



**Csapadék-tevékenységgel  
összefüggő repülőbalesetek**

**Veszélyezteti-e a csapadék  
a repülést?**



- 1. Csapadék-tevékenységgel összefüggő repülő balesetek**
- 2. Milyen veszélyeket hordoz a csapadék a repülésre, és néhány repülésre veszélyes csapadékkal járó időjárási esemény kialakulásának bemutatása**
- 3. Néhány szó az OMSZ RMO által készített új honlapon – [aviation.met.hu](http://aviation.met.hu) – szereplő információkról**

# Repülő balesetek

**Melyik a biztonságosabb?**

**A repülő vagy a tengeralattjáró?**

**Természetesen a tengeralattjáró, hiszen még egy tengeralattjáró sem maradt a levegőben, viszont rengeteg repülő van a tenger alatt.**

**2002 és 2011 között 250 halálos áldozatot követelő repülő baleset történt, amelyekben összesen 7148-an haltak meg. Az áldozatot követelő esetekben átlagosan az utasok 70%-a vesztette életét. Ez alapján 1 millió órányi repülésre átlagosan 0.4 haláleset jutott, így a repülőgép a legbiztonságosabb közlekedési eszköz.**

**A halálos balesetek 47%-a leszálláskor vagy akörül, 31%-a felszálláskor vagy közvetlenül azt követően történt.**

Miközben minden egyes repülőgép-szerencsétlenség külön tragédia, nagy port ver fel, és sokak kedvét elveszi a repüléstől, a statisztikák alapján úgy tűnik, hogy messze nem a legkockázatosabb közlekedési forma. Ha az egymilliárd útra eső balesetek számát nézzük, a bicikli és a motorozás is veszélyesebb, mint a repülés. Ha az utazással eltöltött időre vagy kilométerre vetítjük a halálesetek számát, a repülés még jobban áll, gyakorlatilag a legkevésbé rizikós.



A több közlekedési formát átfogó statisztika ugyan nem a legfrissebb, de a sorrend aligha

# Időjárással kapcsolatos repülő balesetek

Időjárási jelenségek önmagukban ritkán okoznak repülő baleseteket, de pilóta- vagy műszaki- vagy konstrukciós- vagy irányítói hibával párosulva már lényegesen gyakrabban.

# Túlfutásos – csúszós pálya miatti balesetek

Fotó: Dobosi Erzsébet



# 2005. 08. 02. – Toronto Air France 358-as járata A340-313X 309 túlélő

A repülőgép felhőszakadásban, szélnyírásban, csúszós kifutópálya mellett a torontói repülőtér legrövidebb, 3000 m-es pályájára szállt le. A gép csak a futópálya közepén érte el a talajt, és a pilóták csak 12 mp-cel a talajra érést követően kapcsolták be a tolóerő fordítót, így a gép túlfutott és kigyulladt. Ez volt az első égő repülőgép, amit éles helyzetben, az előírt 90 mp alatt sikerült kiüríteni.





# 2005. 12. 08. – Chicago – Southwest Airlines 1248-as járata B737-700 1 halott

A repülőgép hóvihárban kísérelte meg a leszállást Chicagóban, ám túlfutott, átszakította a kerítést, az 55. utca és a Central Avenue kereszteződésében 2 kocsit eltaposott. A repülőgépen senki sem sérült, ám az egyik kocsiban meghalt egy 6 éves kislány.



2005-ben összesen 32 túlfutásos baleset történt, többnyire a vizes, havas vagy jeges kifutópálya, és a pilóta hibája miatt.

# **1958. 02. 06. – München – BEA 609-es járata Airspeed AS57 – Ambassador 23 halott, 21 túlélő**

Münchenben változó vastagságú latyak borította a kifutópályát. A gép felgyorsult, ám a felemelkedés előtt vastagabb latyakba futott bele, lelassult, lecsúszott a pályáról, az egyik szárnya beleakadt a reptér egyik épületébe, és felborult. 23 ember, köztük a MU 8 játékos meghalt. A müncheniek tagadták, hogy nem volt jól letakarítva a pálya, ám 12 évi vizsgálat után ez az állítás megdőlt.

Jelenleg már a nagyobb repülőtereken a téli csapadékhullás idején 10-15 percenként műszerekkel mérik a fékhatást és a futópályát borító csapadékréteg vastagságát.

# A Manchester United tragédiája



# Jegesedés miatti balesetek

Fotó: Bonta Imre



A repülőgépek jegesedését az esetek jelentős részében a felhőben található túlhűlt vízcseppek okozzák, de sok esetben a felhőben található hó- és jégkristályok, illetve a hulló csapadék is okozhat jegesedést, repülés közben, illetve a repülőtéren történő várakozás idején is.

A jegesedés általában negatív hőmérsékleten történik, de közepes jegesedés előfordulhat +1, +2 fokos hőmérsékleten, míg gyenge jegesedést megfigyeltek +10 fokos hőmérsékleten is. Ezeknek az oka, hogy a repülőgép nagy sebességgel mozog, így a felületének csapódó vízcseppek részben elpárolognak, és a párolgás jelentős hőelvonással jár. Másrészt a turbó motoros vagy sugárhajtású gépeknél a beszívott, és összesűrített levegő, keveredve az üzemanyag elégéséből származó vízgőzzel, a kiömlő nyílásnál kitágul, emiatt lehűl (mint a szódapatron), és a kicsapódó víz megfagyhat és ezáltal csökkentheti a motor teljesítményét.

# **1991. 12. 27. – Stockholm – SAS 751-es járata MD81 129 túlélő, 92 könnyű, 8 súlyos sérült**

A repülőgép kétszeri jégtelenítés után felszállt, majd 3200 láb magasan pombage keletkezett mindkét motorban, amelyek leálltak, a pilóta siklórepülésben megpróbált leszállni a befagyott Balti-tengerre, de nem érte el. A gép 3 darabra tört, de mindenki túlélte.

Az ok: A szárny hátsó részén az éjszakai csapadékban a -20 fokos üzemanyagtartály fölött átlátszó jég keletkezett, ami a 800 liter jégmentesítő ellenére sem olvadt el. . Ez a felszállás után megrongálta a motort levegővel ellátó turbinákat, így a motor túlhevült. A pilóta visszavette az üzemanyag beáramlást, ám a számítógépes automatika ezt tiltotta felszállás idején, ezért újra „gázt” adott, így a motorokban 1200 fok fölötti hőmérséklet alakult ki, amiben meggyulladtak a titán turbinalapátok.

A hibát elkerülendő azóta megváltoztatták a számítógép programozását.

**A gép orrán lévő légcsavar a pilótát hivatott hűteni.  
Ha leáll, a pilóta rögtön izzadni kezd.**

# A SAS 751-es járata



# 1985. 12. 12. – Gander – Arrow Air 256-os járat MD-DC8-3CF 256 halott

A repülő rövid időre leszállt az új-founlandi repülőtéren tankolni. A havas esőben a túlhűlt szárnyakra jég rakódott le, ám nem jégtelenítették a gépet. A felszállás után a gép visszaesett, a pilóták megpróbálták a levegőben tartani, ám az egyik szárny a fáknak ütközött és berobbant. A gép a földnek csapódott. A 25 tagú kivizsgáló bizottság 4 tagja szerint bomba robbant a gépen, ám a szemtanúk szerint a robbanás csak akkor következett be, amikor a szárny a fáknak csapódott.





# Zivatar, zivatarfelhő miatt bekövetkező balesetek

Budapest – 2015.05.27.



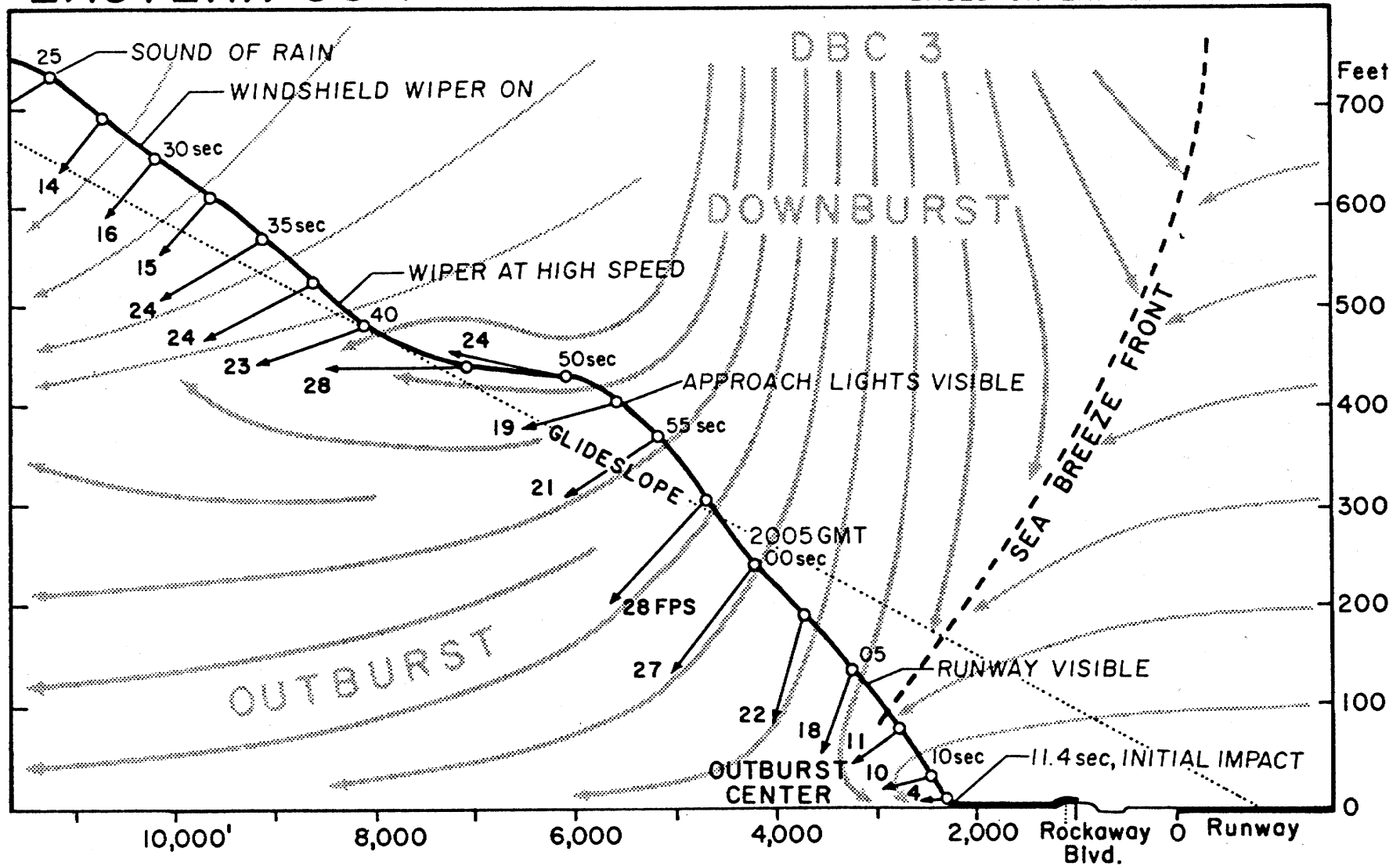
**1975. 06. 24. – New York – Kennedy Airport  
Eastern Airlines 66-os járata B727-225  
113 halott 11 túlélő**

A gép 150 m magasságban nagyon erős esőbe került. 90 m-en a levegőhöz viszonyított sebesség 7 másodperc alatt 30 km/h-val csökkent, majd olyan erős leáramlásba került, amelyben képtelen volt magasságot tartani. A futópálya eleje előtt körülbelül 2,5 km-re erős szembeszéllel találkozott, mely a siklópálya fölé emelte, majd erős leáramlásba került, mely a földig nyomta. A gép szárnya a leszállópálya végétől 736 m-re leborotvált néhány lámpát a bevezető fénySORból, majd még körülbelül 300 m-t csúszva darabokra tört.

# A Kennedy-repülőtéri baleset ábrája

**EASTERN 66 (727)**

BASED ON EXHIBIT 13-D

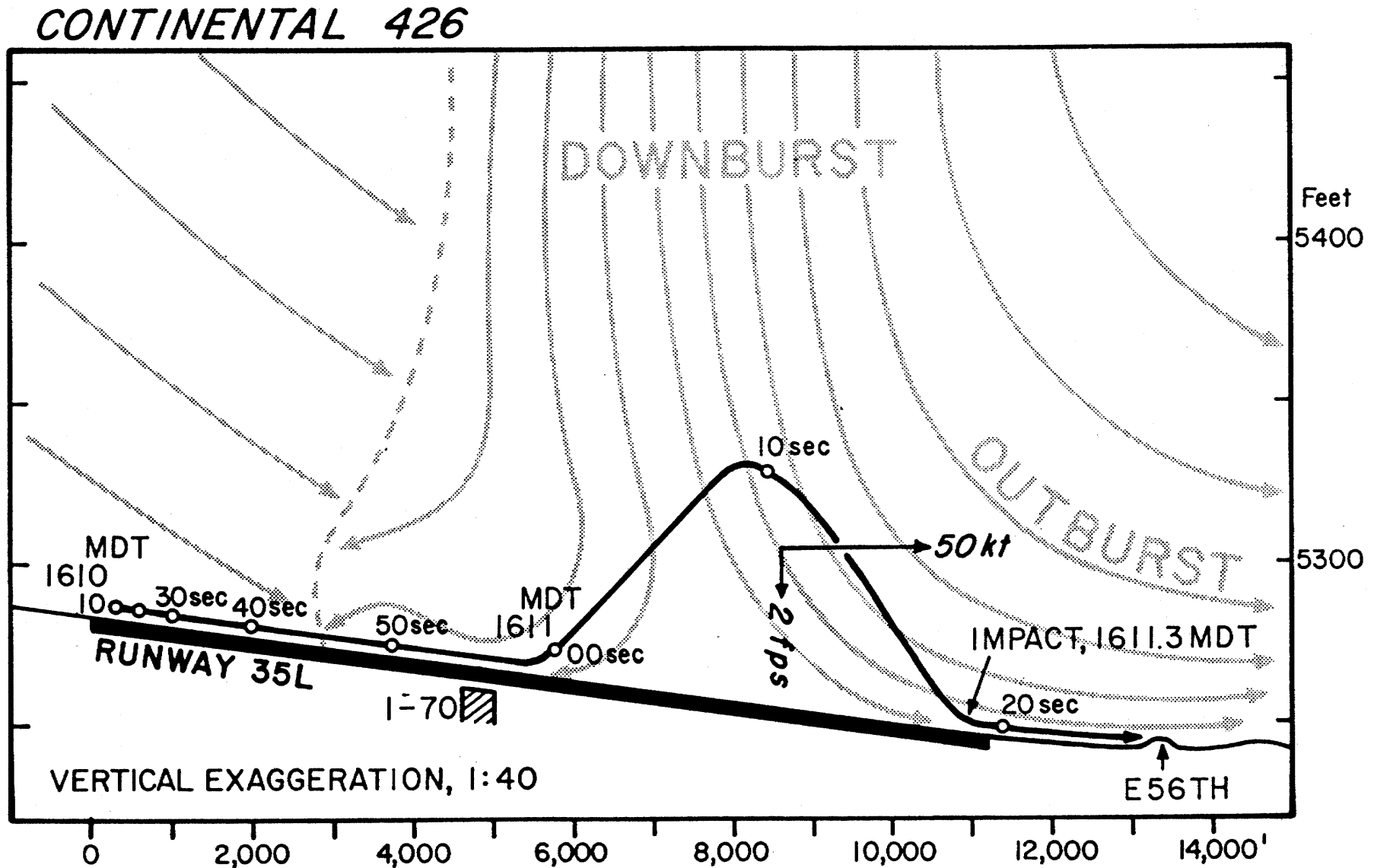


# **1975. 08. 07. – Denver – Continental Airlines 426-os járat B727-224 15-en súlyosan, 119-en könnyen vagy egyáltalán nem sérültek**

**A 16 óra 10 perckor induló repülőgép esőben szállt fel, maximális tolóerőt használva. A gép szembeszélben szállt fel, majd 30 m-es magasságban erős leáramlási zónába jutott és hirtelen sebességet veszített. Ekkor a levegőhöz viszonyított sebessége 5 másodperc alatt 70 km/h-val csökkent, ami 4 m/s<sup>2</sup> negatív gyorsulásnak felel meg. A pilóta megpróbált sebességet gyűjteni, de közben hátszélbe került, ami további sebességcsökkenést okozott. A gép a pálya végétől 120 m-re a földnek ütközött, majd 600 m-t csúszva megállt az egyik denveri utca végénél.**

**A repülés-szimulátorokba azóta be lett építve a Cb felhőben, illetve a Cb alatti repüléskor bekövetkező szélnyírás.**

# A denveri baleset ábrája



# 1988. 08. 24. New Orleans – TACA 110-es járata B737-3T0 45 túlélő

- A repülő leszálláshoz készülődve jégesőbe került. Az alapjáraton üzemelő motorokban a turbinák nem tudták a vizet kinyomni a kiürítő nyíláson, a motor túlmelegedett és leállt. A repülő siklórepülésben, sértetlenül leszállt egy füves területre, senki sem sérült meg.
- A motor vízkiürítő nyílásait azóta megnagyobbították.

A „jó” leszállás az, ami után saját lábon elhagyható a gép.

A „nagyszerű” leszállások pedig azok, amelyek után a gép tovább használható.



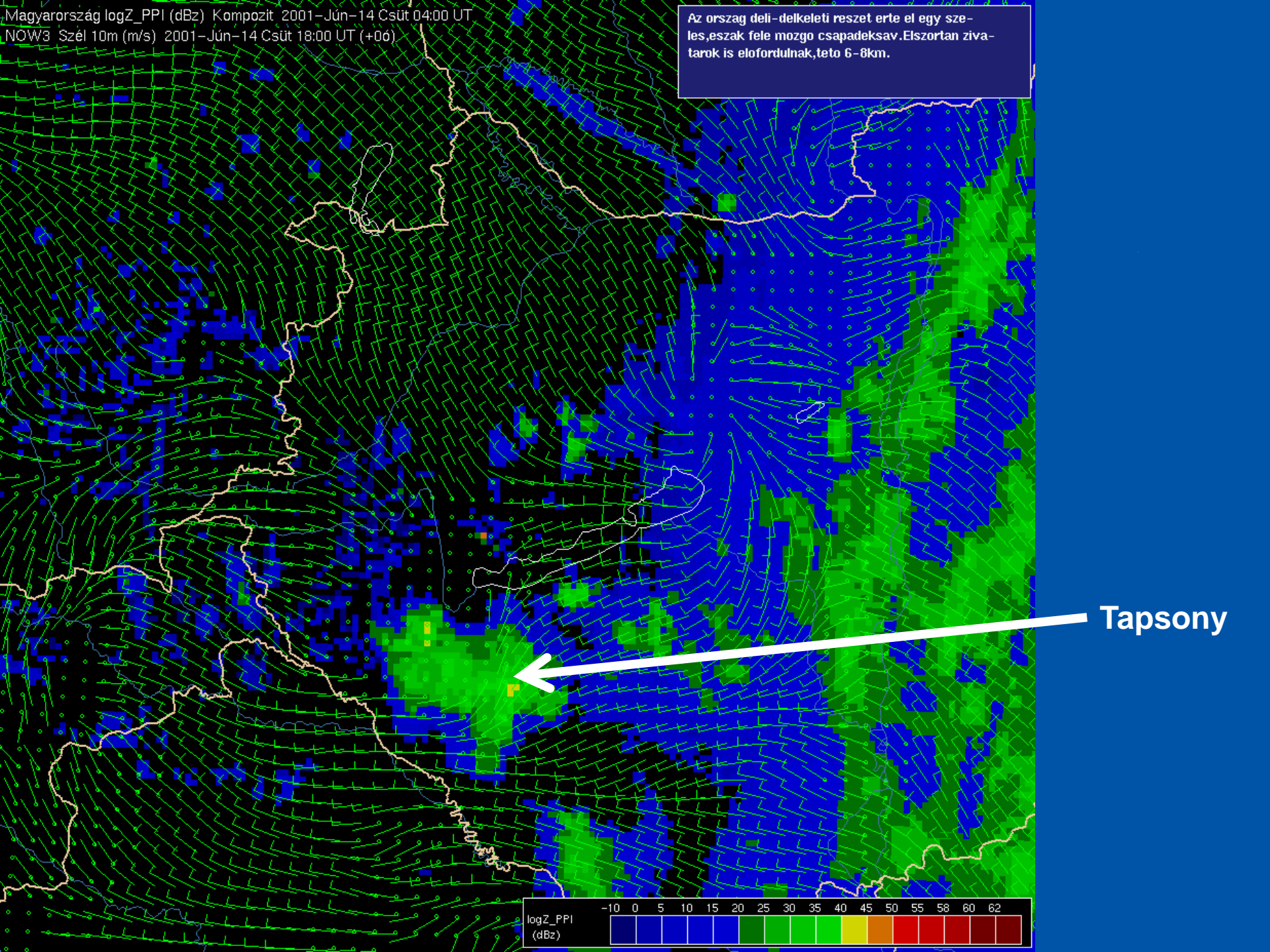
# Néhány zivatarral kapcsolatos magyarországi repülőbaleset

**1999. augusztus 20 – Dunakeszi repülőtér** – A repülőgépet a hangárba kísérő két ember mellett villám csapott le (pozitív villám), mindketten belehaltak.

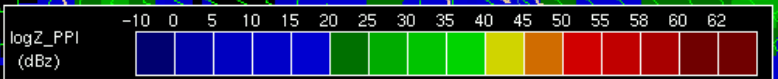
**2001. június 14. – Tapsony** – Egy Zágrábból Budapestre tartó Cessna-210-es repülőgép zivatarba került, és Tapsony térségében lezuhant. Hat fő veszítette életét, köztük a Synergon Informatikai Részvénytársaság elnöke-vezérigazgatója, Gyurós Tibor, valamint a cég vezérigazgató-helyettese, Lakatos Levente és két igazgatósági tag, Felkai András és Völgyes Iván, valamint a pilóta, Gittinger Péter.

Magyarország logZ\_PPI (dBz) Kompozit 2001-Jún-14 Csüt 04:00 UT  
NOW3 Szél 10m (m/s) 2001-Jún-14 Csüt 18:00 UT (+06)

Az ország déli-delkeleti részét érte el egy széles,észak fele mozgo csapadeksav.Elszortan zivatarok is elofordulnak,teto 6-8km.



Tapsony





# Milyen veszélyeket okoz a repülésnek a csapadék?

A hulló csapadékelemek megtörik, elnyelik illetve visszaverik a fényt, emiatt jelentősen csökkenthetik a látástávolságot. Ez elsősorban a kisebb, látva repülést végző repülőgépekre lehet veszélyes, illetve olyan repülőtereken a nagyobb utasszállító gépekre is, ahol a repülőtér nincsen felszerelve automatikus leszállást lehetővé tévő berendezésekkel.

Azonos csapadékintenzitás esetén legjobban a havazás, illetve a hófelszínre hulló (meleg  $>0^{\circ}\text{C}$ ) eső tudja csökkenteni a látástávolságot.

# Milyen veszélyeket okoz a repülésnek a csapadék?

A futópályára hulló csapadék összefüggő vízfelületet, jégfelületet vagy hóréteget hozhat létre, ezáltal csökkenti a repülőgépek fékhatását, megnövelik a leszálláshoz vagy felszálláshoz szükséges úthosszt.

Csapadék esetén a legtöbb nemzetközi repülőtéren a téli időszakban (van, ahol nyáron is) 15 percenként mérik megfelelő géppel a fékhatást, illetve a futópályát borító víz/hó/jégréteg vastagságát. A legtöbb légitársaságnál meg van határozva, hogy az adott repülőtérre milyen fékhatás esetén szállhat le a gép biztonságosan.

# Milyen veszélyeket okoz a repülésnek a csapadék?

A felhőben való repüléskor vagy a csapadékban való repülés esetén gyakran jegesedik a repülőgép. A jegesedés növeli a gép súlyát, illetve a vezérsíkokra (szárnyra) rakódó jég csökkenti a felhajtóerőt és a gép kormányozhatóságát.

A nagyobb utasszállító gépek általában a jegesedési zóna fölött (11-12000 m) repülnek, így csak le/felszállás közben, illetve a repülőtéren várakozás idején találkozhatnak jegesedéssel, azonban a kisebb repülőgépek (<40 fő) gyakrabban repülnek felhőben.

Az előrejelzésekben már jól meg van határozva a felhőbeli jegesedés intenzitása, így a pilóta tud vele számolni. Felszállás előtt, csapadékos időben ellenőrzik a gépeket, és esetenként, ha szükséges jégtelenítik is őket.

Legerősebb jegesedés a zivatarfelhőkben (Cb – erős/extrém), illetve ónos esőben (FZRA – erős/extrém), és tornyos gomolyfelhőben (Tcu – erős) fordul elő, de ritkán esőfelhőben (Ns – közepes/erős) illetve havazásban/havas esőben (SN, RASN – közepes/erős) is. A többi felhőtípusban általában gyenge vagy közepes jegesedésre kell számítani.

# Milyen veszélyeket okoz a repülésnek a csapadék?

A felhőkben függőleges irányú, különböző sebességű le- és feláramlások vannak, amelyek egymással és a vízszintes irányú alapáramlással kombinálódva szélnyírást vagy turbulenciát hozhatnak létre. Ez megnehezítheti, esetleg lehetetlenné teheti a gép irányítását a pilóta számára. A repülőgépnél kisebb méretű turbulenciák általában rázkódást okoznak (mintha macskaköves úton menne a gép), a repülőgéppel azonos nagyságú turbulenciákban dobálás, forgás, zuhanás, le- föl ugrálás, hullámvasút-hatás jelentkezhet, míg a gépnél lényegesen nagyobb turbulenciák legfeljebb kisebb rázkódást okozhatnak. Tehát a legveszélyesebbek a géppel azonos nagyságú turbulenciák, amelyekben extrém esetben 6-10 G gyorsulás is felléphet.

A legtöbb felhőben általában csak gyenge vagy közepes turbulencia fordul elő, de a zivatarfelhőkben (Cb) és a tornyos gomolyfelhőkben (TCu) erős vagy extrém turbulencia is kialakulhat. Mivel a zivatarfelhők pontos helye nagyon nehezen határozható meg órákkal előre, ezért a nagyobb utasszállító gépek többsége fel van szerelve fedélzeti radarral, amelynek a segítségével az esetek többségében el tudja kerülni a zivatarfelhőket.

Európában a legtöbb ország (kivéve pl Albánia, Liechtenstein, Andorra, San Marino, stb.) rendelkezik saját radarrendszerrel, illetve sok országban villám detektáló rendszer is található, így a légiirányítás a kisebb gépeket is át tudja irányítani, hogy ne találkozzanak a zivatarfelhőkkel.

# Milyen veszélyeket okoz a repülésnek a csapadék?

## A zivatarfelhő további veszélyei

**Jégeső** – A jég súlyos károkat okozhat a gép burkolatában és az ablakokban. A zivatarfelhőtől 7 km-es távolságban is találkozott már repülőgép a felhőből származó jégdarabbal!

**Villámlás** – A villám által okozott elektromágneses sugárzás megzavarhatja a gép elektromos berendezéseit (GPS, számítógép, stb.), átmenetileg leállíthatja a vezérlést. Ez le- és felszállásnál lehet veszélyes. Emellett a villám felgyújthatja az üzemanyagot, ezért zivatar idején nem szabad a gépeket tankolni a repülőtéren.

**Downburst** – A zivatarfelhőkben kialakulhat úgynevezett „lezúdulás”, ami a le- és felszálló gépeket hozzácsaphatja a kifutópályához.

**Tornádó** – A zivatarfelhőben kialakulhat tornádó tölcser, ami elsősorban az USA-ban gyakori, és okozhat komoly veszélyt.

**Gust front** – A felhőtől távol is kialakulhat a talaj közelében turbulencia, ami elsősorban a kisgépeket (mezőgazdasági, turista repültetés) veszélyezteti.

# Jégeső és repülőgép találkozása



# A repülésre komoly veszélyt jelentő csapadékok kialakulása

## Az ónos eső kialakulása



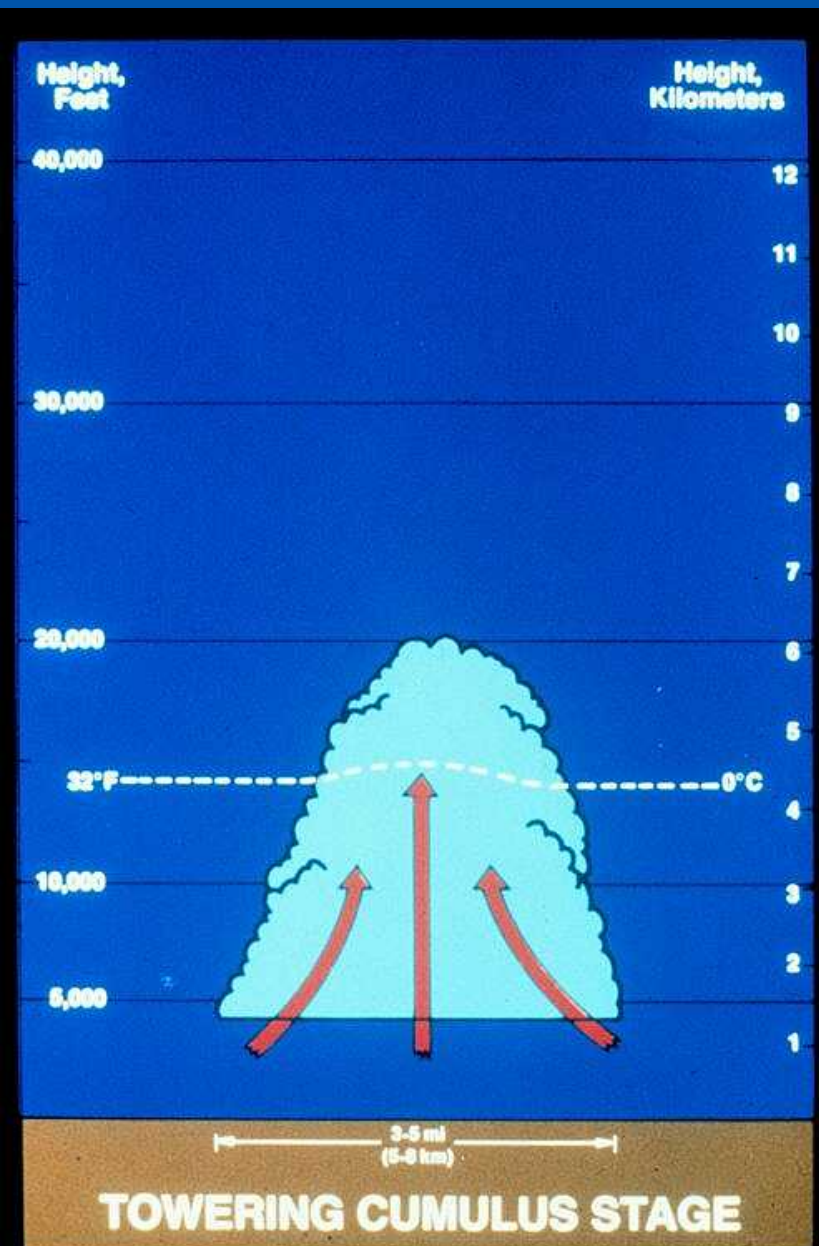
# **A repülésre komoly veszélyt jelentő csapadékok kialakulása**

## **A konvektív viharok kialakulása**

- 1. Egycellás – multicellás zivatarok kialakulása**
- 2. Tölcsérfelhő, tornádó kialakulása**
- 3. Vonalba rendeződött zivatarok – instabilitási vonal**
- 4. Szupercellák és Mezőléptékű Konvektív Rendszerek**
- 5. Trópusi ciklonok**

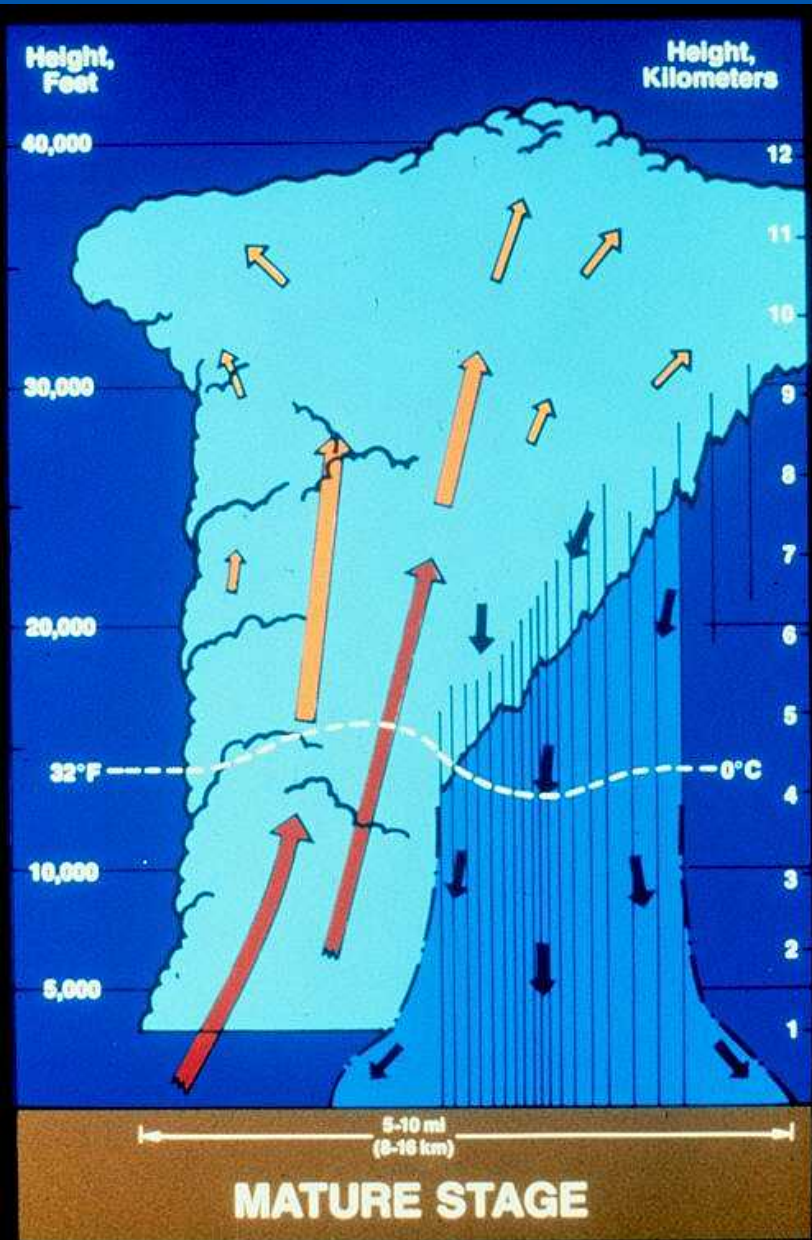


# Fejlődési (gomolyfelhő) szakasz



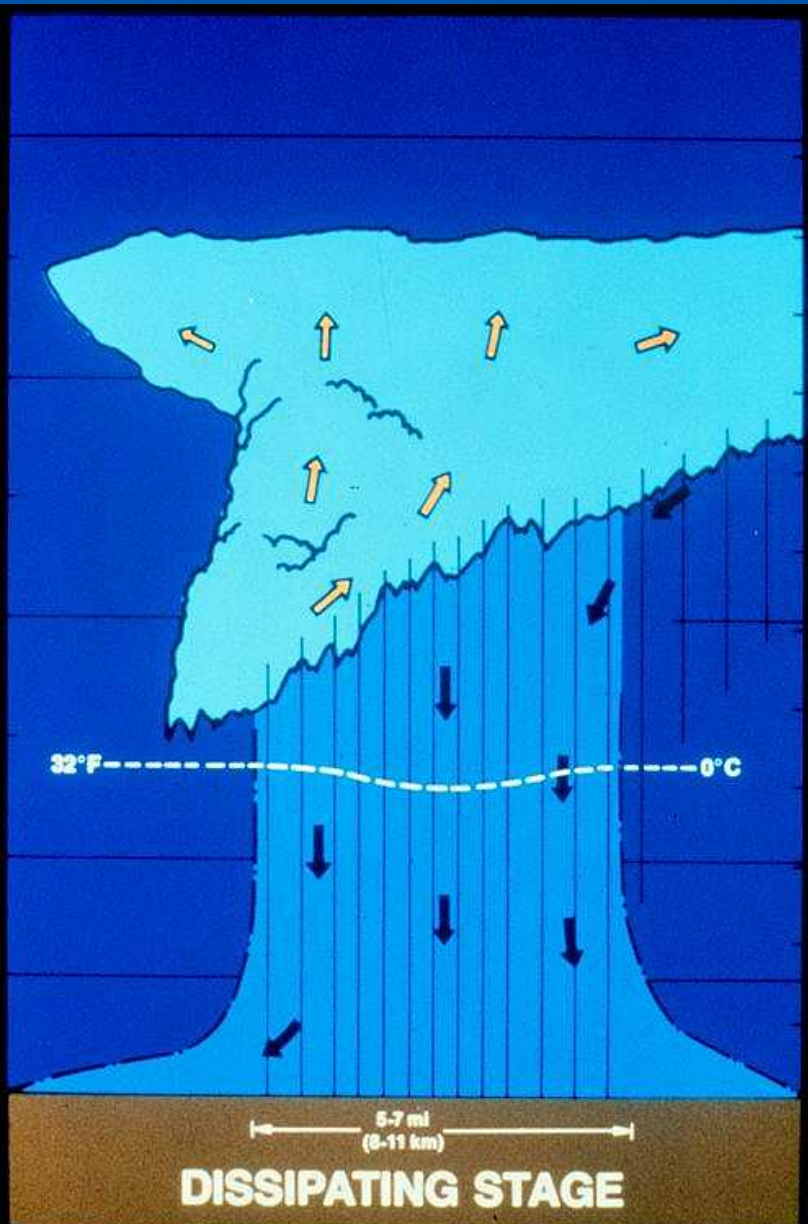
A talaj felől meleg levegő áramlik a magasba (napsütés, konvergencia vonal vagy a frontálzóna emelése miatt). A levegőben lévő vízgőz lehűl, és kondenzálódik.

# A kifejlett állapot



A zivatarfelhő egyik oldalán intenzív feláramlás, míg a másik oldalon intenzív leáramlás, és heves csapadék figyelhető meg. Az egymás közelében előforduló gyors le- és feláramlásokban a különböző felhőelemek (jég, esőcsepp, stb.) súrlódnak, valamint a megfagyó (belül negatív, kívül pozitív töltésű) esőcseppek szétrobbannak, és ezek a folyamatok elektromos töltést hoznak létre. Emiatt jönnek létre a villámok.

# Leépülési (disszipációs) szakasz



A felhőbe már nem jut a talajról meleg levegő, megszűnik a felhő elektromos tevékenysége, gyengül a csapadék intenzitása, eláll a csapadék.

# Az egycellás zivatar előre jelezhetősége

- Az a 2-4 megyényi terület, ahol egycellás vagy multicellás zivatar (megfelelő szélnyírási viszonyok esetén az elsőnek kialakult zivatarfelhő előtt a kifutószél hatására további zivatarok alakulnak ki, a fejlődés más-más fázisában) kialakulhat általában 3-24 órára jelezhető előre.
- Az egycellás zivatar pontos helye 0-30 perccel a kialakulása előtt lehetséges.

# A zivatarokhoz kapcsolódó veszélyes jelenségek

1. Villámlás
2. Gyakran erős-viharos, néha orkánerejű szél
3. Ritkán tornádó (tuba, tornádó, tromba)
4. Kisebb-nagyobb jégszemcsék (jégdara, jégeső)
5. Esetenként igen heves csapadék – felhőszakadás (látásromlás)
6. A felhőben igen erős turbulencia, jegesedés és downburst (lezúdulás) (repülőgépekre veszélyes)

**A villám feszültsége:  
Áramerőssége:**

**100000-200000 Volt  
10000-100000 Amper**



**Villámok Budapest felett – 2016.05.30. 01 óra**

**Fotó: Kolláth Kornél**

Fotó: Csorvási Mihály



2013. május 12. Tornádó Órön  
2013. május 11. Jégeső Szegeden

[www.delmagyar.hu](http://www.delmagyar.hu)



Fotó: Papdi Balázs



**Legnagyobb jégeső szemcse:**

**átmérő: 17.8 cm, terület: 47.6 cm – Aurora – USA – Nebraska – 2003. VI. 22.**

**átmérő: 20.0 cm, terület: 47.3 cm, Súly: 0.88 kg – Vivian – USA – Dél-Dakota – 2010. VII. 23.**

**Súly: 1.02 kg – Gopalganj – Banglades – 1986. IV. 14. (92 ember halt meg a jégesőben)**

**Legtöbb jégesős nap egy évben: 113 nap – Kericho – Kenya – 1965.**



Jégszemcse  
Coffeyville

Teaföld Kericho mellett  
Fotó: Siegfried Modola



Jégszemcse – Vivian



Jégszemcse – Aurora

A gopalganji kollégium



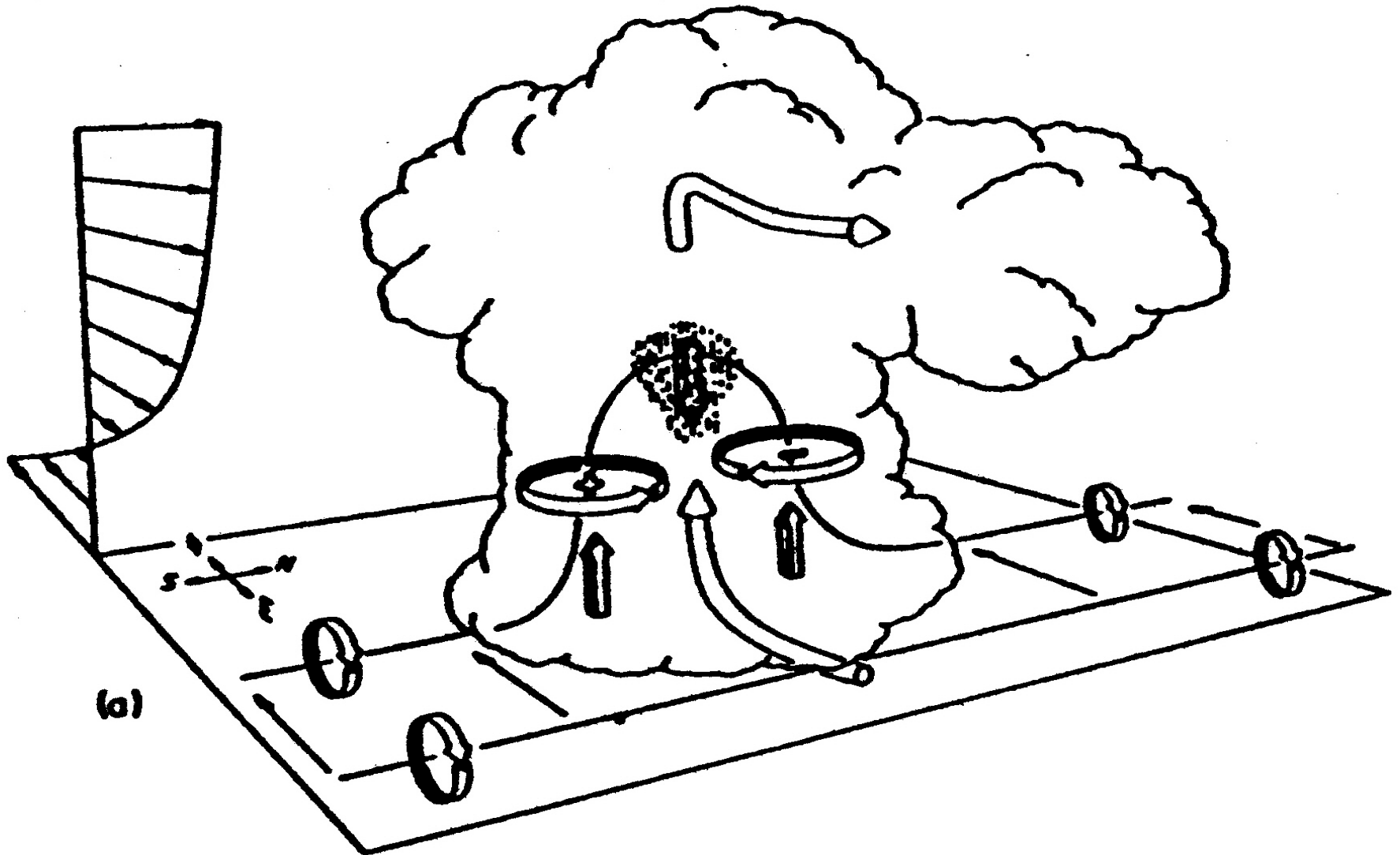
Technical school and college gopalganj

Photographer: Dr.N.H.Sarja [2010-10-23]

N.H.Sarja



# Forgó felhő kialakulása



**Tuba** – A forgó felhőtölcsér nem éri el a földfelszínt (tuba=cső – olasz)

**Tornádó** – A felhőtölcsér eléri a talajt, és onnan port, homokot kap fel (tornado=forgószél – spanyol)

**Tromba** – A felhőtölcsér eléri a vízfelszínt, és onnan vizet szív fel (tromba=víztölcsér – olasz)

# A tornádók előrejelezhetősége

- Azokat a területeket, ahol tornádó kialakulhat általában 6-24 órára lehet előrejelezni (USA), a tornádó pontos helye 0-15 perccel a kialakulása előtt lehetséges (USA).
- Európában nem foglalkoznak tornádó előrejelzéssel, mert itt sokkal ritkábbak és gyengébbek, mint az USA-ban.
- Magyarországon évente kb. 10-40 tuba/tornádó alakul ki.

# Tornádókhöz köthető rekordok

- **Legnagyobb szélesség: 484±32 km/h**

Bridge Creek, Oklahoma City (USA – Oklahoma) közelében mérte egy „DOW” típusú doppler radar – 1999. V. 3.

- **Legalacsonyabb légnyomás: 850 hPa**

Manchester közelében (USA – Dél-Dakota) észlelték – 2003. VI. 24.

# Felhőtölcsérek (tubák) Pag szigete felett Pag – Dalmácia – Horvátország



Fotó: Fövényi Attila

Fotó: „Ati13”



**Tornádó tölcsér Pétfürdőn (Veszprém) 2010. 05. 30-án**

# Instabilitási vonalak



## Keletkezésük, struktúrájuk:

- Fejlődő ciklon melegszeletorában alakulnak ki.
- Tulajdonságok:
- Hidegfront előtt alakul ki, de nem egészen párhuzamos vele (kb. 13 fokos eltérés).
- A vonal mozgása gyorsabb, mint a hidegfronté.
- Élettartama 3-6 óra, de néha 24 óra is lehet, ezalatt több 100 km-t tesz meg.
- Kísérőjelenségek:
  - Intenzív zápor, zivatar, amely 10-20 percig tart.
  - Kb. 30 percig tartó szélugrás.
  - A maximális szélökések 1-2 perc időtartamra koncentrálnak (35-37 m/s-os ökések is lehetnek).
  - A nyomásugrás időtartama 5-10 perc.
  - 5-10 percig tartó hőmérsékletesés (akár 16-18 °C hőmérséklet csökkenés is bekövetkezhet).
  - Erős relatív nedvesség csökkenés (70 % - os csökkenés is előfordulhat).
- Az instabilitási vonal átvonulása után az összes elem visszaáll eredeti értékére.



## Az instabilitási vonalak előrejelezhetősége

- Az a terület, ahol instabilitási vonal kialakulhat általában 6-72 órával előbb meghatározható, a pontos helye azonban csak 30-120 perccel a kialakulása előtt lehetséges. A kialakulása után a vonal mozgása 2-6 órára előre viszonylag jól megadható.
- A repülésre igen veszélyesek, de a legtöbb esetben kerülhetők fedélzeti radar vagy a légiirányítás segítségével, vagy a le- és felszállás késleltetésével.



## Szupercella és MKR



Olyan nagy kiterjedésű, viszonylag hosszú életű zivatar, melynek magja forgó mozgást végez. A szupercellás zivatar bármelyik heves időjárási eseményt képes produkálni, így előfordulhat benne nagy méretű (2 cm-nél nagyobb átmérőjű) jég, felhőszakadás (30 mm/óránál nagyobb intenzitású csapadék), heves szélrohamok, sőt akár tornádó is. A szupercelláknak több vizuális ismertető jegye is van. Ilyen például amikor a szupercellás zivatar felhőalapjánál jól látható forgást észlelünk.

Amennyiben több szupercella összekapcsolódik, és egy közös mag körül végez forgást, mezoléptékű konvektív rendszerről – MKR – beszélünk, amely akár 50-200 km átmérőjű is lehet.



# A szupercella és az MKR előrejelezhetősége

- A szupercellák kialakulásának a területe 3-12 órával előbb lehetséges, a pontos helyük azonban csak 0-60 perccel a kifejlődésük előtt határozható meg. Amennyiben kialakultak, a mozgásuk 30-90 percre előre jól meghatározható.
- Az MKR területe 3-24 órával előre jelezhető, a pontos helye 30-120 perccel előtte lehetséges. A kialakulását követően a mozgása 60-180 percre előre viszonylag pontosan meghatározható.
- A repülésre rendkívül veszélyes, van, amikor kerülhető a fedélzeti radar vagy a légiirányítás segítségével, de van, hogy halasztani kell a le- vagy felszállást.

**Szupercellás falfelhő Mezőkövesden 2010. 06. 14. Fotó: „Baggins”**



**Mezoléptékű konvektív rendszerhez  
kapcsolódó zivatar Pag szigetén  
Pag – Dalmácia – Horvátország**



04 8 26

A rendszer közepén, Boszniában 200 mm feletti csapadék hullott **Fotó: Fövényi Attila**

# Görgőfelhő instabilitási vonal előtt Petrčaneban Petrčane – Dalmácia – Horvátország



11 8'02

Fotó: Fövényi Attila

X.: 136.00  
Y.: 300.00

MIN: -7.00  
MAX: 59.50

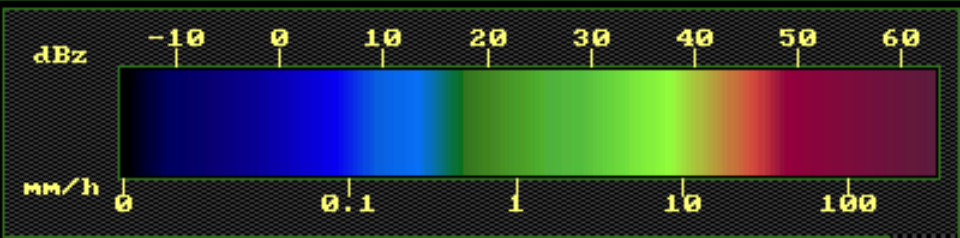
# Instabilitási vonal a hidegfront előtt Szupercellák keleten



COU: 72.19

AUE: 26.15

ORSZÁGOS 2001/08/10  
HYS: 1.8° 20:30:41  
Measur: -- -- B2 N2



# Trópusi ciklonok



Elméletileg a legveszélyesebb időjárási jelenség, de a repülésre kevésbé veszélyes, hiszen viszonylag pontosan előre jelezhető a középpontjának a helye, a ciklon erőssége, sugara.

Komoly veszélyt elsősorban a Távol-Keleten (Hong Kong, Taiwan, Japán, Fülöp-szigetek) és a Karibi térségben jelent. Ezeken a helyeken évente többször is be kell zárni a repülőtereket miattuk, illetve az ott lévő gépeket biztonságba kell helyezni a ciklonok átvonulásának az idejére.



# A trópusi ciklonok kialakulása

1. A meginduló konvekció során Cb tornyok kialakulása kezdődik, közben látens hő szabadul fel, a hőmérséklet a vertikális áramlás mentén az egész troposzférában lassan, de állandóan emelkedik, aminek hatására az izobár felületek a felső rétegekben felpúposodnak. A magasban így létrejövő horizontális légnyomás-különbség következtében a felső troposzférában megindul a levegő szétáramlása, tehát a képződő rendszer alján a légnyomás csökken, ami oda vezet, hogy az alsó rétegben erősödik a nedves levegő beáramlása.
2. Az alsó rétegben erősödik a beáramló levegő ciklonális cirkulációja, ami átadódik a felsőbb rétegeknek, és összefüggő ciklonális örvény épül ki a felső troposféra közepéig. Fent is kialakul egy gyenge alacsony nyomású mag, ahonnan a levegő radiálisan áramlik kifelé. Ahogy a rendszer be- és feláramló részében a ciklonális cirkuláció erősödik, a felső szétáramlás „karjai” egyre nagyobb ívben nyúlnak ki. A szétáramló gyűrű felett a levegő viszonylag hideggé válik, ezért a mag felső részében leszálló légmozgás indul meg.
3. Az áramlás egyre rendezettebbé válik, az alul beáramló levegő egyre messzebbről jön, a mag körül a nyomás gyorsan csökken, és a mag belsejében a leszálló légmozgás egyre lejjebb hatol. A leszálló levegő adiabatikusan melegszik, és a ciklon közepén egyre nagyobb felhőmentes „mélyedés” alakul ki, amit a ciklon szemének nevezünk. A szem körül levő felhőfal a „szemfal”. A szem levegője és a körülötte levő szemfal nedves levegője között kicserélődés indul meg.
4. A szem közepében erősödik a leáramlás, és a szem lehatol egészen a rendszer aljára, ezzel kialakul a rendszer időszakos egyensúlya.

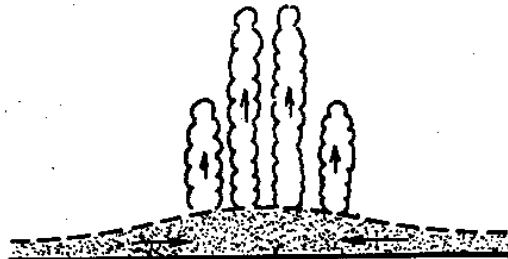


# A trópusi ciklonok kialakulása

I. stádium

nyomás növekedés

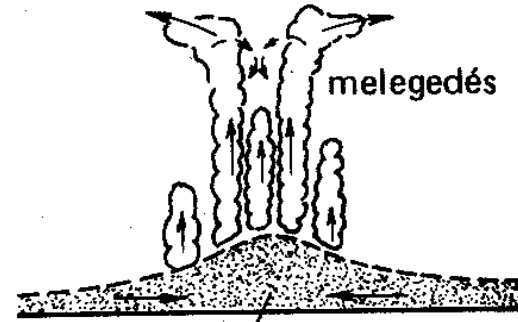
melegedés



gyenge alacsony-nyomás

II. stádium

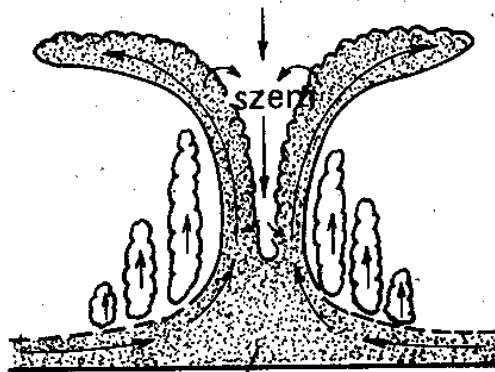
melegedés



nyomás esés

III. stádium

szem

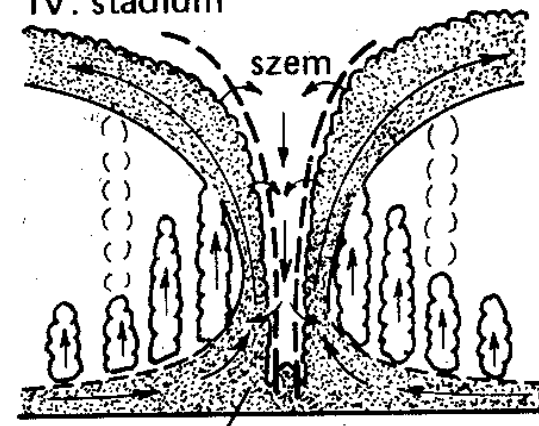


erős nyomáscsökkenés

IV. stádium

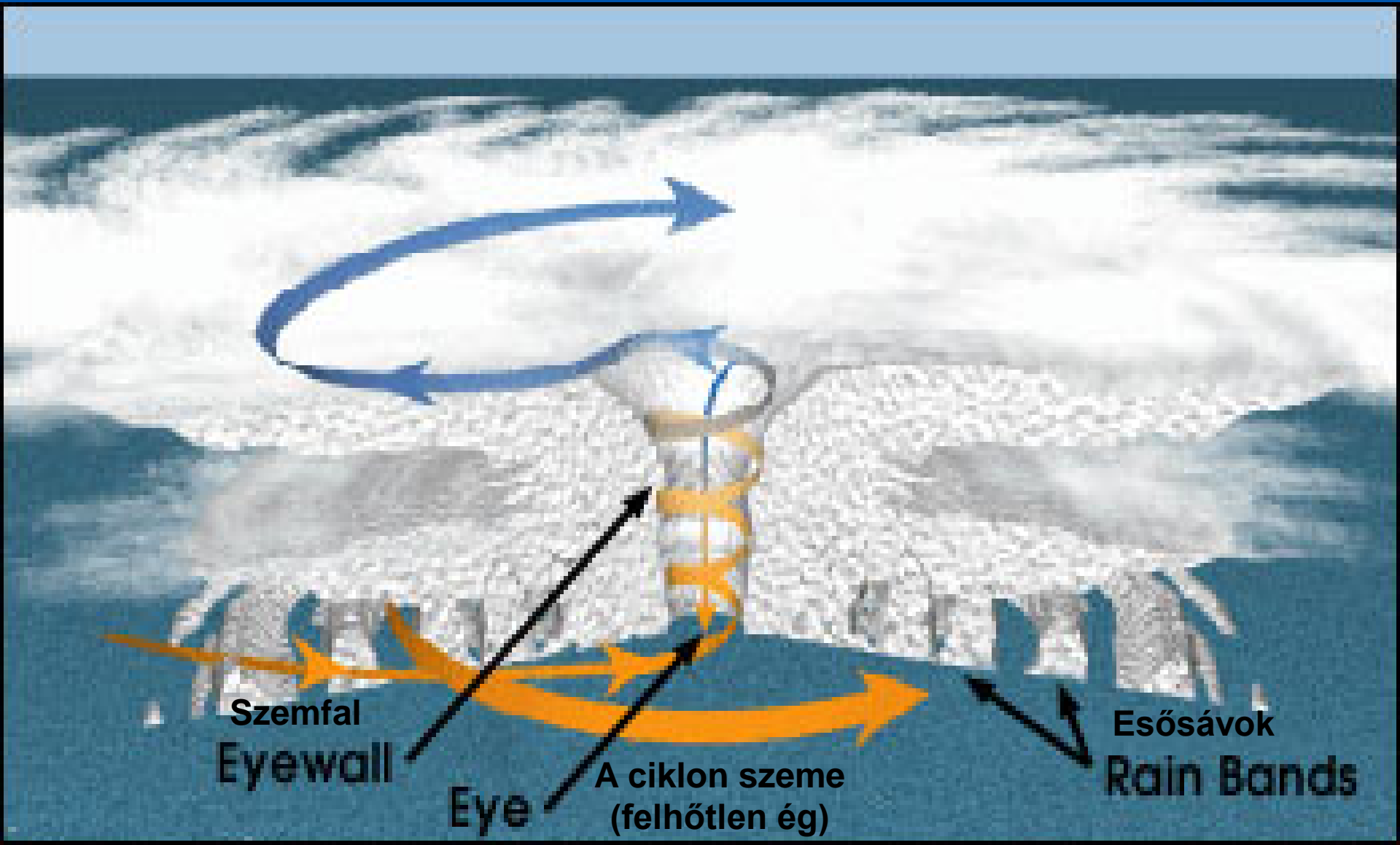
szemfal

szem

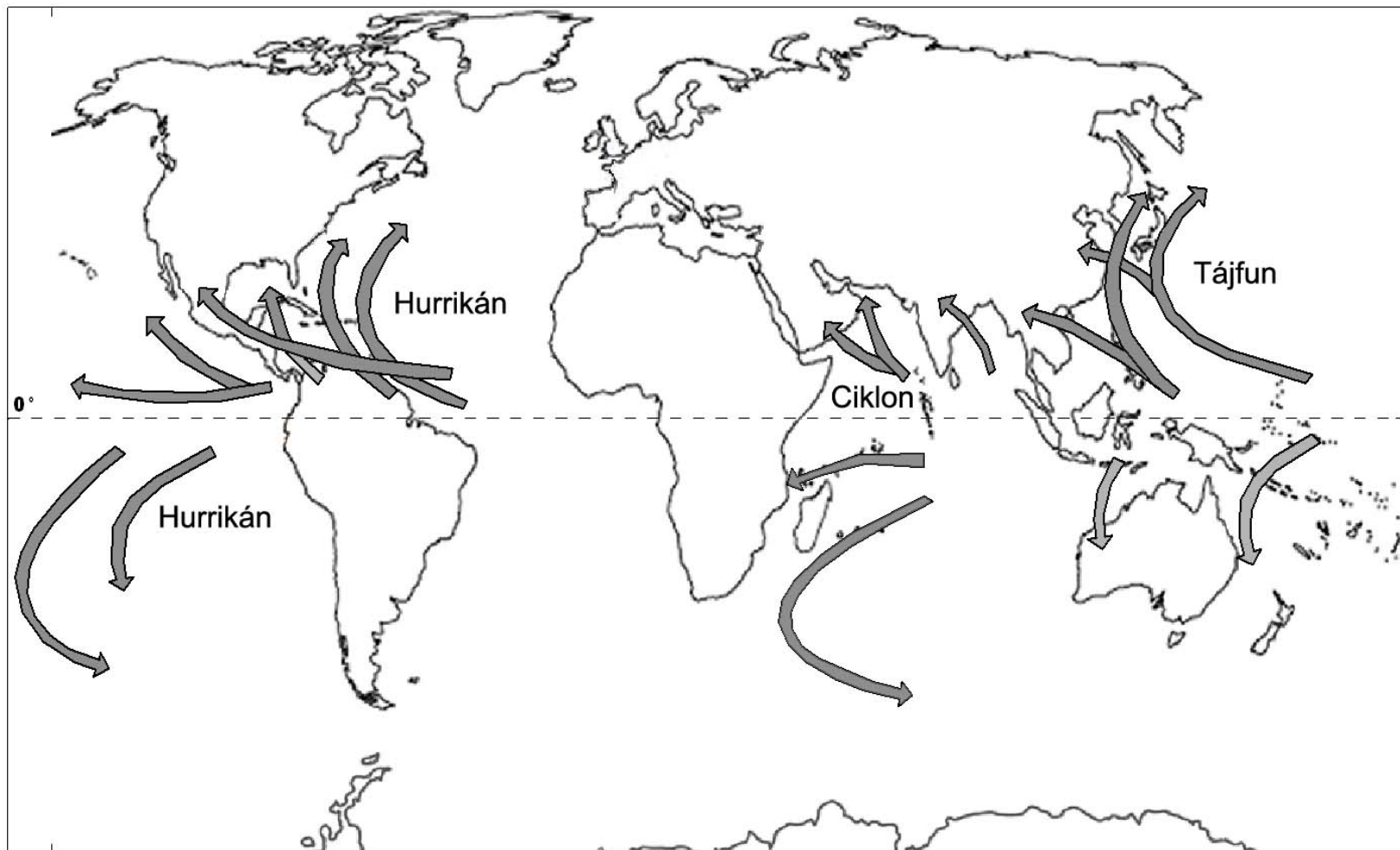


nagyon alacsony nyomás

# Áramlás a kifejlett trópusi ciklonban



# A trópusi ciklonok pályái





## A trópusi ciklonok regionális elnevezései

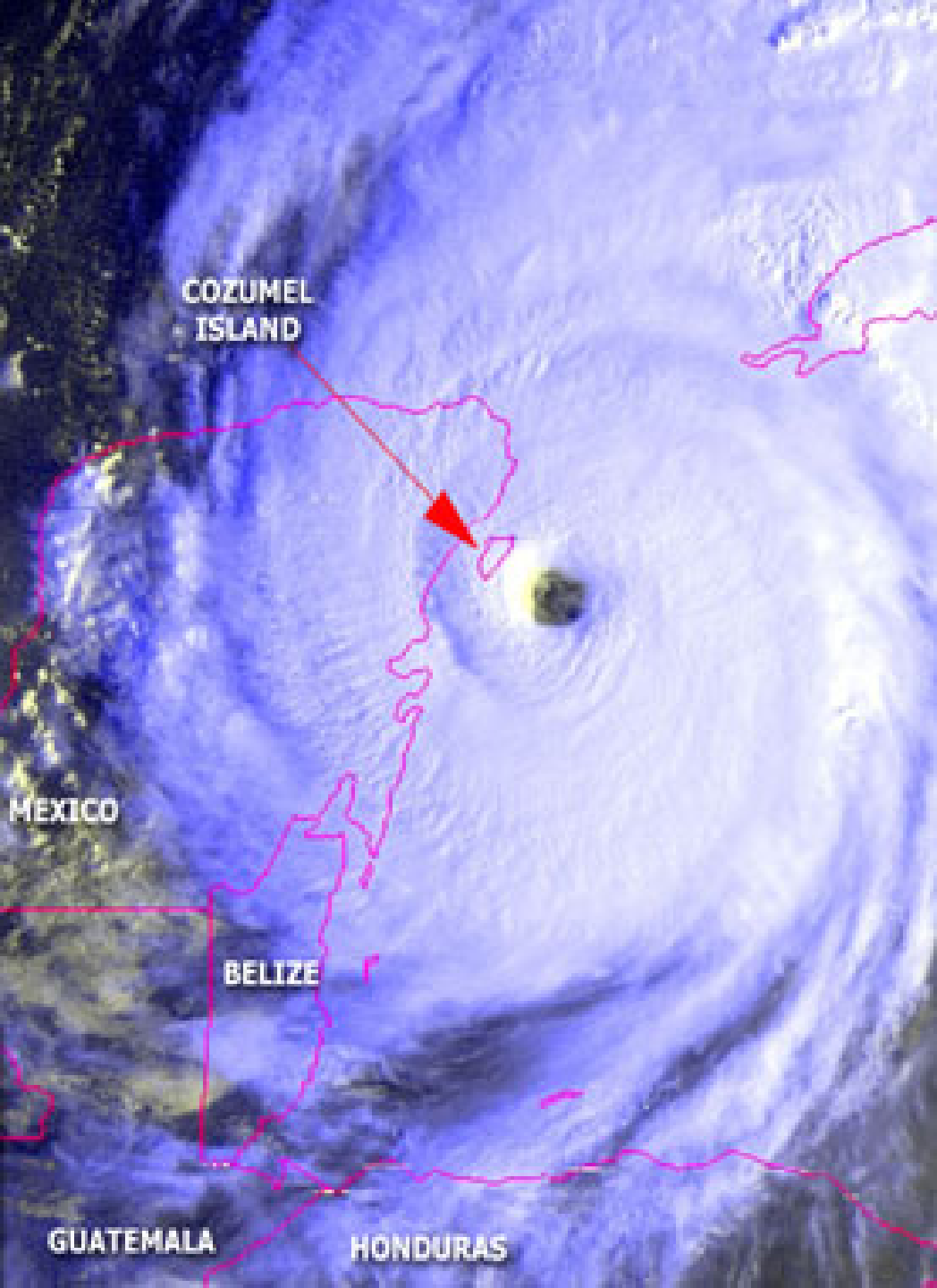
**Hurrikán** – Eredete: huracán – maja-kicse szó – jelentése: hatalmas esőcsepp – Később Huracán az Ég istene lett a maja indiánoknál. A majákkal kereskedő karibi indiánok átvették az Huracán nevet, de náluk a Pokol istene lett.

**Tájfún** – Eredete: tai fung, tai feng – kínai kifejezés – jelentése: nagy szél.

**Kami kaze** – Isteni szél – amikor Kublai (Kubiláj) kán 1281-ben megtámadta Japánt, egy hatalmas tájfún semmisítette meg a mongol-kínai hajóhadat. – A II. világháború óta a japánok is a tájfún kifejezést használják.

# A Wilma hurrikán a Yucatán-félszigetnél, Mexikóban

(Nyugati-félteke 24 órás  
csapadékrekordja)



# A Wilma hurrikán Floridában

Hurricane Wilma Eyewall

Miami Beach, Florida

October 24th, 2005

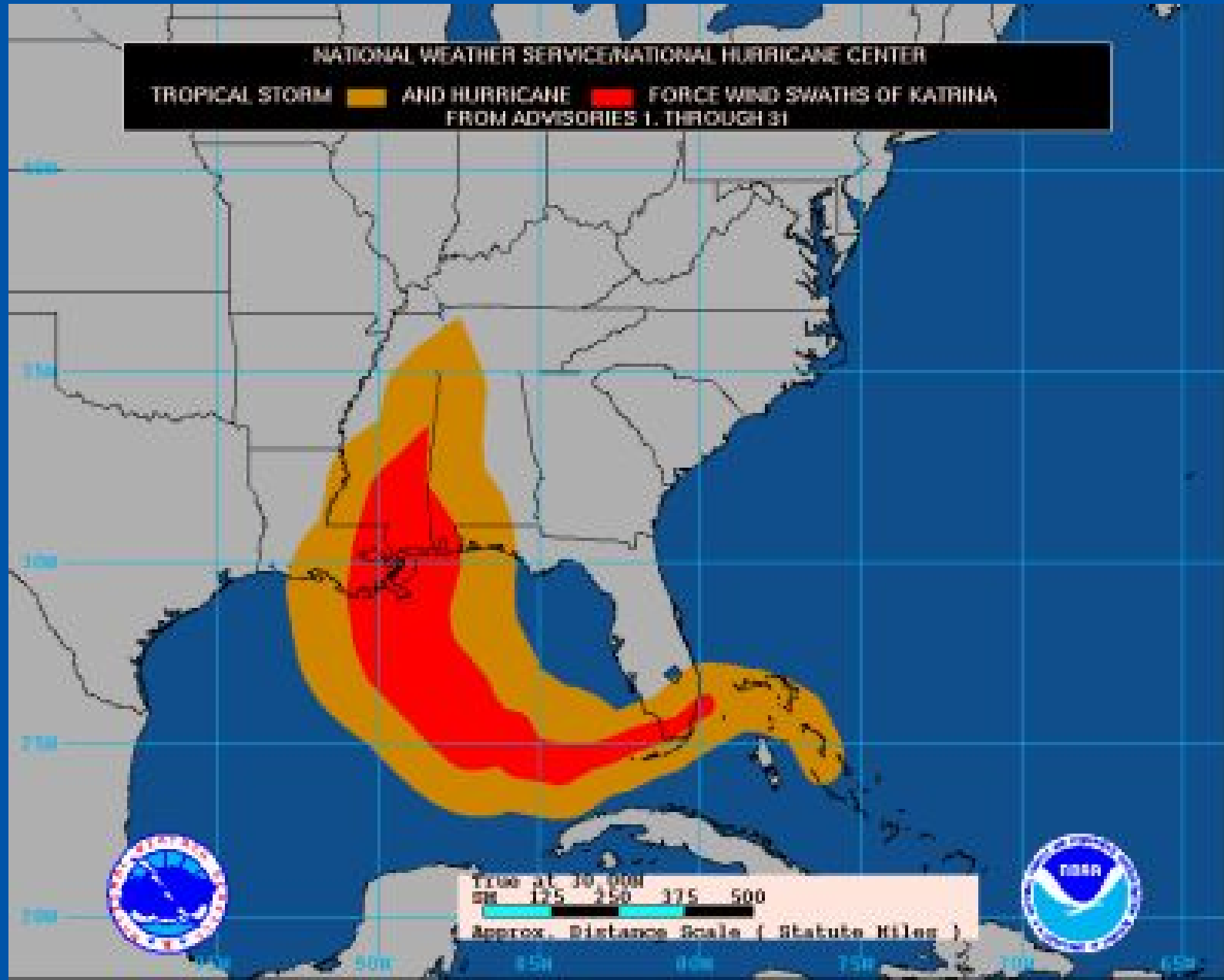




# New Orleans a Katrina után – 2005.



# A Katrina útja és a szél ereje







# A trópusi ciklonok előrejelezhetősége

- A trópusi ciklonok kialakulása általában 48-120 órával előre meghatározható, de néha csak 12-24 órával előtte lehetséges.
- A ciklonok mozgása, erőssége, fejlődése viszonylag jól előre jelezhető 3-10 napra, a partot érés pontos helye (20-50 km pontossággal) általában 12-48 órával előtte lehetséges.



# Trópusi ciklonokhoz köthető rekordok

**Nem tornádóban mért legalacsonyabb légnyomás: 870 hPa**

„Tip” szupertájfún szeme – 1979. X. 12. ( $16^{\circ}44'N$ ,  $137^{\circ}46'E$ )

**Szárazföldön (tornádón kívül) mért legalacsonyabb légnyomás: 892.3 hPa**

Craig Key (USA, Florida) – „Labor Day” hurrikán – 1935. IX. 2.

**A legnagyobb légnyomás csökkenés 24 óra alatt: 100 hPa (976/876 hPa)**

1983. IX. 22-23 – „Forrest tájfún” ( $18^{\circ}00'N$ ,  $136^{\circ}00'E$ )

**Legnagyobb (tornádón kívüli) szélesebség: 408 km/h (113.2 m/s)**

– Barrow Island ( $20^{\circ}49'S$ ,  $115^{\circ}23'E$ ) – Ausztrália – 1994. IV. 10. 10.55 UTC  
„Olivia” trópusi ciklon.



# Trópusi ciklonok csapadék rekordjai

12 óra	1170 mm	Grand-ilet	1980. I. 26.	Hyacinthe
18 óra	1589 mm	Foc-Foc	1966. I. 7-8.	Denise
24 óra	1825 mm	Foc-Foc	1966. I. 7-8.	Denise
48 óra	2466.8 mm	Aurère	1958. IV. 8-10.	No Name (Déli-félteke)
72 óra	3929 mm	Commerson	2007. II. 24-26.	Gamède
96 óra	4869 mm	Commerson	2007. II. 24-27.	Gamède
5 nap	4979 mm	Commerson	2007. II. 24-28.	Gamède
6 nap	5075 mm	Commerson	2007. II. 24-III. 1.	Gamède
7 nap	5400 mm	Commerson	2007. II. 24-III. 2.	Gamède
8 nap	5510 mm	Commerson	2007. II. 24-III. 3.	Gamède
9 nap	5512 mm	Commerson	2007. II. 23-III. 4.	Gamède
10 nap	5678 mm	Commerson	1980. I. 18-27.	Hyacinthe
11 nap	5941 mm	Commerson	1980. I. 17-27.	Hyacinthe
12 nap	6051 mm	Commerson	1980. I. 16-27.	Hyacinthe
15 nap	6083 mm	Commerson	1980. I. 14-28.	Hyacinthe

**Az összes felsorolt rekordot La Réunion szigetén mérték**

# Az OMSZ új Repülésmeteorológiai honlapja – [www.aviation.met.hu](http://www.aviation.met.hu)

**A honlapra regisztráció után lehet belépni!** Az adatokat az utolsó belépéstől számított 1 évig őrizzük meg, így egy esetleges baleset idején igazolni tudjuk a rendőrség vagy a légügyi hatóság felé, hogy a pilóta rendelkezett-e a megfelelő időjárási információkkal. **A honlap magyar és angol nyelven is elérhető, és az okostelefon rendszerekkel is (IOS, android) kompatibilis.**

A honlap egy része (repülésmeteorológiai táviratok, időjárási megfigyelések – szél, szélökés, hőmérséklet, harmatpont, relatív nedvesség, látás, felhőalap, radar képek – regionális veszélyjelzési térképek) ingyenesek, viszont más részeiért (alacsonyszintű szignifikáns térkép és a modellből készült automatikus előrejelzések – nulla fok magassága, termik alapja, termik emelés nagysága, Cu felhő mennyisége, szél- és hőmérséklet előrejelzések, gradiensek, hőlégballon és hullám előrejelzések, stb.) fizetni kell!

A regisztrált felhasználók száma **3400 volt 2018 elején.** Ebből **kb. 200 felhasználó külföldi.**

A magyar pilóta engedélyek száma kb. 5200, tehát kb. a pilóták 55%-a ismeri, és használja már a honlapunkat.

# Köszönöm, hogy meghallgattak

Dziękujê bardzo

Ďakujem

Благодаря

Благодарам

Labai ačiū

Danke schön

Спасибо

Спасибі

Obrigado

Dank u zeer

Merci beaucoup

Mulțumesc

Aitäh

Hvala lepo

Хвала лепо

Kiitoksia paljon

Liels paldies

Ευχαριστώ πολύ

Teşekkür ederim

Grazie

Grazzi

Takk

Tak

Tack så mycket

Muchas gracias

ありがとう ごやいもう Arigatou gozaimasu

谢谢 Xiè xie

شكرا جزيلًا Shokran Gazillan

## Thank you for your attention