

FELHŐK

(OSZTÁLYOZÁSA, ALAPTÍPUSAI)

Bartholy Judit,
ELTE Meteorológiai Tanszék



Alberto hurrikán – NASA felvétel

A FELHŐK OSZTÁLYOZÁSA - történet

- Elsőként Luke Howard (1850-es évek)
- A jelenleg használatos elnevezések Abercromby & Hildebrandsson (1887-es) osztályozásán alapulnak
- Linnean rendszer: fő típusok (genus), alosztályok
- Csak morfológiai tipizálás, nem keletkezés szerinti

Latin gyökér

cumulus

stratus

cirrus

nimbus

Magyar fordítás

domb

réteg

hajtincs

eső

Példa

jó idő cumulus

altostratus

cirrocumulus (bárány)

cumulonimbus

Felhők alosztályai

További osztályozás révén a felhőalap magassága szerint azonosíthatjuk a felhőket.

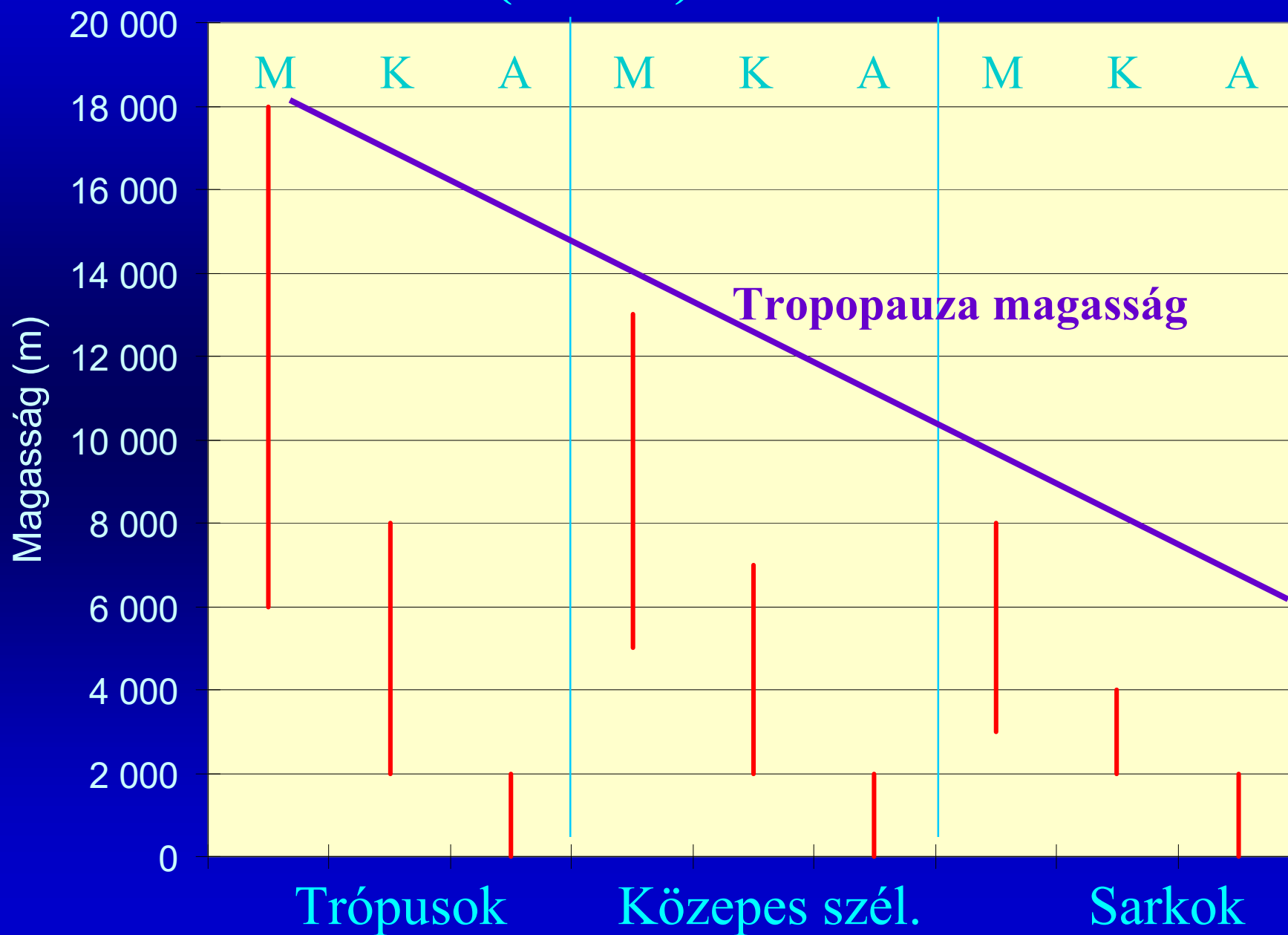
3 szint (magas, közepes, alacsony)

Példák:

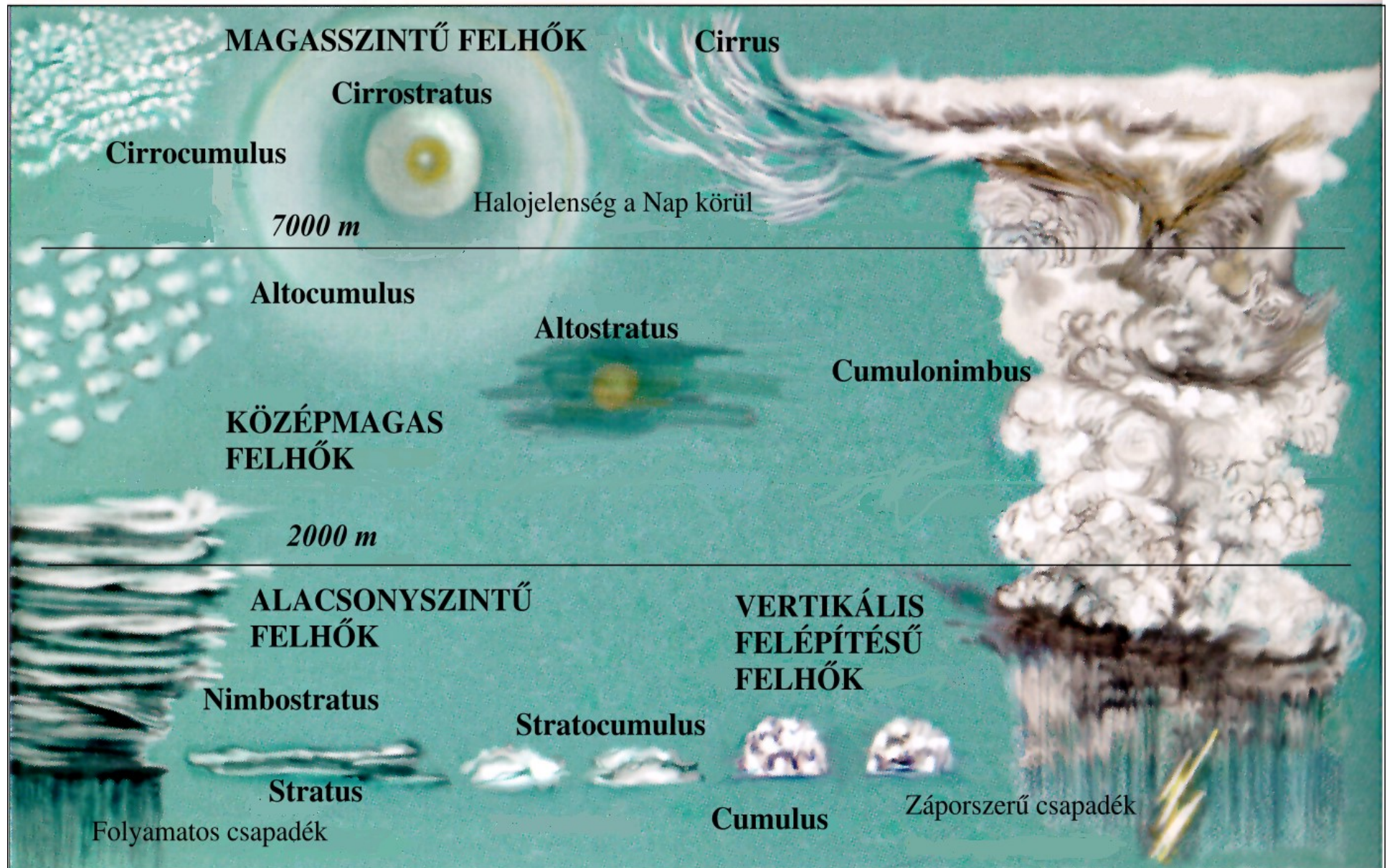
A "cirr-" előtag (mint a cirrus felhőben is) a magas szintre utal,

Az "alto-" előtag (mint az altostratus esetén) a közepes szintre utal.

A felhőmagasság földrajzi szélesség szerinti (zonális) változásai



FELHŐK MAGASSÁG SZERINTI OSZTÁLYOZÁSA

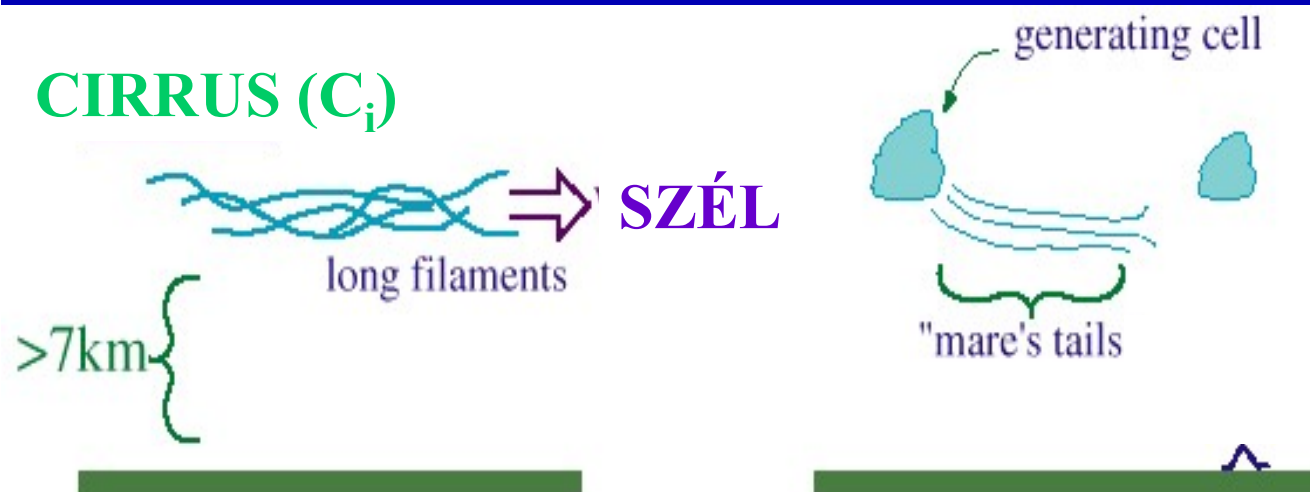


MAGASSZINTŰ FELHŐK

- CIRRUS
- CIRROSTRATUS
- CIRROCUMULUS

Magasszintű felhők (JÉG), felhőalap nagyobb 7 km

CIRRUS (C_i)



Jégkristályokból
állnak

Szálas, fonalas
szerkezetűek

A jégkristályok
koncentrációja az
alacsonyabb felhőkben
általában nagyon kicsi

ÉLETCIKLUS



Élet ciklusuk

CIRRUS (Ci)

Magyar név: pehelyfelhő

Szint: magas



Cirrus uncinus

Széttagolt felhők fehér, finom rostokból, fehér, vagy túlnyomóan fehér foltokból, keskeny szalagokból. Áttetszőek.

összetétel: jégkristályok

csapadékot nem ad

Cirrus uncinus

Magasság (km): 7-10 km

Enyhe havazás [hószállingózás**], ez a felszínre nem érkezik le.**

A felhők szálakká való szétszaggatása a felső troposzféra erős szélnyírása révén jön létre.



Cirrus (C)

Cirrus spissatus

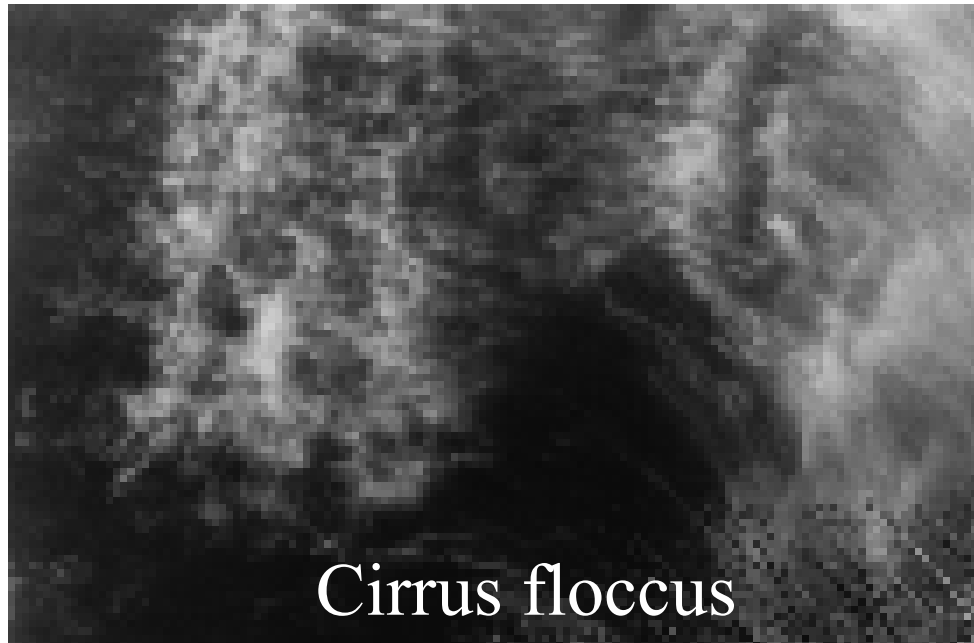


Cirrus spissatus virgával



Cirrus uncinus





Cirrus floccus



Cirrus uncinus



Cirrus fibratus vertibratus



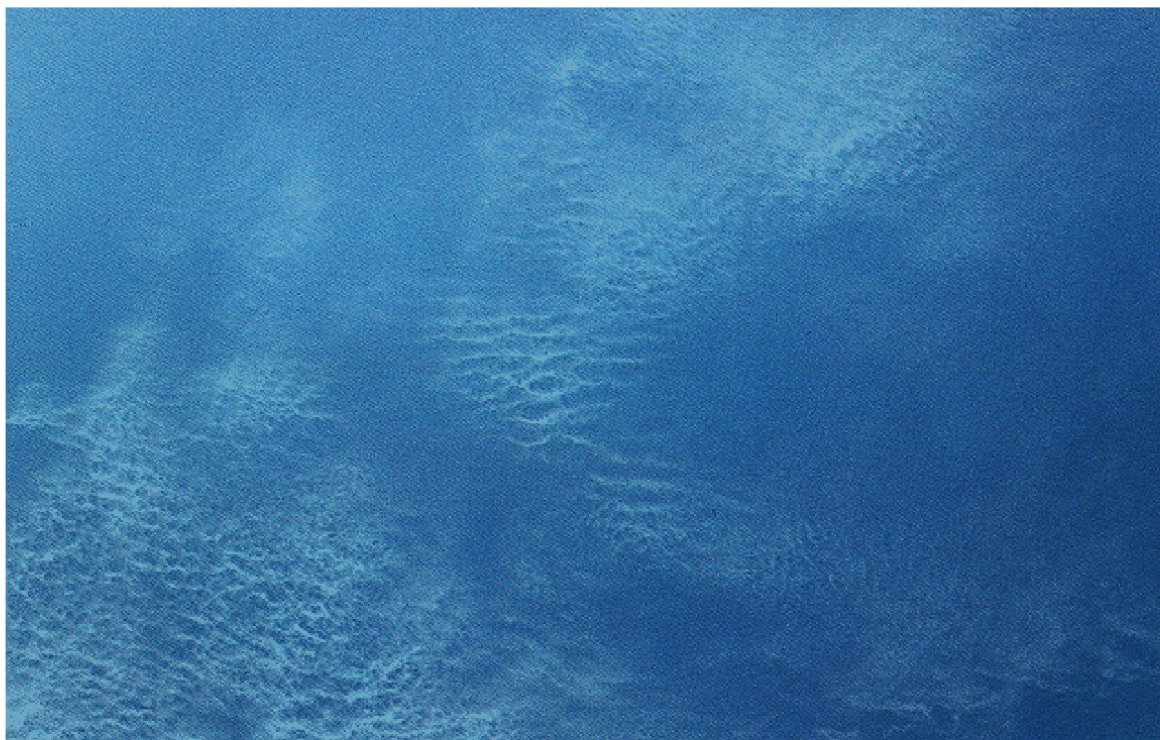
Cirrus uncinus

Cirrus

CIRROCUMULUS (Cc)

magyar név: bárányfelhő

szint: magas



Cirrocumulus stratiformis undulatus lacunosus

Vékony, fehér folt, lepel, vagy réteg alakú felhők kis szemcsés fodorszerű elemekkel. Ezek egybeolvadhatnak, vagy elkülönülhetnek egymástól.

Többé-kevésbé szabályos elrendeződés.

Árnyékot nem ad.

összetétel: jégkristályok, esetleg túlhűlt vízcseppek

csapadékot nem ad

Cirrocumulus (Cc)

- A Cc felhők hullámokra szakadoznak, „mini gomolyos” elemekkel
- A Nap átsüt rajta
- Csapadék nem kíséri



CIRROSTRATUS (Cs)

magyar név: fátyolfelhő

szint: magas



Cirrostratus fibratus

(alatta: Altocumulus castellanus undulatus)

**Áttetsző, fehérés felhőfátyol, szerkezete rostos, fonalas, vagy sima.
Részben, vagy egészben beboríthatja az eget.**

Nap és a Hold körül általában halojelenséget mutat.

összetétel: főleg jégkristályok

csapadékot nem ad

Cirrostratus (Cs)

Bár folyamatos

A Nap mégis átsüt rajta

Csapadék nem kíséri

Halo jelenség



KÖZÉPSZINTŰ FELHŐK

- ALTOSTRATUS
- ALTOCUMULUS

ALTOSTRATUS (As)
magyar név: lepelfelhő
Szint: középhmagas



Altostratus
(alatta mammatus)

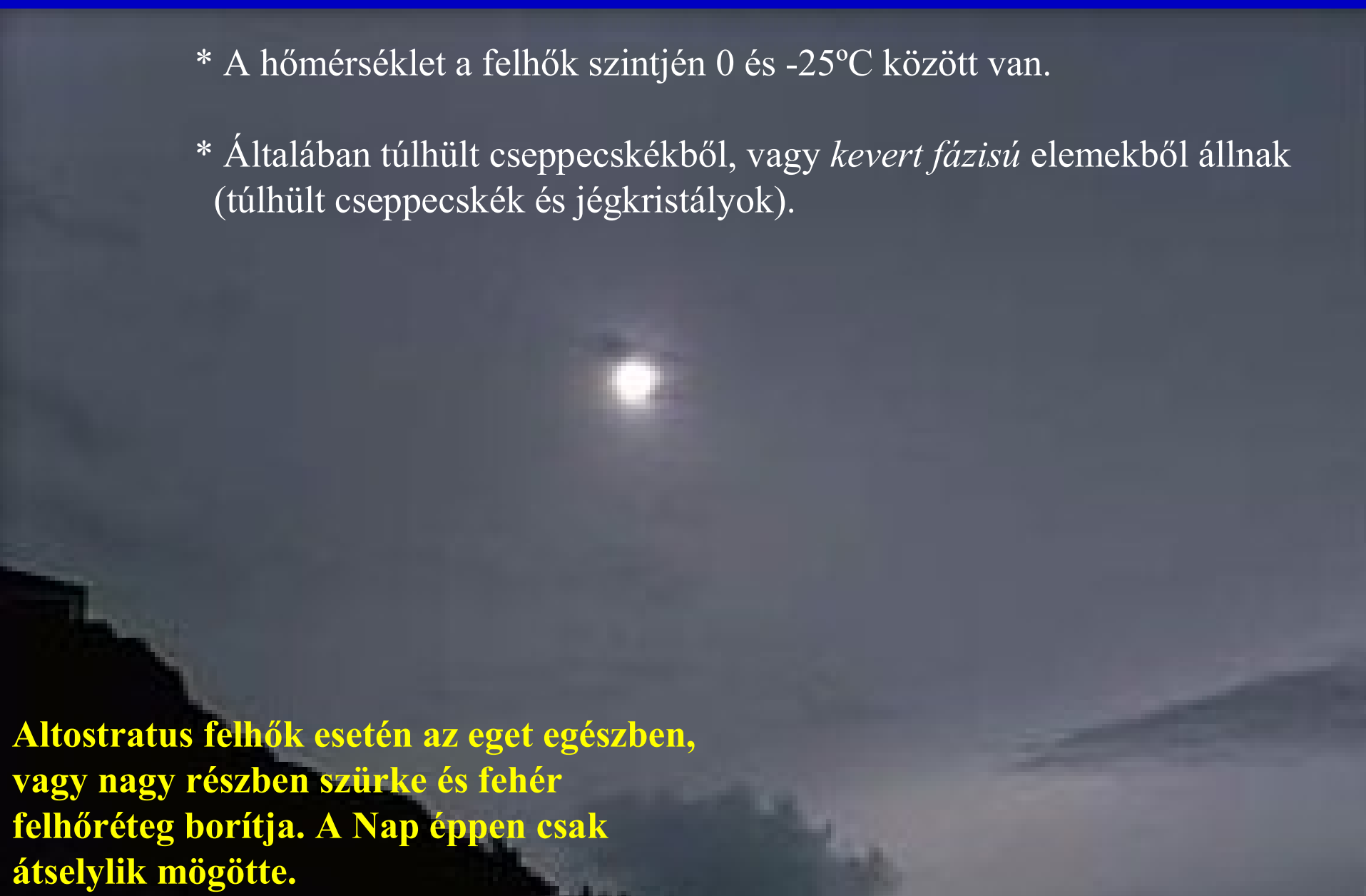
Szürkés, kékés színű, lehet egyenletes, rostos, vagy barázdált.
Részben, vagy egészben borítja az eget.
Vertikális kiterjedése elég nagy, így általában elhomályosítja a Napot.

Összetétel: vegyes halmazállapot, vízcseppek, hópelyhek, jégkristályok

Csapadék: viszonylag folyamatos, de gyenge csapadékot adhat, ami nem mindig éri el a földet

Középszintű felhők: Altostratus (As)

- * A hőmérséklet a felhők szintjén 0 és -25°C között van.
- * Általában túlhűlt cseppecskékből, vagy *kevert fázisú* elemekből állnak (túlhűlt cseppecskék és jégkristályok).



Altostratus felhők esetén az eget egészben, vagy nagy részben szürke és fehér felhőréteg borítja. A Nap éppen csak átselylik mögötte.

Altostratus (As)

**Magassága (km): felhőalap=2-6 km,
Vízcseppecskékből vagy jégkristályokból egyaránt állhat
Csapadék nem éri el a felszínt.
Folyamat: gyakran egy felszíni meleg front kísérői.**



**Az Altostratus
felhők teljesen
befedik az
égboltot,
de diffúz, nem
homogén
módon**

Színekben játszó altostratus (Iridescent Altostratus) - szóródás



ALTOCUMULUS (Ac)

magyar név: párnafelhő

szint: közmagas



Altocumulus translucidus

Fehéres, szürkés lepel. Elemei lehetnek lemezek, párnaszerű gomolyok, hengerek.

Nap és a Hold körül halojelenséget okozhat.

összetétel: általában vízcseppek, magasabban kristályok

csapadékot nem ad

Alto cumulus (Ac)

felhőalap=2-6 km, általában vékony, cseppfolyós részecskék, csapadék nélkül

tiszta régiók → leszálló levegő
felhős régiók → felszálló levegő



Alto cumulus (Ac)

Éles felhőszélek jelenléte általában vízcseppecskékből álló felhőkre utal, s nem jégkristályokra.



Alto cumulus castellanus



Alto cumulus stratiformis

Alto cumulus lenticularis

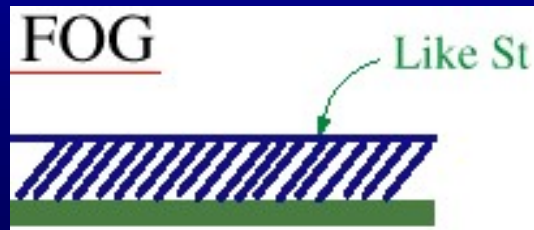


ALACSONYSZINTŰ FELHŐK

- STRATUS
- STRATOCUMULUS
- CUMULUS
- NIMBOSTRATUS (TÖBBRÉTEGŰ)

Alacsony szintű felhők

- * általában -5°C feletti hőmérséklet
- * túlnyomó részt vízcseppekből álló felhők.



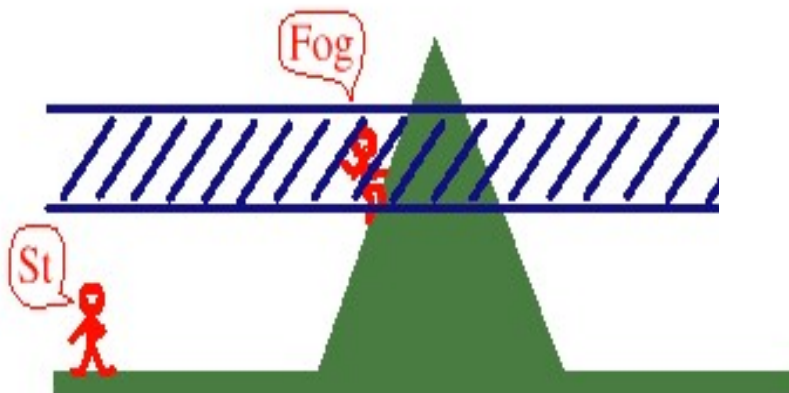
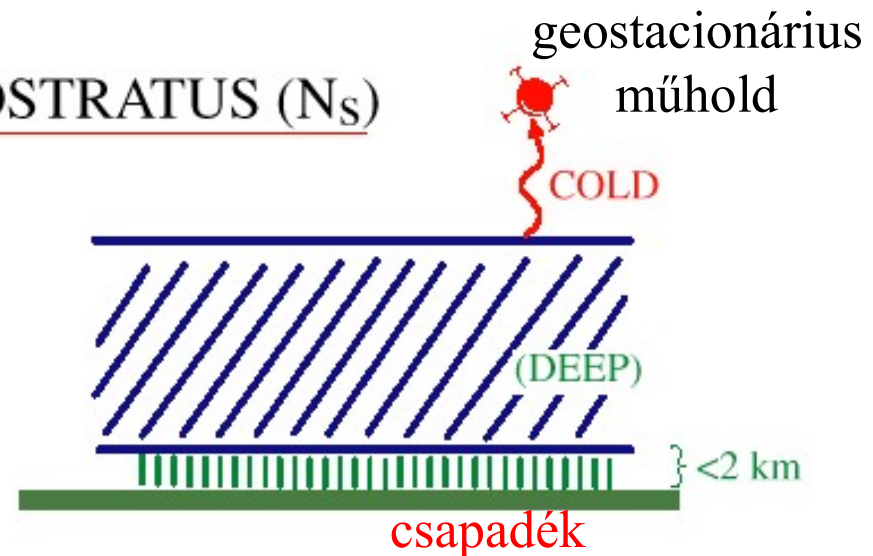
STRATUS (St)



STRATOCUMULUS (Sc)



NIMBOSTRATUS (Ns)



STRATUS (St)
magyar név: rétegfelhő
szint: alacsony



Stratus

**Általában szürkés színű felhő, egyenletes alappal.
Gyakran alakul ki a talajról felemelkedő ködből.**

összetétel: kis vízcseppek, alacsony hőmérsékleten kis jégrészecskék

**csapadék: ha elég sűrű a felhő, szitáló eső, fagyott eső, szemcsés
hó hullhat belőle**

Stratus (St)

Alap > 0.1 km, tető < 3 km,
Folyékony (vagy jég), néha zúzmara kíséri.
Folyamat: stabil feláramlás, átkeveredéssel

Köd akkor keletkezik, ha a stratus a felszín közelébe ér;

Mikor felemelkedik, gyakran feltöredezik stratocumulus felhőkké.



Feltölti a völgyeket, a hegycsúcsok kiemelkednek





Stratus (St): Feltölti a völgyeket, a hegycsúcsok kiemelkednek

STRATOCUMULUS (Sc)

magyar név: gomolyos rétegfelhő

szint: alacsony



Stratocumulus

Szürke, vagy szürkésfehér folt, lepel, vagy réteg alakú.

Jégtáblaszerű, vagy hengeres , néha összeolvadó sötét részekből áll.

összetétel: vízcseppek, hókristályok, hópelyhek

csapadék: csak nagyon gyenge csapadékot okozhat

Stratocumulus (Sc)

Lapos, sekély, általában vízcseppekből áll, nincs csapadék

Folyamat: kényszerített vagy spontán átkeveredés egy sekély rétegben





Atmospheric Vortices near Guadalupe Island, MISR images from June 11, 2000, Image Credit: NASA/GSFC/JPL, MISR Team



Learn more about the Earth Observing System (<http://eos.nasa.gov/>)
Learn more about the Earth at the Earth Observatory (<http://earthobservatory.nasa.gov/>)

Tengeri strato cumulus

CUMULUS (Cu)
magyar név: gomolyfelhő
szint: alacsony



Cumulus

Különálló, éles körvonalú, általában sűrű felhők.
Vertikális irányban fejlődik. Felső, napsütötte része vakítóan fehér.
Alapja viszonylag sötét, és megközelítőleg vízszintes.

összetétel: vízcseppek, felsőbb részekben jégkristályok

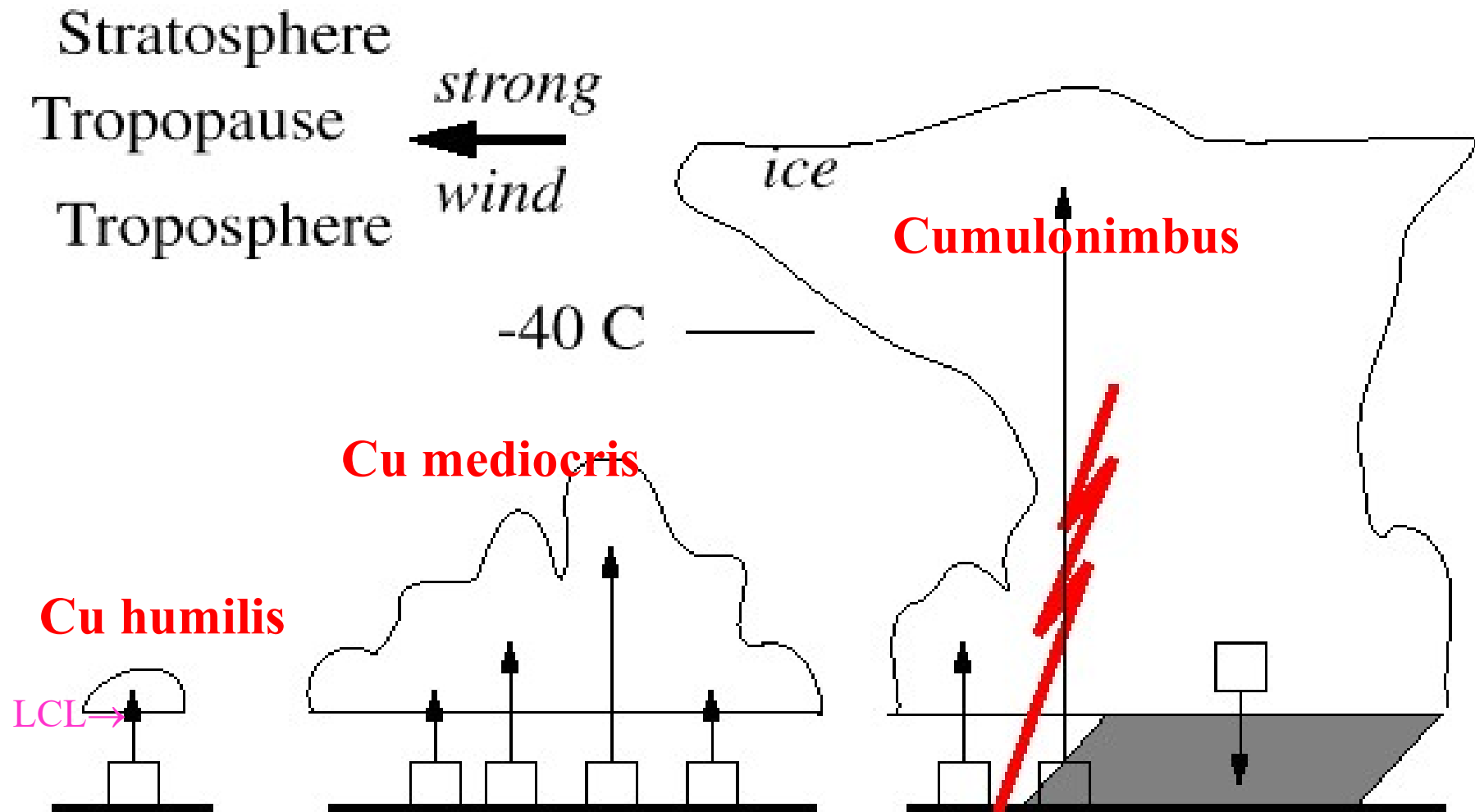
csapadék: zápor, záporozó csapadékot adhat

Cumulus (Cu)

Felemelkedő légtömegek (**termális**)

Lehet sekély vagy nagyobb vastagságú

Gomolyos szerkezetűek



Szép idő Cumulus

**Szétszóródó felhő foltok,
melyek mindegyike vertikális
feláramlásra utal. Alapjuk
lapos, gomolyos szerkezet,
tetejük felpúposodik.**



Cu humilis vagy mediocris



Cumulus congestus



Nagyobb és mélyebb → felülről karfiol kinézetű A felhő alapja lapos, a kondenzációs szintet reprezentálják. Zápor hullhat belőlük.



**Felhő alap=5-7 km,
Részecskéi a fagyás pont felett, de
általában még vízcseppekből áll**

TÖBBSZINTŰ FELHŐK

ALAPJA SZERINT ALACSONYSZINTŰ FELHŐ

NIMBOSTRATUS (Ns)

magyar név: esőrétegfelhő

szint: több szintű felhő, alapja szerint alacsony



Nimbostratus

Szürke, gyakran igen sötét felhőréteg. Vertikális kiterjedése több 1000 m lehet. A Napot eltakarja. Alján gyakran jelennek meg tépett foszlányok.

összetétel: vegyes halmazállapot, vízcseppek, hópelyhek, hókristályok

csapadék: folyamatosan hulló eső, vagy hó

Nimbostratus (Ns)



**Stabil, tartós,
de csak gyenge
csapadék**



VERTIKÁLIS RÉTEGZŐDÉSŰ FELHŐK

- **CUMULONIMBUS**

CUMULONIMBUS (Cb)
magyar név: zivatarfelhő
szint: több szintű felhő



Cumulonimbus

Nagy függőleges kiterjedésű, sűrű felhőtömeg. Megjelenhet különállóan vagy csoportosan, vonalas alakzatra rendeződve.

A felhőtető gyakran terjeszkedik szét (üllő alak).

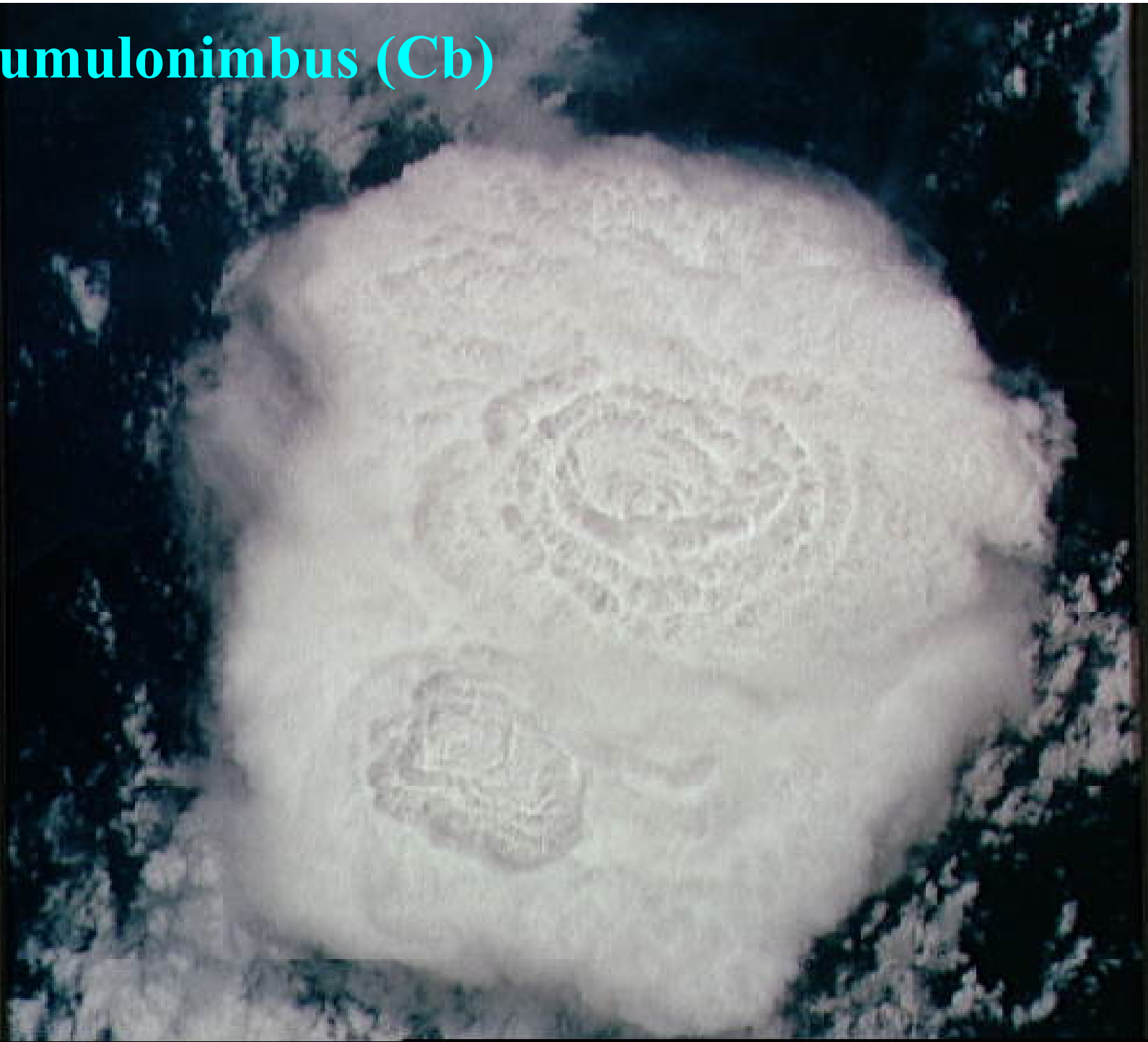
A felhőalap rendszerint igen sötét és alatta gyakran jelennek meg tépett gomolyok.

Rendszerint zivatartevékenység (villámlás, mennydörgés) kíséri

összetétel: vegyes halmazállapot, vízcseppek, hópelyhek, jégkristályok, szemcsés hó, fagyott esőcseppek, jégdarabok

csapadék a záporoszerű, gyakran rendkívül heves

Cumulonimbus (Cb)



Cumulonimbus – Cb
(üllő szerkezet)



Satoshi Sekiguchi / AP

Cumulonimbus (Cb): a legaktívabb tagja a cumulus felhő-családnak



Konvektív felhők csoportja Dél-Kína tengerei felett

Cumulonimbus (Cb)



**NÉHÁNY EGYÉB FELHŐ,
ÉRDEKESSÉGEK,
SPECIALITÁSOK**

Kondenzcsíkok kialakulása



Üllő szerkezet kialakulása cumulonimbus felhőben

Folyamat: buborékszerű felemelkedés

Gyakran villámlás kíséri

(a villámlás nagyon ritka az óceánok felett)

A csapadék egy jelentős része elpárolog, ha a kondenzációs szint magasan van



Cumulonimbus (Cb): Viharos időjárás

**Villámlás,
zivatar,
heves esőzés,
néha jégeső,
erős szelek,
esetleg akár
tornádók....**



Cumulonimbus: Shelf felhők

We are just ahead of a severe thunderstorm. Dewpoints are in the mid-70s.

Winds gust to over 40 mph with the passage of this **shelf cloud**.

Evaporatively cooled air is pushed out of the precipitation area by the downdraft, warm air slides up and over the **gust front** forming the concave-shaped shelf cloud.

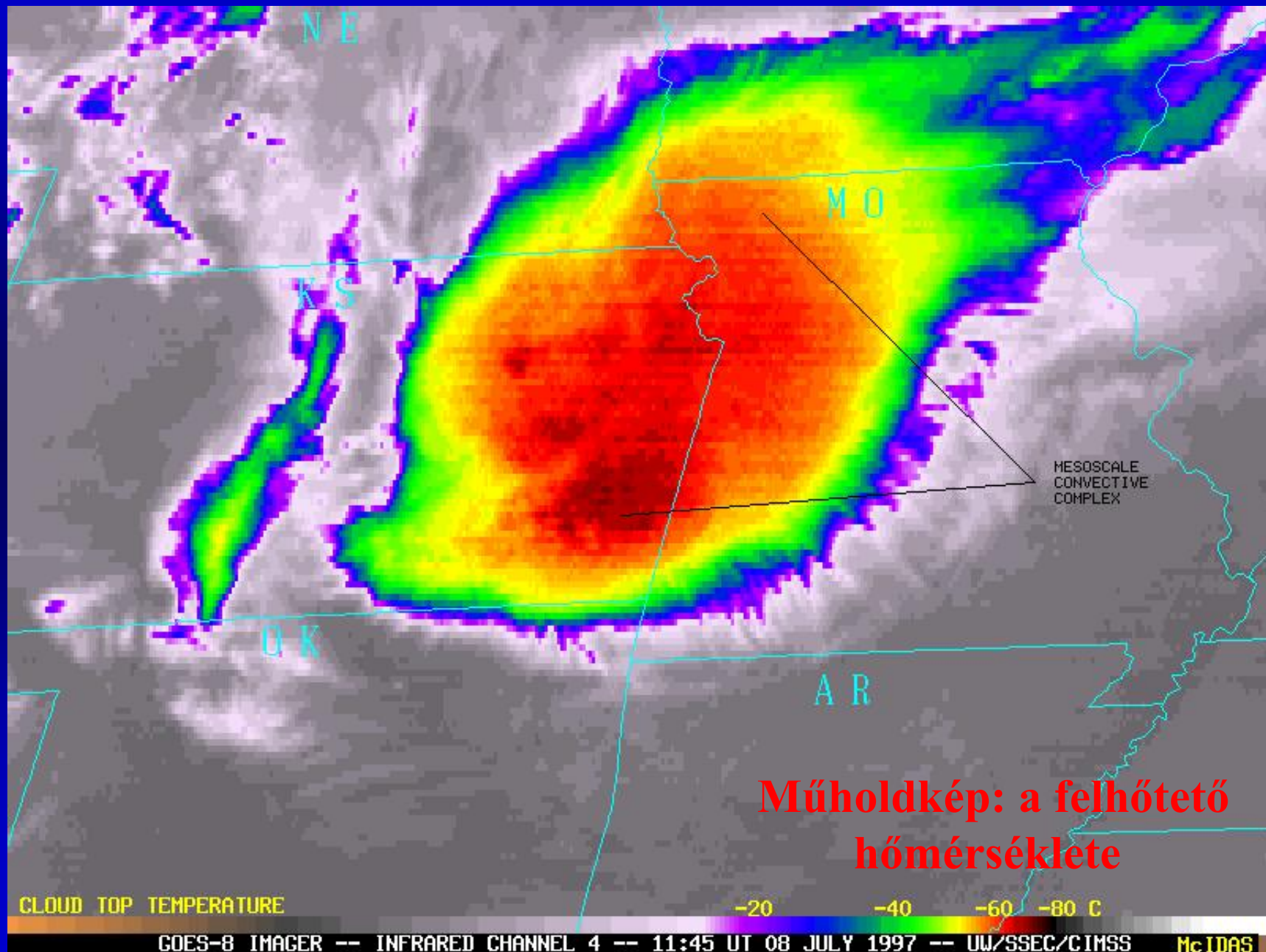


Cumulonimbus: Mammatus felhők

A lefelé szálló levegő hóval töltött felhőzacskói,
melyek mintha az üllő (anvil) alapjára lennének felfüggesztve



Mezokálajú konvektív rendszerek: cumulonimbus

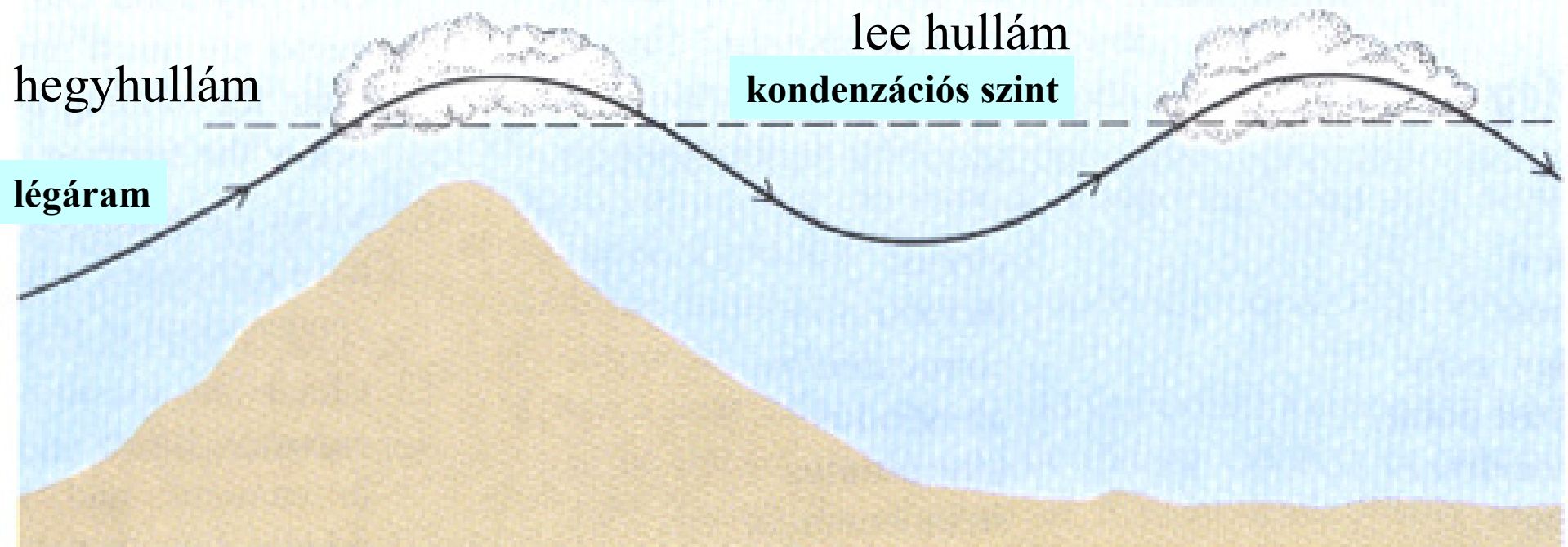


Orografikus és hullámfelhők

Orografikus felhők akkor alakulnak ki, mikor az áramló levegő a hegyvonulatok hatására megemelkedik. Gyakran **turbulens légáramok** is kialakulnak, további felhőkkel.



Altocumulus lenticularis



Altocumulus
lenticularis



AC lenticularis felhők

*Az **Alto**cumulus **lenticularis** felhők az ún. „hegy hullám felhők.”*

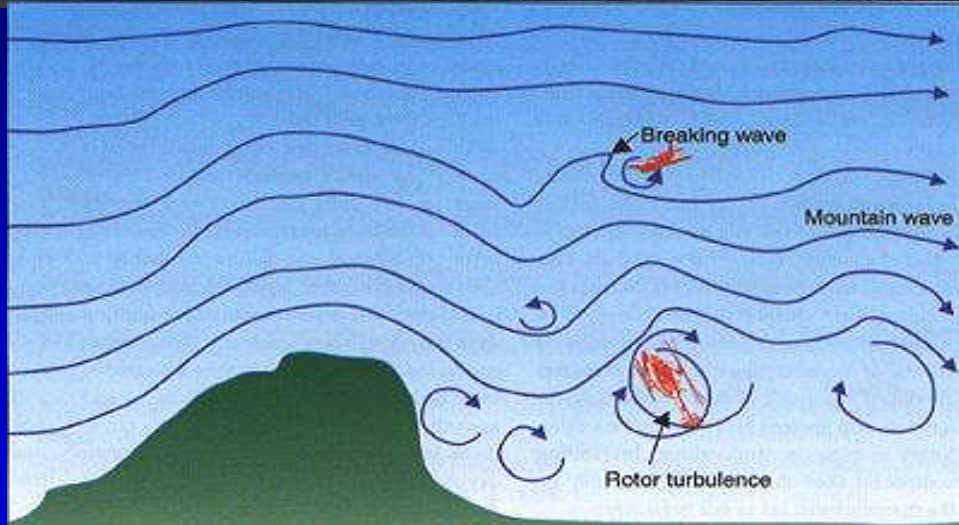
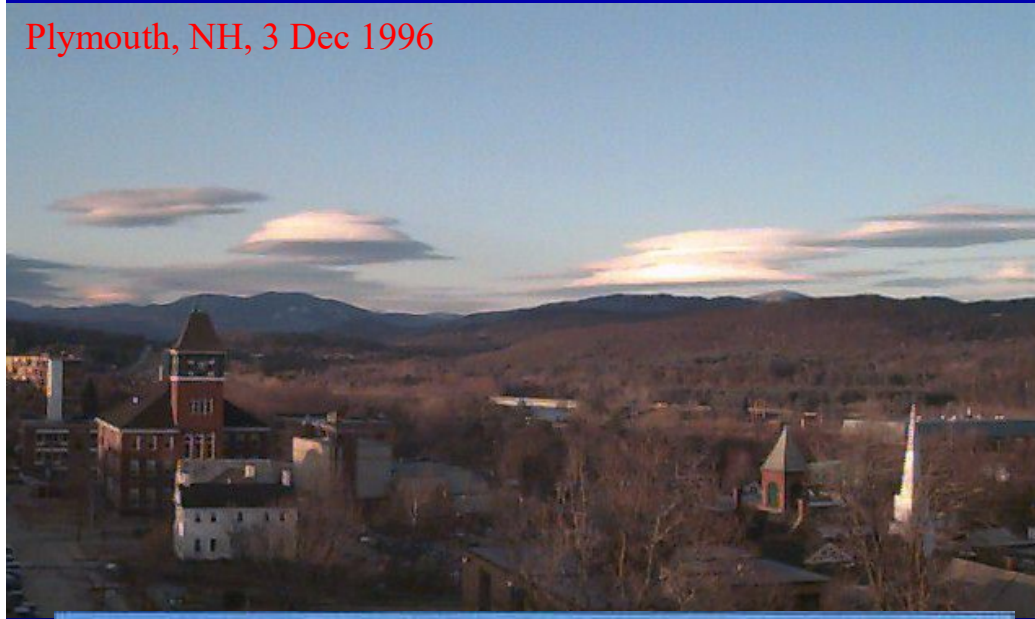
Amikor az erős horizontális szél nekiütközik egy hegynek, gravitációs hullámok keletkeznek, s belengenek lefelé és felfelé



**A hegykeltette
hullámok
stacionáriusak**

Alto cumulus (Ac) lenticularis felhők más környezetben

Plymouth, NH, 3 Dec 1996



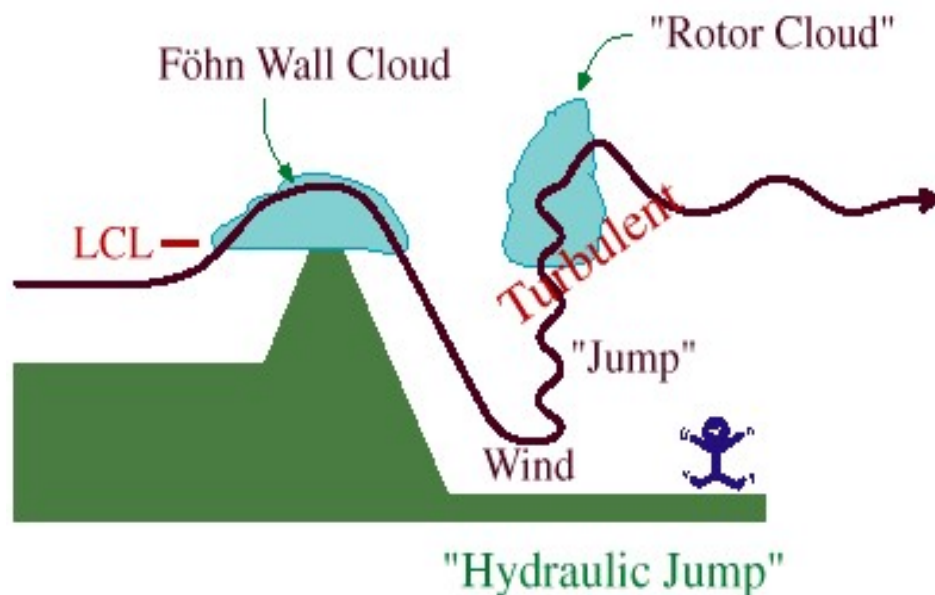
Különleges Altocumulus (Ac) lenticularis



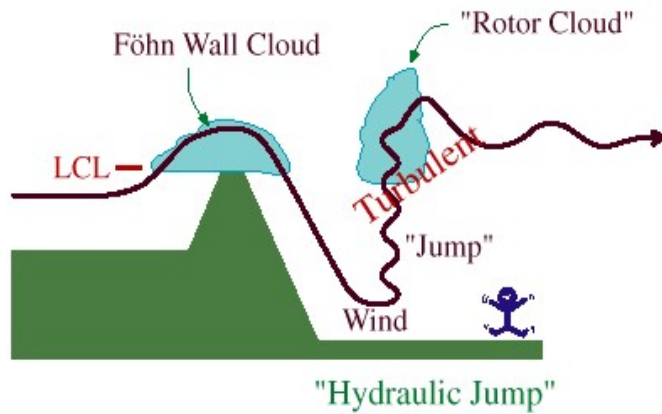
Fujijama, Japán

Hegyhullámok, turbulencia

Föhn fal felhő, Sziklás hegység



turbulens rotor felhő

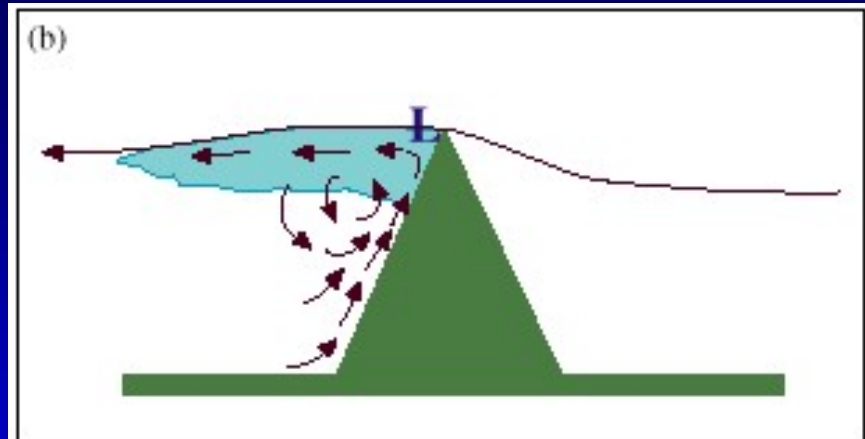
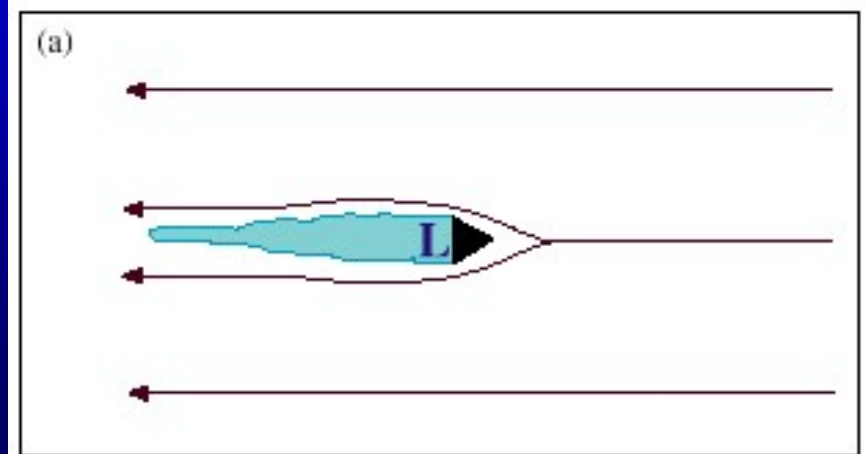


Hegyhullámok, turbulencia

turbulens
rotor felhő az
Owens
völgyben
(CA, USA),
a szél a
Sierra
hegység felől,
lefelé fúj



Hegy hullám kiváltotta turbulencia : zászló (banner) felhők



Matterhorn, Alpok

Zászló (banner) felhők vagy lenticularis felhők ?



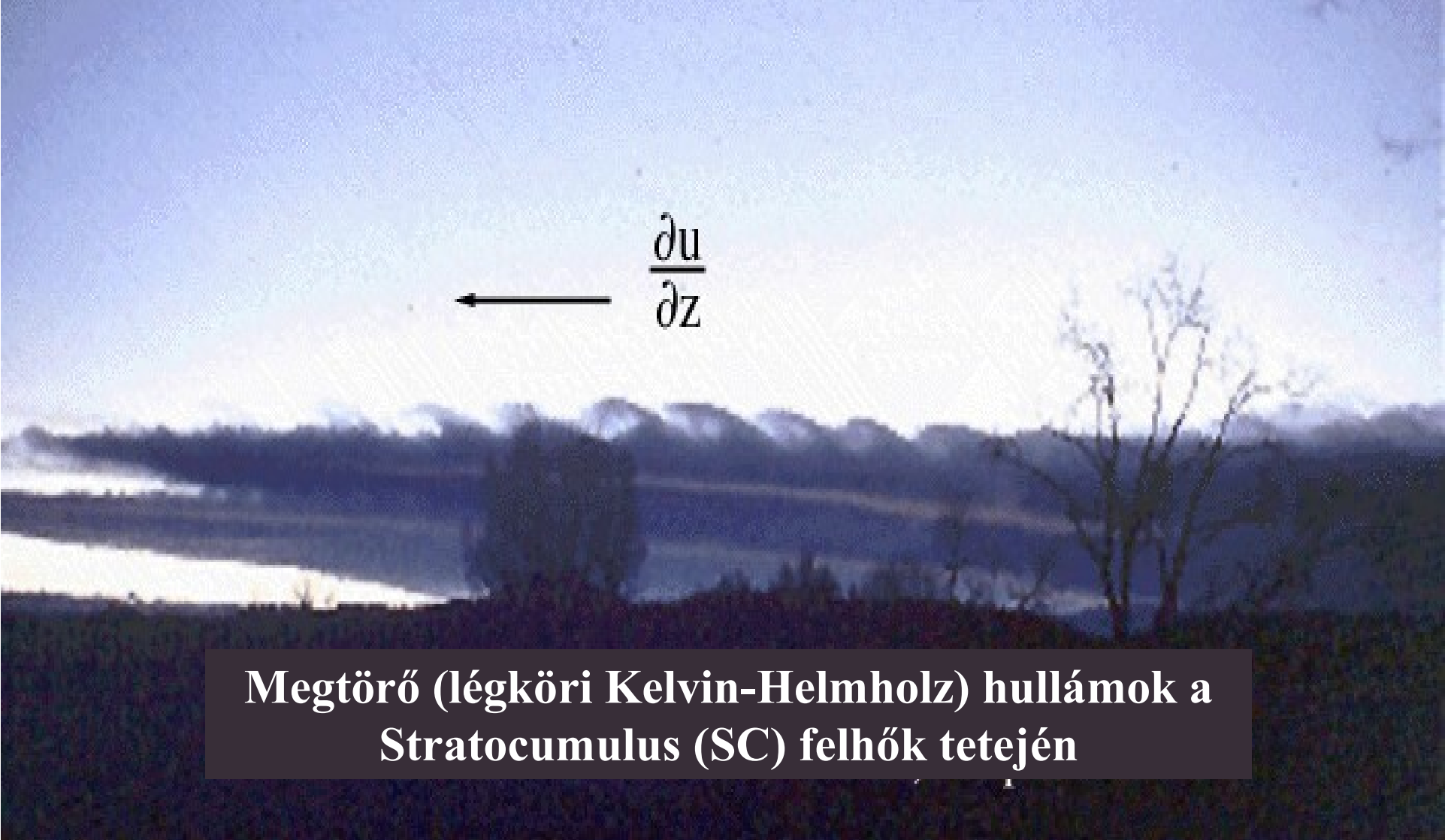
Matterhorn, Alpok

Kelvin-Helmholtz hullám felhők

Ezek általában láthatatlanok!
(CAT)



Kelvin-Helmholtz instabilitás



A photograph of a landscape with a field in the foreground and a line of trees in the middle ground. The sky is filled with a layer of clouds that exhibit a wavy, undulating pattern, characteristic of Kelvin-Helmholtz instability. An arrow points from the text $\frac{\partial u}{\partial z}$ towards the clouds.

$$\frac{\partial u}{\partial z}$$

**Megtörő (légköri Kelvin-Helmholtz) hullámok a
Stratocumulus (SC) felhők tetején**

Felszakadozó hullám felhők – veszélyt jelenthetnek a repülésnél



Megtörő hullámok (Seattle, WA)



**Kelvin-
Helmholtz
hullámok a
Jupiteren.**

**A színek
meghatá-
rozzák a
felhők
magasságát:
kék a legala-
csonyabb,
piros a
legmagasabb.**

Sapka felhők

Pileus, latinul sapka.
Egy sima felületű felhő, mely
akkor keletkezik, mikor egy
stabil, nedves, földközeli
légréteget felemelkedésre
kényszerít egy zivatar cella.

A sapka
felhő elérte
a Cumulus
felhők
tetejét.



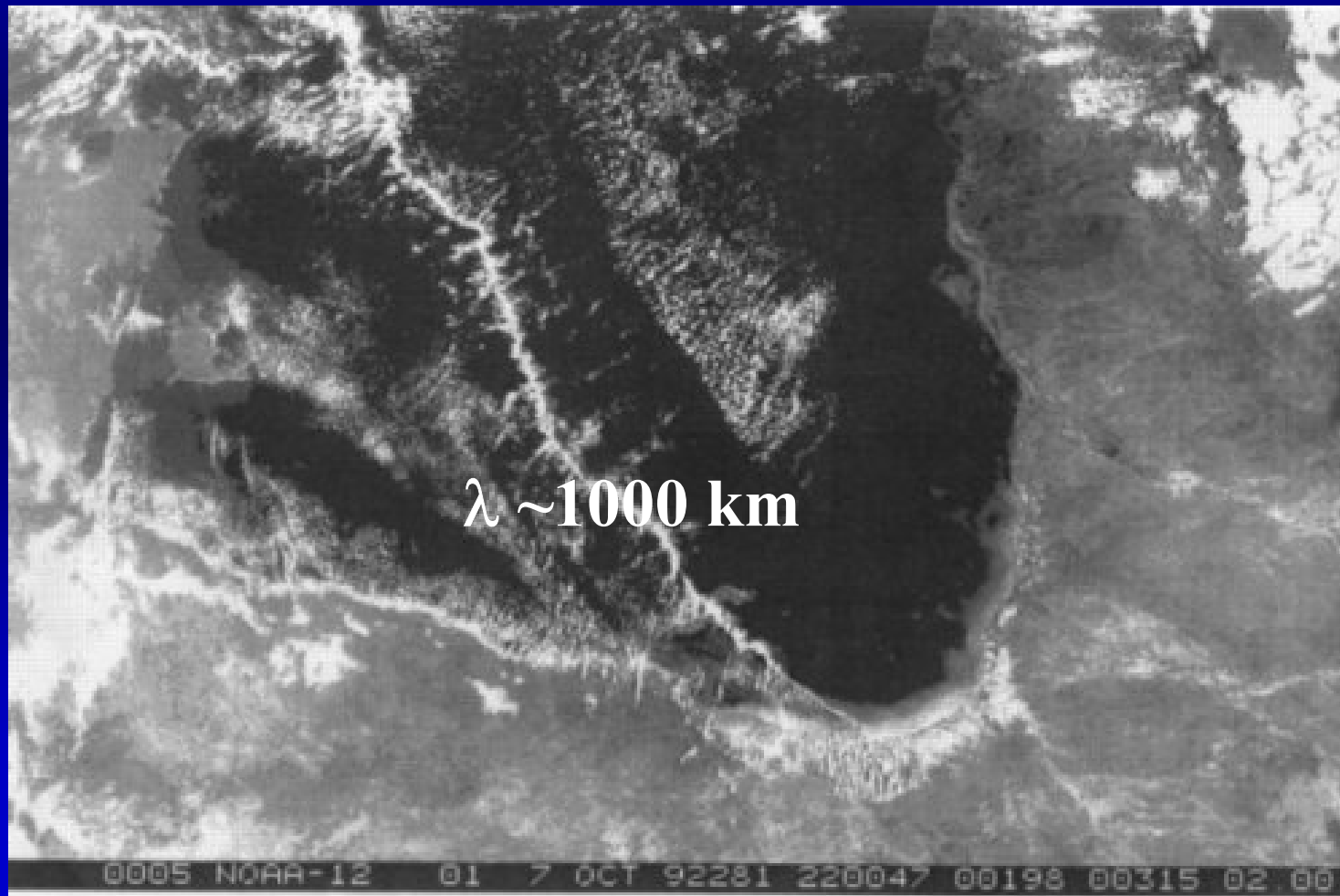
← sapka felhő egy Cb-n



“Hajnali glória” („Morning glory”) görgő felhők

Keletkezése:

Ha egy vastagabb, stabil réteg utolér és felfut egy sekélyebb stabil rétegre. A vastag réteg előtti gravitációs hullámok vezetnek a görgő felhők kialakulásához, mely esetenként nagyon erős turbulenciát is okoz.





A levegő felemelkedik, kondenzálódik a lapos felhő „vezető” élénél,
majd rögtön el is párolog mögötte (Stratocumulus)

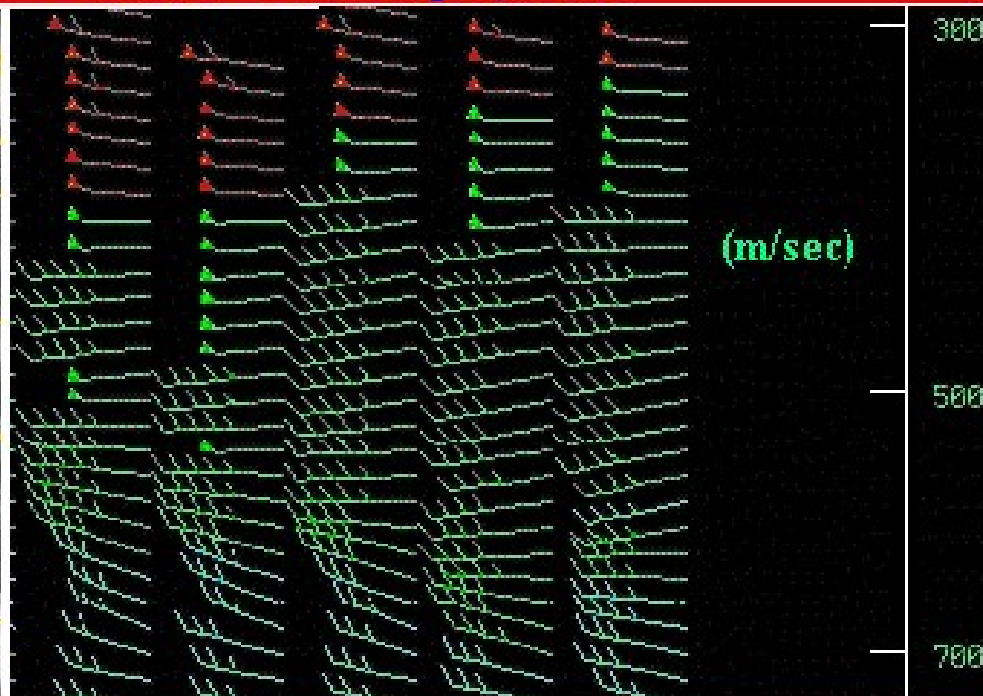
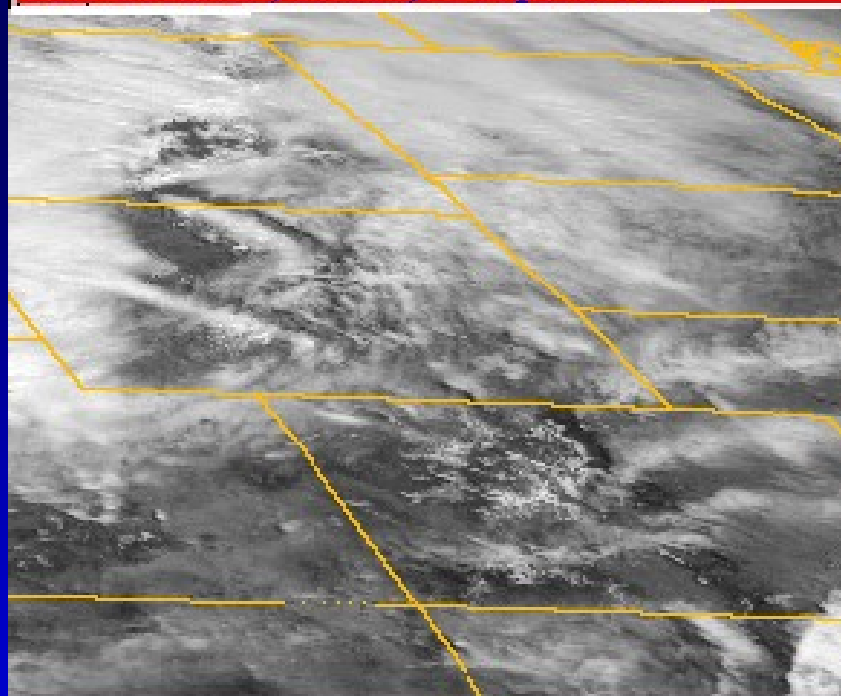
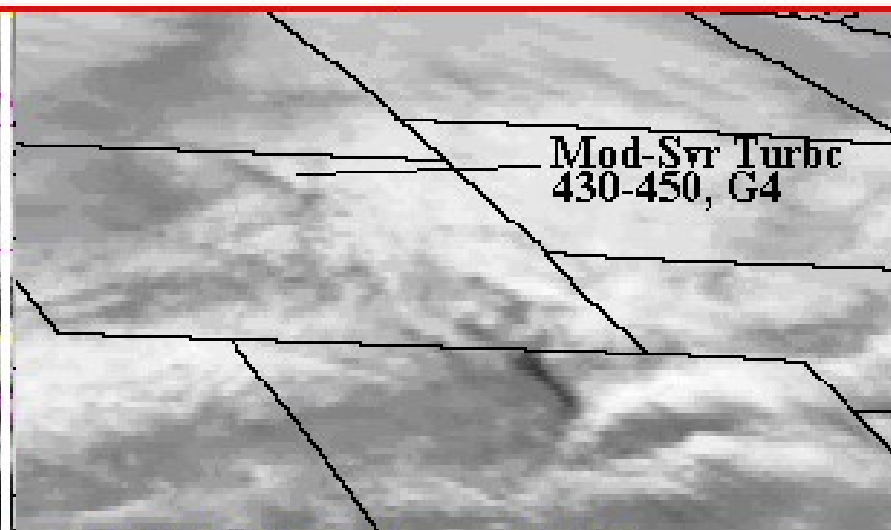
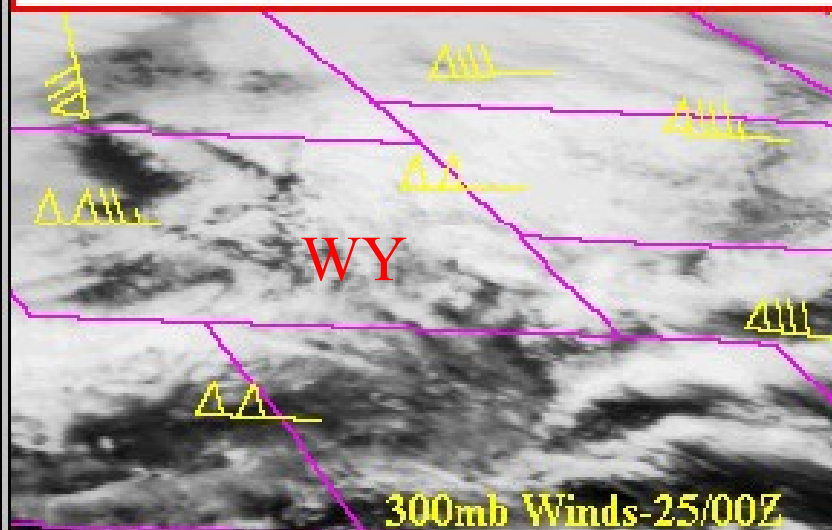


Ez a fantasztikus szivar alakú felhő (Stratocumulus) többnyire tavasszal fordul elő.



Figyelemreméltó a különbség az alsó, stabil rétegfelhő (Stratocumulus) és a felső, turbulens (Cumulus) felhők között.

Mountain Wave Turbulence - 24 April 1996



Felhők felismerése - játék

- 1: cirrus
- 2: cirrostratus
- 3: cirrocumulus
- 4: altostratus
- 5: altocumulus
- 6: stratus
- 7: stratocumulus
- 8: cumulus
- 9: cumulus congestus
- 10: cumulonimbus
- 11: nimbostratus

- 1: cirrus
- 2: cirrostratus
- 3: cirrocumulus
- 4: altostratus
- 5: altocumulus
- 6: stratus
- 7: stratocumulus
- 8: cumulus
- 9: cumulus congestus

Segítség:
Középszintű
felhő, a hegyek
„lee” (leszálló)
oldalán
alakul ki

1/A

- 10: cumulonimbus
- 11: nimbostratus

1/B

- 1: cirrus
- 2: cirrostratus
- 3: cirrocumulus
- 4: altostratus
- 5: altocumulus
- 6: stratus
- 7: stratocumulus
- 8: cumulus
- 9: cumulus congestus
- 10: cumulonimbus
- 11: nimbostratus



- 1: cirrus
- 2: cirrostratus
- 3: cirrocumulus
- 4: altostratus
- 5: altocumulus
- 6: stratus
- 7: stratocumulus
- 8: cumulus
- 9: cumulus congestus
- 10: cumulonimbus
- 11: nimbostratus

3





■ 1: cirrus

■ 2: cirrostratus

■ 3: cirrocumulus

■ 4: altostratus

■ 5: altocumulus

■ 6: stratus

■ 7: stratocumulus

■ 8: cumulus

■ 9: cumulus congestus

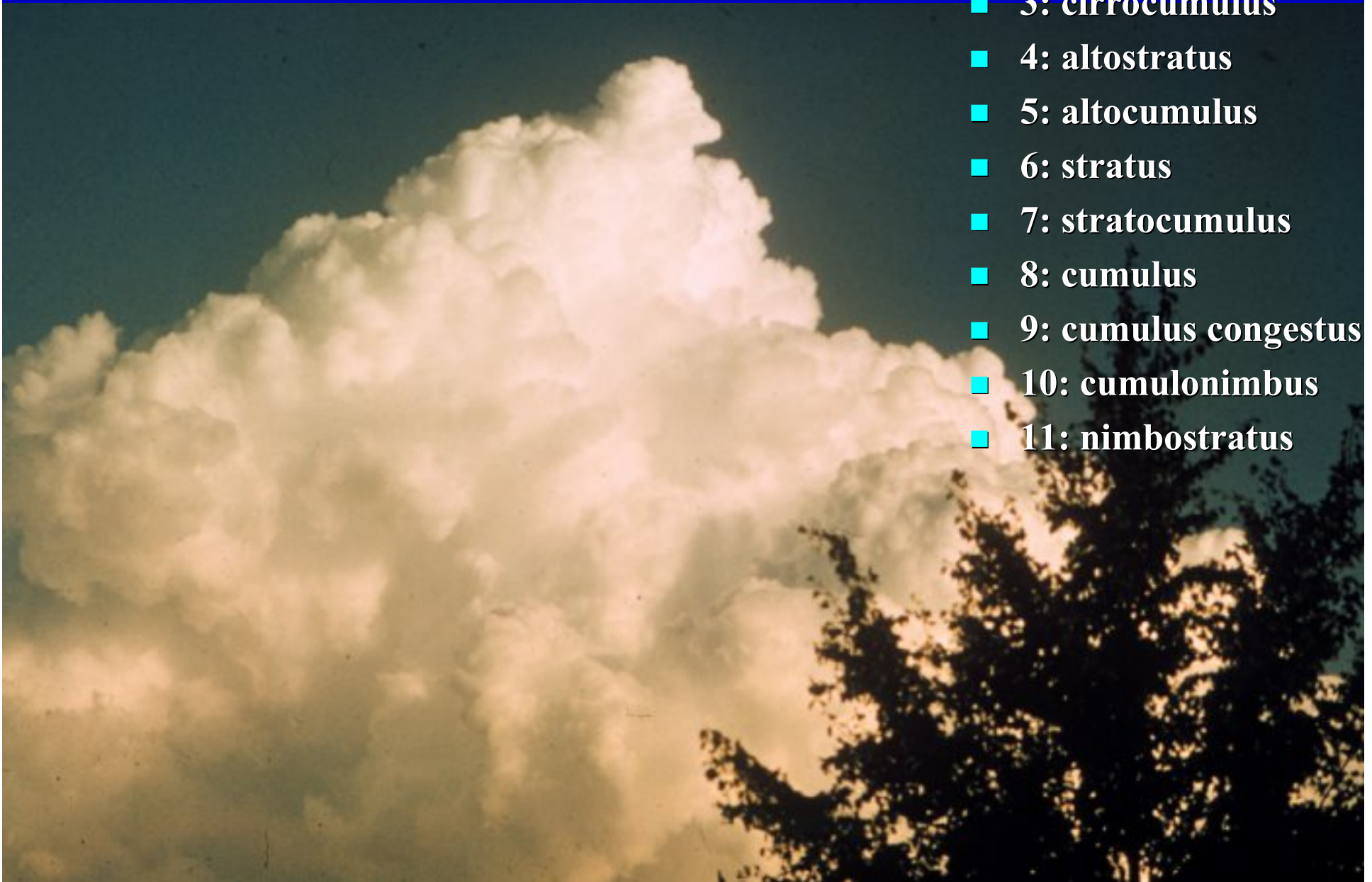
■ 10: cumulonimbus

■ 11: nimbostratus

Segítség: borult az idő, de nem esik



- 1: cirrus
- 2: cirrostratus
- 3: cirrocumulus
- 4: altostratus
- 5: altocumulus
- 6: stratus
- 7: stratocumulus
- 8: cumulus
- 9: cumulus congestus
- 10: cumulonimbus
- 11: nimbostratus



- 1: cirrus
- 2: cirrostratus
- 3: cirrocumulus
- 4: altostratus
- 5: altocumulus
- 6: stratus
- 7: stratocumulus
- 8: cumulus
- 9: cumulus congestus
- 10: cumulonimbus
- 11: nimbostratus



- 
- 1: cirrus
 - 2: cirrostratus
 - 3: cirrocumulus
 - 4: altostratus
 - 5: altocumulus
 - 6: stratus
 - 7: stratocumulus
 - 8: cumulus
 - 9: cumulus congestus
 - 10: cumulonimbus
 - 11: nimbostratus

- 
- 1: cirrus
 - 2: cirrostratus
 - 3: cirrocumulus
 - 4: altostratus
 - 5: altocumulus
 - 6: stratus
 - 7: stratocumulus
 - 8: cumulus
 - 9: cumulus congestus
 - 10: cumulonimbus
 - 11: nimbostratus

- 1: cirrus
- 2: cirrostratus
- 3: cirrocumulus
- 4: altostratus
- 5: altocumulus
- 6: stratus
- 7: stratocumulus
- 8: cumulus
- 9: cumulus congestus
- 10: cumulonimbus
- 11: nimbostratus

Ez egy halo



- 1: cirrus
- 2: cirrostratus
- 3: cirrocumulus
- 4: altostratus
- 5: altocumulus
- 6: stratus
- 7: stratocumulus
- 8: cumulus
- 9: cumulus congestus
- 10: cumulonimbus
- 11: nimbostratus

Segítség : esik az eső

10

