

FELHŐK

(OSZTÁLYOZÁSA, ALAPTÍPUSAI)

Bartholy Judit, ELTE Meteorológiai Ta



Alberto hurrikán: 2000. augusztus 11., NASA

son, Alberto, regained hurri
Aug. 11)

Forrás: NASA és sok oktatásai seg

A FELHŐK OSZTÁLYOZÁSÁRÓL

- 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.

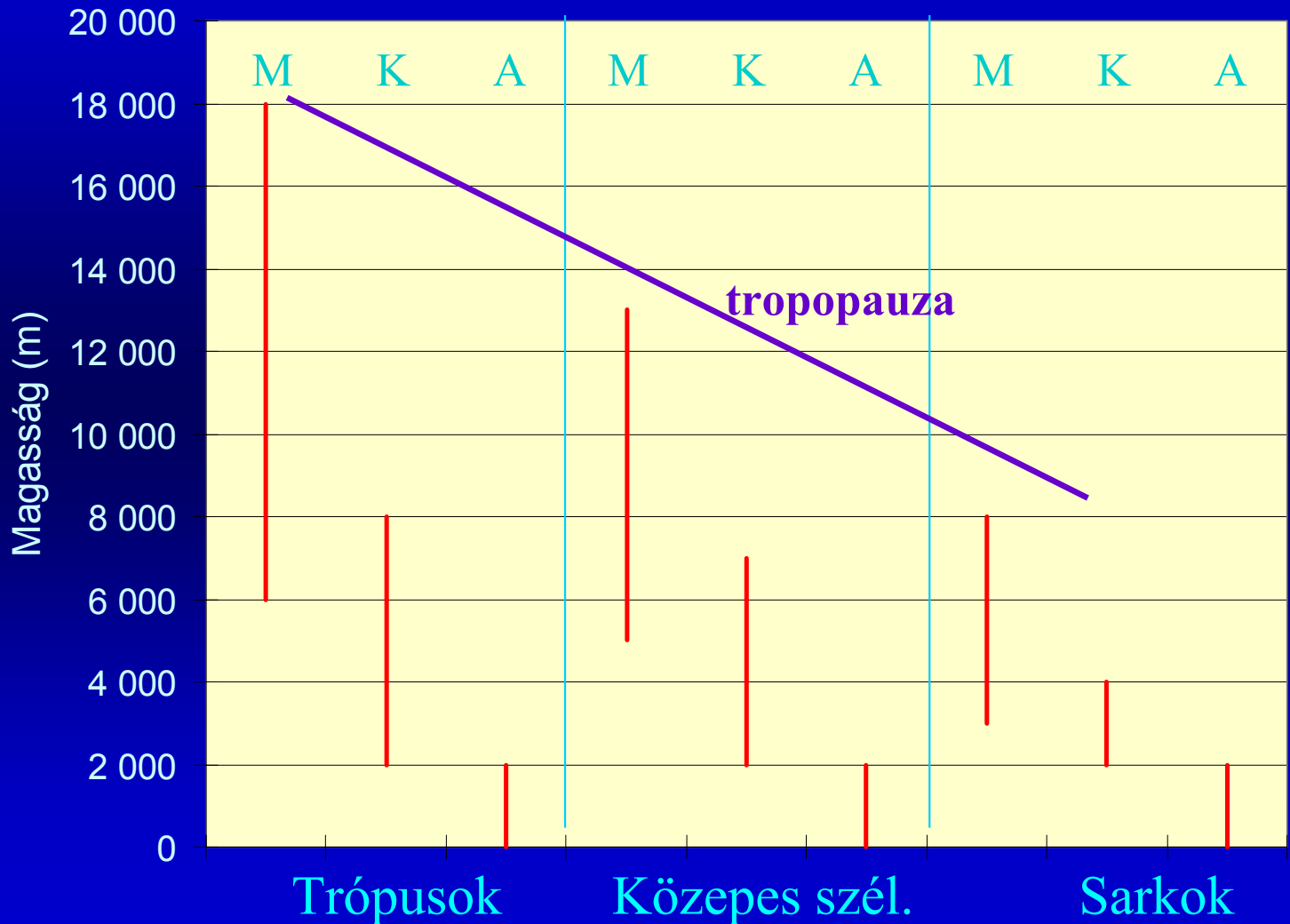
3 szint

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 zonális relatív változásai



FELHŐK MAGASSÁG SZERINTI OSZTÁLYOZÁSA

MAGASSZINTŰ FELHŐK

Cirrus

Cirrostratus

Cirrocumulus

7000 m

Halojelenség a Nap körül

Altostratus

Altostratus

Cumulonimbus

KÖZÉPMAGAS FELHŐK

2000 m

ALACSONYSZINTŰ FELHŐK

Nimbostratus

Stratus

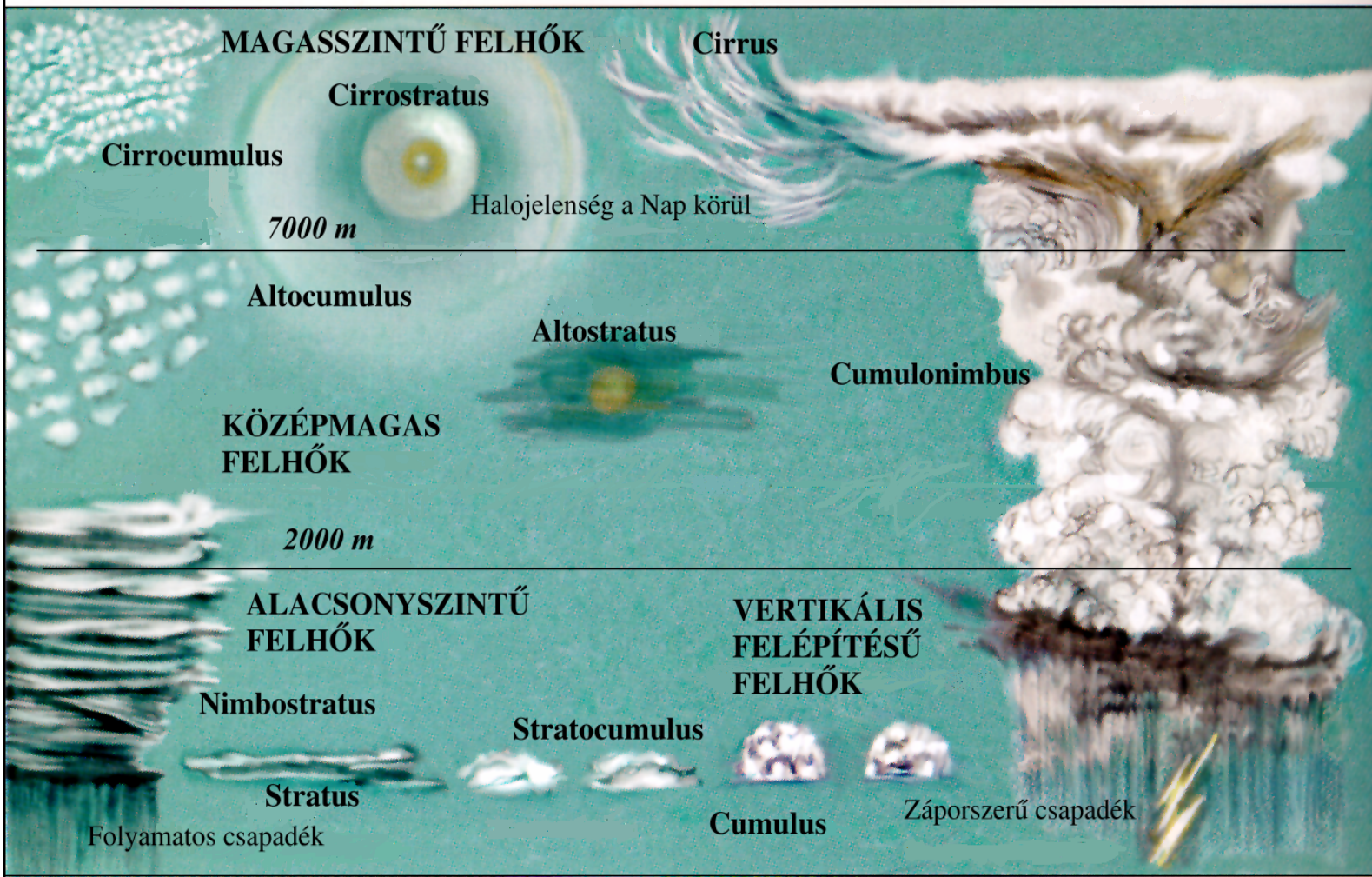
Folyamatos csapadék

Stratocumulus

VERTIKÁLIS FELÉPÍTÉSŰ FELHŐK

Cumulus

Záporoszerű csapadék

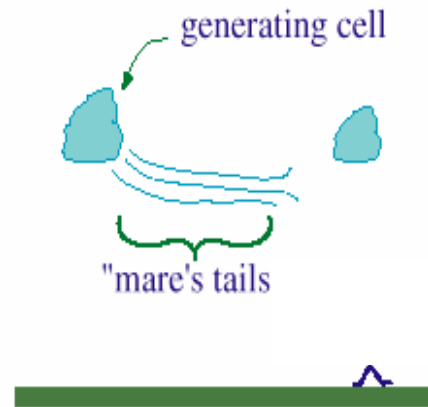
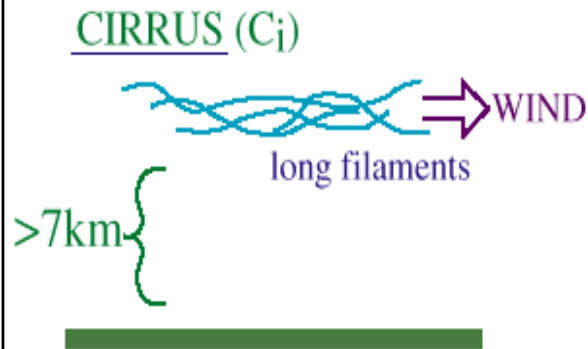


MAGASSZINTŰ FELHŐK

- CIRRUS
- CIRROSTRATUS
- CIRROCUMULUS

Magasszintű felhők

HIGH CLOUDS (ICE) (bases >7 km)

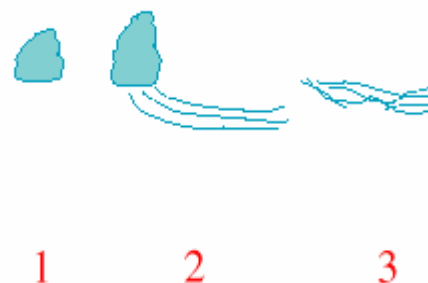
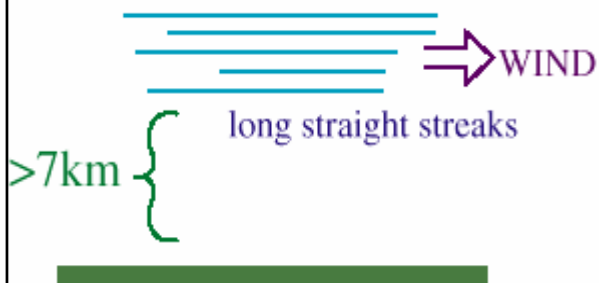


Jégkristályokból állnak

Szálas, fonalas szerkezetűek

A jégkristályok koncentrációja az alacsonyabb felhőkben általában nagyon kicsi

LIFE CYCLE



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

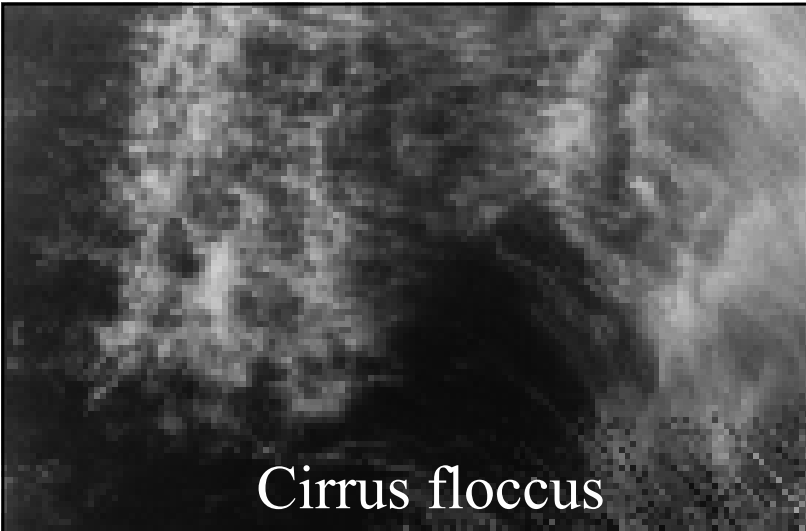


Cirrus spissatus virgával



Cirrus uncinus





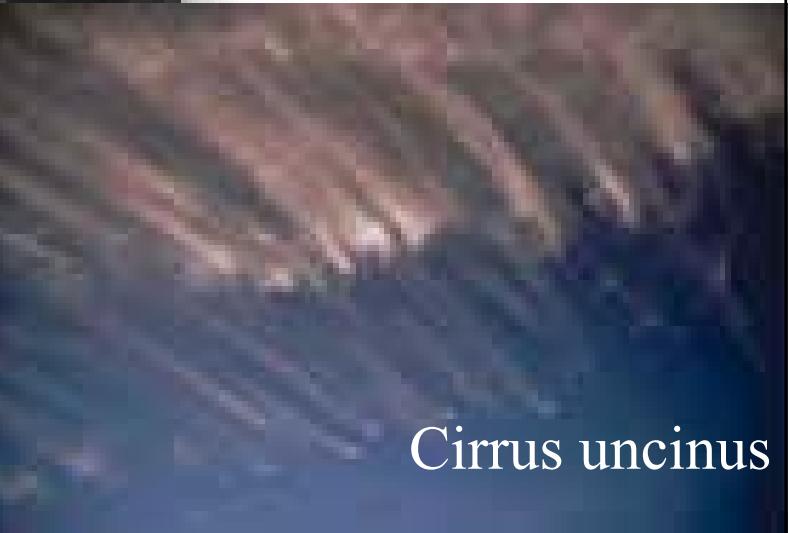
Cirrus floccus



Cirrus uncinus



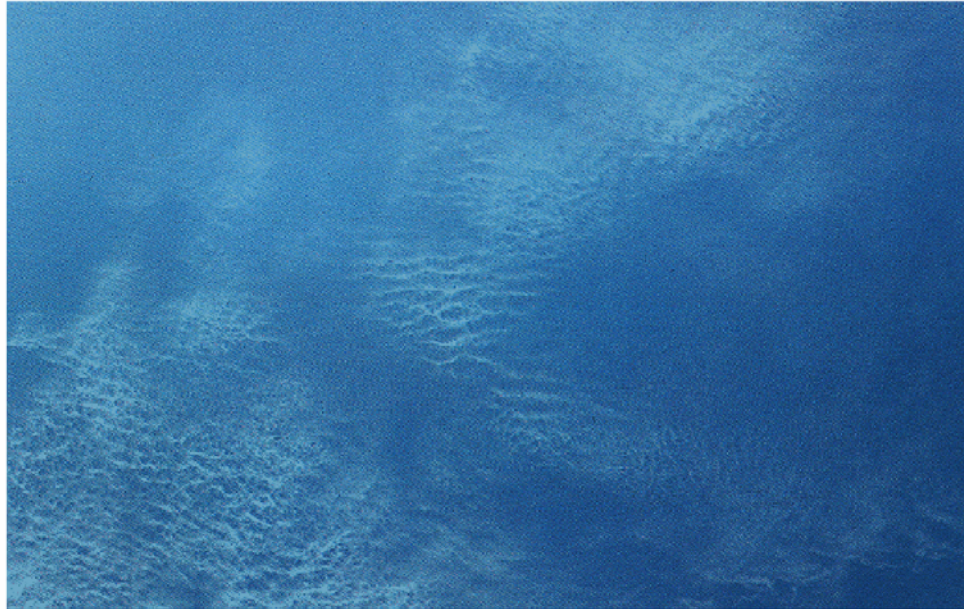
Cirrus fibratus vertibratus



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: *Alto cumulus castellanus undulatus*)

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

Nap és a Hold körül általában halójelenséget 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: közép magas



**Altostratus
(alatta mammatus)**

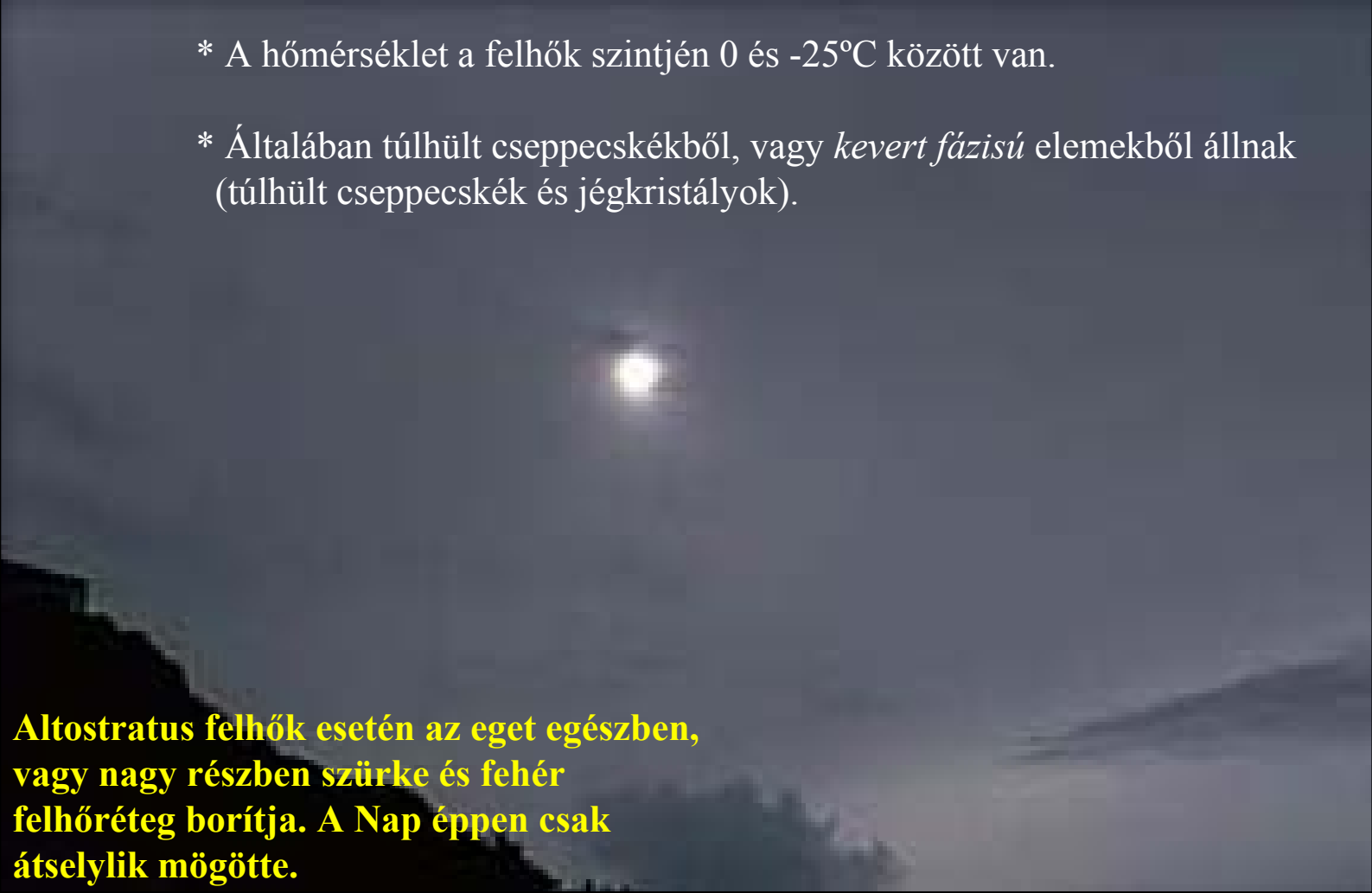
Szürkés, kékes színű, lehet egyenletes, rostos, vagy barázdált.
Részben, vagy egészben borítja az eget.
Vertikális kiterjedése elég nagy, így általában elhomályosítja a Napot.

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 átszűrődik mögötte.

Altostratus (As)

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



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

Színeken játszó altostratus (Iridescent Altostratus) - szóródás



ALTOCUMULUS (Ac)

magyar név: párnafelhő

szint: közmagas



Alto cumulus translucidus

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

Nap és a Hold körül halójelenséget 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

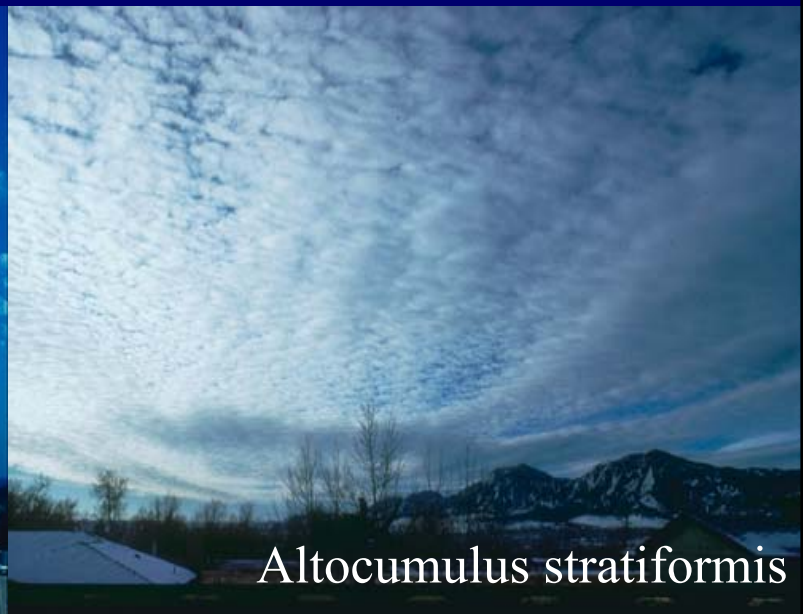


Alto cumulus (Ac)

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



Alto cumulus castellanus



Alto cumulus stratiformis

Altostratus lenticularis

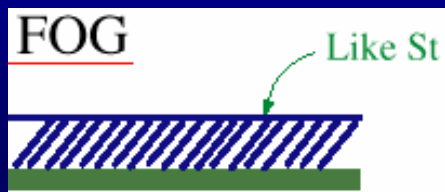


ALACSONYSZINTŰ FELHŐK

- STRATUS
- STRATOCUMULUS
- CUMULUS
- NIMBOSTRATUS (TÖBBRÉTEGŰ)

Alacsony szintű felhők

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



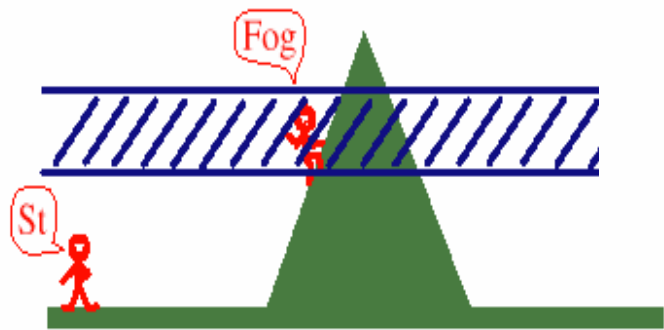
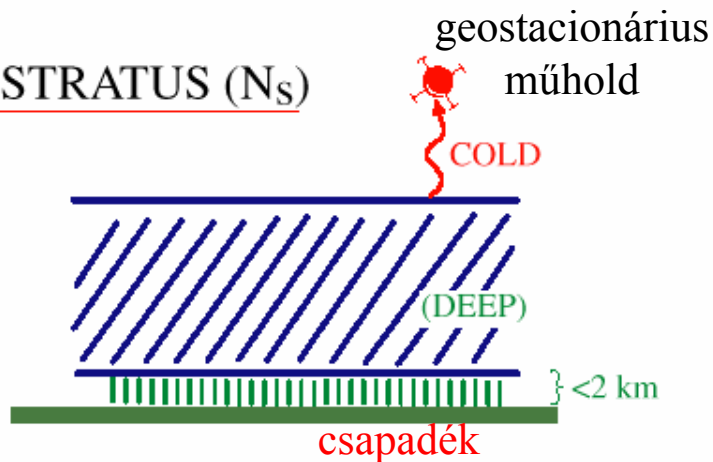
STRATUS (St)



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 jégreszecskek

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 stratocumulus

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

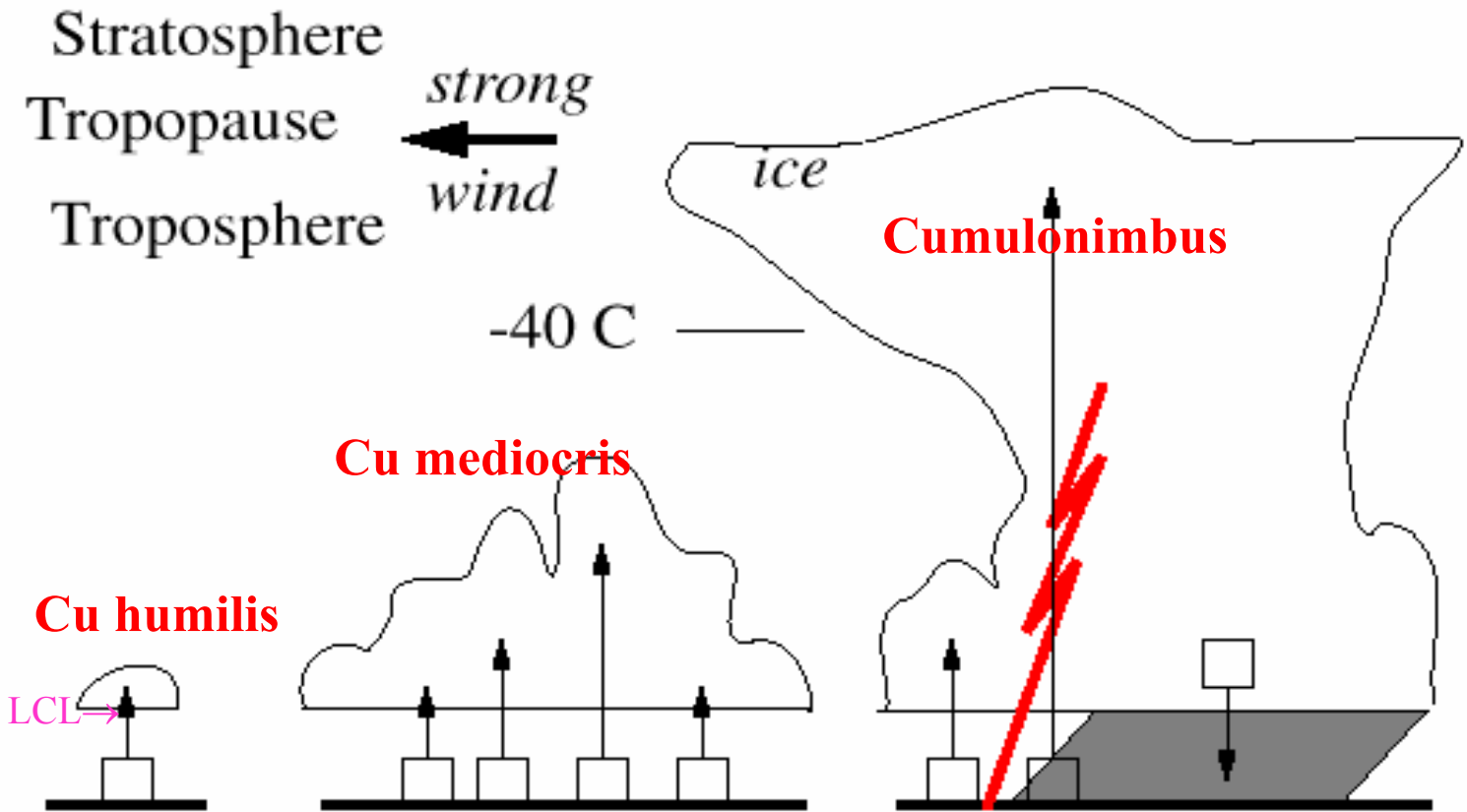
csapadék: závorszerű csapadékot adhat

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: egyes halmazállapot, vízcseppek, hópolyhek, jégkristályok, szemcsés hó, fagyott esőcseppek, jégdarabok

csapadéka záporszerű, 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.

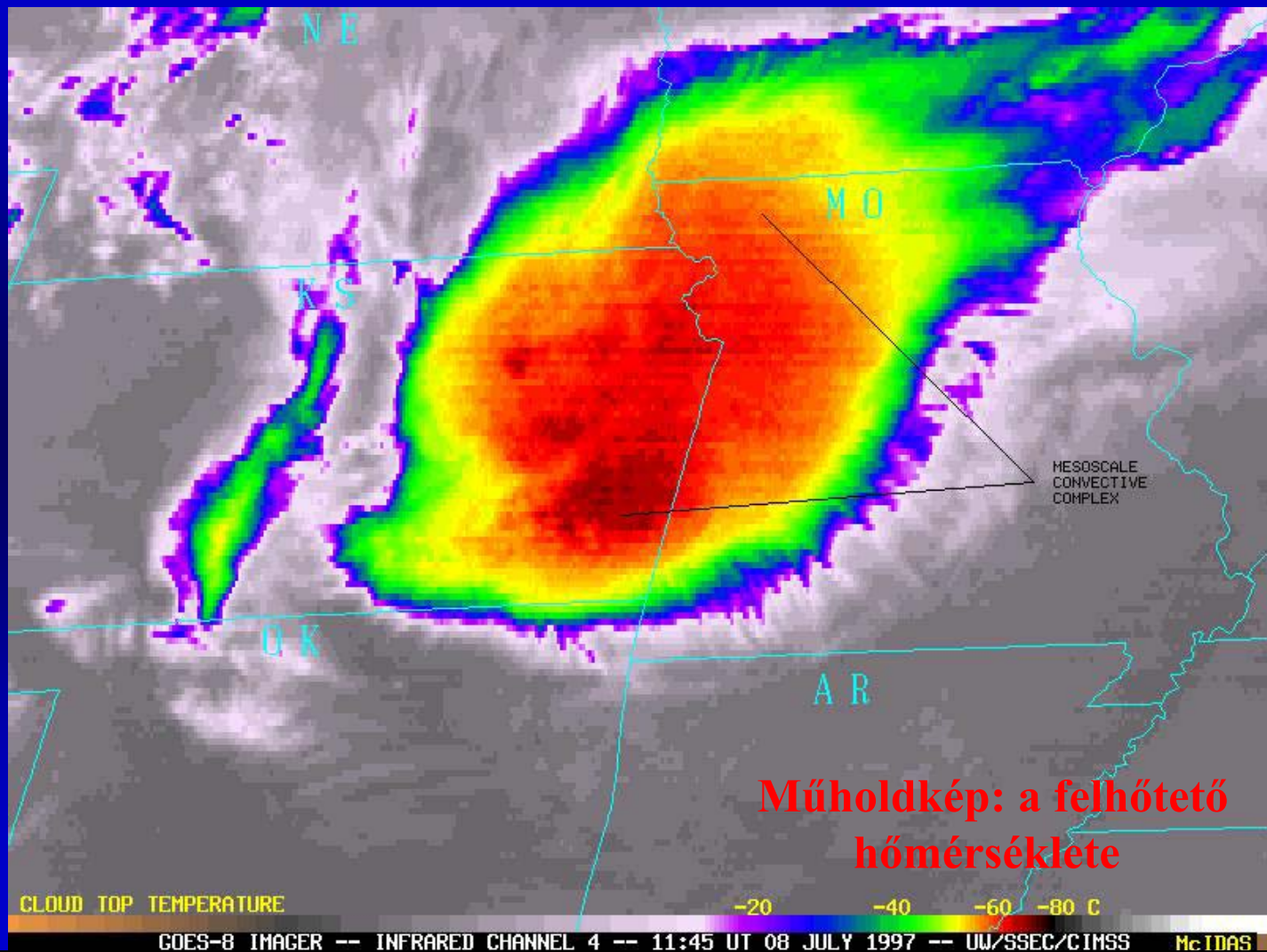


Cumulonimbus: Mammatus felhők

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



Mezokálájú 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.



Altostratus lenticularis





Altocumulus
lenticularis



AC lenticularis felhők

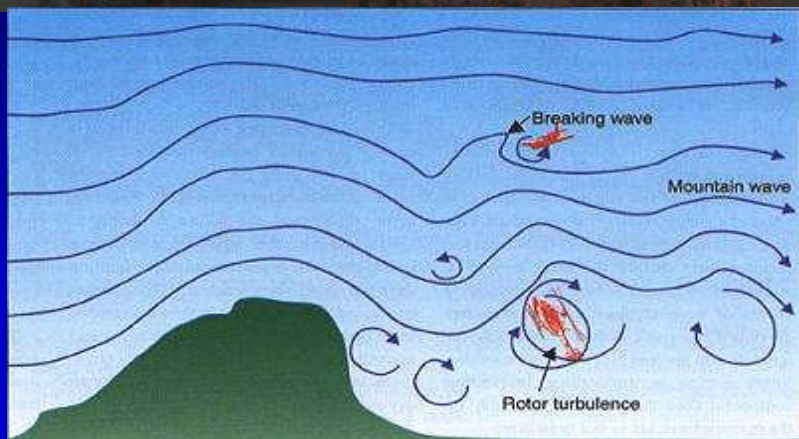
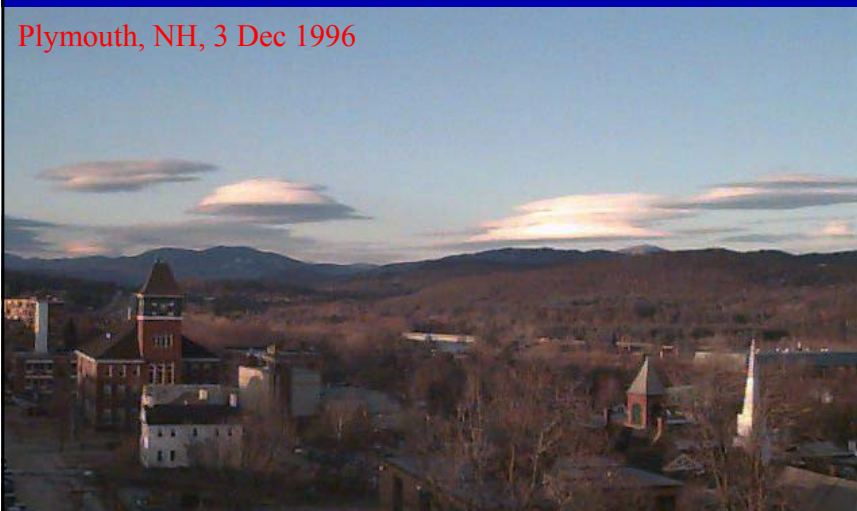
Az *Altostratus lenticularis* felhők az ún. „hegy hullám felhők.” Amikor az erős horizontális szél nekiütközik egy hegynek, gravitációs hullámok keletkeznek, s belengenek lefelé és felfelé



**A hegykeltette
hullámok
stacionáriusak**

Alto cumulus (Ac) lenticularis felhők más környezetben

Plymouth, NH, 3 Dec 1996



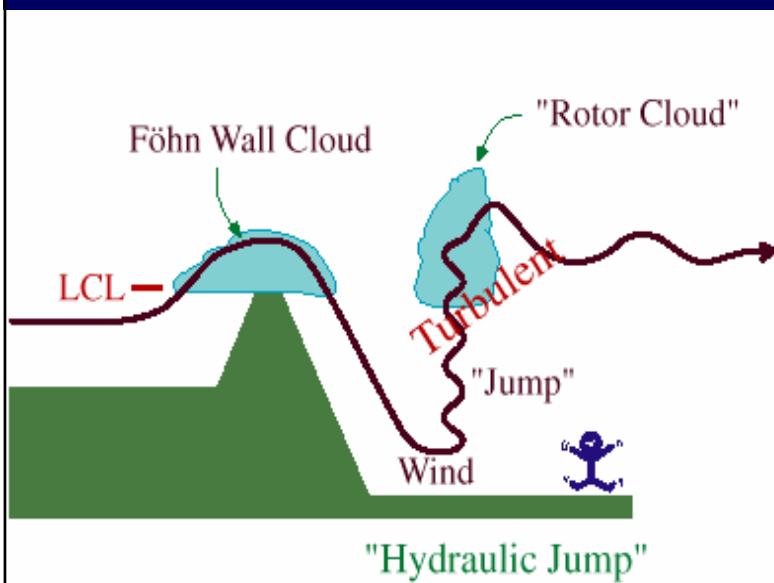
Különleges Altocumulus (Ac) lenticularis



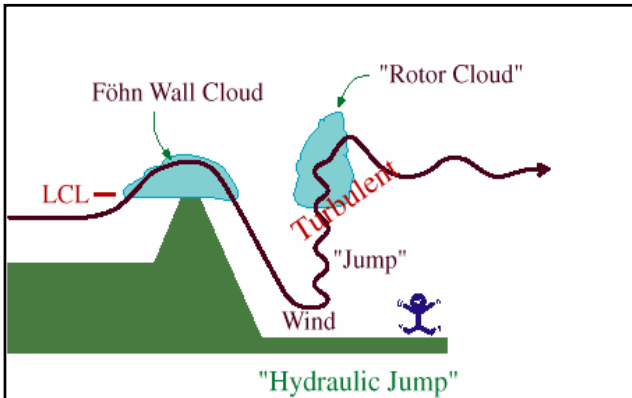
Fujijama, Japán

Hegyhullámok, turbulencia

Föhn fal felhő, Sziklás hegység



turbulens rotor felhő

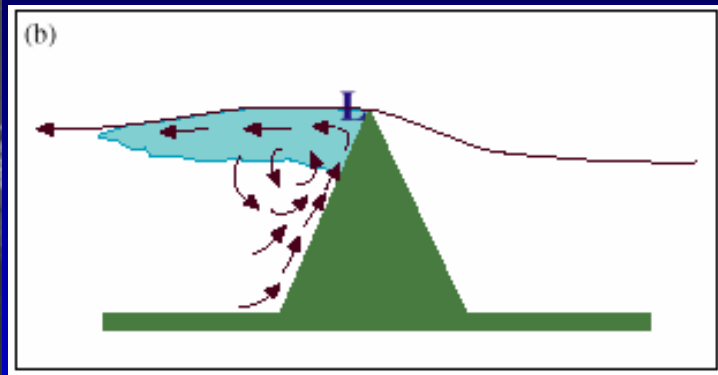
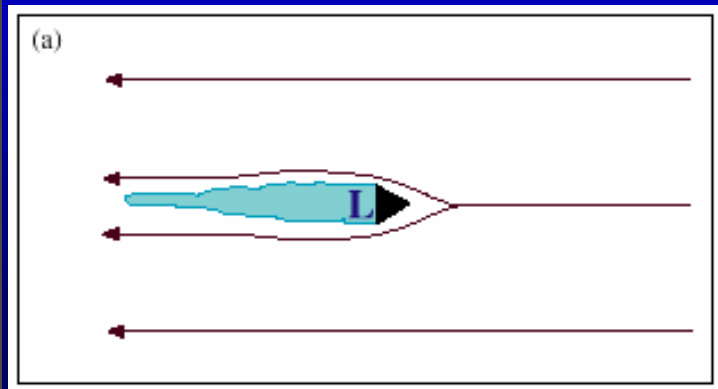


Hegyhullámok, turbulencia

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 ?



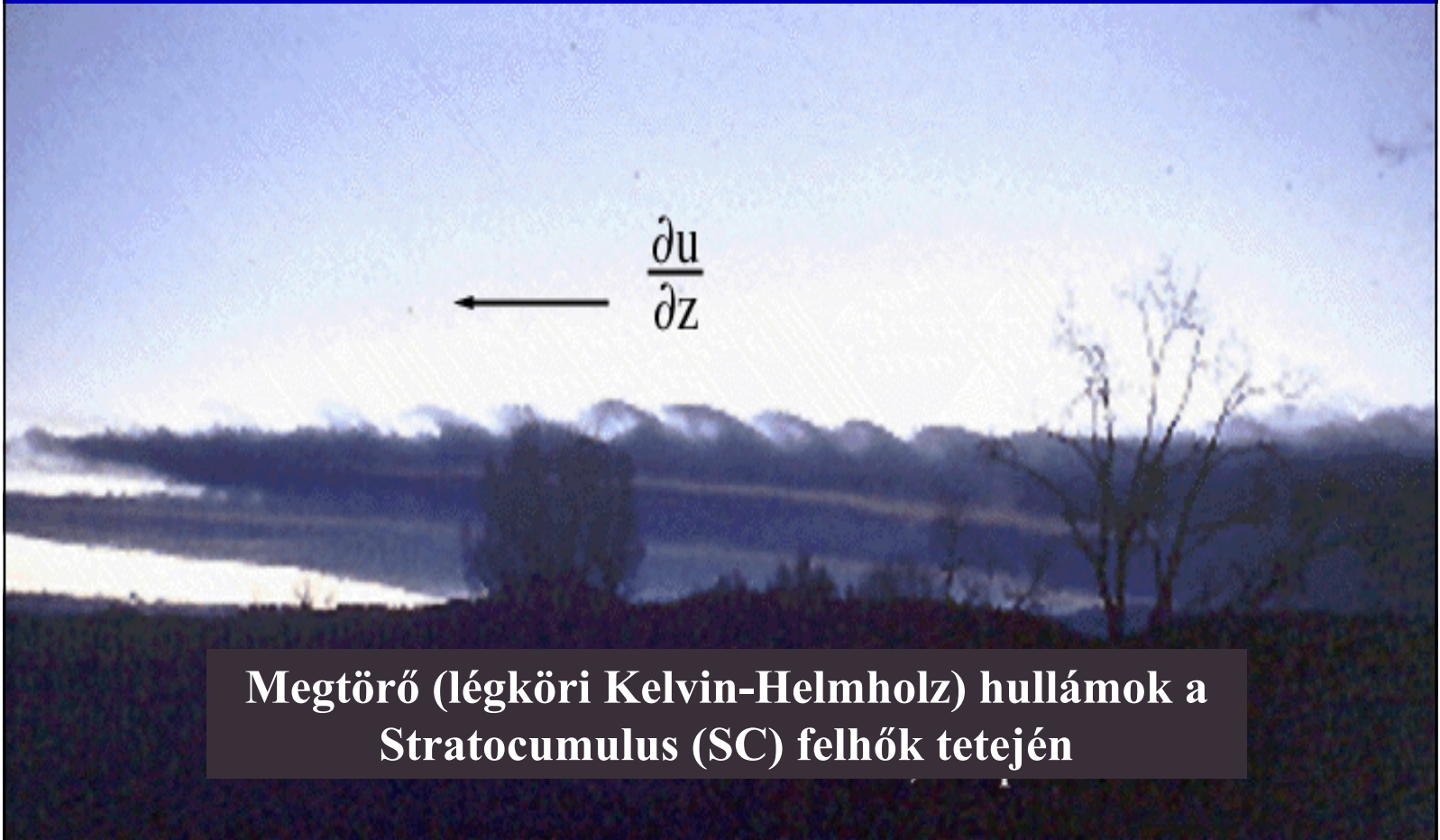
Matterhorn, Alpok

Kelvin-Helmholtz hullám felhők

Ezek általában láthatatlanok!
(CAT)

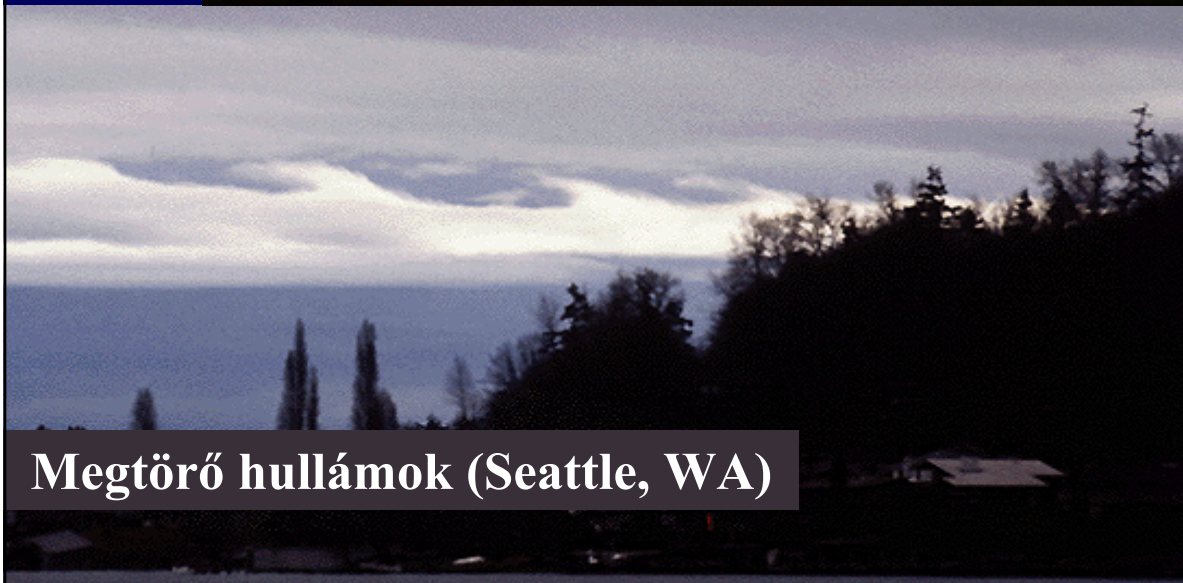


Kelvin-Helmholtz instabilitás

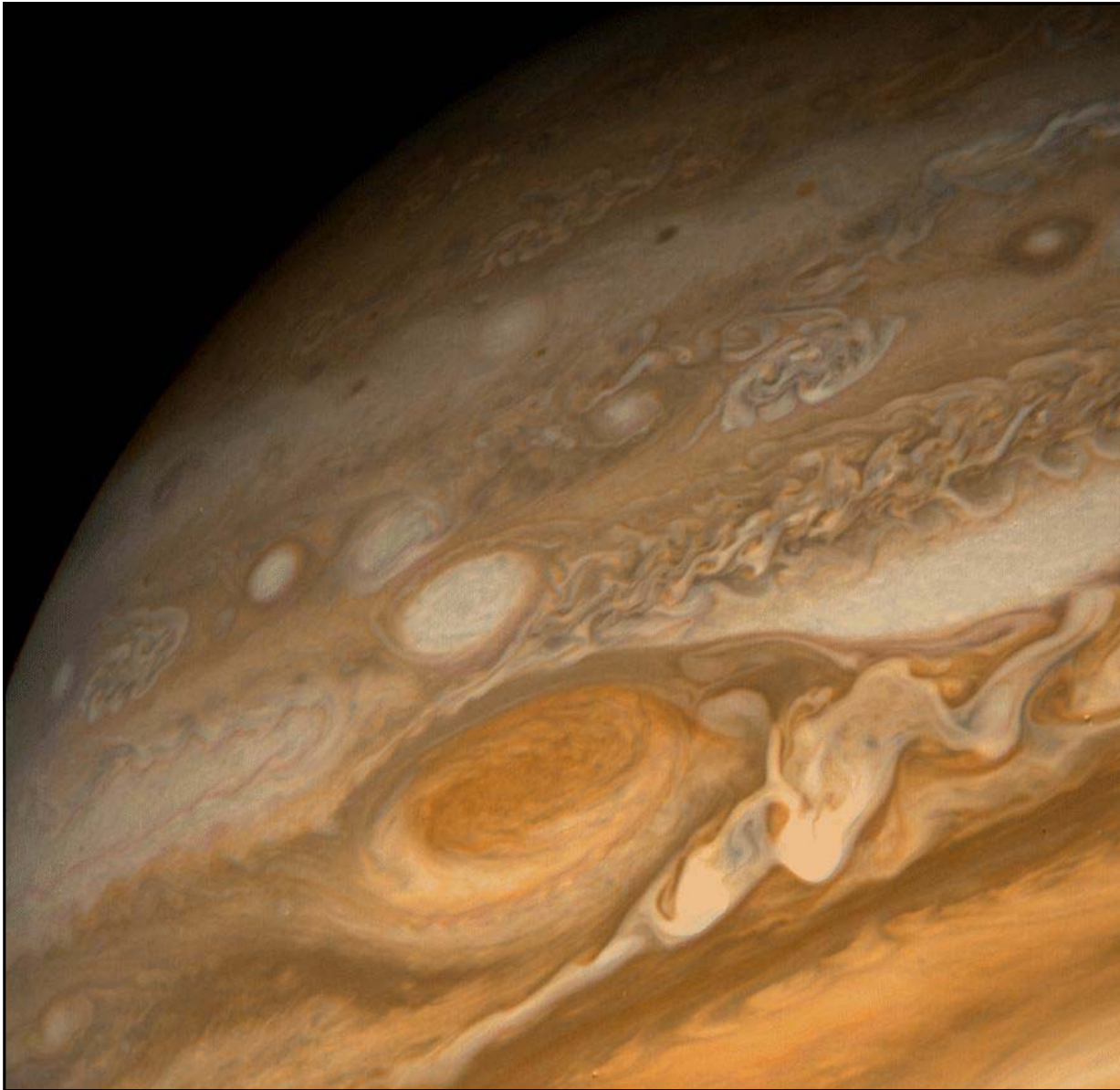


Megtörő (légköri Kelvin-Helmholtz) hullámok a Stratocumulus (SC) felhők tetején

Felszakadozó hullám felhők – veszélyt jelenthetnek a repülésnél



Megtörő hullámok (Seattle, WA)



Kelvin-Helmholtz hullámok a Jupiteren.

A színek meghatározzák a felhők magasságát: kék a legalacsonyabb, 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.

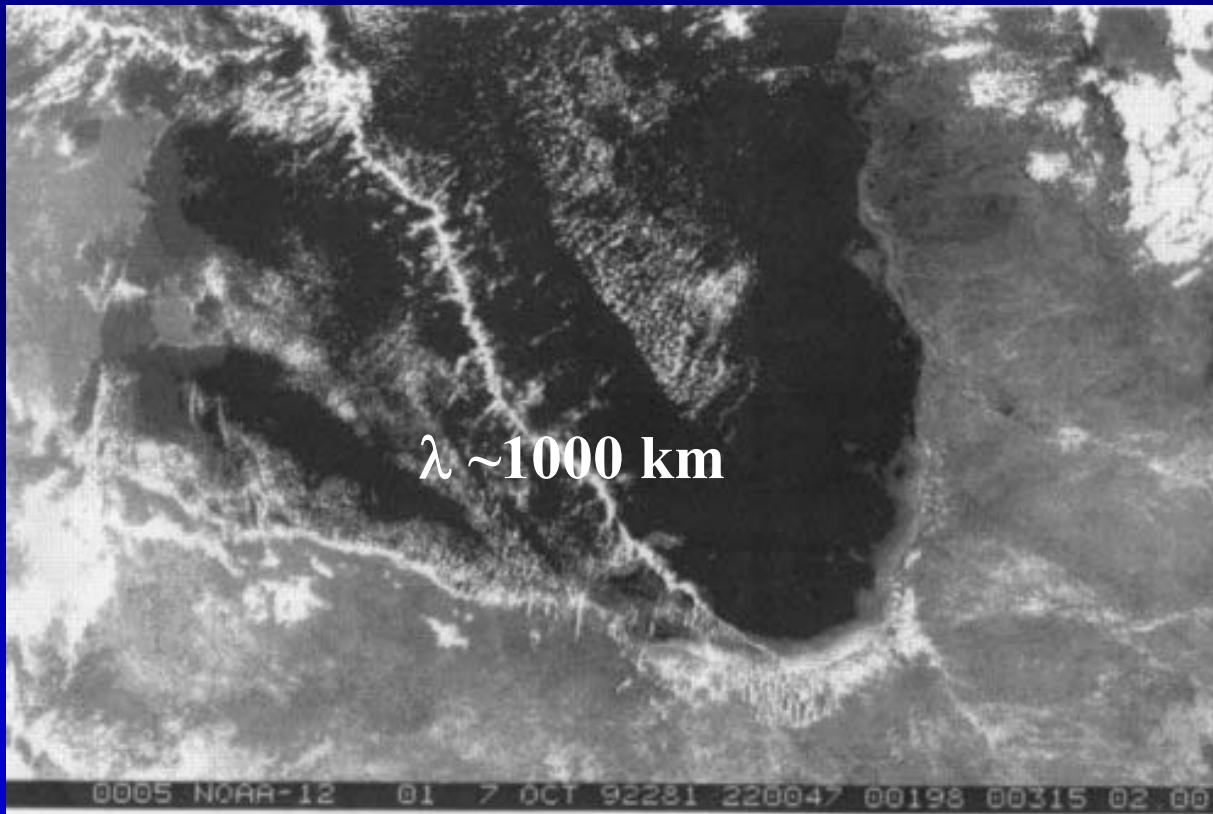


← sapka felhő egy Cb-n

“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,
maid rögtön el is párolog mögötte (Stratocumulus)

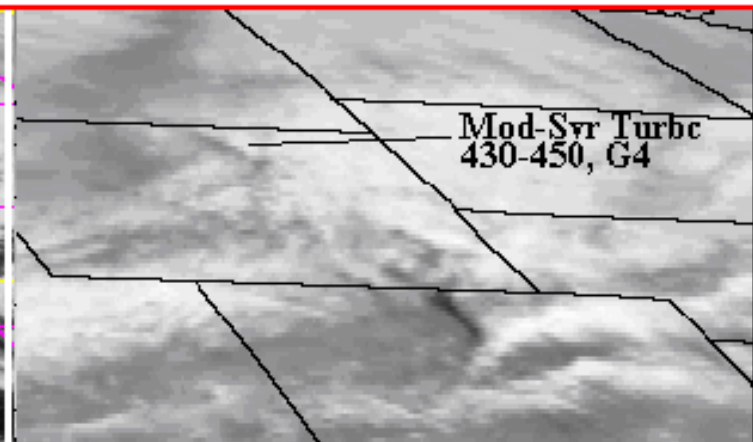
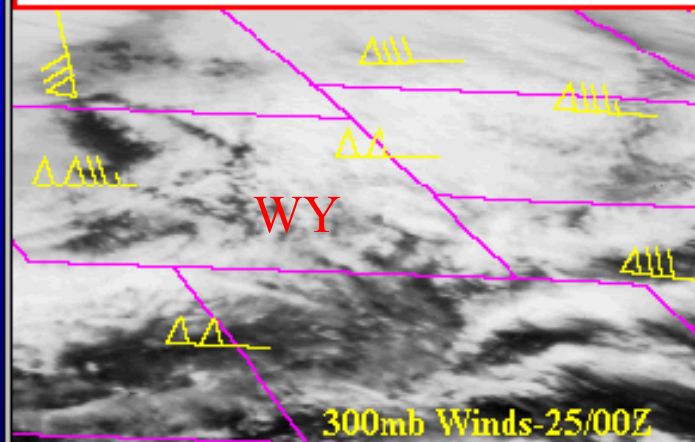


Ez a fantasztikus szivar alakú felhő (Stratocumulus) többnyire tavasszal fordul elő.



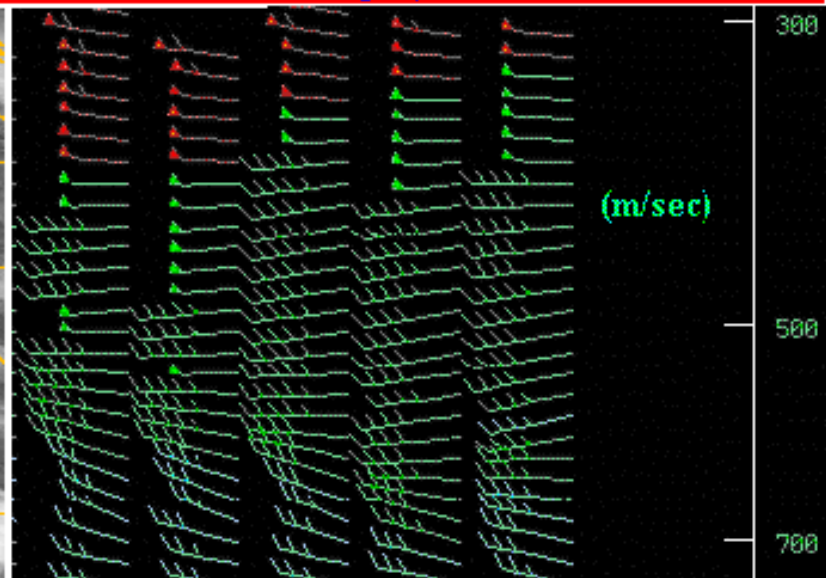
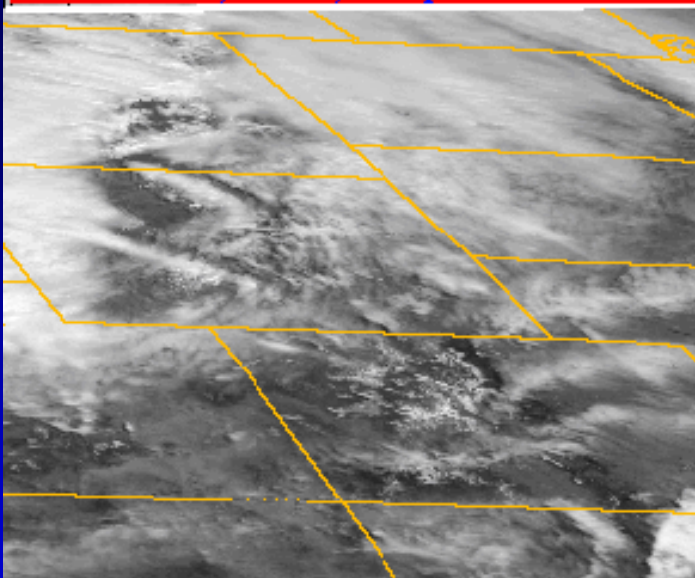
Figyelemreméltó a különbség az alsó, stabil rétegfelhő (Stratocumulus) és a felső, turbulens (Cumulus) felhők között.

Mountain Wave Turbulence - 24 April 1996



GOES-9 IR, 1900Z, 24 April 1996

GOES-9 Water Vapor, 1900Z



GOES-9 Vis, 1900Z, 24 April 1996

Medicine Bow, WY Profiler, 03-07Z, 25 Apr 96

Felhők felismerése - játék

- **A: cirrus**
- **B: cirrostratus**
- **C: cirrocumulus**
- **D: altostratus**
- **E: altocumulus**
- **F: stratus**
- **G: stratocumulus**
- **H: cumulus humilis**
- **I: cumulus congestus**
- **J: cumulonimbus**
- **J: nimbostratus**

- cirrus
- cirrostratus
- cirrocumulus
- altostratus
- altocumulus
- stratus
- stratocumulus
- cumulus humilis
- cumulus congestus
- cumulonimbus
- nimbostratus



1/A

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



1/B

- cirrus
- cirrostratus
- cirrocumulus
- altostratus
- altocumulus
- stratus
- stratocumulus
- cumulus humilis
- cumulus congestus
- cumulonimbus
- nimbostratus





- cirrus
- cirrostratus
- cirrocumulus
- altostratus
- altocumulus
- stratus
- stratocumulus
- cumulus humilis
- cumulus congestus
- cumulonimbus
- nimbostratus





Segítség: borult az idő, de nem esik

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



- cirrus
- cirrostratus
- cirrocumulus
- altostratus
- altocumulus
- stratus
- stratocumulus
- cumulus humilis
- cumulus congestus
- cumulonimbus
- nimbostratus



- cirrus
- cirrostratus
- cirrocumulus
- altostratus
- altocumulus
- stratus
- stratocumulus
- cumulus humilis
- cumulus congestus
- cumulonimbus
- nimbostratus



Segítség : ez a felhőréteg alacsonyszintű

- cirrus
- cirrostratus
- cirrocumulus
- altostratus
- altocumulus
- stratus
- stratocumulus
- cumulus humilis
- cumulus congestus
- cumulonimbus
- nimbostratus

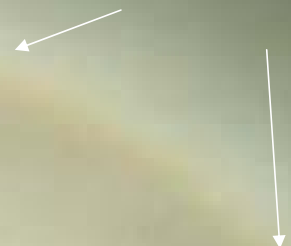
Segítség : ez a felhőréteg magas-szintű

- cirrus
- cirrostratus
- cirrocumulus
- altostratus
- altocumulus
- stratus
- stratocumulus
- cumulus humilis
- cumulus congestus
- cumulonimbus
- nimbostratus



- cirrus
- cirrostratus
- cirrocumulus
- altostratus
- altocumulus
- stratus
- stratocumulus
- cumulus humilis
- cumulus congestus
- cumulonimbus
- nimbostratus

Ez egy halo



Segítség : esik az eső

- cirrus
- cirrostratus
- cirrocumulus
- altostratus
- altocumulus
- stratus
- stratocumulus
- cumulus humilis
- cumulus congestus
- cumulonimbus
- nimbostratus

