

# Látástávolság előrejelzése az OMSZ Repülésmeteorológiai Osztályán

FÖVÉNYI ATTILA – KISS GYŐZŐ

ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT | 2022. NOVEMBER 17.

A MAGYAR TUDOMÁNY ÜNNEPE



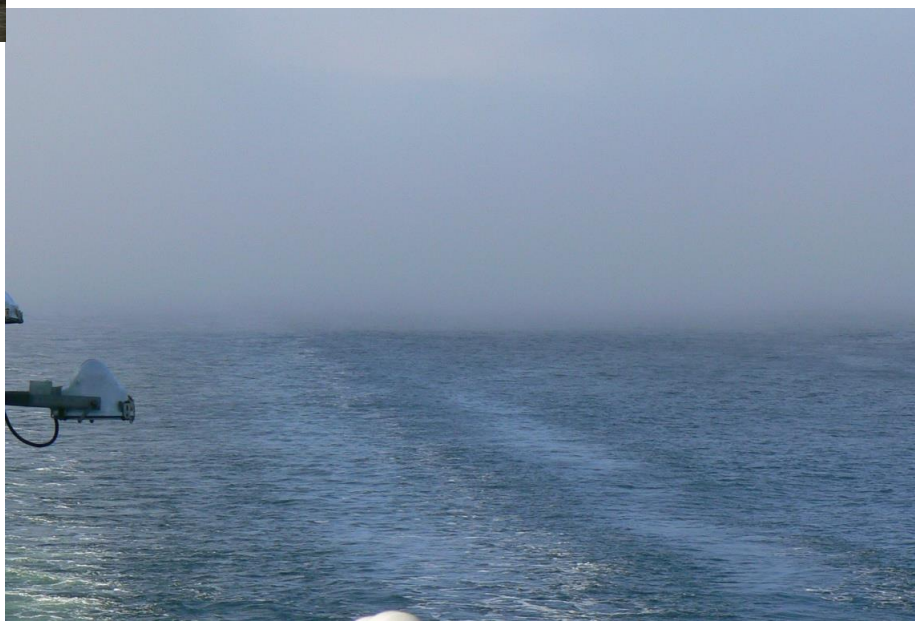
*Tudomány: út a világ megismeréséhez*



**Sztrátusz felhők „hegyi köd”  
Brassó fölött**

**Fotók: Fövényi Attila**

**Ködfal a Finn-öbölben**



**Parti köd – Taormina - Szicília**

# Látástávolság előrejelzése – Történeti áttekintés

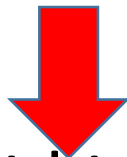
**1970-es évek végéig:** Csak SYNOP és TEMP adatok álltak rendelkezésre.

**1980-as évek végéig:**

GM 2.5 fok (250 km), LAM 1.25 fok (125 km)

Csak analóg műholdképek, (20-25 perc késés, 1 IR, VIS és WV sáv)

Éjszaka 23, 01, 02, 04 UTC-kor vizuális észlelések sem voltak az országban.



**A pára, köd előrejelzése – gyakorlati tapasztalat, statisztikai módszerek**

(Szepesy D. 1954; Tóth P. 1984; Adámy L. 1966-67; Hámori I. 1983; Bozóki I. 1987; H. Bóna M. 1986; R. Brown 1987; Z. Petkovšek 1992; D. Blaauboer et al. 1989, 1991)

**Az 1990-es évek közepe óta a modellek függőleges és vízszintes felbontása jelentősen javult, így alkalmassá váltak a látástávolság előrejelzésére is.**

Mary M. Cairns 1989; Wantuch F. et al. 1997; 2001, 2005, 2013; Fövényi A. 1999, 2001, 2003; J. Findlater 1985; D. Guadalia et al. 1994)

# Látástávolság előrejelzési technikák – Ferihegy 1980-as évek:

Este 11-kor az 50 baudos telexen lyukszalagra gépelünk 3 különböző TAF táviratot (1 baud=4 bit/s). Hajnal 2-kor kimegyünk ellenőrizni a látást.

**Torony fényei látszanak** (kb. 3200 m):

1-es számú TAF.

Torony nem, lámpasor vége igen (1500-1600 m):

2-es számú TAF.

Nem látszik a lámpasor vége:

3-as számú

Ha a legközelebbi lámpák (80-100 m) is rosszul látszanak:

Újraírás

**Másik tapasztalati módszer:**

Hidegpárna első 24-48 órája:

Köd,

Utána:

2-3 km,

4-5. naptól:

4-7 km

# Miért fontos a látástávolság előrejelzése a repülések számára?

Bár ma már vannak olyan műszerezettséggel rendelkező repülőgépek, amelyek megfelelő felszereltséggel rendelkező repülőtereken, megfelelően képzett pilótákkal akár „vakon” is képesek le- vagy felszállni, de a repülőgépek, pilóták, repülőterek döntő többsége nem ilyen.

Az elmúlt évtizedekben több súlyos repülőgép katasztrófa is a rossz látási viszonyokhoz kapcsolódott.

## 1977.03.27. – KLM és PAN AM B747-esek 583 halott, 61 túlélő

Tenerife repülőterén a PAN AM repülőgépe nem találta a ködben a futópályáról levezető gurulópályát. A KLM gépe megkezdte a felszállást, a tiltás ellenére. A PAN AM pilótája megpróbálta a gépet a fűbe vezetni, de a KLM gép 290 km/h sebességgel belecsapódott. A túlélők mindegyike a PAN AM gép elejében ült.



# A látástávolság előrejelzése

**A látástávolság csökkenésének okai:** csapadék elemek, aeroszolok, higroszkopikus magokon képződő pici vízcseppek (pára, köd), egyéb speciális jelenségek, (vulkáni hamu vagy a por-, homokvihar)

**A látástávolság repülőtéri előrejelzésére különböző módszerek léteznek:**

**30-120 perc:** A repülőtéri észlelésekből statisztikai módszerekkel (D, A, CRO, SLO, H). Tuba Z. 2018, Kardos P. et al 2018. („neurális háló” – 2021-ig működött), Jadran Jurković 2018, Andreas Lanzinger 2018, Marko Zoldoš 2018.

**6-24 óra:** Modell adatok és statisztikai módszerek kombinálásával

**Szlovénia:** ECMWF – LJJ-re, (Klemen Šavs, 2018)

**Magyarország:**

1. Wantuch Ferenc „döntési fa” módszere LHBP-re 2000-2011 között ECMWF-ből,
2. 6 magyar városra: Fövényi Attila módszere működött 2000-2013 Aladin-ból  
(Wantuch 2001, 2005 Fövényi 1997, 2001, 2003)

**Dél-Korea:** (Bang, C.-H., Lee, J.-W., Hong, S.-Y, 2008)

# A látástávolság előrejelzése

**A látástávolság területi előrejelzéséhez általában modell adatokat használnak:**

**Modellekbe épített** (ECMWF) **vagy adaptált** (WRF-Horváth Ákos) módszerekben a hidrometeorok (kondenzálódott víz/csapadékelem) koncentrációja (mg/kg) alapján határozzák meg a látástávolságot.

**Jók:** Csapadékos terület, Kisugárzási, sok esetben keveredési köd, valamint „hegyi köd”

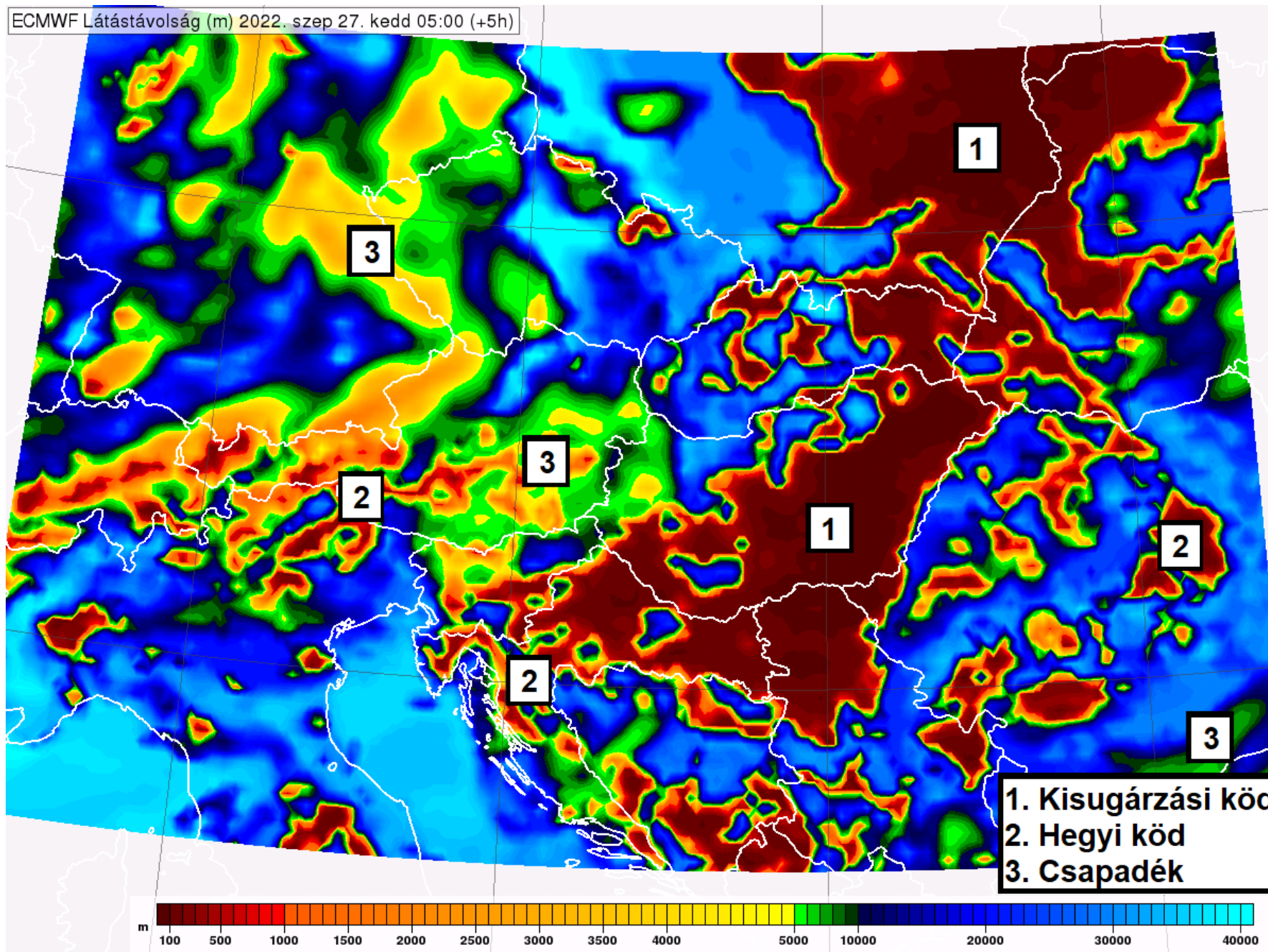
**Rosznak:** Páráság, másodfajú hidegpárna

**Ensemble használata** – javíthat, de csak 3-6 órás bontásban áll rendelkezésre

Ezeket a közvetlen modell látástávolság előrejelzéseket a kollégák csak tájékozódásra szokták használni.



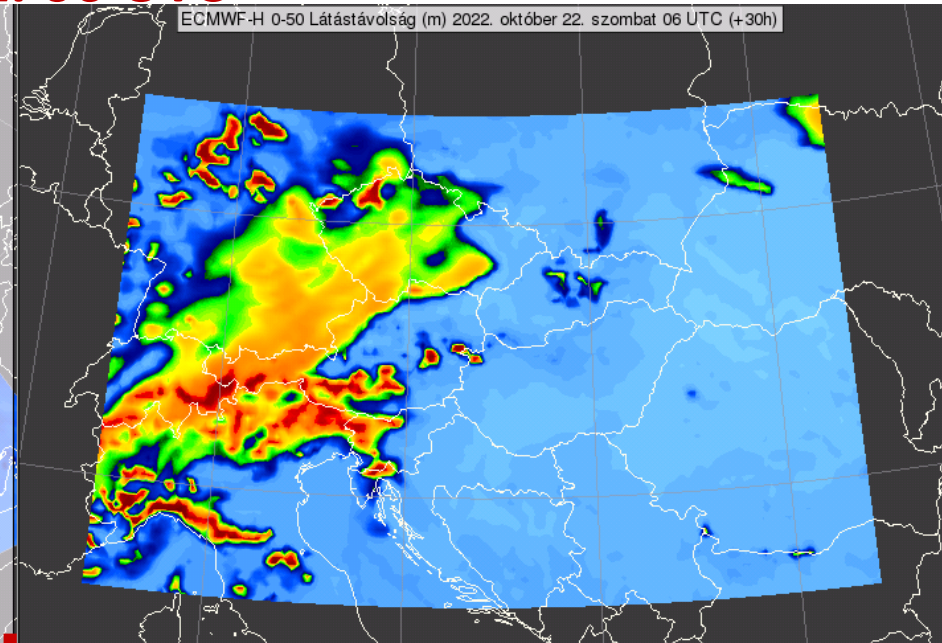
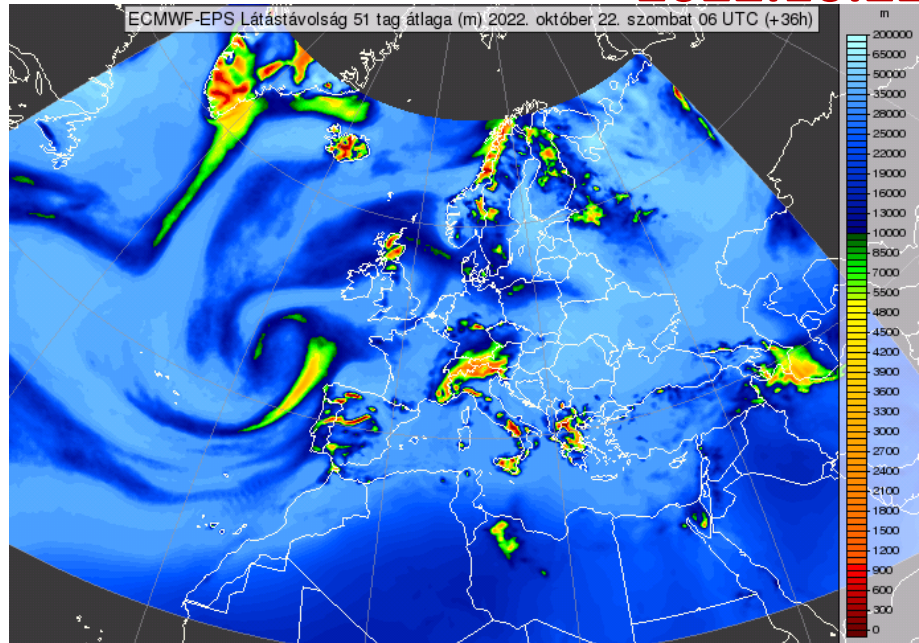
# A látástávolság előrejelzése – ECMWF operatív – 2022.09.27 05 UTC



# A látástávolság előrejelzése – ECMWF eps átlag, minimum, maximum, operatív

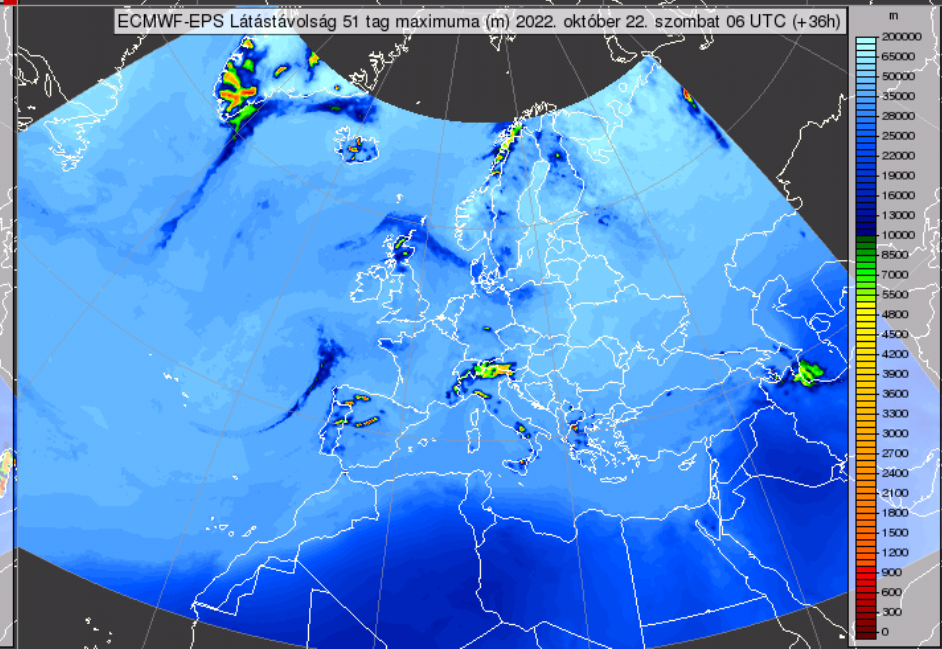
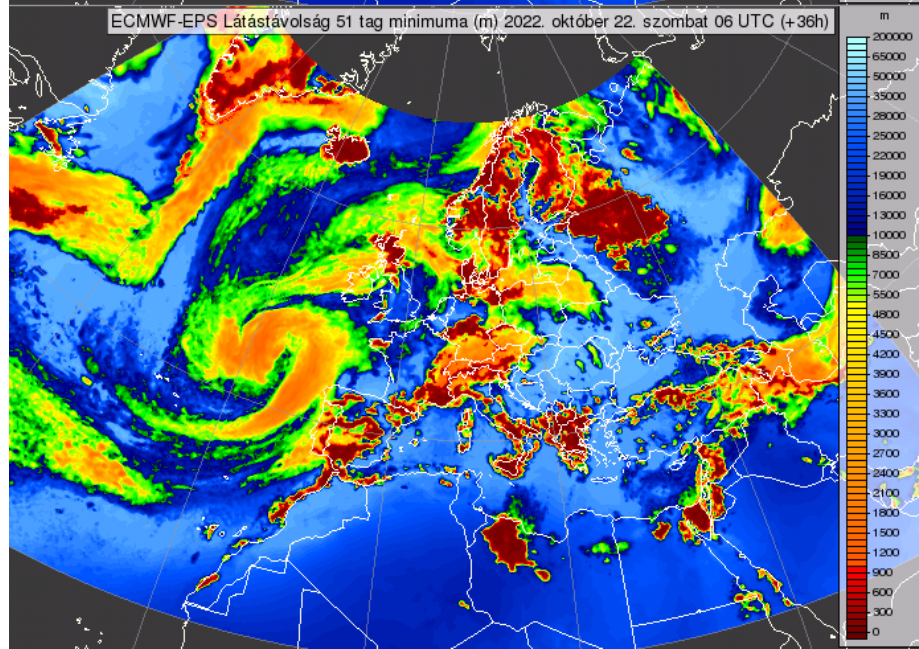
## 2022.10.22. 06 UTC

51 tag átlaga



operatív

51 tag minimuma



51 tag maximuma

# A látástávolság előrejelzése

A látástávolság területi előrejelzését az OMSZ RMO-n külföldi statisztikai módszerek és saját fejlesztések használatával biztosítjuk.

Ezek a modellek alapváltozóiból számolják ki a látástávolságot.

## Előnyük:

1. Olyan adatok használata, amelyek a legtöbb modellben hozzáférhetőek
2. Több modell előrejelzéseit összehasonlítva (vagy átlagolva) a szinoptikus pontosabban meg tudja határozni, hogy hol lesz rossz vagy jó a látás.

# A látástávolság előrejelzése – Külföldi statisztikai módszerek

## Relatív nedvességet használó módszerek

- **FSL (Forecast Systems Laboratory) módszer** (Bang et al., 2008)
  - T: hőmérséklet (°C)
  - Td: harmatpont (°C)
  - RH: relatív nedvesség (%)

$$\text{VIS(m)} = 9656 \cdot \frac{T - T_d}{\text{RH}^{1,75}}$$

- **AIRS (Alliance Icing Research Study) módszer** (Gultepe et al., 2006)
  - RH: relatív nedvesség (%)

$$\text{VIS (m)} = -0,0177 \cdot \text{RH}^2 + 1,46 \cdot \text{RH} + 30,8$$

# A látástávolság előrejelzése – Külföldi statisztikai módszerek

- **Az FSL és AIRS módszer előnyei:**

- Egyszerű, gyors,
- Sűrű köd is megjelenik rajta

- **Az FSL és AIRS módszer hátrányai**

- Jelentősen függ az alkalmazott modelltől
- Időnként irreálisan alacsony látású zónák megjelennek (modell kitermeli – nincs benne szél, csapadékban magas RH)
- Modellben levő túltelítettség ( $RH > 100\%$ ) esetén negatív látástáv

# A látástávolság előrejelzése – Külföldi statisztikai módszerek

Hidrometeorok és a látástávolság kapcsolata  
Stoelinga és Warner (1999) (SW99) módszere:

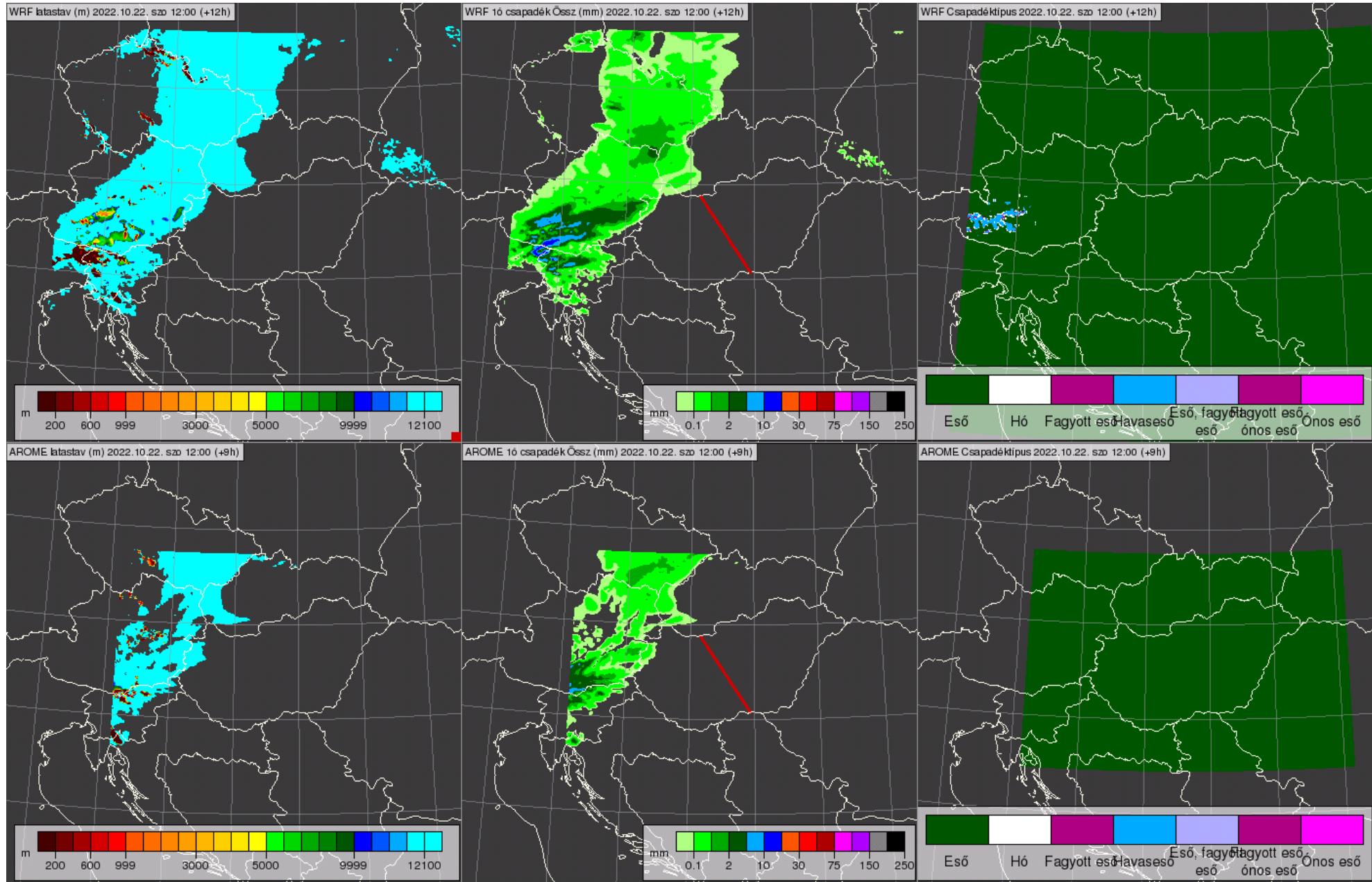
$$\text{VIS(km)} = \frac{-\ln(0,02)}{\beta} = \frac{-\ln(0,02)}{\beta_{cw} + \beta_r + \beta_{ci} + \beta_{sn}}$$

Kapcsolat a kioltási együttható ( $\beta$ ,  $\text{km}^{-1}$ ) és a tömegkoncentráció között ( $C$ ,  $\text{g/m}^3$ )

Hidrometeor	Kapcsolat
Folyékony felhővíz	$\beta_{cw} = 144,7 \cdot C^{0,88}$
Eső	$\beta_r = 1,1 \cdot C^{0,75}$
Felhőjég	$\beta_{ci} = 163,9 \cdot C^{1,00}$
Hó	$\beta_{sn} = 10,4 \cdot C^{0,78}$

# A látástávolság előrejelzése

## SW99 – 2022.10.22. 12 UTC – WRF/AROME



# A látástávolság előrejelzése – Külföldi statisztikai módszerek

Tapasztalatok az SW99 módszerről (csak idén január óta működik)

## Előnye:

Ködös terület elkülönül

Csapadék (főleg havazás, havaseső) látásrontó hatása megjelenik

## Hátránya:

Modell függő (pl. csapadék)

A  $\beta$  paraméter jelenleg még csak az AROME és WRF modellekből áll rendelkezésre



# A látástávolság előrejelzése – Saját módszerek

Megpróbáltunk olyan módszert kidolgozni, amelyik olyan adatokat használ, amelyek a legtöbb modellben megvannak, képes előre jelezni nem csak a ködöt, hanem a párásságot, illetve az 5-10 km közötti látástávolságot is, valamint kezeli a csapadék okozta látásromlást, és részben a levegőben lebegő aeroszolok miatti látáscsökkenést is. Emellett a módszer adjon valószínűségi előrejelzést is az egyes látástávolság kategóriákra, így segítve a szinoptikus munkáját.

## Az adatbázis – 1975-2000 Budapest-Pestszentlőrinc

**TEMP (rádiószonda)** adatok 00, 06, 12, 18 UTC

(Emelési munka Talaj/Talaj+300 m között),

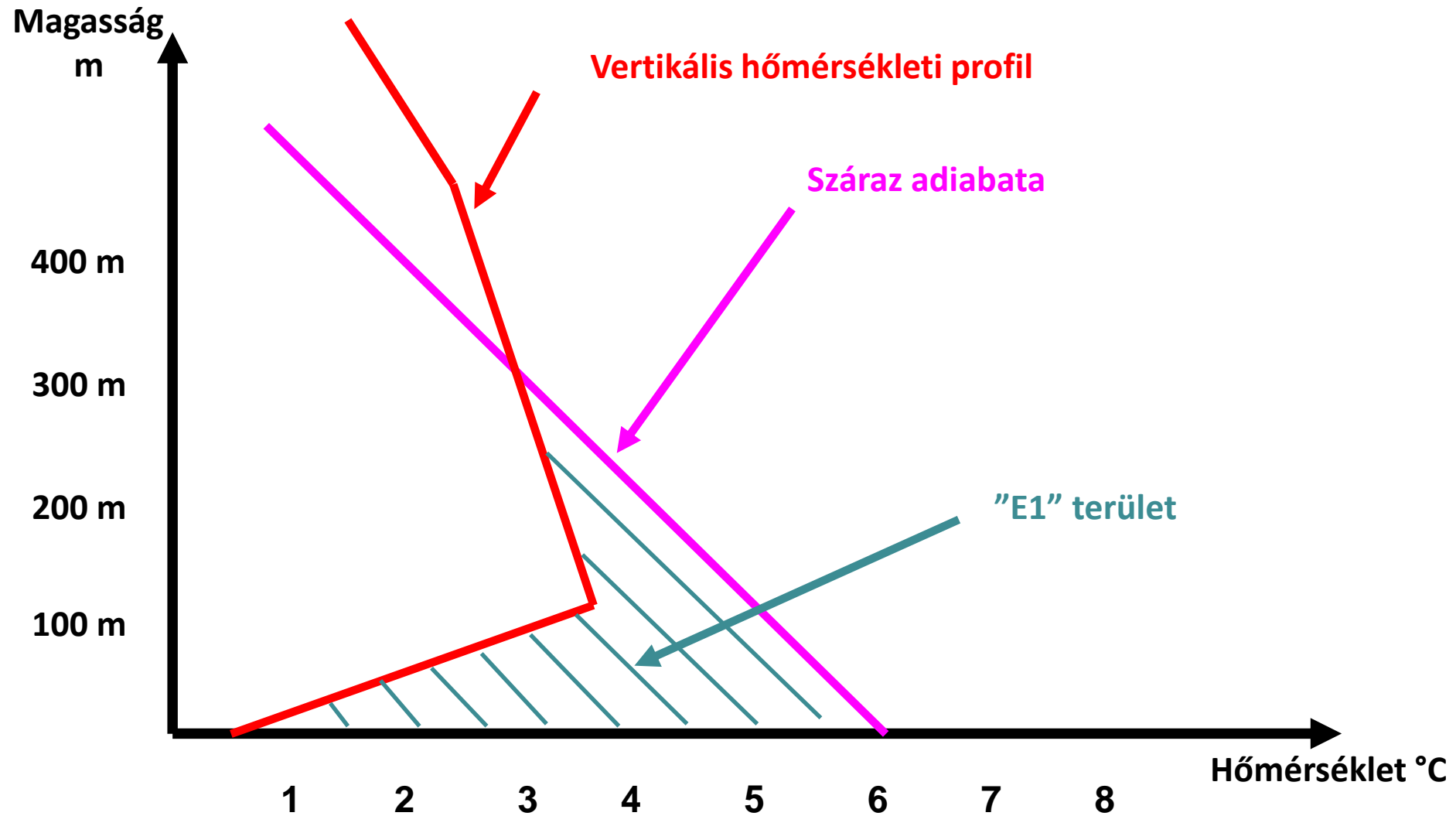
**2 m – Relatív nedvesség, hőmérséklet és látástávolság**

(23-00-01 UTC, 05-06-07 UTC...) – a 2 m-es hőmérsékleti adat felhasználásával módosítottuk a TEMP adatokat a terminus előtti és utáni órára!!!

**10 m-es szélesség** (23-00-01 UTC, stb.)

**Ez csaknem 80000 adat!!!**

# Az emelési munka számítása Talaj/Talaj+300 m között



# A relatív nedveség és a látástávolság kapcsolata

- Ezután meghatároztuk mind a nyári, mind a téli félévre azokat a határértékeket, amikor a látástávolság:
  - **<1 km:** (Nyár: 92(90)-100%, Tél: 72(70)-100%),
  - **1-5 km:** (Nyár: 39-100%, Tél: 35-100%),
  - **5-10 km:** (Nyár: 30-100%, Tél: 24-100%)

És azt a relatív nedvesség értéket, amikor a látás minden esetben:

- **>= 10 km:** (Nyár: 30%, Tél: 24%).

**Ezek azokra az esetekre vonatkoznak, amikor nem volt csapadék!!!**

# A látástávolság kategóriák valószínűségi előrejelzése

## A+B·X

- $X = (E1-1000) \cdot (RH - RH_{\min} - 1) / (100 \cdot (WS + 1))$
- A és B függ a relatív nedvességtől és a kategóriától (<1 km, 1-5 km, 5-10 km, 10+).
- Ha a valószínűség >100% akkor =100%
- Ha a valószínűség <0% akkor =0%
- **Egy kategóriát** (ahol a korreláció a legrosszabb volt) **100%-(a többi összege)**-ként számoltuk ki. (Ez a kategória általában az 1-5 vagy 5-10 km-es látás volt)
- Télen a ködöt két különböző kategóriára osztottuk –  $RH \geq 90\%$  and  $70\% < RH < 90\%$ , mivel így jobb volt a korreláció. (A <1km látások 95%-át  $RH > 90\%$  esetén észlelték.)

# A látástávolság előrejelzése – Együtthatók és egyenletek nyáron

<b>&lt;1 km-10+:</b>	<b>X0:</b>	<b>RH<math>\geq</math>90%</b>
	<b>X1:</b>	<b><math>(E1-1000)\cdot(RH-89)/100\cdot(WS+1)</math></b>
	<b>10+:</b>	<b>A1=50, B1=0.333333</b>
	<b>5-10:</b>	<b>A2=30, B2=0.160666</b>
	<b>Fog:</b>	<b>A3=-5.744681 B3=-0.4229787</b>
	<b>1-5:</b>	<b>100-(<b>&lt;1</b>)-(<b>5-10</b>)-(<b>10+</b>)</b>
<b>1-5 km-10+:</b>	<b>X0:</b>	<b>RH<math>\geq</math>39%, RH<math>&lt;</math>90%</b>
	<b>X1:</b>	<b><math>(E1-1000)\cdot(RH-38)/100\cdot(WS+1)</math></b>
	<b>10+:</b>	<b>A1=98.3 B1=0.08699115</b>
	<b>1-5:</b>	<b>A2=0.1 B2=-0.07117021</b>
	<b>5-10:</b>	<b>100-(<b>10+</b>)-(<b>1-5</b>)</b>
<b>5-10 km-10+:</b>	<b>X0:</b>	<b>RH<math>&lt;</math>39% RH<math>\geq</math>30%</b>
	<b>X1:</b>	<b><math>(E1-1000)\cdot(RH-29)/100\cdot(WS+1)</math></b>
	<b>10+:</b>	<b>A1=99.8 B1=0.03992</b>
	<b>5-10:</b>	<b>100-(<b>10+</b>)</b>
<b>10+:</b>	<b>RH<math>&lt;</math>30%</b>	

# A látástávolság előrejelzése – Együtthatók és egyenletek télen

<1km 1-10+:	X0:	RH>=90%
	X1:	$(E1-1000) \cdot (RH-89) / 100 \cdot (WS+1)$
	10+:	A1=24.5, B1=0.14
	5-10:	A2=24.3, B2=0.1157143
	<1:	A3=0.250009      B3=-0.35
	1-5:	100-(<1)-(5-10)-(10+)
<1km 2-10+:	X0:	RH<90% RH>=70%
	X1:	$(E1-1000) \cdot (RH-69) / 100 \cdot (WS+1)$
	10+:	A1=72.4      B1=0.2685714
	5-10:	A2=25.0      B2=0.06410257
	<1:	A3=-6.063829      B3=-0.2121277
	1-5:	100-(<1)-(5-10)-(10+)
1-5 km-10+:	X0:	RH>=35%,      RH<70%
	X1:	$(E1-1000) \cdot (RH-34) / 100 \cdot (WS+1)$
	10+:	A1=93.8      B1=0.2658333
	1-5:	A2=0.5999994      B2=-0.1483582
	5-10:	100-(10+)-(1-5)
	5-10 km-10+:	X0:
	X1:	$(E1-1000) \cdot (RH-23) / 100 \cdot (WS+1)$
	10+:	A1=96      B1=0.5272727
	5-10:	100-(10+)
10+:	X0:	RH<24%

# A látástávolság előrejelzése csapadékban

Az előrejelzéshez 10 évi magyar és 2 év téli időszakának amerikai adatait használtuk fel.

$$\text{Visibility(m)} = a \cdot X^b$$

- $X$  = a csapadék intenzitása (mm/h)
- $a = 15113$        $b = -0.7165577$       eső esetén
- $a = 1070$        $b = -0.9904820$       hó esetén
- **A számításhoz ismerni kell a csapadék intenzitását és fajtáját!**  
(Fövényi – 1999)
- A fagyott esőt és a havas esőt hó és eső **50-50%-os keverékeként** számoltuk, az ónos esőt pedig esőként kezeltük. Így az előbbi egyenlet az alábbira módosult:

$$\text{Visibility(m)} = \text{Probability(snow)} \cdot \text{Vis(snow)} + \text{Probability(rain)} \cdot \text{Vis(rain)}$$

# A látástávolság előrejelzése a két módszer kombinációjával

Ha ismerjük a látás-kategóriák valószínűségét, akkor:

$$\text{Vis}(m) = 0 \cdot \text{Prob}(<1\text{km}) + 3000 \cdot \text{Prob}(1-5\text{km}) + 7500 \cdot \text{Prob}(5-10\text{km}) + 12000 \cdot \text{Prob}(>10\text{km})$$

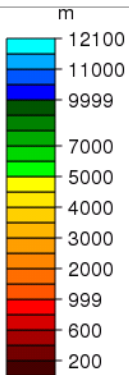
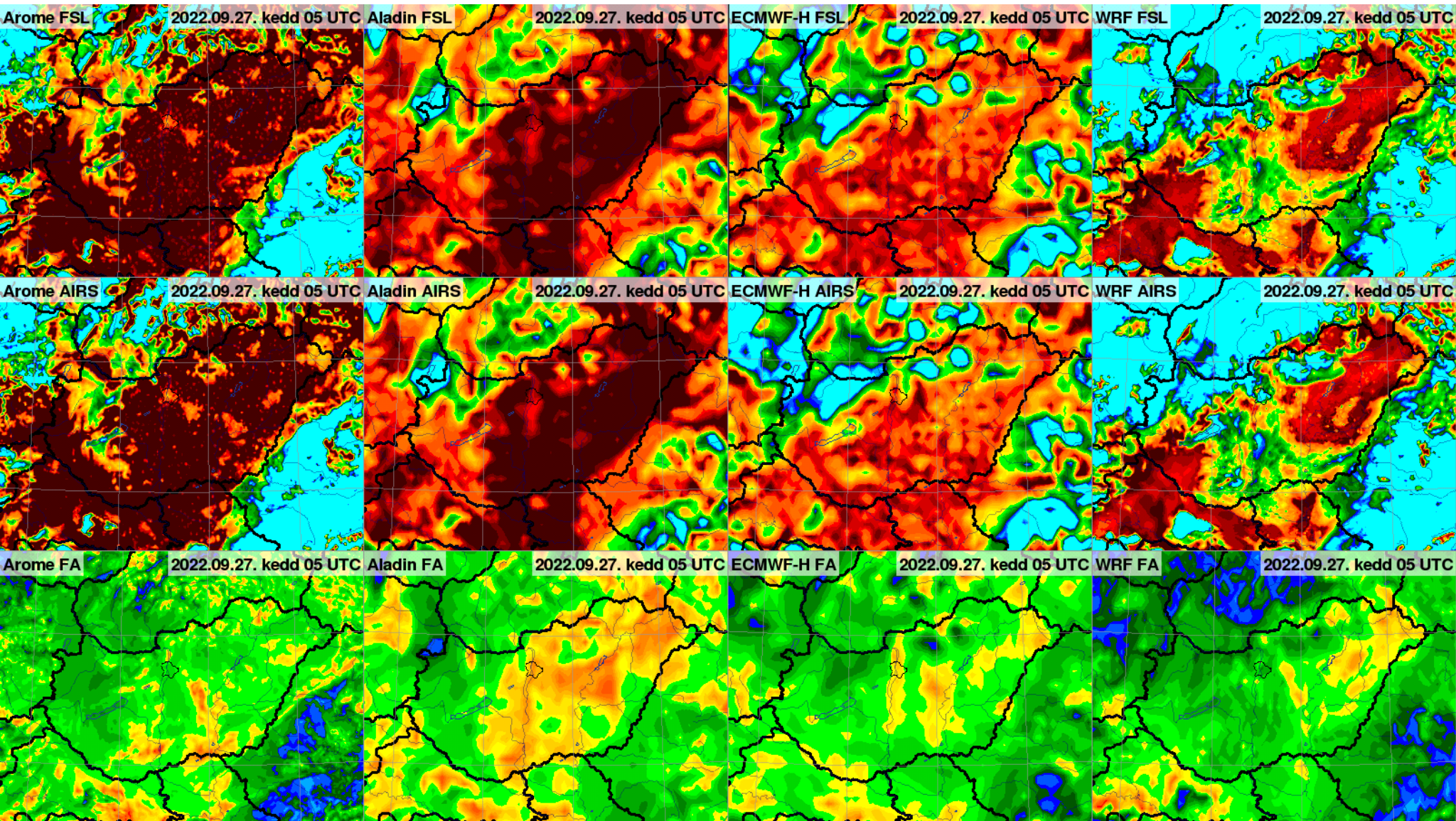
Ilyenkor a látás <1 km-nél, ha a köd valószínűsége >80%, és >10 km-nél, ha a >10 km kategória valószínűsége >90%

**Csapadék esetén:**

$$\text{Vis}(m) = \text{Minimum}(\text{Vis}(m), \text{Vis}(\text{precipitation}))$$



# A különböző módszerek használatával készült produktumok (Arome, Aladin, ECMWF, WRF modell, FSL, AIRS, FA módszer) – 2022.09.27. 05 UTC



Látástávolság 4 modell 3 módszer  
FSL  
AIRS  
Fővényi-csapadék április-szeptember

AROME

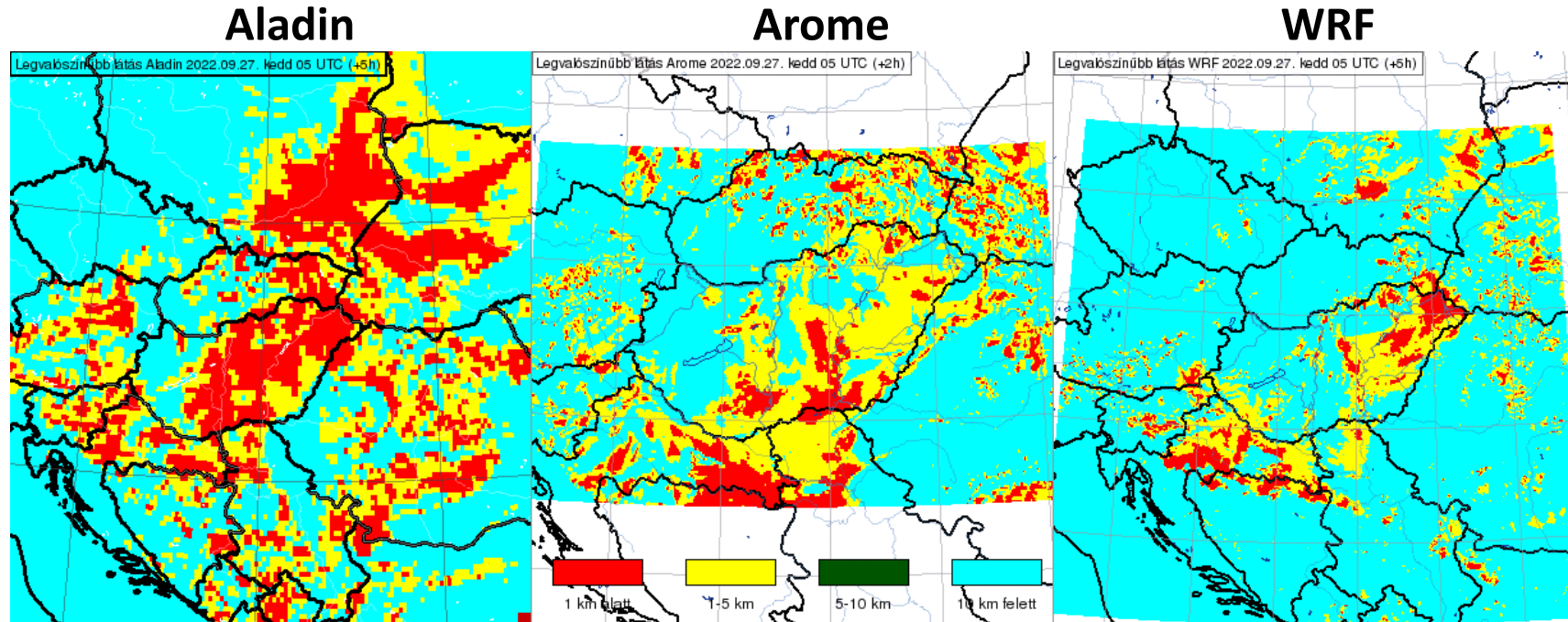
ALADIN-HU(HR)

ECMWF-H

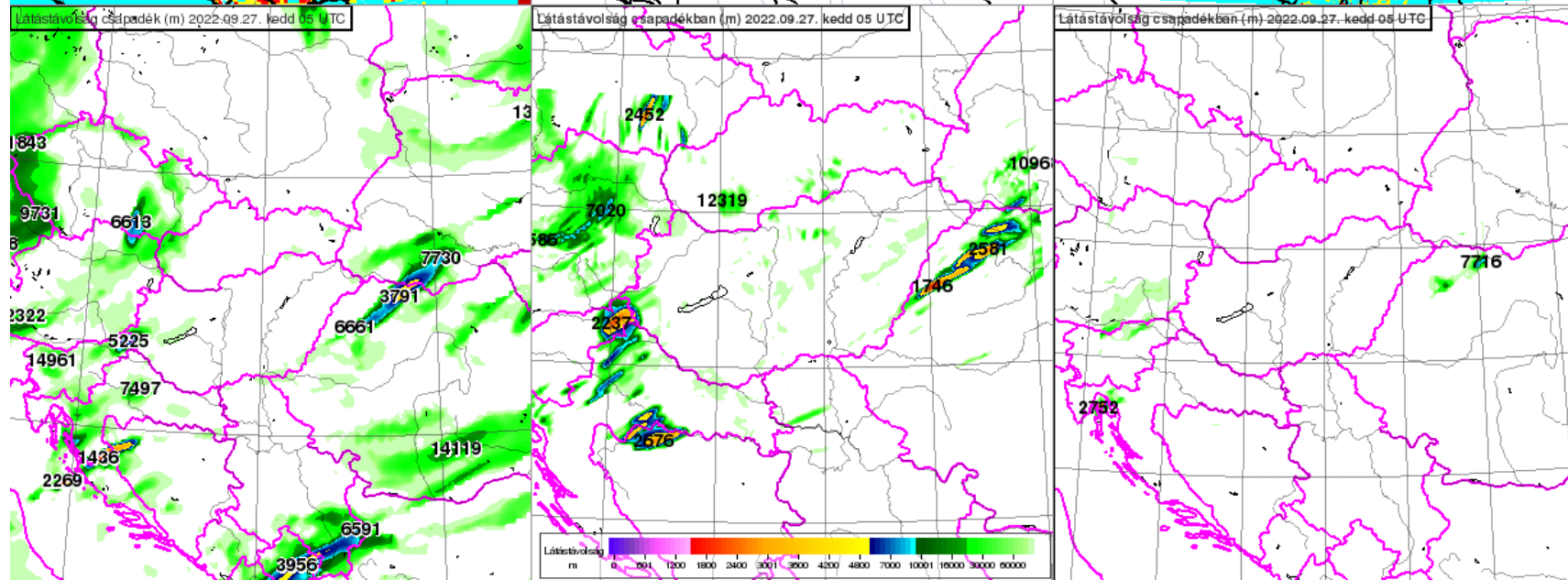
WRF

# A látástávolság előrejelzése – Fövényi legvalószínűbb látás – 2022.09.27. 05 UTC

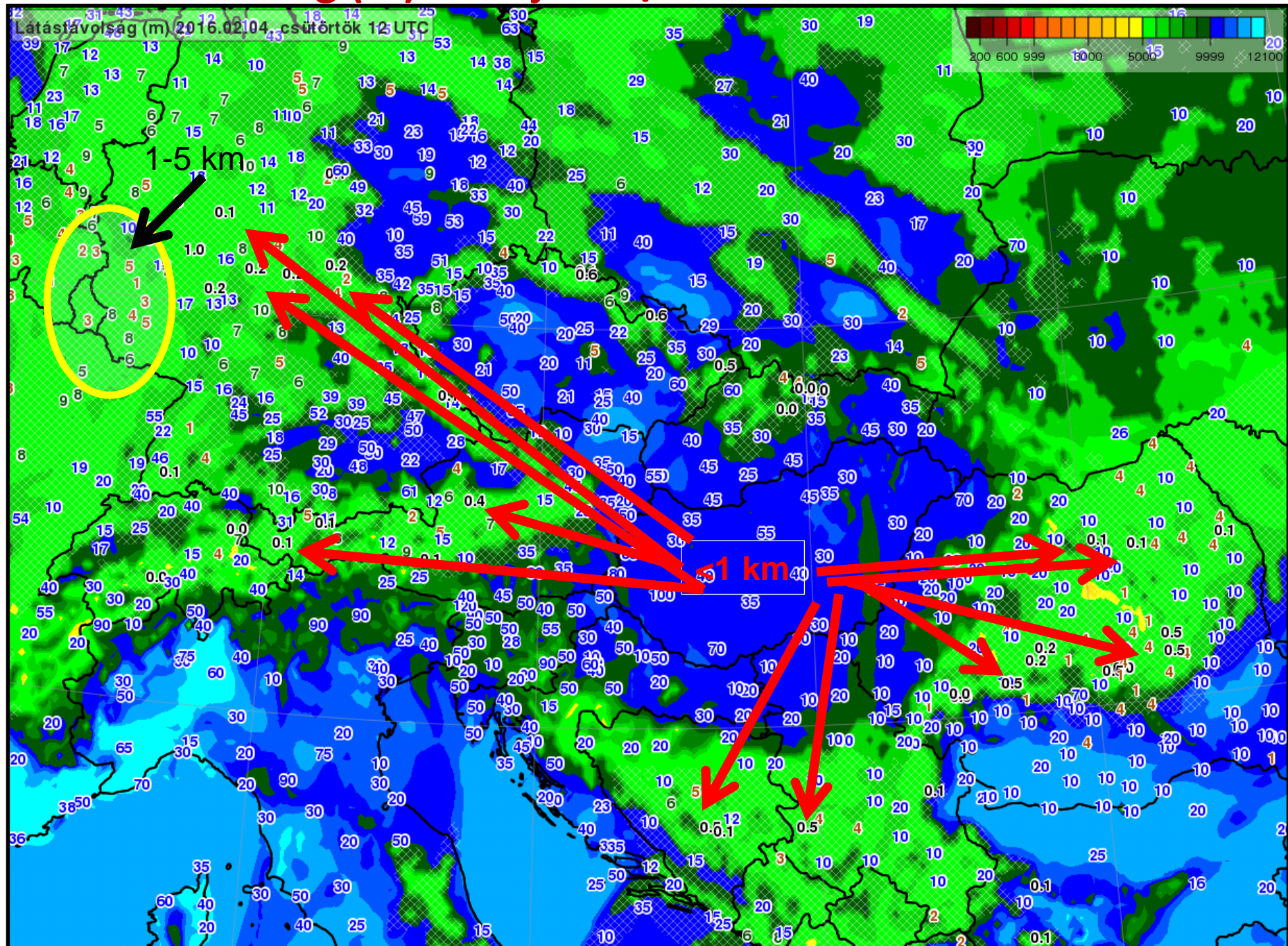
Legvalószínűbb látás



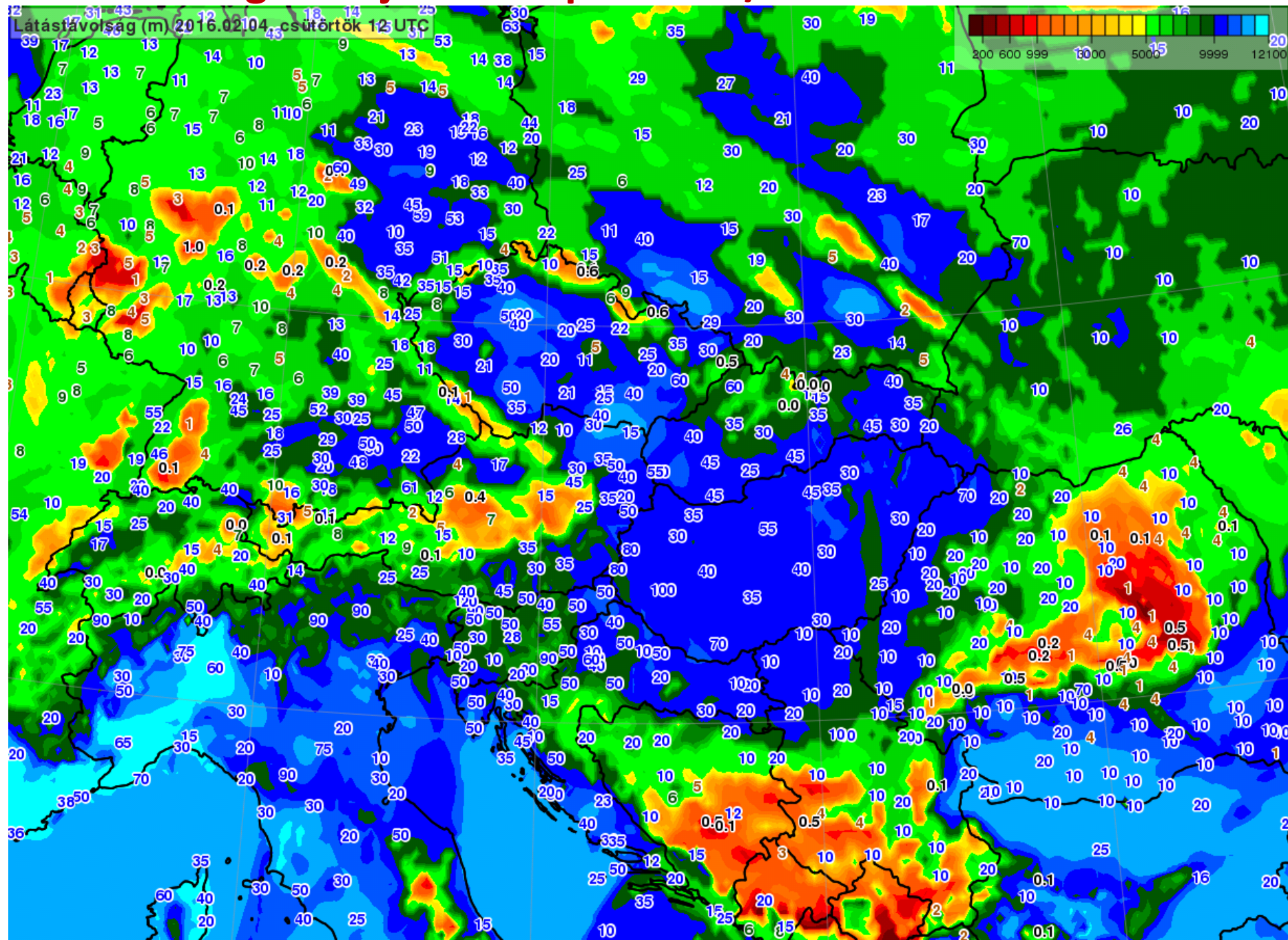
Látás csapadékban



# Látástávolság (m) előrejelzés/észlelés 2016.02.04. 12 UTC



# Látástávolság előrejelzés csapadékkal/észlelés 2016.02.04. 12 UTC

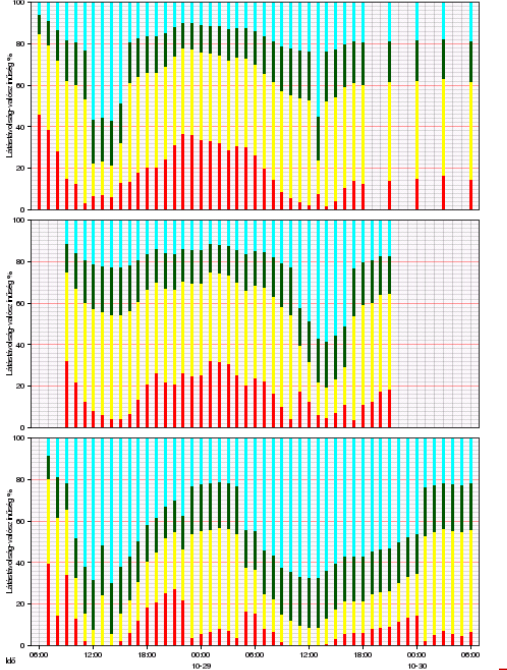


# Időbeli valószínűségi metszet (FA) 5 repülőtérre 3 modellből 2022.10.28. 06 UTC-10.30. 06 UTC

Cián >10 km, Zöld: 5-10 km, Sárga: 1-5 km, Piros <1 km

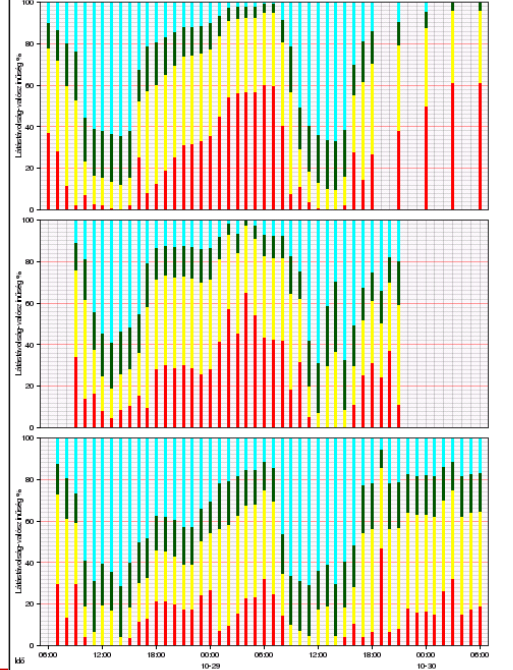
## LHDC

Látástávolság valószínűség (%) Debrecen - Aladin/Arome/WRF 2022-10-30 06 UTC



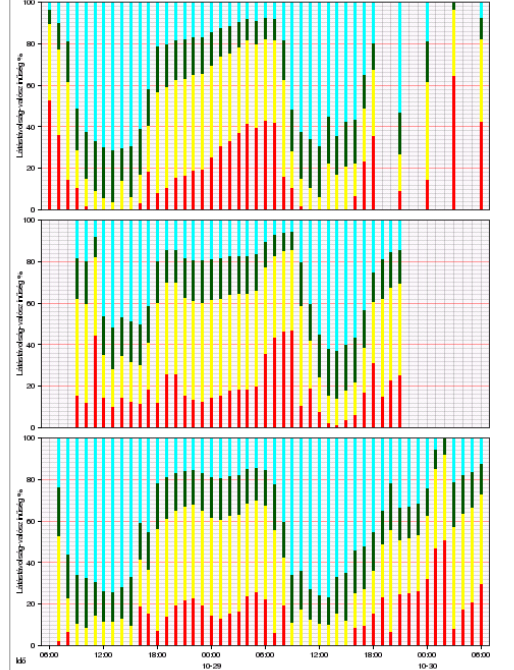
## LHPP

Látástávolság valószínűség (%) Pécs-Pogány - Aladin/Arome/WRF 2022-10-30 06 UTC



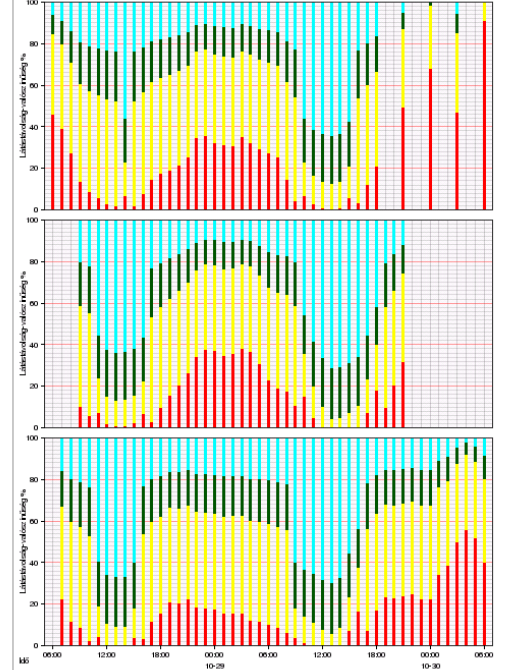
## LHSM

Látástávolság valószínűség (%) Péter - Aladin/Arome/WRF 2022-10-30 06 UTC



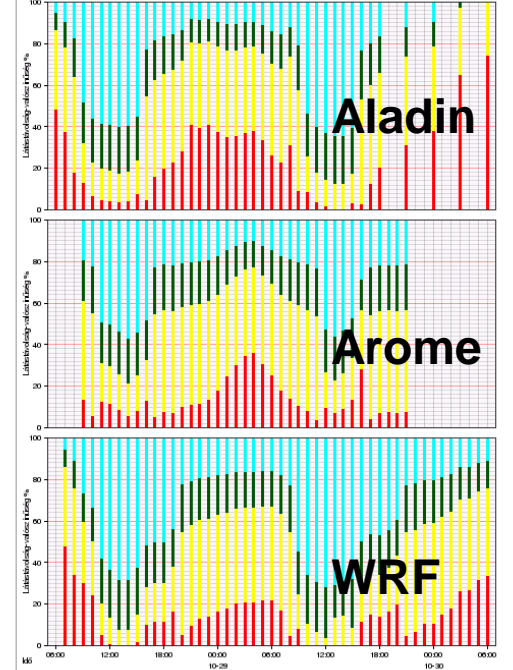
## LHPR

Látástávolság valószínűség (%) Sármellék - Aladin/Arome/WRF 2022-10-30 06 UTC

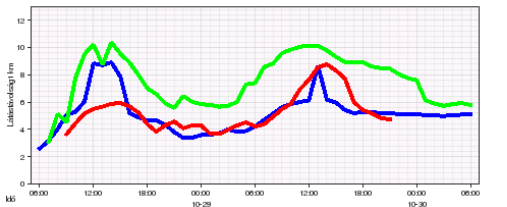


## LHBP

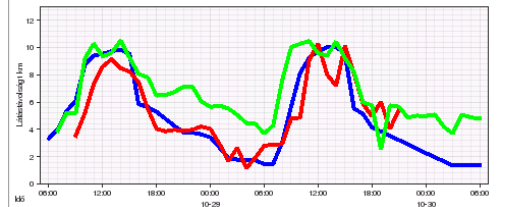
Látástávolság valószínűség (%) Ferihegy - Aladin/Arome/WRF 2022-10-30 06 UTC



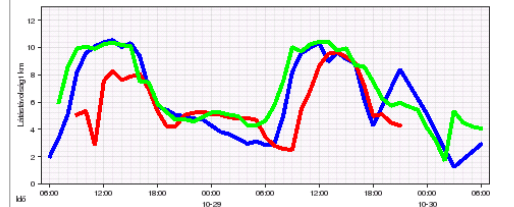
Látás (km) Debrecen - Arome (piros) - Aladin (kék) - WRF (zöld) 2022-10-30 06 UTC



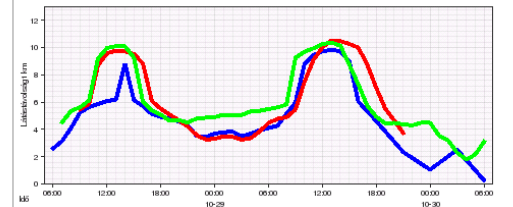
Látás (km) Pécs-Pogány - Arome (piros) - Aladin (kék) - WRF (zöld) 2022-10-30 06 UTC



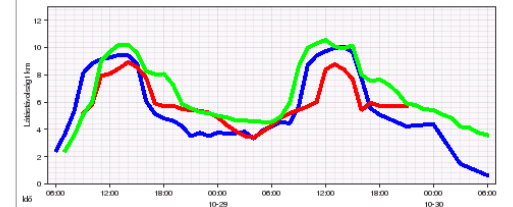
Látás (km) Péter - Arome (piros) - Aladin (kék) - WRF (zöld) 2022-10-30 06 UTC



Látás (km) Sármellék - Arome (piros) - Aladin (kék) - WRF (zöld) 2022-10-30 06 UTC



Látás (km) Ferihegy - Arome (piros) - Aladin (kék) - WRF (zöld) 2022-10-30 06 UTC



Látás méterben: **Arome – piros**, **Aladin – kék**, **WRF – Zöld**

# A látástávolság „kvázi-analízise” a módszerek segítségével

**Mind a külföldi statisztikai, mind a saját módszerrel elvégezhető**

A **talajadatokat** (T, Td, RH, WS, Prec. Int.) **helyettesítjük** az INDA, SYNOP, radar állomások által mért értékekkel.

FA módszer: emelési munka Észlelt T2m+T100m, T300m modell, csapadék halmazállapot (Fövényi, 1999).

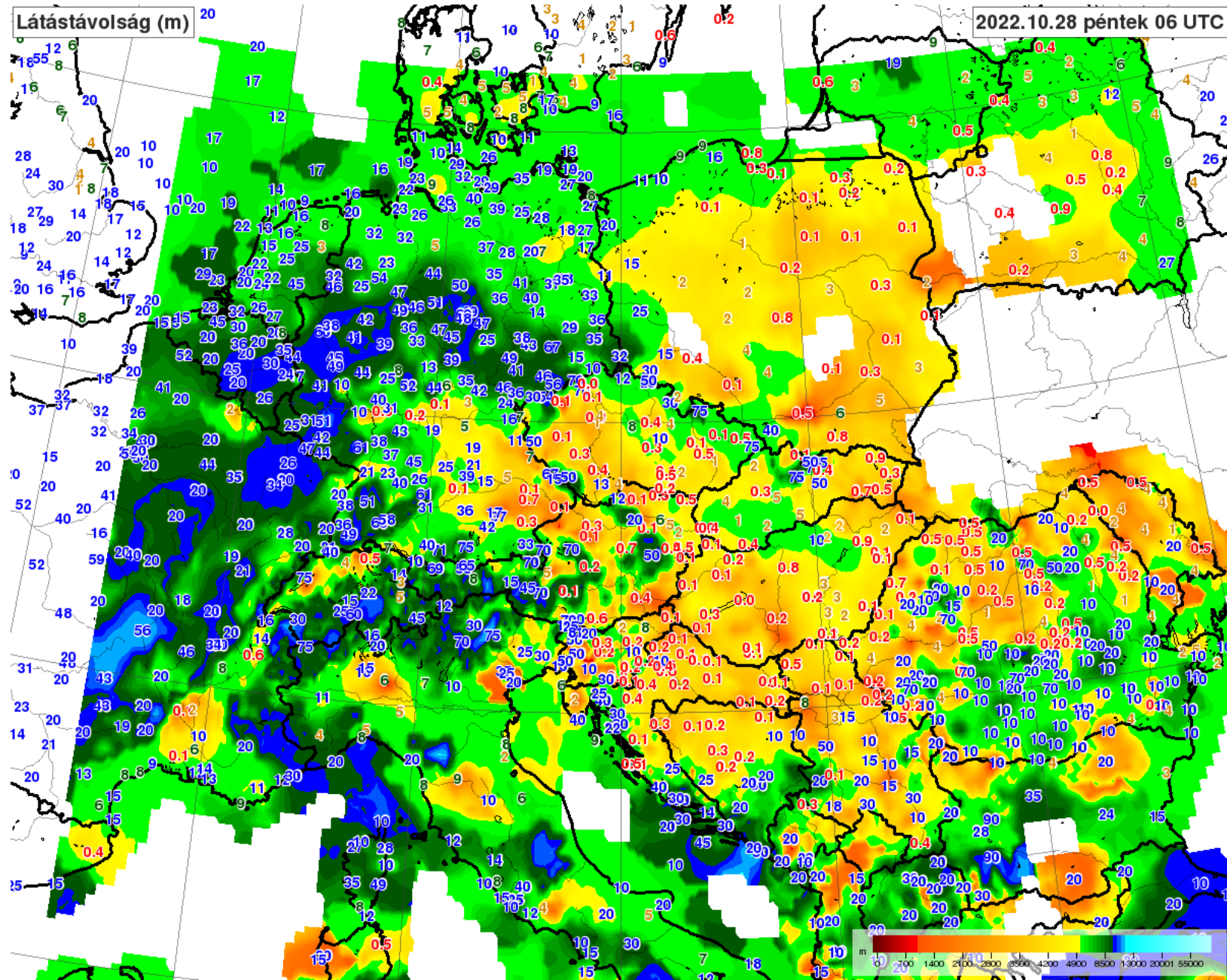
Ez segíti a szinoptikusokat éjszaka (nincs észlelés) illetve havazásos, zivataros helyzetekben jobban megbecsülhető a minimális látás a csapadékban.

# A látástávolság „kvázi-analízise” a FA módszer segítségével (Aladin/SYNOP) – 2022.10.26. 06 UTC

## („kvázi-analízis”/észlelés Aladin/SYNOP)

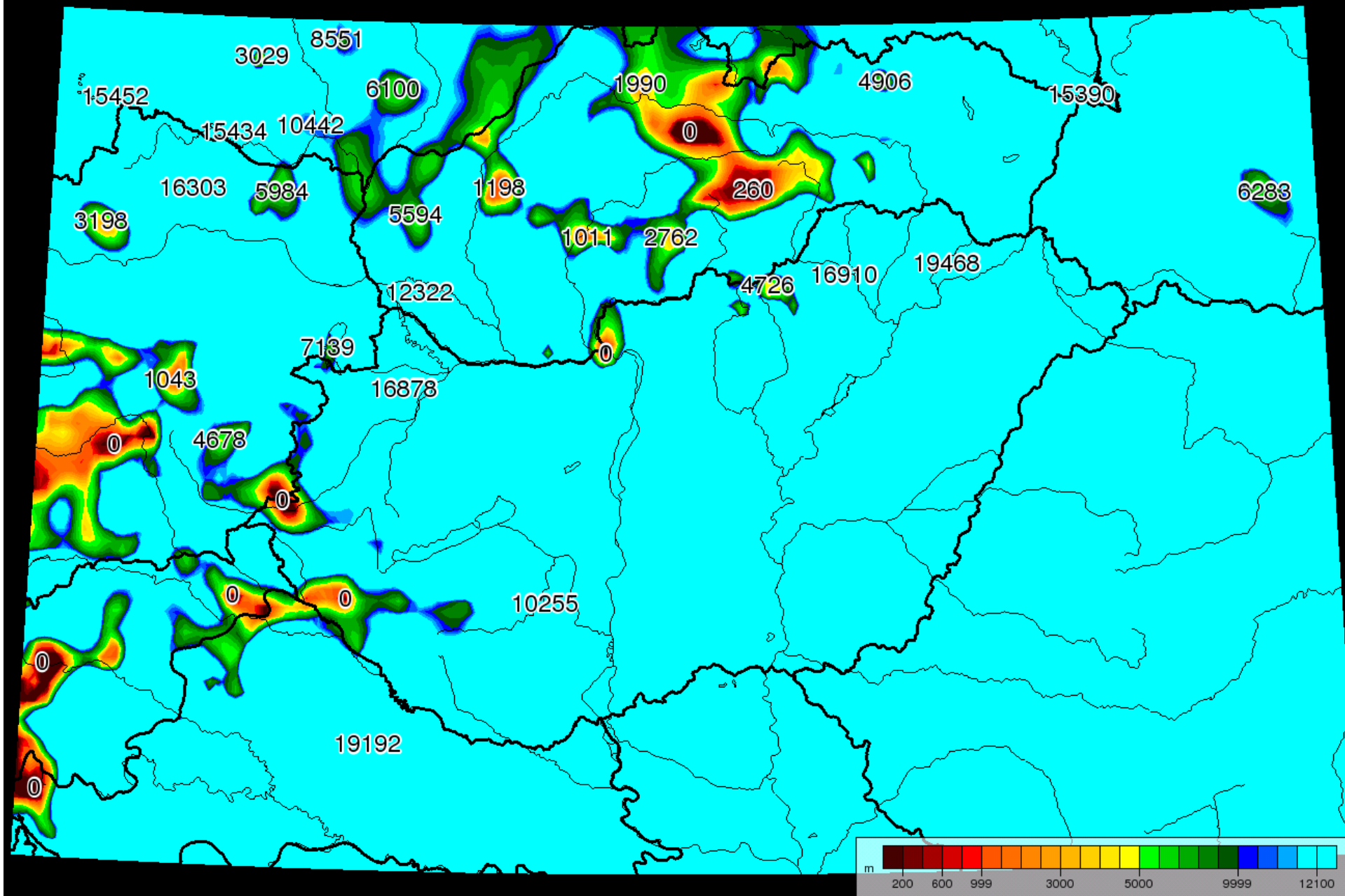
Jól megfogott **köd**,  
**pára** a Kárpát-  
medencében,  
Lengyelországban és  
Belaruszban

**Probléma:** Ahol ritka  
az állomáshálózat  
kevésbé működik  
(Belarusz, Lengyelo.)



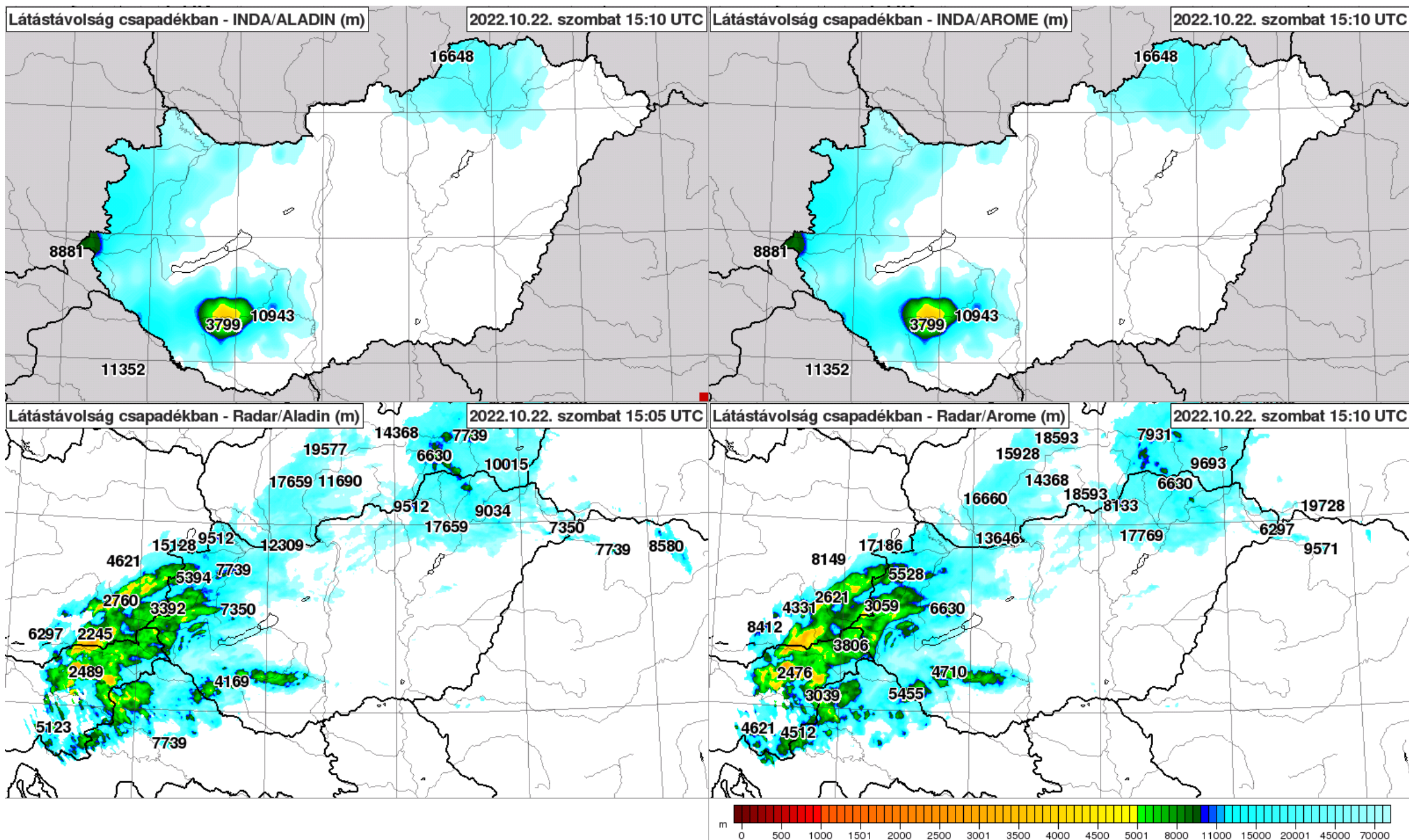
# A látástávolság analízise FSL módszerrel – 2022.10.22. 15.00 UTC

Analízis FSL Latastav(m) 2022. okt 22. szombat 15:00





# A látástávolság analízise FA – INDA/radar/Aladin/Arome – 2022.10.22. 15.10 UTC



# Gyakorlati tapasztalatok a saját (FA) módszer használatával kapcsolatban

- **Nyár:** Köd, Idő(FG, modell) $\geq$ 2h. Rövidebb Idő – BR, MIFG.
- **Tél:** Kategória módszer – ködfolt                      Látásméter – Nagy területű pára, köd,  
Csapadéklátás – Havazásban, havas esőben jó

## Hibák:

1. Télen, **alulbecsül** Lengyelország, Belarusz térségében (2021/22-ben nem.)
2. Valóságban **1-3 órával később csökken, 30-90 perccel később javul** a látás
3. A **tengerparti keveredési ködöt nem** igazán jelzi előre
4. A **hidegpárna első 3-4 napján** a modellek hajlamosak délelőtt 9-10 UTC körül felszakítani a St-t, és a párát, ködöt, holott a valóságban ez nem vagy sokkal később történik meg (Pl. 2022. október 26-31.)

## Előnyök:

1. **Legjobb és legrosszabb látású helyeket jól** jelzik előre
  2. A **csapadékbeli látás** előrejelzése megfelelő, ha az **intenzitás nagyobb, mint 2.5 mm/h eső és 0.4 mm/h hó** esetén (zápor, zivatar és közepes-erős havazás).
- A „**hegyi ködöt**” csak akkor jelzi jól előre, ha **nem erős a szél**.

Általában az **Arome és az Aladin a legjobbak**, az ECMWF (megvan az oka) a legkevésbé jó.

# Összefoglalás

Az OMSZ RMO-n több módszert is alkalmazunk a látástávolság előrejelzéséhez.

**Együttes használatukkal** könnyebb prognosztizálni az esetleges látásromlást/javulást, illetve a radar adatok használatával felismerni a jelentős látásromlást okozó csapadék képződményeket.

Használatukkal a korábbiaknál **magasabb szintre lehetett emelni a VFR** (Visual Flight Rules) – Látva repülési szabályok szerinti – **repülések meteorológiai biztosítását**, jelentősen javultak a területi előrejelzések (LLSIGWX térkép. Regionális előrejelzés, e-GAFOR) és megalapozottabbak a repülőtéri (TAF) előrejelzések is. ([www.aviation.met.hu](http://www.aviation.met.hu), <https://viewer.egafor.eu/egafor-viewer>)

Szívesen fogadunk további módszereket kipróbálásra, és esetlegesen a szinoptikus gyakorlatba való beépítésre.

Kérdéseiket feltehetik most, vagy írjanak a [fovenyi.a@met.hu](mailto:fovenyi.a@met.hu), illetve [kiss.gy@met.hu](mailto:kiss.gy@met.hu) címekre.

**Adámy L., 1966:** A nedvesség és a látástávolság közötti statisztikai kapcsolat Ferihegy repülőtéren, Beszámolók az 1965-ben végzett tudományos kutatásokról, OMI Hivatalos kiadványai XXIX, pp. 114-119

**Adámy L., 1966:** Statisztikai módszer a kisugárási köd előrejelzésére, Időjárás 70., pp 276-284

**Adámy L., 1967:** Aerológiai paraméterek kapcsolata a kisugárási köd keletkezésével, Beszámolók az 1966-ban végzett tudományos kutatásokról, OMI Hivatalos kiadványai XXXIII, pp. 246-255

**Adámy L., 1967:** A kisugárási köd feloszlási feltételeinek vizsgálata, Beszámolók az 1966-ban végzett tudományos kutatásokról, OMI Hivatalos kiadványai XXXIII, pp. 256-268

**Bozóki István, 1987:** Folyamatvizsgálat egy meteorológiai jelenség kapcsán, Meteorológiai Tanulmányok, No. 61.

**Hámori István, 1983:** A ködadvekció előrejelzése a Ferihegyi repülőtéren, MTA Központi Kutatási Alapjából támogatott Prognózis – Módszertani Téma, OMSz könyvtár, 1983

**H. Bóna Márta, 1986:** Hideg légpárnák aeroszinoptikai vizsgálata a Kárpát-medencében, Meteorológiai Tanulmányok, No. 54 OMSZ, Budapest, 1986

**Szepesi D., 1957:** A kisugárási ködök keletkezésének összefüggése a harmatpont változásával, Időjárás 61, pp. 339-346, Budapest, 1957

**Tóth Pál, 1984:** Parametrizáció bevezetése hideg-légpárnák keletkezésének és feloszlásának analízise céljából, Meteorológiai Tanulmányok, No. 51, OMSz, Budapest, 1984

**F. Wantuch, M. Buránszki, 1997:** Visibility forecasting by use of mesoscale NWP model products, Annalen der Meteorologie No. 35, pp. 44-46, Offenbach am Main, Germany, 1997.

**Ferenc Wantuch, 2001:** Automatically Generated Text-form Forecasts in Several Languages at Hungarian Meteorological Service, Proceedings of Fifth European Conference on Applications of Meteorology, ECAM 2001, 24-28 September 2001, Budapest, Hungary, Theme 3 03 pp.1-3.

**Ferenc Wantuch, 2001:** Visibility and fog forecasting based on decision tree method, Időjárás, Vol. 105 No. 1, pp. 29-38, OMSz, Budapest, 2001.

**Ferenc Wantuch, Silas Michaelides 2005:** Comparing different visibility forecast methods referring to Larnaca Airport Cyprus. COST 722-Short-range forecasting methods of fog, visibility and low clouds, Symposium. ABSTRACTS Larnaca Cyprus. 2005.

**Hadobács Katalin, Tuba Zoltán, Wantuch Ferenc, Bottyán Zsolt és Vidnyánszky Zoltán:** A pilóta nélküli légi járművek meteorológiai támogató rendszerének kialakítása és alkalmazhatóságának bemutatása esettanulmányokon keresztül. Repüléstudományi Közlemények, 25, (2), pp. 405-421, 2013

**Dr. Wantuch Ferenc- Dr. Bottyán Zsolt- Deák Bianka, 2010:** A látástávolság és a köd rövidtávú előrejelzéseinek lehetőségei, Repüléstudományi konferencia, Szolnok, 2010

**Wantuch Ferenc, Gáspár Nikolett, 2017:** Szondázási adatokon alapuló látástávolság előrejelzési módszer ködös és hideg légpárnás esetekben a Liszt Ferenc repülőtéren, Repüléstudományi közlemények, 2017/1, pp. 195-204.

**Wantuch Ferenc, 2014:** Módszerek a látástávolság előrejelzésére, Repüléstudományi közlemények, 2014/1, pp. 35-42.

**Bottyán, Zs, Deák, B, Wantuch, F, 2010.:** A látástávolság és a köd rövid távú előrejelzésének lehetőségei, Repüléstudományi közlemények, 2010/2

**Tuba Zoltán, 2018:** Analogue and Hybrid Methods in Forecasting of Visibility, Fog Workshop, Zagreb, 2018

**Péter Kardos, Andrea Várkonyi, Cathy Fricke, dr. Zsolt Bottyán 2017:** Applying artificial neural networks in short term forecasting of visibility and ceiling, [https://prezi.com/j3\\_kigsxdkyw/nldza\\_ok/](https://prezi.com/j3_kigsxdkyw/nldza_ok/)

**Attila Fövényi, 1997:** “Visibility range analysis and forecast using data of automatic SYNOP stations, radars and NWP models”, Annalen der Meteorologie No. 35, pp. 311-312, Offenbach am Main, Germany, 1997.

**Attila Fövényi, 1999:** “Probability Forecasting of Different States of precipitation Using ALADIN Data”, RC LACE Bulletin No. 7, 4 pages, Ljubljana, Slovenia, 1999.

**Attila Fövényi, 1999:** “Short and Ultra Short Range Forecasting of Hazardous Precipitation for VFR Flights”, Proceedings of Fourth European Conference on Applications of Meteorology, ECAM’99, 13-17 September 1999, p043/pp. 1-3, Norrköping, Sweden, 1999.

**Attila Fövényi, 2001:** “Visibility range forecast using NWP model data”, Proceedings of Fifth European Conference on Applications of Meteorology, ECAM 2001, 24-28 September 2001, Budapest, Hungary, 2 pages,

**Fövényi Attila, 2003:** Repülésmeteorológiai elemek előállítására numerikus modellek adataiból pp. 74-100, (Doktori Phd) értekezés, ELTE, Budapest, 2003

**Gyarmati Gy. 1996:** Comparison of radar estimated rainfall with raingauge data in Hungary, Proc. Seventeenth International Conference on Carpathian Meteorology, Visegrád 14-18 October, 1996

**Nagy J. 1996:** The Estimation of Rainfall and Structure of Echoes Based on Digital Radar Measurements in Eastern Part of Central-Europe, Proc. Seventeenth International Conference on Carpathian Meteorology, Visegrád 14-18 October, 1996

**Felhasznált szakirodalom – Magyar szerzők**

**D. Blaauboer, and S. Kruijzinga, 1989:** Intermediate report on statistical methods to forecast poor visibility at specific sites, DRIVE Project V 1058 Deliverable 8 (old numbering), KNMI, September 1989

**D. Blaauboer, and H.R.A. Wessels, 1991:** A knowledge based system for fog forecasting on road sites: operational practice and verification, DRIVE Project V 1058 Deliverable 28B, September 1991

**W. Wehry, W. Enke, C. Gerech, I. Langer, L. Lesch., U. Wohlfart, 1997 :** Nowcasting mit empirischen Verfahren und numerischer Guidance. Zusammenfassung des Zwischenberichtes vom Juni 1997., 1997.

**Stephen H. Schneider (editor) 1996:** Encyclopedia of Climate and Weather, Oxford University Press, Oxford, 1996

**ICAO, 1964:** Manual of the ICAO standard atmosphere, 2-nd edition. Montreal, International Civil Aviation Organization.

**ICAO, 1989:** Procedures for air navigation services, ICAO abbreviations and codes (PANS-ABC), 4th edition. Montreal, International Civil Aviation Organization.

**WMO, 1988:** Manual on codes, Volume I International codes. Geneva, World Meteorological Organization, Publication No. 306.

**HMSO, 1994. :** Handbook of Aviation Meteorology HMSO London

**Abbott P. F., Tabony R. C., 1985:** The Estimation of Humidity Parameters, Meteorological Magazine 114, pp 49-56

**R. Brown, 1987:** Observations of the structure of a deep fog, Meteorological Magazine 116, pp. 329-338, 1987

**J. Findlater, 1985:** Field investigation of radiation fog formation at outstations, Meteorological Magazine 114, pp. 187-201, 1985

**Daniel Guedalia and Thierry Bergot, 1994:** Numerical Forecasting of Radiation Fog. Part II: A Comparison of Model Simulation with Several Observed Fog Events, Monthly Weather Review 122, pp. 1231-1246,

**Z. Petkovšek, 1992:** Turbulent Dissipation of Cold Air Lake in a Basin, Meteorology and Atmospheric Physics 47, pp. 237-245, Springer-Verlag, 1992

**Mary M. Cairns, Ronald J. Miller ,1992 :** An Evaluation of Aviation Impact Variables (AIVs) Derived from Numerical Models, NOAA FSL Boulder, Colorado September 1992

**ICAO, 1992 :** Annex 3, 11th edition, ICAO, Montreal

**Dalton, F. 1994:** Providing Advice on Weather Hazards for Aviation, Proc. " The Second Joint UK Met Office/WMO Aeronautical Forecasting Seminar " Reading 11-15 July 1994

**Smith, Ronald B., 1979 :** The Influence of Mountains on the Atmosphere , Advances in Geophysics 21 pp

**Claus Petersen, Niels Woetmann Nielsen 2000:** Diagnosis of visibility in DMI-HIRLAM. Danish Meteorological Institut. SCIENTIFIC REPORT pp. 00-11, 2000

**Jadran Jurković, 2018:** Fog - education, verification, Fog Workshop, Zagreb, 2018

**Klemen Šavs, 2018:** Fog forecasting in Slovenia, Fog Workshop, Zagreb, 2018

**Andreas Lanzinger, 2018:** Fog / Low Visibility Forecasting Tools at Austrocontrol, Fog Workshop Zagreb, 2018

**Marko Zoldoš, Jadran Jurković, 2018:** Using conditional probability for short-range forecasting of visibility at Zagreb airport, Fog Workshop, Zagreb, 2018

**Bang, C.-H., Lee, J.-W., Hong, S.-Y., 2008:** Predictability experiments of fog and visibility in local airports over Korea using the WRF model. Journal of Korean Society for Atmospheric Environment, Vol. 24, No. E2, pp. 92-101.

**Gultepe, I., Milbrandt, J. A., 2010:** Probabilistic parametrizations of visibility using observations of rain precipitation rate, relative humidity, and visibility. Journal of Applied Meteorology and Climatology, Vol. 49, pp. 36-46.

**Stoelinga, M. T., Warner, T. T., 1999:** Nonhydrostatic, mesobeta-scale model simulations of cloud ceiling and visibility for an East Coast winter precipitation event. Journal of Applied Meteorology, Vol. 38, pp. 385-404.

## Felhasznált szakirodalom – Külföldi szerzők

# A KŐ

VIZES = ESİK AZ ESŐ

SZÁRAZ = NEM ESİK AZ ESŐ

ÁRNYÉKOT VET = NAPOS IDŐ

FEHÉR A TETEJE = HAVAZÁS

NEM LÁTSZIK = KÖDÖS IDŐ

HIMBALÓZIK = SZELES IDŐ

FEL-LE UGRAL = FÖLDRENGÉS

ELTÜNT = TORNADO

# IDŐJÁRÁS JELZŐ KŐ

## A KŐ

VIZES = ESİK AZ ESŐ

SZÁRAZ = NEM ESİK AZ ESŐ

ÁRNYÉKOT VET = NAPOS IDŐ

FEHÉR A TETEJE = HAVAZÁS

NEM LÁTSZIK = KÖDÖS IDŐ

HIMBALÓZIK = SZELES IDŐ

FEL-LE UGRAL = FÖLDRENGÉS

ELTÜNT = TORNADO

Ha a kő nem látszik = Köd

# Köszönöm, hogy meghallgattak

Dziêkujê 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 ごやいまう Arigatou gozaimasu

谢谢 Xiè xie

شكرا جزيلًا. Shokran Gazillan

**Thank you for your attention**



## A MAGYAR TUDOMÁNY ÜNNEPE

Az MTA programsorozata



# KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

[mta.hu](http://mta.hu)

