

# METEOROLÓGIAI KUTATÁSOK A MAGYAR HONVÉDSÉGNÉL

**Kovács László, Péliné Németh Csilla**

MH Geoinformációs Szolgálat, 1024 Budapest, Szilágyi E. fasor 7-9.  
e-mail: kovacs.laszlo@mhtehi.gov.hu

## **Bevezetés**

A Magyar Honvédségnél a tudományos tevékenység irányítása és koordinálása centralizált. Korábban a Magyar Honvédség központi szervezeteinél tervezték és koordinálták a kutatási tevékenységet. A témajavaslatokat az alakulatok állították össze, melyek túlnyomórészt a szervezetek alaptevékenységének hatékonyabb ellátását célzó alkalmazásfejlesztések, adatfeldolgozások, -elemzések alkottak. A finanszírozás a jóváhagyott témák függvényében központi keret terhére valósult meg, jellemzően megbízási szerződéseken keresztül. A meteorológiai kutatások és fejlesztések ebben az időben az MH Összhaderőnemi Logisztikai Támogató Parancsnokság hatáskörébe tartoztak, főként repülés-klimatológiai elemzésekben és alkalmazói szoftverfejlesztéseken alapultak.

A központi szervek integrációjával 2007-től a meteorológiai szakterület a Honvéd Vezérkar főnökének közvetlen irányítása alá került. A tudományos tevékenység szervezését és koordinálását a Honvédelmi Minisztérium Tervezési és Koordinációs Főosztály végezte. Ugyanakkor a finanszírozás területén is változások történtek. A szervezetek vezetői már megbízási szerződést nem köthettek a kutatási ambícióval rendelkező kutatókkal. A vezetői elvárás az volt, hogy ezeket a tevékenységeket a szolgálati feladatok részévé kell tenni. Az MH Geoinformációs Szolgálatnál éppen ezért olyan szervezeti struktúrát alakítottunk ki, mely alkalmas arra, hogy az alaptevékenységeinket támogató fejlesztési környezet rendelkezésre álljon. Ugyanakkor az alapkutatások finanszírozása így már nem volt fenntartható, mivel még ehhez köthető beosztások létesítésére sem volt lehetőségünk. Annak érdekében, hogy mégis érdekelté tegyük kollegáinkat az alapkutatásokba való bekapcsolódásra, intenzív együttműködést folytatunk az ELTE Meteorológiai Tanszékével, valamint a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Repülő Tanszékével, továbbá támogatjuk munkatársaink doktori képzésben való részvételét, melyhez kutató munkahelyet és tanulmányi szabadságot biztosítunk számukra.

Az elmúlt években határozott lépések történtek a Magyar Honvédség tudományos tevékenységének erősebb centralizálása irányába. Ennek első momentumaként létrehozták a Honvéd Vezérkar Tudományos Kutatóhelyét, melynek tagja az MH Geoinformációs Szolgálat is. Következő várható lépés, hogy szigorítják a kutatómunkahelyekkel szemben támasztott követelményeket. A jövőben alapvetően előnyt élveznek a Magyar Honvédség számára közvetlenül hasznosítható kutatások, mely legfőképpen az NKE doktori iskoláján folyó államilag finanszírozott kutatói helyek elosztásában nyilvánul meg. Természetesen nem szűnik meg a lehetőség az NKE-n kívül folyó kutatási tevékenység támogatására, de mindenképpen szükség lesz a kutatásban érintett szervezetek együttműködésének erősítésére, tudományos tevékenységének összehangolására.

## **A kutatási programok áttekintése**

### *1. Komplex meteorológiai támogató rendszer fejlesztése*

A Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola, Biztonságtechnika programjában két munkatársunk vesz részt Bottyán Zsolt docens témavezetése mellett. Tuba

Zoltán 2015-ben szerzett abszolutóriumot, míg Hadobács Katalin 2014-ben HM ösztöndíjas-ként csatlakozott a kritikus infrastruktúra, illetve a pilóta nélküli repülőgépek meteorológiai támogatása kutatási programhoz (Bottyán et al., 2016). Kutatásaik elősegíthetik a repülés-meteorológiai előrejelző rendszer (IFS) operatív alkalmazását, valamint a statisztikai előrejelző alrendszer (SMS) fejlesztését. (Bottyán et al., 2015, 2016)

Céljuk a hazai katonameteorológiai gyakorlatból hiányzó komplex meteorológiai támogatás kialakítása, olyan hatékony értékelő és előrejelzési módszerek, eljárások kidolgozásán, adaptálásán keresztül, melyek a nemzetközi gyakorlatban sikeresen alkalmazhatónak mutatkoztak (Hadobács & Bottyán, 2016). A rendszert három alrendszer alkotja: a statisztikus alapú előrejelző rendszer, a numerikus alapú előrejelző rendszer és a webalapú megjelenítő rendszer. A fejlesztés alatt álló szoftverrendszer (hibrid előrejelző rendszer) ötvözi a dinamikus és a statisztikus alapokon nyugvó modellek előrejelzéseit, mellyel a matematikai módszerek segítségével előállított hibrid ultrarövidtávú prognózisok pontosabbá válhatnak.

Hiánypótló munkájuk során foglalkoznak a repülésmeteorológiai prognosztika területén a veszélyes meteorológiai tényezők és előrejelzésük módszereivel, például a jegesedéssel (Hadobács, 2011). Vizsgálják továbbá olyan fontos előrejelzendő paramétereket, mint a horizontális látástávolság és a felhőalap magasság. Az előrejelzők munkájuk során alapvetően numerikus modellek kimeneti produktumaira alapozzák szakmai állásfoglalásukat, azonban éppen az említett két változó esetében kell gyakran más módszerekhez fordulniuk, hiszen mind a látástávolság, mind a felhőalap előrejelzése nagy hibával terhelt a numerikus modellekben (Tuba & Bottyán, 2015). Sajnálatos módon még a numerikus modellek futtatásával párhuzamosan alkalmazott különböző utófeldolgozó eljárások sem képesek jelentősen javítani az előrejelzések bevalásán. Ez a problémakör hívta életre a hibrid előrejelzési módszerek, a statisztikai alapokon nyugvó analógiás előrejelzések kutatását, módszerek kidolgozását, amelyek – ha csak ultrarövid távon is – jelentősen segíthetik az előrejelzői munkát.

Az ezen elven működő repülésmeteorológiai előrejelzések egyes helyeken már az operatív meteorológiai kiszolgálás részét képezik (Hansen, 2007), de a napi gyakorlatba való implementálásuk már hazánkban, a Magyar Honvédség meteorológiai alegségeinél is megkezdődött. Ugyanakkor ezek az előrejelzések sem tökéletesek és nem alkalmazhatóak feltétel nélkül. Alapelvüknél fogva helyhez kötöttek, csak a lokális viszonyokat veszik figyelembe, információt a nagytérségű meteorológiai viszonyokról csak a vizsgált paramétereken vagy azok változásain keresztül hordoznak. Az előrejelzések alkalmazásának korlátait ugyancsak vizsgálják a kutatók.

## *2. Zivatarklimatológiai elemzések és a nagy csapadékhozamú, konvektív jelenségek, időszakok vizsgálata Magyarországon*

Seres András Tamás az ELTE Földtudományi Doktori Iskola Földrajz-Meteorológia Programjában vett részt Horváth Ákos, az Országos Meteorológiai Szolgálat munkatársa tematizálásával, és 2015-ben védte meg doktori értekezését (Seres, 2014). Kutatásának célja a hazai heves zivatarok idő- és térbeli eloszlásának, statisztikai jellemzőinek megismerése, illetve a hazánkban megjelenő, nagy mennyiségű csapadékot adó, konvektív rendszerek és időszakok sajátosságainak elemzése, szinoptikus körülményeinek vizsgálata 2004–2012. időszak adatai alapján (Seres & Bottyán, 2015).

Kutatásai során az Országos Meteorológiai Szolgálat radarméréseiből készített országos kompozit képeket használta fel. A Doppler-radarral készített horizontális radarképek térbeli felbontása  $2 \text{ km} \times 2 \text{ km}$  volt, 15 perces időlépcsővel. A hiba és zajcsökkentés érdekében az ún. medián-filter eljárást is alkalmazta. A zivatarcellák objektív detektálását és számszerű jellemzését a TITAN-módszerrel (Thunderstorm Identification, Tracking, Analysis and Nowcasting) végezte (Dixon & Wiener, 1993). Az eljárás lényege, hogy a radarképeken található, a zivatart reprezentáló, szabálytalan alakú ponthalmaz tulajdonságai és kovariancia mát-

rixa meghatározza az objektumot modellező ellipszist, az ún. zivatarellipszis jellemzőit, miközben feltételezzük, hogy a halmaz és a zivatarellipszis területe megegyezik (Horváth et al., 2008).

A zivatarok jellemzésére két küszöbértéket határozott meg: a zivatarellipszis térbeli kiterjedését meghatározó területi küszöbértéket, illetve az objektum erősségét leíró reflektivitási küszöbértéket. A zivatarellipszisek térbeli eloszlását az ún. zivatarstatisztika-térképek elkészítésével vizsgálta. A TREC (Tracking Radar Echoes by Correlation; Tuttle & Foote, 1990) interpoláló eljárással elemezte az egyperces felbontású zivatarellipszisek útvonalait és életciklusait. Az összehasonlíthatóság érdekében a nagy mennyiségű csapadékokkal foglalkozó vizsgálatait (Horváth et al., 2012) a szinoptikus jellegű napi csapadék meghatározáshoz igazította. Egy 24 órás időintervallumot akkor tekintett nagy csapadékhozamúnak, amikor (1) legalább két csapadékmérő állomáson minimum 50 mm esett, (2) az előrejelzett csapadék legalább 60%-a konvektív típusú volt, (3) legalább egy radarpixelben 50 mm csapadékot mért a radar, (4) és a nagy csapadékú képpontok minimum 60%-ában legalább egyszer 40 dBZ erősségű jelet észleltek. A második feltétel eldöntéséhez az European Centre for Medium-Range Weather Forecast (ECMWF) numerikus modelljének előrejelzését dolgozta fel, míg a harmadiknál a TREC, a negyediknél a TITAN eljárást alkalmazta.

A statisztikai elemzések során zivataros napnak azt tekintette, amikor legalább egy heves (> 45 dBZ), nagyon heves (> 50 dBZ) vagy extrém (> 55 dBZ) zivatarellipszist detektált. A vizsgált időszakban átlagosan évente 158 heves, 103 nagyon heves és 46 extrém heves zivataros nap fordult elő. Zivatarszezonban (áprilistól szeptemberig) átlagosan körülbelül 118 heves, 82 nagyon heves, míg hozzávetőlegesen 20 extrém heves zivatarellipszis fordult elő.

A napok összesített maximuma július hónapban következett be. A zivatarellipszisek száma egy adott napon belül helyi idő szerint 17 óra környékén tetőzött. A földrajzi elhelyezkedés szerint a legtöbb zivatarellipszis hazánk délnyugati, közép-északi és északkeleti tájain figyelhető meg.

A legalább egy óras élettartammal rendelkező zivatarellipszisekből összesen 2625 db heves, 597 db nagyon heves és 45 db extrém heves volt detektálható. Az intenzívebb zivatarellipszisek jellemzően gyorsabban mozognak, a leggyakrabban előforduló sebességek 30–50 km/h közé esnek (Horváth et al., 2015).

Összesen 62 nagy csapadékhozamú, konvektív időszak fordult elő. A legtöbb periódus júniusban, illetve az egyes éveket tekintve 2010-ben volt. A leggyakrabban a hidegfrontokhoz kapcsolódó, konvektív láncokkal jellemzett időszakok jelentek meg, amelyet a (sekély) ciklonokhoz köthető, illetve a hidegfrontos környezetben megjelenő, konvektív vonalas periódusok követtek. A konvektív láncos időszakok aktívabbnak tekinthetők, mivel a csapadék nagyobb hányada a 40 dBZ feletti echókból származott.

A zivatarstatisztikai vizsgálatok eredményei hatékony segítséget nyújthatnak a veszélyes jelenségek felismerésében és előrejelzésében. A vizsgálatok számos irányban továbbfejleszthetők, finomíthatók. Például a radarmérések feldolgozása kiegészíthető a műholdas és/vagy villámlokalizációs mérésekkel. Érdemes megfontolni továbbá a nagy csapadékhozamú rendszerek vizsgálatánál a villámárvizes helyzetek modellezéséhez a hidrológiai vonatkozások figyelembe vételét. Vizsgálatok eredményeit a meteorológiai megfigyelések is megerősítik: hazánkban viszonylag gyakran és számottevő területi nagyságban jelentkeznek heves, olykor pusztító konvektív jelenségek, így a kérdéskör további kutatása társadalmi és gazdasági szempontból is előnyös lehet.

### *3. A regionális szélklíma tendenciáinak elemzése a globális klímaváltozás függvényében.*

Péliné Németh Csilla szintén az ELTE Földtudományi Doktori Iskola Földrajz-Meteorológia Programjában vett részt Bartholy Judit, az ELTE Meteorológiai Tanszék vezetőjének támogatásával, és 2016-ben védte meg doktori értekezését (Péliné, 2015).

A doktori kutatás egyik célja a hazai szélklíma paramétereinek és szélsőségeinek ellenőrzött, megbízható adatsorokon történő részletes elemzése. Az elmúlt időszakra vonatkozóan a hazai szinoptikus mérőhálózat szélsősebesség és szélleőkés adatainak vizsgálatát tűzte ki célul. A vizsgálati eredmények megbízhatóságának növelése érdekében homogenizálta a rendelkezésre álló hazai szinoptikus mérőhálózat széladatait. A homogén szélsősebesség idősorokból számított szélindexek tendenciáinak vizsgálata választ adhat azokra a kérdésekre, hogy gyakoribbá váltak-e a nagy szélsősebességű viharos napok, illetve hogyan változott a szennyezőanyagok feldúsulását a nagyvárosokban elősegítő, alacsony szélsősebességű napok gyakorisága, tartama. Ezen túlmenően, az ERA Interim reanalízis adatsorok összehasonlító térbeli és időbeli tendenciái, szélsőérték elemzéseinek hozzájárulhatnak a nemzetközileg és a hazai regionális klíma-modellezés esetében is alkalmazott, rácspontra interpolált reanalízis adatsorok megbízhatóságának becsléséhez, számszerűsítéséhez. Továbbá a szélklíma jövőbeli állapotának részletes elemzése is a célok között szerepelt, mely az ECHAM globális klímamodell által meghajtott RegCM regionális klímamodell két időszakára (2021–2050 és 2071–2100) vonatkozó modellfuttatások talajközeli szél becsléseinek vizsgálatát jelentette. Mindezen ismeretek felhasználásával már regionálisan is értékelhetővé váltak a szélklíma esetleges változásainak környezeti hatásai, a változó klímához való alkalmazkodás lehetőségei.

A doktori kutatás keretében elvégezte a hazai szélklíma paramétereinek és szélsőségeinek átfogó statisztikai elemzését. A változásokat több évtizedes, jó minőségű, homogén földfelszíni szélmérési adatsorokon elemezte. A vizsgált mérési adatsorokban található inhomogenitások csökkentése, az adathiányok pótlása és a hibák kiszűrése érdekében a MASH szoftvercsomaggal (Szentimrey, 2008) homogenizálta 19 állomás szélsősebesség (1975–2012) és szélleőkés (1975–2013) adatait. Ennek eredményeképpen – az automatizálás következtében az idősorokban fellelhető inhomogenitások miatt – a kezdetben két részre bontott adatsor együttes vizsgálata lehetővé vált. A közel negyvenéves homogén széladatsor-elemzések validációja megerősítette, hogy az eredetileg meglévő inhomogenitások akár ellentétes irányú, hamis trendeket is eredményezhetnek. A tendenciaelemzések alapján megállapítható, hogy a legtöbb földfelszíni állomáson a szélparaméterek csökkenő tendenciája jellemző, melynek mértéke áprilisban és novemberben a legnagyobb (Péliné et al., 2014a, 2014b).

A mérésekhez hasonlóan, az ERA Interim reanalízis szélmező (1979–2012) homogenitás vizsgálatát is elvégezte. Az adatsorok megbízhatóságának becslése, valamint a szélsőség-vizsgálatokra való alkalmasságuk eldöntése céljából összehasonlította a mérési és a reanalízis adatsorokra illesztett függvények paramétereit. Az eredményekből egyértelmű, hogy a reanalízis adatsor homogén, de a mérőhelyek közelébe eső reanalízis rácspontokban a Weibull alaktényező túlbecslése jellemző, melynek mértéke télen a legnagyobb. Az alaktényező túlbecslése csökkenti a szélklíma térbeli változékonyságát és az extrém szélsősebességek előfordulási valószínűségét. Az ERA Interim reanalízis adatsor térbeli változékonysága elmarad a mérésekből becsülhető értékektől, azaz nem írja le a tájegységekre jellemző szélmező sajátosságait, különösen az extrém szélsősebességek tartományában (Péliné et al., 2014b). Megállapítható, hogy a reanalízis adatsor hibája nyáron, június és július hónapokban a legkisebb. Az adatsorok jelentősen eltérő eloszlása miatt a szélklimatológiai célú szélsőérték-vizsgálatokat mind az átlagos szélsősebesség, mind a szélleőkés esetében a homogenizált mérési adatsorokon végezte el.

A szélklíma szélsőségeinek elemzéséhez meghatározta a visszatérési értékeket, továbbá szélindexeket definiált, majd becsülte azok tendenciáit. Megállapítható, hogy a kis szélsősebességű napok száma, illetve a küszöbértékeknél kisebb egymást követő napok tartama általában növekedett, a nagyobb napi átlagos és maximális szélsősebességeket leíró szélindexek csökkenő tendenciát mutatnak. A változás szinte minden állomáson szignifikáns. A vizsgált állomásokat együttesen tekintve gyakoribbá váltak a kis szélsősebességű periódusok. Ezzel párhuzamosan az egymást követő alacsony (magasabb) szélsősebességű napok éves maximális

hossza növekedett (csökkent). A legalacsonyabb 50 (100) éves visszatérési érték 9 m/s (10 m/s), az állomások többségén 12–17 m/s (13–18 m/s) közötti, míg a legnagyobb visszatérési érték 24 m/s (26 m/s). Az éves maximális széllesek idősorából számított 50 (100) éves visszatérési értékek 31–46 m/s (33–50 m/s) intervallumba esnek.

A szélklíma jelen állapotának részletes elemzésén túl, validálta az ELTE Meteorológiai Tanszékén A1B scenárióval futtatott RegCM regionális klímamodell magyarországi szélmezőit. A RegCM 1961–1990 referencia időszakra becsült átlagos szélsébségértékek jelentős hibája miatt alkalmazta a havi percentilis értékek illesztésén alapuló hibakorrekciós módszert (Formayer & Haas, 2010). A klímaváltozás szélmezőben való megjelenését már a korrigált szimulált talajközeli szélmezők átlagos és extrém szélviszonyainak elemzésével vizsgálta hazánk területére a közelebbi jövőre (2021–2050), illetve a század végére (2071–2100) a referencia időszakhoz (1961–1990) viszonyítva (Péliné et al., 2016).

A becslések alapján hazánk szélklímája kissé szélsőségesebbé válik, a kis szélsébségű periódusok maximális hossza ősszel és tavasszal növekszik, valamint a kis szélsébségű napok száma is várhatóan emelkedik. A változás mértéke növekszik a század végére, kivéve tavasszal. A nagy szélsébségű napokat jellemző indexek télen csökkennek, a többi évszakban, különösen nyáron, emelkedésük várható. A növekedés mértéke mind százalékosan, mind a napok számát tekintve valószínűsíthetően nyáron lesz a legnagyobb. Valószínűleg emelkedik az a szélsébségérték, mely a vizsgált visszatérési periódusban (50, illetve 100 évente) egyszer fordulhat elő, azaz magasabb visszatérési értékek várhatók.

## Összefoglalás

Az előzőekben említett kutatási témák is jól jelzik, hogy a meteorológiai tudományos tevékenység a Magyar Honvédségben két pilléren nyugszik. Egyrészt az államilag is támogatott, kifejezetten katonai célú kutatási programokon, melynek bázisát az NKE jelenti, valamint az ELTE doktori iskolájának kutatási tevékenysége.

A Magyar Honvédség célja, hogy növelje a doktori képzésekbe bekapcsolódó kutatóinak létszámát, ezzel ösztönözve újabb kutató munkahelyek kialakítását, a meglévők erősítését.

## Hivatkozások

- Bottyán, Zs., Gyöngyösi, A.Z., Wantuch, F., Tuba, Z., Kurunczi, R.P., Istenes, Z., Weidinger, T., Hadobács, K., Szabó, Z., Balczó, M., Varga, Á., 2015: Measuring and Modeling of Hazardous Weather Phenomena to Aviation Using the Hungarian Unmanned Meteorological Aircraft System (HUMAS). *Időjárás*, 119: 307–335.
- Bottyán, Zs., Tuba, Z., Gyöngyösi, A.Z., Nádai, L., Padányi, J., Fodor, J., Jetzin, M. (szerk.), 2016: Weather Forecasting System for the Unmanned Aircraft Systems (UAS) Missions with the Special Regard to Visibility Prediction in Hungary. *Springer International Publishing, Topics in Intelligent Engineering and Informatics* 12, Critical Infrastructure Protection Research, ISBN: 978-3-319-28090-5, 390p.
- Dixon, M., Wiener, G., 1993: TITAN: Thunderstorm Identification, Tracking, Analysis and Nowcasting – A radar-based methodology. *J Atmos Ocean Tech.*, 10: 785–797.
- Formayer, H., Haas, P., 2010: Correction of RegCM3 model output data using a rank matching approach applied on various meteorological parameters. *In: Deliverable D3.2 RCM output localization methods (BOKU-contribution of the FP 6 CECILIA project)*. <http://www.cecilia-eu.org/>
- Hadobács, K., 2011: Repülésre veszélyes időjárási helyzetek rekonstrukciójának alkalmazási lehetőségei – Felületi jegesedés becslése és a hozzá tartozó szimulációs környezet kialakítása. *Diplomamunka*. ELTE-TTK, Meteorológiai Tanszék
- Hadobács, K., Bottyán, Zs., 2016: Pilóta nélküli repülőeszközökkel végrehajtott műveletek alatt előforduló veszélyes meteorológiai tényezők és előrejelzésük módszerei. *Honvédségi Szemle*, 144: 83–101.

- Hansen, B.K., 2007: A Fuzzy Logic-Based Analog Forecasting System for Ceiling and Visibility. *Weather Forecast.*, 22: 1319–1330.
- Horváth, Á., Ács, F., Seres, A.T., 2008: Thunderstorm climatology analyses in Hungary using radar observations. *Időjárás*, 112: 1–13.
- Horváth, Á., Seres, A.T., Németh, P., 2012: Convective systems and periods with large precipitation in Hungary. *Időjárás*, 116: 77–91.
- Horváth, Á., Seres, A.T., Németh, P., 2015: Radarbased investigation of long-lived thunderstorms in the Carpathian-basin. *Időjárás*, 119: 39–51.
- Péliné N.Cs., 2015: A regionális szélklíma tendenciáinak elemzése a globális klímaváltozás függvényében. *Doktori értekezés*. ELTE Meteorológiai Tanszék, Budapest, 100p.
- Péliné, N.Cs., Bartholy, J., Pongrácz, R., 2014a: Homogenization of Hungarian daily wind speed data series. *Időjárás*, 118: 119–132.
- Péliné, N.Cs., Bartholy, J., Pongrácz, R., Szentimrey, T., Radics, K., 2014b: Biases and correction of wind speed time series. In: Lakatos, M., Szentimrey, T., Marton, A. (Eds.): *Climate Data and Monitoring WCDMP-No. 84*, WMO, 171p., 8th Seminar for Homogenization and Quality Control in Climatological Databases and 3rd Conference on Spatial Interpolation Techniques in Climatology and Meteorology, Budapest, 12–16 May 2014, 151–159. ([library.wmo.int/pmb\\_ged/wcdmp\\_84\\_en.pdf](http://library.wmo.int/pmb_ged/wcdmp_84_en.pdf))
- Péliné, N.Cs., Bartholy, J., Pongrácz, R., Radics, K., 2016: Analysis of climate change influences on the wind characteristics in Hungary. *Időjárás*, 120: 53–71.
- Seres, A.T., 2014: Zivatarklimatológiai elemzések és a nagy csapadékhozamú, konvektív jelenségek, időszakok vizsgálata Magyarországon. *Doktori értekezés*. ELTE-TTK, Földtudományi Doktori Iskola, Földrajz-Meteorológia Program, 115p.
- Seres, A.T., Horváth, Á., 2015: Thunderstorm climatology in Hungary using Doppler radar data. *Időjárás*, 119: 185–196.
- Szentimrey, T., 2008: Development of MASH homogenization procedure for daily data, *Proceedings of the Fifth Seminar for Homogenization and Quality Control in Climatological Databases*, Budapest, Hungary, 2006; WCDMP-No. 68, WMO-TD No. 1434, 116–125.
- Tuba, Z., Bottyán, Zs., 2015: Analógiás elven alapuló előrejelzések és a makroszinoptikus időjárási szituációk kapcsolatának vizsgálata. *Repüléstudományi Közlemények*, 27: 162–168.
- Tuttle, J.D., Foote, B., 1990: Determination of the Boundary Layer Airflow from Single Doppler Radar. *J Atmos Ocean Tech*, 7: 218–232.