

Wantuch Ferenc¹ – Szobonya Nikoletta²

NWP OUTPUTOKRA ÉPÜLŐ AUTOMATIKUS REPÜLŐTÉRI TAF GENERÁLÓ RENDSZER HAZAI ALKALMAZÁSA³

Az automatikus TAF generáló rendszer kidolgozásának az a célja, hogy a repülőtéri prognózisok automatizálása Magyarországon is megvalósuljon a közeljövőben. A téma különlegessége az, hogy hazánkban eddig még nem tettek kísérletet a módszer kialakítására, viszont az eljárást a világ más helyein, már évek óta eredményesen alkalmazzák, de az alkalmazott módszerek nem publikusak. A cikkünkben szeretnénk bemutatni a kutatási eredményeinket és az általunk kidolgozott módszereket, amelyek alapján automatikusan készülnek a TAF táviratok. Az automatikus TAF táviratok a jövőben eredményesen hozzájárulnak a repülőtéri előrejelzések megbízhatóságának növekedéséhez, hiszen egy automatikusan előállított előrejelzés komoly segítséget nyújthat a szinoptikus munkájához.

AUTOMATIC TAF GENERATING SYSTEM BASED ON THE DEVELOPMENT OF THE NWP OUTPUT IN HUNGARY

The aim of the elaboration of the automatic TAF generating system is to support the automation of the airport forecast in Hungary in the immediate future. The speciality of the topic is the fact that in our country there were no attempt to develop the method up to now, while the procedure is already successfully used on the world's other places for years, but the applied methods are not public. We would like to present our research results and invented methods, which are used as the (automatic) basis of the TAF telegrams. The automatic TAF telegrams successfully contribute to the increase of the reliability of the airport forecast in the future, because an automatically produced forecast may provide serious help in the forecaster's work.

BEVEZETÉS

A cikkben először az eljárás megvalósításához szükséges alapvető repülésmeteorológiai információkat, repülési időjárás-jelentő (METAR), kiválasztott különleges időjárás-jelentő távirat (SPECI) és a repülőtéri előrejelzések (TAF) szerepét ismertetjük. A továbbiakban az általunk kidolgozott automatikus TAF generáló rendszer elveit, módszerét illetve alkalmazásának lehetőségeit szeretnénk ismertetni. A kapott eredményeket Dr. Wantuch Ferenc által [3] megvalósított METAR táviraton alapuló, a magyar honvédségnél operatíván futó verifikációs program segítségével elemeztük, amelynél az automatikus TAF és METAR valamint a meteorológus szakemberek által készített TAF előrejelzések és METAR táviratok beválását hasonlítjuk össze. [2] A kiértékelés során 24 órára szóló előrejelzésekkel dolgoztunk a budapesti Liszt Ferenc Nemzetközi repülőtérre vonatkozóan, a 2014-es és 2015-ös évre.

Repülésmeteorológiai információk

A METAR és TAF táviratok kódolását az ICAO Annex 3 nemzetközi szabályozás [1] határozza meg, amely szerint a légi közlekedés részére biztosított meteorológiai szolgáltatás célkitűzése,

¹ Nemzeti Közlekedési Hatóság, wantuch.ferenc@nkh.gov.hu

² ELTE Meteorológia Tanszék, szobonya90@gmail.com

³ Lektorálta: Dr. Bottyán Zsolt szds, egyetemi docens, NKE Katonai Repülő Tanszék, bottyan.zsolt@uni-nke.hu

az, hogy elősegítse a légi közlekedés biztonságát, hatékonyságát és rendszerességét. Így az aktuális időpontokban (fél óránként vagy óránként) végzett észleléseket és megfigyeléseket a METAR táviratba foglalják és továbbítják. A SPECI távirat kiadására csak akkor kerül sor, amikor a repülőtér üzemeltetését befolyásoló időjárási jelenségek lépnek fel. Az alábbiakban meghatározták az ICAO Annex3/WMO Technical Regulations ajánlásai alapján a SPECI távirat kiadásának kritériumait [4]:

- ha a levegő hőmérséklete a legutóbbi észlelés óta 2 °C -ot vagy annál többet emelkedett;
- ha az utolsó észlelés ideje óta a szélirány változása legalább 60 fok és a szél erőssége, a változás előtt és/vagy után eléri vagy meghaladja a 10 csomót;
- ha az utolsó észleléshez képest az átlagos szélerősség változása eléri vagy meghaladja a 10 csomót;
- ha az utoljára jelentetthez képest a lökések legalább 10 csomóval eltérnek, miközben az átlagos szélerősség a változás előtt vagy után eléri vagy meghaladja a 15 csomót;
- ha a szél úgy változik, hogy az befolyásolja a repülőtér működését;
- ha a látástávolság eléri vagy átlépi a 800, 1500, 3000, 5000 méteres határt. (Az 5000 méteres határ azokra a repülőterekre vonatkozik, ahol a látvarepülés szerinti repülési szabályok is érvényben vannak.);
- ha a pályamenti látástávolság eléri vagy átlépi a 150, 350, 600 vagy 800 méteres határt;
- ha az alábbi jelenségek bekövetkeznek, megszűnnek vagy intenzitásuk változik:
 - ónos csapadék;
 - túlhűlt köd;
 - közepes vagy erős intenzitású csapadék (ide értve a záporokat is);
 - jégtű;
 - alacsony por,-homok,-vagy hófúvás;
 - por,-homok- vagy hófúvás (ide értve a hóvihart is);
 - porvihar;
 - homokvihar;
 - zivatar (csapadékkal vagy csapadék nélkül);
 - szélroham;
 - felhőtölcsér (tornádó vagy víztölcsér);
- ha a 450 méter (1500 láb) alatti felhőzet (SKC), FEW vagy SCT mennyiségről BKN vagy OVC mennyiségre változik;
- ha a 450 méter (1500 láb) alatti felhőzet BKN vagy OVC mennyiségről SKC, FEW vagy SCT mennyiségre változik. Ha BKN vagy OVC mennyiségű felhőzet alapja eléri vagy átlépi a 30, 60, 150, 300 vagy 450 méteres határokat (100,200,500,1000 vagy 1500 láb). A 450 m-es küszöb csak azokra a repülőterekre vonatkozik, ahol sok a VFR repülés;
- ha függőleges látástávolság eléri vagy átlépi a 30, 60, 150 vagy 300 métert (100,200, 500 vagy 1000 láb).

A repülésmeteorológia TAF (Terminal Aerodrome Forecast) táviratokat meghatározott időben valamint időszakra kell kiadni, amely tartalmazza a talajszél, látástávolságot, aktuális időjárást, felhőzet jellemzőit, illetve ezen paraméterek egy- vagy több elemének szignifikáns változásait az időszak alatt. Az előrejelzések érvényességi ideje 9 és 24 óra között változik, így a 24 órára

szóló előrejelzést 6 óra elteltével lépnek érvénybe a kiadástól számítva. A 9 órára szóló előrejelzéseket 3 óránként, míg a 12 és 24 óra időtartamra szóló előrejelzéseket 6 óránként adják ki.

Az automata prognózis elvei, a módszer bemutatása

Az eljárás kidolgozásához és az általunk írt algoritmusok teszteléséhez a WRF modell alapadatit illetve az alapadatokra épülő utófeldolgozás adatait használtuk fel, amelyeket a HungaroControl-tól kaptunk meg. A szélirány, a szélesség, széllökés, látástávolság, jelenidő, felhőzet mennyisége, felhőalap magasság, Cb felhőzet, csapadékmennyiség és hőmérsékletre vonatkozó adatok a budapesti Liszt Ferenc Nemzetközi repülőtérre vonatkozóan 2014.08.01. 00 UTC-től állnak rendelkezésünkre, amelyeknél minden nap 00 UTC és 12 UTC futások szerepelnek.

Az automata prognózis megvalósításához és az algoritmusok teszteléséhez C programokat használtunk, amelyeknek az előnye az, hogy UNIX valamint LINUX rendszer alatt is le lehet fordítani és futtatni.

orak:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
szell:	200	200	200	170	150	150	160	180	190	190	190
szelseb:	01	01	01	01	02	02	01	02	03	04	05
szellok:	01	01	01	01	02	02	01	02	03	04	05
latas:	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
jelenido:	NSw	02	02	NSw	NSw	NSw	NSw	NSw	NSw	NSw	NSw
almeny:	OVC	OVC	NSC	NSC	NSC	NSC	NSC	NSC	NSC	NSC	OVC
alap:	060	045	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99	057	028
2retmeny:	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99
2retalap:	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99
3retmeny:	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99
3retalap:	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99
cb felho:	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99
csapmeny:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hom:	4.8	4.2	3.4	3	2.2	2.4	3.6	5.5	7.2	8.5	9.4

1. ábra A programba beolvasott alapadatok

A program először a korábbiakban felsorolt meteorológiai paramétereket illetve a további részében a szélirány, a szélesség, széllökés és a látástávolságra vonatkozóan írt algoritmusokat futtatja le. Miután ez a folyamat megtörtént és nem talált hibát a program, akkor a rendelkezésünkre álló adatok beolvasásával TAF táviratot generál külön file-ba. Az általunk készített programban az automatikus TAF táviratok jelenleg 24 órányi időtartamra szólnak, de ez a paraméter állítható. Az eljárásnak a jelentősége az, hogy bármikor elindítható és futtatható, így az aktuális időpontra rákövetkező órától, 24 órás TAF táviratokat generál a program. A meteorológiai szakemberek által kiadott (módosított repülőtéri előrejelzés) Amended TAF-ok, az automata TAF generáló rendszerrel is kivitelezhetőek.

A modell alapadatai 2014.08.01.00 UTC-től kezdődően, a 00 UTC és 12 UTC futtatásai elérhetőek, így ezeket a megfelelő beállítások során illetve a kívánt napra vonatkozóan bármikor módosíthatjuk és futtathatjuk.

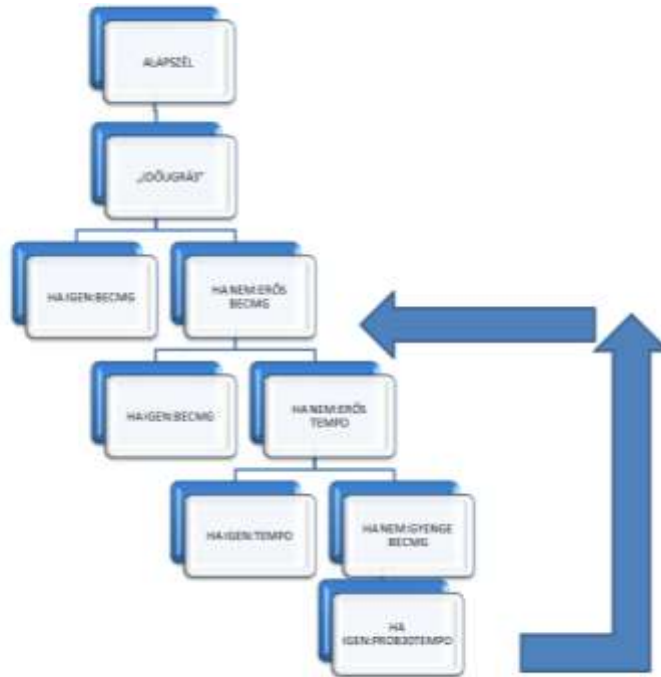
Az automata TAF táviratok generálásánál a kiindulási alapadatot, úgy határoztuk meg, hogy ha nincs szignifikáns eltérés és változást jelentő csoport a szélirány, szélesség, széllökés és látástávolságra vonatkozóan, akkor az első értékeket átlagolja, és ezt írja bele a táviratba.

A szélkiértékelés során az algoritmusokat a következő szabályok szerint írtuk meg:

- szélirány, szélesség:
 - alapszél kiírása: a kiinduló értéket írja ki vagy az első 4 óra szél átlagát, (ez utóbbit akkor, ha a kezdő széladatok szórása nagy, vagy ha nagyon hasonló az első három széladat);

- szélcsend: ha a szélesség 24 órás időtartam alatt 0 KT;
- VRB03 KT: ha a szélirány a 24 órás időtartam alatt kisebb, mint 3 KT;
- ha a szélesség 4KT és 10KT közé esik, valamint a szélirány eltérés 60 foknál nagyobb, akkor az általunk kialakított szabály és módszer szerint a 360 fokot 8 részre osztottuk fel, és amelyikbe a legtöbb esik, azoknak az átlagos értéket fogja megadni;

A szélkiértékelés során az algoritmusok úgy lettek kialakítva, hogy a változásjelző csoportok (BECMG, TEMPO) között és az egyéb, általunk meghatározott szabályok és definíciók között ne legyen időbeli átfedés (2. ábra):



2. ábra: A szélkiértékelése vonatkozó döntési fa

- a BECMG és TEMPO változásjelző csoportok esetében először megvizsgáltuk, hogy folyamatos változás van-e;
- így ennek megfelelően a program futtatása során a „durvább” elemzéstől a finomabb vizsgálatig haladunk;
- időugrásos BECMG: a kiinduló értéktől számítva minden, pl.: 8. értéket vizsgálja a program. Ha ezek között szignifikáns eltérés van (szélirány 60 foknál nagyobb és szélesség 10 KT vagy nagyobb), akkor megvizsgálja az eggyel előtte illetve utána lévő értéket. A táviratban az aktuális 8-as csoportból a 3. (i+3) időponttól fog kezdődni a változásjelző csoport és a (i+5) 8. értéket fogja a TAF táviratba kiírni. Ez a vizsgálat azért jelentős, mert a 24 órás TAF kezdőidőpontjától a végéig egész nagy, de ugyanakkor fokozatos, lassú változások is bekövetkezhetnek a szélirány és szélesség tekintetében egyaránt. Az így kialakított algoritmus szerint, meghatározott időintervallumban tudjuk lefedni és megvizsgálni a fellépő szignifikáns változásokat;
- erős BECMG: ha szignifikáns változás a kezdő időponttól kezdve fennáll, akkor csak időben előre három érték között nézi meg, hogy van-e szignifikáns változás (szélirány eltérés 60 foknál nagyobb és szélesség 10 KT vagy nagyobb). Ekkor a TAF táviratba a 3.(i+3) értéket fogja kiírni. Ha a szignifikáns változás nem áll fenn a kezdőidőponttól,

hanem csak a 3. órától, akkor a program az aktuális/kezdőidőponttól visszafelé és előre is megnézi a három érték között, hogy van-e szignifikáns változás (szélirány eltérés 60 foknál nagyobb és szélsébség 10 KT vagy nagyobb). Ekkor a TAF táviratba a 3.(i+3) értéket fogja kiírni. Ebben az esetben az algoritmust úgy határoztuk meg, hogy visszafelé nem, de előre teljesüljön a szignifikáns eltérés a 3 érték között;

- erős TEMPO: a program megvizsgálja, hogy három egymást követő érték között szignifikáns eltérés van-e (szélirány eltérés 60 foknál nagyobb és szélsébség 10 KT vagy nagyobb). Ha fennáll a változás akkor a 24 órás adatsort átlagoljuk és megnézi, hogy mennyire tér el a három értéktől. Amelyiknél a legnagyobb az eltérés a 24 órás adatsorhoz képest, annak az értékét fogja a táviratba kiírni. Ebben az esetben visszafelé nem, csak időben előre vizsgálja a program a változásokat;
- „Erős Ugrás” függvény definíciója: ha az egyik vagy másik szélsébség érték 10 KT vagy nagyobb, a szélirány 60 foknál nagyobb, akkor ezt a függvényt alkalmazza a program. Nyilván erre csak az erős BECMG és erős TEMPO változást jelző csoportok esetében történik alkalmazás;
- gyenge BECMG: ha szignifikáns változás a kezdő időponttól kezdve fennáll, akkor csak időben előre három érték között nézi meg, hogy van-e szignifikáns változás (szélirány eltérés 60 foknál nagyobb, vagy a szélsébség 10 KT-nál nagyobb). Ekkor a TAF táviratba a 3.(i+3) értéket fogja kiírni. Ha a szignifikáns változás nem áll fenn a kezdőidőponttól, hanem csak a 3. órától, akkor a program az aktuális/kezdőidőponttól visszafelé és előre is megnézi a három érték között, hogy van-e szignifikáns változás (szélirány eltérés 60 foknál nagyobb vagy a szélsébség 10 KT nagyobb). Ekkor a TAF táviratba a 3.(i+3) értéket fogja kiírni. Ebben az esetben az algoritmust úgy határoztuk meg, hogy visszafelé nem, de előre teljesüljön a szignifikáns eltérés a 3 érték között;
- GYENGE TEMPO: a program megvizsgálja, hogy három egymást követő érték közül egy vagy kettő szignifikáns eltérés van-e a „gyenge ugrás” függvény alapján. Ha fennáll a változás akkor a 24 órás adatsort átlagoljuk és megnézi, hogy mennyire tér el a három értéktől. Amelyiknél a legnagyobb az eltérés a 24 órás adatsorhoz képest, annak az értékét fogja a táviratba kiírni. Ebben az esetben visszafelé nem, csak időben előre vizsgálja a program a változásokat;
- „Gyenge Ugrás” függvény definíciója: Ha a szélsébség érték 10 KT vagy nagyobb vagy a szélirány esetében az eltérés 60 fok vagy nagyobb, akkor ezt a függvényt alkalmazza a program, de csak az gyenge BECMG és gyenge TEMPO változást jelző csoportok esetében kerül sor erre a függvényhasználatra;
- „Ugraserős” elnevezésű függvény definíciója: ha az egyik vagy másik szélsébség érték 10 KT vagy nagyobb és a szélirány esetében az eltérés 60 fok vagy több, akkor ezt a függvényt alkalmazza a program, de csak az erős BECMG és erős TEMPO változást jelző csoportok esetében. Ebben az esetben, ahol a szignifikáns eltérés van, ott az egygel előtte illetve az egygel utána lévő értékeket is összehasonlítja;
- pl.: A programban Gyenge TEMPO a PROB30 valószínűségi csoporttal egyenértékűnek határoztuk meg úgy, hogy 60 fok vagy nagyobb eltérés legyen a széliránynál

vagy legalább 10 KT eltérés legyen a szélsőbességnél. Mindez csak akkor valósuljon meg, ha az egymást követő három órában valamelyik feltétel teljesül;

- szélleőkés:
 - a táviratban akkor lesz a lökésesség kiírva, ha az átlagszelet 10 KT-val meghaladja a szélleőkés, vagy ha a szél erőssége eléri azt az értéket, amikor már biztosan tartozik hozzá szélleőkés;
- látástávolság: a következő kategóriákat határoztuk meg az ICAO szabályozás [3] szerint:
 - ha végig 10 km feletti a látástávolság, akkor a táviratba CAVOK kerül;
 - ha a 4999 <és <9999 közötti kategóriába esik, a legtöbb érték akkor ezeket átlagoljuk;
 - ha a 2999 <és <4999 közötti kategóriába esik, a legtöbb érték akkor ezeket átlagoljuk;
 - ha a 1499 <és <2999 közötti kategóriába esik, a legtöbb érték akkor ezeket átlagoljuk;
 - ha a 799 <és <1499 közötti kategóriába esik, a legtöbb érték akkor ezeket átlagoljuk;
 - ha a 599 <és <799 közötti kategóriába esik a legtöbb érték akkor ezeket átlagoljuk;
 - ha a 349 <és <599 közötti kategóriába esik, a legtöbb érték akkor ezeket átlagoljuk;
 - ha a 149 <és <349 közötti kategóriába esik, a legtöbb érték akkor ezeket átlagoljuk;
 - ha 149 <akkor ezeket átlagoljuk.

A fentebb leírt módszer alapján, a kapott átlagokat további kategóriába soroljuk a következő eljárás alapján:

- ha a kapott átlag 999 <és <9999, akkor a program módosításainak megfelelően osztjuk, majd szorozzuk 1000-rel;
- ha a kapott átlag 99 <és <1000, akkor a program módosításainak megfelelően hozzáadunk, 50-et és osztjuk, majd szorozzuk 10-zel;
- ha az átlag 2500 <, akkor az átlaghoz 500-at hozzáadunk;
- ha a kapott átlag 1999 <és <4999, akkor a táviratban 3000 kerül kiírásra;
- ha a kapott átlag 1299 <és <2000, akkor a táviratban 1500 kerül kiírásra;
- ha a kapott átlag 699 <és <1300, akkor a táviratban 800 kerül kiírásra;
- ha a kapott átlag 499 <és <700, akkor a táviratban 600 kerül kiírásra;
- ha a kapott átlag 249 <és <500, akkor a táviratban 800 kerül kiírásra;
- ha a kapott átlag 250>, akkor a táviratban 150 kerül kiírásra;

A látástávolság kiértékelés során is az algoritmusok úgy lettek kialakítva, hogy a változásjelző csoportok (BECMG, TEMPO) között és az egyéb, általunk meghatározott szabályok és definíciók között szintén ne legyen időbeli átfedés:

- erős látás BECMG: ha szignifikáns változás a kezdő időponttól kezdve fennáll, akkor csak időben előre három érték között nézi meg, hogy van-e szignifikáns változás (ha az egymást követő értékek fentebb meghatározott kategóriák alapján nem ugyanabba esnek). Ekkor a TAF táviratba a 3.(i+3) értéket fogja kiírni. Ha a szignifikáns változás nem áll fenn a kezdőidőponttól, hanem csak a 3. órától, akkor a program az aktuális/kezdőidőponttól visszafelé és előre is megnézi a három érték között, hogy van-e szignifikáns változás (ha az egymást követő értékek fentebb meghatározott kategóriák alapján nem ugyanabba esnek). Ekkor a TAF táviratba a 3.(i+3) értéket fogja kiírni. Ebben az esetben az algoritmust úgy határoztuk meg, hogy visszafelé nem, de előre teljessüljön a szignifikáns eltérés a 3 érték között;

- erős látás TEMPO: a program megvizsgálja, hogy három egymást követő érték közül kettő vagy három szignifikáns eltérés van-e (ha az egymást követő értékek fentebb meghatározott látástávolság kategóriák alapján nem ugyanabba esnek). Ha fennáll a változás, akkor a 24 órás adatsort átlagoljuk és megnézi, hogy mennyire tér el a három értéktől. Amelyiknél a legnagyobb az eltérés a 24 órás adatsorhoz képest, annak az értékét fogja a táviratba kiírni. Ebben az esetben visszafelé nem csak időben előre vizsgálja a program a változásokat. A vizsgálat során arra is készült algoritmus, ha kettő változásjelző csoport összeér. Ez esetben, ha a TEMPO több mint 5 órára van kiadva, akkor a kettő csoport közül a két szignifikánsan eltérő érték átlagát írja ki a TAF táviratba;
- gyenge látás TEMPO: a program megvizsgálja, hogy három egymást követő érték közül egy szignifikáns eltérés van-e (ha az egymást követő értékek fentebb meghatározott látástávolság kategóriák alapján nem ugyanabba esnek). Ha fennáll a változás, akkor a 24 órás adatsort átlagoljuk és megnézi, hogy mennyire tér el a három értéktől. Amelyiknél a legnagyobb az eltérés a 24 órás adatsorhoz képest, annak az értékét fogja a táviratba kiírni. Ebben az esetben visszafelé nem, csak időben előre vizsgálja a program a változásokat;
- „Ugraslateros” függvény: ha az egyik vagy másik látástávolság érték fentebb meghatározott látástávolság kategóriák alapján nem ugyanabba a kategóriába esnek, akkor ezt a függvényt alkalmazza a program, de csak az erős BECMG és erős TEMPO változást jelző csoportok esetében. Ebben az esetben, ahol a szignifikáns eltérés van, ott az eggyel előtte illetve az eggyel utána lévő értékeket is összehasonlítja annak érdekében, hogy megállapítsa, hogy valóban az adott változási csoport használata indokolt-e.

A verifikációs programmal végzett eredmények kiértékelése

A munkánk során, a fentebb említett alapadatok a programban beolvasásra kerültek. Ezek közül a szélirány, a szélesebség, széllekedés és a látástávolságra vonatkozóan valószínűztük meg a fentebb ismertetett algoritmusokat, amelyek végül kiértékelésre is kerültek

A következőkben, az általunk kidolgozott automatikus TAF generáló rendszer eredményeit szeretnénk ismertetni. Az értékeket a bevezetőben említett verifikációs programmal végeztük, amelynél az automatikus TAF valamint a meteorológus szakemberek által készített TAF előrejelzési táviratok bevalását hasonlítjuk össze.

A Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi repülőtérén naponta 4 hosszabb, 24 órás érvényességi idejű TAF táviratot adnak ki. A repülőtérre vonatkozóan 2014.08.01. 00 UTC-től állnak rendelkezésünkre adatok, így az általunk legenerált TAF táviratok összehasonlításra kerülnek repülőtéri előrejelzésekkel, így ettől az időszaktól kezdődően vizsgáltuk és értékeltük ki az egyes meteorológiai paramétereket.

Számos tesztelést és vizsgálatot végeztünk munkánk során, így e cikkben csak 1-1 kiválasztott napot valamint egy hosszabb periódus kiértékelését szemléltetjük.

A következőkben a 2014. 10. 22-én 06 UTC-től 2014. 10.23.06 UTC-ig érvényes TAF táviratot hasonlítottuk össze az általunk legenerált TAF távirattal, amelyeket az 1 táblázatban láthatunk.

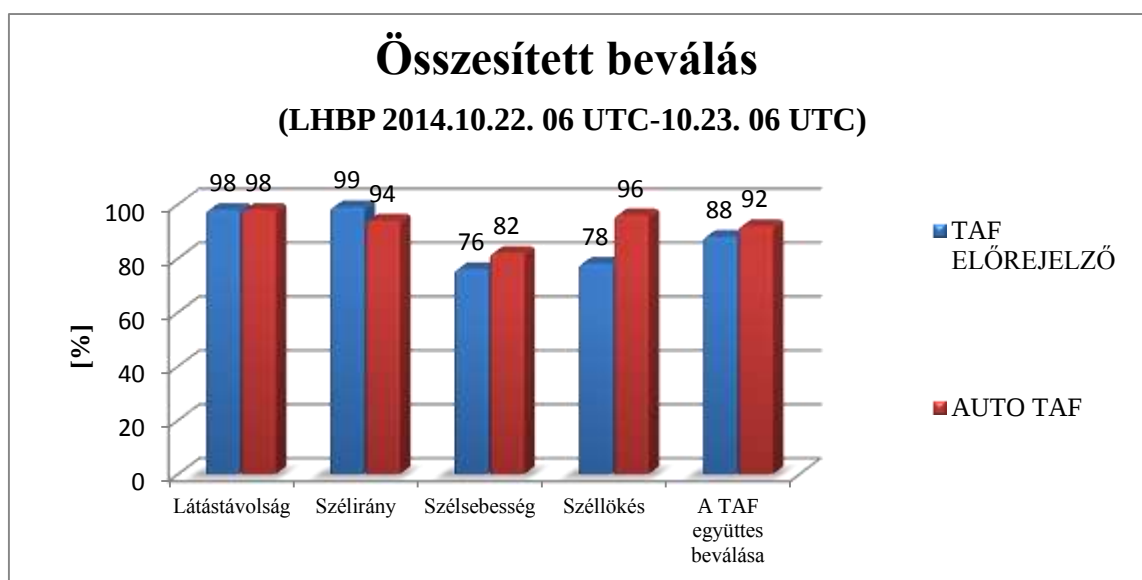
A kiértékelés verifikációs program alkalmazásával és ez eredmények kiértékelésénél csak a látástávolságot, a szélirányt, a szélsébséget és a szélőkést vettük figyelembe és ezekre a paraméterekre vizsgáltuk a beválási értéket.

LHBP 220500Z 2206/2306 30014KT 8000 -RA SCT010 BKN025 OVC060 TEMPO 2206/2208 4000 RA BR BKN006 OVC030 TEMPO 2208/2216 30020G33KT BECMG 2208/2211 9999 NSW BKN030 BKN070 TEMPO 2211/2306 -SHRA BKN020 BECMG 2219/2222 30008KT=

AUTO TAF LHBP 221100Z 2212/2312 33025G35KT 9999 BECMG 2212/2215 32008KT=

1. táblázat Az előrejelzők által írt TAF és az AUTO TAF távirat (2014.10.22.06 UTC-től 10.23.06 UTC-ig)

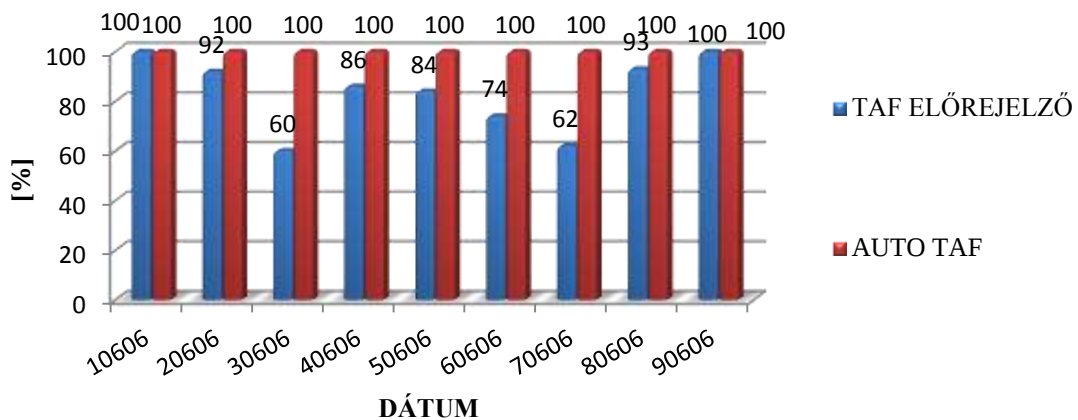
Az 3. ábrán az egyes meteorológiai paraméterekre vonatkozó beválásokat, valamint a meteorológiai szakemberek által írt és az általunk legenerált TAF távirat összesített beválását láthatjuk. A diagramon megfigyelhető, hogy az automatikus TAF táviratok a látástávolság és a szélirány esetében közel egyforma beválási értékeket produkálnak, mint az előrejelzők által írt táviratok. A szélsébség és a szélőkés tekintetében a beválási értékek nagyobb mértékben eltérnek és az általunk legenerált TAF táviratok jobb eredményeket értek el. Az összesített együttes beválásnál az automatikus TAF 92%, míg az előrejelzők által írt táviratok 88%-os beválási értéket mutatnak.



3. ábra 2014.10.22.06UTC-10.23.06 UTC TAF és AUTO TAF táviratok összesített beválása

Egy hosszabb, 9 napos időszak vizsgálata során az előző esethez hasonlóan, ugyanezeket a paramétereket vetettük össze a két előrejelzés tekintetében. A verifikációs programban a TAF táviratokat 2014.08.01.-től 2014.08.09. futattuk le, amelyeknél a 06 UTC-s, 24 órás táviratok kerültek vizsgálat alá. A 4. ábrán jól látható, hogy a szélirány kiértékelés estében a legrosszabb beválások TAF és az automata TAF esetében is közel egyforma eredményeket produkálnak a 6. napon.

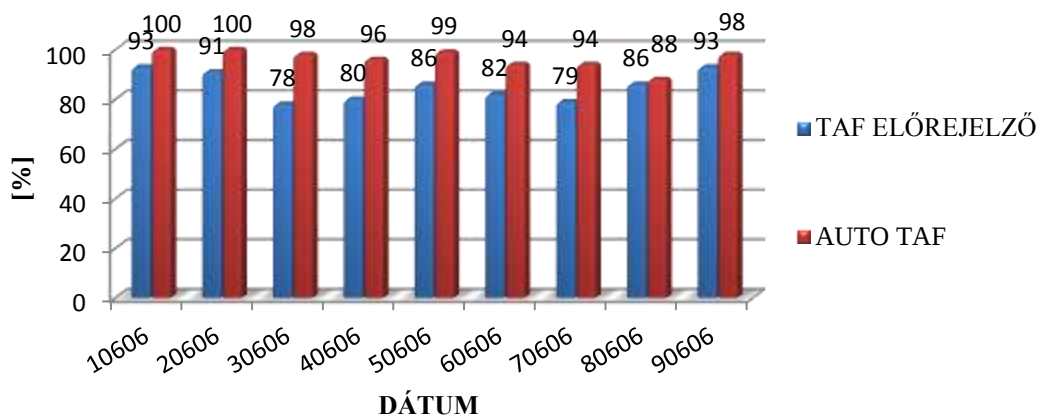
Szellőkés kiértékelés (2014.08.01.-2014.08.09.)



4. ábra: Szellőkés kiértékelés

A kiértékelésre került időszakban a látástávolságra vonatkozó eredményeknél, kivétel nélkül az általunk legenerált automata TAF táviratoknak volt jobb beválási mutatója. A legjobb beválásokat 5. ábrán láthatjuk, amelynél az esetek nagy részében 90% feletti értékeket olvashatunk le.

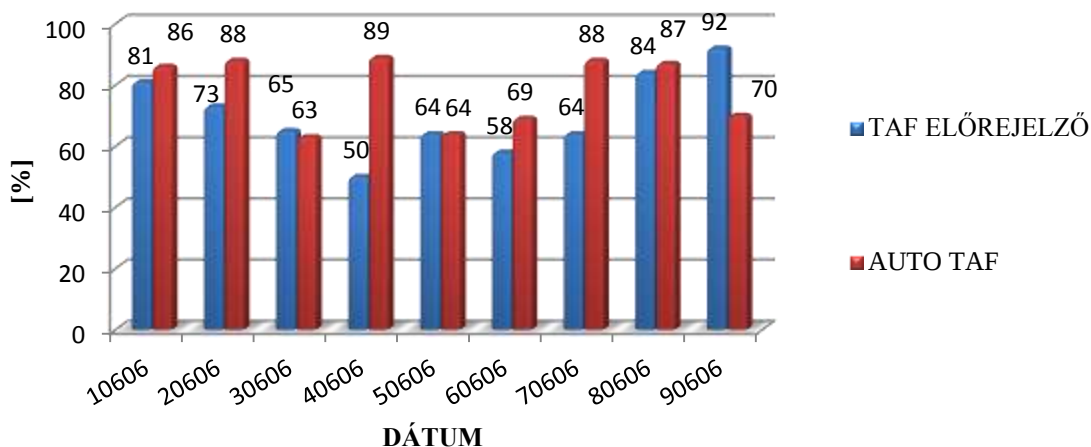
Látástávolság kiértékelés (2014.08.01.-2014.08.09.)



5. ábra Látástávolság kiértékelés

Szélesség kiértékelés

(2014.08.01.-2014.08.09.)



6. ábra Szélesség kiértékelés

A 6. ábrán láthatjuk a szélesség kiértékelést, amelynél már változatosabb eredményeket kaptunk. Az esetek nagy részében 80% feletti beválási értékek születtek az automata TAF-ok esetében, amely az előző paraméterhez hasonlóan jobb eredményeket mutat, mint a meteorológus szakemberek által írt táviratok.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az eredményeink azt mutatják, hogy az automatikus TAF generáló közel egyforma vagy jobb beválási értékeket mutat. Ennek megfelelően a közeljövőben az eljárás sikeresen alkalmazható a repülőtéri előrejelzésekben és ezzel egyúttal segítheti az előrejelzők munkáját. Természetesen a módszerünkben és a modell adatokban is ugyanúgy előfordulhatnak hibák, mint a meteorológus szakemberek által elkészített TAF táviratokban. A továbbiakban célul tűztük ki, a jelenidő, felhőzet mennyisége, a felhőalap magasság valamint a Cb felhőzet kiértékelését, az ismertetett eljárásokhoz hasonló logikai szerkezetben.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] SÁNDOR VALÉRIA, WANTUCH FERENC 2005: Repülésmeteorológia. Tankönyv pilóták és leendő pilóták számára, Folium Nyomda, ISBN 963 7702 91 1 Második javított kiadás
- [2] DR. WANTUCH FERENC: Repülésmeteorológiai előrejelzések beválásának automatikus kiértékelése katonai repülőtereken. Repüléstudományi Konferencia, Szolnok, 2008.
- [3] Watuch, F., Potor, A., 2009: A magyarországi repülőterek TAF előrejelzéseinek összehasonlító verifikációja. Repüléstudományi Konferencia, Szolnok, 2009.
- [4] INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION (ICAO): Meteorological Service for International Air Navigation, Sixteenth Edition, July 2013.