

**EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM
METEOROLÓGIAI TANSZÉK**

**MAGYARORSZÁGI REPÜLŐTEREK TAF
ELŐREJELZÉSEINEK ÖSSZEHASONLÍTÓ
VERIFIKÁCIÓJA**



KÉSZÍTETTE: POTOR ANITA

Témavezetők:

DR. WANTUCH FERENC

(Nemzetközi Közlekedési Hatóság, Légiközlekedési Igazgatóság)

BÜKI RICHÁRD

(Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálat,)

Tanszéki konzulens:

DR. WEIDINGER TAMÁS

(ELTE Meteorológiai Tanszék)

Budapest, 2009.

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS.....	3
1. A REPÜLÉSMETEOROLÓGIAI KÓDOK.....	4
1.1. METAR	4
1.2. SPECI.....	10
1.3. Landing forecast	12
1.4. TAF	12
1.4.1. A TAF alapja	12
1.4.2. Időjárás-változást jelző csoportok.....	16
1.5. Amended TAF	18
2. A GYAKORLATBAN HASZNÁLT VERIFIKÁCIÓS STATISZTIKÁK.....	19
2.1. BIAS	19
2.2. Mean Absolute Error	19
2.3. Mean Squared Error.....	19
2.4. Kontingencia táblázat.....	20
3. A METAR TÁVIRATON ALAPULÓ TAF VERIFIKÁCIÓS MÓDSZER	
BEMUTATÁSA.....	22
3.1. A program rövid bemutatása	22
3.2. A TAF mérőszámmal történő értékelése	25
4. A VERIFIKÁCIÓ EREDMÉNYEI	28
5. ELŐREJELZÉSEK MINŐSÍTÉSE AZ ICAO AJÁNLÁS ALAPJÁN	38
5.1. Az ICAO-ajánlás bemutatása	38
5.2. A vizsgálat eredményei.....	40

6. RÖVID ÉS HOSSZÚ TAF-OK VERIFIKÁCIÓJÁNAK ÖSSZEHA-SONLÍTÁSA...	44
7. ESETTANULMÁNY	47
7.1. Széllökések január 27-én	47
7.2. Ködös időszak az év utolsó napjaiban	53
8. ÖSSZEFOGLALÁS	59
FÜGGELÉK.....	61
IRODALOMJEGYZÉK	69
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	72

BEVEZETÉS

A meteorológia egyik legfontosabb alkalmazási területe a repülésmeteorológia. Ez magába foglalja az általános meteorológiai ismereteken kívül a repülés szempontjából fontos elemekre vonatkozó speciális ismereteket, a repülés biztonságát és gazdaságosságát befolyásoló ismereteket, illetve a repülésmeteorológiai szolgáltatásokat ismeretét, alkalmazását. Feladata a veszély nélküli repülések biztosítása, és a repüléstechnika megfelelő alkalmazása a különböző időjárási helyzetekben. Ezen belül a meteorológus tájékoztatást ad az időjárásról és annak megváltozásáról a repülőtereken és a repülés tervezett útvonalára, veszélyjelzést ad ki meglévő és várható időjárási helyzetekre, és repülésklimatológiai tájékoztatást nyújt.

A repülésmeteorológiában különösen fontos az időjárás előrejelzések beválásának ellenőrzése (*Farkas, 2004.*). A repülésmeteorológiai előrejelzések verifikációja során nyilvánvalóvá válnak az előrejelzés gyenge pontjai és felderíthetők a szisztematikus hibák, és azok az elemek, melyeket nagyobb biztonsággal jelezhetünk előre. Mindemellett megfelelő verifikációs séma alkalmazásával az előrejelzések minősége is javítható.

A repülésmeteorológiai verifikáció alkalmazásával le lehet mérni, hogy egy új távérzékelési eszköz, vagy új előrejelzési modellek, módszerek illetve új nowcastinghoz kapcsolódó eljárások alkalmazása mennyire javítják az előrejelzések beválást.

Az informatika nagyléptékű fejlődésének köszönhető újítások, a prognózisok automatizálása, indokoltá teszik objektív és automatikus verifikációs módszerek alkalmazását.

A szakdolgozatban a repülésmeteorológiai Terminal Aerodrome Forecast (TAF) távirat objektív kiértékelését írom le a 2008-as évre, Magyarország 5 repülőterére: Kecskemét, Pápa, Szolnok, Budapest és Debrecen. A kiértékelés során a Dr. Wantuch Ferenc által kidolgozott METAR táviraton alapuló verifikációs módszert alkalmazzuk, mely során a repülésmeteorológiai előrejelzések beválása számszerűsíthető. A TAF és a METAR táviratok kódolásának rendjét International Civil Aviation Organization (ICAO) Annex 3 nemzetközi szabályozás írja elő.

A 2007. júniusában az ICAO által kiadott Annex 3 dokumentum ajánlásként fogalmazza meg a tagállamok felé a repülésmeteorológiai előrejelzések üzemelési szempontból kívánatos pontosságát, ezért a fent említett módszer mellett kiértékelésre került az egyes repülőtereken az ICAO által ajánlott kritériumok is, ezt a kiértékelést eddig Magyarországon még nem végezték el.

Ugyanebben a kiadványban az ICAO több változást is megfogalmaz. Ezek közül a dolgozat szempontjából fontos, hogy megváltozott a TAF-ok formája, és érvényességi ideje. Sőt Budapest reptéren, 2008. november 5-től az addig megszokott rövid TAF-ok helyett, a hosszú, 24 órás érvényességi idejű TAF-okat készítik az előrejelzők. Mivel a verifikáció igen érzékeny az egyes meteorológiai elemek előrejelzésének érvényességi idejére, ezért a dolgozatban elvégzem a rövid és hosszú TAF-ok bevalásának összehasonlítását.

Repülésmeteorológiai előrejelzések verifikációja eddig csak az Országos Meteorológiai Szolgálatnál (OMSZ) történt a Ferihegyi reptületre, de több reptér bevalására egyidejű vizsgálatot egyéves időszakra Magyarországon még senki nem végzett.

1. A REPÜLÉSMETEOROLÓGIAI KÓDOK

A többi meteorológiai kódhoz hasonlóan a repülésmeteorológiai kódok is nemzetközi használatra készültek (*Horváth, 1978; Simon, 1982*). A SYNOP kódhoz hasonló felépítésűek, lényeges különbség viszont, hogy számok mellett szórövidítések és mozaikszavak is szerepelnek benne. Ezek többsége angol nyelvű, de egy-egy rövidítést például a francia nyelvből vették át (például a párásság kódja: BR - brume).

1.1. A METAR

A dolgozatomban bemutatott verifikáció alapjául a METAR, időjárás jelentő távirat szolgál (1. ábra). A METAR-ra vonatkozó szabályokat az ICAO Annex 3 kiadványban (*World Meteorological Organization, 2001.*) rögzítették.

A reptérek minden nap 24 órán keresztül kell rendszeres megfigyeléseket végezni. A METAR a rendszeres, repülésre vonatkozó aktuális időjárást megadó kód neve, melyet félóránként, vagy óránként adnak ki. Magyarországon az előbbit alkalmazzák.

A jelentés a következő információkat tartalmazza:

- a jelentés fajtájának azonosítása;
- az állomás azonosítója;
- a kiadás napja, ideje;
- automatizált vagy hiányzó jelentés azonosítása, ha alkalmazható;

- talajszél iránya és sebessége;
- meteorológiai látástávolság;
- RVR, azaz kifutópálya menti látástávolság [Runway Visual Range] (ha rendelkezésre áll);
- aktuális időjárás,
- felhőzet mennyisége, fajtája (csak cumulonimbus és tornyosuló cumulus felhő esetén) és a felhőalap magassága, vagy, ahol mérik, függőleges látás;
- hőmérséklet és harmatpont;
- QNH¹ (tengerszintre átszámított légnyomás) értéke,
- kiegészítő információk (TREND, pályaállapot, megjegyzések).

METAR CCCC YYGGggZ (AUTO) dddffGf_mf_mKT (d_nd_nd_nVd_xd_xd_x) VVVVD_v(vagy CAVOK) V_xV_xV_xV_xD_v RD_RD_R/V_RV_RV_RI(vagy RD_RD_R/V_RV_RV_RVV_RV_RV_RI) w'w' N_sN_sN_sshshsh_s(vagy VVhshsh_s(vagy SKC)) T'T'T_d'T'_d QP_HP_HP_HP_H REw'w' WSRWYD_RD_R(és/vagy WSALLRWY) LANDING (RMK)=

1. ábra A METAR távirat legáltalánosabb felépítése.

(A megvastagított elemek ebben a formában szerepelnek a táviratban.)

Kódolási szabályok:

METAR CCCC

A távirat a METAR kódnévvel kezdődik, melyet a repülőtér négy betűs ICAO azonosító jele követ (*Location Indicators Doc. 7910*). Például Budapest ICAO azonosítója: LHBP.

YYGGggZ

A jelentés kiadásának időpontját tartalmazó csoport: A kiadás napját, óráját és percét jeleníti meg UTC-ben. Arról, hogy mely évben és mely hónapban íródott nem tartalmaz információt. Ha a METAR-t automata adta, a kiadás időpontja után az AUTO rövidítés szerepel.

¹ A repülésmeteorológiában a tengerszintre átszámított légnyomás speciális rövidítése. A QNH mellett más légnyomásértékek is használatosak (pl: QFE, ami a műszerszínti nyomást kódolja).

dddffGf_mf_mKT (d_nd_nd_nVd_xd_xd_x)

A szélcsoport: Ez a rész a talajszél 10 perces átlagát tartalmazza. A csoport első három tagja a szél irányát jelöli, ezt követi a szélesebesség, mely három mértékegységben is megadható: csomóban [jelölés: KT], ms⁻¹-ban [jelölés: MPS] és kmh⁻¹-ban [jelölés: KMH]. Ha a széllökés nagysága az észlelés előtti 10 percben 10 Kt-val meghaladja az alapszelet, az átlagszél után egy G (Gust-széllökés) betű közbeiktatásával a csoport részeként fel kell tüntetni.

Példa: **18012G25KT** ↔ 180° irányból 12 Kt-s átlagszél mellett 25 Kt-s lökést észleltek.

Ha 10 perc alatt a szél iránya 60 fokot, vagy annál nagyobb mértékben változott, és a szél sebessége nagyobb 3 Kt-nál, akkor a két szélső irányt is fel kell tüntetni az óramutató járása szerinti sorrendben, V betűt használva a két irány elválasztására.

Példa: **18012G25KT 150V220** ↔ A szél iránya 150 és 220 fok között változott.

Változó irányú szelet (variable (**VRB**)) kódolunk, ha a szél sebessége kisebb, mint 3 Kt, illetve ha nagyobb, mint az előbb említett érték, de a szélirány valamilyen okból nem határozható meg (például heves zápor, vagy zivatar idején).

Szélcsend esetén a **00000KT** jelölést alkalmazzák.

Amennyiben a szél sebessége meghaladja a 100 Kt-t, nem számolva a helyi érték megnövekedésével, ennek megfelelően ki kell írni az értéket.

VVVVD_v (vagy CAVOK) V_xV_xV_xV_xD_v

A meteorológiai látás: Ha a szélrózsza különböző irányokban nincs lényeges változás a látástávolságban, akkor a minimális horizontális látástávolságot kell megadni méterben.

Példa: **4000** ↔ a látástávolság 4000 m.

Irány menti látástávolságot kell megadni, ha a látástávolság 5000 m-nél kisebb és a látástávolság változása a különböző irányokban a minimális látásértéknek legalább ötven százaléka. Ebben az esetben a legrosszabb látás irányát is meg kell adni.

Példa: **4000NE** ↔ 4000 m a látás északnyugati irányban.

Ha a minimális látástávolság kisebb, mint 1500 m, és egyik irányban a maximális látástávolság nagyobb, mint 5000 m, akkor mind a minimális, mind a maximális látás értékét és irányát is meg kell adni.

Példa: **1400SW 6000N** ↔ délnyugati irányban 1400 m, északi irányban 6000 m a látás.

A **CAVOK** (Clouds And Visibility OK) rövidítést kell alkalmazni, ha a látástávolság 10 km vagy annál nagyobb, nincs felhő 1500 m (5000 feet) alatt, nincs Cumulonimbus felhő, és nincs a jelenidő táblázatban (I. táblázat) ismertetett időjárási jelenségek egyike sem. Ezt a definíciót CAVOK-szabálynak is nevezik. A felhőalap korlátját a legmagasabb akadály feletti biztonságos elrepülés alapján határozzák meg, mely hazánkban 1500 m. A CAVOK a látástávolságot, a jelenidőt és a felhőzeti csoportot együttesen megadó kategória. (Utóbbi két csoportot a következőkben ismertetem.) Magyarországon és Európában is nagygépes repülés esetén² ez az egyetlen ilyen jellegű kategória. Az Egyesült Államokban több kategória is használatos (*Wantuch és Horváth, 1999*). Például: LIFR – a látástávolság kisebb vagy egyenlő mint 1 mile és a felhőalap 500 feet vagy kevesebb.

Ha a CAVOK-szabály nem alkalmazható, és a látástávolság nagyobb, mint 10 km, abban az esetben a 9999 kódolást alkalmazzuk.

RD_RD_R/V_RV_RV_Ri (vagy RD_RD_R/V_RV_RV_RV_RV_Ri)

Futópálya menti látástávolság (RVR): Futópálya menti látástávolság adható meg, ha az RVR vagy a horizontális látástávolság, vagy mindkettő értéke 1500 m alatt van, és ez meg is határozható. A csoportot R betűvel kell kezdeni, majd a futópálya jelölése következik, amelyet egy / jel követ és az RVR értéke méterben.

Példa: **R31/1100** ↔ a 31-es pályán 1100 m a látástávolság.

Ha a futópálya menti látástávolság a látástávolság-mérő által mérhető küszöb fölé javul, és ez a küszöb például 1500 m, ezt **P1500** formában kell jelenteni. Ha a műszer által mérhető küszöb alá romlik a látás, akkor ezt az előző csoporthoz hasonló formában kell megadni, de ez esetben a csoport **M** betűvel kezdődik, és értéként az alsó mérési határt kell beírni.

Példa: **R13/M0150** ↔ a 13-as pályán az RVR értéke kisebb 150 m.

² Kiszármaztatottak számára több európai országban léteznek további kategóriák (*Wantuch és Horváth, 1999*), de ezek csupán a nemzeti forgalomban szerepelnek.

A futópálya melletti látástávolság műszerrel való meghatározása esetén lehetőség van a változás tendenciájának megadására is, melyet a csoport utolsó karaktereként (i) lehet közölni. Az i = U (up) az RVR érték növekedését, az i = D (down) a csökkenését jelöli, az i = N (no change) azt jelenti, hogy nem történt jelentős változás.

Ha a 10 perces időszak alatt az 1 perces RVR átlagok 10 perces átlagtól való eltérése nagyobb, mint 50 m, vagy az átlag 20%-a, akkor a minimum és a maximum értékeket megadó $R_{D_R}D_{R/V_R}V_{R_V}V_{R_V}V_{R_V}V_{R_V}i$ csoportot is fel kell venni a jelentésbe.

W'W'

Az aktuális időjárás: Az aktuális időjárási jelenségeket fajta és jelleg szerint kell megadni, valamint jelezni kell annak intenzitását, illetve távolságát a repülőtértől. A jelenidő meghatározása a 4678-as WMO kódtábla (*World Meteorological Organization, 1988*) alapján történik (I. táblázat).

ELŐJELZŐ		IDŐJÁRÁSI JELENSÉG		
Intenzitás, vagy közelségjelző	Jelleg	Csapadék	Homályosság	Egyéb
- Gyenge	MI Sekély (2 m alatt)	DZ Szitálás	BR Párasság	PO Homok, vagy portölcsérek
Mérsékelt (nincs jelző)	BC Foltokban	RA Eső	FG Köd	SQ Szélrohalmok
	PR Részben	SN Hó	FU Füst	FC Felhőtölcsér
+ Erős, jól fejlett	DR Alacsony	SG Szemcsés hó	VA Vulkáni hamu	SS Homokvihár
	BL Magas	IC Jégkristályok	DU Por	DS Porvihár
VC A közelben	SH Zápor	PE Fagyott eső	SA Homok	
	TS Zivatar	GR Jég (átmérő nagyobb 5 mm)	HZ Homály	
	FZ Fagyott (túlhűlt)	GS Gyenge jég és/vagy hódara, jégdara		

I. táblázat 4678-as WMO jelenidő-kódtábla.

Ha egy időben több időjárási jelenséget észleltek, akkor azokat különálló csoportokként kell megadni, kivéve több csapadékfajta észlelése és jelentése esetén. Ebben az esetben elsőként a jellemzőbb csapadékfajta kell megadni.

Példa: – **DZ FG** ↔ gyenge szitálás és köd van (a – jel a szitálás intenzitására utal)

SNRA ↔ mérsékelt intenzitású havas eső esik, ahol a hó a jellemzőbb csapadékfajta

Jelenidő megadásakor a következőket kell figyelembe venni:

- a METAR-ban maximum 3 jelenidőt kifejező csoport szerepelhet,
- intenzitást csak csapadék, por, homok és hófúvás, porvihar és homokvihar esetén kell jelenteni,
- jégkristály, füst, homály, por és homok jelentése csak abban az esetben szükséges, ha a látástávolság 5000 m alá csökken,
- párásságot 1000 és 5000 m közötti látástávolság esetén kell kódolni,
- ködöt 1000 m alatti látástávolságnál kell adni,
- a VC közelségjelző akkor használatos, ha az időjárási jelenséget nem a repülőtér területén észlelték, de annak határától számított 8 km-es körzeten belül előfordult.

$N_s N_s N_s h_s h_s h_s$ [TCU vagy CB] (vagy $VV h_s h_s h_s$ (vagy SKC, vagy NSC))
--

Felhőzet vagy függőleges látás: A borultságot és a felhőmagasságot tartalmazza, illetve Cumulonimbus (CB) vagy tornyos gomolyfelhő (TCU) jelenlétéről és a függőleges látásról is hordozhat információt. A borultságra a few [FEW] (1–2 okta), scattered [SCT] (3–4 okta), broken [BKN] (5–7 okta) és overcast [OVC] (8 okta) jelöléseket kell alkalmazni, és utána az így megadott felhőzet alapját kell kódolni. Például az OVC002 8 okta stratust jelöl 200 feeten (60 m-en), a BKN080 5–7 okta középszintű felhőzet 8000 feeten (2400 m-en).

A szignifikáns konvektív felhőtípusokon kívül, amely a Cumulonimbus és a Cumulus congestus, más típust nem kell megkülönböztetni. A felhőcsoportok jelentése az alábbi szabály alapján történik:

- a legalacsonyabb réteg, vagy tömeg függetlenül annak mennyiségétől,

- a következő réteg, amelynek mennyisége nagyobb 2 oktánál (minimum SCT mennyiségű),
- a következő magasabb réteg, ha a borultság 4 oktánál nagyobb (minimum BKN mennyiségű),
- Cumulonimbus felhő, ha várható ilyen, és a fenti csoportok valamelyikében még nem lett jelölve.

A felhőcsoportokat növekvő magasság szerint kell jelenteni. Ha nincs felhő, vagy a legalacsonyabb felhőréteg magassága 1500 m felett van, és a CAVOK-szabály nem alkalmazható, az SKC (Sky Clear), illetve NSC (Nil Significant Clouds) rövidítést kell használni. Ha Cumulonimbus és más típusú felhőzet ugyanazon az alapon van, a felhő típusaként CB-t kell megadni, mennyiségként pedig az azon a felhőalapon elhelyezkedő összes felhőzet mennyiségét.

Példa: **FEW005 FEW010CB SCT018 BKN025** ↔ 1 okta Stratus van 500 feeten, 2 okta CB felhő 1000 feeten, 3 okta Cumulus 1800 feeten és 5 okta Stratocumulus 2500 feeten.

Függőleges látás megadása akkor történik, ha az égbolt elhomályosult és a felhőzet részletei nem követhetők, de a vertikális látásról van információ. A függőleges látás megadása a következő módon történik: **VV** és ezután a látástávolság 30 m-s (100 feetes) egységekben.

Példa: **VV003** ↔ a vertikális látás 300 feet.

Ha a vertikális látástávolságot nem lehet megadni, akkor **VV///**-ként kell jelenteni.

T'T'T_d'T'_d

Hőmérséklet és harmatpont: A megfigyelt hőmérséklet és harmatpont megadásakor a mért értékeket 0,5 foktól a felső értékhez kerekítik és a negatív értékek elé M betűt kell illeszteni.

Példa: **10/03** ↔ a hőmérséklet 10 °C, a harmatpont 3 °C.

QP_HP_HP_HP_H

QNH (légnomás): A QNH légnomásérték megadása egész hPa-os értékkel történik.

Példa: **Q0995** ↔ a QNH értéke 995 hPa.

A további csoportok kiegészítő információkat tartalmaznak többek között az elmúlt időjárásról és a szélnyírásról, ám ezeket a dolgozatban nem részletezem, mivel ilyen csoportok a TAF-ban nem szerepelnek, s így verifikáció szempontjából nem lényeges elemek.

1.2. SPECI

Ha két METAR kiadása közti intervallumban a repülőtér üzemeltetését alapvetően befolyásoló időjárási jelenség lép fel, egy SPECI táviratot lehet kiadni, mely felülírja az épp aktuális időjárás-jelentő távirat tartalmát, és a következő METAR kiadásáig, vagy újabb szignifikáns változás bekövetkezéséig érvényes.

Az ICAO Annex 3 ajánlása szerint 2008. november 5-től életbe lépett az a változás, miszerint ha egy repülőtéren félóránkénti rendszeres meteorológiai jelentéseket (METAR) adnak ki, akkor különleges meteorológiai jelentést (SPECI) nem kell kiadni.

Azokon a reptereken, ahol nem készítenek félóránként METAR táviratot, ott speci kiadása szükséges, valahányszor a következő kritériumoknak megfelelő változások lépnek fel alapján (*International Civil Aviation Organization, 2007.*):

1. ha a szélirány változása 60 fok, vagy annál nagyobb, 10 csomót meghaladó szél esetén, illetve ha a szélesség változása meghaladja a 10 csomót;
2. ha a szélsebesség változása eléri, vagy meghaladja a 10 csomót, amennyiben a közepes szél 15 csomó vagy több;
3. Ha a látástávolság megváltozása során várhatóan átlépi a 150, 350, 600, 800, 1500, 3000 és 5000 m-es határt (Az 5000 m-es határ azokra a repülőterekre vonatkozik, ahol a látvarepülés szabályai is érvényben vannak.);
4. Ha a szignifikáns időjárási csoportnál felsorolt időjárási jelenségek valamelyike várhatóan bekövetkezik, megszűnik, vagy intenzitása megváltozik.

5. Ha a felhőzet FEW vagy SCT mennyiségből, vagy SKC (NSC)-ből várhatóan BKN vagy OVC-be megy át és alapja ugyanekkor 1500 feet (450 m) alatt van.
6. Ha a felhőzet BKN vagy OVC mennyiségből, várhatóan FEW vagy SCT mennyiségbe vagy SKC (NSC)-be megy át és alapja ugyanekkor 1500 feet (450 m) alatt van.
7. Ha a felhőalap BKN, vagy OVC mennyiség mellett úgy változik, hogy átlépi a 30, 60, 150, 300 m-es (100, 200, 500, 1000 feet) határokat.
8. Ha a függőleges látástávolság átlépi a 30, 60, 150, 300 m-t (100, 200, 500, 1000 feet).
9. Minden egyéb helyi üzemelési minimumokon alapuló kritérium, a meteorológiai hatóság és az üzemeltetők közötti megállapodás szerint.

1.3. Landing forecast

Mindkét időjárás-jelentő távirat egy tendencia jellegű résszel, az ún. **Landing forecast**-tal végződik, amelyben már nem az észlelő, hanem a repülésmeteorológus tünteti fel az elkövetkező két óra várható szignifikáns változásait. Például ködös időben a látás javulását várja, vagy front érkezéssel a szél fordulását jelzi. Ha nem várható ilyen változás, a NOSIG (No Significant Change) rövidítéssel fejeződik be a jelentés. A Landing forecast minden fél órában, tehát minden új METAR kiadásakor frissül, érvényességi időtartama 2 óra azon METAR, vagy SPECI jelentés idejétől számítva, amelyhez az előrejelzést csatolták.

1.4. TAF

A TAF (Terminal Aerodrome Forecasts) távirat egy konkrét repülőtérre és meghatározott időszakra szóló időjárás-előrejelzést tartalmazó távirat neve (2. ábra). A meteorológiai elemek térbeli és időbeli változása, az előrejelzési módszerek korlátai, és néhány elem meghatározásában előforduló korlátozások miatt, egy előrejelzésben megadott bármely elemre vonatkozó értéket a fogadó félnek úgy kell értelmeznie, mint azt a legvalószínűbb értéket, amelyet az előrejelzési periódus folyamán az elem felvehet. Hasonlóképpen, ha

valamely elem előfordulásának vagy megváltozásának idejét adják meg egy előrejelzésben, ezt az időt a legvalószínűbb időpontnak kell felfogni.

A TAF a következő információkat tartalmazza:

- Az előrejelzés fajtájának azonosítása;
- Kiadás helyének azonosítása;
- Előrejelzés kiadásának időpontja;
- Az előrejelzés érvényességi dátuma és időszaka;
- Talajszél;
- Látás;
- Időjárás;
- Felhő; és
- Ezen elemek közül egynek vagy többnek az érvényességi időszak alatt várható lényeges változásai.

Az előrejelzés időtartama nem lehet 6 óránál kevesebb és 30 óránál több; ezen intervallumon belül az időperiódust a regionális légi-navigációs egyezmény határozza meg. A 12 óránál rövidebb érvényességű repülőtéri előrejelzéseket 3 óránként kell kiadni, a 12 és 30 óra közöttieket 6 óránként. Az előbbieket rövid TAF-oknak, az utóbbiakat hosszú TAF-oknak nevezzük.

A TAF legáltalánosabb felépítése a következő ábrán látható.

<p>TAF CCCC YYGGggZ Y₁Y₁G₁G₁/Y₂Y₂G₂G₂ ddffG_ff_mKT VVVV(vagy CAVOK) w'w'(vagy NSW) N_sN_sN_sh_sh_sh_s(vagy VVh_sh_sh_s (vagy SKC vagy NSC)) PROBC₂C₂ FMYYGGgg BECMG YYGG/Y_eY_eG_eG_e TEMPO YYGG/Y_eY_eG_eG_e</p>

2. ábra A TAF legáltalánosabb szerkezete.

(A megvastagított elemek ebben a formában szerepelnek a táviratban.)

A normál formátumú szövegrész a TAF úgynevezett alapjához tartozik, melyben az ICAO által megszabott elemek prognosztizált értéke szerepel, és valamennyi meteorológiai paramétert kötelező felsorolni. A dőlt betűvel szedett rész egyes elemek folyamatos vagy időszakos változását tartalmazza a TAF érvényességi ideje alatt.

1.4.1. A TAF alapja

Mivel a TAF kódolása nagy részben egyezik a METAR-éval, az attól eltérő csoportokat mutatom be.

TAF CCCC

A távirat a TAF kódnévvel kezdődik, melyet a repülőtér négy betűs ICAO azonosító jele követ (*Location Indicators Doc. 7910*).

YYGGggZ

Az előrejelzés kiadásának időpontját tartalmazó csoport: A kiadás napját, óráját és percét jeleníti meg UTC-ben. Arról, hogy mely évben és mely hónapban íródott a TAF nem hordoz információt.

Y₁Y₁G₁G₁/Y₂Y₂G₂G₂

Az előrejelzés érvényességének időtartamát tartalmazó csoport: Az érvénybe lépés napját és az időtartam kezdő óráját, illetve az érvényesség befejezésének napját, és záró óráját mutatja szintén UTC-ben kifejezve. A magyarországi rövid TAF-ok kiadásának idejét és érvényességi intervallumát a II. táblázatban ismertetem. A Budapesti reptéren 2008. november 5-e óta hosszú TAF-okat használnak. Ezek kiadásának idejét, és érvényességének időtartamát (24 óra) a III. táblázat tartalmazza. A kiadás időpontjai országanként egy–egy órával eltérhetnek.

Kiadás időpontja (UTC)	Érvényesség kezdete (UTC)	Érvényesség vége (UTC)
00	01	10
03	04	13
06	07	16
09	10	19
12	13	22
15	16	01
18	19	04
21	22	07

II. táblázat a.) *A TAF-ok kiadási időpontjai Magyarországon 2008. november 5-e előtt.*

Kiadás időpontja (UTC)	Érvényesség kezdete (UTC)	Érvényesség vége (UTC)
02	03	12
05	06	15
08	09	18
11	12	21
14	15	24
17	18	03
20	21	06
23	00	09

II. táblázat b.) *A TAF-ok kiadási időpontjai Magyarországon 2008. november 5-e után.*

Kiadás időpontja (UTC)	Érvényesség kezdete (UTC)	Érvényesség vége (UTC)
05	06	06
11	12	12
17	18	18
23	00	24

III. táblázat *A TAF-ok kiadási időpontjai Budapesten 2008. november 5-e után.*

w'w'(vagy NSW)

Az időjárás csoport: A várható szignifikáns időjárást kódolja a 4678-as WMO kódtábla alapján (*World Meteorological Organization, 1988*), és az alábbi jelenségek előfordulásának jelzésére kell korlátozódnia:

- fagyott csapadék,
- túlhűlt köd (más néven zúzmarás köd, de az előbbi több információt szolgáltat a repülés szempontjából),
- mérsékelt, vagy erős intenzitású csapadék (beleértve a záporos jellegű csapadékot is),
- alacsonyszintű por, homok, vagy hófűvás,
- por-, homok-, vagy hóförgeteg (beleértve a hóvihart és a porvihart),
- zivatar (csapadékkal vagy csapadék nélkül),
- szélroham,
- tölcsérfelhő (tornádó vagy víztölcsér),
- minden olyan, a 4678-as WMO kódtáblában (*World Meteorological Organization, 1988*) szereplő időjárási jelenség, amely várhatóan jelentős változást idéz elő a látásban.

Ha a TAF fő részében valamilyen időjárási jelenséget jeleztünk előre, és azt később a következő pontban bemutatott változási csoporttal meg akarjuk szüntetni, akkor a w'w' csoport helyén az NSW (Nil Significant Weather) rövidítést kell alkalmazni.

A METAR-hoz hasonlóan az előrejelző táviratban is több, maximálisan 4 időjárási elem adható meg.

Az eddig felsoroltak a távirat alapjához tartoznak, melyet minden TAF-nak tartalmaznia kell szigorúan ebben a formában.

1.4.2. Az időjárás-változást jelző csoportok

A következő csoportok a várható szignifikáns változások leírására szolgálnak. Minden esetben kétféle kódolást tüntetnek fel, ebből az első a 2008. november 5-e előtti, a második pedig a november 5-e utáni formát tartalmazza. Ezek mindössze annyiban különböznek,

hogy az újabb formában az órát és percet jelző karakterek előtt a napot is feltünteti. A magyarázatokban az utóbbi kódolás fog szerepelni.

FMGGgg / FMYGGgg

Ha a meteorológiai viszonyokat leíró időjárási elemek mindegyikénél szignifikáns változást vár a szinoptikus, azaz ha a változás előtti időpontra előrejelzett időjárástól merőben eltérő feltételeket prognosztizál a változás bekövetkezése után, akkor az **FMYGGgg** csoportot kell alkalmazni, ahol az **FM** a "from" szó rövidítése, a **YGGgg** pedig a változás napját, illetve időpontját adja meg UTC-ben, órában és percben kifejezve. **FMYGGgg** csoport használata esetén a csoport előtt megadott összes előrejelzett körülményt a csoport után jelzett állapotok hatálytalanítják és felváltják.

BECMG GGG_eG_e / BECMG YYGG/Y_eY_eG_eG_e

Ha egy vagy több meteorológiai elem folyamatos – szabályos, vagy szabálytalan – változása várható, a **BECMG YYGG/Y_eY_eG_eG_e** változást jelző csoport használandó, ahol a **BECMG** a "becoming" rövidítéséből ered, az **YYGG** és az **Y_eY_eG_eG_e** pedig a változás kezdetének és végének napját és idejét jelöli UTC-ben. A **BECMG YYGG/Y_eY_eG_eG_e** csoport után leírt állapotok **G_eG_e** időponttól **G₂G₂** (a TAF érvényességének végét jelző) időpontig uralkodnak, ha csak későbbi időponttal újabb változás nem várható. Ekkor a **BECMG YYGG/Y_eY_eG_eG_e** és az **FMYGGgg** változási csoportok további készletét kell felhasználni. A **GG**-től **G_eG_e**-ig terjedő időszak hossza általában 2 óra, de nem haladhatja meg a 4 órát. A változási csoportot az összes olyan elem leírása követi, amelynek változását előrejelezték. Ha egy időjárási elemet nem írtak le a változást jelentő csoportot követően, akkor továbbra is érvényes annak az elemnek a változási csoport előtt megadott állapota.

TEMPO GGG_eG_e / TEMPO YYGG/Y_eY_eG_eG_e

Átmeneti ingadozások jelölésére a **TEMPO YYGG/Y_eY_eG_eG_e** csoport a használatos. A "temporary" szóból származó **TEMPO** rövidítés után a **YYGG** és a **Y_eY_eG_eG_e** az időszak elejének illetve végének napját és időpontját mutatja UTC-ben. Olyan átmeneti

meteorológiai állapotok előrejelzésére alkalmazható, amelyek minden esetben várhatóan egy óránál rövidebb ideig tartanak, és az együttes fellépések a YYGG/Y_eY_eG_eG_e-vel jelölt intervallum felénél kisebb részt fednek le.

PROBC₂C₂

A **PROB** (probability) rövidítés valószínűségi csoportot szimbolizál. Valamely előrejelzett időjárási elem, vagy elemek alternatív értékének előfordulási valószínűségét kell ezzel jelezni, amelyet a valószínűség 10%-os egységének és annak az időperiódusnak a jelölése követ, amely alatt az alternatív érték(ek) előfordulhat(nak). A C₂C₂ helyén a 30 illetve 40 értékek használatosak a 30% valamint a 40% jelölésére. Ha a tényleges értéknek az előrejelzettől való valószínűsíthető eltérése 30%-nál kisebb, nem tekinthető indokoltnak a PROBC₂C₂ csoport használata. Ha pedig az alternatív érték lehetősége 50% vagy ennél nagyobb, akkor ezt a megfelelő módon, az esettől függően BECMG-al, vagy FM-mel kell jelölni. Ha e csoportok közül egy vagy több bekerül a táviratba, a rövidítés után csak azt az időjárási elemet kell jelölni, amelyikre a változás vonatkozik.

PROBC₂C₂ TEMPO GGG_eG_e/ PROBC₂C₂ TEMPO YYGG/Y_eY_eG_eG_e

A valószínűségre vonatkozó állítás átmeneti ingadozások előfordulási valószínűségére is vonatkozhat. Ebben az esetben a PROBC₂C₂ csoportot a TEMPO változásjelző és a hozzá kapcsolódó időcsoport elé kell elhelyezni. C₂C₂ helyett ebben az esetben is csak a 30 és 40 értékek használatosak.

A regionális légi-navigációs egyezménytől függően további csoportokkal is bővíthet a távirat. Ilyen lehet például a turbulencia-, a jegesedési-, és a hőmérsékleti csoport. Ezekre az OMSZ nem készít előrejelzés, a honvédség által alkalmazott szinoptikusoknak azonban ez is a feladatkörükbe tartozik. A távirat végét minden esetben egyenlőségjel mutatja.

Ha a kiadott távirat formailag nem felel meg a fent ismertetett követelményeknek, a szinoptikusnak egy korrekciós táviratot kell írnia.

1.5. Amended TAF

Ha az 1.2. fejezetben felsorolt szignifikáns változások közül akár csak egy is bekövetkezik úgy, hogy a TAF-ban nem jelezték előre, egy módosított táviratot, AMD TAF-ot kell kiadni az adott TAF-ra, melynek az eredeti TAF teljes megmaradó időszakát le kell fednie. Az AMD kritériumok magukba foglalják a légikikötőnként, repülőgépenként és pilótánként definiált repülési minimumokat is, melyet szintén az ICAO rögzített. Ezek a minimumok korlátozzák a repülést a repülőtér és a repülőgép műszeres felszereltségétől és a pilóta képzettségétől függően.

2. A GYAKORLATBAN HASZNÁLT VERIFIKÁCIÓS STATISZTIKÁK

A következőkben a WMO által ajánlott statisztikák bemutatása olvasható (*World Meteorological Organization - No. 770*).

2.1. Szisztematikus hiba (BIAS)

A BIAS az észlelet és az előrejelzett értékek eltérésének az átlagos irányát jelzi, de nem lehet vele visszaadni a hiba nagyságát. Ha a BIAS pozitív, az előrejelzett érték átlagosan felülmúlja az észleletet, míg a negatív BIAS esetén az előrejelzett érték átlagosan alacsonyabb a megfigyeltnél. Ezzel a módszerrel a folyamatos időjárási paramétereknél a szisztematikus hibát kapjuk meg.

$$BIAS = \frac{1}{N} \left[\sum_{i=1}^N (F_i - O_i) \right]$$

N: előrejelzések száma,

F_i: i-dik előrejelzés,

O_i: i-dik megfigyelés

2.2. Átlagos abszolút hiba (Mean Absolute Error – MEA)

Ez a lineáris becslés a hiba átlagos nagyságát fejezi ki, de az eltérés irányát nem. Ez a mennyiség kompenzálja a BIAS pozitív és negatív hibáit.

$$MAE = \frac{1}{N} \left[\sum_{i=1}^N |F_i - O_i| \right]$$

N: előrejelzések száma,

F_i: i-dik előrejelzés,

O_i: i-dik megfigyelés

2.3. Átlagos négyzetes hiba (Mean Squared Error – MSE)

Az átlagos négyzetes hiba egy olyan mérőszám, mely súlyozottan veszi figyelembe az eltéréseket, tehát érzékenyebb a nagyobb hibákra, mint a fenti MAE mennyiség.

$$MSE = \frac{1}{N} \left[\sum_{i=1}^N (F_i - O_i)^2 \right]$$

N: előrejelzések száma,

F_i: i-dik előrejelzés,

O_i: i-dik megfigyelés

Gyakorlatban sokszor alkalmazzák az RMSE értéket, amely az MSE négyzetgyöke.

2.4. KONTINGENCIA TÁBLÁZAT

A kontingencia táblázat (IV. táblázat) magába foglalja az előrejelzési és megfigyelési kategóriák verifikáció szempontjából lehetséges kombinációit. Tehát az előrejelzés ellenőrzésére használható, az előrejelzés kiértékelésének legtöbbször használt formáit tartalmazza (Nurmi, 2003.). Meteorológiai elemenként osztályokat lehet meghatározni, és a táblázatban a bejegyzések az egyes osztályokban az esetek számát jelölik. (U. S. National Weather Service, 1993.).

ÉSZLELÉSI KATEGÓRIA	ELŐREJELZÉSI KATEGÓRIA			TOTAL
	1	2	3	
1	a	b	c	J
2	d	e	f	K
3	g	h	i	L
TOTAL	M	N	O	T

I. Táblázat A kontingencia táblázat.

A példatáblázatban 3 kategória van megadva. Az a, e és i értékek a helyes találatokat jelölik, tehát amikor ugyanazt jelezték előre, amit észleltek. A többi esetben az előrejelzések hibásak. A következő eredmények a kontingencia táblázatot alkalmazva

számolhatóak.

- **Százalékos pontosság (Percent correct – PC)**

$$PC = \frac{a + e + i}{T} * 100$$

a, e, i: az egyes kategóriák pontos előrejelzésének a száma,

T: az összes előrejelzés száma.

A kontingencia táblázat alkalmazásával a százalékos pontosság a legegyszerűbben megállapítható érték.

- **Hibás Riasztási Arány (False Alarm Ratio - FAR):**

A rossz előrejelzések és az adott kategóriában az összes előrejelzés hányadosa:

$$FAR = \frac{d + g}{M}; \frac{b + h}{N}; \frac{c + f}{O}$$

b, c, d, f, g, h: az egyes kategóriák hibás előrejelzésének a száma,

M, N, O: az egyes kategóriák előrejelzésének száma.

A FAR értéke 0 és 1 között van, a kívánatos érték 0, ebben az esetben nem volt téves előrejelzés.

- **Észlelt Események Aránya (Probability of Detection - POD):**

A helyes előrejelzések száma és az összes észlelések számának aránya

$$POD = \frac{a}{J}; \frac{e}{K}; \frac{i}{L}$$

a, e, i: az egyes kategóriák pontos előrejelzésének a száma,

J, K, L: az egyes kategóriák észleléseinek száma.

Az értéke 0 és 1 között van, és minél nagyobb, annál jobb az előrejelzés.

- **Hiba Gyakoriság (Frequency bias):**

Az előrejelzések száma osztva ugyanazon kategória észleléseinek számával

$$BIAS = \frac{M}{J}; \frac{N}{K}; \frac{O}{L}$$

M, N, O: az egyes kategóriák előrejelzésének száma.

J, K, L: az egyes kategóriák észleléseinek száma.

Ha a Bias > 1, az adott esemény többször volt előrejelezve, mint ahányszor valójában észlelték; ha a Bias < 1, akkor kevesebbszer jelezték előre az adott eseményt, mint valójában volt.

- **Veszély érték (Threat Score, vagy Critical Success Index - CSI):**

Egy egyszerű kombinációja a POD és a FAR értékeknek, tehát érzékeny mind a hamis riasztásokra, mind a hiányosságokra.

$$CSI = \frac{a}{M + J - a}; \frac{e}{N + K - e}; \frac{i}{O + L - i}$$

a, e, i: az egyes kategóriák pontos előrejelzésének a száma,

M, N, O: az egyes kategóriák előrejelzésének száma.

J, K, L: az egyes kategóriák észleléseinek száma.

CSI tartománya 0 és 1 között van, a tökéletes érték 1, a nem bevált előrejelzésnél 0.

- **Brier Score:** az egyik leggyakoribb érték az előrejelzések valószínűségének minőségére. Adott esemény valószínűsége és tényleges előfordulásának gyakorisága közötti eltérések négyzetének átlaga. A következő formában írható fel:

$$BS = \frac{1}{2N} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^K (f_{ij} - o_{ij})^2$$

N, K: előrejelzések és észlelések száma

f_{ij} az előrejelzések valószínűsége az i-dek eseményre, a j-dik kategóriában;

O_{ij} a megfelelő észlelés.

O_{ij} általában 1, vagy 0 értéket vesz fel, annak megfelelően, hogy az előrejelzett időjárási esemény bekövetkezik-e a j-edik kategóriában, vagy sem. A Brier Score értéke 0 és 1 közé esik, és akkor megfelelő az előrejelzés, ha az értéke 0.

A BS érték tartalmazza az előrejelzések valószínűségének négyzetes hibáját, tehát, mint a fenti MSE érték, érzékeny a nagy hibákra. Ezt az értéket inkább a két-kategóriás előrejelzéseknél használják, a több-kategóriásoknál a következő Brier Skill Score mennyiség alkalmazható.

- **Brier Skill Score (BSS):** ez az érték az előrejelző rendszeren túl tartalmaz egy referencia előrejelzést. A BSS értéke 0 és 1 között változhat. Alakja:

$$BSS = \frac{BSc - BSf}{BSc}$$

Ahol BS minden esetben a Brier Score értékeket jelentenek, a BSf az előrejelzésre felírt értéke, a BSc pedig egy referencia előrejelzés, mely általában a klímaállapotot jelenti.

3. A METAR TÁVIRATON ALAPULÓ TAF-VERIFIKÁCIÓS MÓDSZER BEMUTATÁSA

A kiértékelés során a METAR és a TAF táviratok gépi összevetésére van szükség.

Hogy csak néhány példát említsek, alkalmas lehet egyedi előrejelzések számszerű kiértékelésére, előrejelzési időszakok számszerű összehasonlítására, valamint repülésmeteorológusok, azaz az előrejelzők munkájának összehasonlítására.

Először a program automatikusan összegyűjti a repülőtéri METAR táviratokat (ezeket félóránként adják ki), esetleg két napról is, hiszen az előrejelzés időszaka átnyúlhat a következő napra is.

A szóban forgó programnak értelmeznie kell azt, hogy mi szerepel a táviratban. Ezután az előrejelzési táviratot (TAF) vizsgálja. Mely időszakra vonatkozik, majd értelmezi a táviratot, hogy abban melyik félórára milyen időjárási elem van, és hogyan van előrejelezve.

3.1. A program rövid bemutatása

Az automatikus verifikáció elvégzéséhez kidolgozott program archiválja a forgalomba kerülő időjárás-jelentő és előrejelző táviratokat, szétválogatja a meteorológiai elemeket külön file-okba, illetve a verifikálásra kiválasztott TAF-hoz megkeresi a hozzá tartozó METAR – egyes esetekben METAR-ok – értékeit.

A verifikáció elvégzéséhez szükséges C++ nyelven írt programot Dr. Wantuch Ferenc dolgozta ki úgy, hogy az Windows és Unix rendszerben is fusson.

A felhasználó a kigyűjtőprogramot egy batch file-on keresztül futtathatja. Ebben lehet beállítani a kiértékelésre kiválasztott TAF paramétereit, valamint a keletkező file-ok helye is megadható.

Az elemek szelektálása előtt a program formai ellenőrzést végez: például a változást jelző csoportok időintervalluma a távirat érvényességi idején belül van-e, szerepel-e elírás benne, stb. Ha az előrejelzés nem felel meg az ICAO által előírt követelményeknek, hibaüzenet jelenik meg a képernyőn, s így tulajdonképpen a verifikáció már az előfeldolgozással megkezdődik. (Az ellenőrző program hatásköre a METAR-okra is

kiterjed, s az észlelőkhöz eljuttatott hibagyűjtemény az ő munkájuk minőségének javulását is elősegíti.)

A kiválogatás során mind a METAR, mind a TAF esetén karakterenként olvassa be a program a sorokat és a csoportok jellegzetessége alapján különíti el és gyűjti ki a meteorológiai elemeket. A szélcsoportot például a benne szereplő KT karakterek alapján azonosítja.

A program outputja szélsébség esetére a VI. táblázatban látható. Az első oszlop tartalmazza az időpontokat, a második az időjárás-jelentő táviratból származó értékeket, majd 3. oszlopban a TAF-ból kigyűjtött adatok szerepelnek. Ezek közül az elsőbe a TAF alapján szereplő érték kerül, a másik kettőbe egyik esetben a változást jelző csoportok (TEMPO, PROB TEMPO) adatai íródnak. Ha BECMG is szerepel, a változás kezdetét megadó időponttól kezdve az első oszlopba kerül az ezt követő előrejelzés, és ami eddig ebben az oszlopban szerepelt, a másodikba íródik a változást jelző időintervallum végéig. Az egyértelműség kedvéért a táblázat utolsó oszlopában egy mutató jelzi BECMG jelenlétét a táviratban. FM esetén az első oszlop értékeit az adott időponttól felülírja az ebben a csoportban feltüntetett adatokkal. A példában a 2008. február 27-i 0716-os TAF szélsébség értékei szerepelnek, Budapestre.

TAF LHBP 270600Z 270716 VRB03KT CAVOK BECMG 0710 29008KT 9999 SCT030 BKN080 TEMPO 1115 -SHRA BKN025=

idő	METAR		TAF		BECMG i/n
270700	02	8	3	-100	BECMG 1
270730	05	8	3	-100	BECMG 1
270800	05	8	3	-100	BECMG 1
270830	07	8	3	-100	BECMG 1
270900	06	8	3	-100	BECMG 1
270930	21	8	3	-100	BECMG 1
271000	15	8	3	-100	BECMG 1
271030	18	8	3	-100	BECMG 0
271100	16	8	-100	-100	BECMG 0
271130	18	8	-100	-100	BECMG 0
271200	17	8	-100	-100	BECMG 0
271230	15	8	-100	-100	BECMG 0

271300	17	8	-100	-100	BECMG 0
271330	13	8	-100	-100	BECMG 0
271400	14	8	-100	-100	BECMG 0
271430	17	8	-100	-100	BECMG 0
271500	16	8	-100	-100	BECMG 0
271530	18	8	-100	-100	BECMG 0
271600	20	8	-100	-100	BECMG 0

VI. táblázat *A METAR és a TAF elemeinek kigyűjtött formája*

Ezután egy újabb batch file-t kell lefuttatni, viszont ebben már hosszabb időtartam is beállítható. Így, a fenti példánál maradva, 2008. február hónapra Budapesten a 0716-os TAF-ok beválását a szélsőbességre a következő formában kapjuk meg:

A 080201 0716 TAF kiértékelése: 70	A 080215 0716 TAF kiértékelése: 67
A 080202 0716 TAF kiértékelése: 86	A 080216 0716 TAF kiértékelése: 85
A 080203 0716 TAF kiértékelése: 58	A 080217 0716 TAF kiértékelése: 59
A 080204 0716 TAF kiértékelése: 87	A 080218 0716 TAF kiértékelése: 76
A 080205 0716 TAF kiértékelése: 89	A 080219 0716 TAF kiértékelése: 88
A 080206 0716 TAF kiértékelése: 51	A 080220 0716 TAF kiértékelése: 89
A 080207 0716 TAF kiértékelése: 79	A 080221 0716 TAF kiértékelése: 75
A 080208 0716 TAF kiértékelése: 75	A 080222 0716 TAF kiértékelése: 84
A 080209 0716 TAF kiértékelése: 90	A 080223 0716 TAF kiértékelése: 77
A 080210 0716 TAF kiértékelése: 60	A 080224 0716 TAF kiértékelése: 78
A 080211 0716 TAF kiértékelése: 96	A 080225 0716 TAF kiértékelése: 92
A 080212 0716 TAF kiértékelése: 94	A 080226 0716 TAF kiértékelése: 89
A 080213 0716 TAF kiértékelése: 90	A 080227 0716 TAF kiértékelése: 57
A 080214 0716 TAF kiértékelése: 84	A 080228 0716 TAF kiértékelése: 69

II. Táblázat *A TAF szélirány előrejelzések beválásának kigyűjtött formája*

A százalékos értékeket úgy kapjuk meg, hogy a program félóránként összehasonlítja a TAF-ban szereplő értékeket a METAR-okéval, és valamennyi elemre előállítja a beválásokat. Majd ezen értékeknek az átlaga fogja jellemezni a beválást az egyes napokra.

3.2. A TAF mérőszámmal történő értékelése

Ebben a fejezetben bemutatom, hogy a program milyen elvek alapján végzi az összehasonlítást, és hogyan kapjuk meg a százalékos beválásokat.

Az általános elv a következő: a METAR-ban lévő érték kerül összehasonlításra a TAF-ban levő értékekkel. Ha csak egyetlen érték (az úgynevezett alap) szerepel az előrejelző táviratban, akkor azzal, ha az alap mellett TEMPO, és (vagy) PROB TEMPO csoport is szerepel, akkor azokkal is megtörténik az összevetés. Az összesített félórás beválás értéke több csoport esetén a csoportok beválásának számtani közepe. Így az előrejelző, illetve a prognózis bizonytalansága is belekerül a mérőszámba. Egyes kitüntetett, repülésre veszélyes időjárási elemek előrejelzésének elmulasztása az egész TAF összesített beválását nullázza. A távirat félóránkénti beválásainak átlaga adja a TAF beválását.

Az egyes elemekre részben különböző szabályok által történik a beválás meghatározása.

Szélirány:

- Ha a metarban szereplő szélirányhoz tartozó sebesség 5 KT, vagy kisebb, akkor
 - +/- 60°, vagy annál kisebb eltérés esetén 100%
 - +/- 60°-nál nagyobb, de 80°-nál kisebb eltérés esetén 50%
 - +/- 80°-nál nagyobb eltérés esetén 0%

- Ha a metarban szereplő szélirányhoz tartozó sebesség 6 KT vagy nagyobb, és 10 KT vagy kisebb, akkor
 - +/- 40°, vagy annál kisebb eltérés esetén 100%
 - +/- 40°-nál nagyobb, de 60°-nál kisebb eltérés esetén 50%
 - +/- 60°-nál nagyobb eltérés esetén 0%

- Ha a metarban szereplő szélirányhoz tartozó sebesség 10 KT-nál nagyobb, akkor
 - +/- 20°, vagy annál kisebb eltérés esetén 100%
 - +/- 20°-nál nagyobb, de 40°-nál kisebb eltérés esetén 50%
 - +/- 40°-nál nagyobb eltérés esetén 0%

- Ha a metar szélirányhoz tartozó sebesség 5 KT-nál kisebb, és akár a METAR-ban, akár a TAF-ban változó irányú szél (VRB) szerepel, akkor, ha a nem VRB-hez tartozó szélesebesség
 - 5 KT, vagy annál kisebb, a beválás 100%
 - 6-7 KT esetén a beválás 50%

- 8-9 KT esetén a beválás 30%
- 10 KT vagy annál nagyobb, a beválás 0%

Szélsébség:

- A tényleges és az előrejelzett szélsébségek összevetése történik. A beválás megadása százalékosan történik (a szélségsend 1 KT-val kerül számításra). Például ha a TAF-ban 6 KT-s szél szerepel, és a METAR-ban 9 KT-t adott az észlelő, az előrejelzés 66,7%; ha az előrejelzett és a tényleges sebesség megegyezik, a beválás 100 százalék.
- a bizonytalanabb megadású TAF-nál – a fenti általános elvek szerint – alacsonyabb lesz a beválás.
- folyamatos változást jelző csoport alkalmazása esetén, ha a szélsébség a BECMG kezdeti és végpontjában közölt sebességek közé esik, a beválás 100%.
- folyamatos változást jelző csoport alkalmazása esetén, ha a szélsébség nem a BECMG kezdeti és végpontjában közölt sebességek közé esik, az észlelő által mért adatot azzal a végponttal kell összevetni, amelyik közelebb esik hozzá.
- Ha az előrejelzett és a tényleges szélsébség egyaránt 5 KT, vagy kisebb, akkor a beválás 100%.

Széllökés:

- A tényleges és az előrejelzett széllökések összevetése történik. A beválás megadása százalékosan történik.
- ha nem volt széllökés és nem is jelezték előre, akkor a beválás 100%.
- ha előrejelezték de a METAR-ban nem szerepelt az adott félórára, illetve volt széllökés de nem szerepelt a TAF-ban, az időszakra a beválás 0%.
- ha a széllökést előre jelezték, a METAR-ban viszont nem szerepel, de az alapszél sebessége meghaladja a 14 Kt-t, a prognosztizált elemet az észlelt alapszéllel kell összevetni.
- Ha a széllökés előre volt jelezve, de a METAR-ban nem szerepelt, akkor a METAR-ban lévő átlagszél + 8 KT-val vesszük figyelembe a széllökést – ha az alapszél egyébként eléri a 8 KT-t.

- Ha széllokés a METAR-ban szerepel, de nem volt előrejelezve, akkor a TAF-ban lévő átlagszél + 8KT-val vesszük figyelembe a széllokést – ha az alapszél egyébként eléri a 8KT-t.
- Ha 10 KT-t eléri a különbség a TAF és a METAR közötti átlagszélnél és lőkésnél egyaránt akkor az egész TAF 0 %-os lesz.
- folyamatos változást jelző csoport esetén a kiértékelés a szélsébséghez hasonló módon történik.
- mivel a széllokés a repülésre nézve igen veszélyes elem, az 50%-nál alacsonyabb beválásokat minden esetben 0%-nak kell tekinteni.

Látástávolság:

- A tényleges és az előrejelzett látástávolságok összevetése történik. A beválás megadása százalékosan történik.
- CAVOK, 9999 megadásakor 10 km-es látástávolsággal történik az értékelés.
- folyamatos változást jelző csoport esetén a kiértékelés a szélsébséghez hasonló módon történik.
- Mivel az alacsony látástávolság a repülésre igen veszélyes elem, ezért ha a látástávolság (akár a tényleges, akár a prognosztizált) kisebb 3000 m-nél és az előrejelzés 55%-nál alacsonyabb beválású, a TAF az adott fél órában 0%-os.

Felhőzet és jelenidő:

Ezen elemek teljes körű verifikációja még nem megoldott, de az igazán veszélyes jelenségek kiszűrésre kerülnek az alábbi feltételek alapján.

- ha a METAR-ban Cumulonimbus felhőzet előfordul egy adott fél órában úgy, hogy az nem lett előrejelezve, a TAF összesített beválása 0%.
- ha a METAR-ban zivatar, ónos jellegű csapadék, közepes vagy erős intenzitású havazás fordul elő egy adott félórán úgy, hogy az nem lett előre jelezve, a TAF összesített beválása lenullázódik.
- Ha a TAF-ban Cumulonimbus felhőzetet jeleztek előre, viszont a METAR-ban nem szerepelt, akkor az összesített beválásból levonjuk a 20%-át.

A 1.4.2. fejezetben bemutatott változást jelző csoportok alkalmazása esetén azonban hangsúlyozni kell, hogy a TAF-ban használható TEMPO és PROB TEMPO csoportok esetenként lehetőséget adnak úgynevezett „gumi-TAF” írására (ezek olyan előrejelzések, melyekre biztosan nem kell AMD TAF-ot kiadni, de a repülés szempontjából nem hordoz érdemleges információt), de ezeket ez a módszer nem szűri ki. Szemléltetésként egy ilyen TAF a következőképp nézhetne ki a látástávolság előrejelzésére: **8000 TEMPO 0413 4000 PROB30 TEMPO 0413 0800**.

Ez a TAF egy VFR szerint repülő kisgépnél nem tartalmaz információt, mivel a távirat alapján nem tudja meghatározni a repüléshez megfelelő időjárás idejét és időtartamát, s így a pilóta nem tudja megtervezni útvonalát. Ezért a séma alkalmazásakor feltételezni kell, hogy a szinoptikus nem a verifikációnak írja a TAF-ot, és arra törekszik, hogy előrejelzése minél informatívabb legyen a repülő személyzet számára. A mérőszámmal történő kiértékelés (3.2. fejezet) előnye ebből a szempontból az, hogy differenciálva veszi figyelembe az egyes változási csoportokat.

(A teljesség kedvéért meg kell említeni, hogy vannak olyan speciális időjárási helyzetek, amikor – a jelenlegi előrejelzési módszerekkel – nem tud mást kódolni a szinoptikus, ha el akarja kerülni egy AMD TAF kiadását, azonban így a távirat a pilótáknak nem tartalmaz használható információt.)

4. A VERIFIKÁCIÓ EREDMÉNYEI

Első lépésben röviden bemutatom a 2008-as év időjárását, majd bemutatom az eredményeket, és közben jellemzem a repülőtereket klimatológiai szempontból.

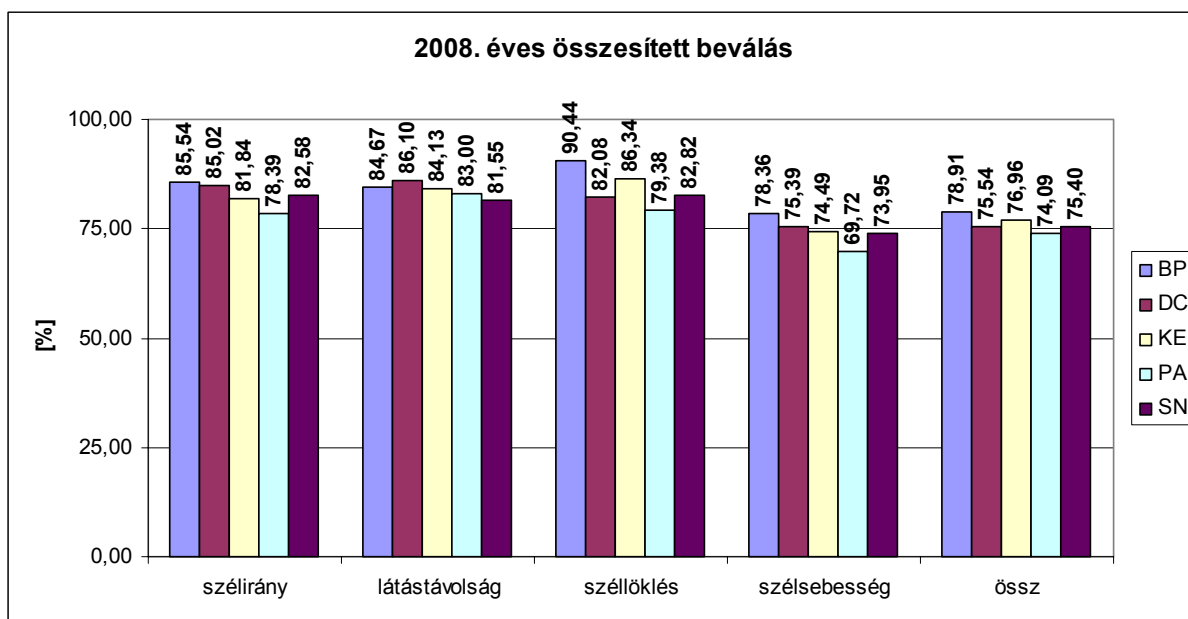
A 2008-as év enyhe téllal kezdődött, az átlagnál magasabb hőmérsékletekkel. Emlékezetes volt azonban a tél végi két viharfront átvonulása orkán erejű szellőkéséssel (*Bella, 2008.*).

A tavaszi hónapokban több tornádót is megfigyeltek, míg a nyár eleje, június és július hónapokat az átlag feletti csapadékok jellemezték (*Bella, 2008.*). Júniusban a szokásosnál lényegesen több zivatart figyeltek meg, főleg Budapesten és a Dunántúlon (*Lakatos et al., 2008.*).

Az őszi szeptember második felétől eltekintve enyhének bizonyult, november közepéig kellemes időjárás jellemezte hazánkat. A tél november 23-án kezdődött, ugyanis ekkor hullott az első hó az ország északi részén (*Bella, 2008.*). Majd a december is az átlagosnál

enyhébb volt egészen karácsonyig, 24-én az ország közel felén volt kisebb-nagyobb hóesés. 2008. utolsó napjaiban a ciklontevékenység megszűnt, ezzel lelassultak a légáramlatok és a Kárpát-medencében kialakult a hideg-légpárnás helyzet, és ezzel együtt a borongós, párás helyenként tartósan ködös időjárás.

Az 5 vizsgált állomás közül a katonai repülőtereken (Kecskemét - LHKE, Pápa - LHPA, Szolnok - LHSN) naponta 7 TAF-ot adnak ki, Budapesten (LHBP) 8-at és Debrecenben (LHDC) 3-at. Az ICAO 2008. november 5-től életbe lépő változásai leginkább a budapesti TAF-ok esetén szembetűnők, ugyanis ott az addigi rövid TAF-ok helyett már hosszabb érvényességi idejű, 24 órás TAF-okat adnak ki, naponta négyszer. A többi repülőtérenél megmaradtak a rövid TAF-ok, csak a kiadás időpontja változott (*Wantuch és Potor, 2009.*). A következő ábrák a fent ismertetett verifikációs módszer kiértékelését illusztrálják. Az 1. ábrán az egész évet jellemeztem egyetlen beválással a különböző kategóriákban



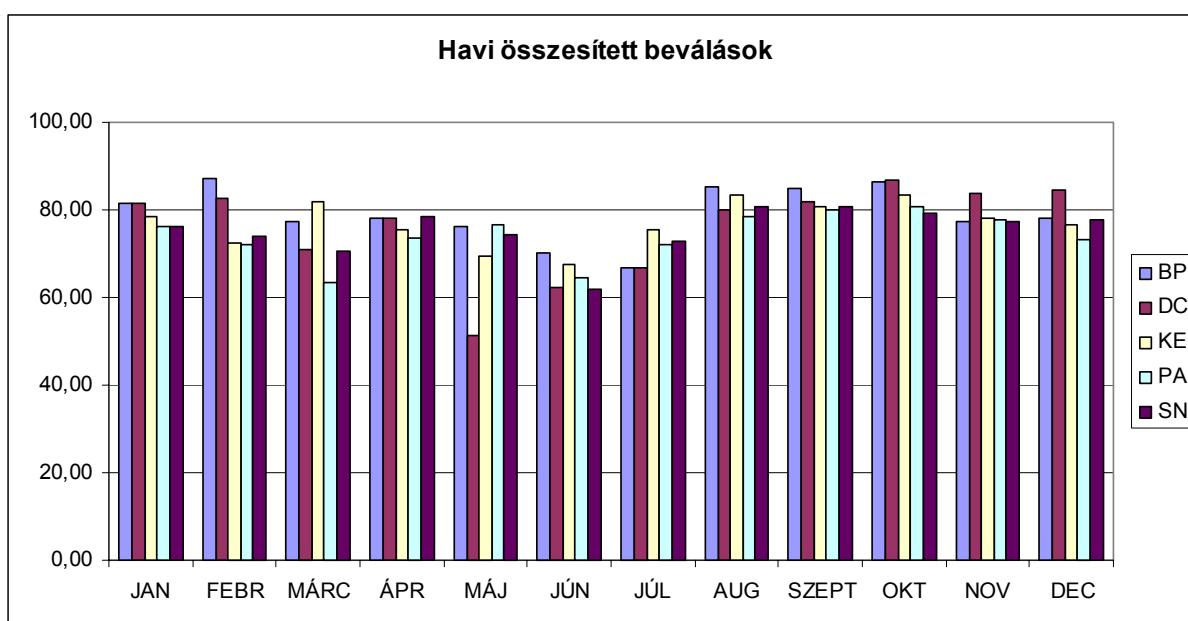
1. ábra. 2008. meteorológiai előrejelzések kiértékelése.

. Az egyes értékek a 2008-as évben, az adott állomáson kiadott összes TAF átlagát jelentik a különböző elemekre. A legalacsonyabb beválás mind az 5 repülőtér esetén a szélsébség előrejelzésénél volt, míg a legjobb eredményeket a széllökés esetén produkálták. Itt azonban meg kell azt említenünk, hogy a verifikáció során azokat az eseteket, amikor nem volt széllökés, és azt nem is jelezték előre 100%-nak értékeltük (ez viszonylag sokszor fordult elő). Az utolsó csoport az összesített beválást mutatja, amely szinte minden esetben

alacsonyabb az első 4 csoport átlagánál. Ez azért van, mivel az összesített beválás lenullázódik abban az esetben, ha a meteorológusok nem jelezték előre a repülés szempontjából fontosabb eseményeket, mint például a Cb felhőzet, zivatart, ónos jellegű csapadékok, havazás.

Az egész évet jellemző diagrammból az is megfigyelhető, hogy a legjobb előrejelzéseket a budapesti repterre készítik, a katonai reptereknél a sorrend: Kecskemét, Szolnok, Pápa.

A 2. ábrán az összesített beválásokat látjuk havi lebontásban, százalékos formában. Az értékek az adott hónapban kiadott TAF-ok összesített beválásának az átlagát mutatják.



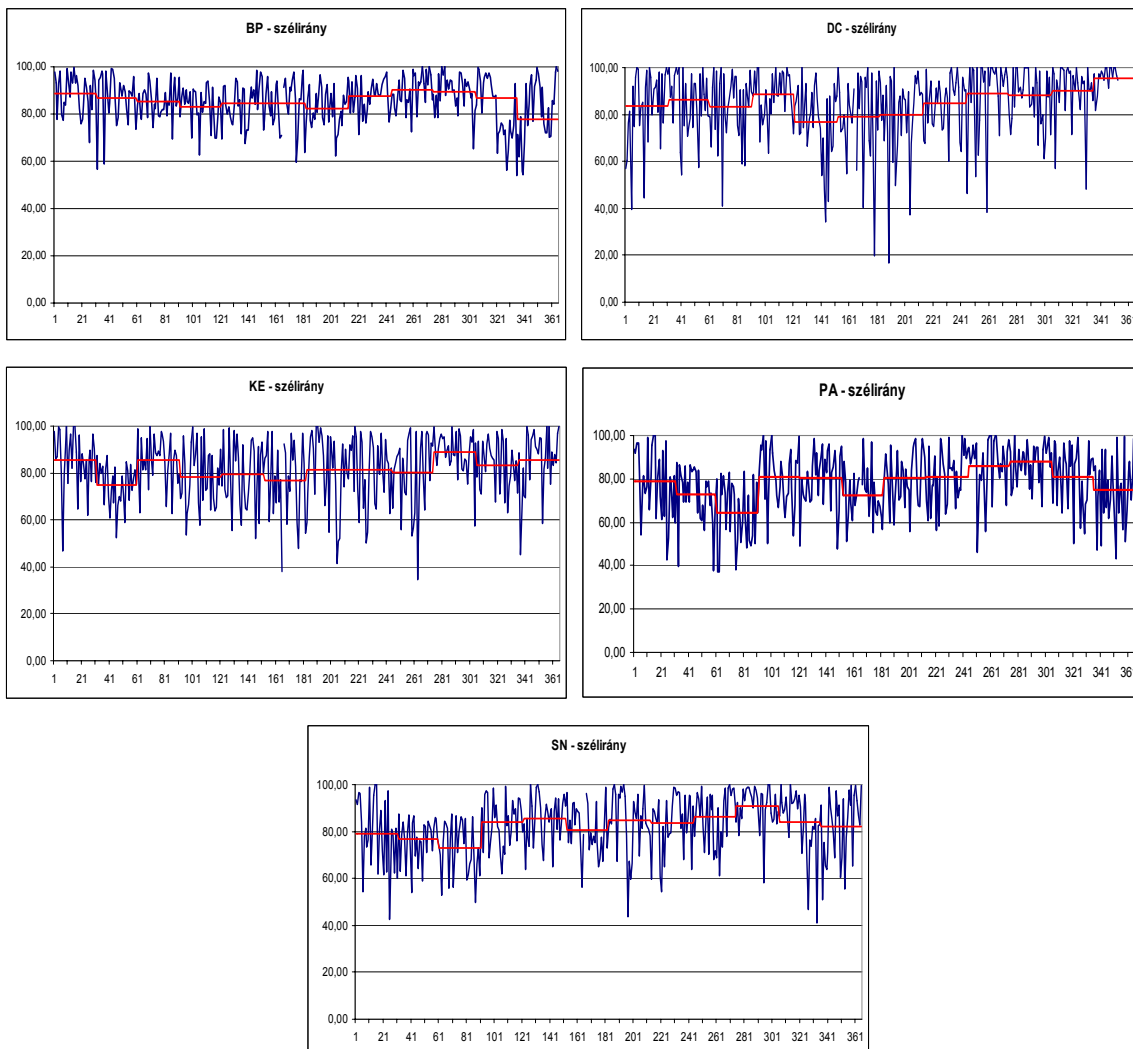
2. ábra. 2008. előrejelzések havi összesített beválásai.

A legrosszabb beválásokat az év közepén, június és július hónapokban tapasztalhatjuk. Ennek oka, hogy a zivatark és a Cb felhők ezen hónapokban gyakrabban jelentkeznek, és ezek pontos előrejelzése nehéz. A legtöbb hiba abból adódott, hogy nem a megfelelő időpontra jelezték előre ezeket az eseményeket. Mint azt már említettem, abban az esetben ha zivatar, vagy zivatarfelhő előfordul, de nem lett előre jelezve, az adott TAF beválása 0%. Viszont, ha az előrejelzésben szerepelnek ezek a jelenségek, de valójában nem voltak, akkor a program az összesített beválásból levonja a 20%-át. Ezzel próbálja kiküszöbölni azt, hogy az előrejelzők túlbiztosítsák magukat, tehát a repülésre veszélyes elemeket ok nélküli előrejelzését.

Az év végi gyenge süllyedést a látástávolság pontatlanabb előrejelzés okozza. A téli időszakban a tartósabb havazás, illetve az intenzív hózáporok hirtelen látástávolság

romlással járnak, illetve a másik ok a Kárpát-medencére jellemző hideg légpárnás helyzetben kialakuló köd. A meteorológusok számára az egyik legnehezebb feladat a köd keletkezésének és feloszlásának pontos előrejelzése, ezen belül a repülés szempontjából igen fontos látástávolság-változás tendenciájának a meghatározása.

Ezek után nézzük meg részletesen az egyes meteorológiai elemek előrejelzésének a beválását. A következő ábrákon egymás alatt látható az 5 reptéren a szélirányok beválása egész évre napi átlagokban. A repülőgépek le- és felszállópályáinak meghatározása miatt fontos a szélirány minél pontosabb előrejelzése. Az ábrán a kék vonal jelenti az egy nap kiadott összes TAF átlagát, a piros pedig a hónapokat jellemző átlag értéket.



3. ábra 2008. szélirány előrejelzésének beválása.

A budapesti előrejelzések mutatják a legjobb eredményeket, néhány naptól eltekintve 60%

fölötti értékeket tapasztalhatunk. Az utolsó két hónapban megfigyelhető csökkenés oka a már korábban említett november 5-től életbe lépő változások; ugyanis a hosszú, 24 órás TAF-ok kevésbé pontosak, mint a korábban alkalmazott 9 órás érvényességi idejű előrejelzések.

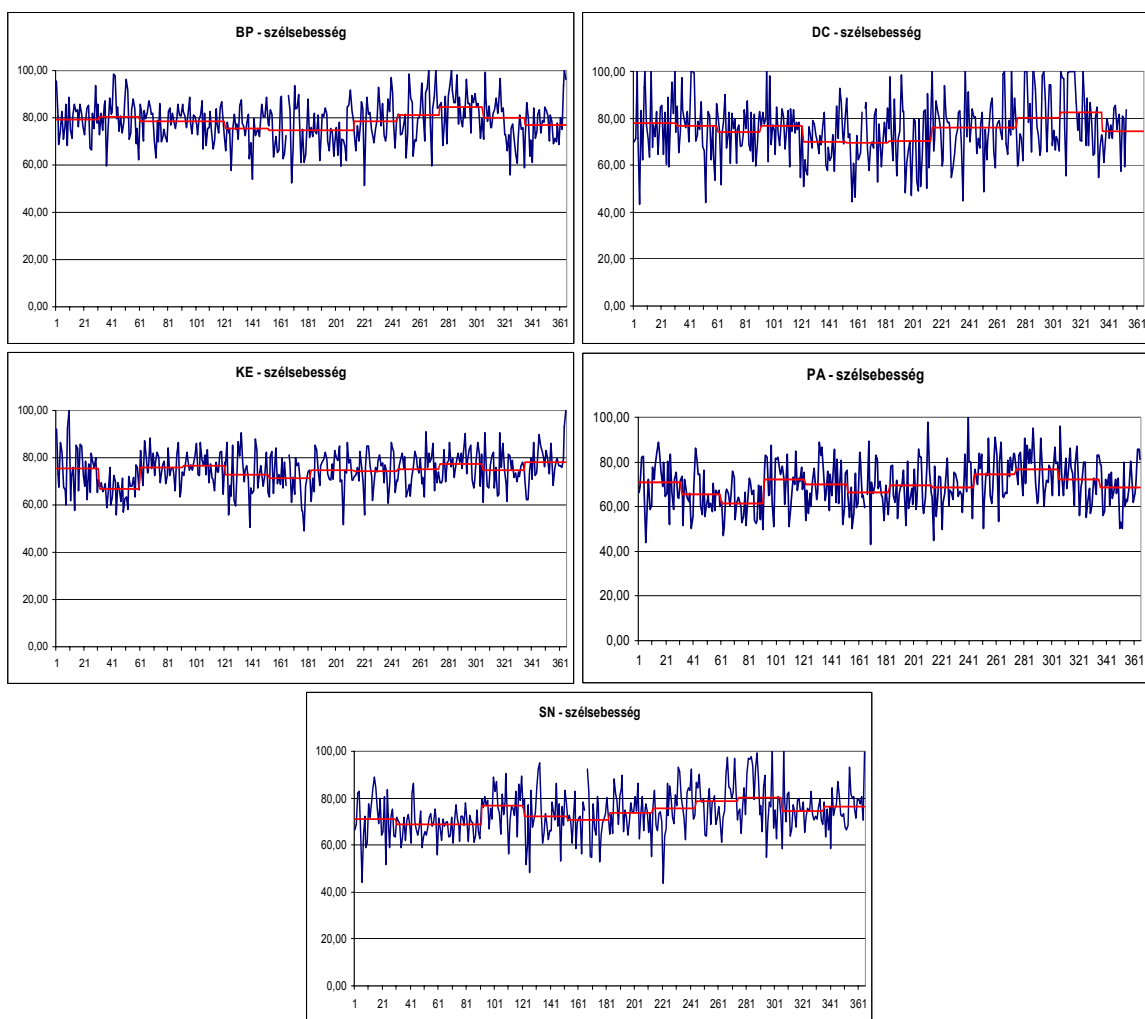
szélirány	MIN	MAX	ÁTLAG
LHBP	82,07 % (május)	90,00 % (szeptember)	85,54 %
LHDC	76,94 % (május)	95,56 % (december)	85,02 %
LHKE	74,84 % (február)	89,02 % (október)	81,84 %
LHPA	64,41 % (március)	87,71 % (október)	78,39 %
LHSN	73,12 % (március)	90,78 % (október)	82,58 %

III. Táblázat 2008. szélirány előrejelzésének beválása.

A táblázatban az 5 repterre jellemző minimum, maximum (az értékhez tartozó hónappal) és átlag értékek szerepelnek. A diagramm alapján a legalacsonyabb napi értékeket a debreceni állomáson kaptuk, volt olyan nap, hogy a 20 %-ot sem érte el a beválás, mégis évi átlagban az előrejelzések beválása magasabb volt, mint a katonai repülőtereken. A legpontosabb előrejelzéseket a budapesti állomásokon készítették a szinoptikusok.

A téli félévben az alacsonyabb beválásokat a nagyobb számban keletkező ciklonok okozzák, ugyanis a ciklonokhoz tartozó frontok átvonulásakor mindig szélirányváltozás következik be. Hozzá kell tenni azonban, hogy a makroszinoptikus helyzetek előfordulásának évszakos változása miatt a széliránynak évi menete van, ez elsősorban a délies illetve északias szélirányok gyakoriságának a megváltozásában mutatkozik meg. De az általános cirkuláció által meghatározott áramlás mellett a domborzat és a helyi hatások is befolyásolják a szélirány gyakoriságát. Ezért van az, hogy Pápán 2008-ban az északnyugati-északi, illetve a déli szelek relatív gyakorisága igen nagy volt, míg a keleti szektor igen kicsi (*Péliné et al., 2009.*). A déli szelek gyakorisága a Bakony eltérítő hatását mutatja. Ezzel szemben az alföldi állomásokon, ahol a domborzat eltérítő hatása kevésbé, vagy egyáltalán nem jelentkezik, sokkal nehezebb jellemző szélirányt meghatározni. Mindezek ellenére a legalacsonyabb beválást éves átlagban Pápán tapasztalhatjuk.

A 4. ábrán a szélesebségek előrejelzésének beválását láthatjuk, hasonló ábrázolási móddal, mint a fenti szélirány. Az összesített beválásnál már megfigyelhettük azt, hogy a vizsgált 4 meteorológiai elem közül, a szélesebség előrejelzésekor voltak a legnagyobb hibák. Azt azonban nem lehet megállapítani, hogy egyes időszakokban jóval alacsonyabbak beválások születtek volna.



4. ábra. 2008. szélesség előrejelzésének beválása.

szélesség	MIN	MAX	ÁTLAG
LHBP	74,61 % (július)	84,52 % (október)	78,36 %
LHDC	69,47 % (június)	82,32 % (november)	75,39 %
LHKE	66,78 % (február)	78,29 % (december)	74,49 %
LHPA	61,45 % (március)	76,62 % (október)	69,72 %
LHSN	68,71 % (február)	80,37 % (október)	73,95 %

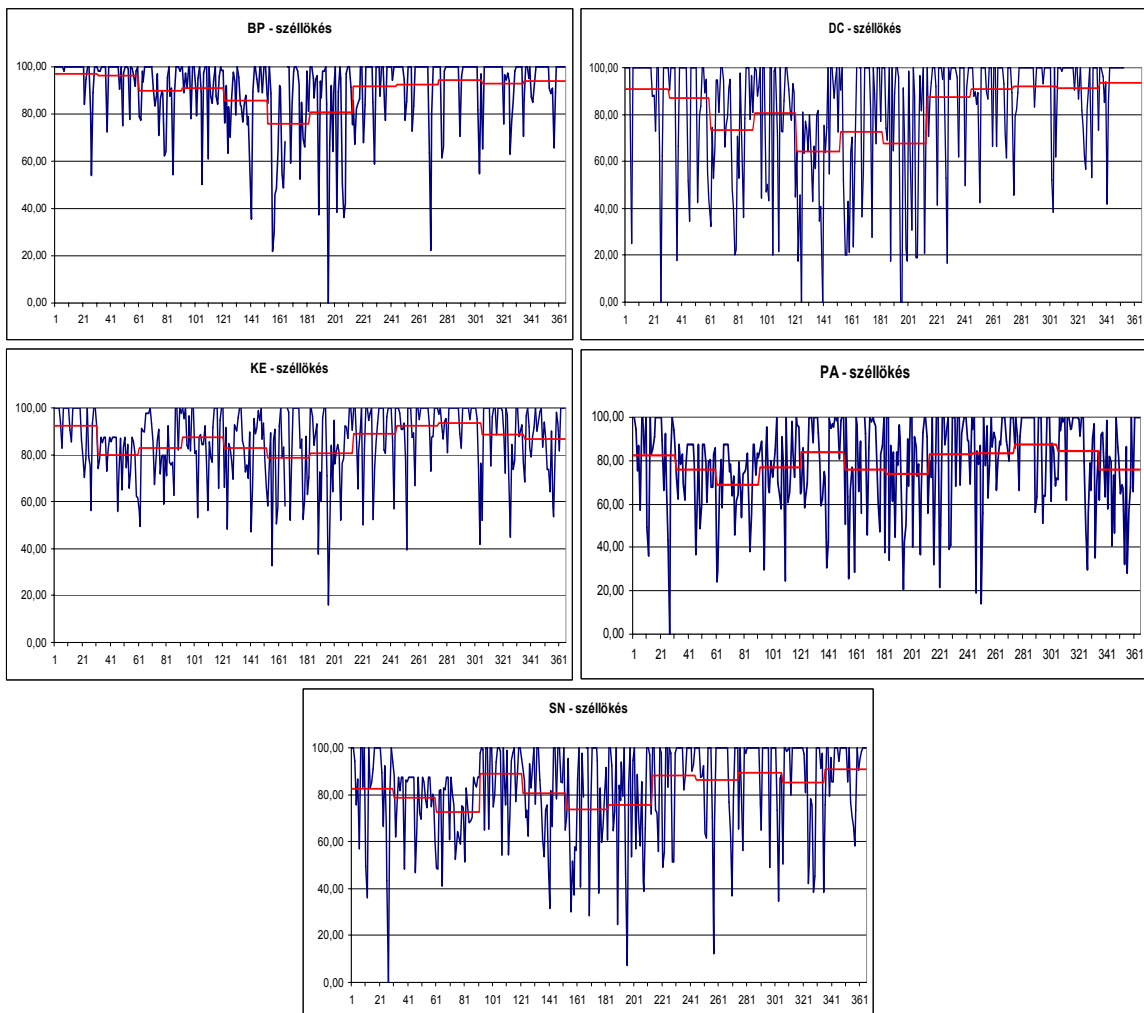
IV. Táblázat 2008. szélesség előrejelzésének beválása.

A legelfogadhatóbb eredményt a szélesség esetén is a budapesti reptéren hozták, a katonai repülőterek közül pedig Kecskemét állomásról mondható el ugyanez. Viszont összességében mindhárom katonai állomás alatta maradt a két civil állomás eredményeitől, sőt egész évre a pápai előrejelzések átlagos beválást mindössze 69,72 %, és ez az érték március hónapban csak 61,45 % volt. Pápán a nagyobb szélességek relatív gyakorisága általában nagyobb, mint az Alföldi állomásokon (MH kiadvány, 2009.), és a verifikációs módszer szerint nagyobb szélesség értékeknél ugyanakkor a eltérés esetén nagyobb a

hiba, mint alacsonyabb sebességeknél.

2008-ban, a tavasz elején, azaz február és március hónapokban fordultak elő a legnagyobb szélsőségek. Januárban a kis szélsőségek és a szélcsend gyakorisága jelentős, azonban az 5 m/s-nál nagyobb értékek gyakoribbak januárban, mint szeptemberben és októberben. Az ábrán is jól látszik, hogy ezen hónapokban minden reptéren pontosabb előrejelzéseket készítettek. A katonai állomásokon a magasabb szélsőségek előrejelzése pontatlanabb, tehát február és március hónapban érték el a legalacsonyabb eredményeket, míg a két civil állomáson ez június és július hónapban következett be.

Ezek után nézzük meg a széllel kapcsolatos harmadik kiértékelt elemet, a széllökést.



5. ábra. 2008. széllökés előrejelzésének beválása.

Az 5. ábráról szembe tűnik az értékek nagy ingadozása. Ennek az egyik oka, mint azt már korábban említettem, hogy széllökés nem tapasztalható minden nap, és ha ezt nem is jelezték előre, akkor a beválás 100 %. A negatív kitérések oka az, hogy mivel a széllökés a

repülésre igen veszélyes elem, ezért az 50%-nál alacsonyabb bevételeket mindenhol 0%-nak vettük.

A téli félévben viszonylag magasabb értékeket értek el minden állomáson; a nyári időszakban pedig főleg május, június és július hónapokban az előrejelzések kevésbé voltak pontosak. Ennek oka a melegebb időszakban gyakrabban kialakuló zivatarok, melyek erős szellőkéseket okoznak. 2008-ban a nyári hónapok bővelkedtek a zivataros napokban. Júniusban 27 nap volt zivataros, július is zivatarosabb volt az átlagosnál, de a zivataros napok száma ekkor már elmaradt a júniusban megfigyelttől.

szállókés	MIN	MAX	ÁTLAG
LHBP	75,86 % (június)	96,8 % (január)	90,44 %
LHDC	64,31 % (május)	93,46 % (december)	82,08 %
LHKE	78,77 % (június)	93,6 % (október)	86,34 %
LHPA	69,05 % (március)	87,31 % (október)	79,38 %
LHSN	72,49 % (március)	91,03 % (december)	82,82 %

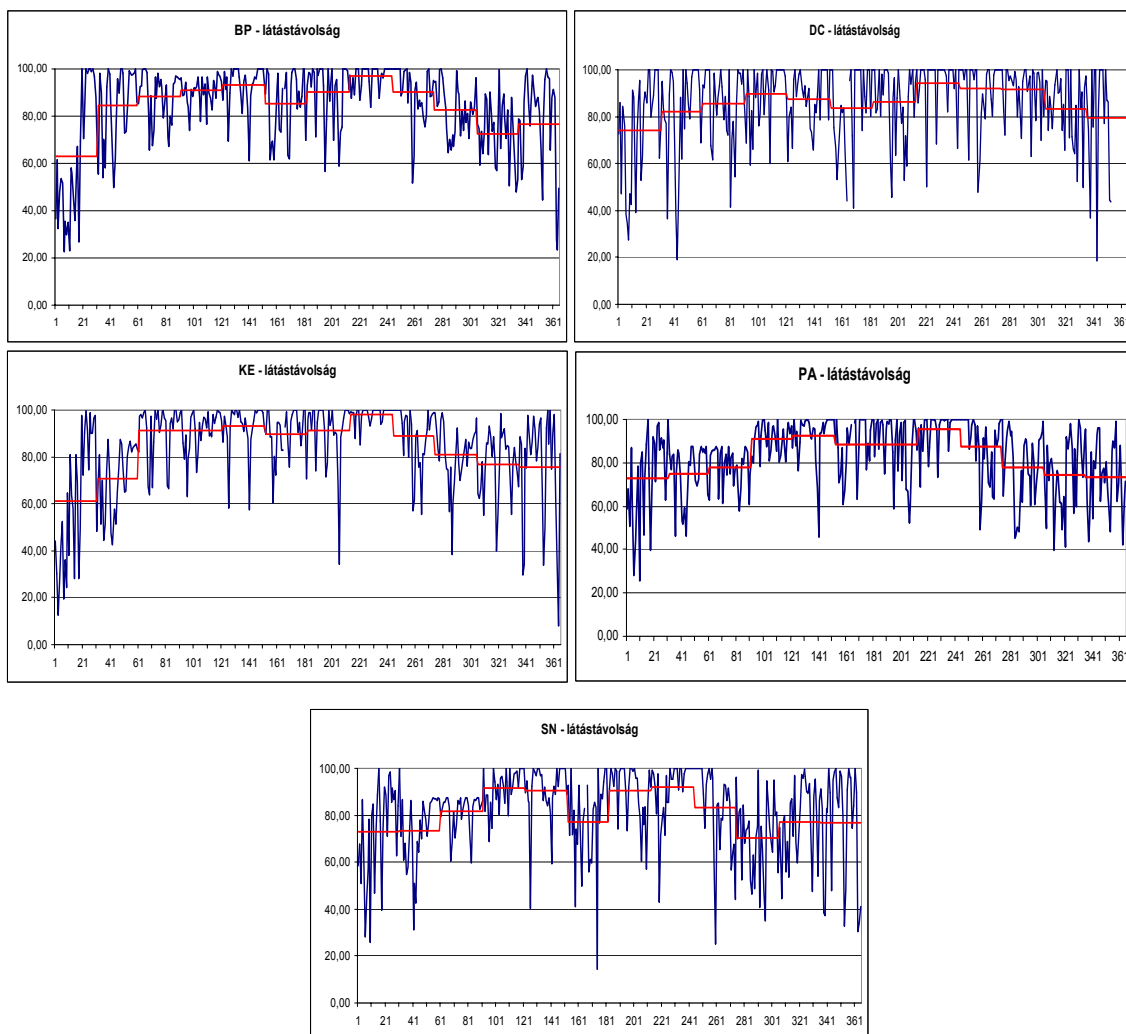
V. Táblázat. 2008. szállókés előrejelzésének bevétele.

Ha az 5 repülőtér eredményeit akarjuk összehasonlítani, elmondható, hogy a legjobb eredményeket a budapesti előrejelzők érték el (*V. táblázat*). Az átlagos bevétele 90,44% volt az elmúlt évben. Majd ezt követi a kecskeméti repülőtér eredménye, 86,34%. Szállókés tekintetében is a legalacsonyabb bevétele Pápán tapasztalhatjuk. De ugyanúgy, mint a szélsőségnél, szállókés esetén is Pápán magasabb értékek tapasztalhatóak.

A következő meteorológiai elem, melynek előrejelzésére elvégeztük a verifikációt a látástávolság. Az alacsony látástávolság a repülés szempontjából igen veszélyes elem. Ezért a verifikáló program úgy van megírva, hogy ha 3000 m-nél kisebb értéket észlel akár a METAR, akár a TAF táviratban, akkor az 55%-nál alacsonyabb bevételeket mindenütt 0%-nak tekinti.

A látástávolság esetén egyértelműen megállapítható az éves menet, a legalacsonyabb bevételek a téli félévben figyelhetők meg, míg a nyári időszakban ezen meteorológiai elem előrejelzése sokkal pontosabb (*6. ábra*). Ugyanis a nyári időszakban ritkábban fordulnak elő párák, ködös napok, mint az őszi, illetve téli hónapokban. A Kárpát-medencében, a téli időszakban gyakran kialakuló hideg légpárnás helyzet. Hideg légpárnás helyzet esetén általában zárt, Stratus-felhőréteg alakul ki. De vannak olyan időszakok, amikor nem mindig zárt a felhőréteg, ilyenkor rendszerint nagyobb foltokban kisugárzási

köd alakul ki, ami ha megemelkedik, szintén Stratus-felhőzetet alkot. Ezek képesek terjeszkedni, sőt akár a napközben is egy adott észlelési pont felett hirtelen beborítani az eget, ezáltal lehűteni a levegőt. Ha a hőmérséklet 0 fok alatt alakul, gyakran zúzmarás köddel együtt fordul elő. A másik ok, amely gyors látástávolság csökkenést okoz az intenzív csapadékhullás, ennek kezdetének és végének a pontos előrejelzése általában nehéz feladat. Ilyen intenzív csapadékhullás nyáron például egy erős zápor, vagy télen a szilárd halmazállapotú csapadék hullása, például havazás.



6. ábra. 2008. látástávolság előrejelzésének beválása.

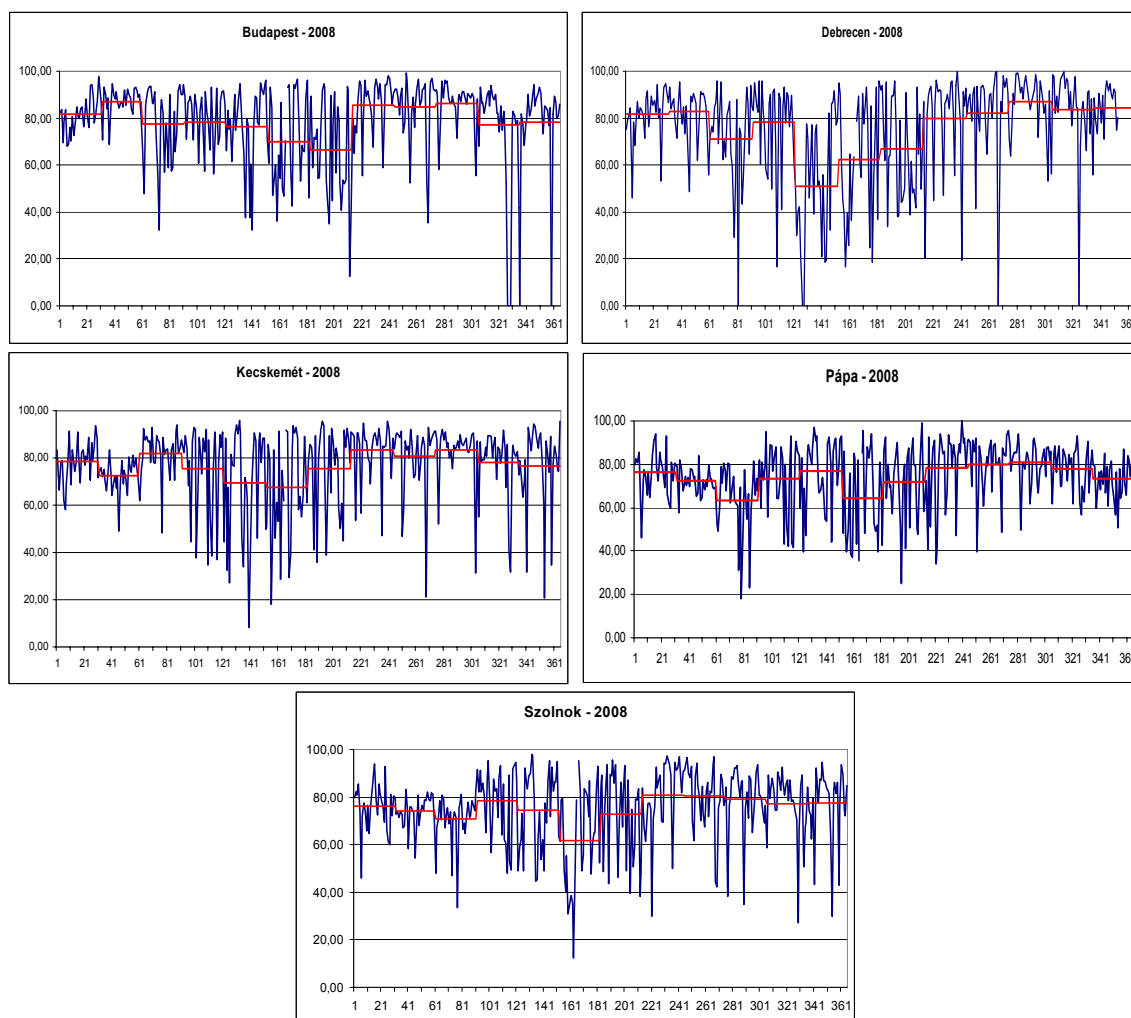
Látástávolság	MIN	MAX	ÁTLAG
LHBP	62,98 % (január)	96,98 % (augusztus)	84,67 %
LHDC	74,1 % (január)	94,34 % (augusztus)	86,10 %
LHKE	61,25 % (január)	98,08 % (augusztus)	84,13 %
LHPA	72,87 % (január)	95,49 % (augusztus)	83,00 %
LHSN	70,36 % (október)	91,99 % (augusztus)	81,55 %

VI. Táblázat 2008. látástávolság előrejelzésének beválása.

Az átlagban leggyengébb előrejelzés a kecskeméti repülőtéren volt január hónapban, viszont a legmagasabb beválást is ez az állomás érte el augusztusban 98%-kal. Ha az egész évet nézzük, Debrecen állomás látástávolság előrejelzései sikerültek legjobban, a legalacsonyabb értékeket pedig Szolnok produkálta (VI. táblázat).

A legrosszabb értékeket január, november és december hónapokban figyelhetjük meg. Január első felében ködös, párás időjárás volt hazánkban, és ugyanez mondható el az év utolsó napjairól. A novemberi gyenge eredményeket az okozza, hogy a hónap második felében többször volt hózápor, mely a látástávolság hirtelen romlását eredményezi. Augusztusban készültek a legjobb előrejelzéseket látástávolságra, ebben a hónapban volt a legkevesebb olyan meteorológiai esemény, mely a látástávolságot befolyásolta volna.

És végül nézzük meg – bár már a havi átlagokat bemutattam - az összesített beválásokat. Ez azért fontos, mivel ez a csoport tartalmazza a repülésre veszélyes felhőzet és jelenidő előrejelzésének elmulasztását.



7. ábra 2008. összesített beválások.

Összesített	MIN	MAX	ÁTLAG
LHBP	66,72 % (július)	87,06 % (február)	78,91 %
LHDC	51,14 % (május)	86,90 % (október)	75,54 %
LHKE	67,57 % (június)	83,41 % (augusztus)	76,96 %
LHPA	63,25 % (március)	80,92 % (október)	74,09 %
LHSN	61,80 % (június)	80,84 % (augusztus)	75,40 %

VII. Táblázat 2008. összesített beválások.

Minden állomáson igen nagy ingadozások tapasztalhatóak az előrejelzések összesített beválásánál. Az előforduló alacsony, többször 0%-os értékeket az okozza, hogy ha a korábban említett veszélyes elemek prognosztizálásának elmulasztása esetén az összesített beválás arra a TAF-ra 0 %-os lesz. Tavasszal és nyár végén-ősz elején magasabb értékeket tapasztalunk, míg a nyár eleji és tél végi előrejelzések beválása alacsonyabb volt. Ennek oka a nyáron, főleg júniusban és júliusban a cumulonimbus felhőzet és záporok gyakori előfordulása (*Szudár, 1992.*). Mind az 5 állomáson tapasztalható ebben az időszakban csökkenés. A másik minimumot pedig a téli időszakban előforduló közepes és erős havazások pontatlan előrejelzése okozza. Budapest állomáson a november és december hónapokban előforduló 0 %-os beválásokat az okozza, hogy a 24 órás előrejelzésekben nehezebb megadni pontosan a havazás kezdetének időpontját, de ezt a későbbiekben majd részletesen elemzem.

5. ELŐREJELZÉSEK MINŐSÍTÉSE AZ ICAO AJÁNLÁS ALAPJÁN

5.1. Az ICAO-ajánlás bemutatása

A 2007. júliusában, az Annex 3. kiadványában az ICAO megfogalmazta, milyen követelményeket kíván meg a repülőtéri TAF előrejelzésekkel kapcsolatban. Ez egyelőre ajánlott eljárás, tehát egy olyan előírás, melynek egységes alkalmazását kívánatosnak tartják a nemzetközi repülés biztonsága, rendszeressége vagy hatékonysága érdekében, és amelyhez a szerződő államok az Egyezménynek megfelelően igyekeznek alkalmazkodni.

A VII. táblázat alapján, ha az előrejelzések pontossága a második oszlopban bemutatott, üzemelési szempontból kívánatos tartományon belül marad az eseteknek a harmadik oszlopban jelölt százaléknál, akkor az előrejelzés hibáinak hatása nem tekinthető

lényegesnek a navigációs hibák és más üzemelési bizonytalanságok hatásaihoz képest, tehát az előrejelzés jó.

<i>Előrejelzendő elemek</i>	<i>Előrejelzések üzemeltetési szempontból kívánatos pontossága</i>	<i>A tartományon belüli esetek minimális százaléka</i>
	TAF	
Szélirány	±20	az esetek 80%-a
Szélesség	±10 km/h (5csomó)	az esetek 80%-a
Látás	±200 m 800 m-ig ±30% 800 m és 10 km között	az esetek 80%-a
Csapadék	Előfordulás vagy nem-előfordulás	az esetek 80%-a
Felhő mennyiség	Egy kategória 450 m (1500 láb) alatt BKN vagy OVC előfordulása vagy nem-előfordulása 450 m (1500 láb) és 3000 m (10000 láb) között	az esetek 70%-a
Felhő magasság	±30 m (100 láb) 300 m-ig (1000 láb) ±30% 300 m (1000 láb) és 3000 m (10000 láb) között	az esetek 70%-a
Levegő hőmérséklet	±1°C	az esetek 70%-a

VIII. Táblázat. *Az előrejelzések üzemelési szempontból megkívánt pontossága.*

Ezek alapján a diplomamunka keretében C++ nyelven programot írtam, melyben a fenti paraméterek közül a szélirány, szélesség, látás, felhőmennyiség és felhőmagasság csoportokat vizsgálom az ICAO ajánlásnak megfelelően.

A program karakterenként olvassa be a METAR és a TAF táviratban szereplő csoportokat, majd félórás időlépcsőben hasonlítja össze az észlelt és előrejelzett értékeket a fenti kritériumok alapján. Ez után a félórás eredményeket együtt vizsgálja, és egy txt fájlba írja ki hogy hány százalékban feleltek meg az elvárásoknak. A további számolásokat Excel táblázatban végeztem.

A kritériumok lényegesen egyszerűbbek, mint az előző program esetén, nincsenek átmeneti értékek, tehát egy TAF minősége vagy megfelelő, vagy nem megfelelő.

A program a dolgozat végén a Függelék fejezetben megtekinthető.

5.2. A vizsgálat eredményei

Egy állomás szélirány, szélesség és látástávolság előrejelzései megfelelőek, ha a korábban bemutatott kritikus értékeken belül maradnak az esetek 80%-ában, felhő alpmagasság és felhőzet mennyiség előrejelzése esetén pedig az esetek 70%-ában. Ezen kritériumok alapján a 2008-as évre a következő eredményeket kaptam arra, hogy az egyes hónapokban hány nap volt, amikor az előrejelzés pontossága nem érte el az ICAO által megkívánt százalékot. Mivel egy nap több TAF-ot is kiadnak, és ezek száma az öt reptéren eltérő, ezért az egyszerűség kedvéért az egy nap kiadott előrejelzések átlagát tekintem, és erre az értékre vizsgálom az eredményeket.

Az VIII. táblázatban a szélirányra kapott eredményeket mutatom be. A számok azt jelölik, hogy az egyes hónapokban a különböző állomásokon hány olyan nap volt, amikor az előrejelzések minősége nem felelt meg.

<i>szélirány</i>	LHBP	LHDC	LHKE	LHPA	LHSN
JANUÁR	27	25	27	28	27
FEBRUÁR	21	25	26	25	21
MÁRCIUS	25	22	23	28	25
ÁPRILIS	29	21	27	22	29
MÁJUS	29	29	26	28	29
JÚNIUS	29	27	25	27	29
JÚLIUS	27	27	24	26	27
AUGUSZTUS	29	29	27	30	30
SZEPTEMBER	27	18	26	22	27
OKTÓBER	27	29	29	26	28
NOVEMBER	27	25	28	29	29
DECEMBER	21	12	26	27	24

IX. Táblázat. *Nem megfelelő szélirány előrejelzések száma.*

Az összes állomáson nagyon magas értékek figyelhetőek meg. Ami azt jelenti, hogy szinte minden hónapban alig volt néhány nap, amikor az előrejelzések minősége megfelelt volna az Icao elvárásnak. A verifikációs program eredményeivel összevetve nem tapasztalható összefüggés az alacsonyabb és magasabb értékek éves eloszlásában. Ez a különböző összehasonlítási módszerek miatt tapasztalható. Ugyanis, míg a TAF verifikációs

programban a szélirányok előrejelzésének kiértékelése a szélsébség függvényében történt, addig ebben a programban +/- 20°-os maximális eltérés engedett meg gyenge, és erősebb szélsébségek esetén is. Szolnokon készült a legtöbb nem megfelelő előrejelzés, ott az 1 éves időszakban 325 alkalommal volt a beválás elégtelen, öt követi Budapest és Pápa 318-318 nappal, Kecskemét nappal, majd Debrecen 289 nappal. Azonban fontos megemlíteni, hogy Debrecen állomáson, mint általában a kis reptereken, az év utolsó 10 napján nem készült előrejelzés, tehát erről az időszokról nem készült kiértékelés.

A IX. táblázatban a szélsébségek előrejelzésének pontosságára kapott értékeket mutatom be, hasonló módon, mint az előző táblázatban. Szélsébség esetén az ICAO által szabott kritérium az volt, hogy az esetek 80%-ban +/- 5 kt (10 km/h)-n belül maradjon az eltérés az előrejelzett és az észlelt értékek között.

<i>szélsébség</i>	LHBP	LHDC	LHKE	LHPA	LHSN
JANUÁR	3	4	13	11	3
FEBRUÁR	2	10	6	9	2
MÁRCIUS	1	13	10	17	1
ÁPRILIS	2	6	5	11	2
MÁJUS	4	4	5	11	4
JÚNIUS	1	5	9	9	1
JÚLIUS	2	11	8	13	2
AUGUSZTUS	6	6	7	14	6
SZEPTEMBER	2	6	5	5	0
OKTÓBER	2	8	2	6	3
NOVEMBER	12	5	7	10	4
DECEMBER	7	3	4	17	3

X. Táblázat *Nem megfelelő szélsébség előrejelzések száma.*

A nem megfelelő előrejelzések száma alacsonyabb, mint az a szélirány esetén tapasztaltuk. A legjobb eredményeket Szolnok érte el, ott mindössze 31 nap volt egész évben, amikor az előrejelzések pontossága nem felelt meg az előírtaknak. A következő állomás Budapest 44, Debrecen és Kecskemét 81-81 nappal, és a leggyengébb eredményeket Pápán tapasztalhatjuk, 133 napon voltak rosszak az előrejelzések.

A X. táblázat a látástávolság előrejelzésének kiértékelését mutatja. A meteorológiai elem előrejelzésének az ICAO által megszabott kritériumai itt már különböznek igen alacsony látástávolság esetén. Azaz 800 m-es észlelt látástávolság esetén, +/- 200 m eltérésen belül maradjanak az értékek az esetek 80 %-ában, illetve 800 és 10000 m között ez a különbség legfeljebb 30 % lehet, szintén az esetek 80 %-ában.

<i>látástávolság</i>	LHBP	LHDC	LHKE	LHPA	LHSN
JANUÁR	11	3	8	2	11
FEBRUÁR	4	0	4	0	4
MÁRCIUS	0	0	0	1	0
ÁPRILIS	0	0	0	0	0
MÁJUS	1	0	1	0	1
JÚNIUS	4	0	0	0	4
JÚLIUS	1	0	1	0	1
AUGUSZTUS	0	1	0	0	3
SZEPTEMBER	0	0	1	0	5
OKTÓBER	0	1	2	2	11
NOVEMBER	2	0	2	1	2
DECEMBER	2	1	3	2	3

XI. Táblázat *Nem megfelelő látástávolság előrejelzések száma.*

A havi eredményekből megfigyelhető a látástávolság előrejelzések bevalásának az éves menete. Tehát a téli félévben többször fordult elő, hogy a TAF előrejelzések minősége nem felelt meg az elvárásoknak, míg a nyári időszakban szinte minden nap pontosak voltak a prognózisok. Szolnokon születtek a leggyengébb eredmények, 45 nappal, majd a következő állomás Budapest 25, és Kecskemét 22 nappal. Pápán és Debrecenben kimondottan jó előrejelzések készültek.

A XI. táblázatban a felhőalap előrejelzésének esetét mutatom be. A felhőalap kiértékelése a TAF verifikációs programban nem volt benne, ezért fontosak ezek az eredmények. A kritériumok, amelyek alapján a kiértékelés készült a következő: 300 m (1000 láb), vagy annál kisebb tényleges felhőalap magasság esetén, +/- 30 m vagy annál kisebb eltérés az előrejelzett és észlelt értékek között megengedett, az esetek 70 %-ában; 300 m (1000 láb) és 3000 m (10000 láb) felhőalap esetén a maximális eltérés +/- 30 %, szintén az esetek 70 %-ban szükséges megfelelni ennek az elvárásnak. Tehát csak az alacsony szintű felhőzetre terjed ki a kiértékelés. Ezek alapján az eredményeket a XI. táblázatban láthatjuk.

A felhőalap előrejelzése esetén magas arányban gyengék a beválások. A repülésben igen fontos a felhőzet alsó határának az ismerete. Éves menet megfigyelhető (kivéve Debrecen állomáson): a téli hónapokban gyengébb előrejelzések születtek, főleg novemberben, decemberben és januárban; és szintén nagy számban születtek nem megfelelő előrejelzések júniusban és júliusban, amikor a nappali gomolyképződés meghatározó jelenség. A többi nyári hónapban, amikor kevesebb zivatarfelhő keletkezett, a beválások jobban sikerültek.

<i>felhőalap</i>	LHBP	LHDC	LHKE	LHPA	LHSN
JANUÁR	17	18	19	17	17
FEBRUÁR	8	12	10	16	8
MÁRCIUS	12	17	9	17	12
ÁPRILIS	9	22	8	17	9
MÁJUS	8	22	6	10	8
JÚNIUS	11	19	11	16	11
JÚLIUS	8	19	8	17	8
AUGUSZTUS	6	8	2	11	3
SZEPTEMBER	17	14	13	16	12
OKTÓBER	12	19	10	18	8
NOVEMBER	25	15	12	21	11
DECEMBER	24	11	17	22	15

XII. Táblázat *Nem megfelelő felhőalap előrejelzések száma.*

Ha az öt állomást akarom összehasonlítani, a legjobb eredményeket Szolnok és Kecskemét állomásokon tapasztaljuk, ezeken a reptereken 122 és 125 nap volt nem megfelelő az előrejelzés 2008-ban. Budapesten ez az érték 157 nap, Debrecenben és Pápán pedig 196 és 198 nap.

Az utolsó kiértékelt meteorológiai elem a felhőmennyiség, melyre a kapott eredményeket a XII. táblázatban láthatjuk. A kiértékeléshez használt kritériumok a következők: ha 450 m (1500 láb) alatt van a felhő alapja, akkor az esetek 70 %-ában legfeljebb 1 kategória eltérés megengedett (kategóriák: few (1-2 okta), scatterd (3-4 okta), broken (5-7 okta), overcast (8 okta)). Ha a felhőalap 450 m és 3000 m (10000 láb) között van, akkor a kritériumok csak a broken és overcast mennyiségű felhőzet előrejelzésére érvényes: mégpedig ezen típusok előfordulásának, vagy nem-előfordulásának a pontos előrejelzése az esetek 70 %-ában. Ez a kiértékelés nem teljes körű, csak az alacsony szintű felhőzetre terjed ki. A felhőzet

mennyiségének előrejelzése viszonylag pontos volt minden állomáson. Ugyanaz a menet figyelhető meg, mint a felhőalpnál és a látástávolságnál. De ennél az elemnél a nyári félévben szinte csak tökéletes előrejelzések születtek, ugyanis az összfelhőzet mennyisége a téli félévben nagyobb, a nyári félévben kisebb. A leggyengébb hónapok a január, november és december.

<i>felhőmennyiség</i>	LHBP	LHDC	LHKE	LHPA	LHSN
JANUÁR	7	5	14	3	7
FEBRUÁR	1	3	1	1	1
MÁRCIUS	0	2	0	0	0
ÁPRILIS	2	1	0	0	2
MÁJUS	0	0	1	1	0
JÚNIUS	1	1	1	0	1
JÚLIUS	0	0	1	1	0
AUGUSZTUS	0	1	0	0	0
SZEPTEMBER	0	6	0	2	0
OKTÓBER	1	1	0	1	0
NOVEMBER	22	12	9	20	8
DECEMBER	24	11	17	22	15

XIII. Táblázat *Nem megfelelő felhőmennyiség előrejelzések száma.*

Egész évet tekintve a legtöbb nem megfelelő eredmény Budapesten tapasztalható, összesen 58 napon nem voltak az előrejelzések a meghatározott értékeken belül. Ezt követi Pápa 51, Kecskemét 44, Debrecen 43 és Szolnok 34 nappal. Klimatológiai feljegyzések alapján, a nyugati határhoz közeledve az összfelhőzet mennyisége nagyobb, tehát Pápan az előrejelzés ebből a szempontból nehezebb volt, mind a keletebbre fekvő állomásokon.

6. RÖVID ÉS HOSSZÚ TAF-OK VERIFIKÁCIÓJÁNAK ÖSSZEHAONLÍTÁSA

2008. november 5-től a budapesti Ferihegyi repülőtérre készített előrejelzések érvényességi ideje megváltozott. Az addigi rövid, 9 órás előrejelzések helyett 24 órás érvényességi idejű TAF-okat adnak ki, naponta négyszer (00, 06, 12 és 24 UTC-kor). Ennek egyenes következménye az, hogy a prognózisok beválása csökkent, hiszen egy napra előrejelezni a pontos időjárást nehezebb feladat, mint 9 órára. Ebben a fejezetben arról fogok írni, hogy hogyan alakultak az előrejelzések beválásai Budapesten a változások előtt és után. Mivel

a szakdolgozatban csak a 2008-as évre végeztem vizsgálatokat, ezért úgy gondoltam, hogy akkor kapunk leginkább pontos eredményeket, ha egy másik állomáshoz viszonyítom a bevételek alakulását, ugyanerre az időszakra. Természetesen az lenne az optimális, ha ugyanazon az állomáson, ugyanakkora időintervallumra hasonlítanám össze az eredményeket, de ez az adatok hiánya miatt nem lehetséges. Így a budapesti bevételekre kapott eredményeket vizsgálom a debreceni repülőtérhez viszonyítva. Azért ezt az állomást választottam az összehasonlításához, mivel a korábbi eredmények alapján a debreceni előrejelzések bevétele alakult leginkább hasonlóan a budapestihez.

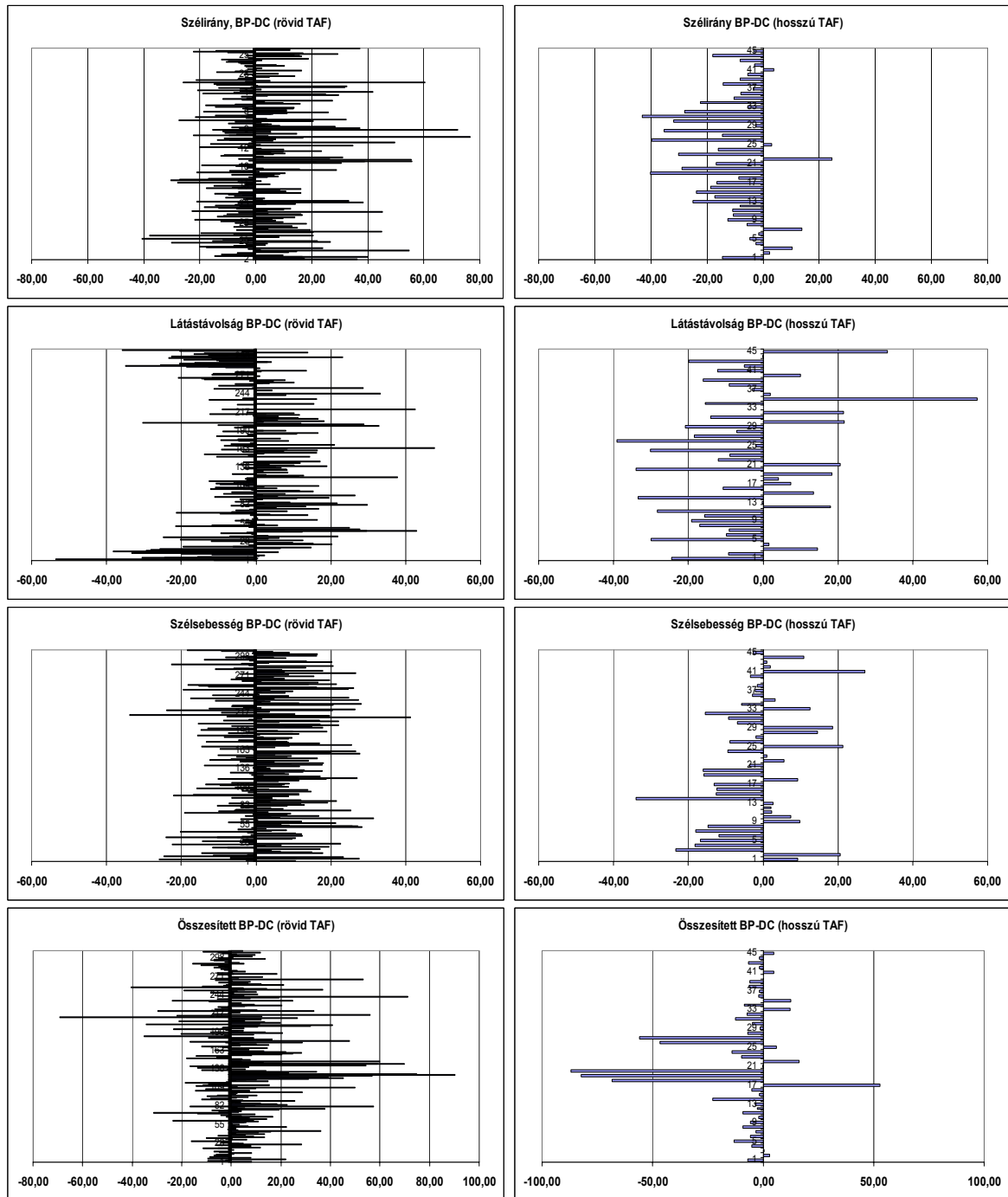
LHBP	szélirány	látástávolság	szellőkés	szélségség	össz
JAN	88,72	62,98	96,80	79,32	81,56
FEBR	86,89	84,42	96,38	80,56	87,06
MARC	85,43	88,25	89,89	78,61	77,40
APR	82,87	90,91	90,97	78,63	78,26
MAJ	84,35	93,23	85,58	75,56	76,31
JUN	84,39	85,23	75,86	74,72	70,06
JUL	82,42	90,23	80,62	74,61	66,72
AUG	87,68	96,98	91,75	78,34	85,45
SZEPT	90,00	90,06	92,63	80,99	84,87
OKT	89,25	82,81	94,37	84,52	86,29
NOV. 1-4.	94,06	71,16	91,31	84,16	83,59
NOV. 5-30.	79,87	73,86	94,31	75,83	71,14
DEC	82,07	77,85	95,70	77,94	78,23

LHDC	szélirány	látástávolság	szellőkés	szélségség	össz
JAN	83,58	74,10	90,84	78,03	81,64
FEBR	86,27	82,11	87,04	76,66	82,79
MARC	83,27	85,70	73,26	74,05	70,96
APR	88,66	89,89	80,68	76,77	78,23
MAJ	76,94	87,59	64,31	70,02	51,14
JUN	79,07	83,71	72,46	69,47	62,28
JUL	79,96	86,19	67,53	70,48	66,90
AUG	84,75	94,34	87,60	75,99	79,89
SZEPT	88,90	92,00	91,00	76,17	81,97
OKT	88,14	91,45	91,95	80,32	86,90
NOV. 1-4.	81,50	86,17	90,50	90,17	83,67
NOV. 5-30.	91,35	82,87	91,42	81,12	83,67
DEC	95,56	79,50	93,46	74,67	84,36

XIV. Táblázat Budapesti és debreceni TAF előrejelzések havi bevétele.

A XIII. táblázatban a havi átlagos bevételeket láthatjuk november 5-e előtt és után, Budapest és Debrecen állomásokon. A korábbi eredményekből tudjuk, hogy november és december hónapokban az átlagnál alacsonyabb bevételek voltak tapasztalhatók szinte minden állomás, és paraméter esetén. Ezért szükséges az, hogy a különbségeket vessük össze. A szélirány, látástávolság és az összesített bevételeknél egyértelmű a csökkenés, de a szélségségnél is alacsonyabb értékeket tapasztalunk. A szellőkésről nehéz megfelelő információt adni, mivel az év végi időszakban nem jellemző mennyiség, ezért ennek az összehasonlításához hosszabb időszak tanulmányozása szükséges.

A következő ábrán részletesen látható budapesti és debreceni előrejelzések bevalásának különbségei szélirány, látástávolság, szélesebesség és összesített bevalásokra. A szellökés paramétert azért nem hasonlítom össze, mivel az előbb említett okok miatt nem lenne reprezentatív az eredmény. Az összehasonlított értékek a TAF verifikációs program által kapott százalékos eredmények.



8. ábra LHBP és LHDC előrejelzések bevalásának különbsége rövid és hosszú TAF-ok esetén (szélirány, látástávolság, szélesebesség és összesített bevalásokra).

A fenti ábrán, a bal oldalon lévő diagrammokon a rövid TAF-okra kapott eredményeket mutatom, tehát 2008. január 1-től november 4-ig; a jobb oldali ábrákon pedig a november 5-től évvégéig terjedő hosszú érvényességi idejű előrejelzések eredményei. Ahol pozitív értékeket látunk, ott a budapesti előrejelzések sikerültek jobban, ahol pedig negatívak ezek az eredmények, a debreceni TAF-ok beválása ért el magasabb értékeket.

A rövid TAF-ok esetén többségben voltak azok az esetek, amikor a budapesti előrejelzések beválása volt jobb, míg november 5-e után az figyelhető meg, hogy a debreceni prognózisok sikerültek jobban. Ez az első elemnél, a szélirány esetén egyértelműen megfogalmazható, és az összesített beválásnál is jól látszik a különbség. A látástávolság és a szélsébség előrejelzésénél már nem olyan nagy az eltérés a pozitív és negatív értékek száma között a hosszú TAF-ok esetén, de összességében ezeknél az elemeknél is megfigyelhető az előrejelzések beválásának a csökkenése a budapesti repülőtéren.

Ezzel az összehasonlítással konkrét számokat még nem tudok közölni, ehhez hosszabb időszak vizsgálatára volna szükség. De a fenti eredményekből is jól látszik, hogy az előrejelzések beválása, ahogy vártuk csökkent. Ezen az állomáson mégis fontos a 24 órás érvényességi idejű TAF-ok alkalmazása, mivel sok olyan repülés van, amely időtartama hosszabb, mint 9 óra, ami a rövid TAF-ok érvényességi ideje. És így a pilóták még felszállás előtt információ kapnak a fogadó reptér időjárásáról.

7. ESETTANULMÁNYOK

Feldolgozásra olyan meteorológiai eseteket választottam ki a 2008-as évből, amelyek határozott szignifikáns változásokat tartalmaznak, és ezeken keresztül be tudom mutatni az egyes repülőtereken készített előrejelzések pontosságát a különböző meteorológiai elemekre.

Két időpontot választottam ki részletes vizsgálatra; egyet az év elejéről, és egyet az év végi időszakból, amikor Budapesten már 24 órás előrejelzéseket adtak ki.

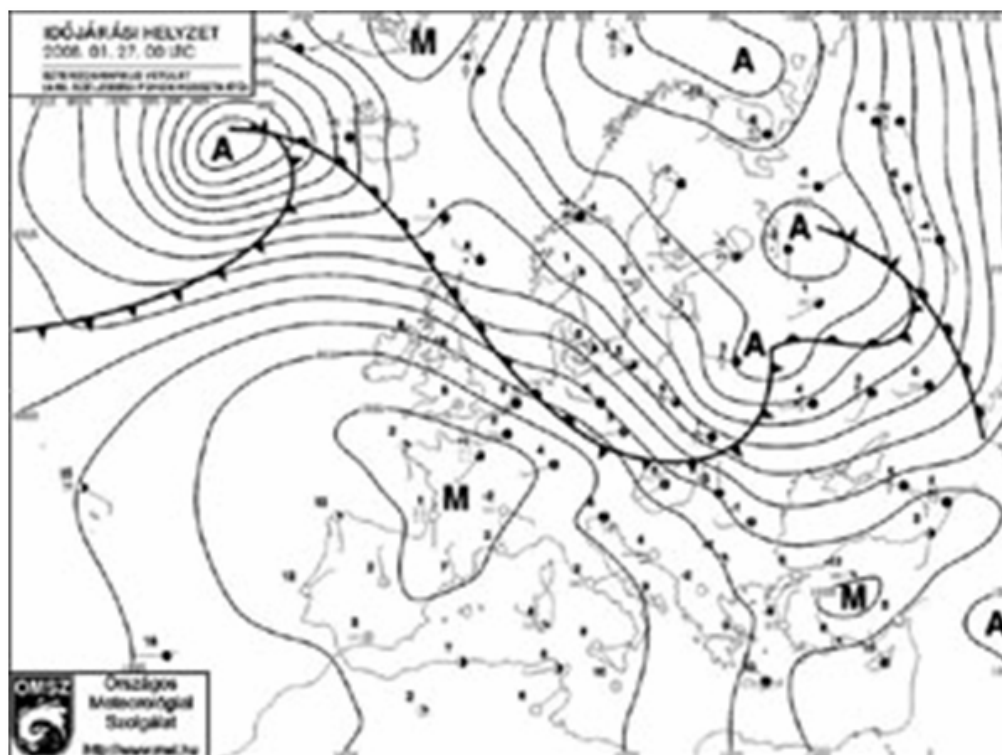
7.1. Szállókések január 27-én

Január 27-én, vasárnap szinte egész napra piros riasztást adott ki az Országos Meteorológiai Szolgálat a Dunántúl északi részére, mivel ebben a térségben 110 km/h feletti legerősebb szállókések voltak várhatóak.

A nap első felében igen erős szellőkéseket tapasztaltak ebben a térségben, viszont késő délelőttől, egyik óráról a másikra lecsökkentek a lökés értékek maximumai. Ezután a szélvihar az esti órákban tetőzött, a legerősebb szellőkések Veszprém, Komárom-Esztergom, Fejér, Győr-Moson-Sopron és Pest megye egyes részein fordultak elő.

Szinoptikus helyzet

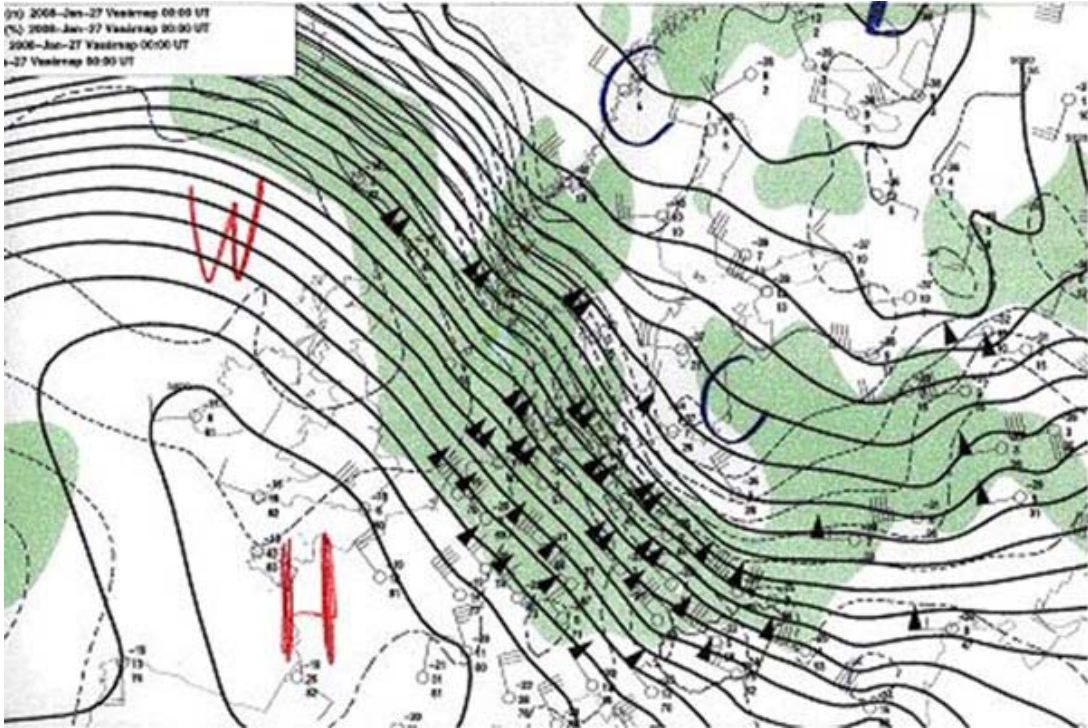
Január 21-éről 22-ére a sarkvidéki térségből igen hideg levegő érkezett a Labrador-tenger fölé. Az Atlanti-óceán felől érkező meleg levegő és a sarkvidék felől folyamatosan áramló igen hideg levegő hatására 25-ére egy erős, kezdetben zonális (a szélességi körökkel párhuzamosan nyugatról keletre tartó) áramlás alakult ki Labrador-félszigettől a Brit-szigetekig. Európa északi részén ezen erős áramlásban gyorsan követték egymást a ciklonok és azok frontjai. Ezen területeken a magasabb légrétegekben (8-10 km magasságban) ún. futóáramlás (jet-stream) alakult ki, amelynek tengelyében a legerősebb szélsőségek a 200 km/h-t is elérték.



9. ábra Szinoptikus időjárás-helyzet az atlanti-európai térségben, 2008. január 27-én 00 UTC-kor
(forrás: <http://met.hu/pages/viharos20080127.php>).

A jettől északra eső területek időjárását ciklonok határozták meg, míg délre egy nagy kiterjedésű anticiklon helyezkedett el. Január 26-tól a korábbi zonális (nyugat-keleti) áramlás egyre inkább meridionálisabbá vált (földrajzi hosszúsággal közel párhuzamossá).

Európa északkeleti és délnyugati része között nagymértékű nyomási és - elsősorban a magasabb légrétegekben - hőmérsékleti különbség alakult ki, a magasban igen erős szelet okozva. Ezen északnyugati áramlásban érte el Magyarországot az az időjárási front, amelyhez 27-én a viharos időjárás kapcsolódott (10. ábra).



10. ábra 500 hPa-os magassági térkép 2008.01.27. 00 UTC-kor
(forrás: <http://met.hu/pages/viharos20080127.php>).

Magyarországi helyzetkép

27-én 00 UTC-kor a hidegfront elérte Magyarország északi részét, és 3 UTC-re a front főként keleti szakasza fokozatosan dél felé helyeződött, nyugati szakasza pedig már ekkor lelassult. A kora reggeli órákig a legerősebb szellőkések 60-90 km/h között alakultak a front mentén, illetve mögötte. A front környezetében csak elszórtan alakult ki csapadék.

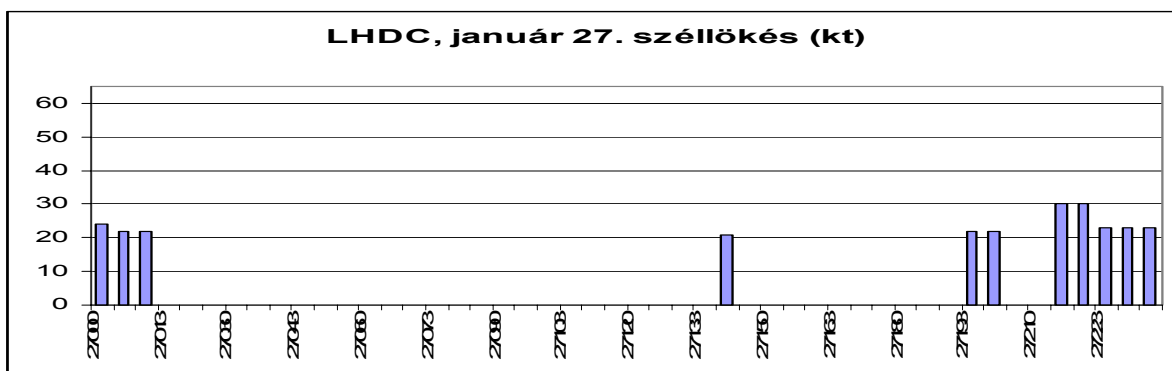
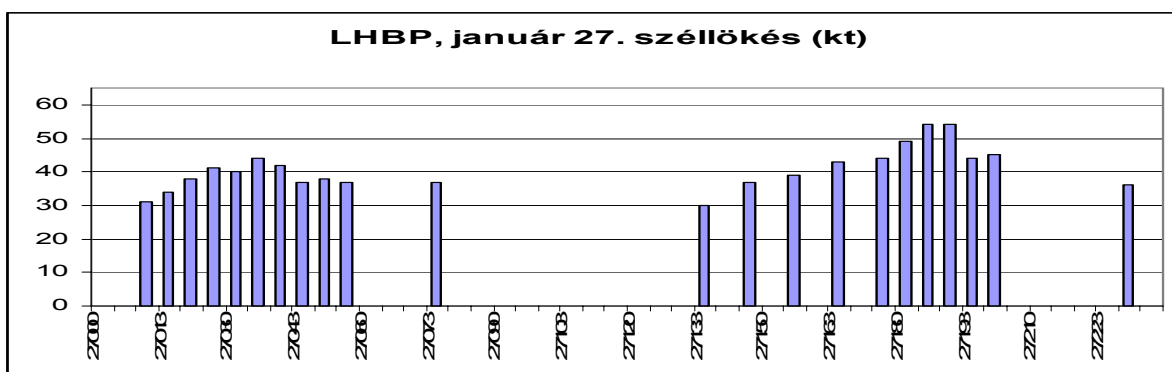
A délelőtti órákban a hullámzó frontrendszer melegfronti szakasza (Észak-Dunántúl térsége) környékén, a frontális emelkedés miatt, tartósan előfordult záporos csapadék. A nap első felében a legnagyobb szellőkések a Sopron-Veszprém-Kecskemét-Szeged vonal mentén alakultak ki, a hidegfront környezetében. Ennek oka a körülbelül 600-800 méteres magasságban fújó szél lekeveredése a frontális összeáramlás vonalának környezetében.

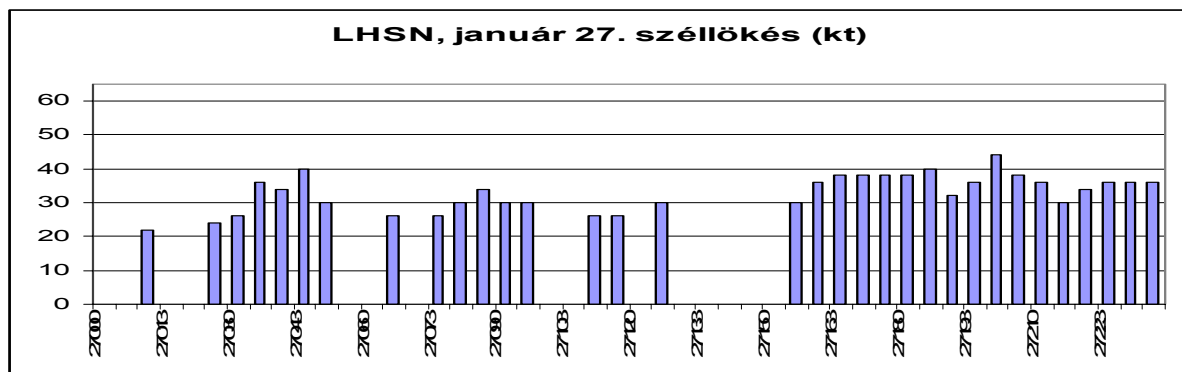
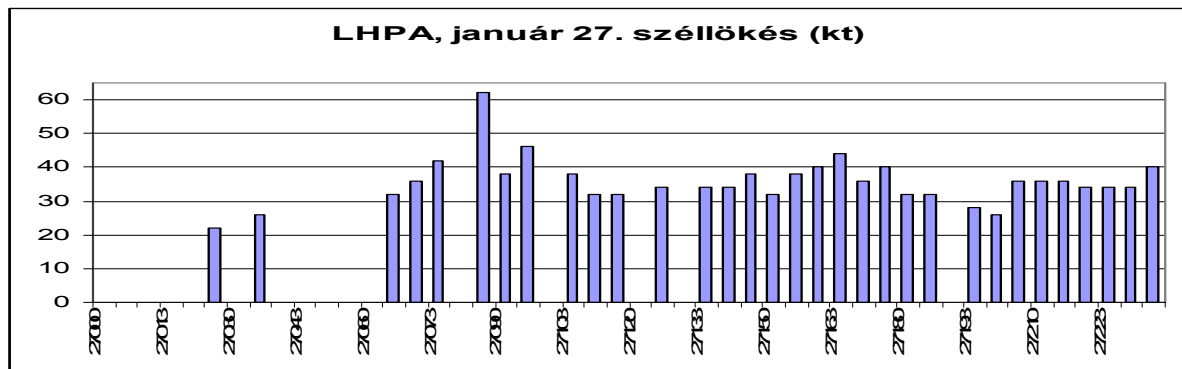
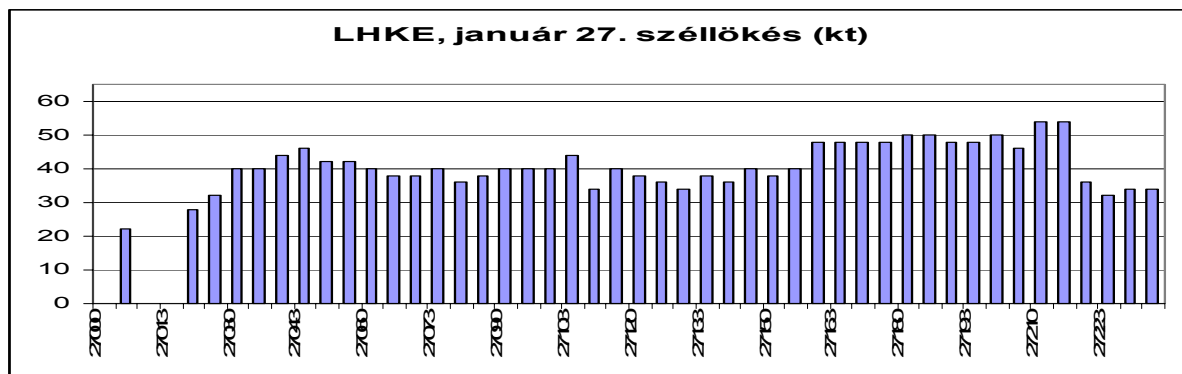
Késő délelőttől szinte egyik óráról a másikra lecsökkentek a szellőkés értékek maximumai. A magasban délnyugat felől melegedés kezdődött, amelynek hatására az eddig gomolyos szerkezetű felhőzet egyre inkább réteges felhőzetté alakult át, amely csak

kevésbé tudta lekeverni az ott előforduló szelet. A kora délutáni órákban, a magasban megindult melegedés hatására Magyarországtól északkeletre tartós nyomássüllyedés kezdődött (2-3 hpa/3 óra tendenciával) ezzel együtt a magassági szél is növekedni kezdett, és 18 UTC környékén érte el a maximumát. Ebben szerepe volt a lokálisan megnövekedett légnyomáskülönbségnek az Észak-Dunántúlon, és a még tovább növekedett magassági szél lekeveredésének. Ekkor a legerősebb szellőkések a délelőtti átmeneti szellőkéseknél hosszabb ideig, helyenként tartósan fennmaradtak, ami szintén a nagyobb légnyomáskülönbséggel magyarázható.

A szélvihar az esti órákban tetőzött, még a hidegfront újabb hulláma előtt. A hidegfront újabb hullámának érkezésével az északkeleti területeken volt jelentős szélnövekmény, majd a front mögött már a szélesebbé gyors csökkenése jelentkezett. (Polyánszky és Fodor, 2008.)

A tanulmányozott állomások közül a legmagasabb szellőkést a pápai reptéren mérték, az értéke 62 kt (115 km/h), melyet délelőtt 8 óra 30 perckor észleltek. A többi reptéren a maximumokat a délutáni, esti órában tapasztalhatjuk, Kecskeméten és Budapesten 54 kt volt a legmagasabb szellőkés, Szolnokon 44 kt, Debrecenben pedig 30 kt (éjfél után még mérték 37 kt-s szellőkéseket) (11. ábra).





11. ábra 2008. január 27-i széllökés értékek.

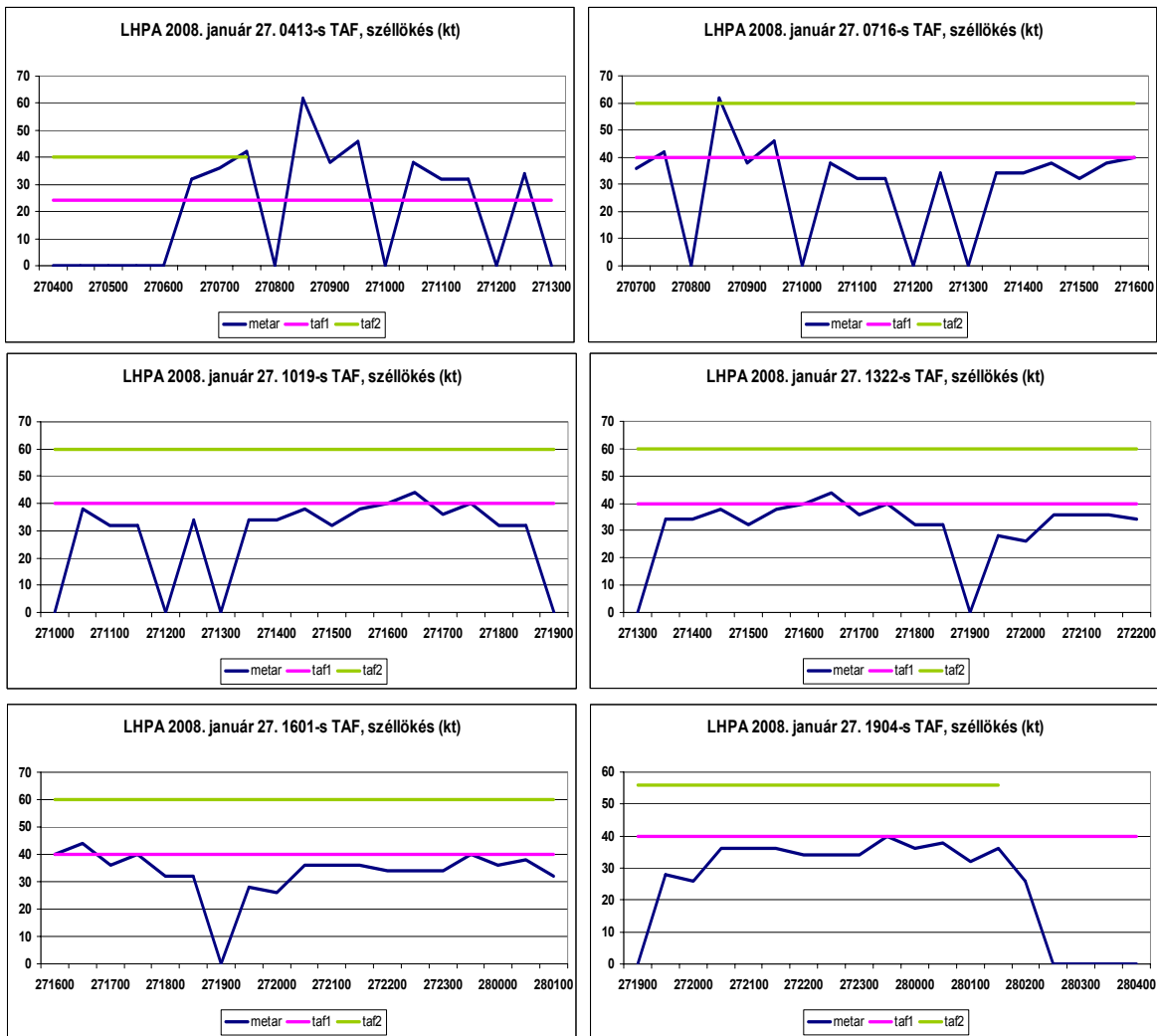
Verifikáció

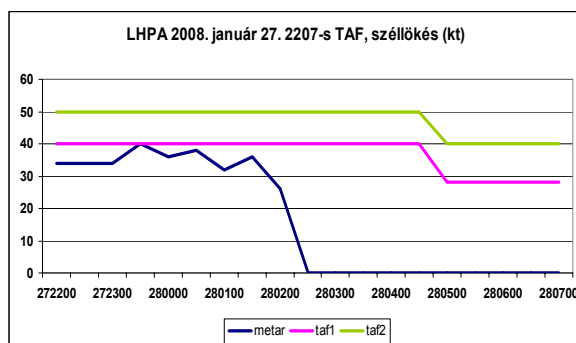
A 2008. január 27-i széllökés előrejelzések beválását a következő táblázat mutatja:

	LHBP	LHDC	LHKE	LHPA	LHSN
0110	83				
0413	78	0	63	0	75
0716	76	0	94	0	0
1019	0	0	90	0	56
1322	0		78	0	64
1601	55		70	0	0
1904	70		0	0	0
2207	71		0	0	52

XV. Táblázat 2008. január 27-i széllökések TAF előrejelzésének beválása (%).

A szellőkés előrejelzésekor az 50% alatti bevéásokat 0%-nak tekintjük, mivel a magas szellőkés a repülésre igen veszélyes elem. Debrecen és Pápa reptereken egész nap 0%-os bevéásokat tapasztalunk. A többi állomáson, az időjárás helyzet pontos előrejelzésének nehézségéhez képest, jó bevéások születtek. Debrecenben az erősebb szélvihar csak az esti órákban jelent meg, de már délelőttől bebiztosították az előrejelzést, és megadtak 24 kt-s szellőkéseket TEMPO csoportban. A pápai állomáson már nehezebb volt a helyzet. A következő ábrason a tényleges és az előrejelzett szellőkésértékeket láthatjuk Pápán.





12. ábra 2008. január 27-i szellőkés mért és előrejelzett értékek a.) 0413-as TAF, b.) 0716-os TAF, c.) 1019-es TAF, d.) 1322-es TAF, e.) 1601-es TAF, f.) 1904-es TAF, g.) 2207-es TAF.

Az ábrán a kék vonal jelenti a METAR-ban szereplő értékeket, a rózsaszínű vonal, amit az alap-TAF-ban szerepelt, és zöld vonal, ha szerepelt TEMPO, vagy BECMG csoport. Az első kiadott TAF-ban még alábecsülték a magas szellőkés értékeket. Ezt követően már magasabb értékeket jeleztek előre, és az alap-TAF értékei jól megközelítették a tényleges szellőkéseket. De egészen a 16 órai prognózis kiadásáig TEMPO csoportban 60 kt maximum szellőkés értékeket adtak meg, míg a tényleges értékek a délutáni időszakban 40 kt körül voltak. Ilyen esetben a program mindkét értékkel elvégzi az összehasonlítást, és a két beválás átlaga jellemzi az adott félórát. Az erős szellőkés 28-án hajnalban 2 óra 30 perckor szűnt meg, és a szélesebbég is lecsökkent eleinte 10-12 kt-ra, majd még alacsonyabb értékekre. A TAF-ban pedig 5 órára jelezték előre a csökkenést a szellőkés és a szélesebbég esetén is, de a szellőkés megszűnését nem prognosztizálták.

Összességében elmondható, hogy Pápán az egész időszakra fölé becsülték az alapból magas szellőkés értékeket, ezért történt az, hogy egész nap 0 %-os beválásokat értek el az előrejelzések.

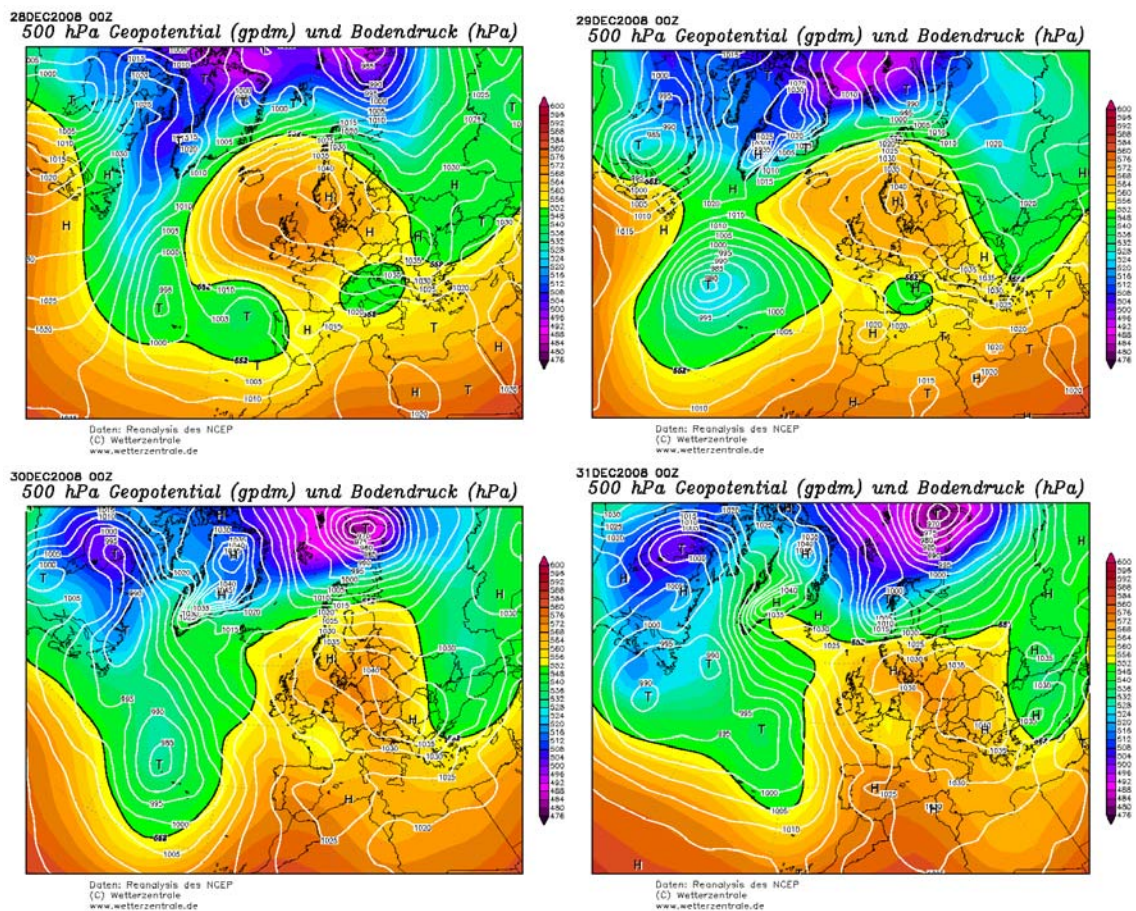
7.2. Ködös időszak az év utolsó napjaiban

2008 utolsó napjaiban a Kárpát-medencében hideg légpárnás időjárási helyzet alakult ki. Ez azt jelenti, hogy amikor a Kárpát-medencét észak, északkelet felől hideg légtömeg éri el, és ez a hideg levegő az idő előrehaladtával nyugalomba kerül, rendszerint borongós, párás, helyenként tartósan ködös idő alakul ki. Ha a magasban a meleg levegő áramlik a nyugalomba került hideg légtömeg fölé, a folyamat felgyorsul, hiszen a meleg levegő képtelen a nála fajsúlyosabb hideg légtömeg kiszorítására. A magassági melegedés a légkör stabilizálódásához vezet, ugyanis a normális esettől eltérően a légkörben nem csökken a magassággal a hőmérséklet, hanem éppen fordítva, azaz emelkedik és kialakul

az inverzió. Hideg légpárnás helyzet esetén általában zárt, Stratus-felhőréteg alakul ki. De vannak olyan időszakok, amikor nem mindig zárt felhőréteg, ilyenkor rendszerint nagyobb foltokban kisugárzási köd alakul ki, ami ha megemelkedik, szintén Stratus-felhőzetet alkot. Ezek képesek terjeszkedni, sőt akár a napközben is egy adott észlelési pont felett hirtelen beborítani az eget, ezáltal lehűteni a levegőt. (Tóth és Kolláth, 2008.) Ezért a repülésmeteorológiában ez a jelenség főként a látástávolság-ingadozás és a felhőalap magasság hirtelen megváltozása szempontjából érdekes jelenség.

Magyarországi helyzetkép

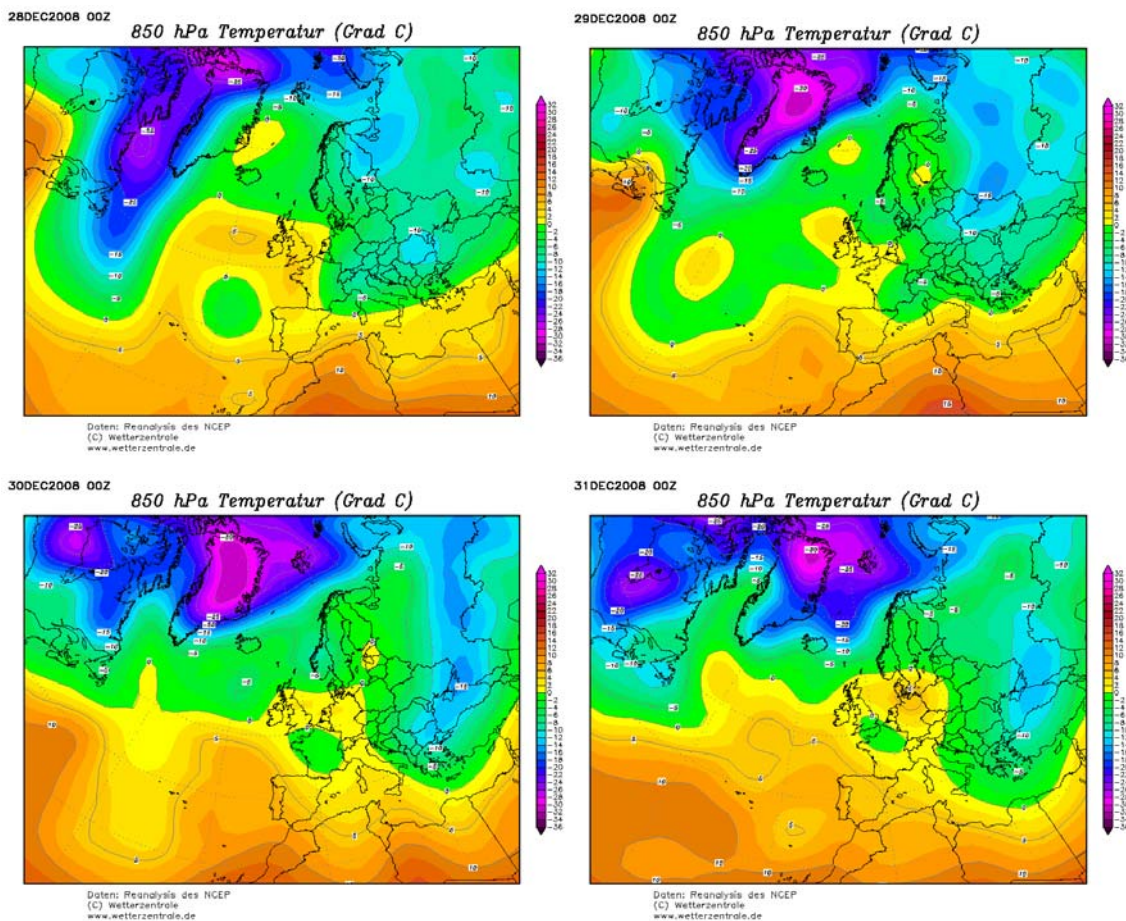
Magyarország időjárását 28-tól egy Észak- és Közép-Európa fölött elhelyezkedő anticiklon határozza meg (13.a. ábra), a ciklontevékenység megszűnésével a légáramlatok lelassultak. A következő napokban az anticiklon kiterjeszkedett délebbre, így a legmagasabb légnyomás értékek Közép-Európa, így hazánk fölött voltak 29-től (13.b. ábra). Az év utolsó két napján is fent maradt ez a helyzet (13.c., 13.d. ábra), ezért szinte az egész időszakban zárt felhőréteget észleltünk hazánk felett.



13. ábra 2008. december 28. (a), 29. (b), 30. (c), 31. (d) 500 hPa-os geopotenciál és légnyomás térképek (forrás: <http://www.wetterzentrale.de/topkarten/fsreaeur.html>).

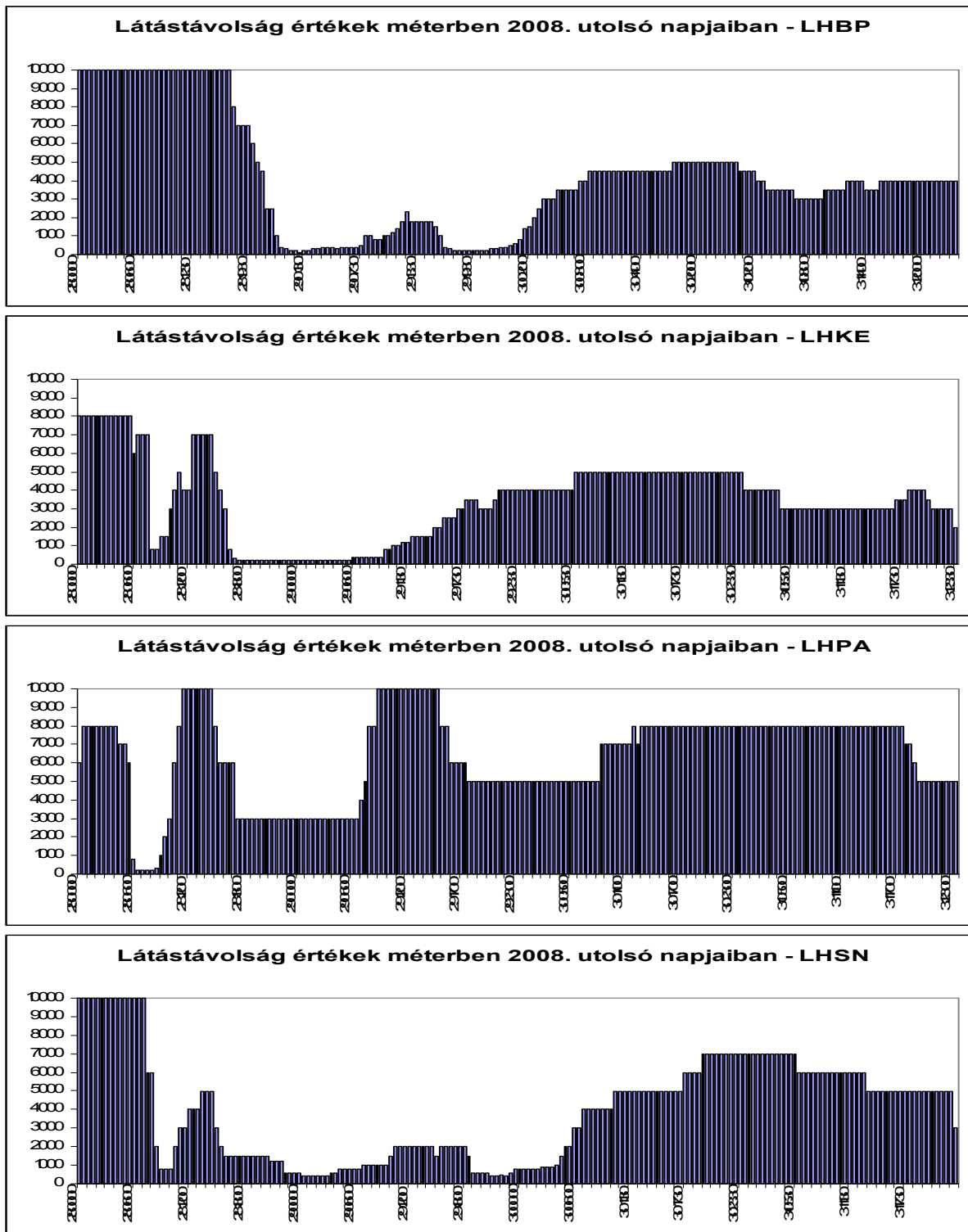
Ezzel egyidőben 28-án és 29-én igen hideg légtömeg került a Kárpát-medence fölé (14.a., 14.b. ábra), 29-én mérték a havi legalacsonyabb hőmérséklet értékeket az országban. Ez az időjárási helyzet tökéletes a hazánkra jellemző hideg légpárna kialakulásához. És az is kedvező, hogy 30-án már a korábbinál melegebb levegő áramlott a magasban a térség fölé (14.c. ábra), amely nem tudja kiszorítani a hideg levegőt a medencéből. Ez a meleg beáramlás 31-én is folytatódott, ezzel stabilizálva a hideg légpárnát.

A látástávolság értékek már 28-án elkezdtek csökkenni, és 29-ére szinte az egész országot beborította a köd. Majd a délutáni, esti órákban az inverziós réteg megemelkedett, ezáltal megemelkedett a köd, és zárt Stratus-felhőzet jött létre.



14. ábra 2008. december 28. (a), 29. (b), 30. (c), 31. (d) 850 hPa-os hőmérséklet térképek
(forrás: <http://www.wetterzentrale.de/topkarten/fsreaeur.html>).

A 15. ábrán láthatóak az utolsó négy nap látástávolság értékei a vizsgált repülőtereken. Mivel ebben az időszakban Debrecenben nem készítettek előrejelzéseket, ezért ez az állomás nem szerepel a vizsgálatban.



15. ábra Látástávolság értékek 2008. december 28-31. Budapest (a), Kecskemét (b), Pápa (c) és Szolnok (d) repterekre.

Verifikáció

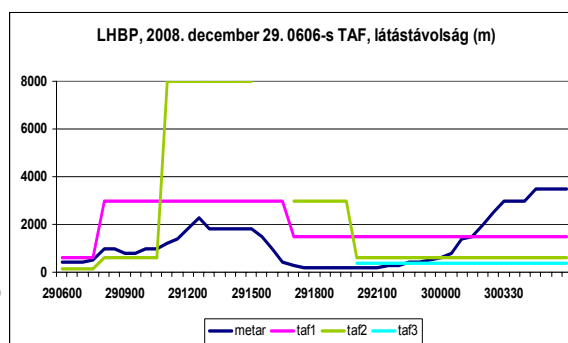
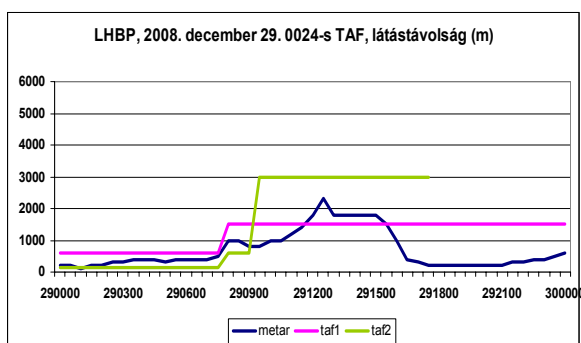
A részletes kiértékelésre a 29-ei napot választottam, mivel ekkor tapasztaltuk a legalacsonyabb látástávolságot. Ezen a napon Pápa reptéren voltak a legjobb előrejelzések, itt egyáltalán nem volt köd, hajnalban és alkonyatkor volt alacsonyabb látástávolság, de ebben az időszakban is 3000 m fölött maradt. A déli órákban pedig 10 km-nél magasabb volt a látástávolság, tehát nem volt nehéz dolguk az előrejelzőknek. Budapesten, Kecskeméten és Szolnokon egész nap ködös és párás időjárás volt ezen a napon. Jóval alacsonyabb beválásokat értek el ezek az állomások a látástávolság előrejelzésekor.

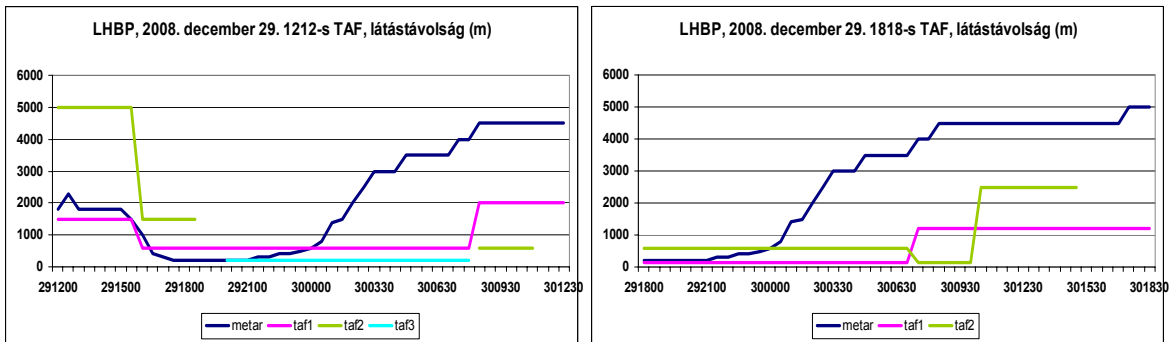
Az aznap kiadott TAF-ok látástávolság beválásaira a következő táblázatban szereplő eredményeket kaptam (XV. Táblázat):

	LHBP		LHKE	LHPA	LHSN
0024	31	0615	21	46	10
0606	29	0918	4	92	0
1212	19	1221	14	76	45
1818	15	1524	17	92	51
		1803	0	68	74
		2106	0	35	15
		0009	78	31	45

XVI. Táblázat 2008. december 29-i látástávolságok TAF előrejelzésének beválása (%).

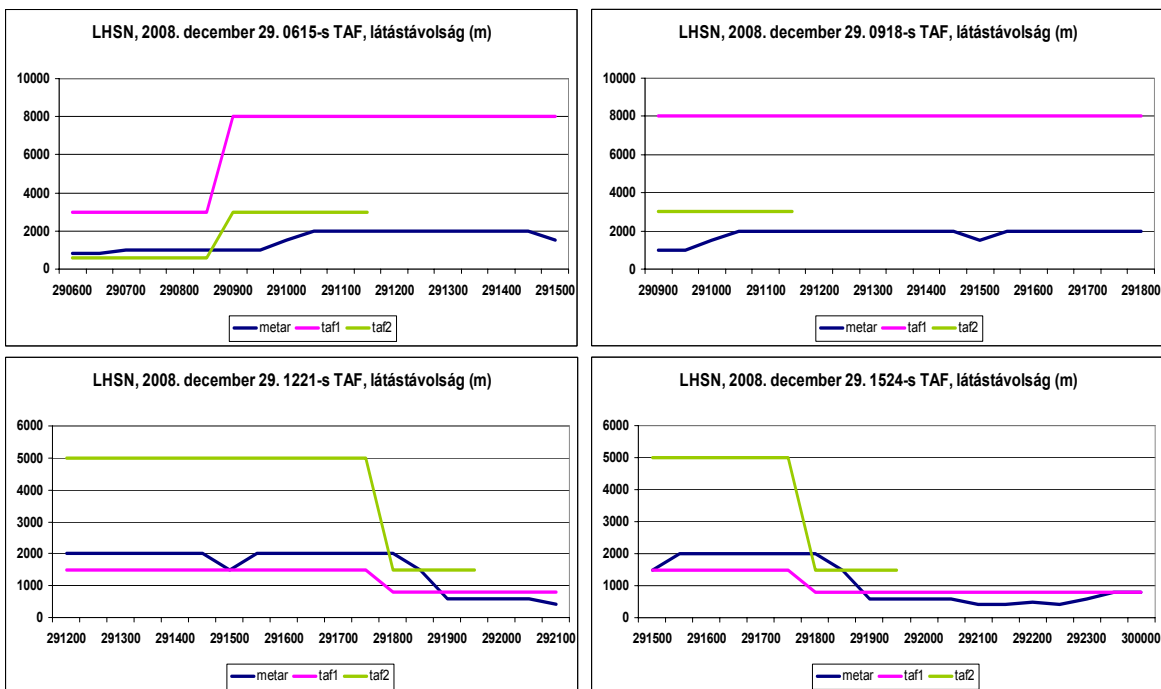
Budapesten ebben az időszakban már hosszú, 24 órás érvényességi idejű TAF-okat adnak ki, ennek következménye, hogy az idő előrehaladtával az előrejelzések bizonytalansága egyre nő (16. ábra). A változások előrejelzése jó, de a változások mértékét már kevésbé pontosan határozzák meg.





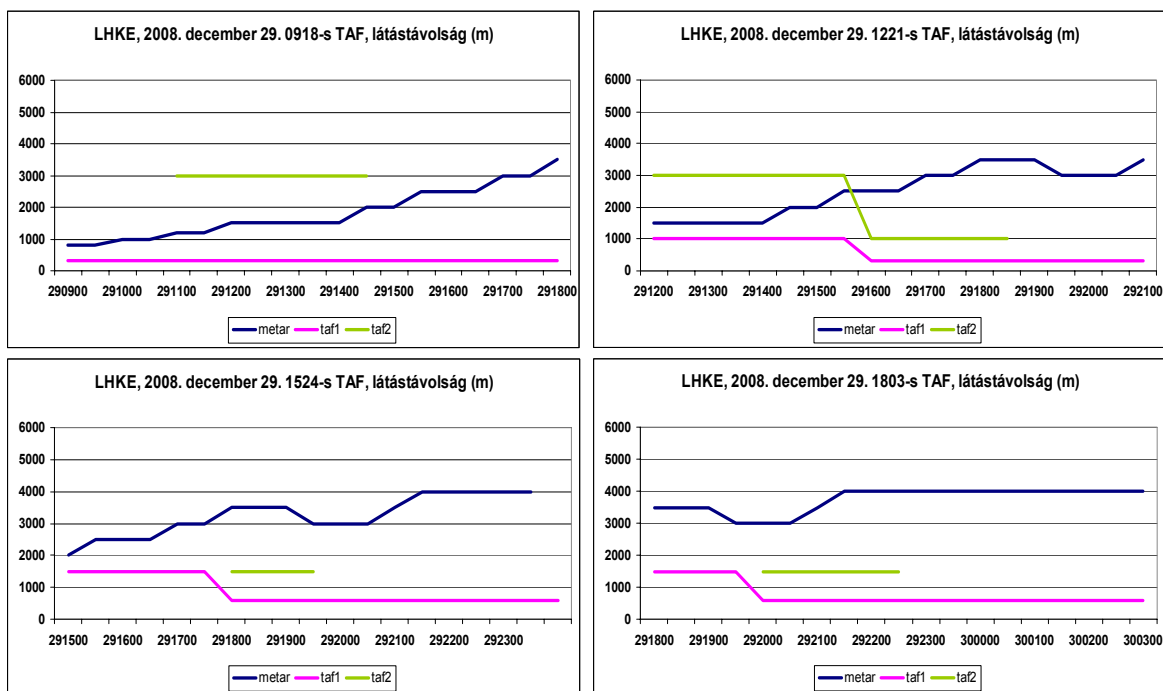
16. ábra 2008. december 29. mért és előrejelzett látástávolság értékek Budapesten, a.) 0024-s TAF, b.) 0606-os TAF, c.) 1212-s TAF, d.) 1818-s TAF.

Szolnokon 29-én a nappali órákban is alacsony maradt a látástávolság, nem haladta meg a 2000 m-t. Az előrejelzők jóval magasabb értékeket prognosztizáltak, a délelőtti időszakban 8000 m-es látástávolságot adtak meg (17.a., 17.b. ábra), és délutánra is TEMPO csoportban 5000 m-t jeleztek előre. Majd 18 órakor a látástávolság lecsökkent 1000 m alá, ezt pontosan jelezték (17.c., 17.d. ábra), de mivel az alacsony látástávolság repülésre veszélyes elem, ezért a verifikáció kritériumai igen szigorúak. Ha úgy változik a látástávolság, hogy átlépi az AMD-kritériumokat (150, 350, 600, 800, 1500, 3000 m), és ez nem lett előrejelezve, akkor az adott félórára a beválás 0 %.



17. ábra 2008. december 29. mért és előrejelzett látástávolság értékek Szolnokon, a.) 0615-s TAF, b.) 0918-os TAF, c.) 1221-s TAF, d.) 1524-s TAF.

Kecskeméten a reggeli órától kezdve lassú, de folyamatos látástávolság növekedés volt tapasztalható, és ez az esti órákban is tovább folytatódott. Ennek ellenére az előrejelzők jóval alacsonyabb értékeket adtak meg a 9 órás TAF-ban (18.a. ábra), és a további időszakokra pedig látástávolság romlást prognosztizáltak. A 12 órás előrejelzésben a látástávolság csökkenést 16 órára várták (18.b. ábra), a 1524-es TAF-ban ezt 18 és 19:30 közötti időszakra (18.c. ábra), majd 18 órakor 20 és 22:30 közötti időpontra prognosztizálták a látástávolság jelentős romlását (18.d. ábra).



18. ábra 2008. december 29. mért és előrejelzett látástávolság értékek Kecskeméten, a.) 0918-TAF, b.) 1221-os TAF, c.) 1221-s TAF, d.) 1803-s TAF.

A fenti ábrák is bizonyítják azt, hogy a látástávolság előrejelzése a hideg légpárnás időszakban milyen nehéz. Ez nem feltétlenül a szinoptikusokat jellemzi, ugyanis ők csak a előrejelző modellek eredményeit tudják felhasználni. Ezt a bizonytalanságot csak fokozza az, hogy a ködös, párás területek kiterjedése és mozgása igen változékony. Kecskemét és Szolnok állomások viszonylag közel helyezkednek el egymáshoz, és látható, hogy ugyanarra az időszakra nagy különbség mutatkozik a látástávolságokban.

8. ÖSSZEFOGLALÁS

Dolgozatomban a 2008-as évben Budapest, Debrecen, Kecskemét, Pápa és Szolnok repülőtereken kiadott TAF előrejelzések verifikációját végeztem el, és az eredmények objektív elemzésével foglalkoztam. A használt programban különböző kritériumrendszerek vannak a szélirány, szélsébség, széllelés és látástávolság előrejelzett és mért értékeinek összehasonlítására. És kiszűrésre kerültek a jelenidő és felhőzet csoportokból a repülésre veszélyes elemek pontatlan előrejelzései.

A következőkben a vizsgálat során kapott eredményeket összesítettem. Bebizonyosodott, hogy a civil repterek előrejelzései pontosabbak a katonaiaknál, ezen belül is a budapesti repülőtéren tapasztalhatóak a legjobb bevalású előrejelzések. Az összehasonlított elemek közül a szélsébség előrejelzésénél voltak a legalacsonyabb bevalások minden tanulmányozott reptéren, illetve a veszélyes jelenidőt és felhőzetet tartalmazó összesített kiértékelésnél is tapasztalunk alacsony értékeket. A látástávolság, szélirány és széllelés elemek előrejelzése egész éves átlagban jól sikerült, de néhány, ritkán előforduló időjárási helyzetben ezek előrejelzésének bevalása is meglehetősen alacsony értékeket mutat.

A verifikációs sémának azonban még vannak korlátai. A TAF és a METAR nem azonos nagyságú területekre érvényesek: a TAF a repülőtérré és annak közvetlen környezetére (8 km) szól, míg a METAR csak az aktuális leszálló pályára ad információt. Jelenleg azonban nincs tökéletesebb, aktuális időjárást tartalmazó távirat, amellyel a TAF összevethető. Illetve a felhőzet és a jelenidő teljes, számszerű kiértékelésére még nem született megfelelő módszer.

Ezek után ugyanezt az időszakot értékeltem ki egy másik szempontból, melyet az ICAO ajánlott 2007. júniusi kiadványában. Ennek a keretén belül kiértékelésre kerültek a szélirány, szélsébség, látástávolság, felhőalap-magasság és felhőzet mennyiség értékei. A programban alkalmazott kritériumrendszerek nem olyan részletesek, mint az előző, verifikációs program esetén, ezért lehetséges az, hogy az eredmények alapján itt a szélirány előrejelzésekor kaptam a leggyengébb eredményeket, míg a szélsébség prognosztizálása viszonylag sok esetben volt elfogadható. A felhőzet kiértékelésekor csak a 3000 m-nél alacsonyabb alapmagasságú felhőzetek számítottak, ezért kaptam gyenge értékeket a felhőalap előrejelzésénél. Viszont a felhőzet mennyiségének kiértékelésekor mind az öt repülőtér nagyon jó eredményeket produkált. A kiértékelés során nem tapasztalható olyan különbség a civil, és a katonai állomások között, amelyet az előző program eredményeinél

megfigyelhettünk. Pontosabb eredményekhez hosszabb időszak kiértékelésére lenne szükség.

A következő fejezetben a 2008. november 5-i változások hatását tanulmányoztam a budapesti repülőtér esetén. A hosszú TAF-ok alkalmazásával az előrejelzések bevétele csökkent, mely csökkenés a repülésre veszélyes elemek pontatlan előrejelzésében nyilvánul meg leginkább.

Az esettanulmányok vizsgálata során láthattuk, hogy mennyire fontos az előrejelzések pontosítása érdekében a verifikáció. Az egyes időszakok részletes kiértékelésével az előrejelzők felfedezhetik a modellek, esetleg saját hiányosságait, és a későbbiekben javítani tudnak ezeken a pontatlanságokon.

Sajnos hasonló verifikációs eredmények más országokból nem ismertek, így nincs lehetőség a nemzetközi összehasonlításra.

FÜGGELÉK

```
#include <conio.h>
#include <string.h>
#include <stdlib.h>
#include <math.h>
#include <stdio.h>
#include <ctype.h>
#include <stdlib.h>

FILE*in;
FILE*en;
FILE*an;
FILE*on;
int result;
int hiba[5][5];
long int n,sn;
char bem[75];
char utvonalseb[150]="oszseb.txt";
char utvonalir[150]="oszira.txt";
char utvonallat[150]="oszlatas.txt";
char datum[20];
float el,te,me,mae,rmse,siker,b;
float sebbev,iranybev,latbev,tures=2.00;
char fnev[30];
int tartote[4000][7];

main()
{
    printf("Helo! \n \n");
    sebbeol();
    iránybeol();
    latasbeol();
    kiir();

    exit(1);
}
/* ----- */
sebbeol()
{
```

```

int i,kul,kul1,kul2,kul3,kul4,sum=0;
char ele[5],elk[5];
char buf[30],becmg[30],mszel[20],tafszel1[20], tafszel2[20],tafszel3[20];
char nap[2]=" ";
int mseb,tafseb1,tafseb2,tafseb3,bcmg;
char idop[20][8];

if((in=fopen( utvonalseb , "r")) != NULL){

    for(i=1; i<=19; i=i+1){

        fscanf(in," %s ",datum);
        fscanf(in," %s ",mszel); mseb=atoi(mszel);
        fscanf(in," %s ",tafszel1); tafseb1=atoi(tafszel1);
        fscanf(in," %s ",tafszel2); tafseb2=atoi(tafszel2);
        fscanf(in," %s ",tafszel3); tafseb3=atoi(tafszel3);
        fscanf(in," %s ",buf);
        fscanf(in," %s ",becmg); bcmg=atoi(becmg);

printf("Kiolvasom:      %s      %d      %d      %d      %d      %s      %d
\n",datum,mseb,tafseb1,tafseb2,tafseb3,buf,bcmg);

if (tafseb2== -100 && tafseb3== -100) /*ezt a részt tettem be a becmg
esetére*/
    {
        kul=mseb-tafseb1;

        if(kul<0) kul=kul*(-1);
        if(kul<5){ sum=sum+1; printf("5-ön belül van a kulonbseg: %d
\n", kul); }
        else { printf("Nagy a kulonbseg: %d \n",kul); }
    }
else
    {
        kul1=mseb-tafseb1;
        kul2=mseb-tafseb2;
        kul3=mseb-tafseb3;

        if(kul1<0) kul1=kul1*(-1);
        if(kul2<0) kul2=kul2*(-1);

```

```

        if(kul3<0) kul3=kul3*(-1);

        kul4=min(kul1,kul2,kul3);

        if(kul4<5){ sum=sum+1; printf("5-on belül van a kulonbseg: %d
\n", kul4); }
        else { printf("Nagy a kulonbseg: %d \n",kul4); }
    }
} /* for vége */

printf(" \n Az ICAO szelsebesseg bevalasa szazalekba: %.1f \n\n\n
", (sum/19.0)*100.0);
sebbev=(sum/19.0)*100.0;
}
else{ printf("Nem tudok nyitni 1 !\n"); exit(1); }

fclose(in);
}

/* ===== */
iranybeol()
{
int i,kul,kul1,kul2,kul3,kul4,sum=0;
char ele[5],elk[5];
char buf[30],becmg[30],mszel[20],tafszel1[20], tafszel2[20],tafszel3[20];
char nap[2]=" ";
int mir,tafir1,tafir2,tafir3,bcmg;
char idop[20][8];

if((in=fopen( utvonalir ,"r")) != NULL){

    for(i=1; i<=19; i=i+1)
    {
        fscanf(in," %s ",datum);
        fscanf(in," %s ",mszel); mir=atoi(mszel);
        fscanf(in," %s ",tafszel1); tafir1=atoi(tafszel1);
        fscanf(in," %s ",tafszel2); tafir2=atoi(tafszel2);
        fscanf(in," %s ",tafszel3); tafir3=atoi(tafszel3);
        fscanf(in," %s ",buf);
    }
}
}

```

```

        fscanf(in," %s ",becmg); bcmg=atoi(becmg);

printf("Kiolvasom:      %s      %d      %d      %d      %d      %s      %d
\n",datum,mir,tafir1,tafir2,tafir3,buf,bcmg);

if (mir==(-1)||tafir1==(-1))
{ sum=sum+1; printf("Változó irányu szel szerepelt valamely csoportban.
A bevalas jo!\n"); }

else
{
if (tafir2===-100 && tafir3===-100)
{
    if(0<=mir && mir<=20)
    {
        if(tafir1==340) tafir1=(-20);
        if(tafir1==350) tafir1=(-10);
        if(tafir1==360) tafir1=0;
    }
    if(340<=mir && mir<=360)
    {
        if(tafir1==0) tafir1=360;
        if(tafir1==10) tafir1=370;
        if(tafir1==20) tafir1=380;
    }

    kul=mir-tafir1;

    if(kul<0) kul=kul*(-1);
    if(kul<=20){ sum=sum+1; printf("20 fokon belül van a kulonbseg:
%d \n", kul); }
    else { printf("Nagy a kulonbseg: %d \n",kul); }
}
else
{
if (tafir2==(-1)||tafir3==(-1))
{ sum=sum+1; printf("Változó irányu szel szerepelt valamely csoportban.
A bevalas jo!\n"); }

else
{ if(0<=mir && mir<=20)

```

```

{
    if(tafir1==340) tafir1=(-20);
    if(tafir1==350) tafir1=(-10);
    if(tafir1==360) tafir1=0;

    if(tafir2==340) tafir2=(-20);
    if(tafir2==350) tafir2=(-10);
    if(tafir2==360) tafir2=0;

    if(tafir3==340) tafir3=(-20);
    if(tafir3==350) tafir3=(-10);
    if(tafir3==360) tafir3=0;
}
if(340<=mir  && mir<=360)
{
    if(tafir1==0) tafir1=360;
    if(tafir1==10) tafir1=370;
    if(tafir1==20) tafir1=380;

    if(tafir2==0) tafir2=360;
    if(tafir2==10) tafir2=370;
    if(tafir2==20) tafir2=380;

    if(tafir3==0) tafir3=360;
    if(tafir3==10) tafir3=370;
    if(tafir3==20) tafir3=380;
}
kull1=mir-tafir1;
kull2=mir-tafir2;
kull3=mir-tafir3;

if(kull1<0) kull1=kull1*(-1);
if(kull2<0) kull2=kull2*(-1);
if(kull3<0) kull3=kull3*(-1);

kull4=min(kull1,kull2,kull3);

    if(kull4<=20){ sum=sum+1;    printf("20 fokon belul van a
kulonbseg: %d \n", kull4);    }

```

```

        else { printf("Nagy a kulonbseg: %d \n",kul4); }
    }
}
}

    } /* for vége */

    printf("\n  Az ICAO szelirany bevalasa szazalekba: %.1f \n\n\n
", (sum/19.0)*100.0);
    iranybev=(sum/19.0)*100.0;

}

    else{ printf("Nem tudok nyitni 1 !\n"); exit(1); }

    fclose(in);
}
/*****
latasbeol()
{
int i,kul,kul1,kul2,kul3,kul4,sum=0;
char ele[5],elk[5];

char          buf[30],becmg[30],mlatas[20],taflatas1[20],
taflatas2[20],taflatas3[20];
char nap[2]="  ";
int mlat,taflat1,taflat2,taflat3,bcmg;
char idop[20][8];

if((in=fopen( utvonallat  ,"r")) != NULL){

    for(i=1; i<=19; i=i+1){

        fscanf(in," %s ",datum);
        fscanf(in," %s ",mlatas); mlat=atoi(mlatas);
        fscanf(in," %s ",taflatas1); taflat1=atoi(taflatas1);
        fscanf(in," %s ",taflatas2); taflat2=atoi(taflatas2);
        fscanf(in," %s ",taflatas3); taflat3=atoi(taflatas3);
        fscanf(in," %s ",buf);
        fscanf(in," %s ",becmg); bcmg=atoi(becmg);

printf("Kiolvasom:      %s      %d      %d      %d      %d      %s      %d
\n",datum,mlat,taflat1,taflat2,taflat3,buf,bcmg);

```

```

if(mlat<=800)
{
if (taflat2== -100 && taflat3== -100)

{
    kul=mlat-taflat1;
    if(kul<0) kul=kul*(-1);
    if(kul<=200){ sum=sum+1; printf("A kulonbseg1: %d. Megfelelo!
\n", kul); }
    else { printf("Nagy a kulonbseg1 bcmg=%d: %d \n",bcmg,kul); }
}
else
{
    kull1=mlat-taflat1;
    kul2=mlat-taflat2;
    kul3=mlat-taflat3;

    if(kull1<0) kull1=kull1*(-1);
    if(kul2<0) kul2=kul2*(-1);
    if(kul3<0) kul3=kul3*(-1);

    kul4=min(kul1,kul2,kul3);

    if(kul4<=200){ sum=sum+1; printf("A kulonbseg: %d. Megfelelo!
\n", kul4); }
    else { printf("Nagy a kulonbseg: %d bcmg=%d\n",kul4,bcmg); }
}
}

if (800<mlat && mlat<=10000)
{
if (taflat2== -100 && taflat3== -100)
{
    kul=mlat-taflat1;

    if(kul<0) kul=kul*(-1);
    if(kul<=(mlat*0.3)){ sum=sum+1; printf("A kulonbseg: %d.
Megfelelo! \n", kul); }
    else { printf("Nagy a kulonbseg: %d \n",kul); }
}
else

```



```

{   kul1=mlat-taflat1;
    kul2=mlat-taflat2;
    kul3=mlat-taflat3;

    if(kul1<0) kul1=kul1*(-1);
    if(kul2<0) kul2=kul2*(-1);
    if(kul3<0) kul3=kul3*(-1);

    kul4=min(kul1,kul2,kul3);

        if(kul4<=(mlat*0.3)){   sum=sum+1;   printf("A kulonbseg:  %d.
Megfelelo! \n", kul4);   }
        else { printf("Nagy a kulonbseg:  %d \n",kul4); }
    }
}

} /* for vége */

printf(" \n Az ICAO latastavolsag bevalasa szazalekba:  %.1f \n\n\n
", (sum/19.0)*100.0);
latbev=(sum/19.0)*100.0;

}

else{ printf("Nem tudok nyitni 1 !\n"); exit(1); }

fclose(in);
}
/* ===== */
kiir()
{
long int x;
    if(( on=fopen( "icaoeredmeny.dat","a")) != NULL){

fprintf  (on,"%s  %.1f  %.1f  %.1f  \n",datum,sebbev,iranybev,latbev);
}

        else { printf(" Nem tudok m: filelet létrehozni\n"); exit(1); }

fclose(on);
}

```

IRODALOMJEGYZÉK

Bella, Sz., 2008.: 2007/2008 telének időjárása. Léggör - 53. évf. 1. szám

Bella, Sz., 2008.: 2008 tavaszának időjárása. Léggör - 53. évf. 2. szám

Bella, Sz., 2008.: 2008 nyarának időjárása. Léggör - 53. évf. 3. szám

Farkas, E., 2004.: Objektiv módszer kidolgozása a TAF repülésmeteorológiai táviratok automatikus verifikációjára, szakdolgozat, Budapest

Horváth, L., 1978.: Repülési meteorológia. 285. oldal, Tankönyvkiadó, Budapest

Kézikönyv meteorológiai asszisztensek részére., 2009. MH kiadvány

Lakatos, M., Bella, Sz., Bihari, Z., 2008.: A 2008. évi nyári zivatarok néhány statisztikai jellemzője. Léggör – 53. évf. 3. szám

International Civil Aviation Organization (ICAO), 2001: Manual on Coordination between Air Traffic Services. Aeronautical Information Services and Aeronautical Meteorological Services, chapter 1–3.

International Civil Aviation Organization (ICAO), 2007: Meteorological Service for internationale air navigation, chapter 4-6.

International Civil Aviation Organization (ICAO), 2007: Use of aeronautical broadcasting service. Attachment B. operationally desirable accuracy of forecasts

Location Indicator. Doc. 7910 International Civil Organization (ICAO)

Pertti Nurmi, 2003.: Recommendations on the verification of local weather forecasts. ECMWF Technical Memoranda, 2003.

- Péliné Németh, Cs., Kocsis, F., Czender, Cs., 2009.:* Automata mérőállomások széladatainak vizsgálata hazai katonai repülőtereken. Repüléstudományi Konferencia, Szolnok, 2009.
- Polyánszki, Z., Fodor, Z., 2008.:* A 2008. január 27-i 120 km/h-s szellőkések meteorológiai körülményei. <http://met.hu/pages/viharos20080127.php>
- Sándor, V., Watuch, F. 2005.:* : Repülésmeteorológia. Tankönyv pilóták és leendő pilóták számára. Folium Nyomda. Második javított kiadás.
- Szudár, B., 1992.:* Zivatartevékenység és néhány konvektív jelenség statisztikai-klimatológiai vizsgálata. Légkör – 37. évf. 3. szám.
- Tóth, T., Kolláth, K., 2008.:* Hideg légpárnás időjárási helyzet a Kárpát-medencében 2008 utolsó napjaiban. <http://met.hu/>
- U. S. National Weather Service, 1993:* AFOS-ERA Verification of guidance and local aviation/public weather forecasts. TDL Office Note 93-4.
- Watuch, F., Horváth, Cs., 1999.:* Repülésmeteorológiai ismeretek repülőgépvezetők számára. Honvédelmi Minisztérium, Belső kiadvány.
- Watuch, F., 2008.:* Repülésmeteorológiai előrejelzések bevalásának automatikus kiértékelése katonai repülőtereken. Repüléstudományi Konferencia, Szolnok, 2008.
- Watuch, F., Potor, A., 2009.:* A magyarországi repülőterek TAF előrejelzéseinek összehasonlító verifikációja. Repüléstudományi Konferencia, Szolnok, 2009.
- World Meteorological Organization, 1988:* FM 12-X SYNOP. Manual on Codes, WMO No. 306.

World Meteorological Organization – No. 770 : Methods of interpreting numerical weather prediction output for aeronautical meteorology. 79-85, Technical Note No. 195

World Meteorological Organization, 2001: Aerodrome Reports and Forecasts – A users' handbook to the codes. WMO-No. 782, Third Edition, WMO

<http://www.wetterzentrale.de/topkarten/fsreaeur.html>

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozom témavezetőimnek, Dr. Wantuch Ferencnek munkám folyamatos figyelemmel kíséréseért, segítségéért, és azért hogy szakmailag megalapozta a munkámat és biztatott. Büki Richárdnak a hasznos észrevételeiért, valamint tanszéki konzulensemnek, Dr. Weidinger Tamásnak az értékes tanácsaiért, illetve a MH Geoinformációs Szolgálatnak az adatok biztosításáért. Köszönetem szeretném kifejezni mindazoknak, akik valamilyen formában hozzájárultak dolgozatom elkészítéséhez.