

# A ZIVATARFELHŐ

TASNÁDI PÉTER









2004/05/14



# KÉRDÉSEK

**MIBŐL ÁLL?**

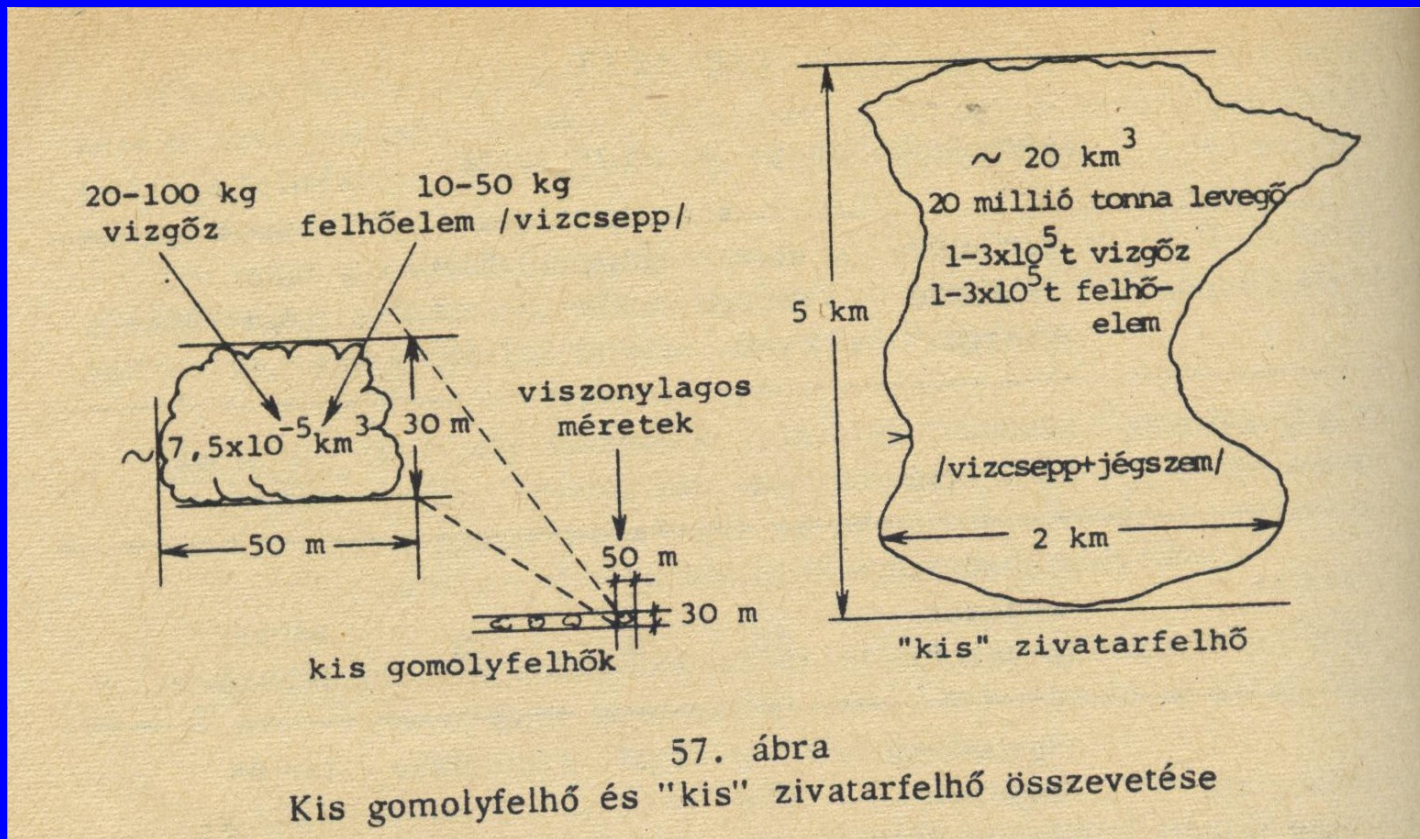
**MIK A FIZIKAI TULAJDONSÁGAI?**

**MILYEN FOLYAMATOK ZAJLANAK BENNE?**

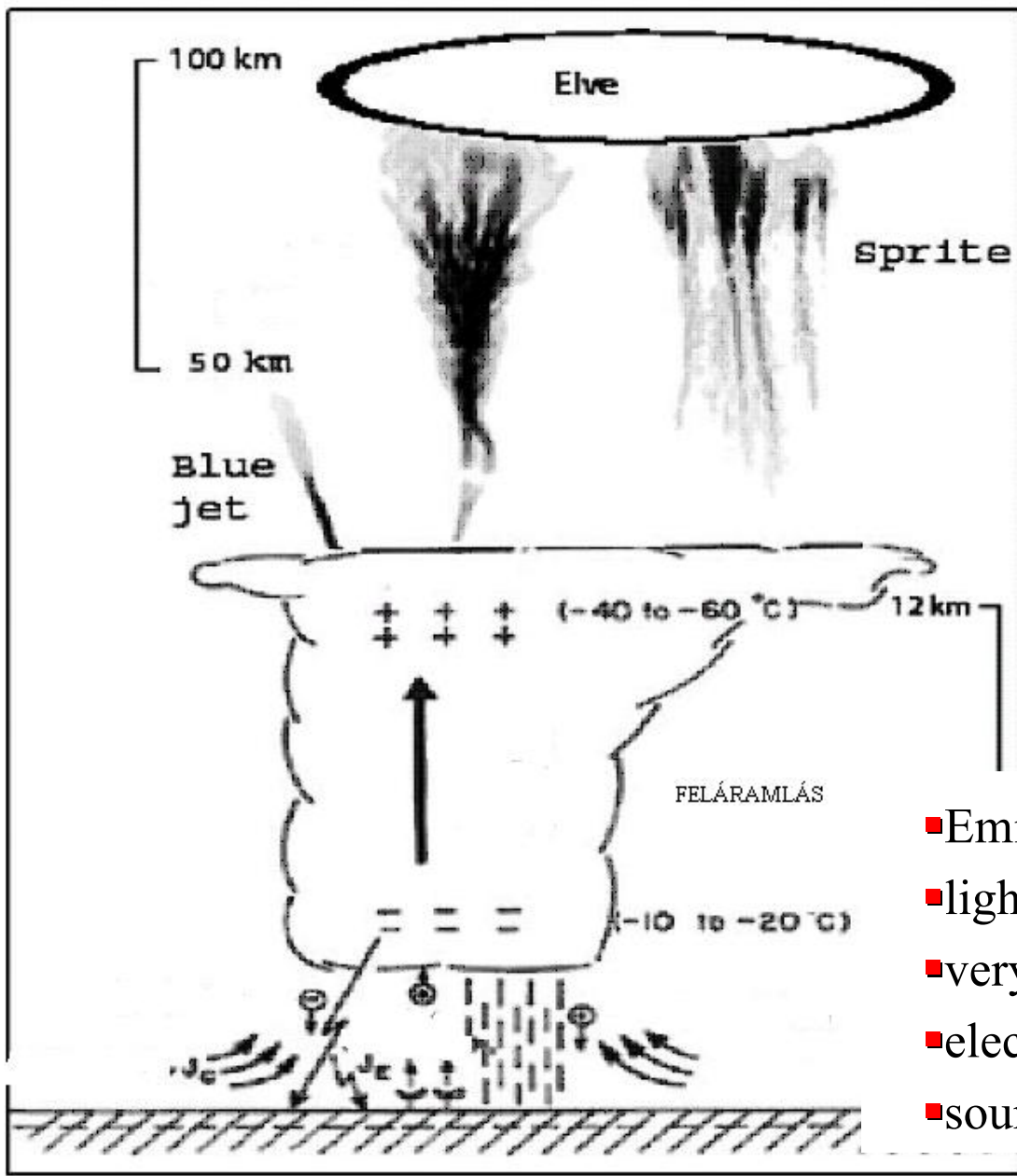
**HOGYAN KELETKEZIK?**

**MILYEN HATÁSAI VANNAK?**

# KIS GOMOLYFELHŐ ÉS KIS ZIVATARFELHŐ







**KONVEKCIÓ**  
**TÖLTÉSSZÉTVÁLÁS**  
**VILLÁMLÁS**  
**CSAPADÉK**  
**SZÉLVIHAR**  
**FELETTE:**  
**ELVES, SPRITES**

- Emission of
- light and
- very low frequency perturbation from
- electromagnetically pulsed
- sources

# KELETKEZÉSÜK

- **OK: KONVEKCIÓ**

A LÉGKÖR ALULRÓL MELEGÍTETT „LÁBOS”

- **ALAPFOLYAMATOK**

- **FELÁRAMLÁS (Archimedes törvény)**

Fűtés: a kicsapódó vízpára

- **FELTORLÓDÁS**

hegyek, frontok

- **SZÉLNYÍRÁS**

# A FELHAJTÓERŐ

$$\rho_L Va = \rho_K Vg - \rho_L Vg$$

Adiabatikus emelkedés

Szabad konvekciós szint

$$a = \frac{\rho_K - \rho_L}{\rho_L} g = \frac{T_L - T_K}{T_K} g$$

Túlfutás, rezgés

## KÖZBEN

kicsapódás, melegedés (lassuló hűlés)

esőcseppek képződése

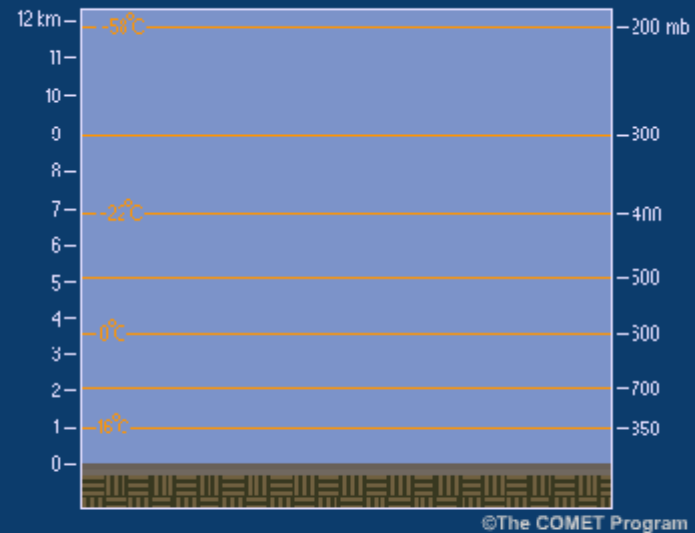
LESZÁLLÓ LÉGMOZGÁS

ALUL HIDEG MEDENCE

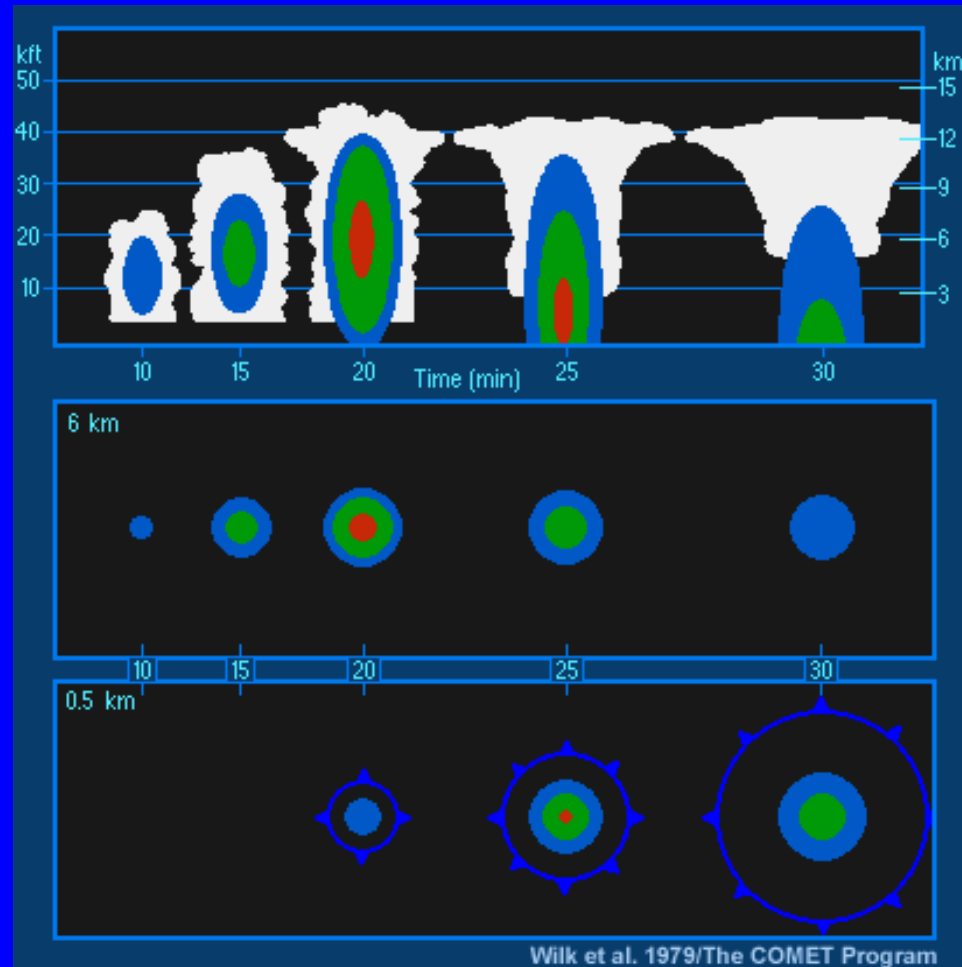
ELVÁGJA A MELEG LEVEGŐ UTÁNPÓTLÁST

# EGYCELLÁS ZIVATARFELHŐ

Adiabatikus emelkedés  
Szabad konvekciós szint  
Túlfutás, rezgés  
Kicsapódás  
Csapadékképződés  
Alul hideg csepp  
A felhő megszűnése



# A VÍZTARTALOM



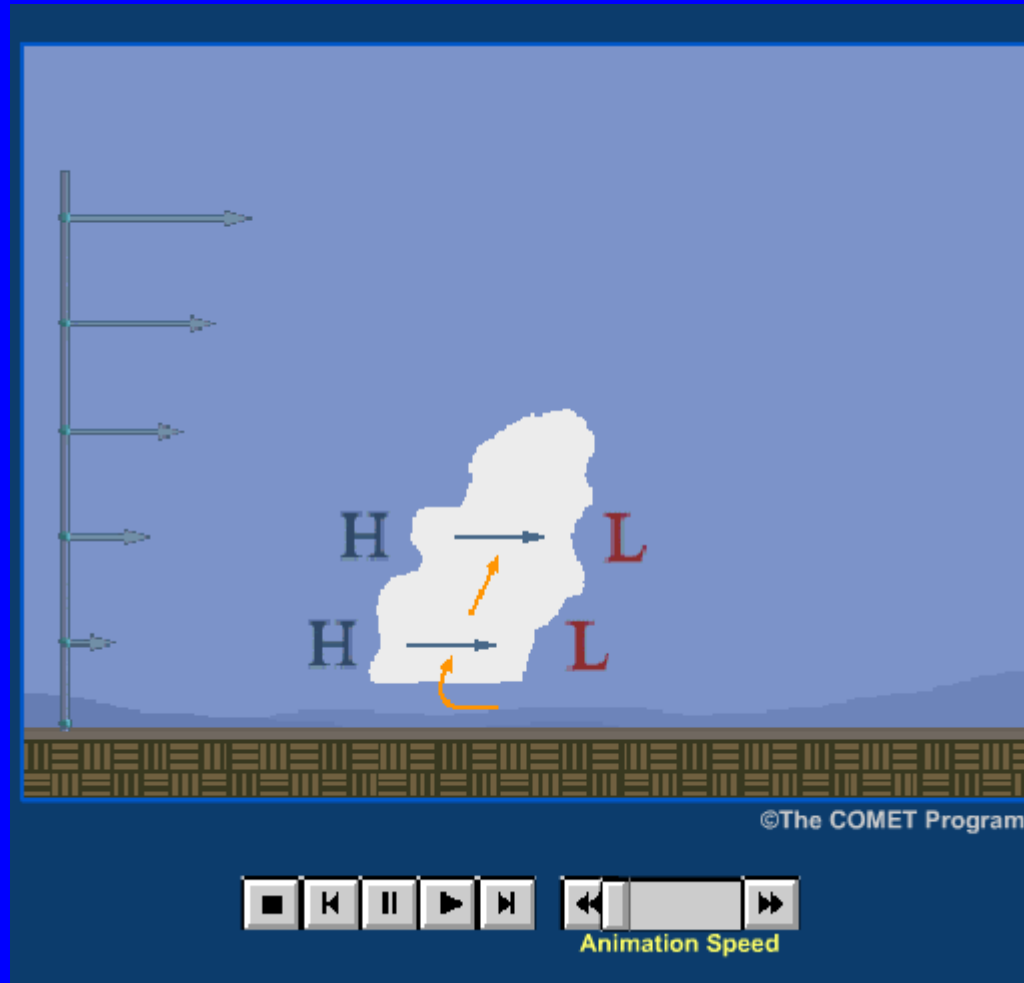
# ZIVATARZÓNA



# SZÉLNYÍRÁS ÉS ÖRVÉNYESSÉG.

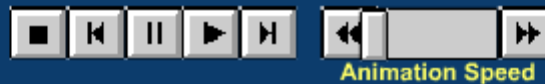
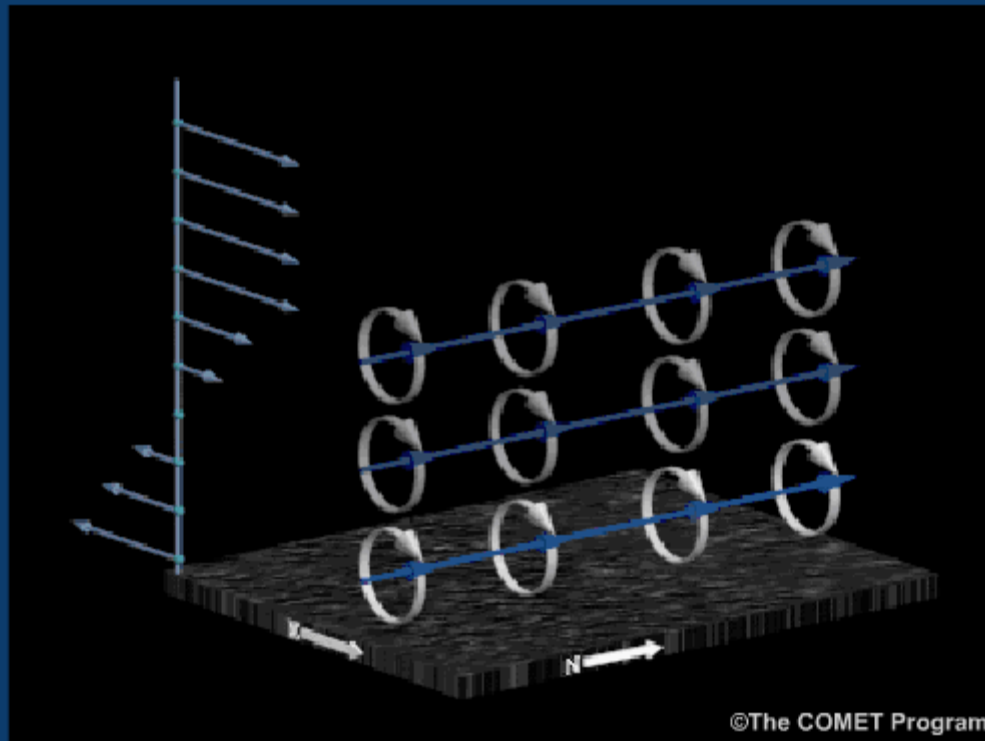


# A SZÉLNÝÍRÁS HATÁSA

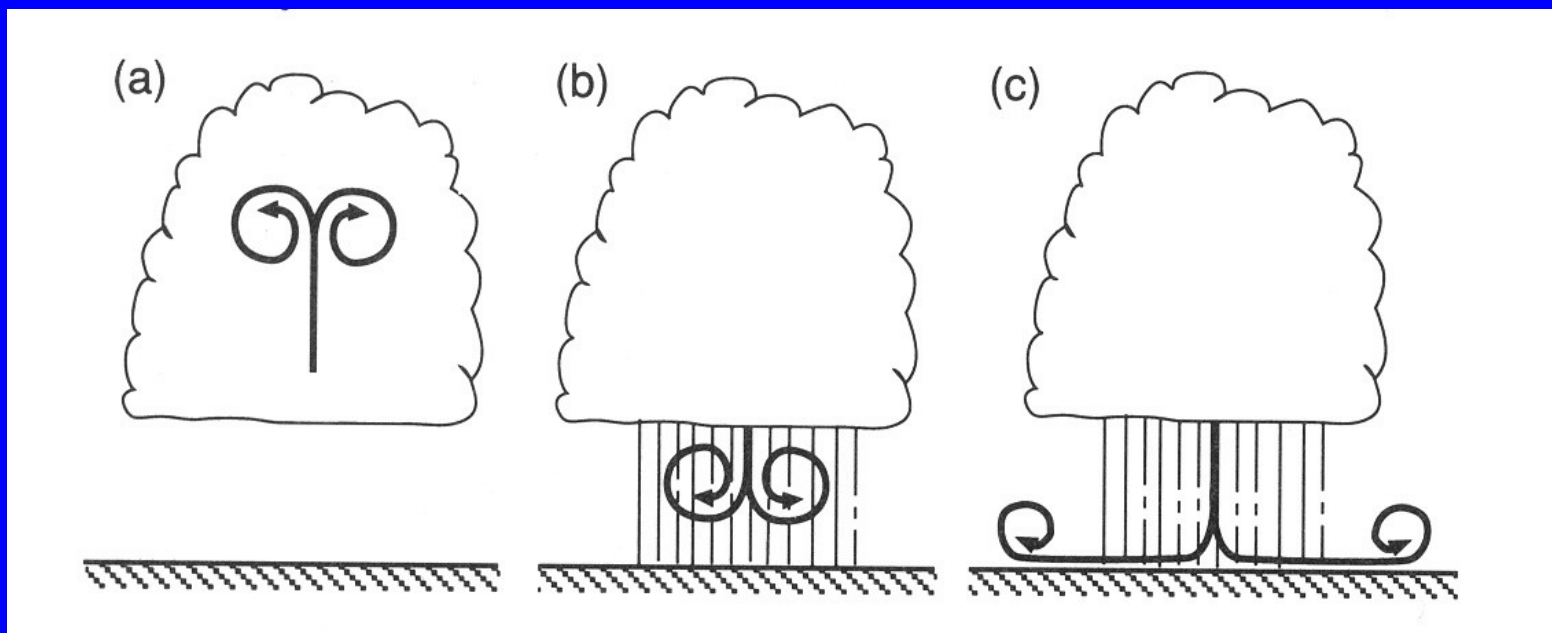




# ÖRVÉNYESSÉG



A felhajtóerő a légelem közepén maximális, a horizontális gradiens a két szélén ellentétes. Az emelkedő légelem túlfordul  
Ellentétesen forgó örvénypár keletkezik



Lefelé hasonló, de itt szerepet játszik a párolgási hűlés és a csapadék lefelé húzó hatása

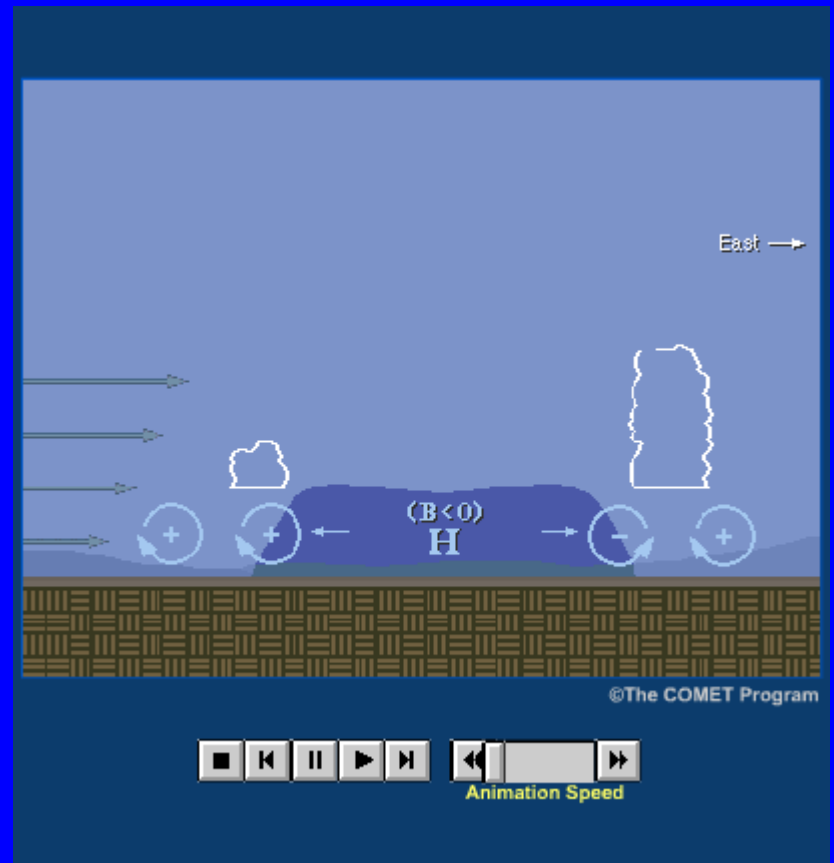
A talajon szétterülő leáramlás miatti szétáramlás élénél erős horizontális felhajtóerő gradiens és örvénypár marad tartósan

# ÚJ CELLA KIALAKULÁSA

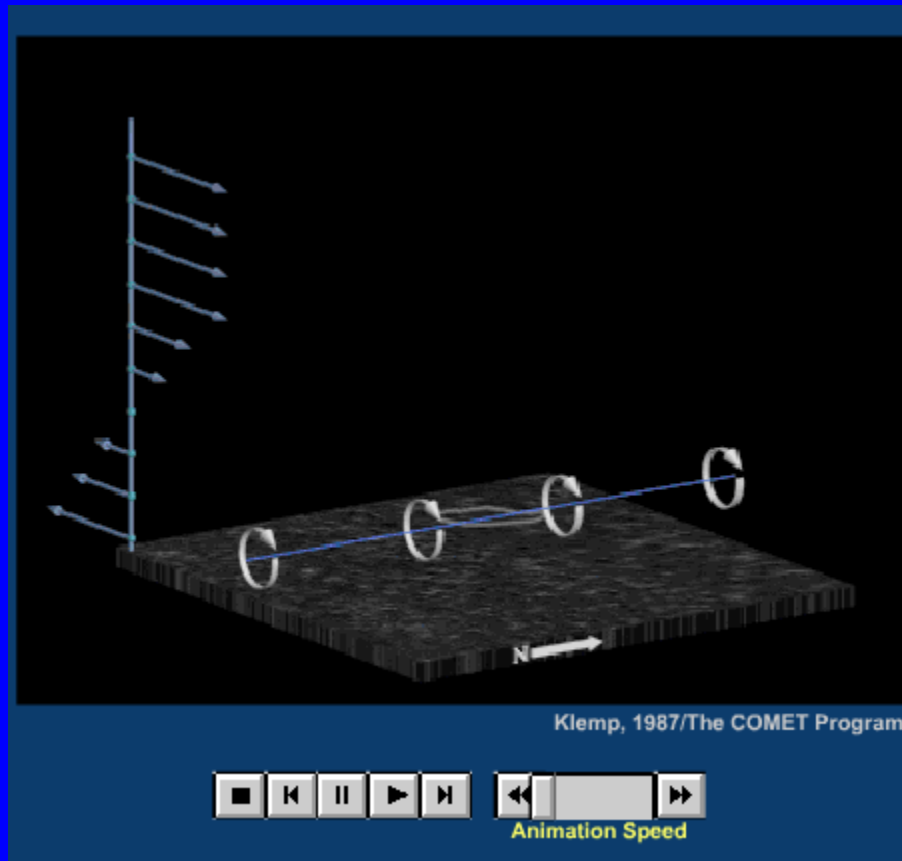
A VERTIKÁLIS SZÉLNÝÍRÁS  
VÍZSZINTES TENGEYŰ  
ÖRVÉNYEKET KELT.

A SZÉTTÉRJEDŐ HIDEG  
LEVEGŐ FELTOLJA  
A MELEGET.

A SZOMSZÉDOS ÖRVÉNYEK  
HATÁSA ERŐSÍTI VAGY  
GYENGÍTI A FELÁRAMLÁST.



# A VERTIKÁLIS ÖRVÉNYESSÉG



## A vertikális örvényesség:

Kísérletek és szimulációk szerint

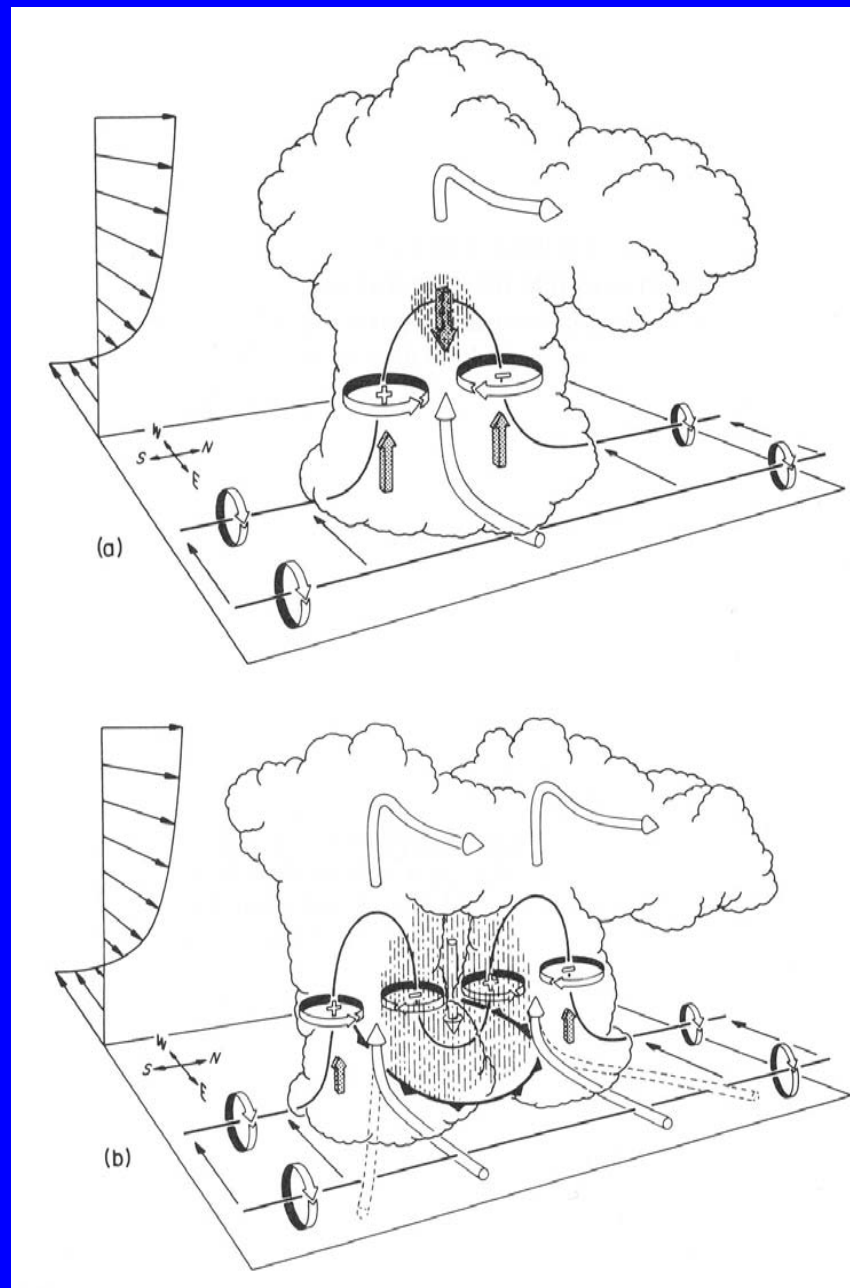
A vertikális örvényesség a horizontálisból ered

A környezet horizontális örvényességét konvertálja a konvekció

Mitől örvényes a környezet?

X irányú szélsébség, vertikális szélnyírással

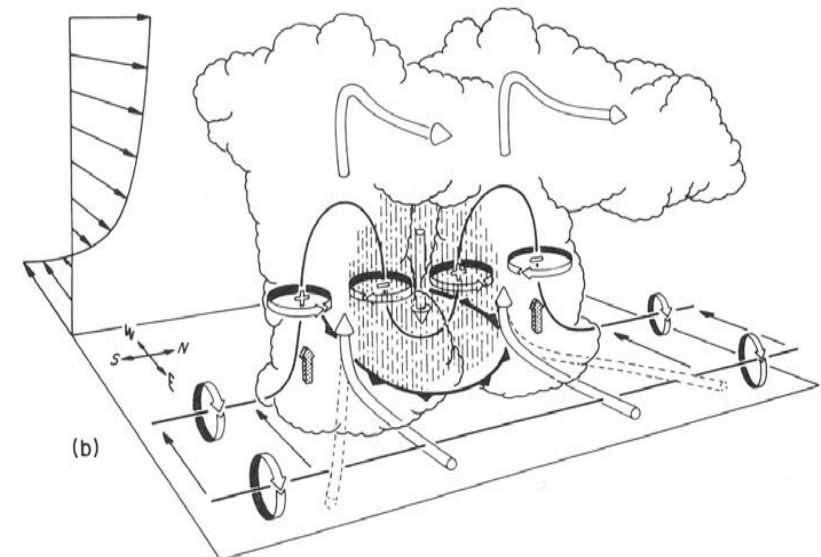
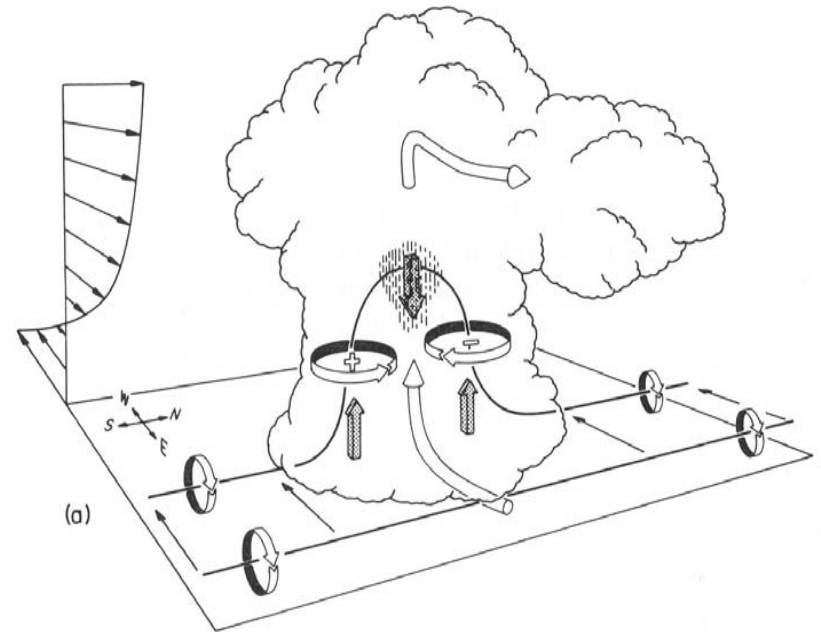
Ellentétesen forgó vertikális örvénypár keletkezik



# Következmények:

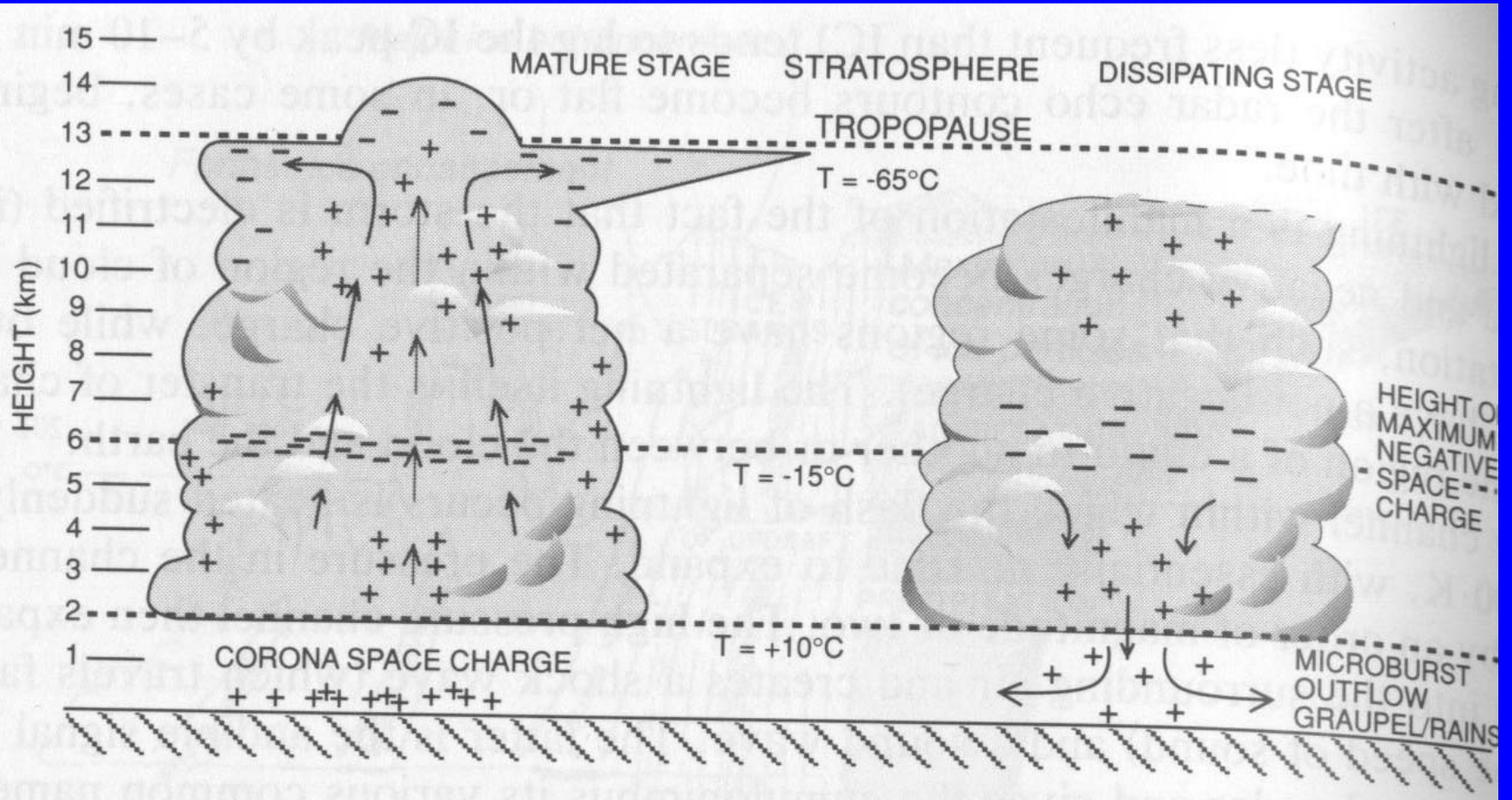
az örvényesség és a feláramlás maximuma ugyanoda esik.

A forgó feláramlás a komoly zivatarokban középszinten fejlődik ki (mezociklon)



# AZ ELEKTROMOS SZERKEZET

- Benjamin Franklin
- Simpson
- Wilson

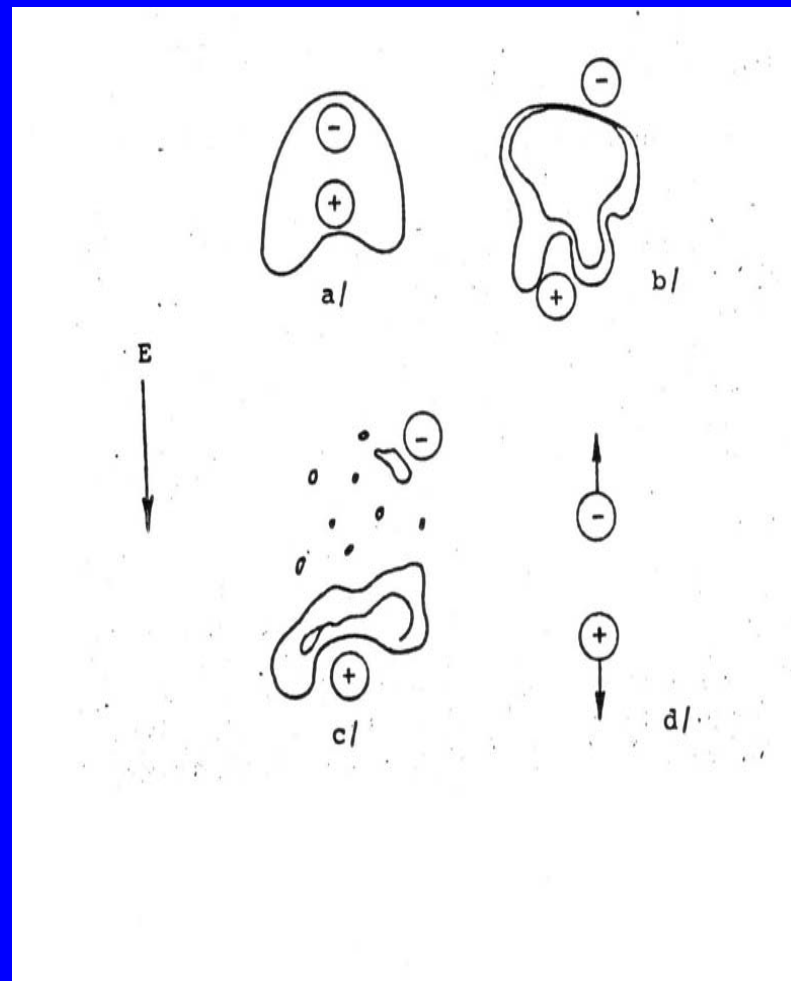
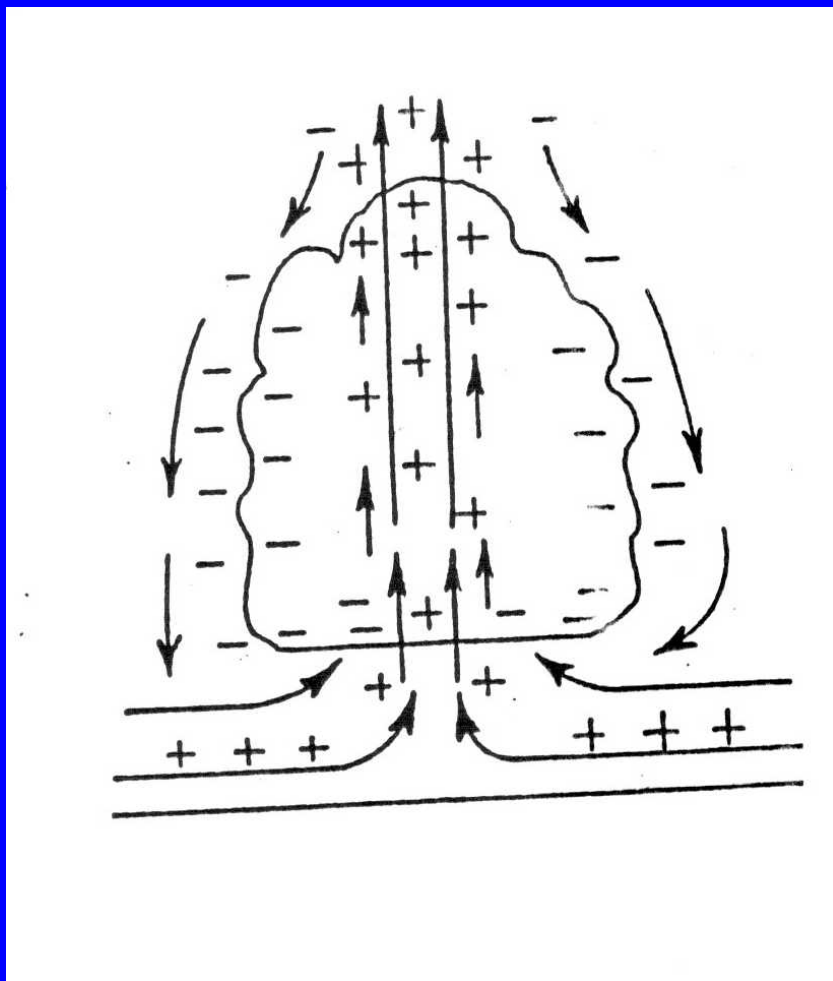


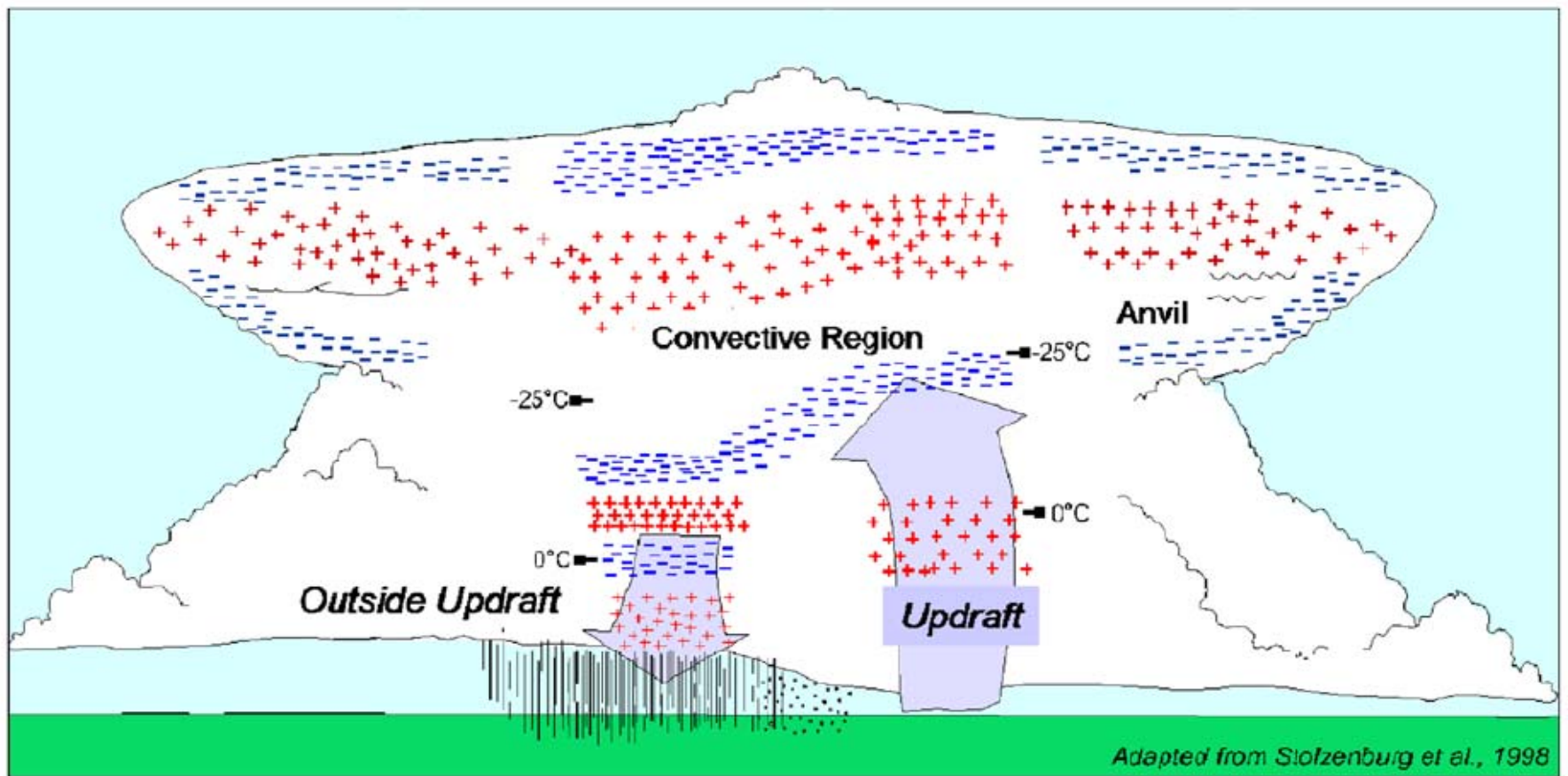


# A TÖLTÉSEK SZÉTVÁLÁSA

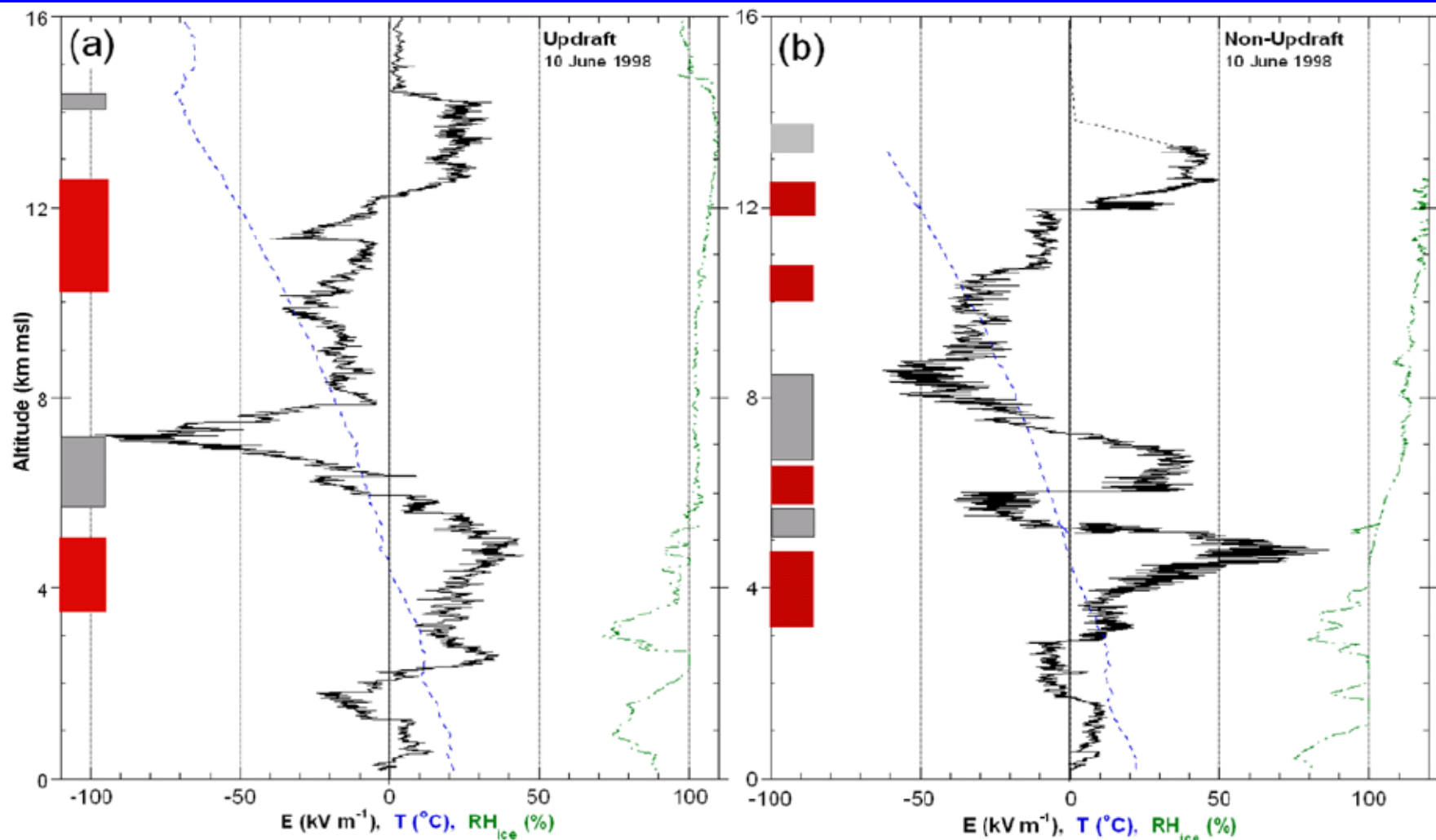
- Konvekciós hipotézis
  - talajközelen felhalmazódnak a nehéz pozitív ionok
  - a konvekció felviszi őket
- Csepprobbanási hipotézis
  - az esőcseppek megosztás miatt töltött részecskékre esnek szét
- Ütközési hipotézis
  - a cseppek töltést adnak a felhőelemeknek
- Termoelektromos hipotézis
  - nem egyenletes hőmérsékletű jég szemcsében töltésszétválás

# A FELHŐ FELTÖLTŐDÉSE





**Fig. 2** Conceptual model of the charge structure within an idealized isolated, mature, thunderstorm, based on 49 balloon soundings through different clouds. Four charge regions are commonly found in the convective updraft and at least six charge regions are seen outside the updraft of convection. Forward and rearward anvils typically contain positive charge, and are screened with negatively charged layers. (Adapted from Stolzenburg et al. 1998c)



**Fig. 1** Representative vertical profiles of electric field ( $E$ ), temperature ( $T$ ), relative humidity ( $RH_{ice}$ ), and inferred charge (*red boxes* for positive, *gray* for negative charge regions) through convective clouds. **(a)** Example of a typical convective updraft sounding, showing four charge regions. The main negative charge is at 6–7 km altitude in this case. **(b)** Example of a convective region sounding from a balloon that ascended outside the updraft. The six common charge regions are shown, with the upper positive charge split in two regions between 10 and 12.5 km altitude in this case. (Adapted from Stolzenburg et al. 2002)

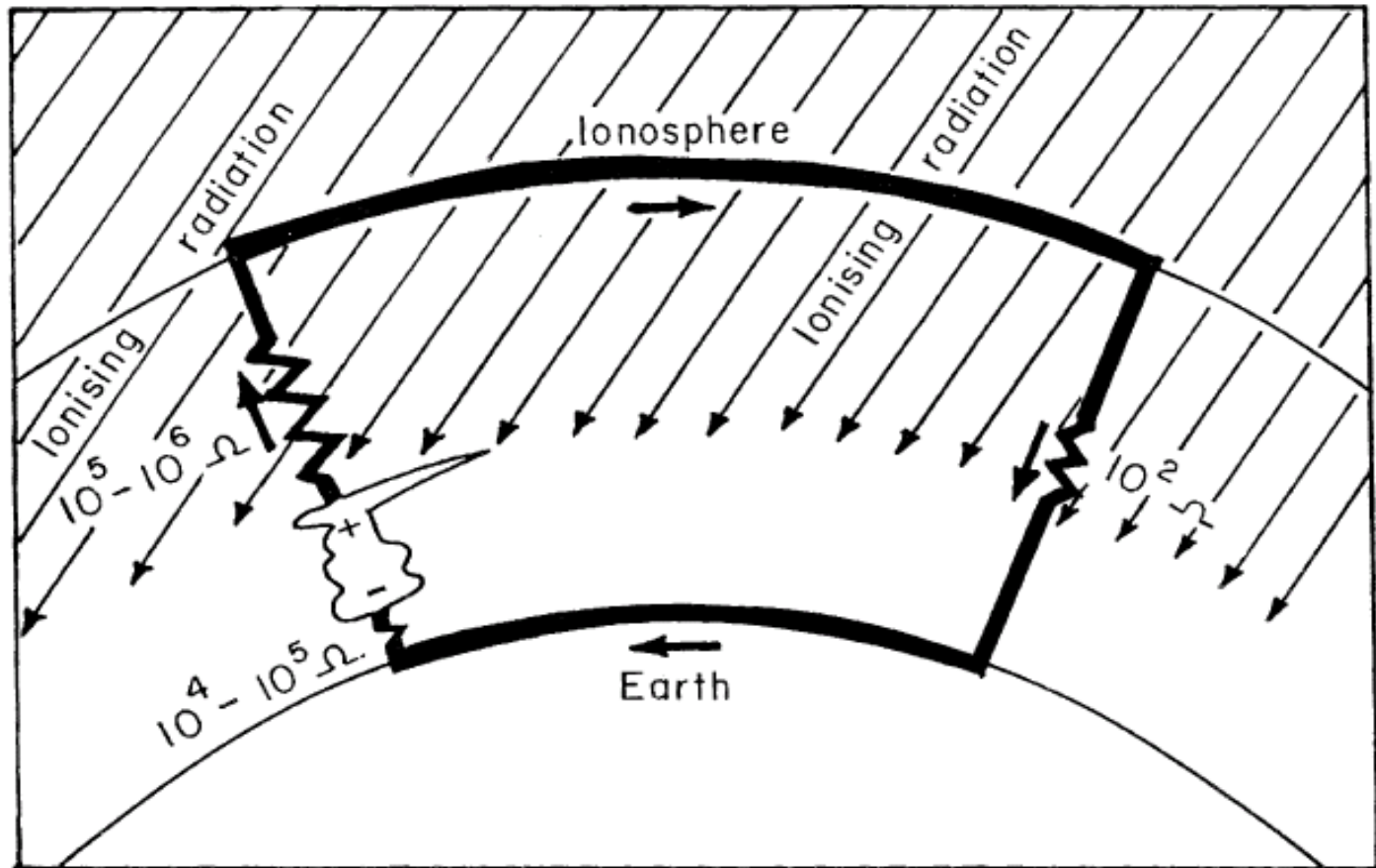
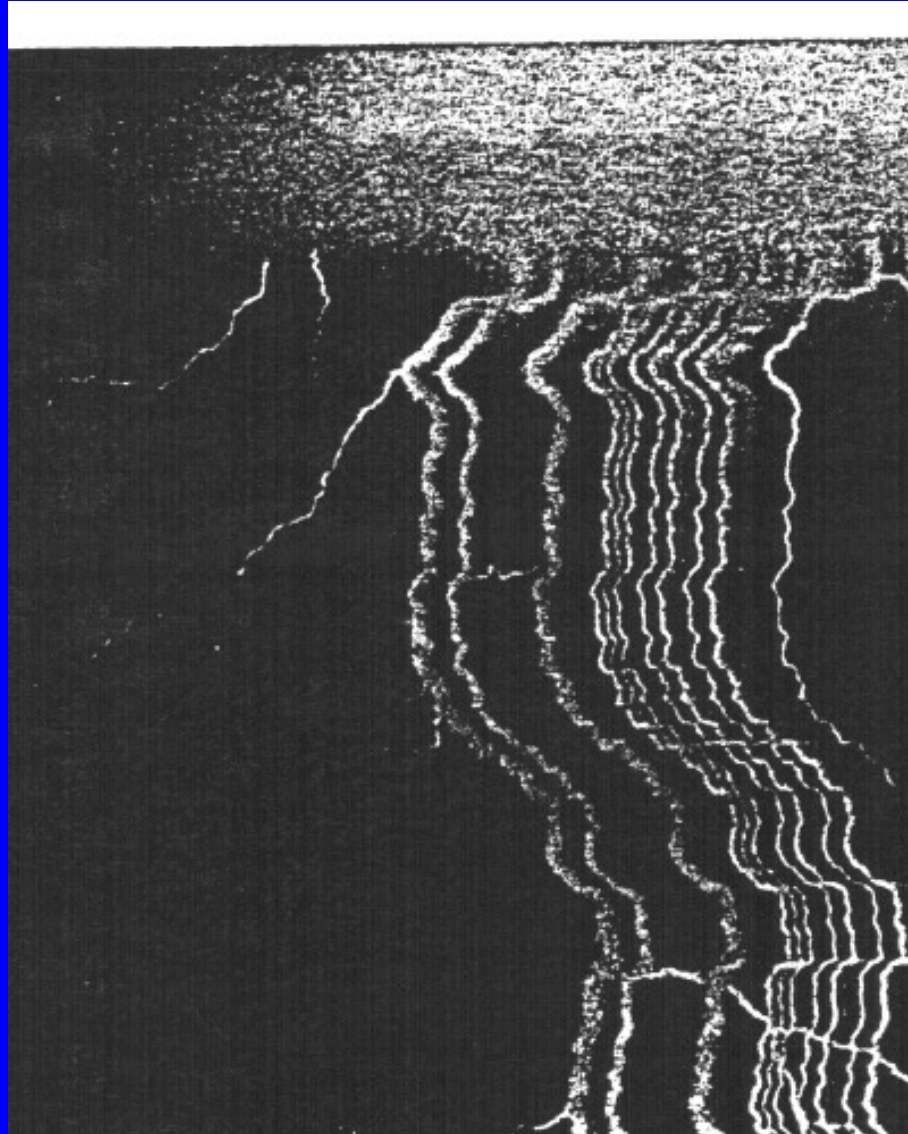


Figure 4. Diagram of the global electric circuit. Ionizing radiation is mainly owed to galactic cosmic rays in the middle atmosphere (Markson, 1978).



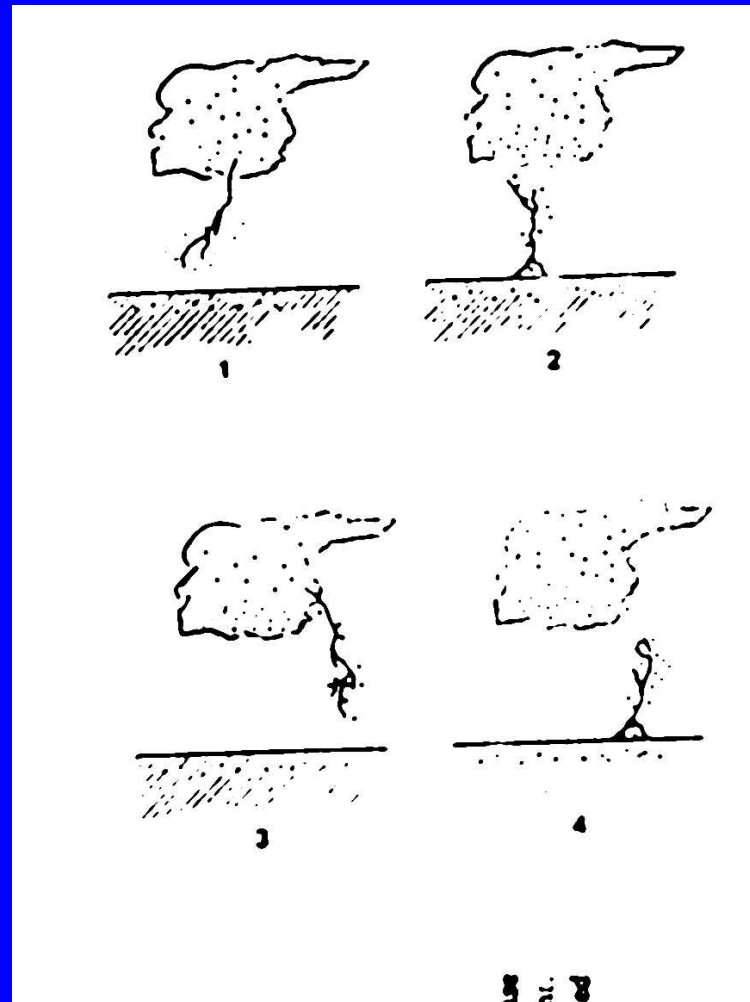
# BOYD FELVÉTEL



# VILLÁMFAJTÁK

Az előkisülés iránya

Az előkisülés töltése





# A VILLÁM KELETKEZÉSE

- 1874 Benjamin Franklin
  - A villám elektromos kisülés
- Kísérleti tapasztalat (rejtélyek)
  - A zivatarfelhőkben a térerősség nem elég nagy
  - Izolált, a villámoktól független nagyenergiájú sugárzás, vele együtt rádiófrekvenciás jel
  - A villámokkal korrelált röntgensugárzás a felhőben és a felhő alatt, gammasugárzás az ionoszférában

MI AZ OKA??

# A KOZMIKUS ZÁPOR

(Extensive  
Atmospheric Shower,  
EAS)

Tien Shan,  
Kazahsztán

A villám rádió-,  
gamma- és egyéb  
sugárzást kelt

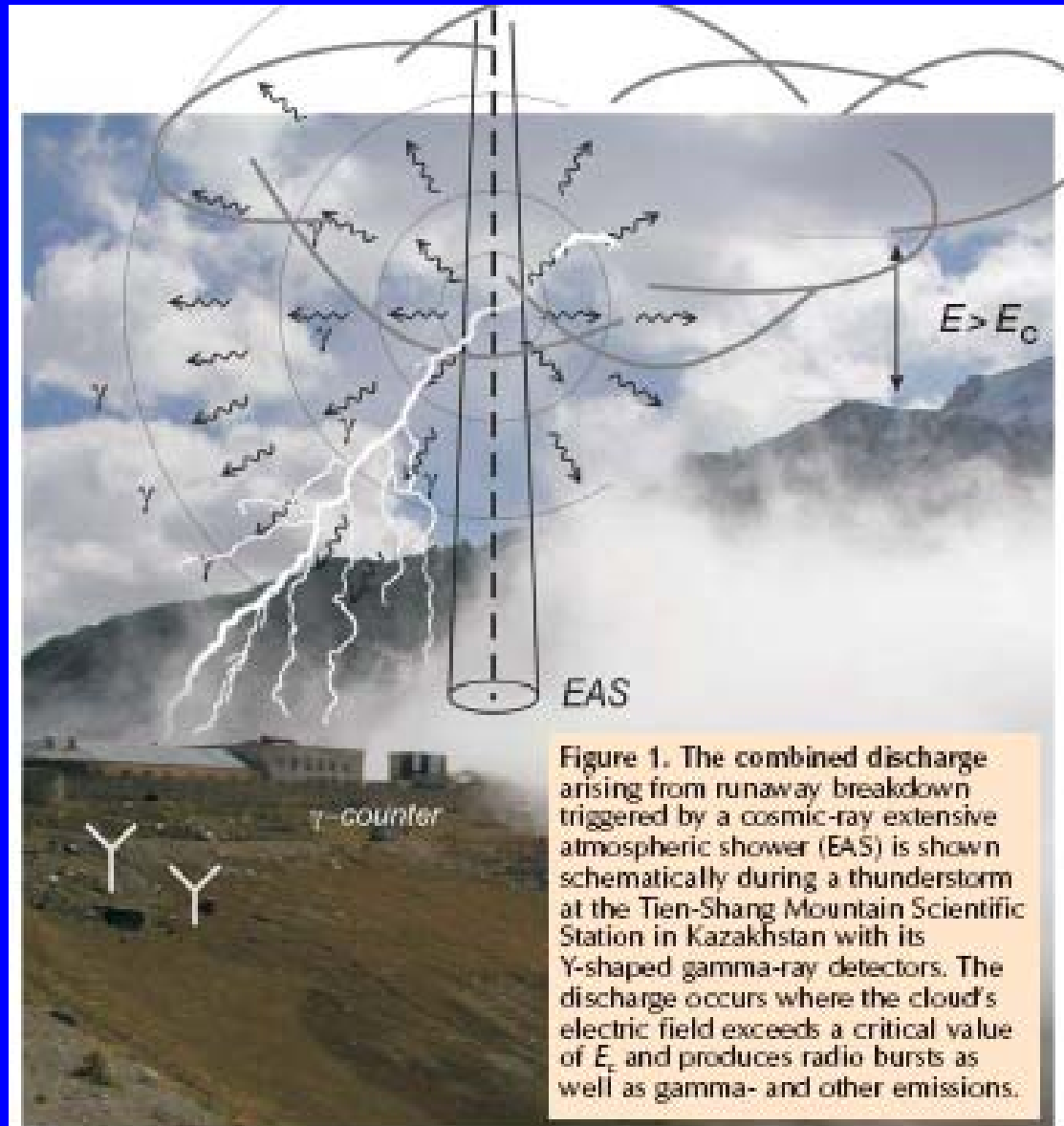


Figure 1. The combined discharge arising from runaway breakdown triggered by a cosmic-ray extensive atmospheric shower (EAS) is shown schematically during a thunderstorm at the Tien-Shang Mountain Scientific Station in Kazakhstan with its Y-shaped gamma-ray detectors. The discharge occurs where the cloud's electric field exceeds a critical value of  $E_c$  and produces radio bursts as well as gamma- and other emissions.

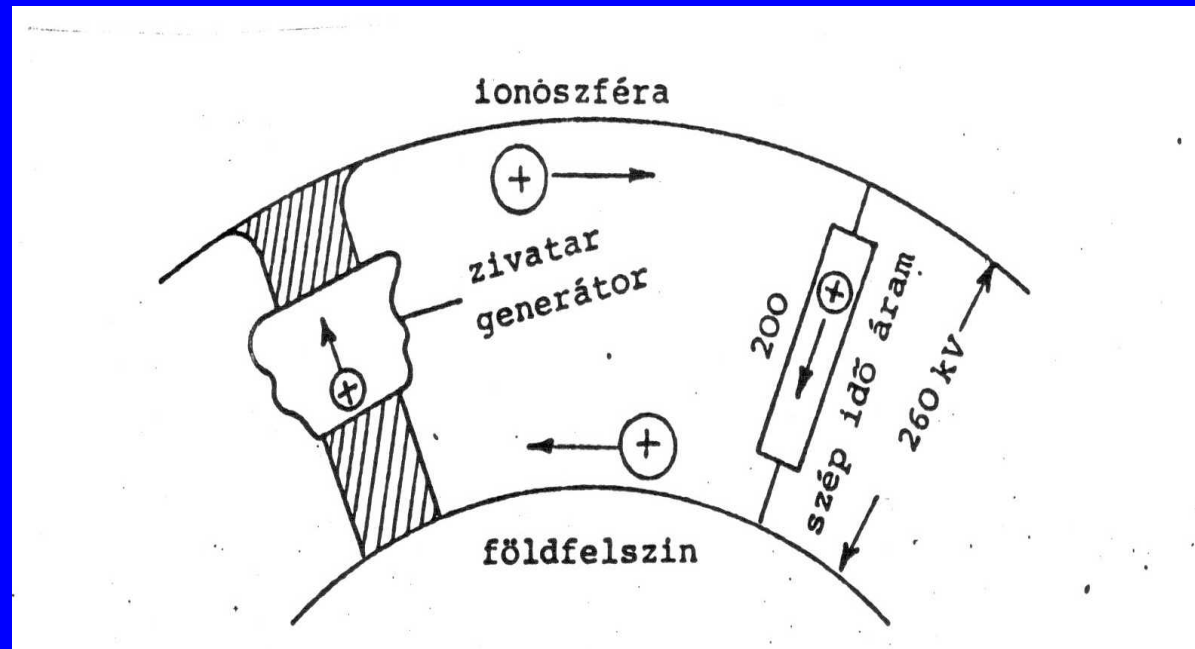
# A ZIVATARGENERÁTOR

Wilson kondenzátormodell

Szép idő:

100-150V/m

1300A



75. ábra

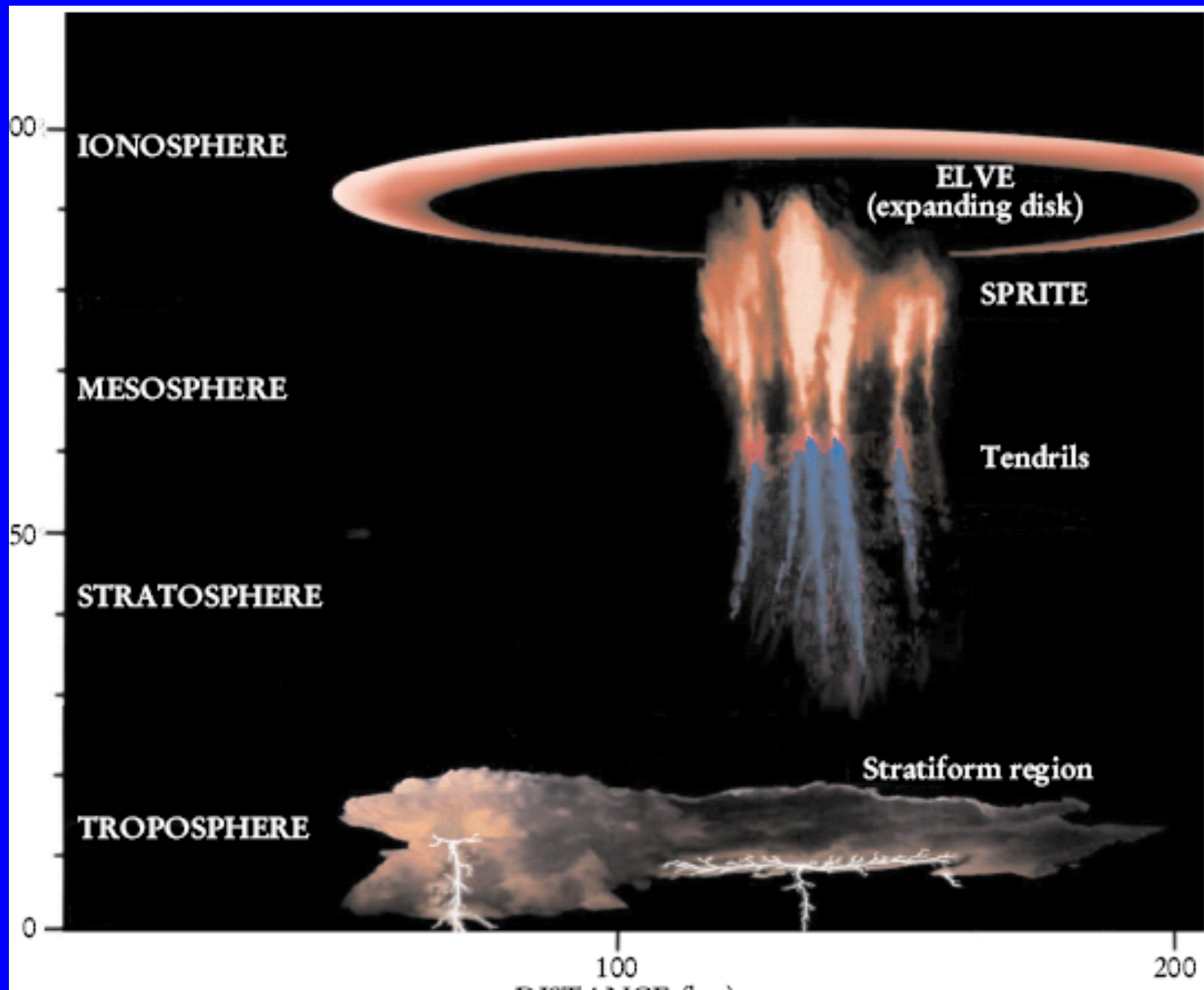
A globális légköri villamosság áramkörének "kondenzátor modellje"

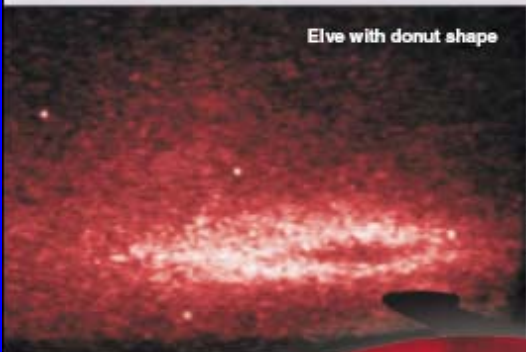
# SPRITES, ELVES AND GLOW DISCHARGE TUBES

- 1924 jóslat (ismét) Wilson: a viharok felett rövid fénytűnemények
- 1990 Boeck és Vaughan igazolták
- 1993 szisztematikus kutatás
  - Sentman : sprites
  - Lyons: elves
    - Emission of light and very low frequency perturbations from electromagnetically pulsed sources

# KAPCSOLAT A ZIVATAROKKAL

- SPRITE  
(LIDÉRC)
- ELF, ELVES  
(MANÓ)
- TENDRILS  
(KACSOK)
- CARROTT  
(SÁRGARÉPA)
- JELLYFISH  
(POLIP)

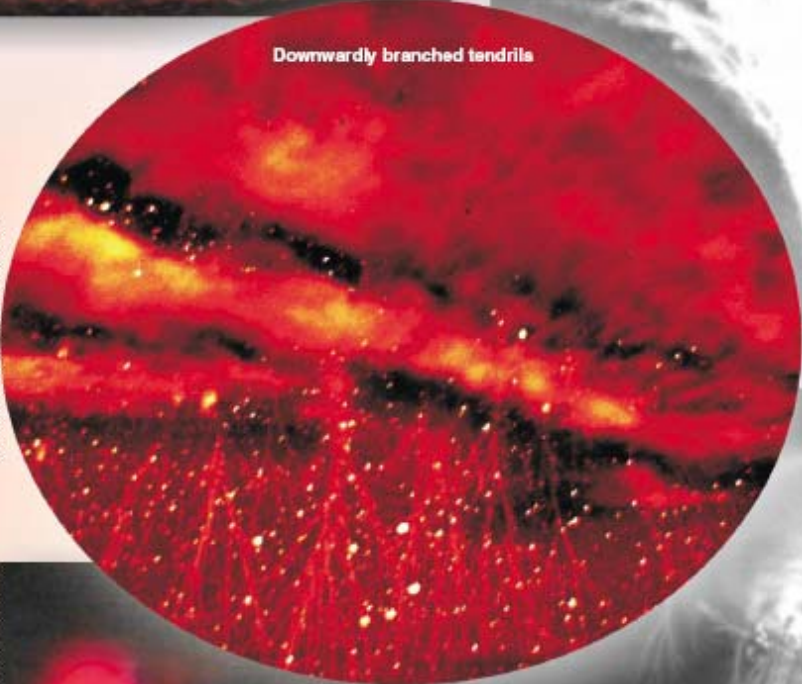




Elve with donut shape



Carrot (upper end)

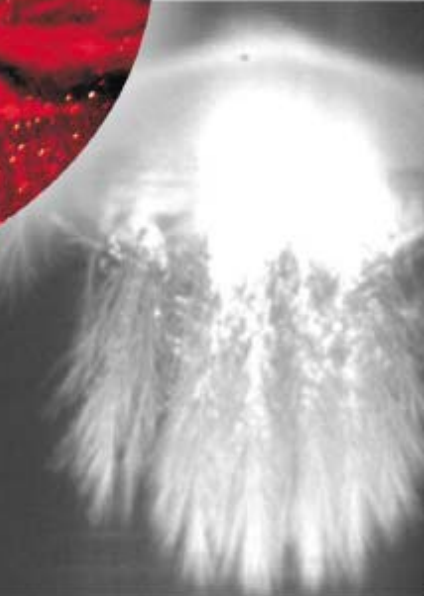


Downwardly branched tendrils



Jellyfish

First sprite in color



DAVIS SENTMAN & MATT HEAVNER, UAF

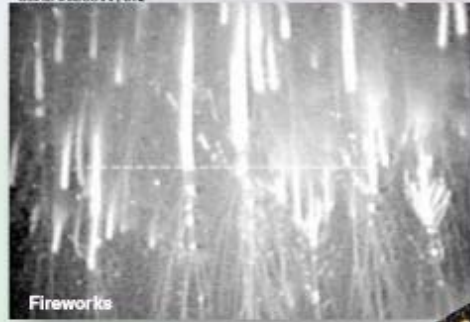
MIKE TAYLOR, UTAH STATE UNIVERSITY

DAVIS SENTMAN, UAF

MIKE TAYLOR, UTAH STATE UNIVERSITY

MARK STANBY, NBS & MROCCO TECH

GENE WESCOTT, UAF



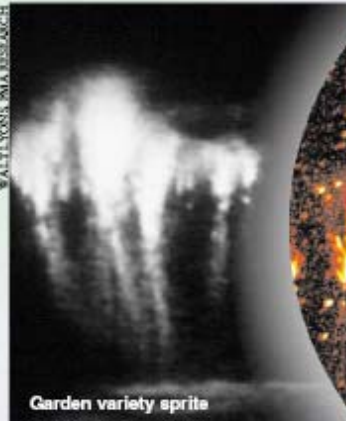
Fireworks

MIKE TAYLOR, UTAH STATE UNIVERSITY



Sprite halo over lightning flash

WALLYONIS, PMA RESEARCH



Garden variety sprite



Dancing sprites

MIKE TAYLOR, UTAH STATE UNIVERSITY

WALLYONIS, PMA RESEARCH



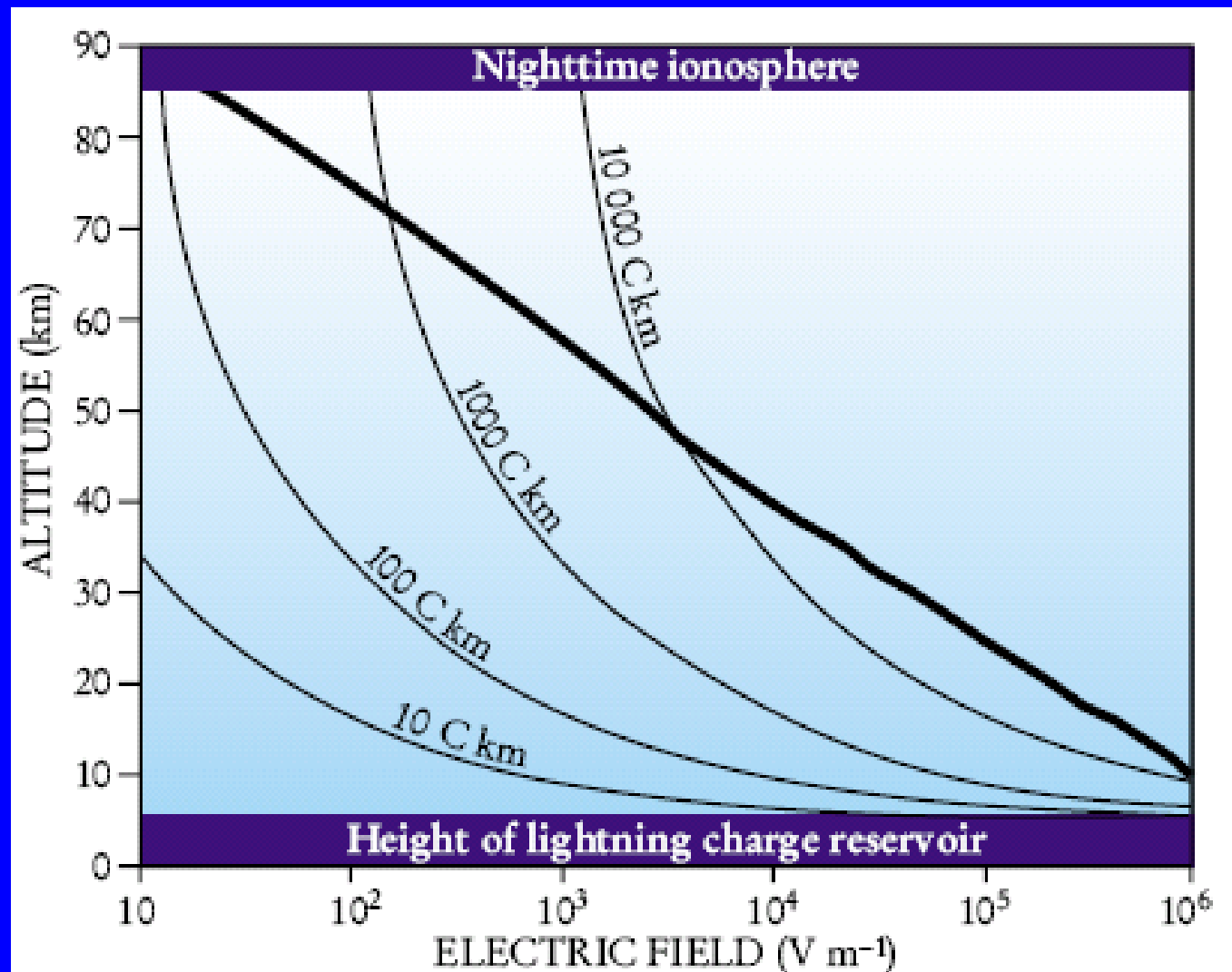
Tendrils in full moonlight

FRANK STANLEY, NAR AIRWAYS REVIEW



Carrot sprite

# TÉRERŐSSÉG ÉS ÁTÜTÉSI SZILÁRDSÁG





Köszönöm a figyelmet!

