomású terület, kis szél és leszálló mozgás jellemzi
- **Szem körüli fal:** a legnagyobb szél és a leghevesebb eső gyűrűje
- **Spirális karok:** gyengébb szél, esetenként erős csapadékkal



A trópusi ciklonok fajtáinak definíciói:

1. Trópusi depresszió

szél <40 mph ~ 64 km/ó

2. Trópusi vihar

szél 40-73 mph ~ 64-117 km/ó

3. Hurrikán

I. kategória:

szél 74-95 mph ~ 117-152 km/ó

II. kategória:

szél 96-110 mph ~ 152-176 km/ó

III. kategória:

szél 111-130 mph ~ 176-208 km/ó

IV. kategória:

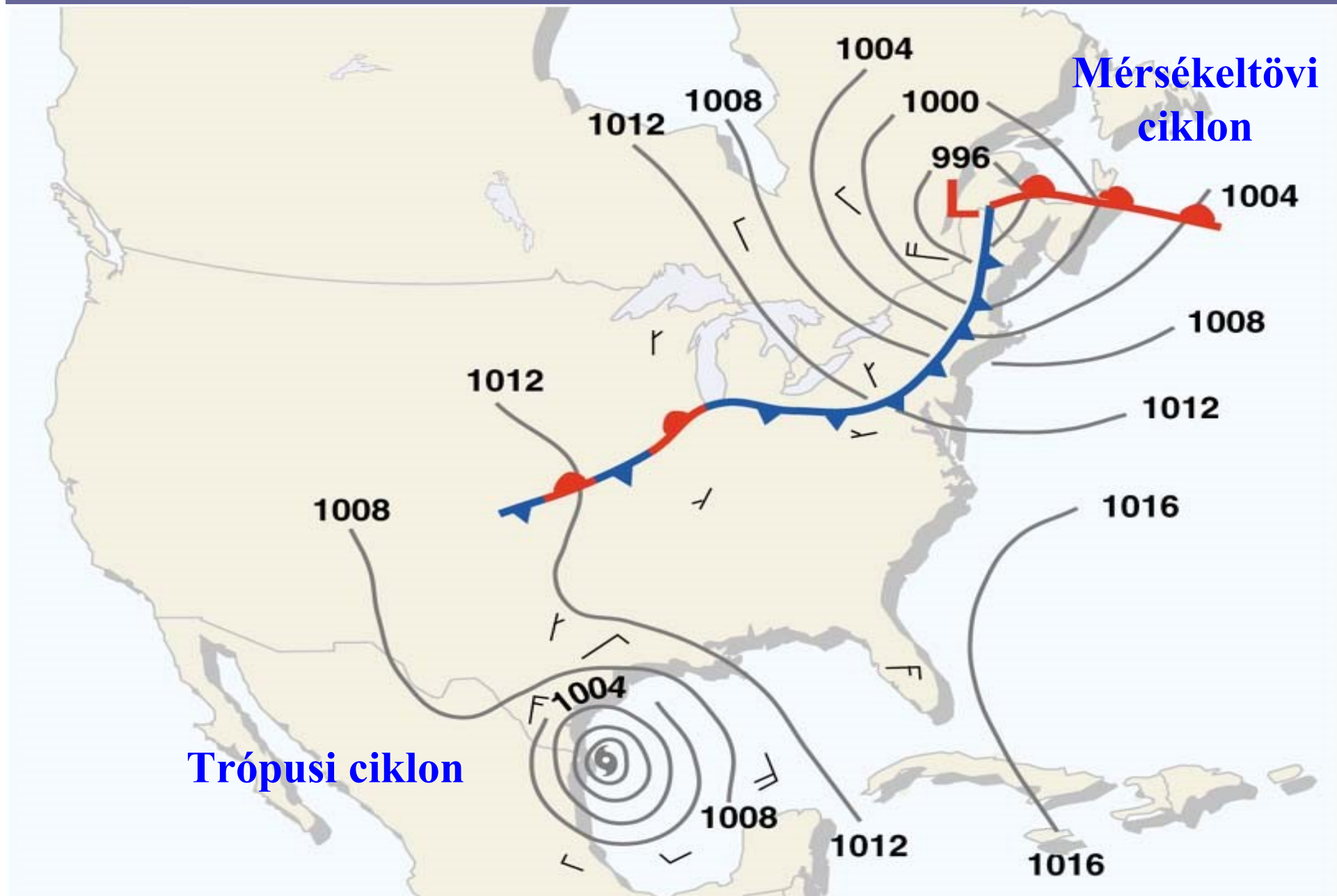
szél 131-155 mph ~ 208-248 km/ó

V. kategória:

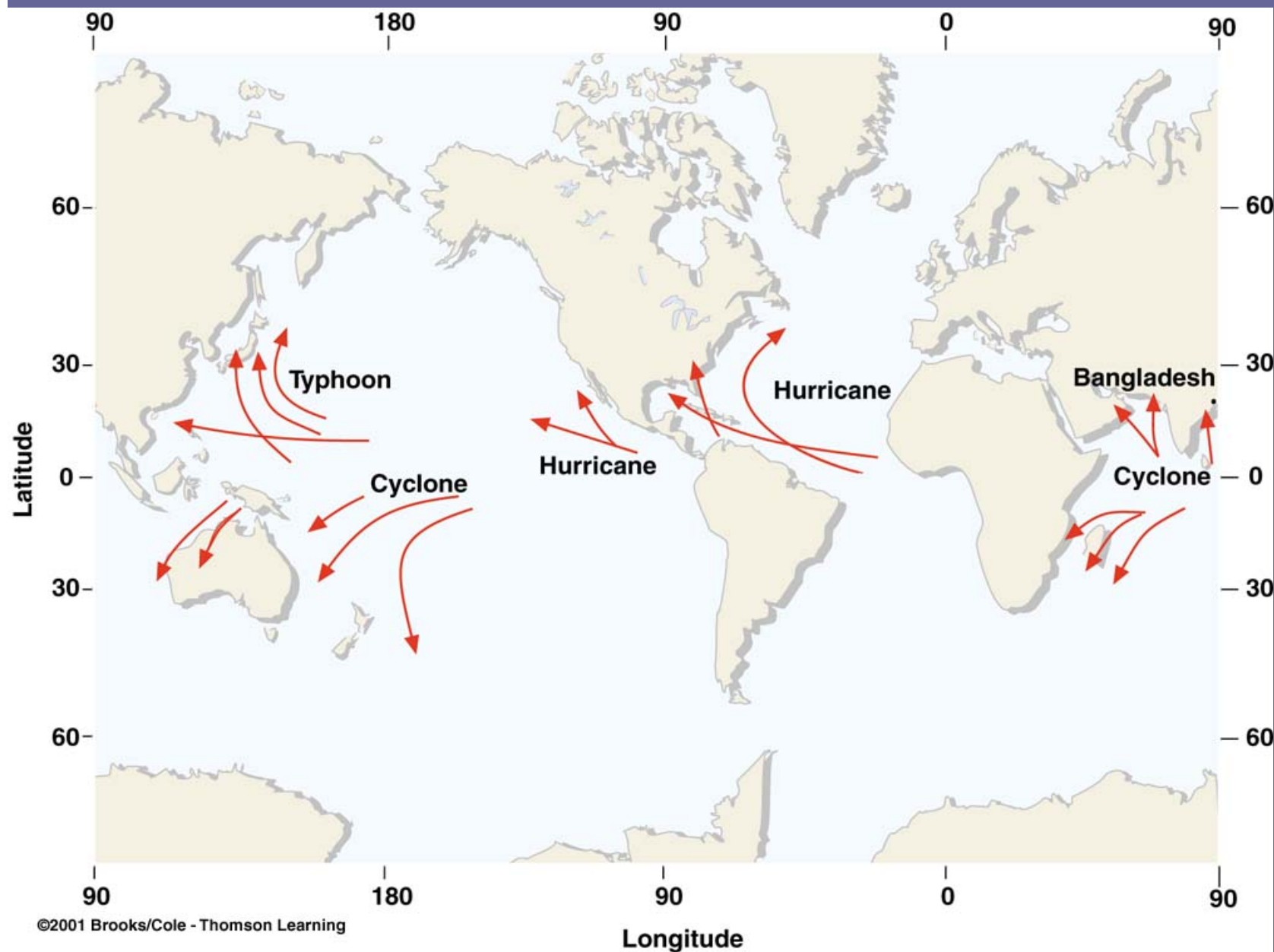
szél 155 mph ~ 248 km/ó felett



Eltérések a mérsékeltövi és a trópusi ciklonok megjelenése közt

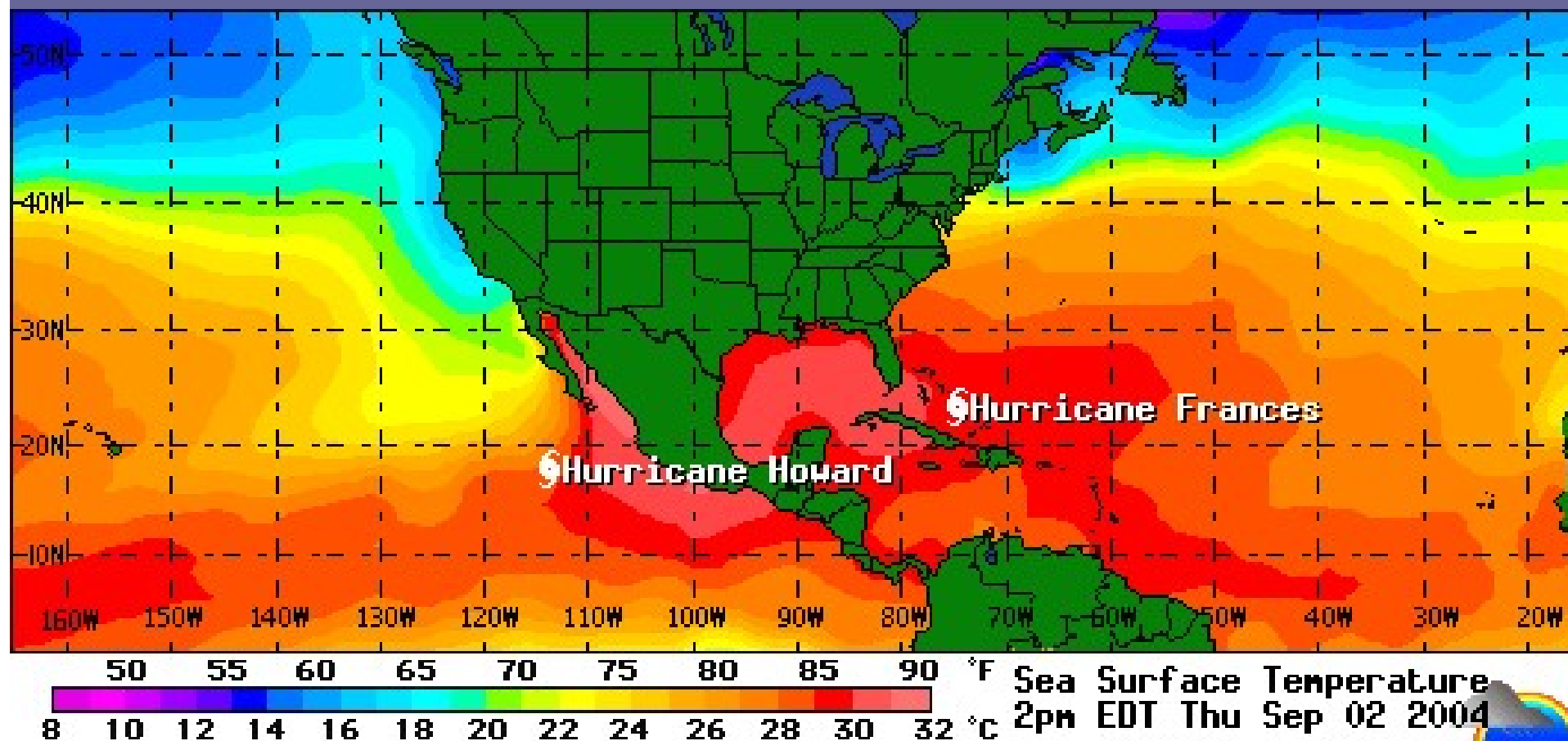


A trópusi ciklonok előfordulási területei



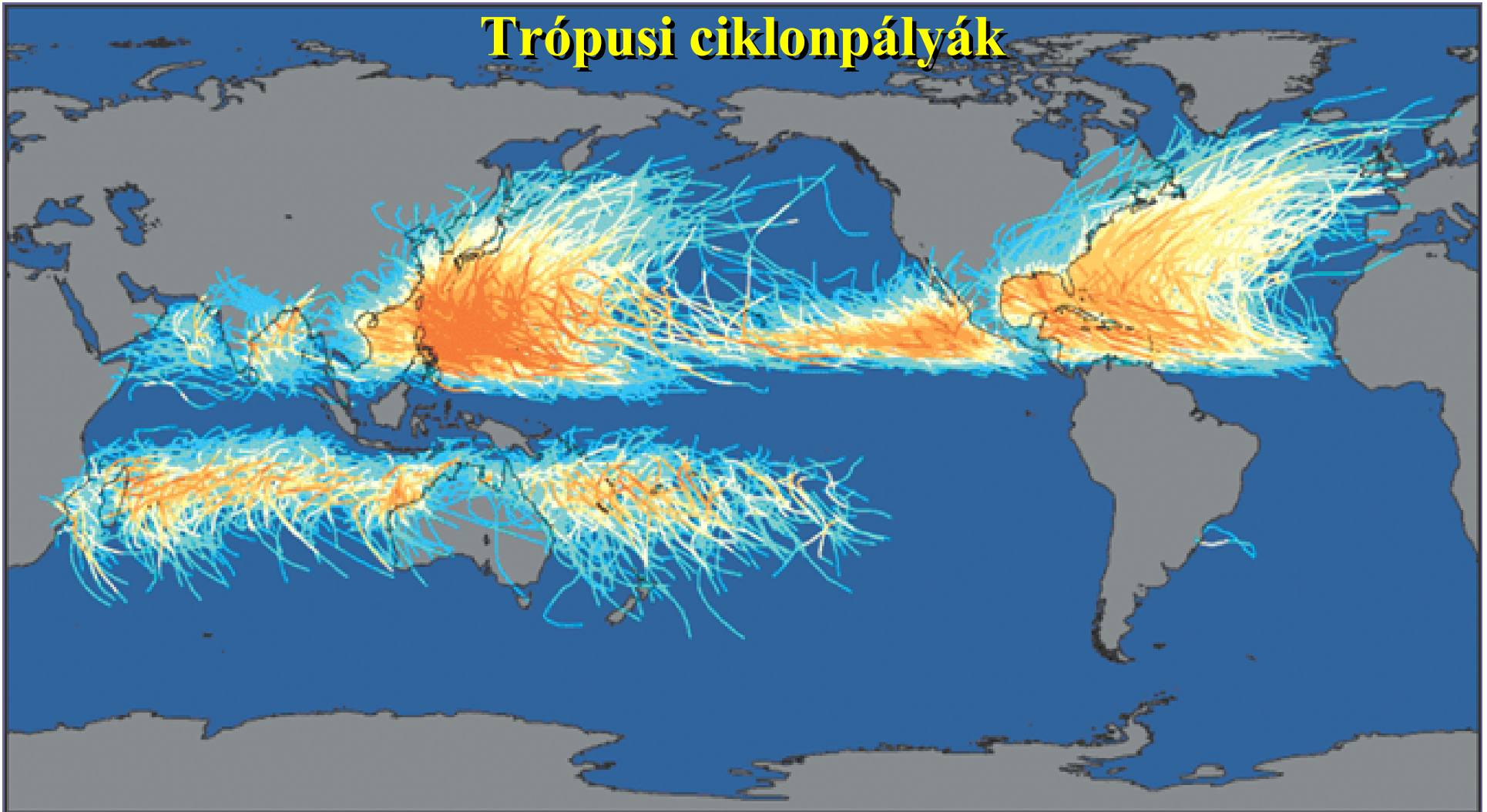
Miért
csak itt?

A tengerfelszín hőmérséklet magasabb, mint 27°C

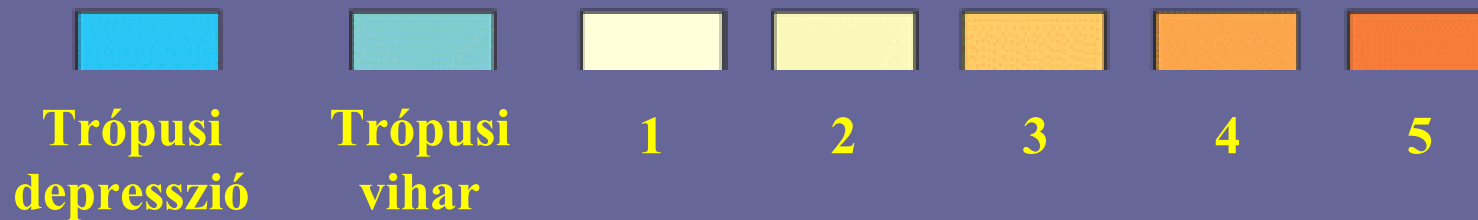


Hőmérsékleti küszöbérték

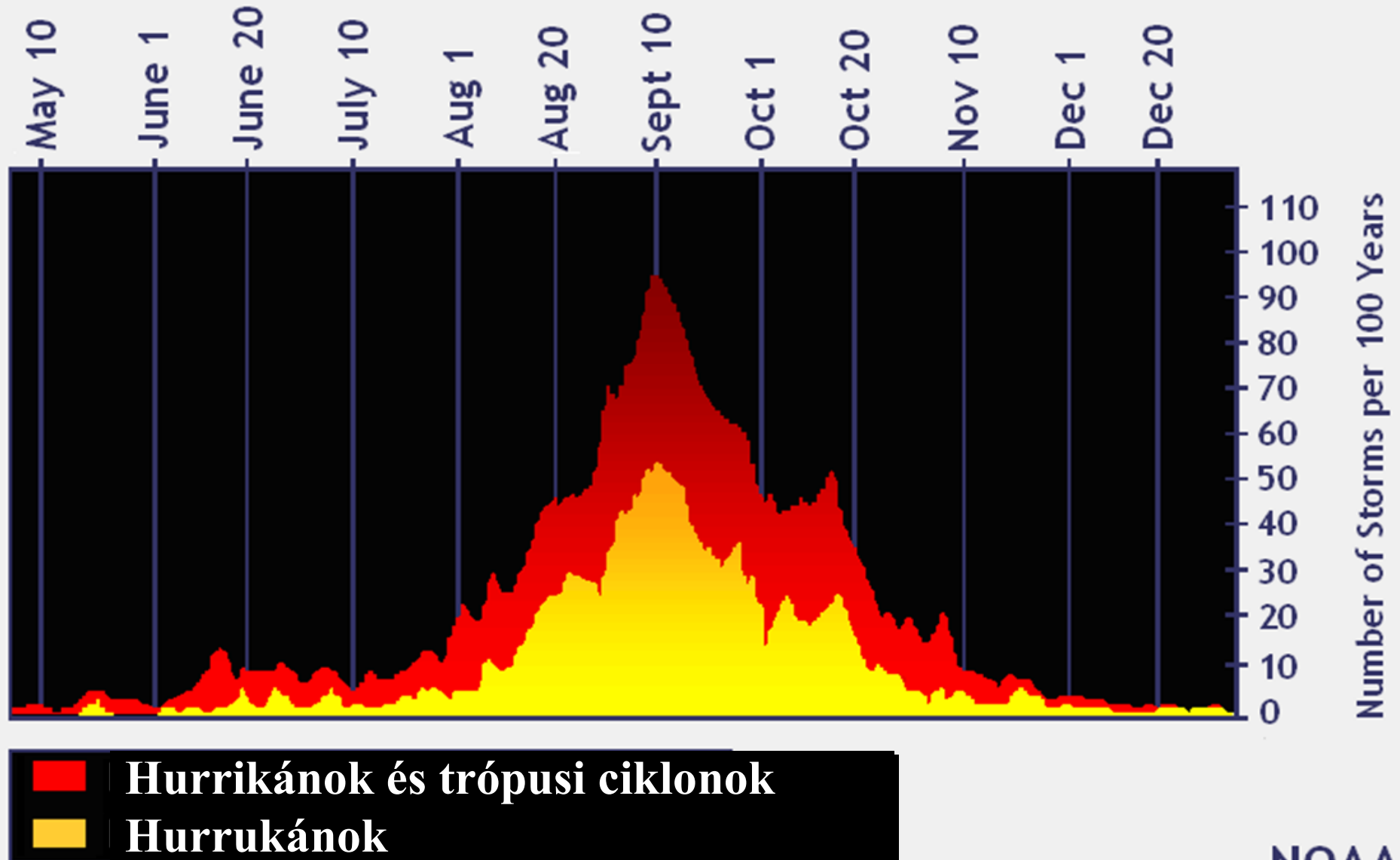
Trópusi ciklonpályák



Hurrikán intenzitás skála (Saffir-Simpson-féle)



Az Észak-Atlanti térség „hurrikán szezona”

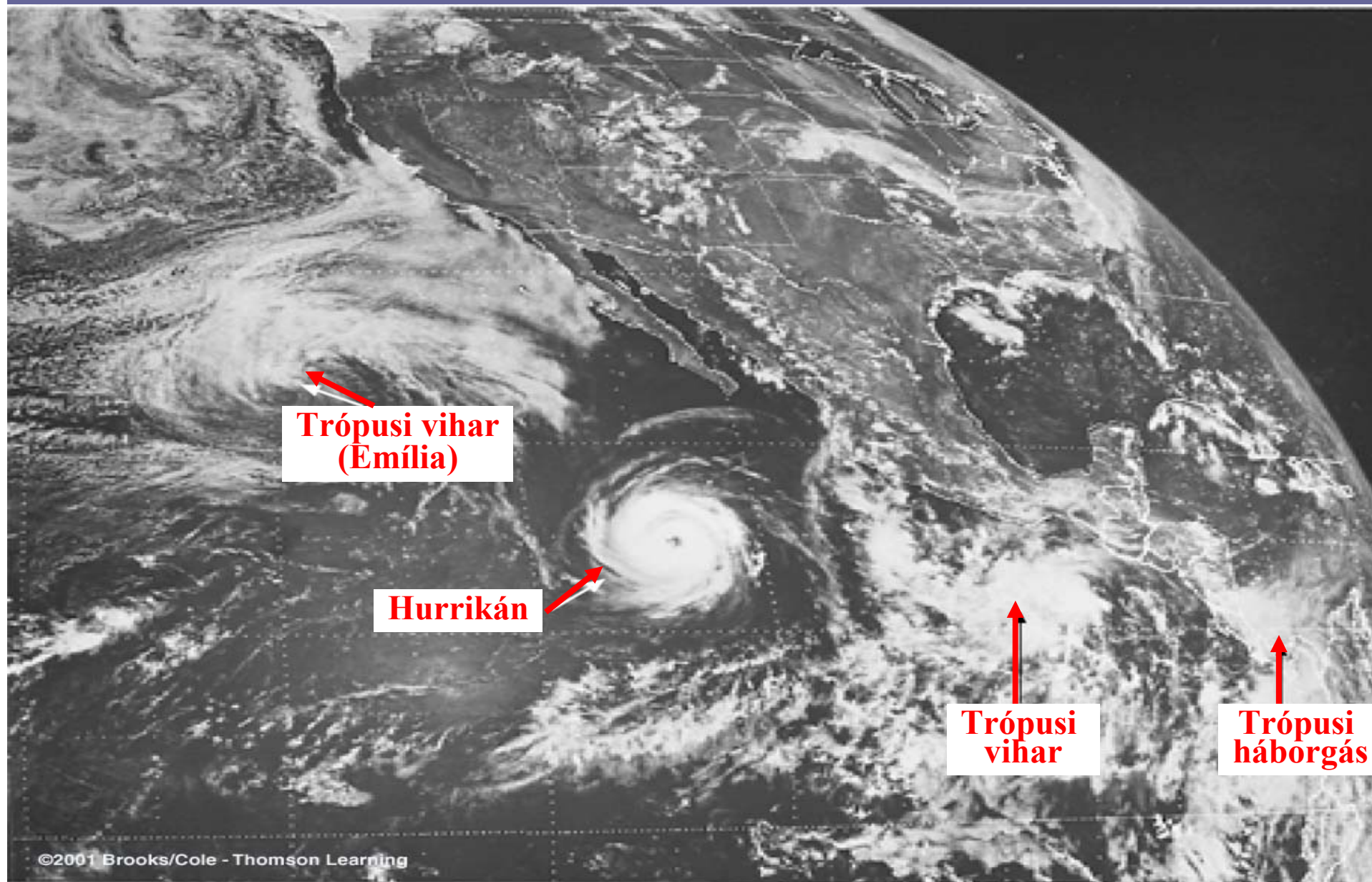


NOAA

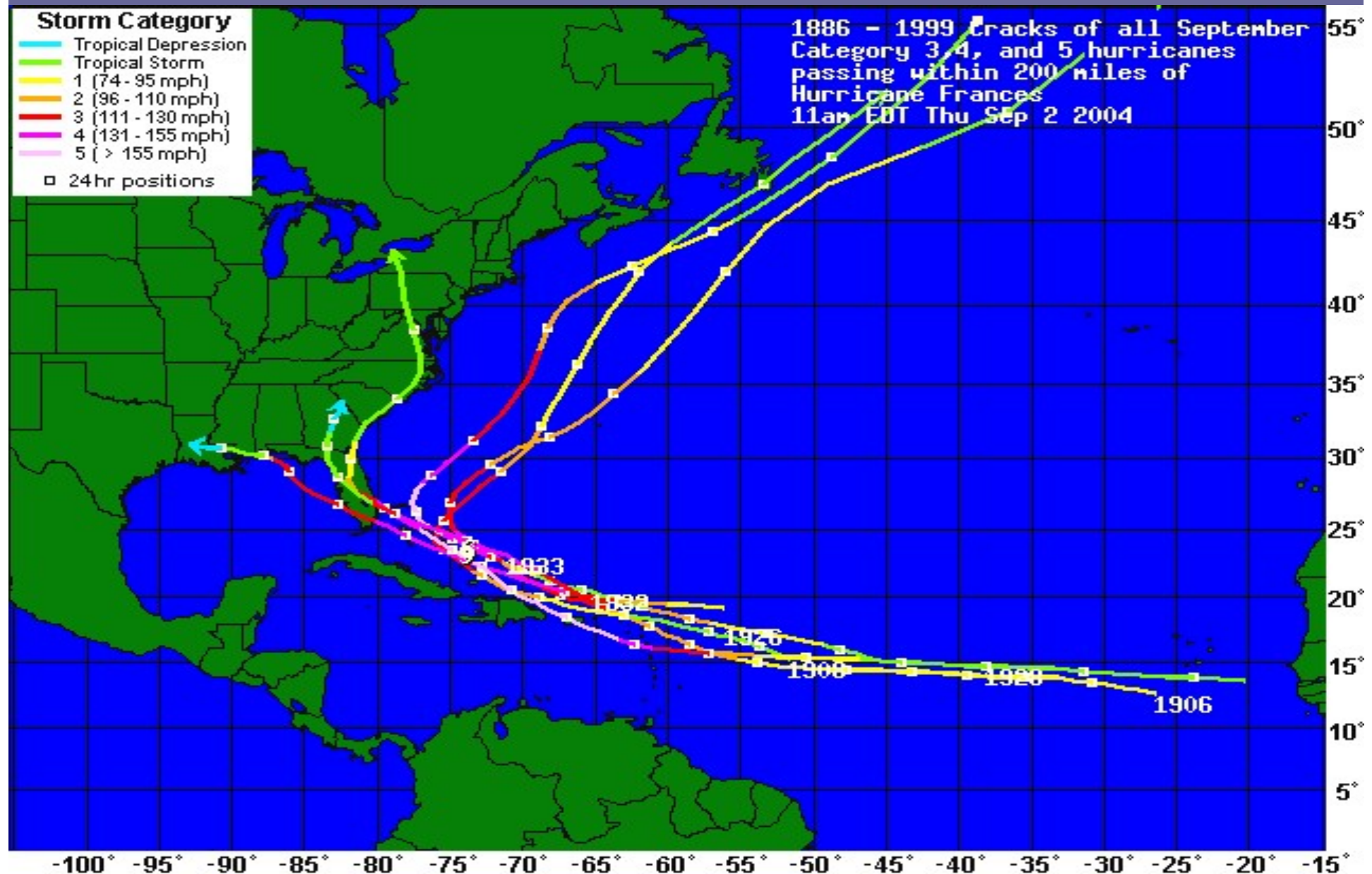
A HURRIKÁNOK TOVÁBBI TULAJDONSÁGAI

- Az Egyenlítő közelében nem alakulnak ki hurrikánok (>5 fok földrajzi szélesség)
- Hurrikánok nem alakulnak ki szárazföldek felett

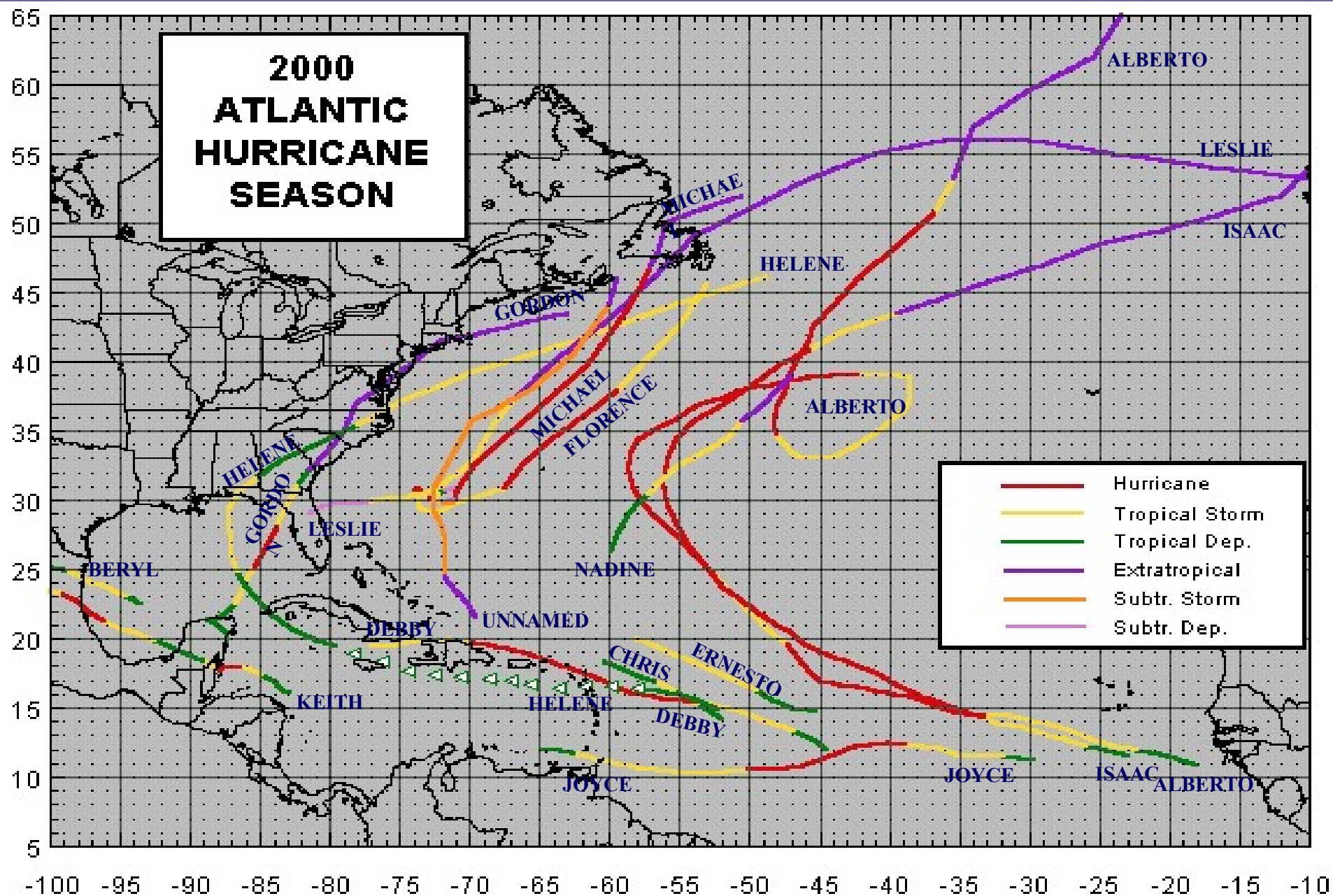
A hurrikánok és a trópusi viharok nem gyakoriak, mégis itt egy példa mikor egyidőben 4 volt látható



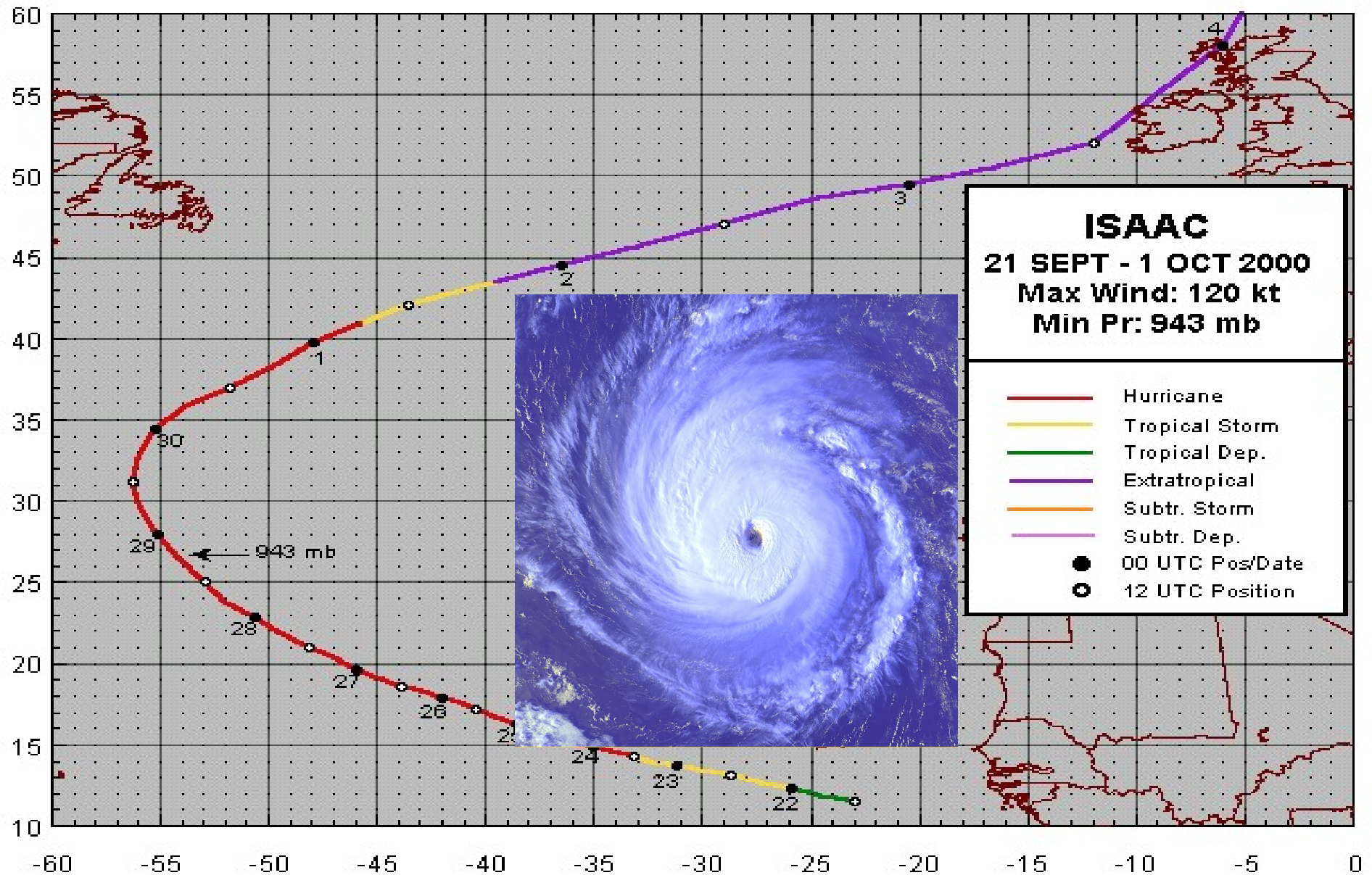
Történeti hurrikán útvonalak a Frances (1999) pályájának közelében



A harmadik leghosszabb életű trópusi ciklon az Atlanti-óceánon (3 hét)



IV. Kategóriájú hurrikán, mely mérsékeltövi viharra alakulva Európát is érintette (haláleset Skóciában)



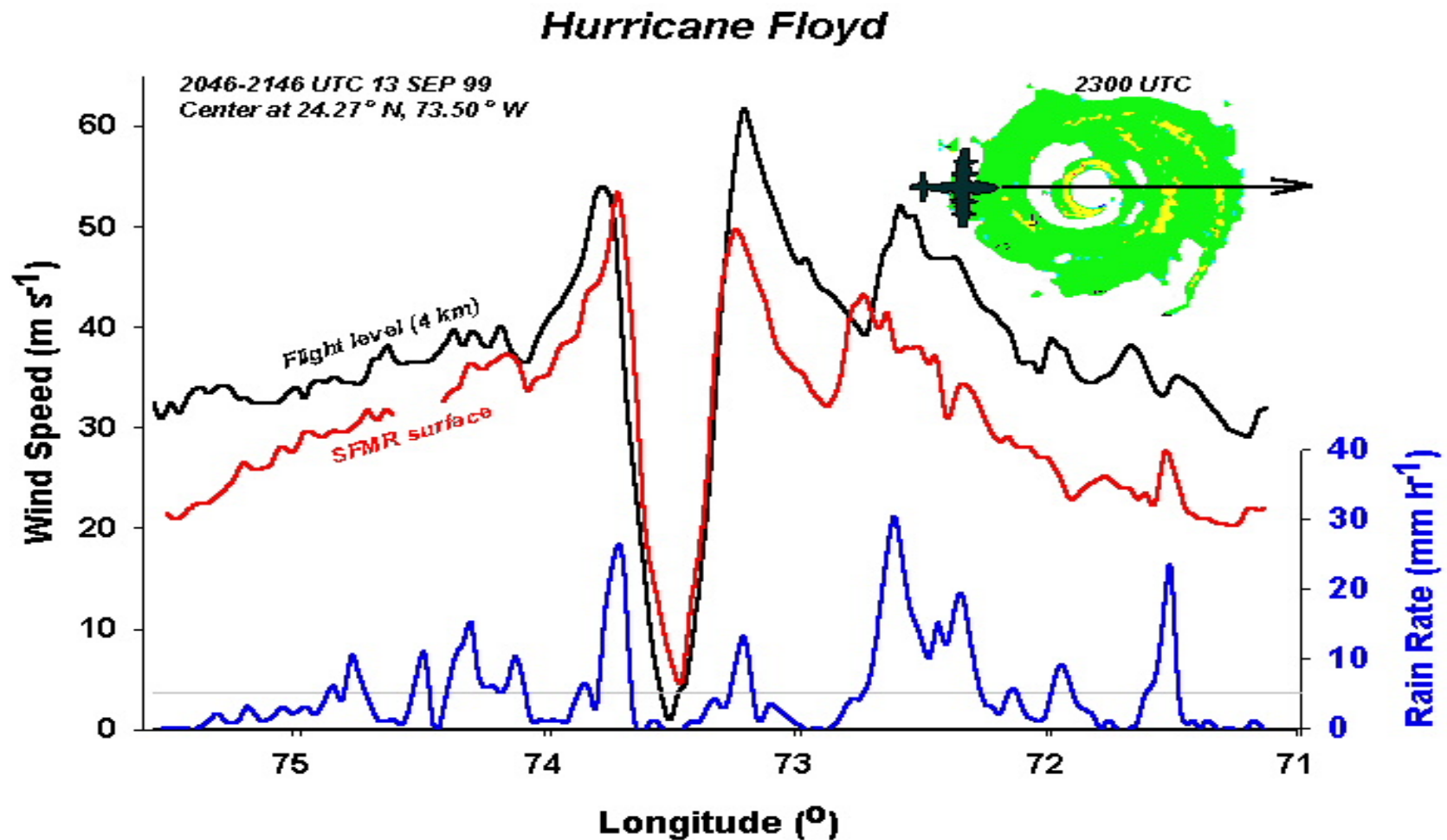
A hurrikánok vertikális szerkezete

Az Olívia hurrikán belsejében, a szem körüli fal (eyewall)

25 2 1:36

Forrás: NOAA P-3 'hurricane hunter' image

EGY MÉRŐREPÜLŐ 1999. SZEPT. 13-ÁN ÁTREPÜLT A FLOYD HURRIKÁN BELSŐ SZEKTOÁN



A HURRIKÁNOK ÁLTAL OKOZOTT KÁROK



Belize City

Forrás: REUTERS

**Az Andrew
hurrikán
átment
Miami
városán
(Florida, USA)**



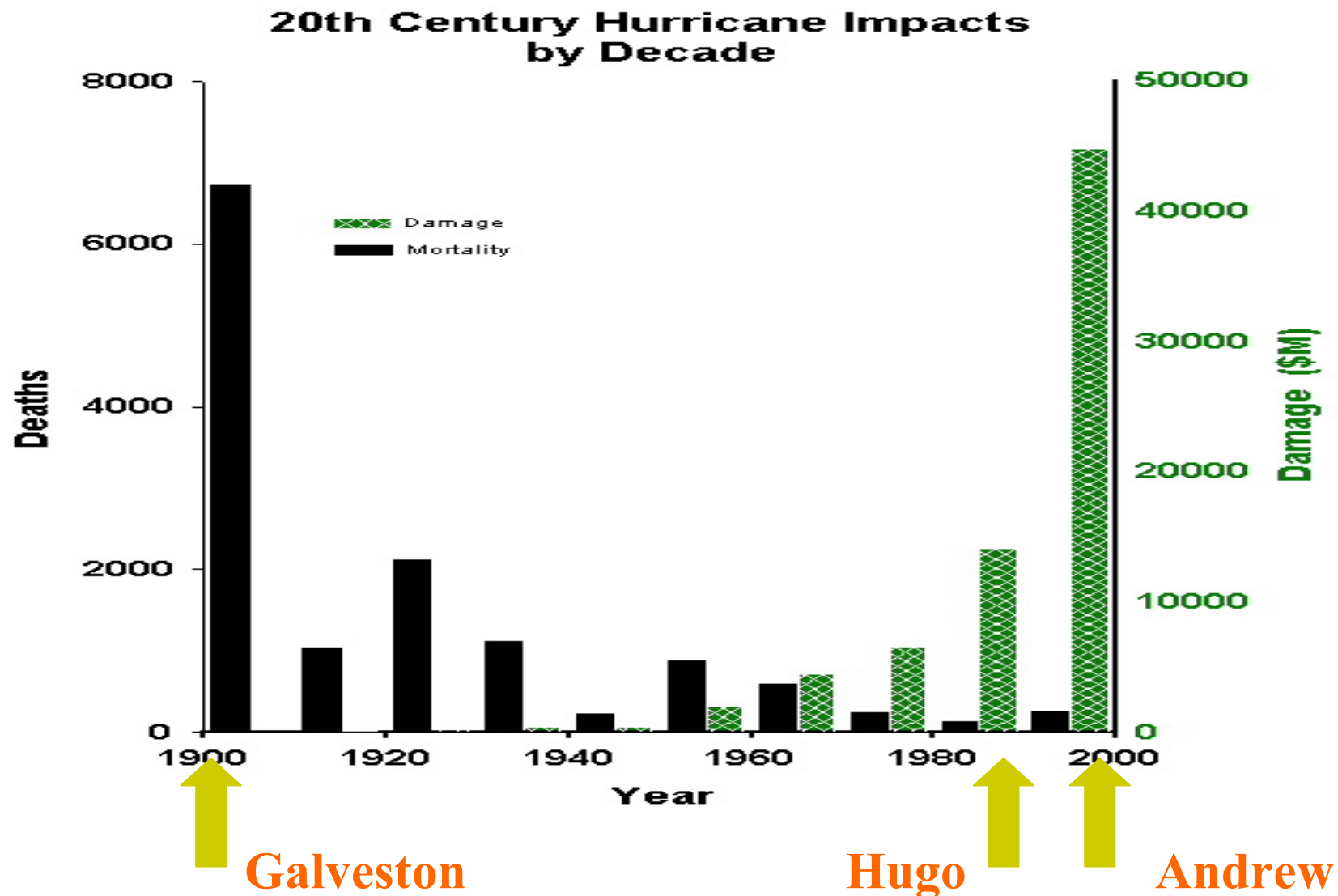
A HURRIKÁNOK ÁLTAL OKOZOTT KÁROK



Corosal-Belize Highway 3 Oct 2000

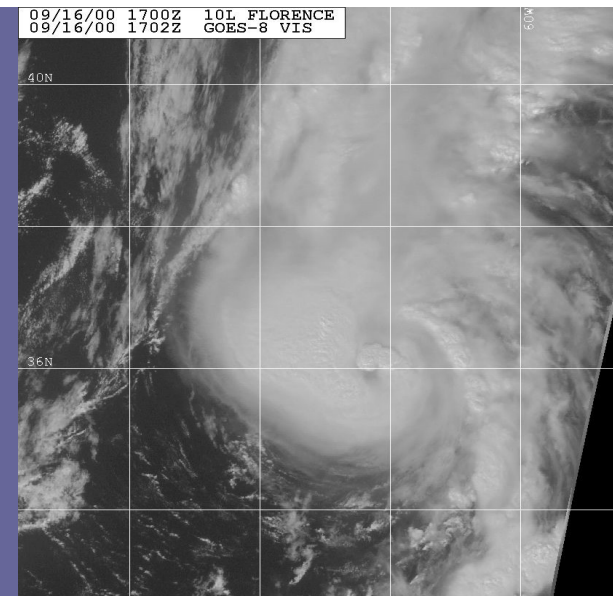
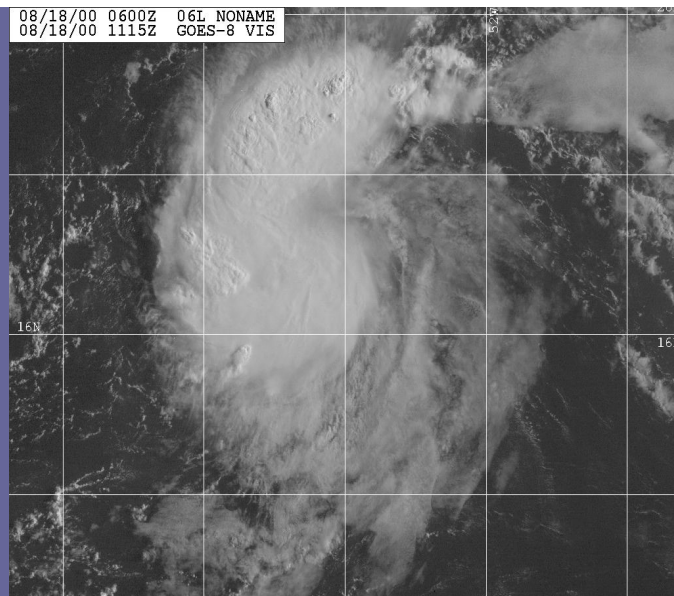
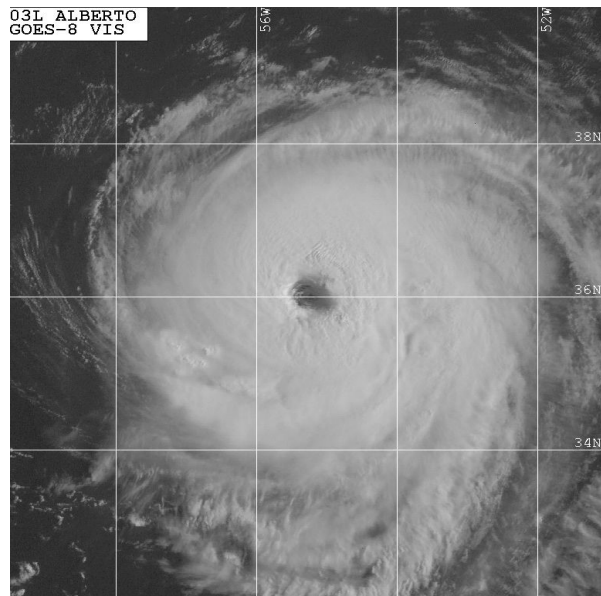
Forrás: REUTERS

A HURRIKÁNOKHOZ KAPCSOLÓDÓ HALÁLESETEK SZÁMA ÉS AZ OKOZOTT KÁROK A XX. SZÁZADBAN

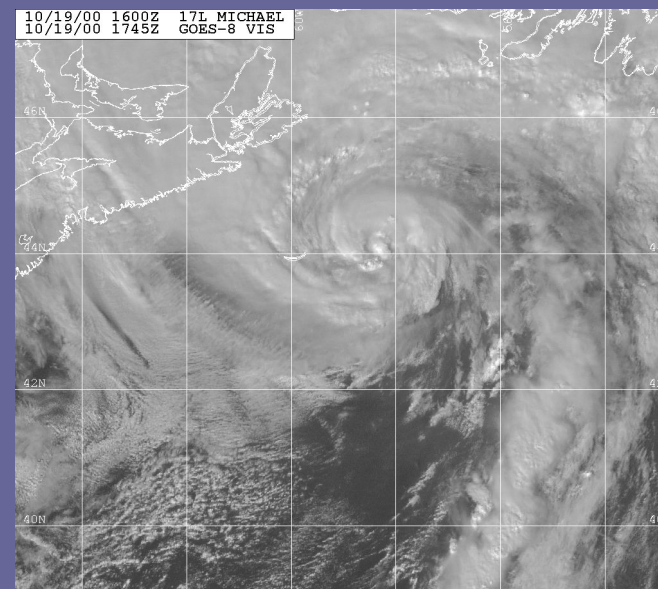
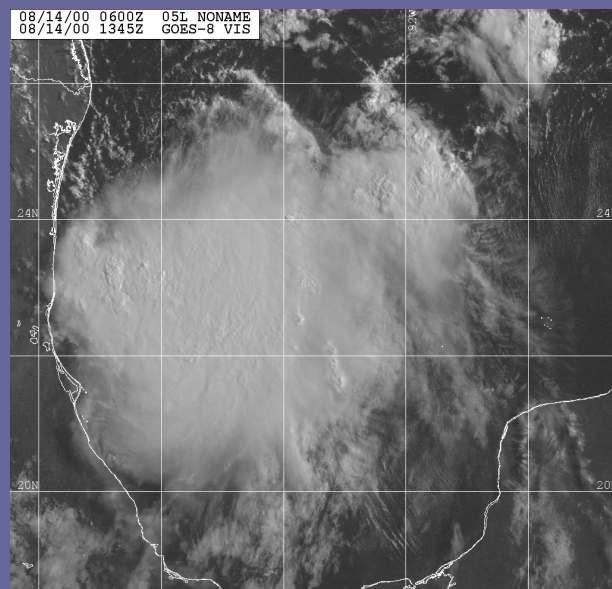
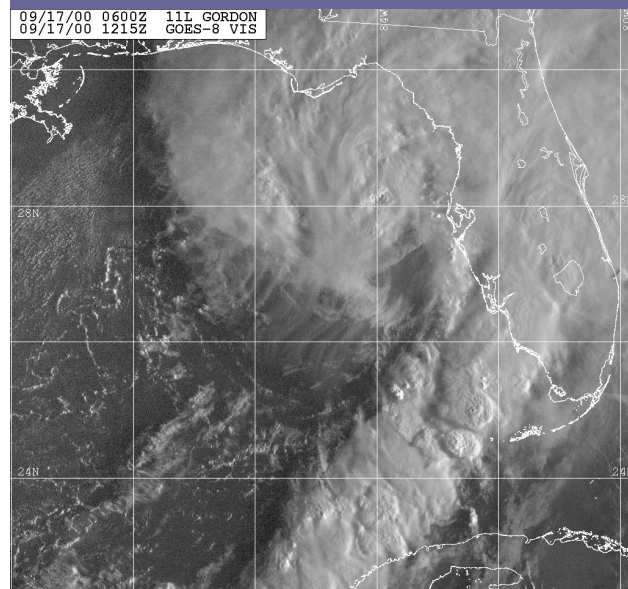


**MILYEN A FORMÁJA A TRÓPUSI
CIKLONOKNAK?**

**MEG TUDJUK-E ÁLLAPÍTANI
MŰHOLDFELVÉTELEK ALAPJÁN, HOGY
MELYEK A LEGVESZÉLYESEBBEK?**



Ezek közül melyik a legerősebb?



Naval Research Laboratory http://www.nrlmry.navy.mil/sat_products.html
← Visible (Sun elevation at center is 11 degrees) →

Naval Research Laboratory http://www.nrlmry.navy.mil/sat_products.html
← Visible (Sun elevation at center is 27 degrees) →

Naval Research Laboratory http://www.nrlmry.navy.mil/sat_products.html
← Visible (Sun elevation at center is 29 degrees) →

Gyakori emberáldozatok (árvíz, partmenti viharok)



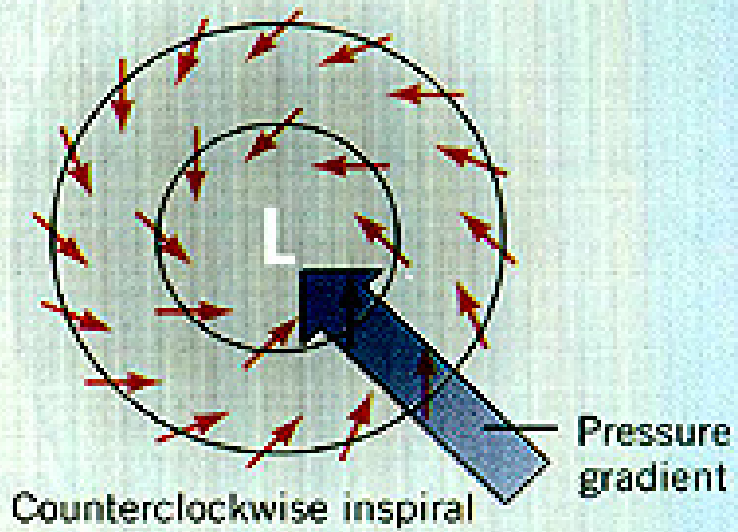
Pan-American Highway, Nicaragua 3 Oct 2000

Forrás: REUTERS

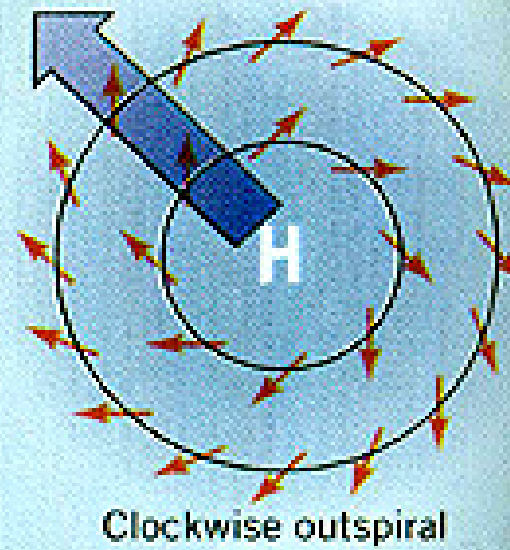
Trópusi ciklonpályák

Northern hemisphere

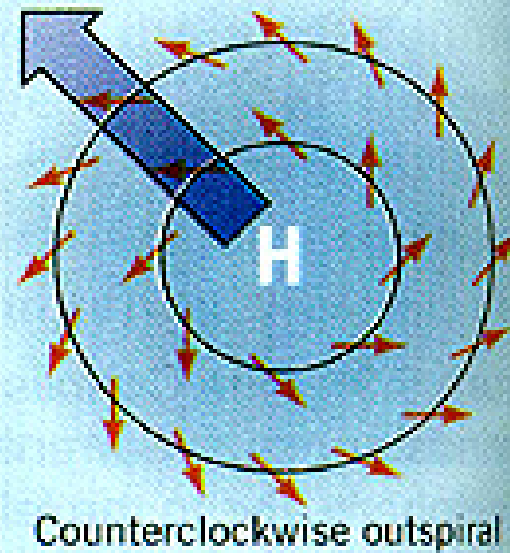
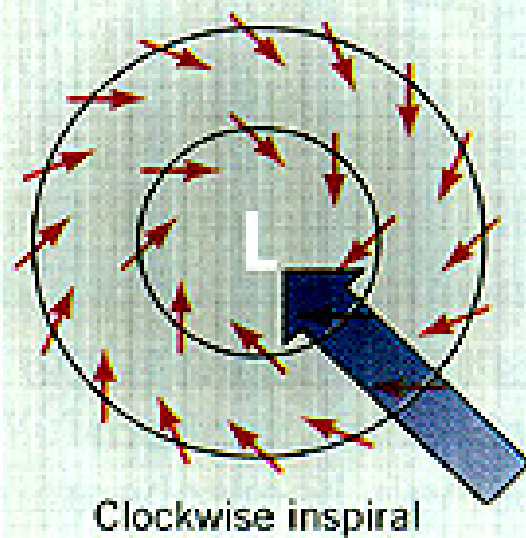
Cyclones



Anticyclones



Southern hemisphere



2005-ös év

- Legaktívabb hurrikán év a feljegyzések óta
- 28 elkeresztelt vihar, kifogytak az ABC betűi
- A hurrikán szezon 2006 január 6-ig tartott (az utolsó neve: Zeta)
- Legtöbb hurrikán (15), legmagasabb kategóriák, 5 (4-es kategóriájú)
- Halálos áldozatok száma az eddigi legtöbb: 2,280
- Anyagi kár az eddigi legtöbb: \$100 milliárd

120° 115° 110° 105° 100° 95° 90° 85° 80° 75° 70° 65° 60° 55° 50° 45° 40° 35° 30° 25° 20° 15° 10° 5° West 0° East 5°

NATIONAL HURRICANE CENTER ATLANTIC • CARIBBEAN • GULF OF MEXICO • HURRICANE TRACK CHART

2005

NUMBER	TYPE	NAME	DATE
1	T	ARLENE	8 Jun.-13 Jun.
2	T	BRET	28 Jun.-30 Jun.
3	H	CINDY	3 Jul.-7 Jul.
4	H	DENNIS	4 Jul.-13 Jul.
5	H	EMILY	11 Jul.-21 Jul.
6	T	FRANKLIN	21 Jul.-29 Jul.
7	T	GERT	23 Jul.-25 Jul.
8	T	HARVEY	2 Aug.-8 Aug.
9	H	IRENE	4 Aug.-18 Aug.
10	T	JOSE	22 Aug.-23 Aug.
11	H	KATRINA	23 Aug.-30 Aug.
12	T	LEE	28 Aug.-2 Sep.
13	H	MARIA	1 Sep.-10 Sep.

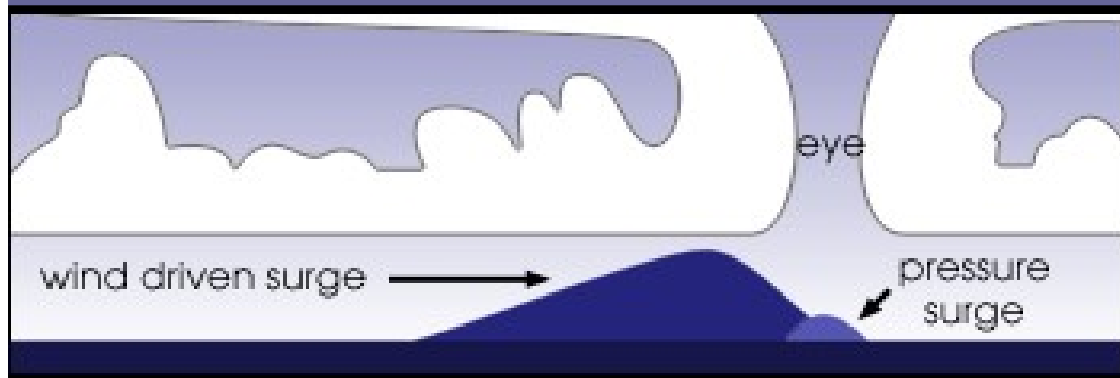
- Hurricane (H)
- Tropical Storm (T)
- Tropical Dep.
- +++ Extratropical
- Wave/Low
- Subtropical Depression
- Subtropical Storm (ST)

- Position at 0000 UTC
- Position/date at 1200 UTC
- 5 Tropical Cyclone Number

Lambert Conformal Conic
true at 20° and 40° North

NUMBER	TYPE	NAME	DATE
14	H	NATE	5 Sep.-10 Sep.
15	H	OPHELIA	6 Sep.-17 Sep.
16	H	PHILIPPE	17 Sep.-23 Sep.
17	H	RITA	18 Sep.-26 Sep.
18	H	STAN	1 Oct.-5 Oct.
19	ST	UNNAMED	4 Oct.-5 Oct.
20	T	TAMMY	5 Oct.-6 Oct.
21	H	VINCE	8 Oct.-11 Oct.
22	H	WILMA	15 Oct.-25 Oct.
23	T	ALPHA	22 Oct.-24 Oct.
24	H	BETA	26 Oct.-31 Oct.
25	T	GAMMA	14 Nov.-21 Nov.
26	T	DELTA	22 Nov.-28 Nov.
27	H	EPSILON	29 Nov.-8 Dec.
28	T	ZETA	30 Dec.-6 Jan. 2006

Trópusi ciklonok: hullámverés



Hurricane Carol

Trópusi ciklonok: hullámverés

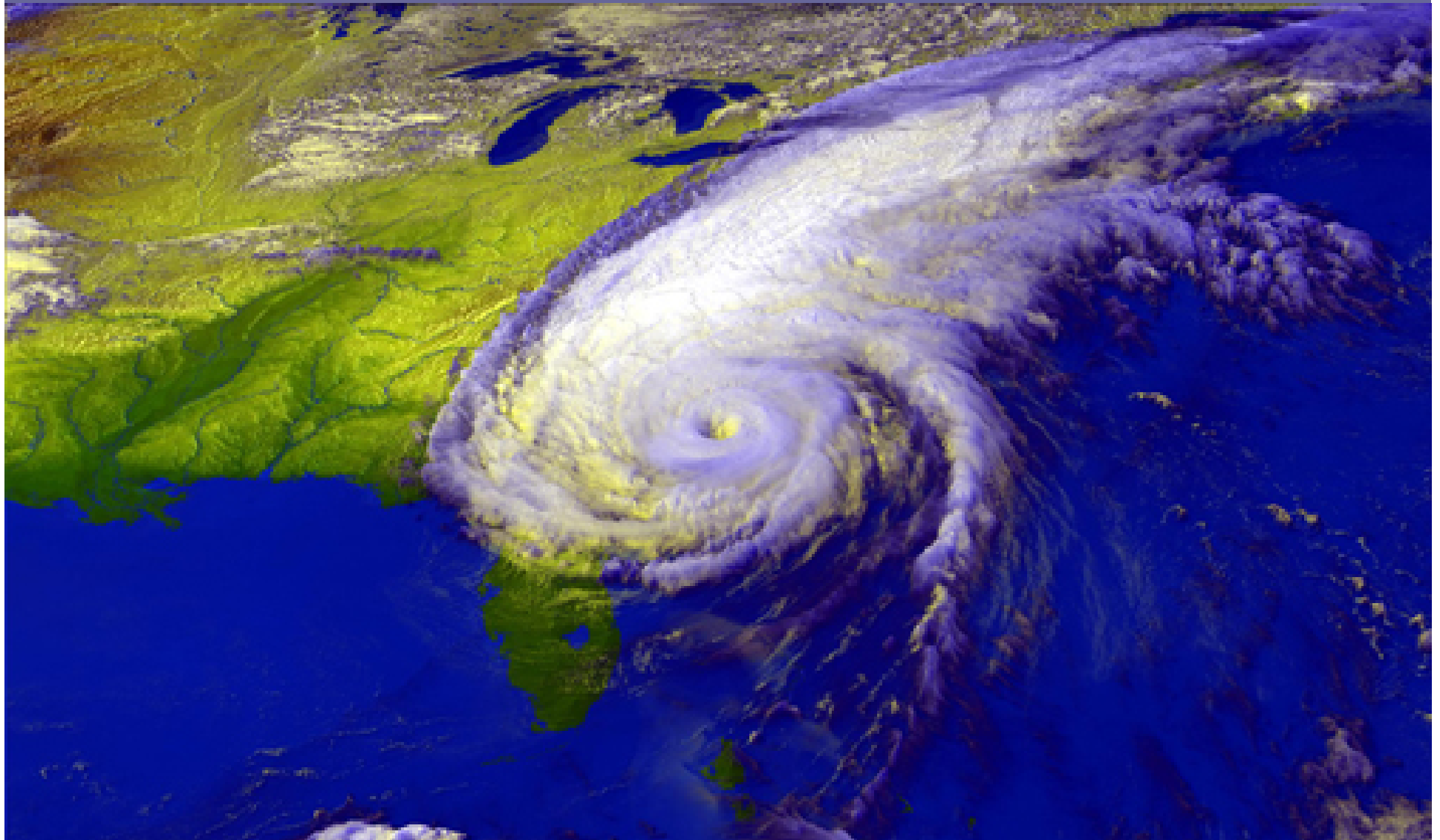
Hullámverés sekély
partszakaszon



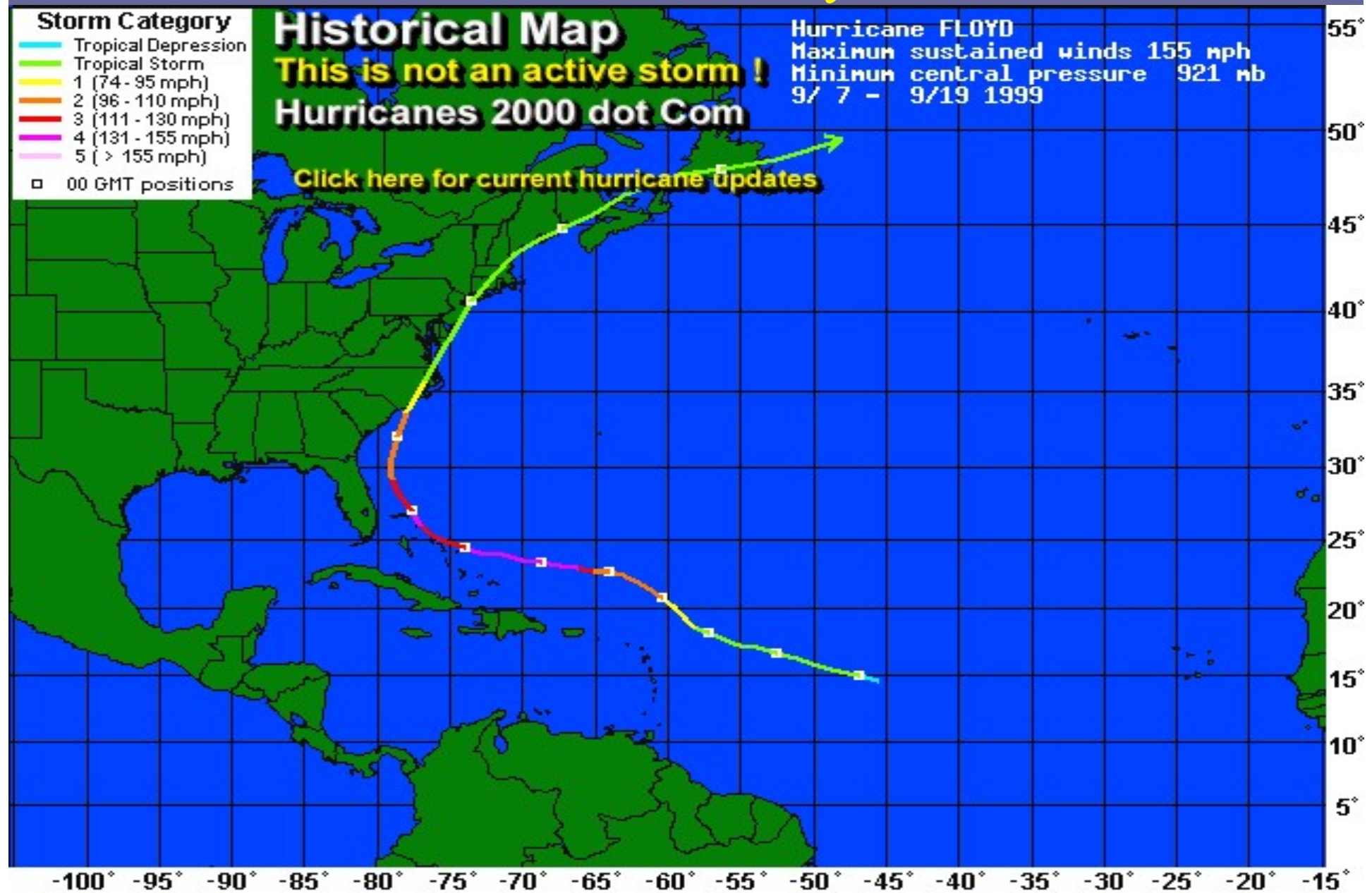
Hullámverés meredek
partszakaszon



Hurricane Floyd



Hurricane Floyd

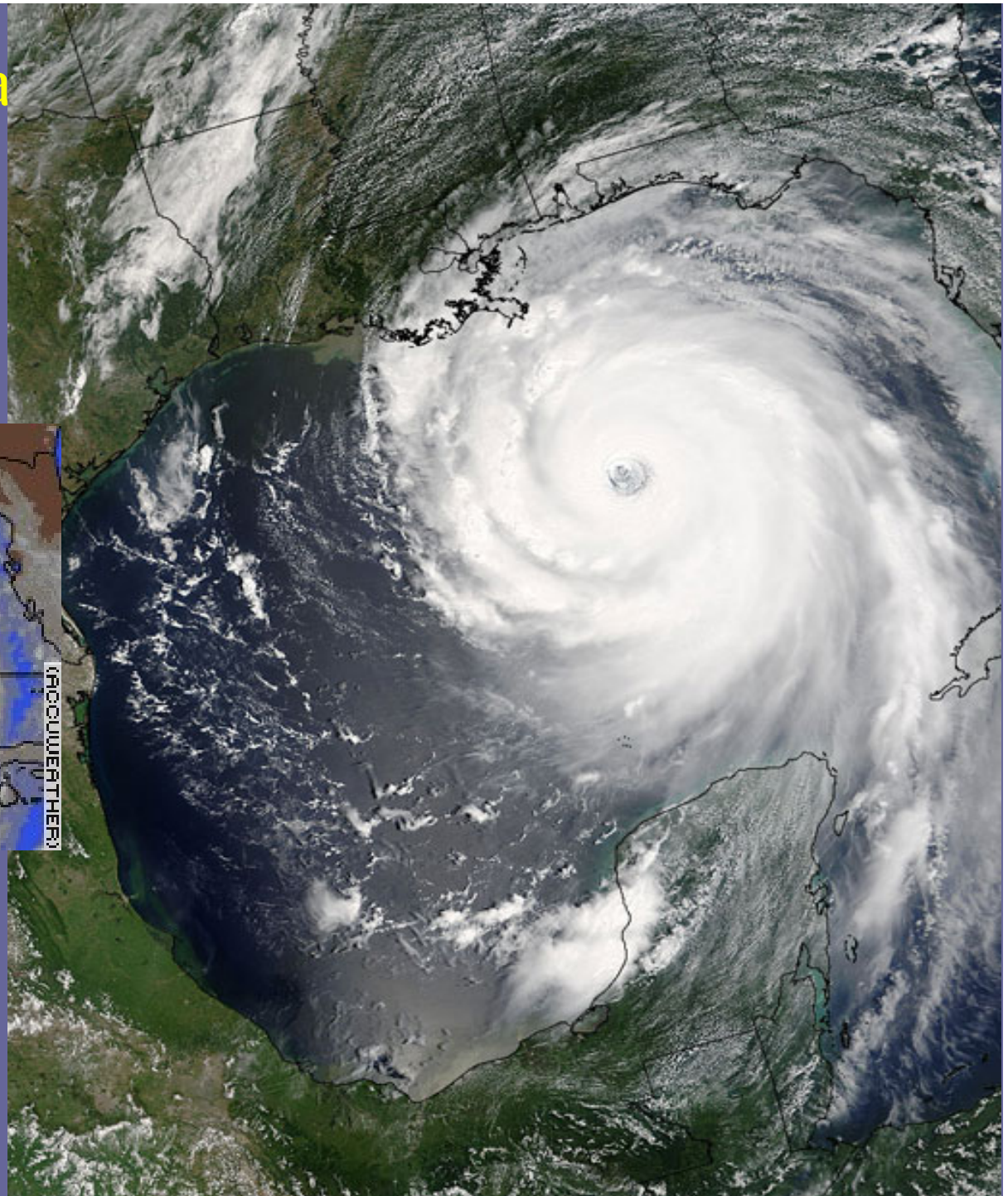
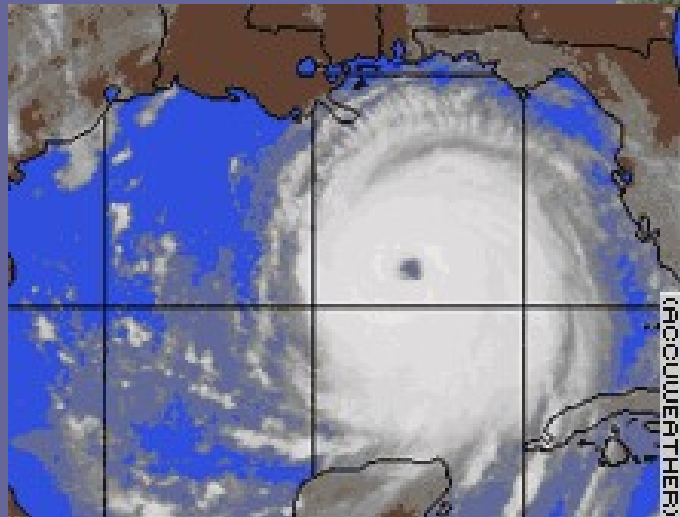


Hurricane Floyd



Serious flooding from North Carolina through New Jersey.

Hurricane Katrina



Hurricane Katrina



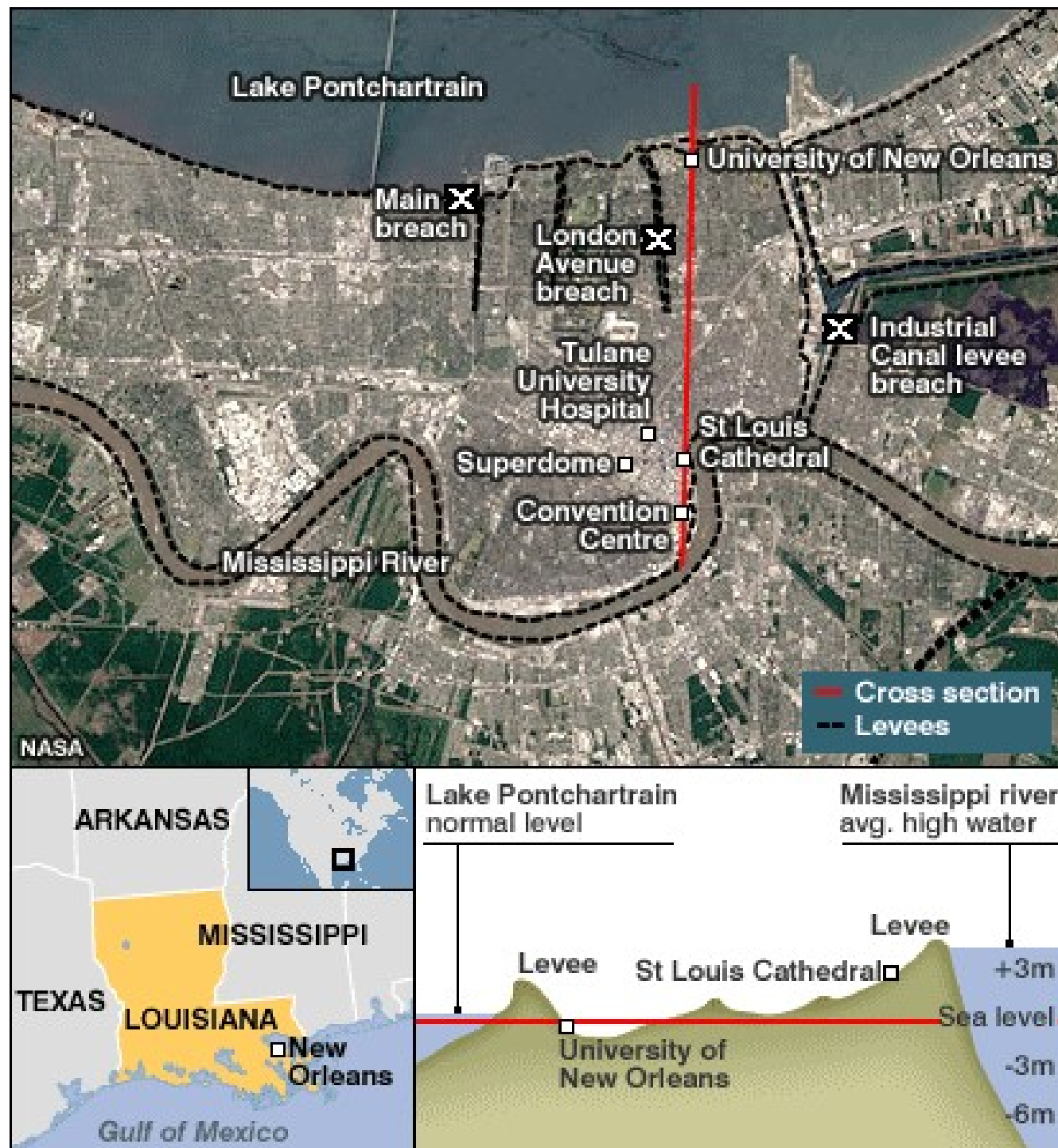
Hurricane Katrina



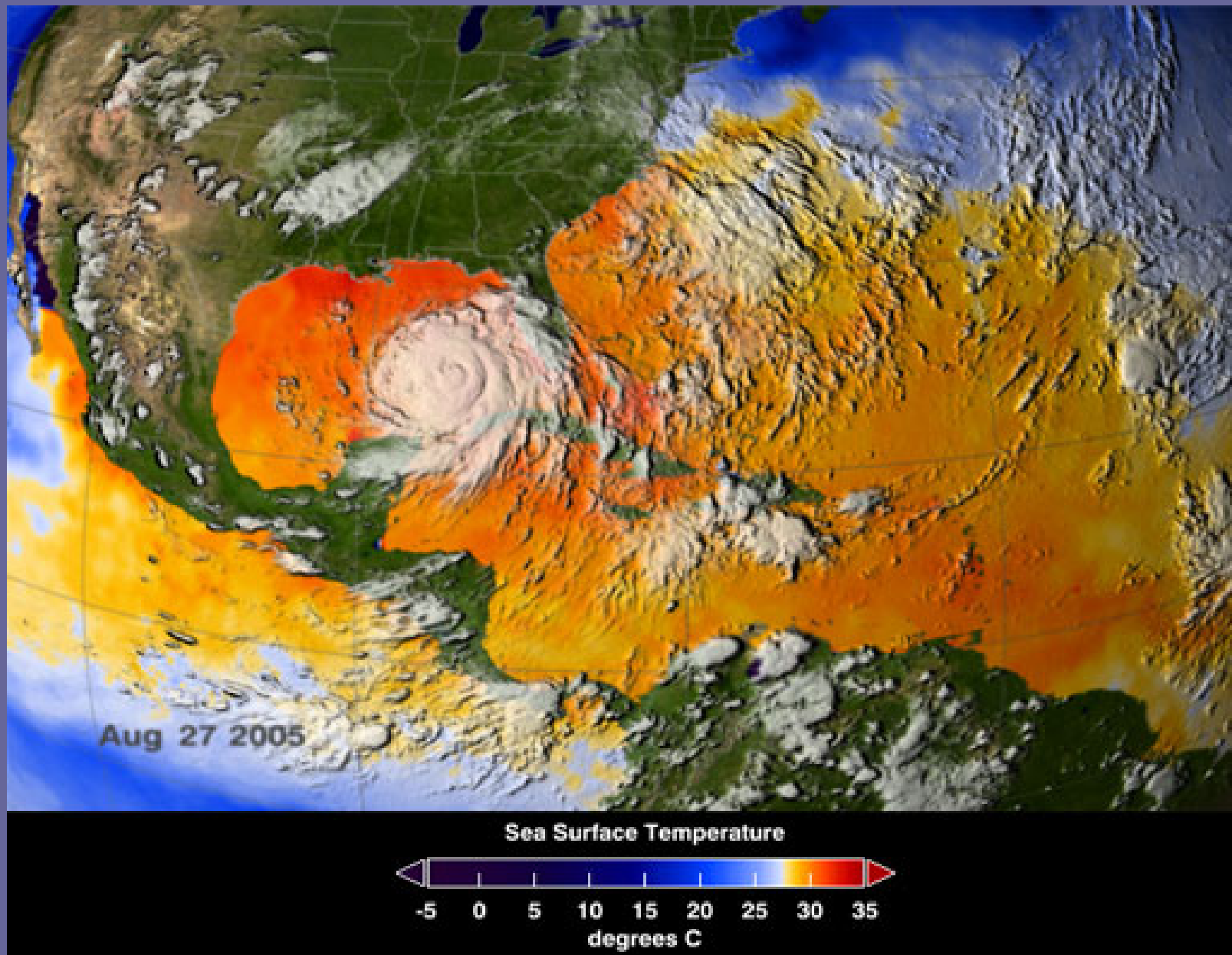
Hurricane Katrina



Hurricane Katrina



Hurricane Katrina



http://www.nasa.gov/mpg/126449main_katrina_fred_animation.mpg

Hurricane Katrina



Vincent Laforet, Pool / Getty Images

Water gushes over a levee Tuesday in New Orleans, which lies below sea level. Many of the pumps that help keep the city dry haven't been running since the storm.



Dave Einsel, Getty Images

A toxic film spreads over the water near a flooded home in the Lakeside area of New Orleans.

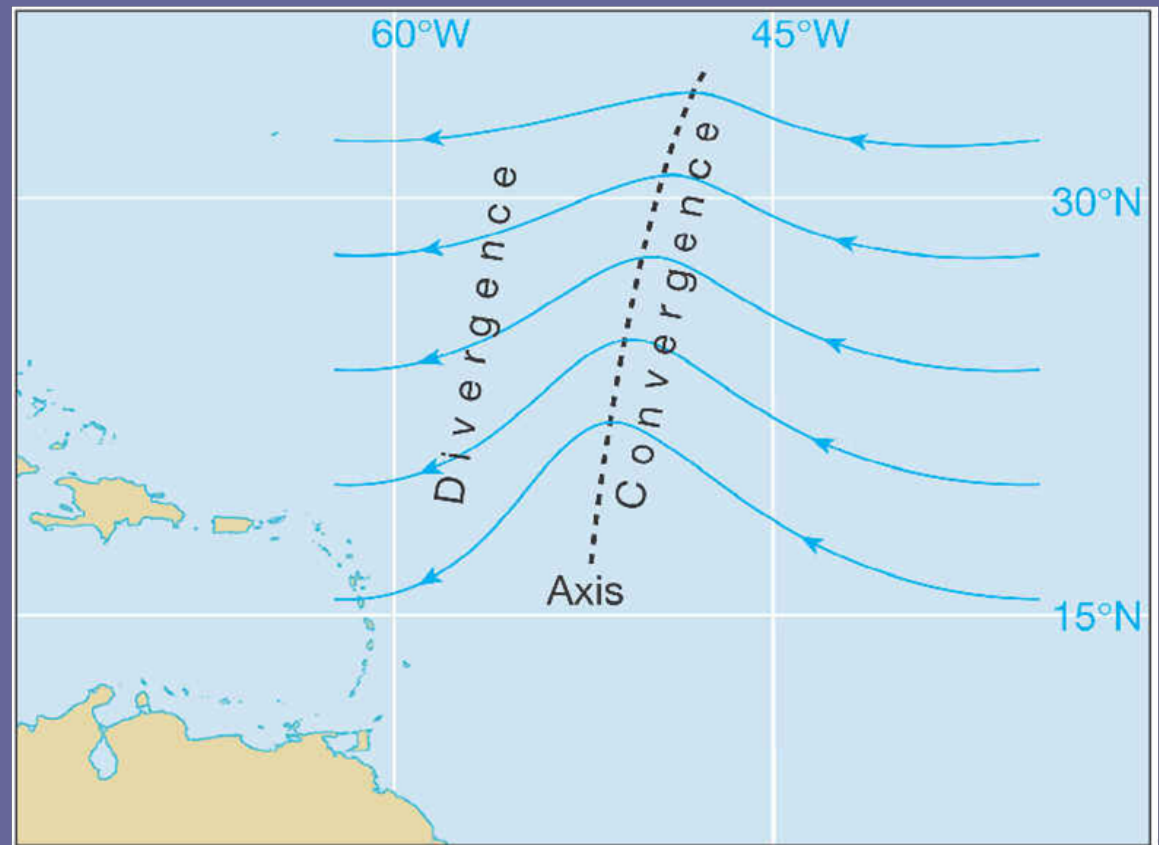
http://www.globalsecurity.org/military/facility/new-orleans_katrina-comp03.htm

Trópusi ciklonpályák

Keleties hullámok

Easterly waves are disturbances within the trades that can produce heavy rainfall and potentially can form into tropical storms and hurricanes.

The trough axis marks where the trades are converging with rising motion behind the westward moving wave, and where divergence and sinking motion occur ahead of the wave axis. Heaviest precipitation occurs in the convergence zone, while mostly sunny conditions precede the axis.



Source:

http://www.geography.hunter.cuny.edu/~tbw/wc.notes/11.hurricanes/easterly_wave_atl.htm