

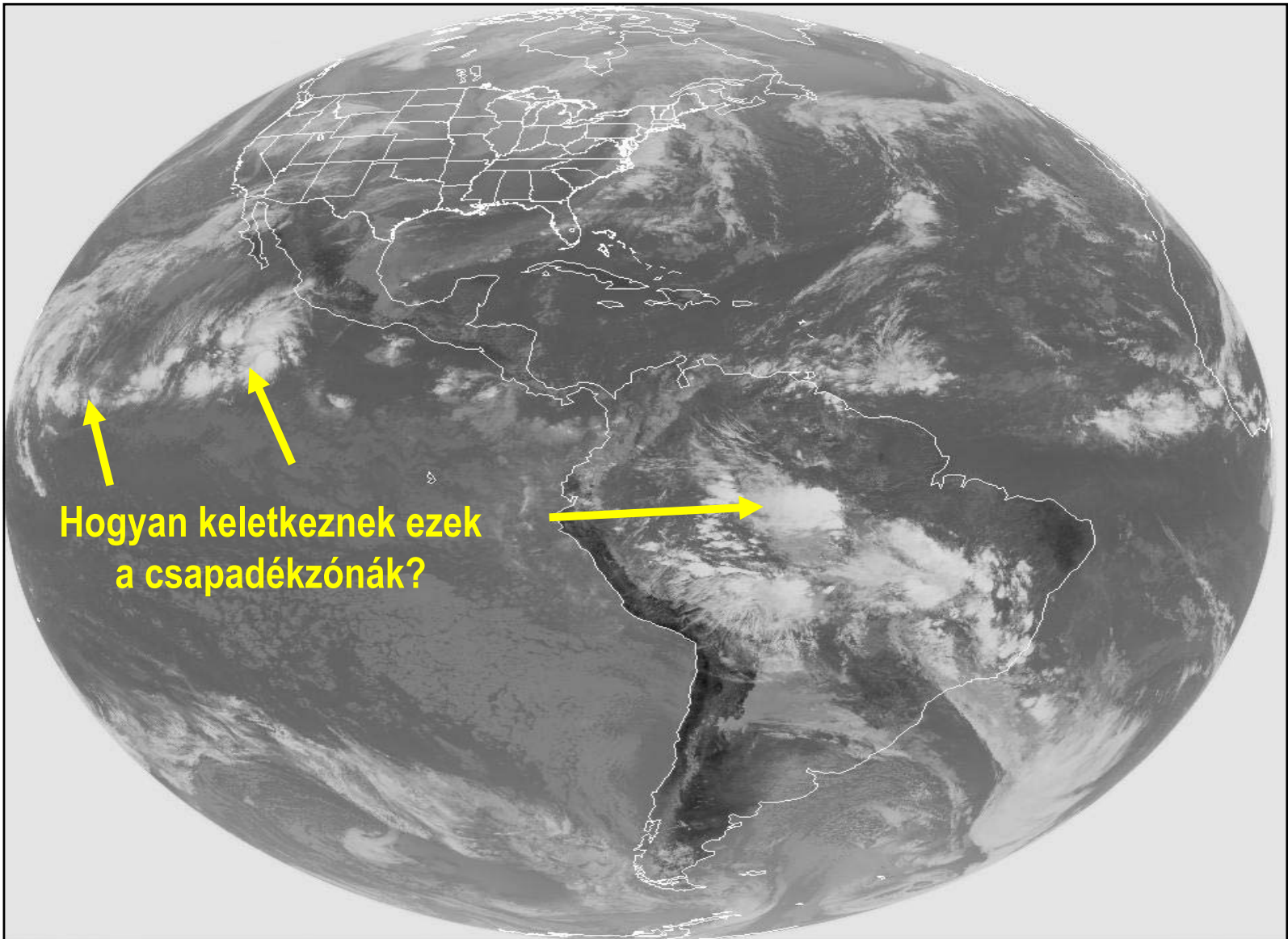


**LÉGTÖMEGEK, FELHŐ- ÉS
CSAPADÉKELETKEZÉSI
FOLYAMATOK**



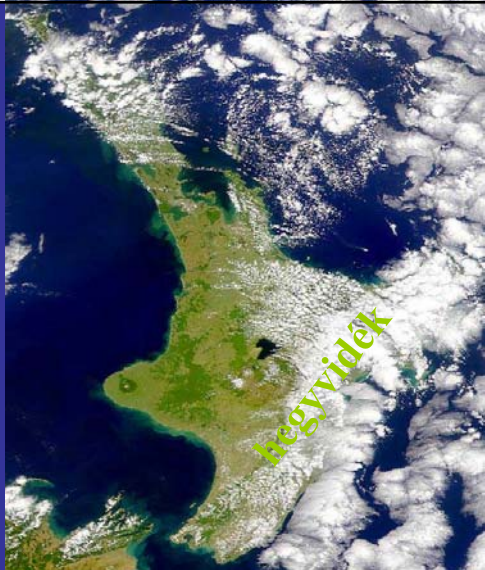
**Hogyan
keletkezik a
csapadék-
rendszer a
Földön?**



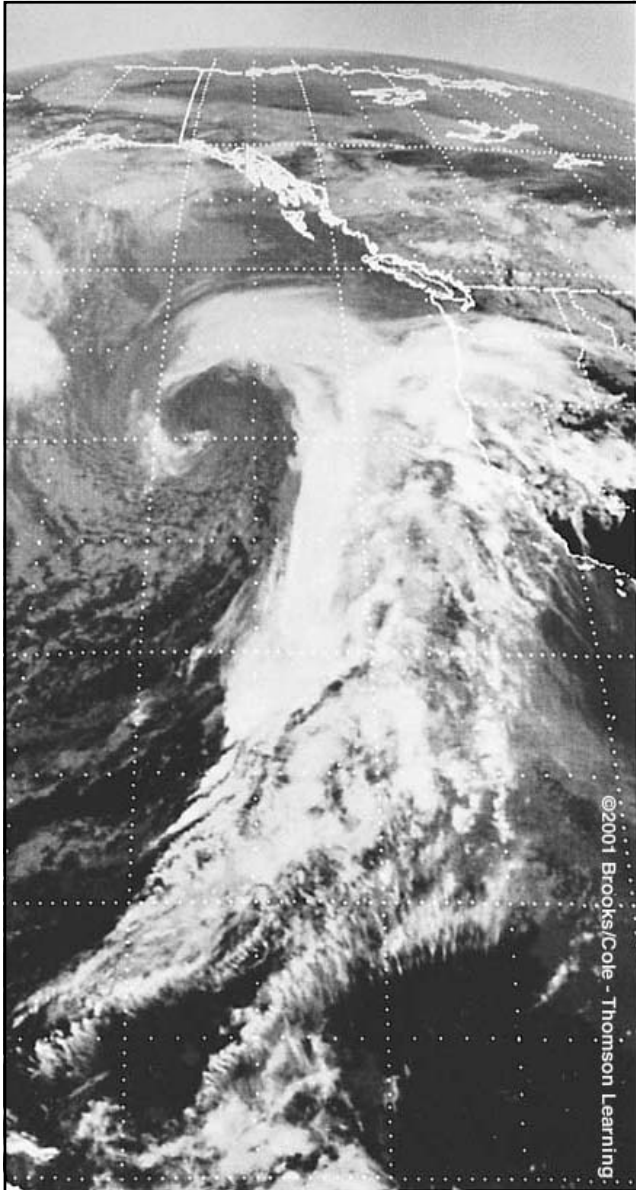


Hogyan keletkeznek ezek a csapadékszónák?

Hogyan keletkezhet csapadék? Orografikus akadály?

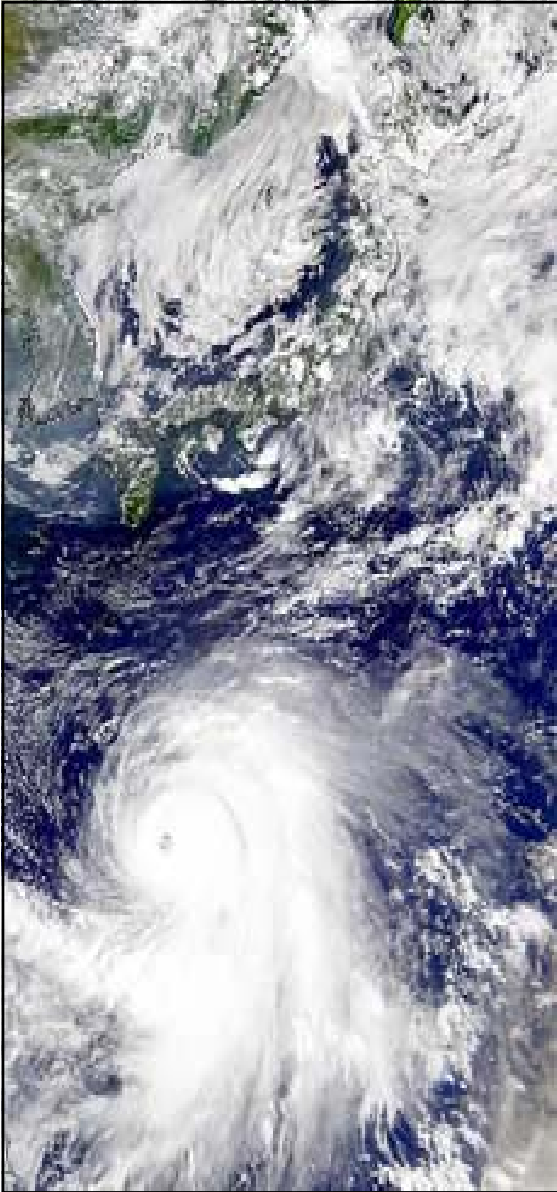


Hogyan keletkezhet csapadék? Frontok???



©2001 Brooks/Cole - Thomson Learning





Hogyan alakulnak ki ezek az örvények, s a hozzájuk tartozó csapadékrendszerek?

**Néhány lehetséges
folyamat ...**

Felhő- és csapadékképződési folyamatok

3 alaptípus, 6 módozat

I. Felhajtóerő hatására történő felemelkedés
[buborék jellegű emelkedés]

II. Kényszerített felemelkedés [légréteg, vagy
légtömeg felemelkedése]

II/1. Orografikus

II/2. Front hatására

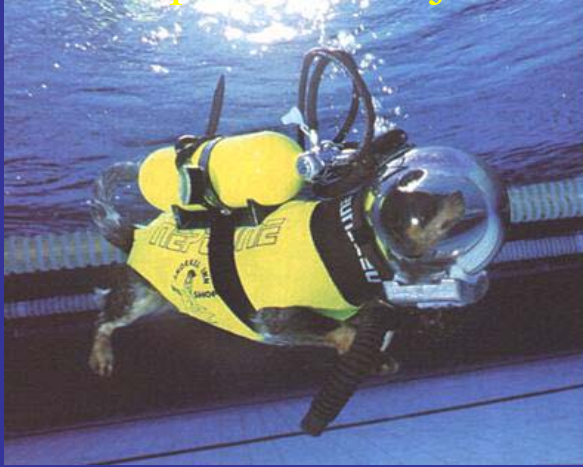
II/3. Alacsony szintű konvergencia (súrlódás)

II/4. Magas szintű divergencia (jet stream)

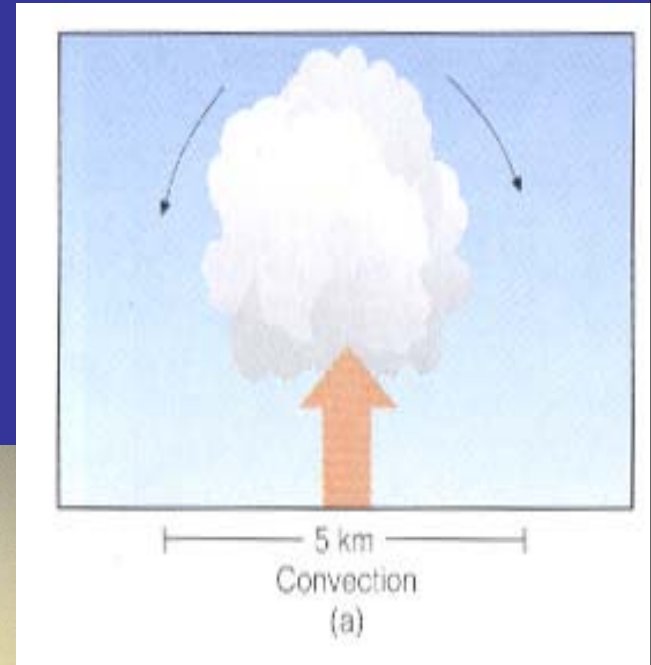
III. Gyakran a felhőképződés több, egymással
párhuzamosan zajló folyamat eredményeként
keletkezik

Ötféle felhőképződési folyamat:

Spontán felhajtóerő



1. Konvektív felemelkedés

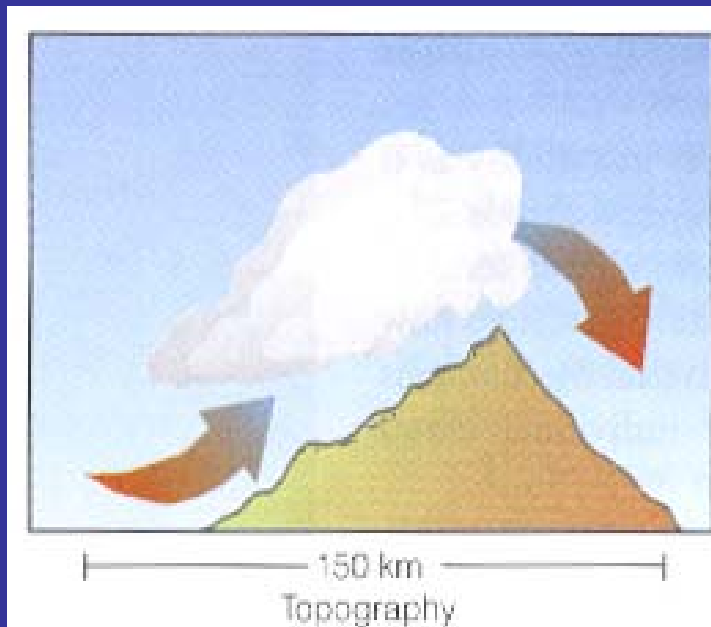


Cumulus felhők ...

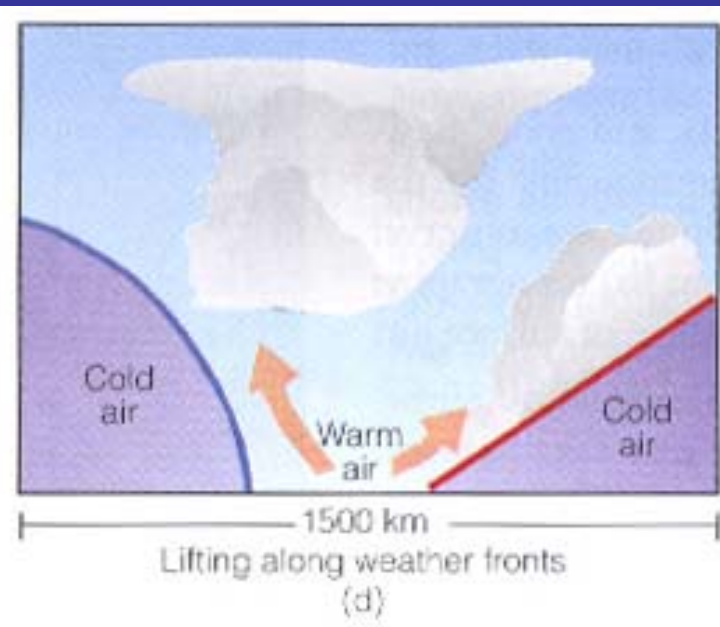
A többi négy *kényszerített* felemelkedési folyamat ...

(a) hegy felett

(b) front által

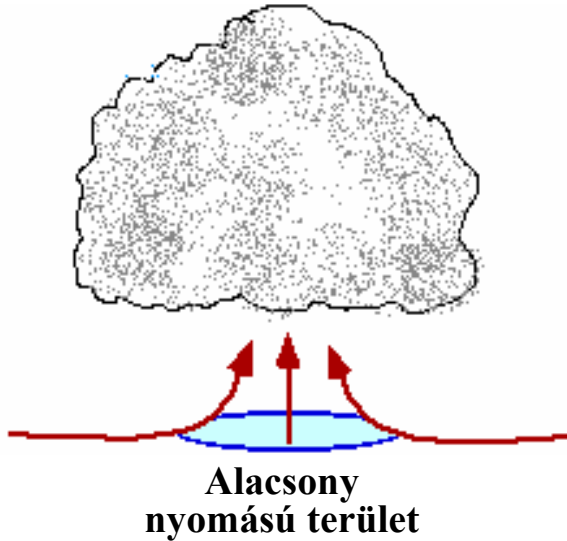


Méret: 150 km



Méret: 1500 km

**Összeáramló levegő
(konvergencia)**

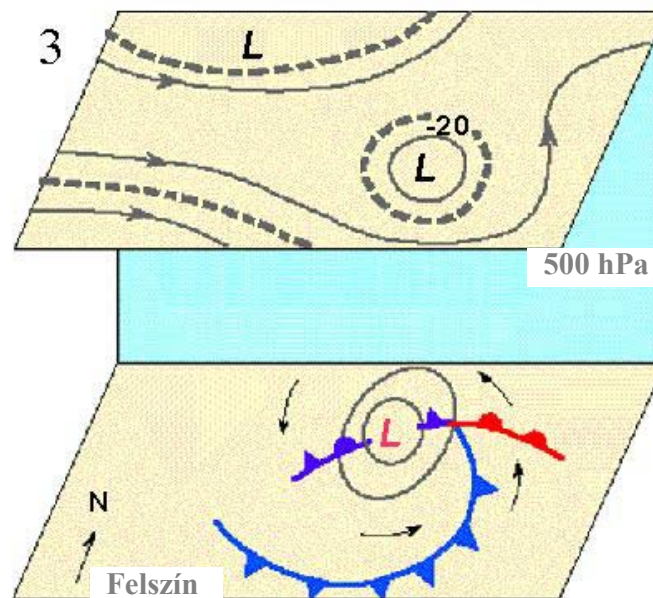
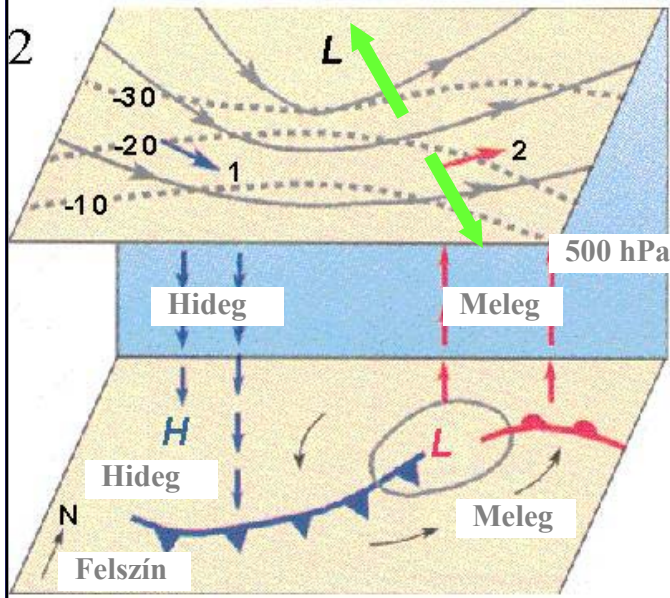
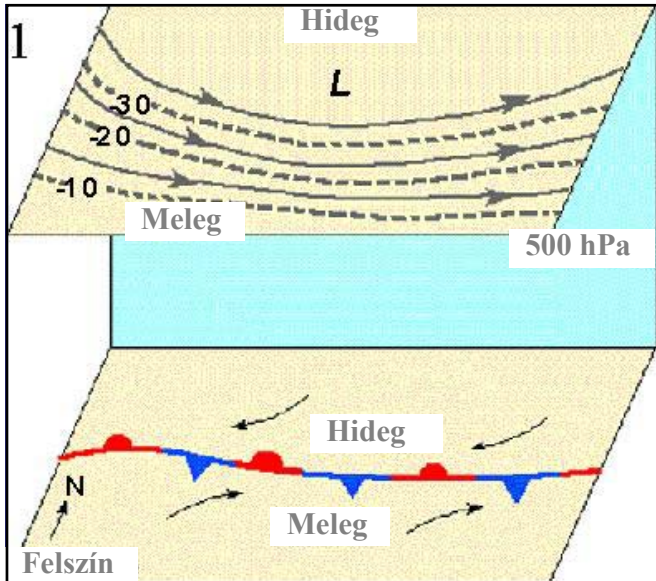


Méret: 500 km

**(c)
Konvergencia
a felszíni
alacsony
nyomású
területek felé**

(d) Jet stream-ek (futóáramlások) által kényszerített felemelkedés

Divergencia a magasabb
légrétegekben



Felhő- és csapadékképződési folyamatok (3 alaptípus, 5 módozat)

I. Felhajtóerő hatására történő felemelkedés [buborék jellegű emelkedés]

II. Kényszerített felemelkedés [légréteg, vagy légtömeg felemelkedése]

II/1. Orografikus

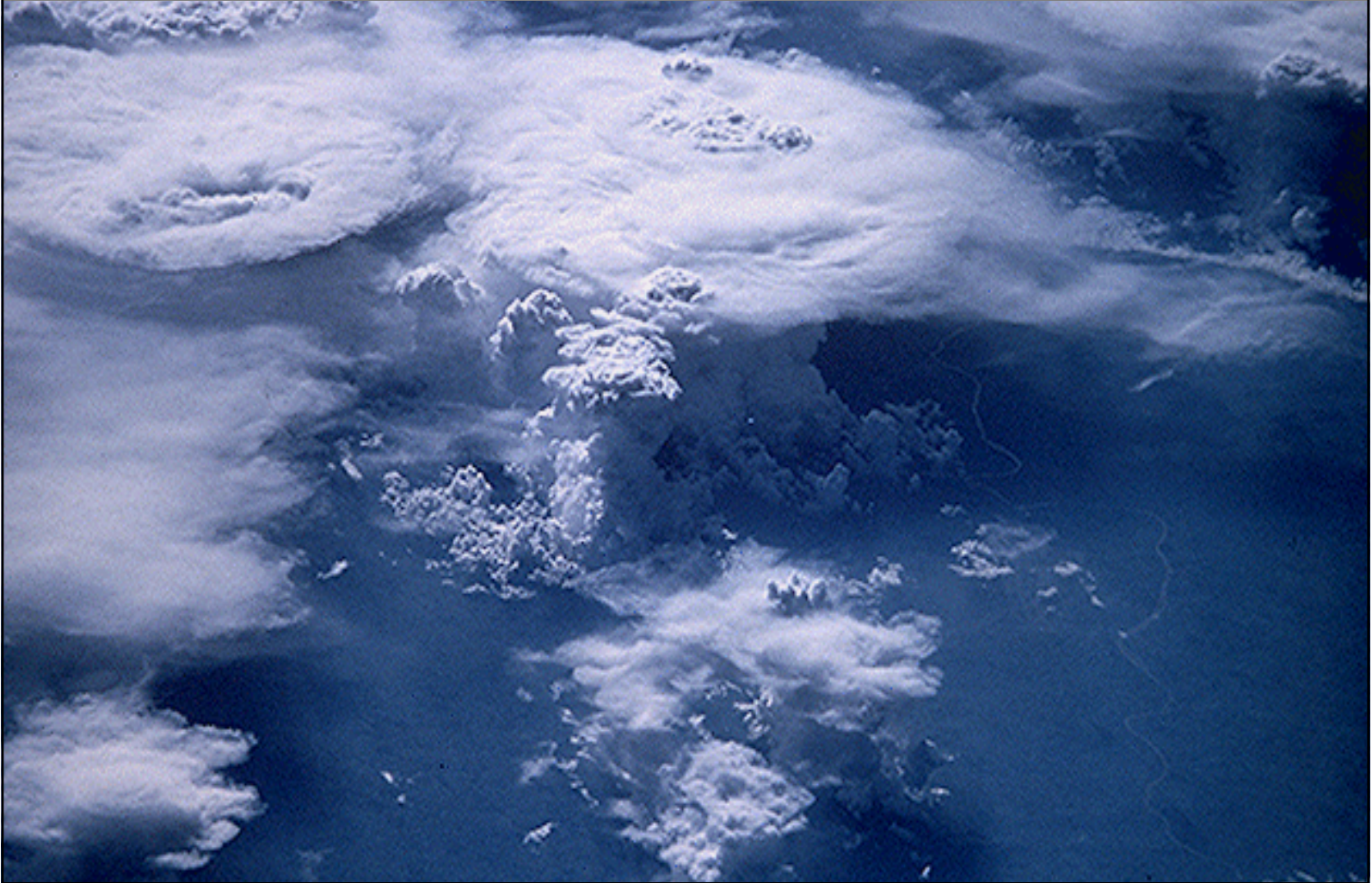
II/2. Front hatására

II/3. Alacsony szintű konvergencia

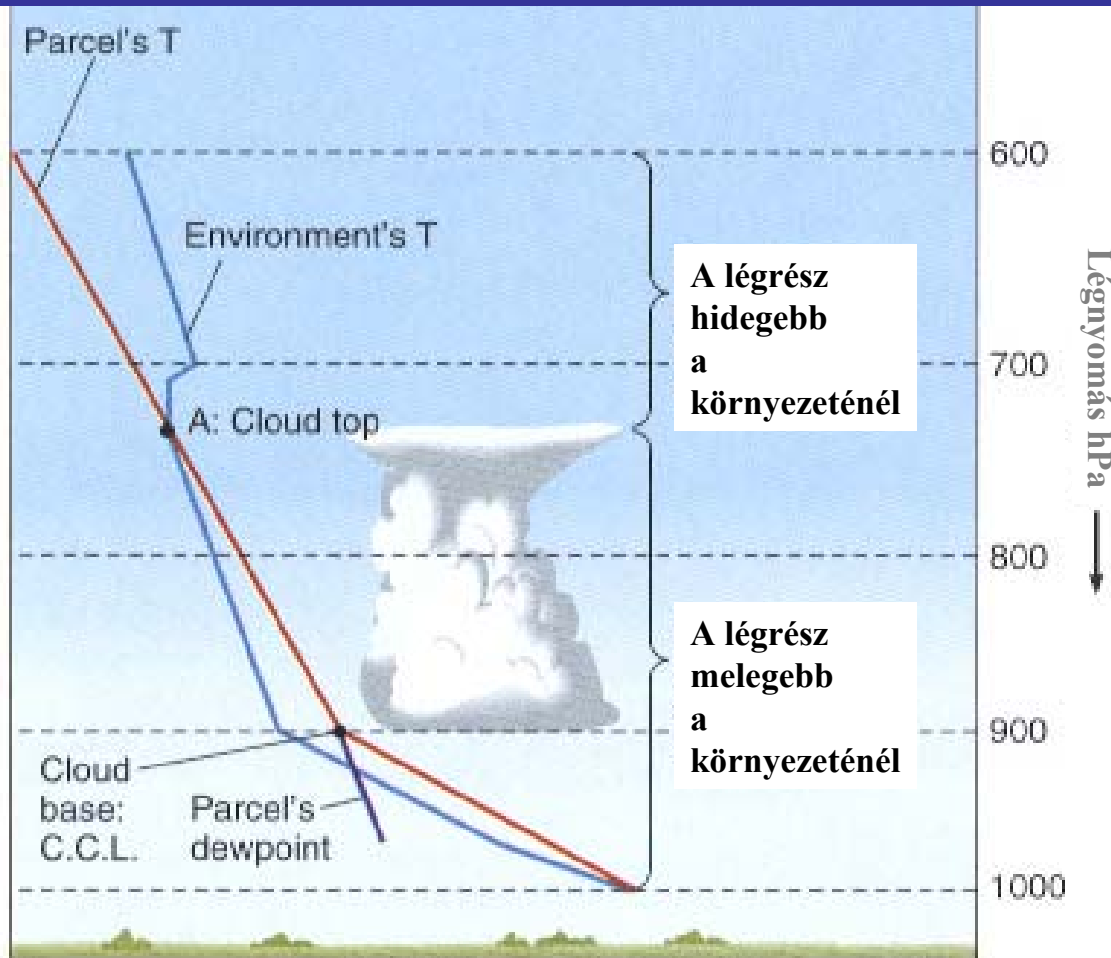
II/4. Magas szintű divergencia (jet stream)

III. Gyakran a felhőképződés több, egymással párhuzamosan zajló folyamat eredményeként keletkezik

1. Felhajtóerő hatására történő felemelkedés [buborék emelkedés]

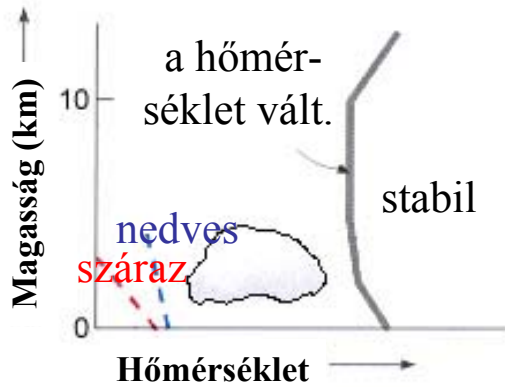


A cumulus felhők növekedése

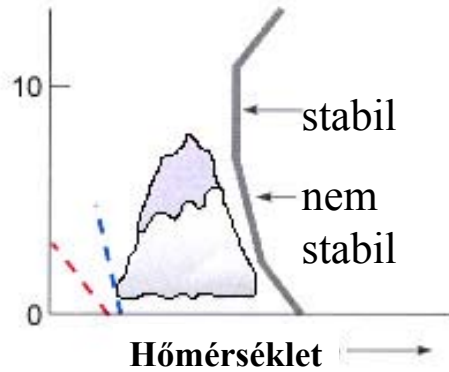


Hőmérséklet →

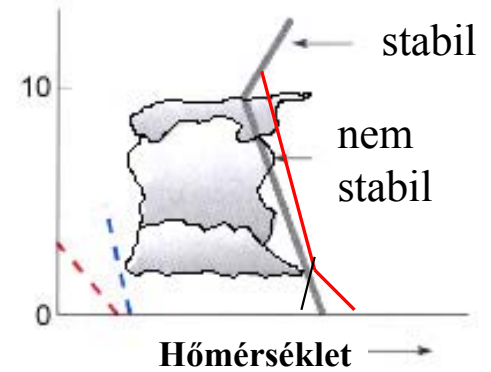
A cumulus felhők növekedése



Cumulus humilis



Cumulus congestus



Cumulonimbus



**A hegyvonulatok felemelő hatása általában
a légtömegek destabilizációjához vezet,
...ezért ez a leggyakoribb keletkezési helye a
Cumulus (Cu) felhőknek**



Felhő- és csapadékképződési folyamatok

I. Felhajtóerő hatására történő felemelkedés
[buborék emelkedés]

II. **Kényszerített felemelkedés [légréteg, vagy légtömeg felemelkedése]**

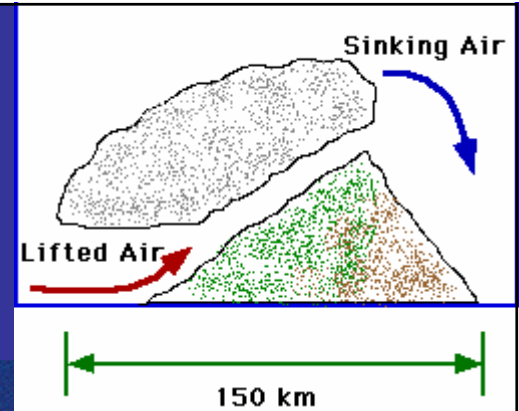
- **Orografikus**
- Front hatására
- Alacsony szintű konvergencia
- Magas szintű divergencia (jet stream)

III. Gyakran a felhőképződés több, egymással párhuzamosan zajló folyamat eredményeként keletkezik

(a) Orografikus felhők

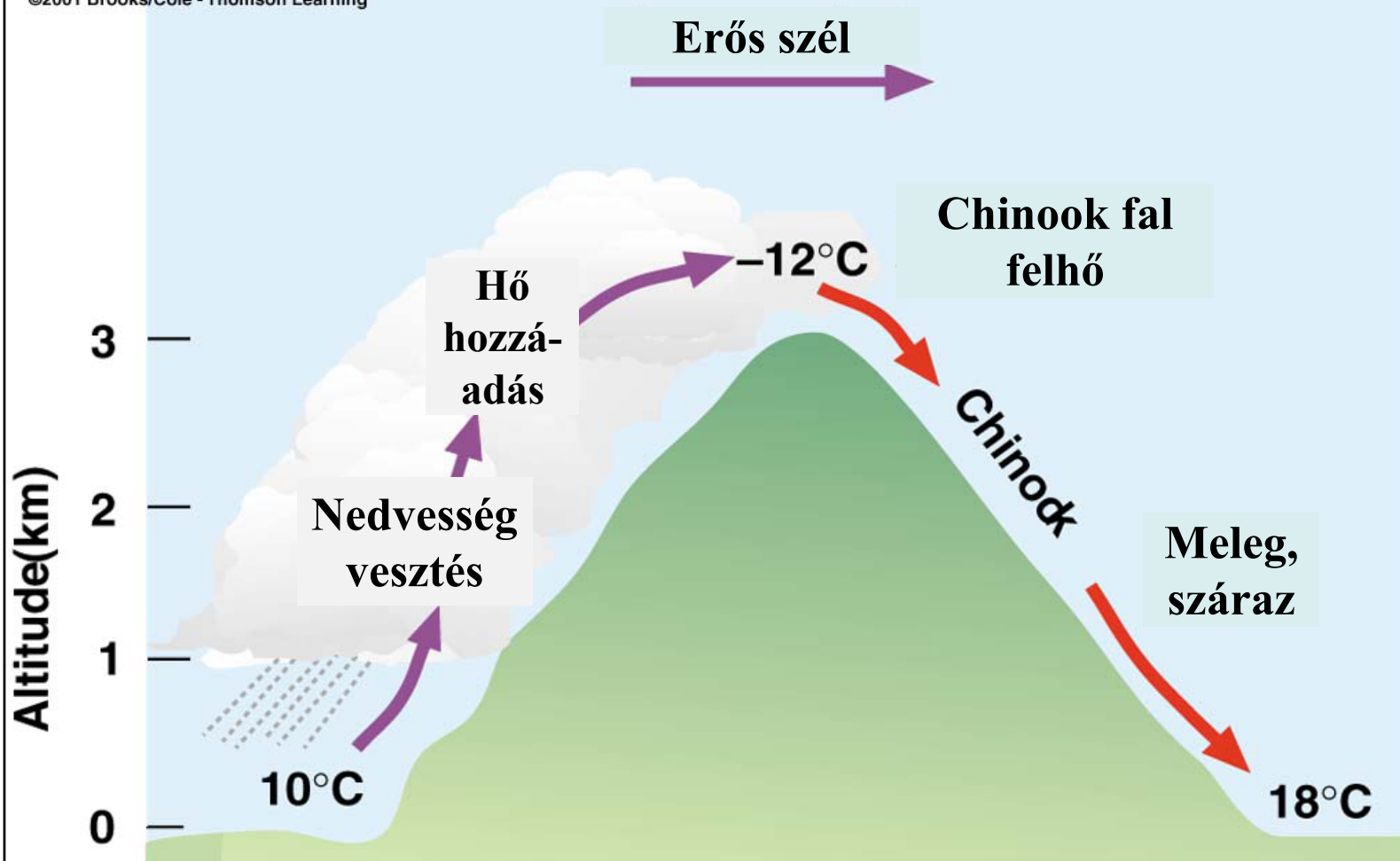
Orografikus felemelkedés

Alto cumulus lenticularis, Grönland



A fön vagy ún. „Chinook” hatás

©2001 Brooks/Cole - Thomson Learning



Orografikus felhő fal



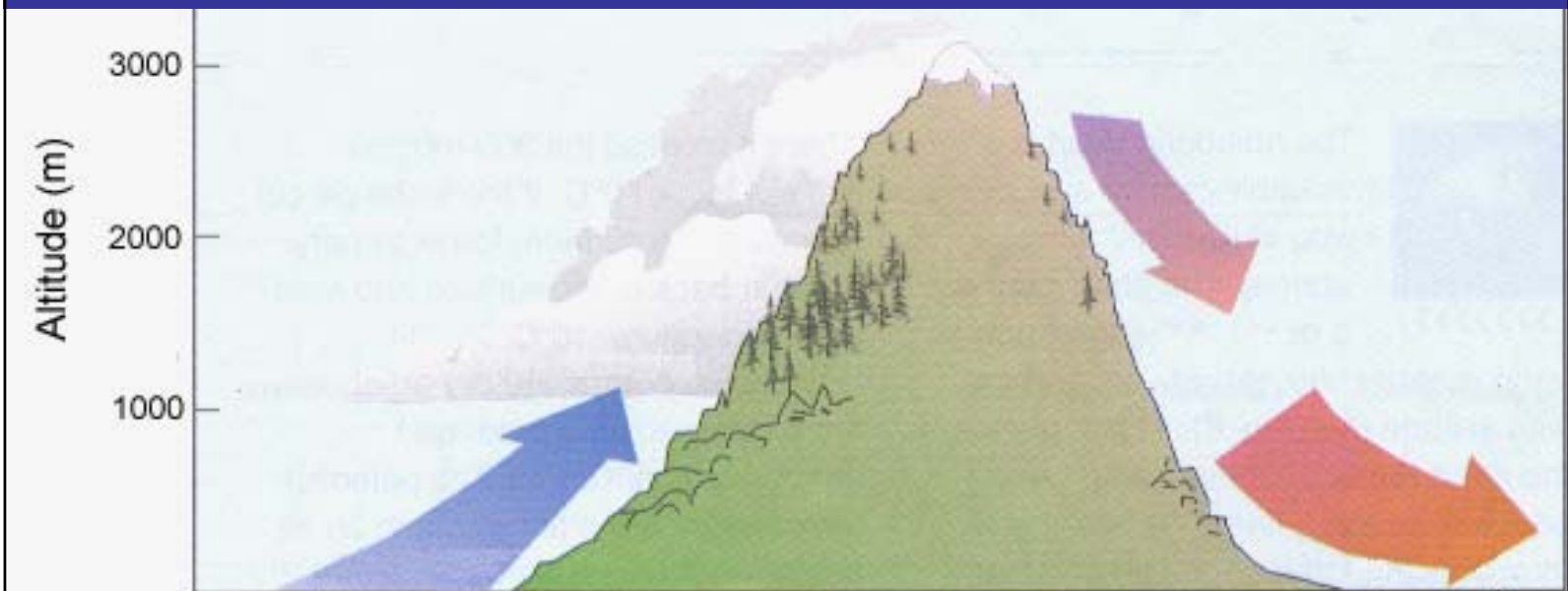
Kvíz: Ha egy orografikus akadály miatt a légtömeg felemelkedésre kényszerül, milyen időjárás várható a hegy túloldalán?

A: napos, hűvös

B: napos, meleg, száraz és szeles

C: napos, hűvös, párás és szélcsendes

D: hűvös, felhős, párás és szeles.



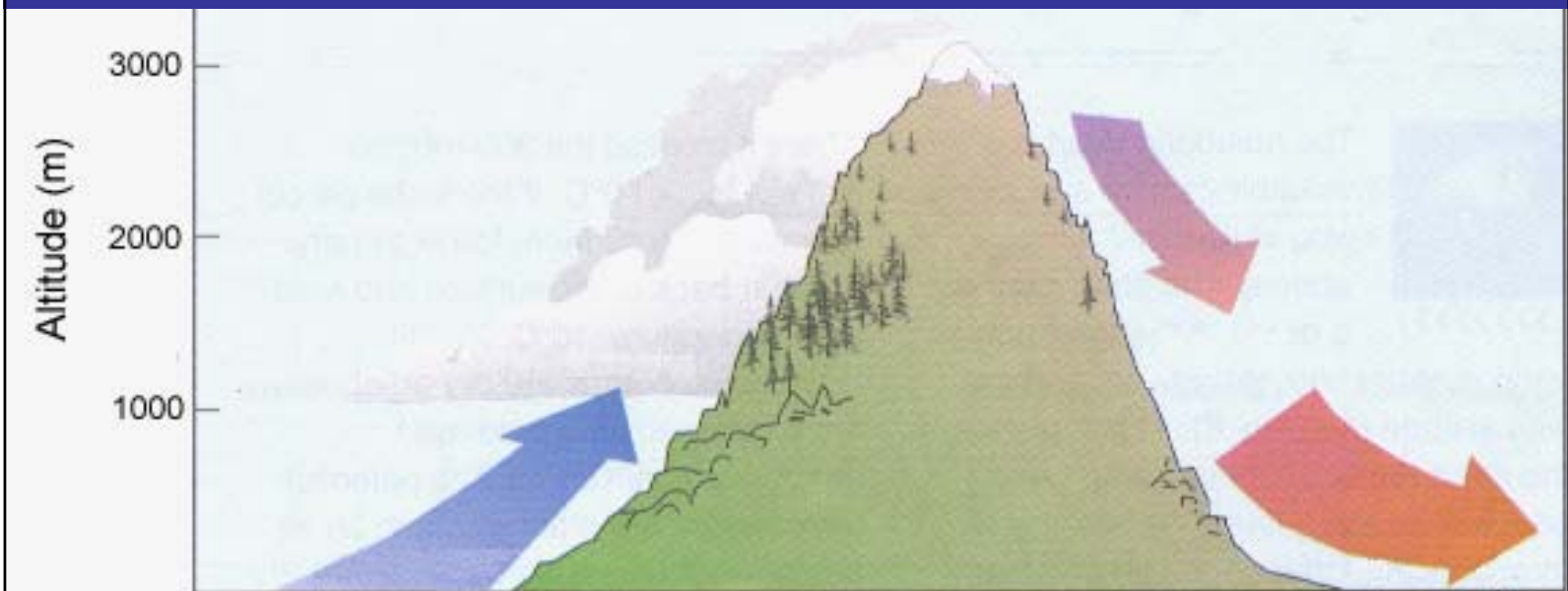
Kvíz: Ha egy orografikus akadály miatt a légtömeg felemelkedésre kényszerül, milyen időjárás várható a hegy túloldalán?

A: napos, hűvös

B: napos, meleg, száraz és szeles

C: napos, hűvös, párás és szélcsendes

D: hűvös, felhős, párás és szeles.



Felhő- és csapadékképződési folyamatok

I. Felhajtóerő hatására történő felemelkedés
[buborék emelkedés]

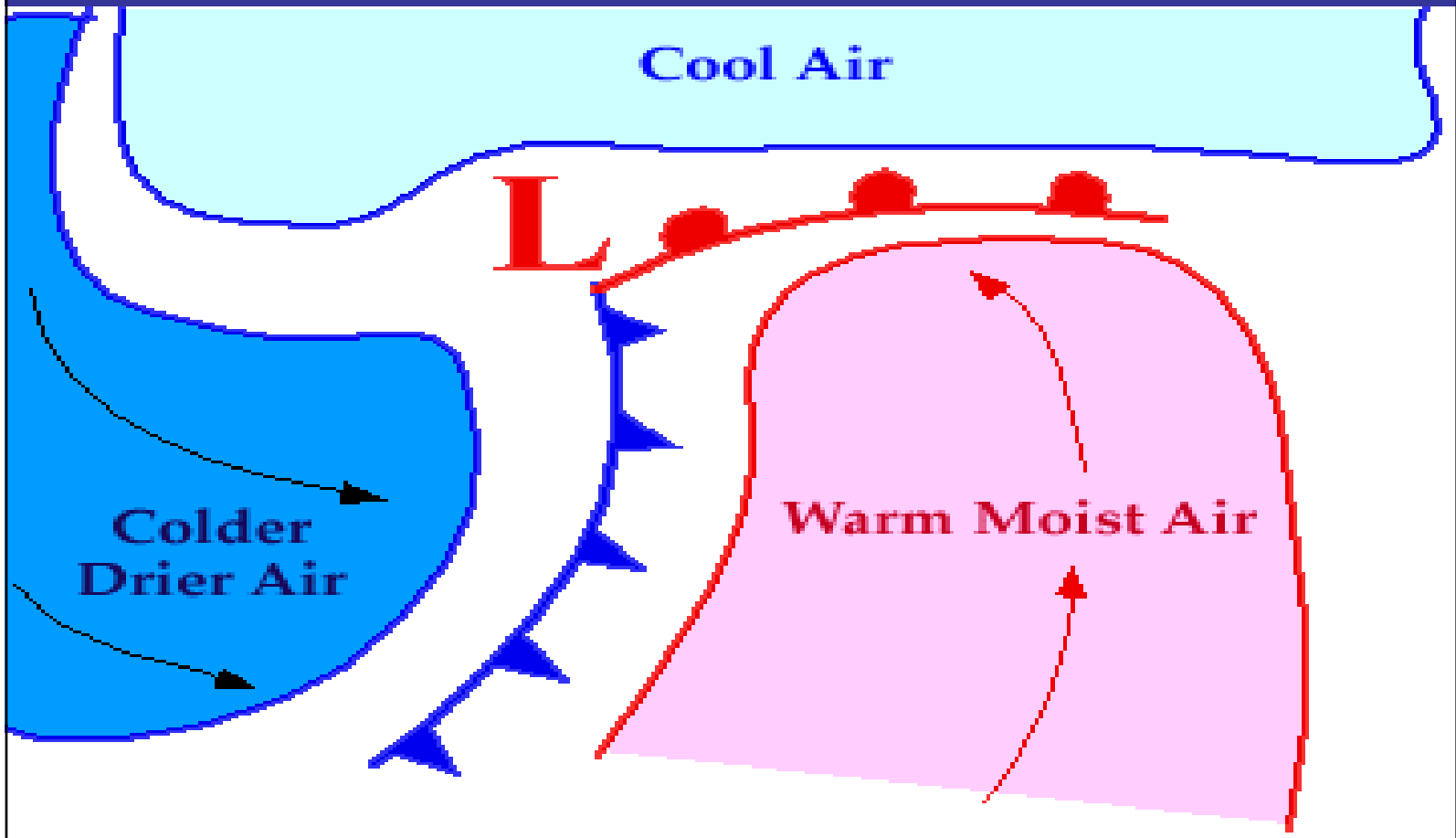
II. **Kényszerített felemelkedés [légréteg, vagy légtömeg felemelkedése]**

- Orografikus
- **Front hatására**
- Alacsony szintű konvergencia
- Magas szintű divergencia (jet stream)

III. Gyakran a felhőképződés több, egymással párhuzamosan zajló folyamat eredményeként keletkezik

(b) Front hatás által kényszerített felemelkedés

A front gyors váltás a légtömegek között (szakadási felületek)



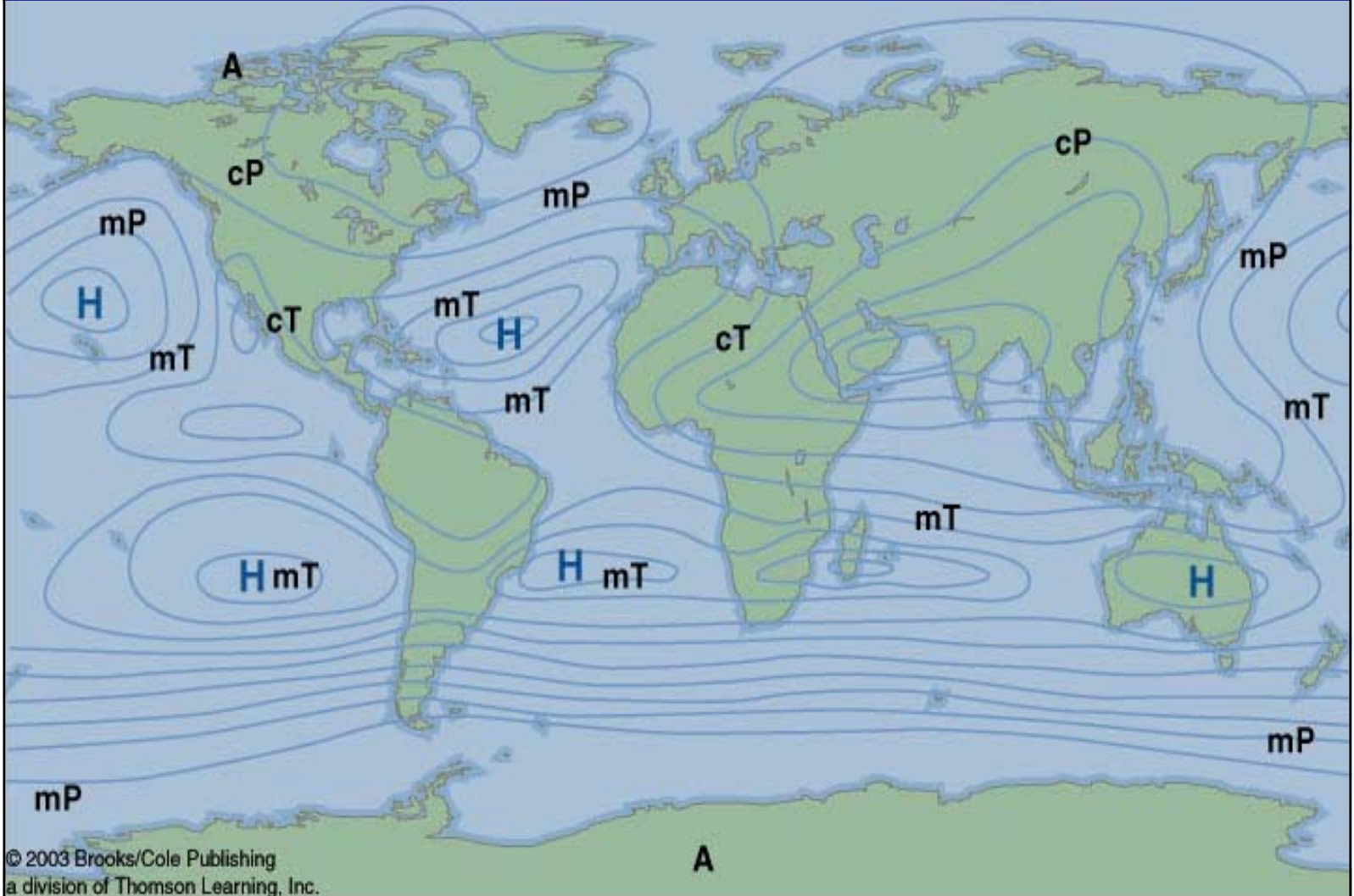
Légtömegek

- Légtömeg: a troposzféra levegőjének több millió km² kiterjedésű hasábjá, amelyen belül a fizikai tulajdonságok (elsősorban hőmérséklet és nedvesség) vertikálisan közel homogén eloszlásúak, és horizontálisan csak csekély és folytonos változást mutatnak.
- Légtömegek elnevezése forrás területek alapján is történhet
- Forrás területek:
 - Sík, egységes összetételű,
 - Gyenge szelek uralta térségek
- Hol vannak a Földön forrás területek?
 - Pl. hóval borított poláris területek
 - Pl. óceánok trópusi, szubtrópusi részei

Légtömeg típusok

	kontinentális	óceáni
poláris	<ul style="list-style-type: none">• cP	<ul style="list-style-type: none">• mP
trópusi	<ul style="list-style-type: none">• cT	<ul style="list-style-type: none">• mT

Légtömeg típusok gyakori tartózkodási helye



Légtömeg típusok tulajdonságai

- cP – kontinentális poláris:
 - Télen hideg, vagy szélsőségesen hideg, nyáron enyhe,
 - Évszaktól függetlenül száraz légtömeg.
- cT – kontinentális trópusi:
 - Nyáron meleg, forró,
 - Évszaktól függetlenül általában száraz légtömeg.
- mP – óceáni poláris:
 - Télen hideg, nyáron enyhe,
 - Évszaktól függetlenül nedves légtömeg.
- mT – óceáni trópusi:
 - Származási helytől függően enyhe vagy meleg,
 - Évszaktól függetlenül nedves légtömeg.

Kvíz: Milyen időjárás jellemző Magyarországon, ha:

- 1. Nyáron, afrikai eredetű levegő található tartósan Magyarország területén?
 - a) Felhőtlen, forró, száraz idő
 - b) Gyengén felhős, meleg idő
 - c) Változóan felhős (cumulusok), gyenge zápor előfordulhat
 - d) Délután a záporok, zivatarok gyakoriak

Kvíz: Milyen időjárás jellemző Magyarországon, ha:

- 1. Nyáron, afrikai eredetű levegő található tartósan Magyarország területén?
 - a) Felhőtlen, forró, száraz idő
 - b) Gyengén felhős, meleg idő
 - c) Változóan felhős (cumulusok), gyenge zápor előfordulhat
 - d) Délután a záporok, zivatarok gyakoriak

Kvíz: Milyen időjárás jellemző Magyarországon, ha:

- 2. Télen, mediterrán, szubtrópusi eredetű található tartósan Magyarország területén?
 - a) Gyengén felhős, enyhe idő
 - b) Gyengén felhős, hideg idő
 - c) Borult, hideg idő
 - d) Esős, borult, enyhe idő

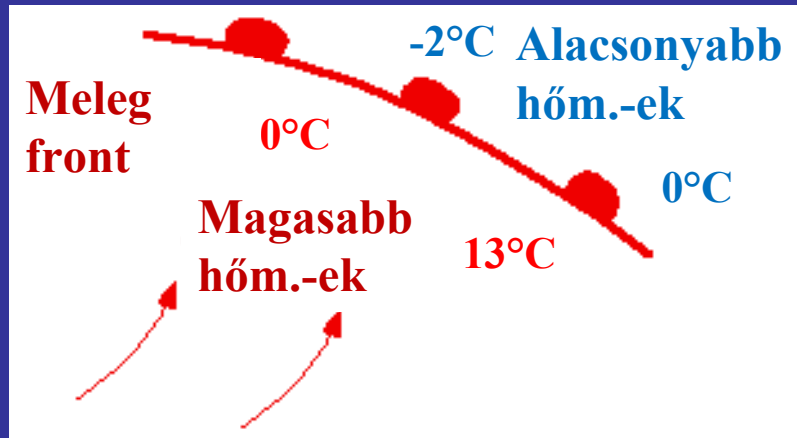
Kvíz: Milyen időjárás jellemző Magyarországon, ha:

- 2. Télen, mediterrán, szubtrópusi eredetű található tartósan Magyarország területén?
 - a) Gyengén felhős, enyhe idő
 - b) Gyengén felhős, hideg idő
 - c) Borult, hideg idő
 - d) Esős, borult, enyhe idő

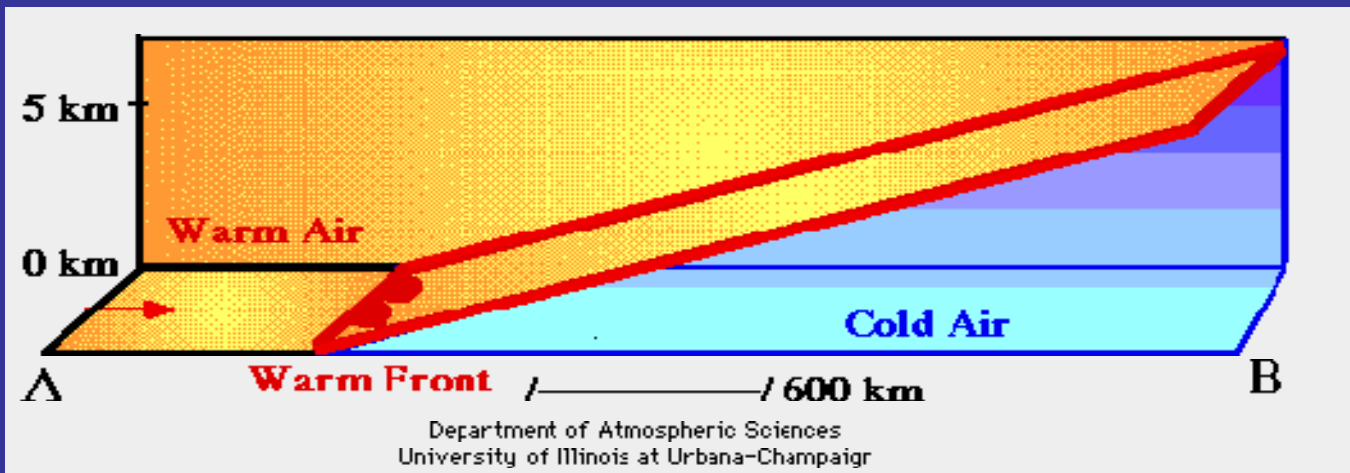
Időjárási frontok

- Időjárási front: két légtömeg közötti átmeneti zóna, amelyben a meteorológiai elemek értéke horizontális irányban jelentősen megváltozik.
- Mivel az egyes légtömegek homogén eloszlásúak, két légtömeg határán nem lehet folytonos az átmenet, ún. "szakadása" van a légköri állapotváltozóknak.
- Frontok típusai:
 - Meleg front
 - Hideg front
 - Okklúziós front

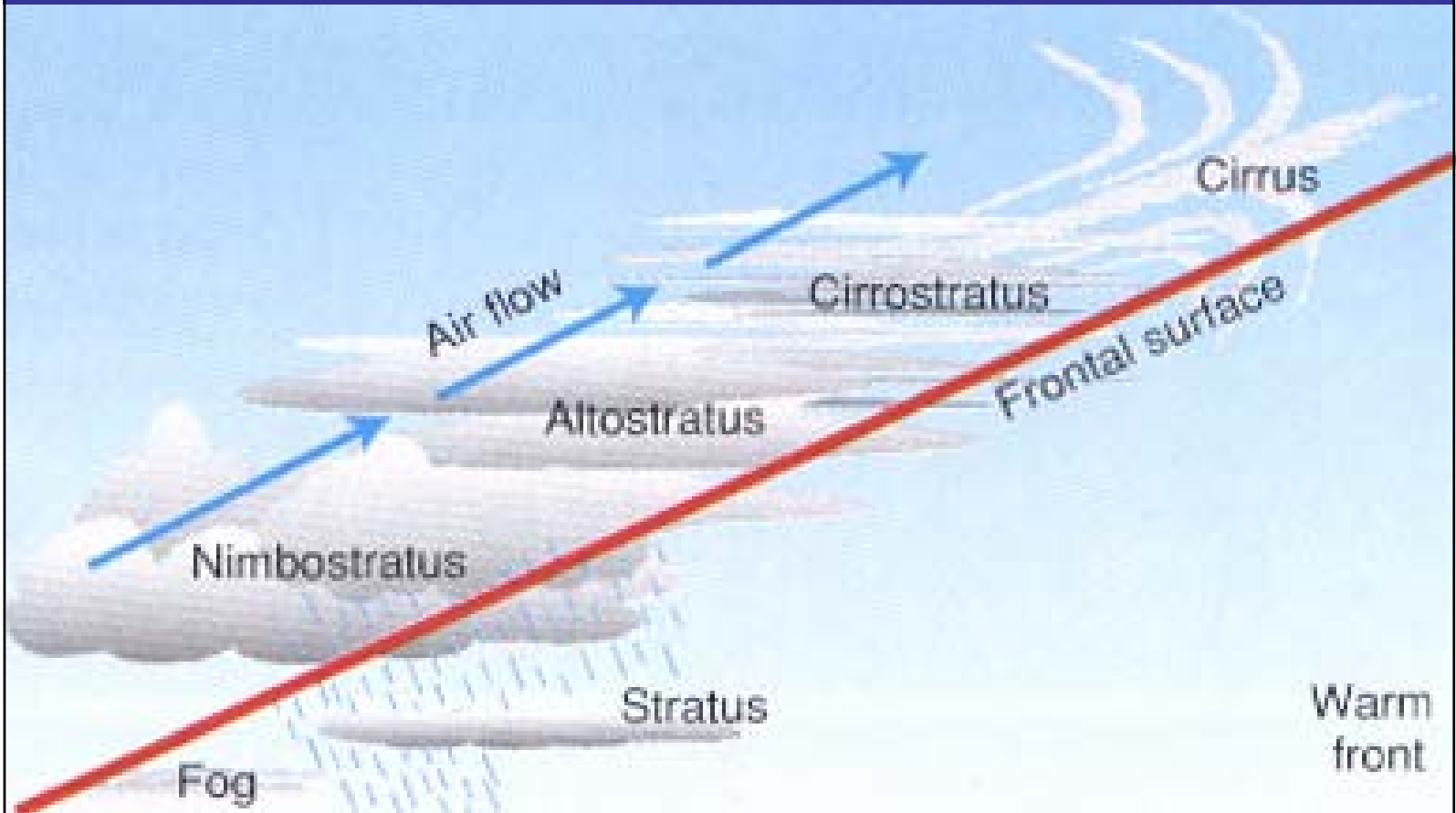
Meleg front



A hideg légtömegre felkúszik a meleg ...

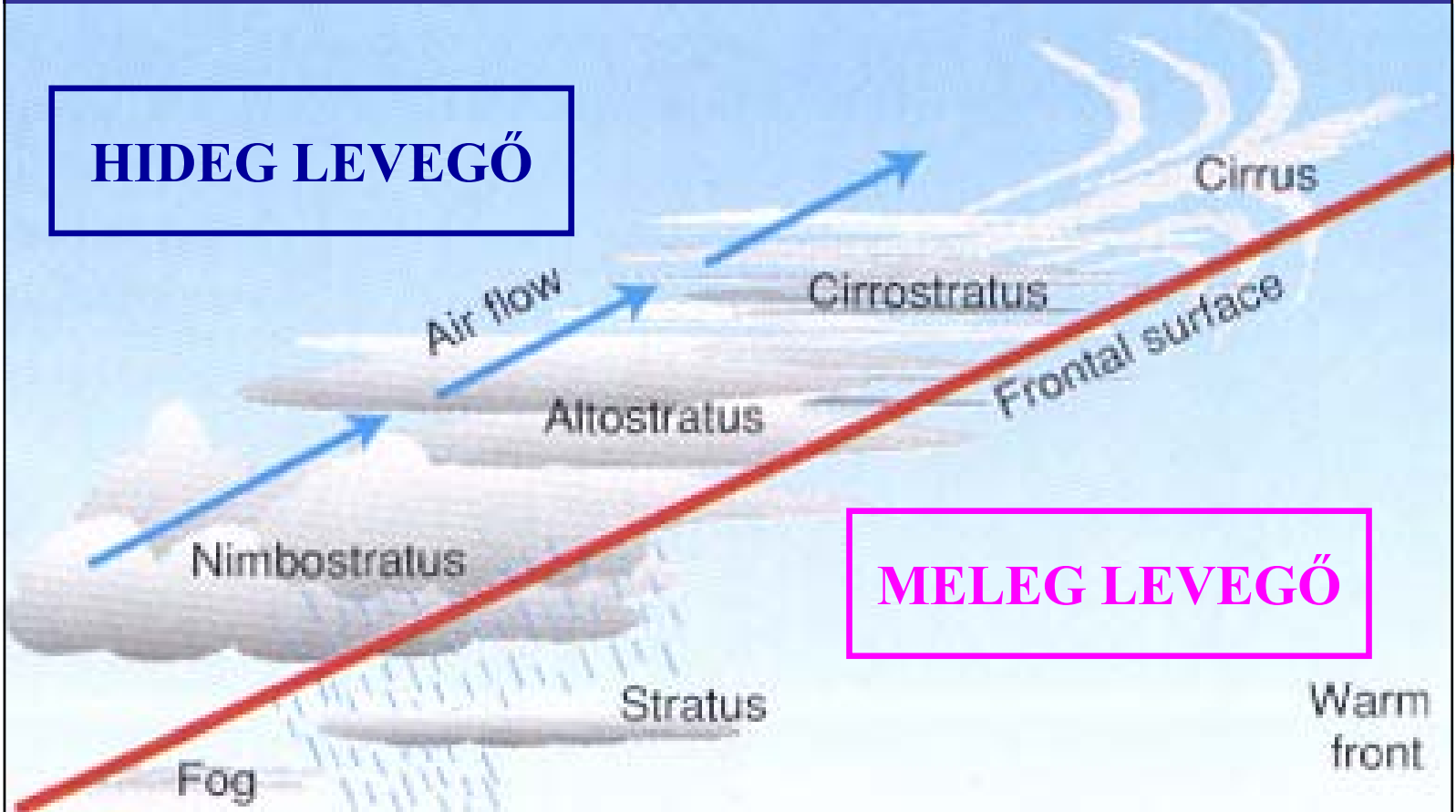


Meleg front felhőrendszere



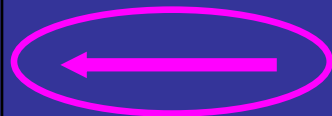
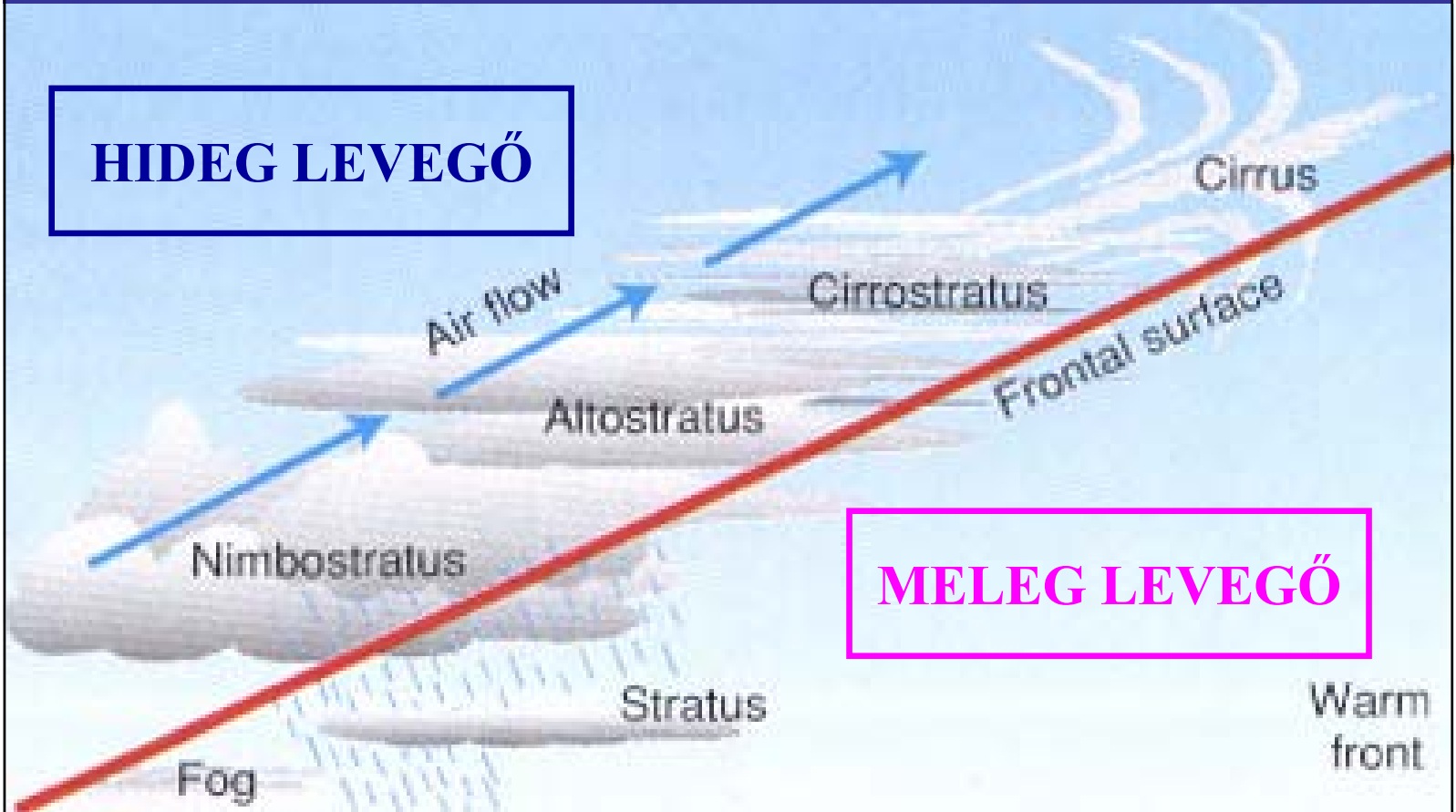
Hol található a hideg levegő??

Meleg front felhőrendszere



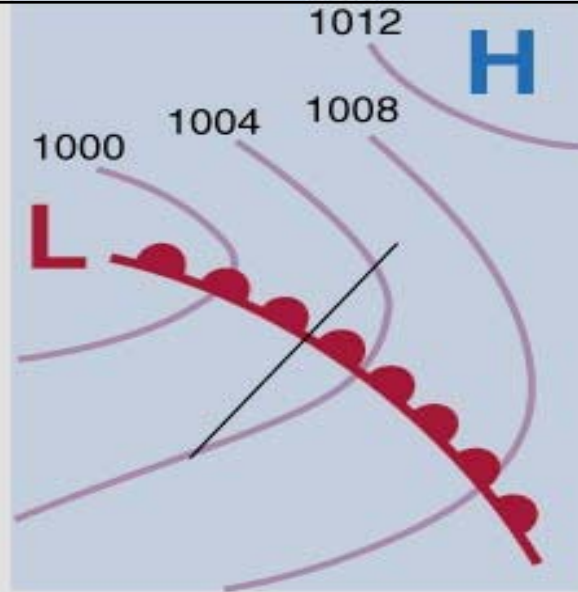
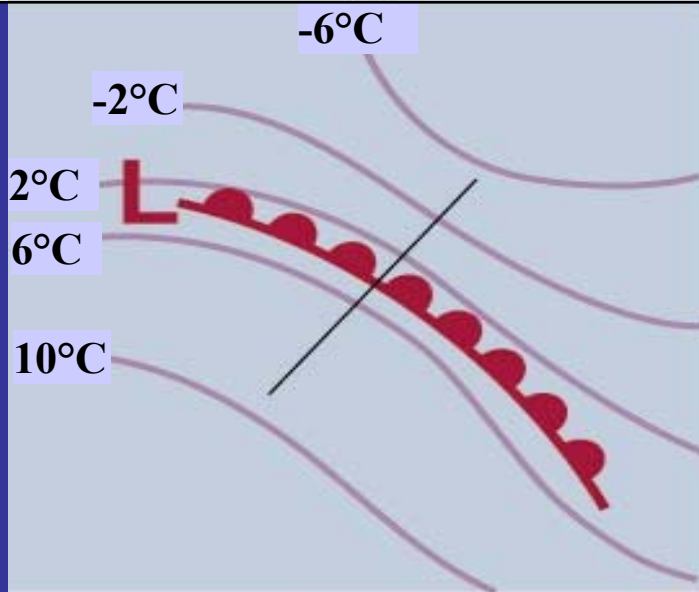
Milyen irányba mozog a front??

Meleg front felhőrendszere



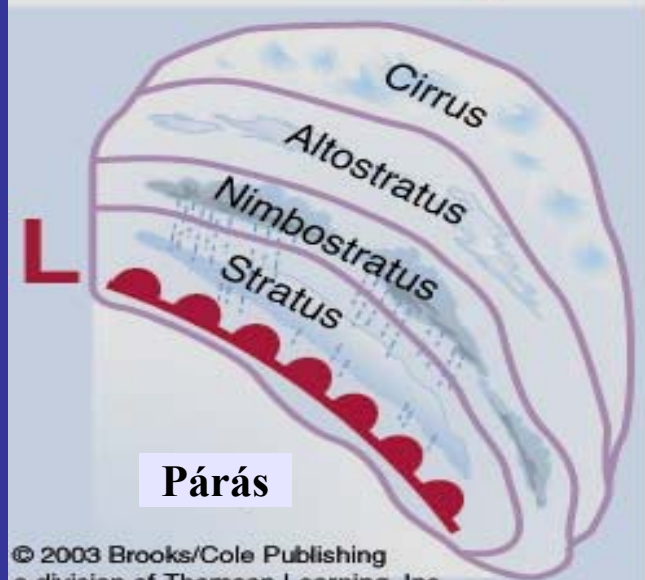
Milyen irányba mozog a melegfront??

Hőmérséklet

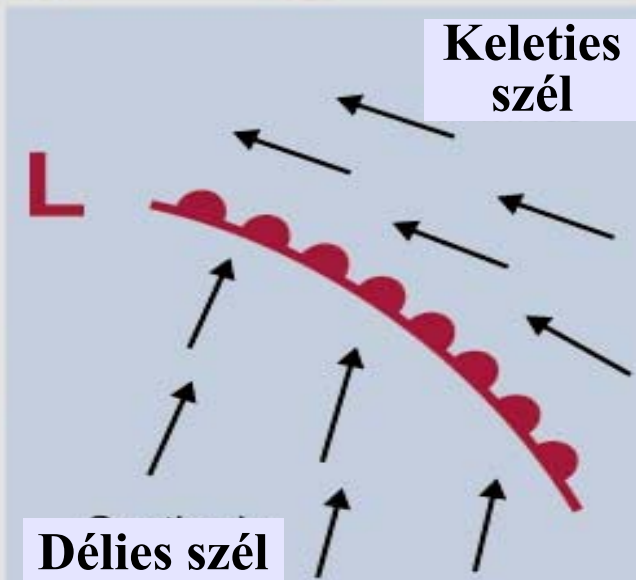


Légnyomás

Felhőzet



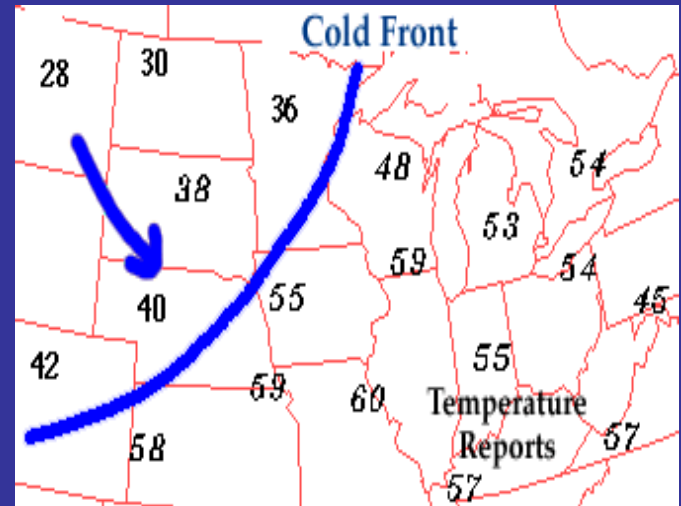
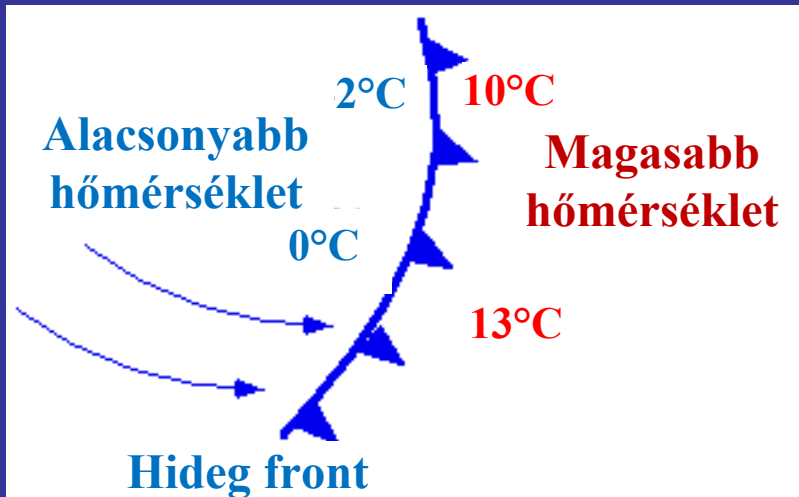
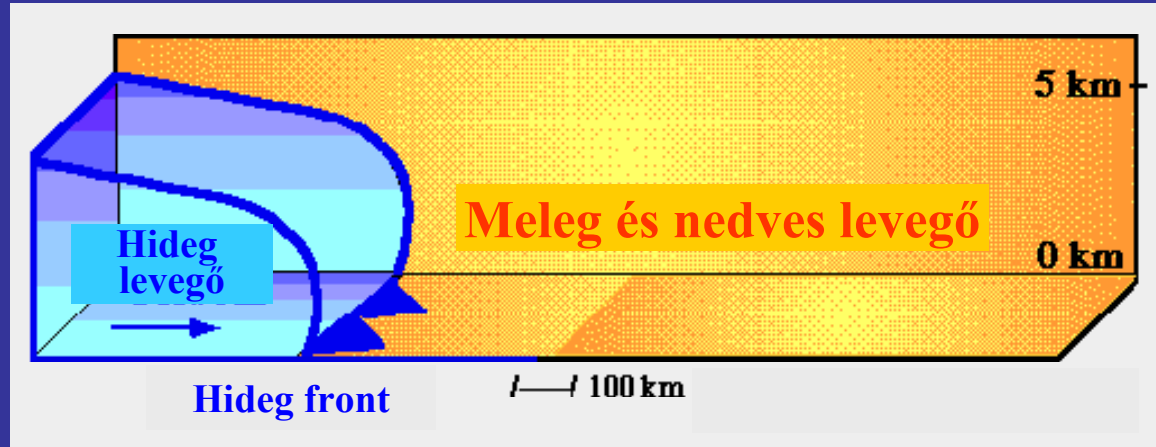
Párás



Déli szél

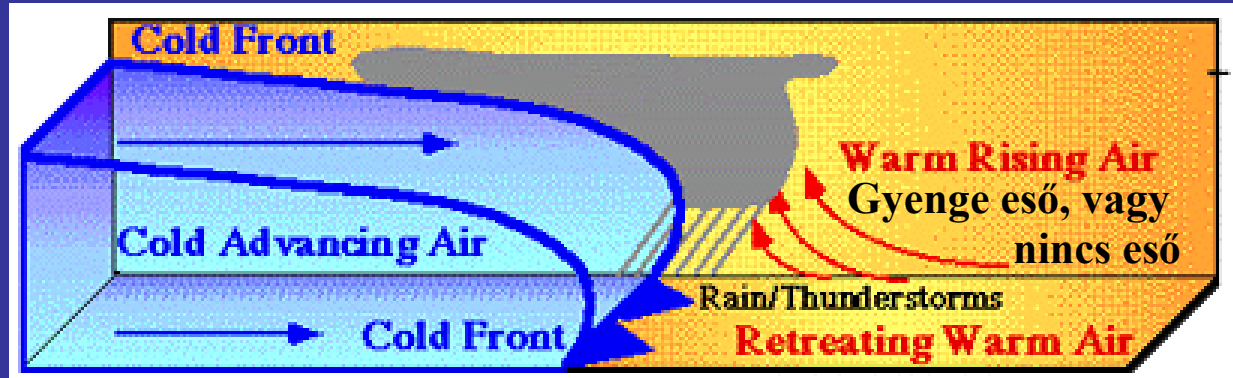
Szél

Hideg front



Hideg front felhőrendszere

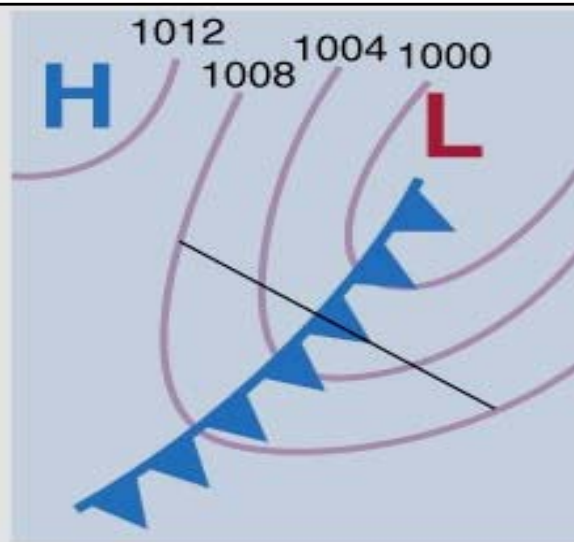
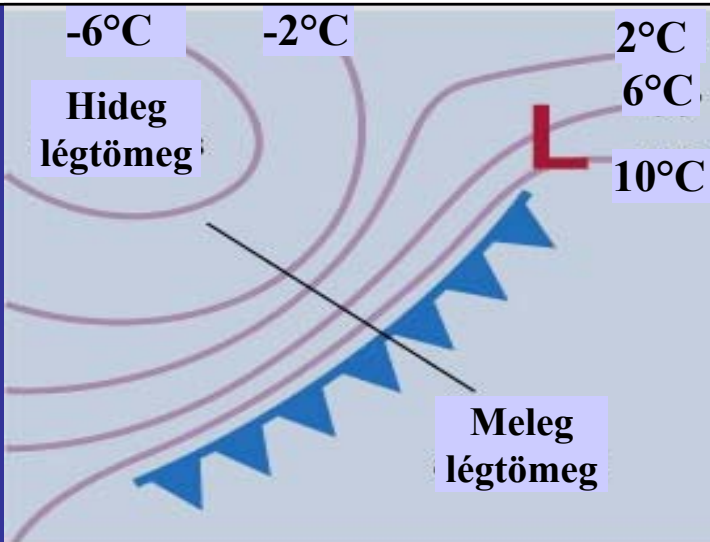
(1) Stabil levegő van a hideg front előtt



(2) Instabil levegő van a hideg front előtt

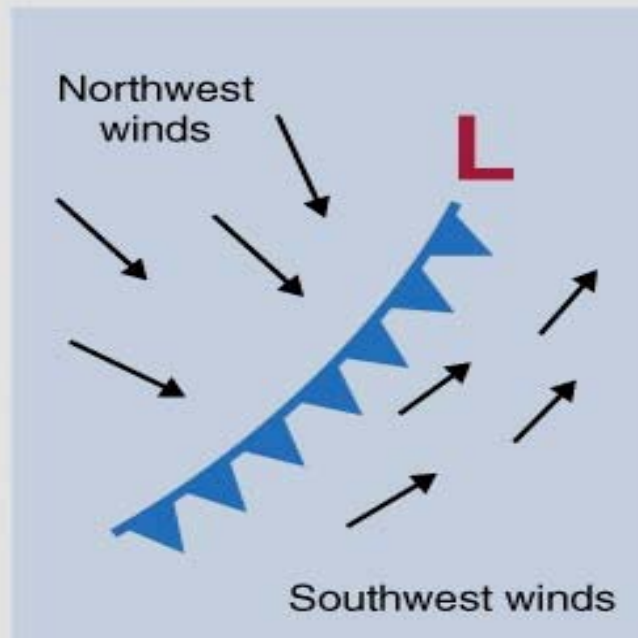
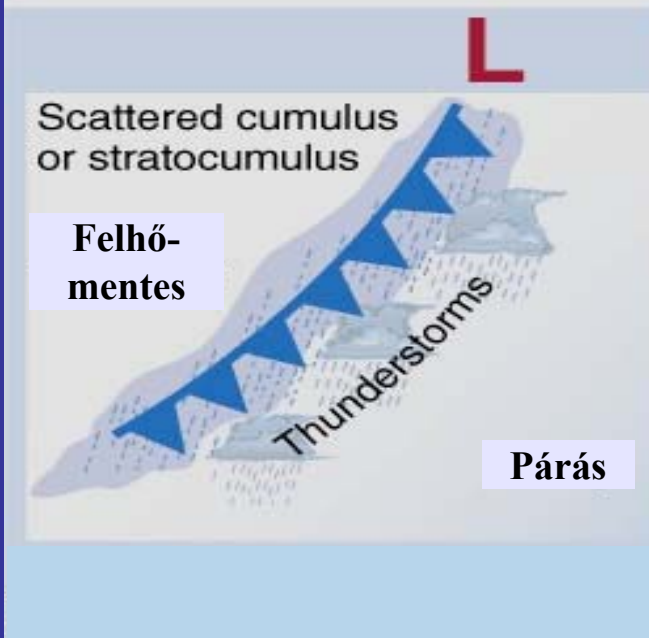


Hőmérséklet



Légnyomás

Felhőzet

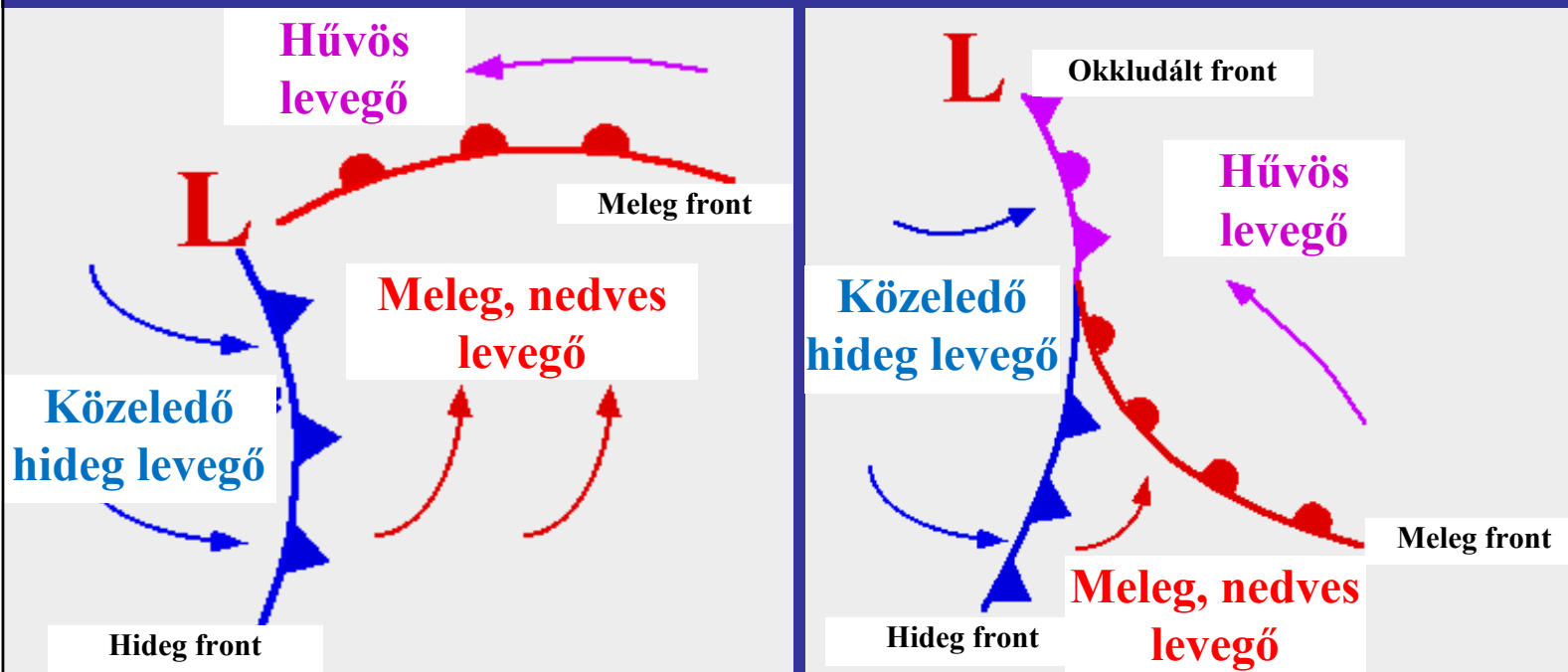


Szél

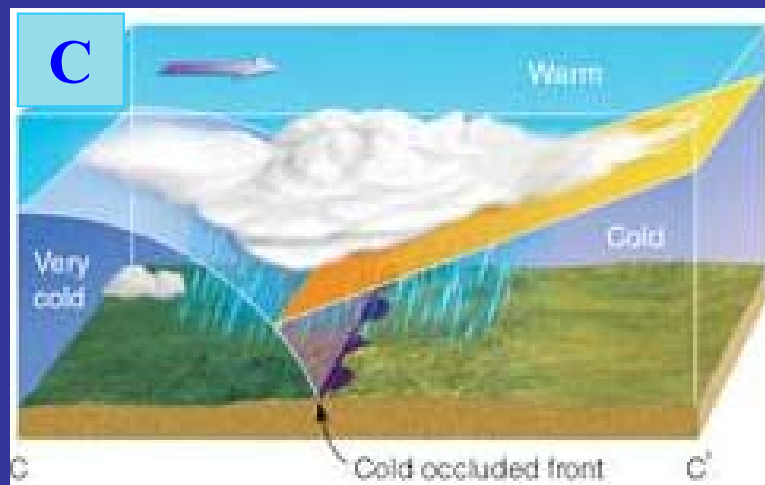
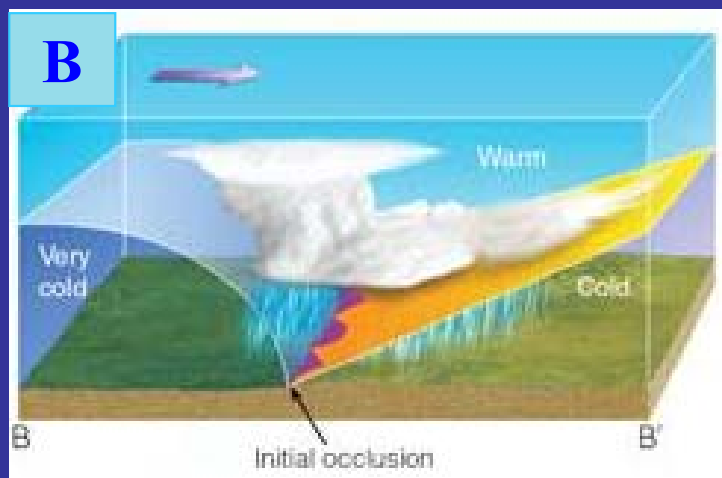
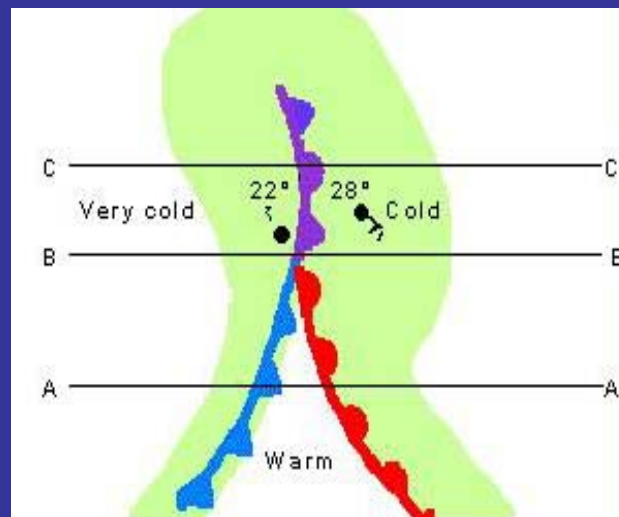
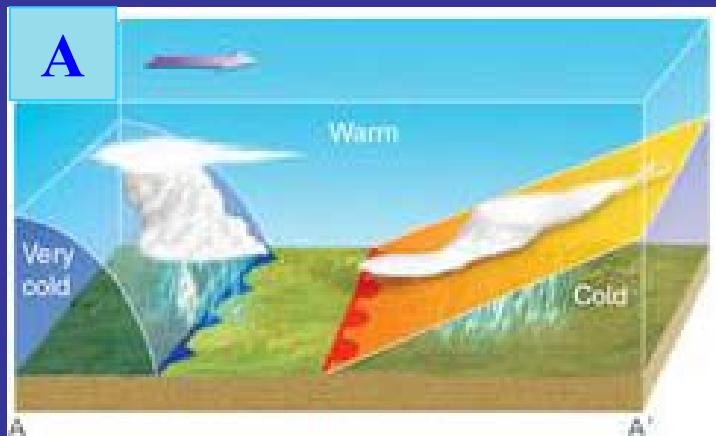
Okkludált front

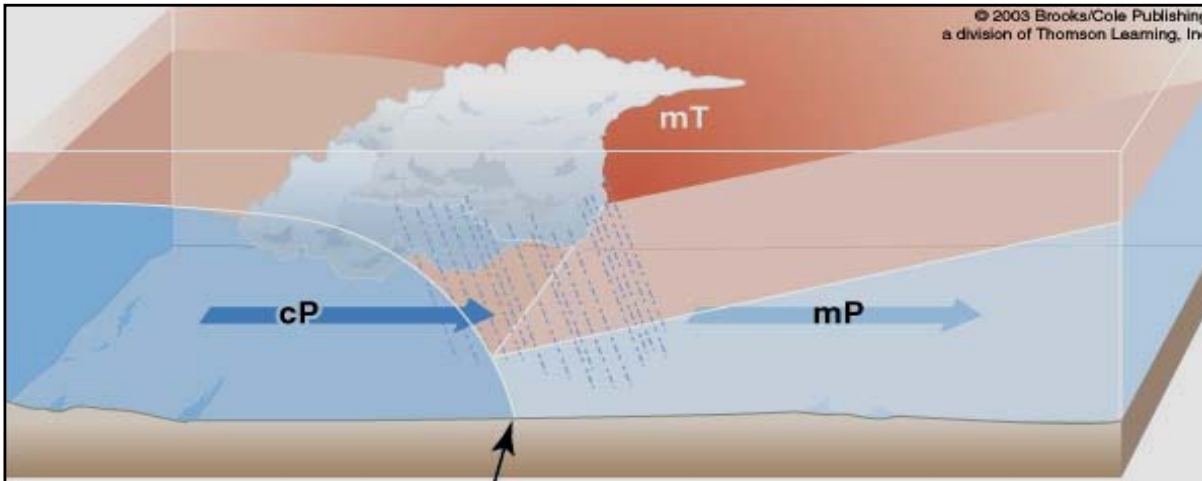
I. fázis

II. fázis

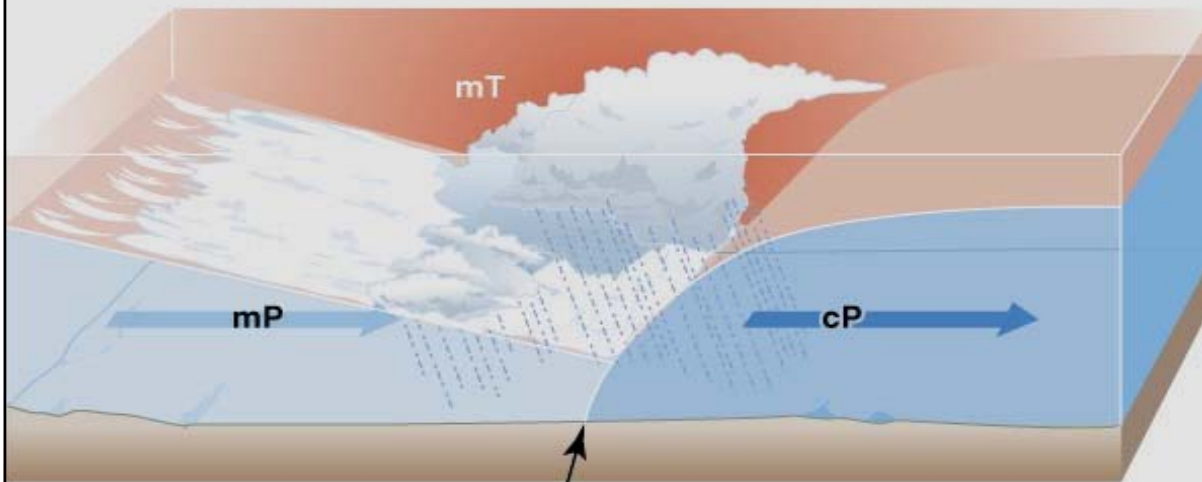


Egy okkludált front vertikális metszetei





Okkludált front
a felszínen



Okkludált front
a felszínen

Hideg okklúzió

cP: kontinentális
poláris

mP: óceáni
poláris

mT: óceáni
trópusi
légtömeg

Meleg okklúzió

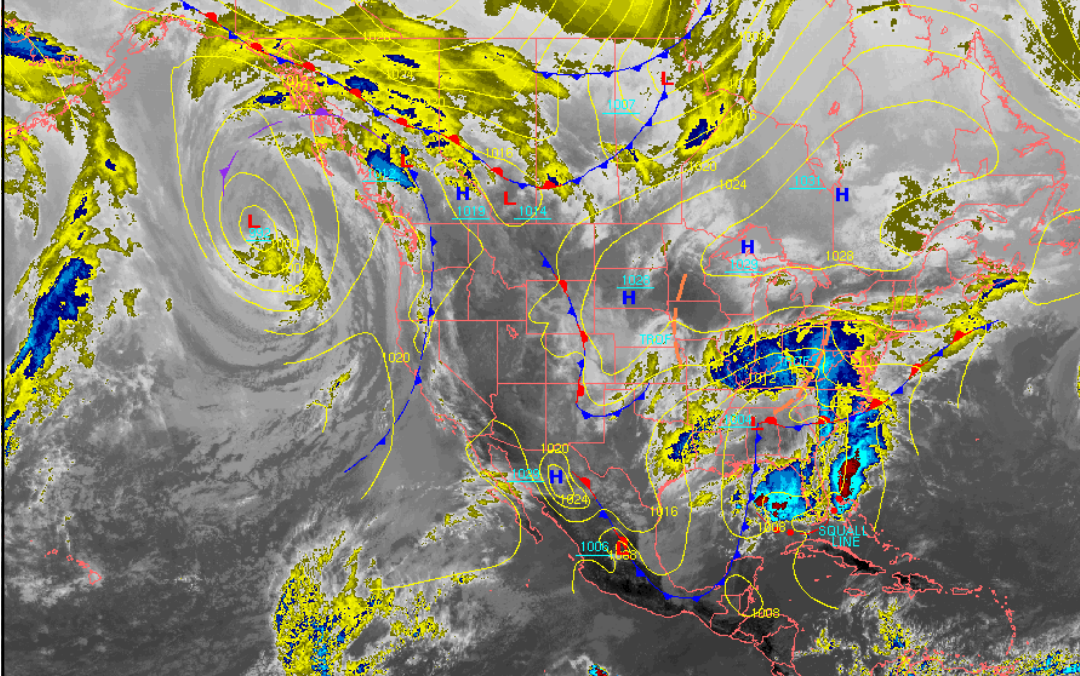
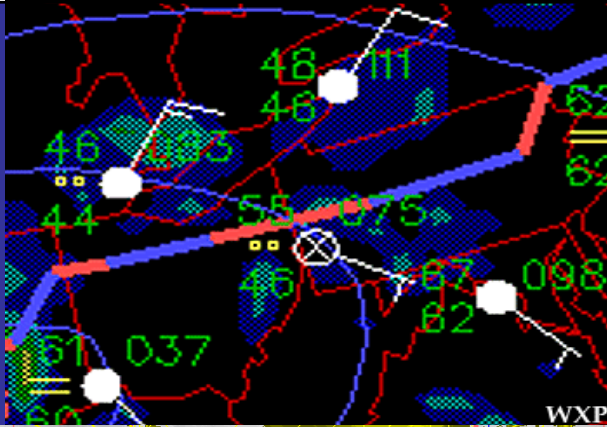
mP: óceáni
poláris

cP: kontinentális
poláris

mT: óceáni
trópusi
légtömeg

Stacionárius frontok

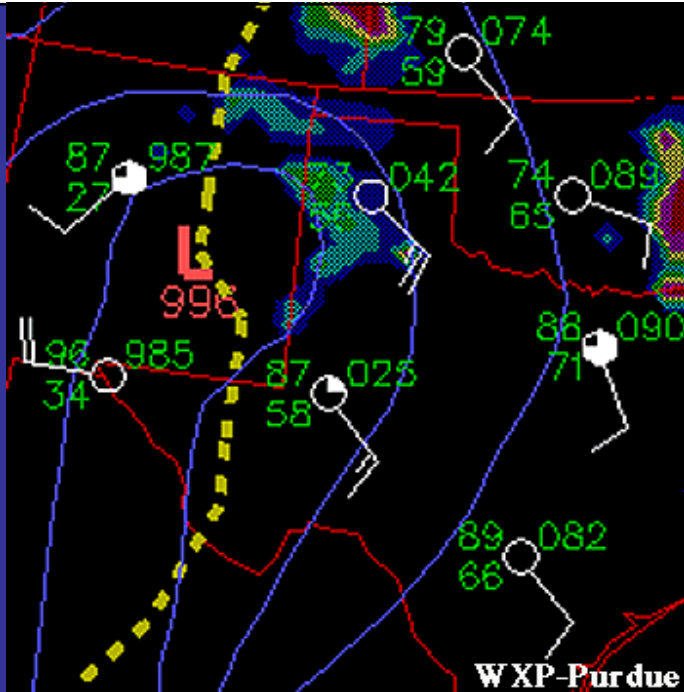
Stationary Front



DOC/NOAA/NWS/NCEP/HPC
1500Z SURFACE ANALYSIS
DATE: MON APR 12 2004
ISSUED: 1557Z MON APR 12 2004
ANALYST: HEDGE

IR_20040412_1545Z GOES-E/W MOSAIC SAT IMAGE

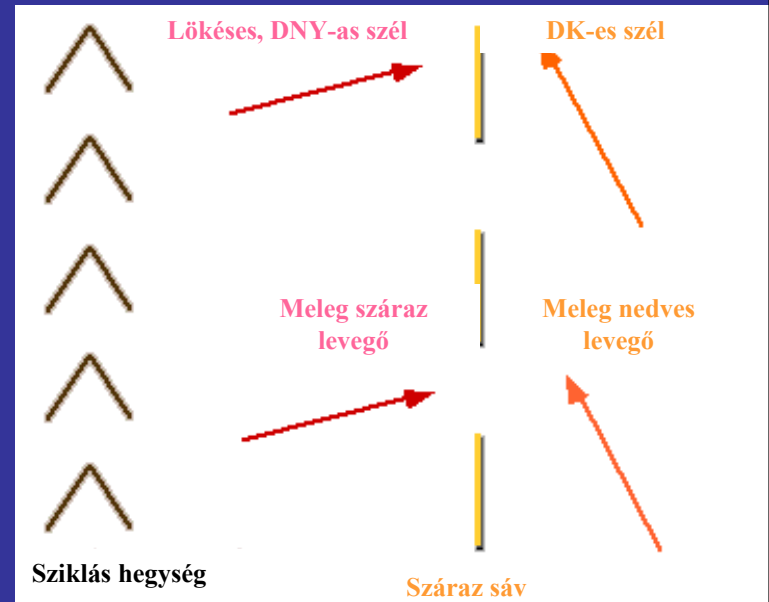




Száraz sávok kialakulása

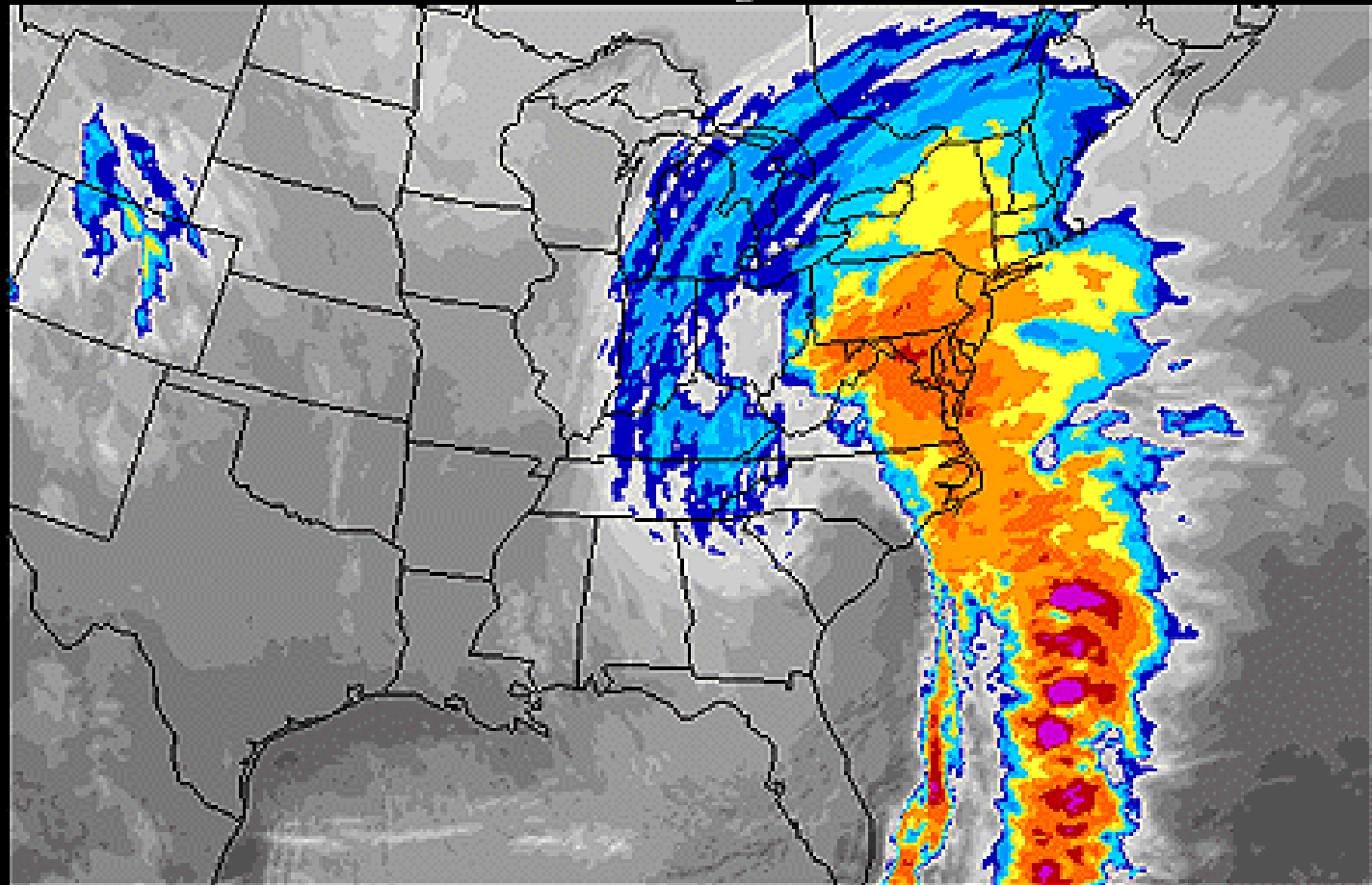
(hegyvonulatok mögött, a gerinccel párhuzamosan)

- Szinoptikus térképen felismerhetők:
 - nincs csapadék
 - szélirány ellentétes
 - meleg, száraz (DNY-as) és meleg, nedves (DK-es) levegő összeáramlása



Color Enhanced Infrared Satellite Image

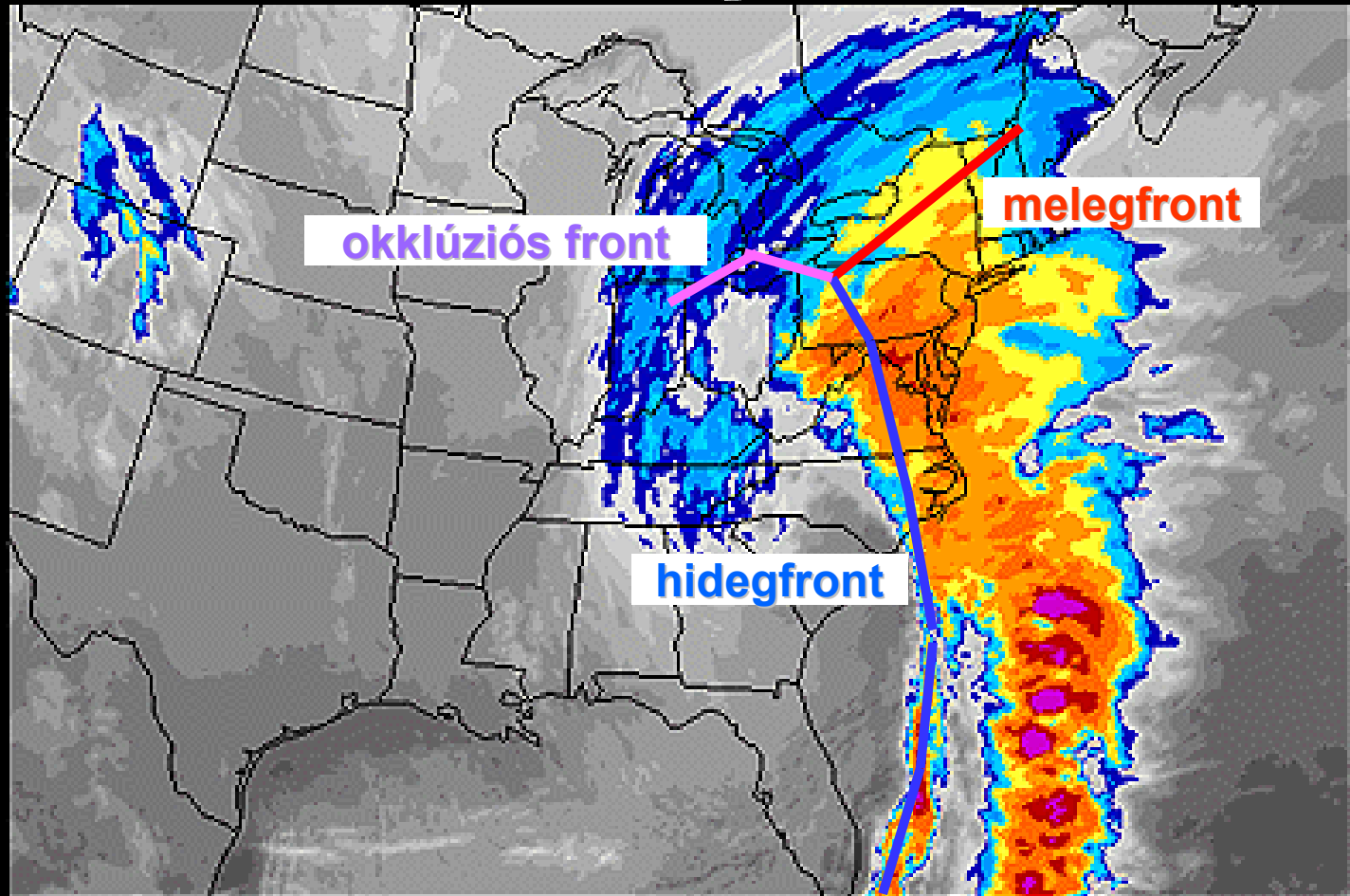
2003. március 12.



University of Illinois Urbana-Champaign

Hol van/vannak a front/frontok?

Color Enhanced Infrared Satellite Image



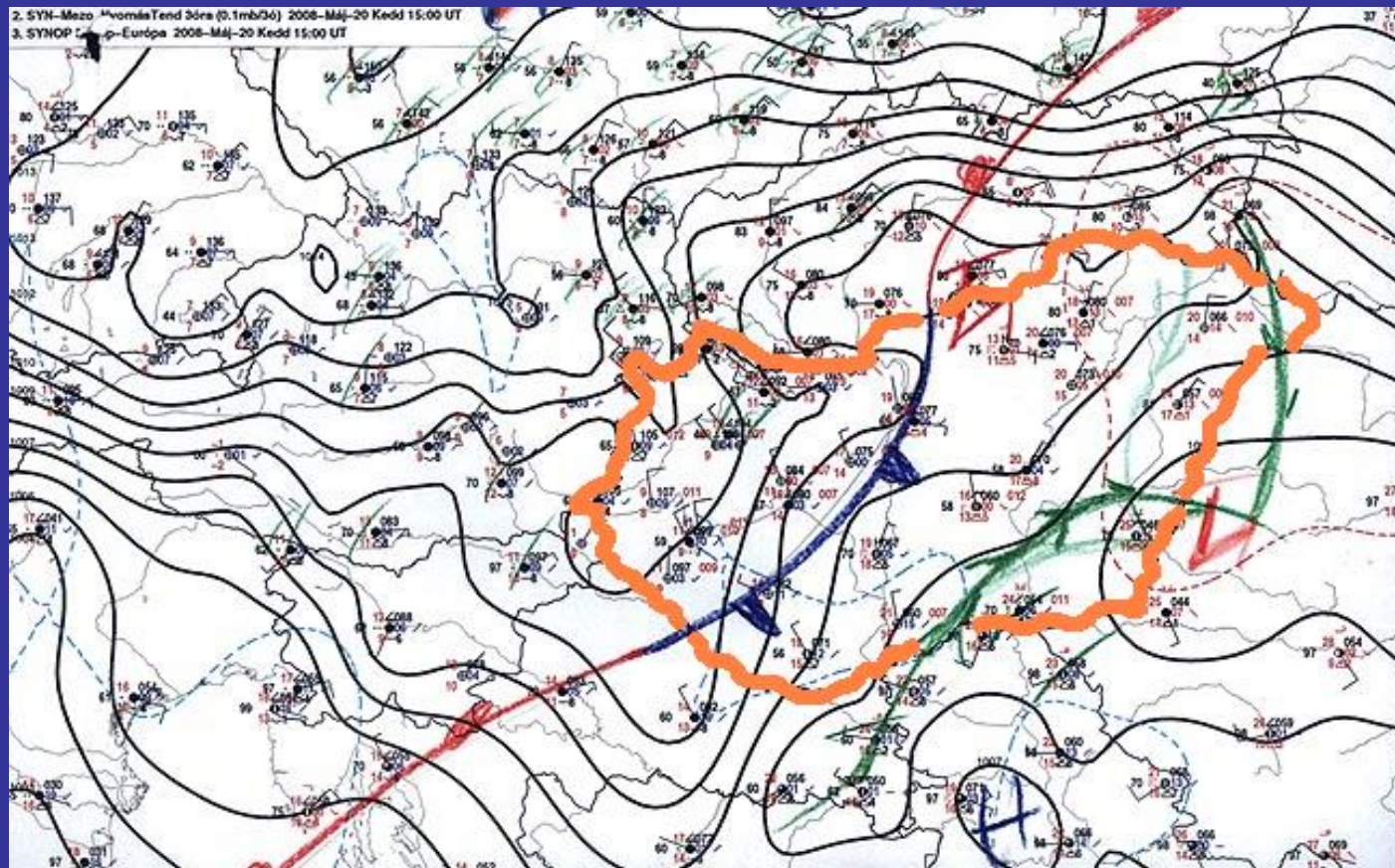
Felhő- és csapadékképződési folyamatok

- Felhajtóerő hatására történő felemelkedés [buborék emelkedés]
- **Kényszerített felemelkedés (légréteg, vagy légtömeg felemelkedése)**
 - Orografikus
 - Front hatására
 - **Alacsony szintű konvergencia**
 - Magas szintű divergencia (jet stream)
- Gyakran a felhőképződés több, egymással párhuzamosan zajló folyamat eredményeként keletkezik

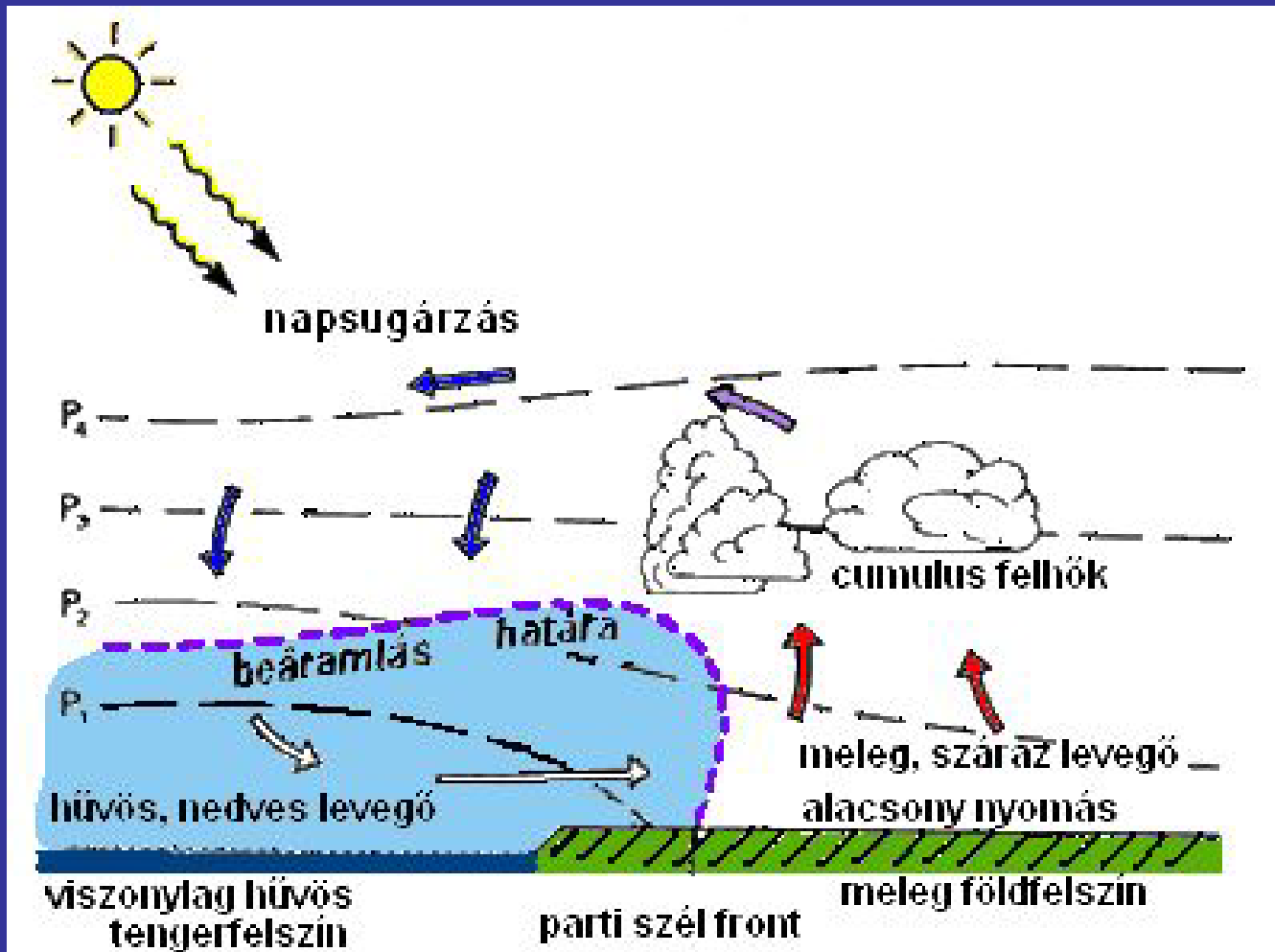
(c) Alacsonyszintű konvergencia

- Kialakulásának okai lehetnek:
 - Alacsony szinten, meleg levegő advekcója
 - Gyorsabb mint a melegfront és meredekebb a dőlésszöge
 - Intenzívebb és nagyobb mennyiségű csapadék (zápor, zivatar)
 - Súrlódás
 - Különböző felszíneknek eltérő a súrlódása => módosíthatja a felszínközeli szél sebességét és irányát => konvergencia
 - Időjárási frontok
 - Parti szél

1) Frontok hatására



2) Parti szél



**(c) Alacsonyszintű konvergencia hatására
alacsony nyomású centrumok, örvények
alakulhatnak ki:**

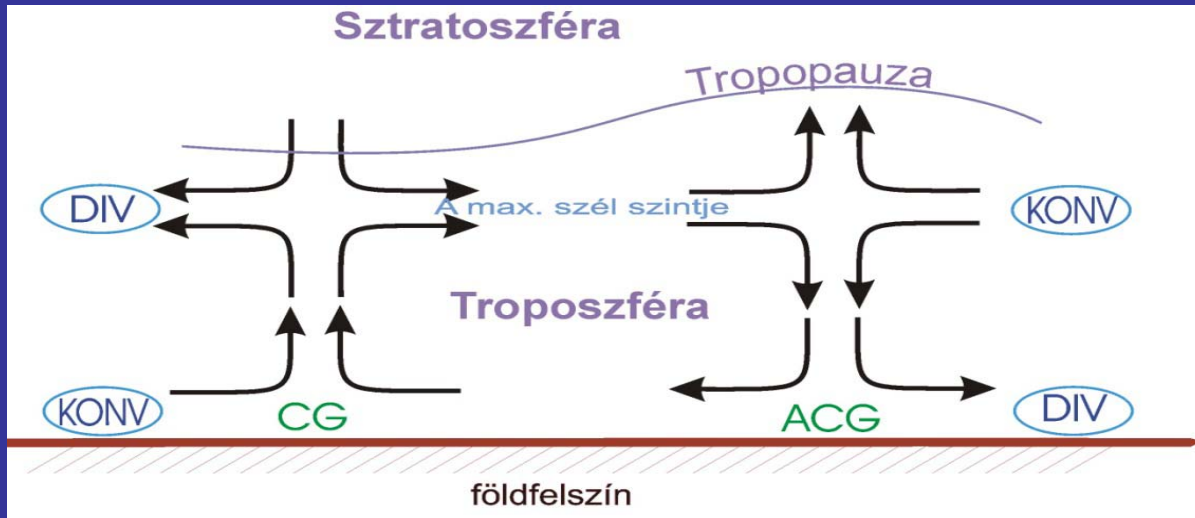
- 1) Trópusi ciklonok (hurrikánok)
energiájukat a látens hőből nyerik –
elsősorban meleg óceáni felszín**
- 2) Mérsékelt övi ciklonok**

Felhő- és csapadékképződési folyamatok

- Felhajtóerő hatására történő felemelkedés [buborék emelkedés]
- **Kényszerített felemelkedés [légréteg, vagy légtömeg felemelkedése]**
 - Orografikus
 - Front hatására
 - Alacsony szintű konvergencia
 - **Magas szintű divergencia (jet stream)**
- Gyakran a felhőképződés több, egymással párhuzamosan zajló folyamat eredményeként keletkezik

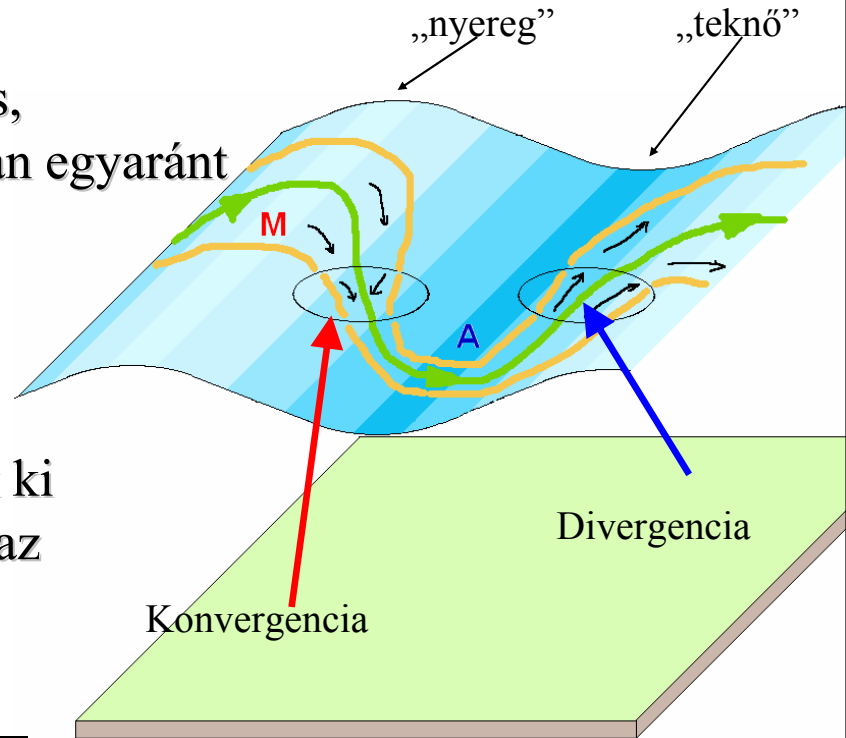
(d) Magas szintű divergencia (jet stream)

- Ismétlés – jet stream
 - Nagy sebességű szélcsatornák a szubtrópusi és a polár fronthoz kapcsolódóan a tropopauza közelében,
 - A nagy hőmérsékleti gradienssel konzisztens az elhelyezkedése,
 - Átlagos tengelymenti sebessége $>30\text{m/s}$,
 - Hullámzó horizontális mozgás – Rossby – hullám,
 - A poláris jet – nem folytonos,
 - A szubtrópusi és poláris jet összekapcsolódhat.



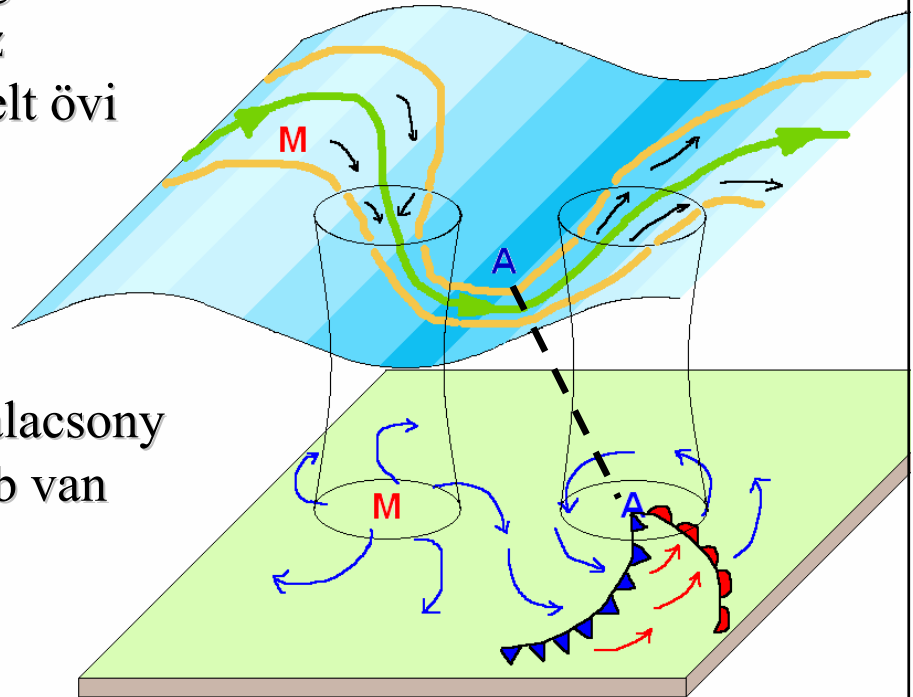
(d) Magas szintű divergencia (jet stream)

- Jet stream mozgása 3 dimenziós, függőleges és vízszintes irányban egyaránt végez hullámmozgást
- Egy adott szinten a különböző légnyomás értékek hatására ún. nyomási „teknők” (alacsony) és „nyergek” (magas) alakulnak ki
- Nyomási teknőben sűrűsödnek az izobárok => levegő szűkebb csatornába kényszerül
- Teknő előoldalán összeáramlás – konvergencia alakul ki
- Teknő hátoldalán a szűkebb légtérbe jutva a kiáramló levegő szétáramlik – divergencia alakul ki



(d) Magas szintű divergencia (jet stream)

- A magasban kialakuló divergencia a felszínen konvergenciát okoz
=> szerepet játszik a mérsékelt övi ciklonok keletkezésében
- Mivel a magaslégköri divergencia „megelőzi” az alacsony nyomású teknőt, a felszínen kialakuló ciklon alacsony nyomású központja is előrébb van
=> ciklonok tengelye döntött
- Egyes esetekben a szupercellák erősítésében és fenntartásában is közre játszik



Kvíz: Milyen lesz az időjárás Magyarországon, ha:

- 1. Nyáron egy észak-nyugati irányból mP, hideg légtömeggel kísért HIDEG FRONT érkezik és előtte afrikai, szubtrópusi eredetű levegő hatására, felhőtlen égbolt és 34°C körüli napi maximum hőmérséklet volt jellemző?
 - a) Gyengén felhős, cumulusokkal tarkított égbolt, csapadék nincs, meleg idő
 - b) Erősen felhős, alacsony és közép magas felhőzet egyaránt előfordul, csapadék nincs, enyhe idő
 - c) Változóan felhős, zápor előfordulhat, meleg idő
 - d) Front mentén záporok, zivatarok alakulnak ki, a hőmérséklet visszaesik

Kvíz: Milyen lesz az időjárás Magyarországon, ha:

- 1. Nyáron egy észak-nyugati irányból mP, hideg légtömeggel kísért HIDEG FRONT érkezik és előtte afrikai, szubtrópusi eredetű levegő hatására, felhőtlen égbolt és 34°C körüli napi maximum hőmérséklet volt jellemző?
 - a) Gyengén felhős, cumulusokkal tarkított égbolt, csapadék nincs, meleg idő
 - b) Erősen felhős, alacsony és közép magas felhőzet egyaránt előfordul, csapadék nincs, enyhe idő
 - c) Változóan felhős, zápor előfordulhat, meleg idő
 - d) Front mentén záporok, zivatarok alakulnak ki, a hőmérséklet visszaesik

Kvíz: Milyen lesz az időjárás Magyarországon, ha:

- 2. Télen mediterrán, szubtrópusi eredetű levegőt (napi maximum hőmérséklet 7°C körüli, változóan felhős égbolt, csapadék nincs) Kelet-Európai síkságról érkező cP légtömeg váltja fel?
 - a) Gyengén felhős, enyhe idő
 - b) Gyengén felhős, igen hideg idő
 - c) Borult, hideg idő
 - d) Esős, enyhe idő

Kvíz: Milyen lesz az időjárás Magyarországon, ha:

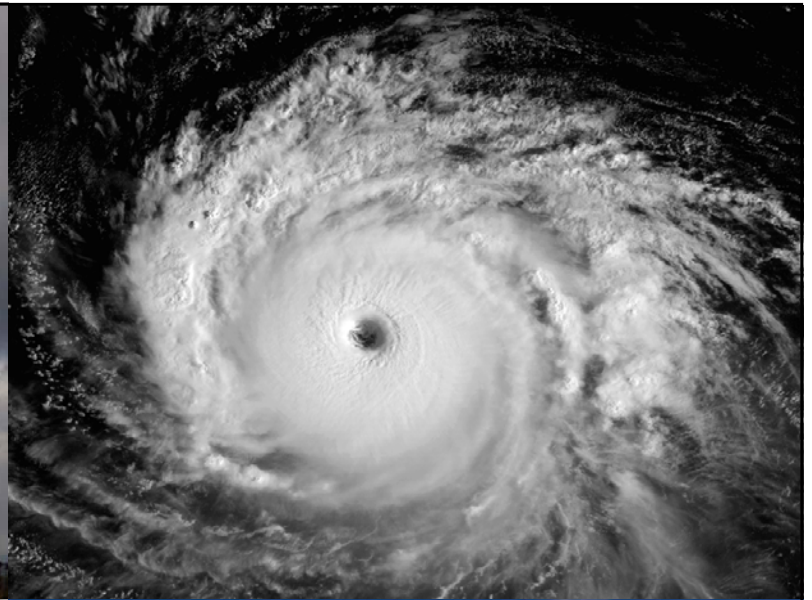
- 2. Télen mediterrán, szubtrópusi eredetű levegőt (napi maximum hőmérséklet 7°C körüli, változóan felhős égbolt, csapadék nincs) Kelet-Európai síkságról érkező cP légtömeg váltja fel?
 - a) Gyengén felhős, enyhe idő
 - b) Gyengén felhős, igen hideg idő
 - c) Borult, hideg idő
 - d) Esős, enyhe idő

Kvíz: Milyen lesz az időjárás Magyarországon, ha:

- 3. Télen cP légtömeg tartózkodik Közép-Kelet-Európában (napi maximum hőmérséklet -4°C körüli, felhő szinte nincs) majd egy „mediterrán” ciklon helyeződik az Magyarország fölé?
 - a) Ködös, hideg idő
 - b) Gyengén felhős, enyhe idő
 - c) Havazás, hideg idő
 - d) Esős, enyhe idő

Kvíz: Milyen lesz az időjárás Magyarországon, ha:

- 3. Télen cP légtömeg tartózkodik Közép-Kelet-Európában (napi maximum hőmérséklet -4°C körüli, felhő szinte nincs) majd egy „mediterrán” ciklon helyeződik az Magyarország fölé?
 - a) Ködös, hideg idő
 - b) Gyengén felhős, enyhe idő
 - c) Havazás, hideg idő
 - d) Esős, enyhe idő



Köszönöm a figyelmet!

