

## ALKALMAZOTT METEOROLÓGIAI KUTATÁSOK AZ MH GEOINFORMÁCIÓS SZOLGÁLATNÁL

**Radics Kornélia, Czender Csilla, Hadobács Katalin, Péliné Németh Csilla,  
Seres András Tamás**

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

### **Bevezetés**

Az időjárás, ahogy mindennapi életünkre, úgy a katonai feladatokra is nagy befolyással bír. Elsőként kell említenünk a repülési feladatokra gyakorolt hatását, de fontos kiemelni a műveletek, gyakorlatok és egyéb szabadtéri rendezvények tervezése, vezetése alatt játszott szerepét, a felderítési, megfigyelési folyamatok során fellépő jelentőségét, illetve az ipari és természeti katasztrófák, valamint az atom, biológiai és vegyi csapások hatásainak előrejelzése során játszott elvitathatatlan fontosságát. A meteorológiai és éghajlati információkkal számolni kell a katonai tevékenységek minden területén, hiszen az időjárás veszélyes jelenségeinek és szélsőséges viszonyainak figyelmen kívül hagyása mind emberi, mind technikai, anyagi veszteségekhez vezethetnek.

Az előzőekben megfogalmazottak alapján elmondhatjuk, hogy a Magyar Honvédség keretein belül a meteorológiai támogatás fő célja egyrészt a katonai műveletek szempontjából fontos meteorológiai információ biztosítása a döntéshozók számára, másrészt bizonyos tevékenységek tervezésének és végrehajtásának elősegítése, a hatékonyság fokozása az élet- és vagyonbiztonság növelése céljából. Ezek a feladatok napjainkra már egy több lépésből álló összetett folyamattá váltak, melyeket csak az erre a célra létrehozott meteorológiai szolgálat képes végrehajtani.

A Magyar Honvédség teljes körű meteorológiai támogatását és kiszolgálását az MH Geoinformációs Szolgálat végzi. A katonai repülőterek és az MH Légi Vezetési és Irányítási Központ központi repülésmeteorológiai szolgálatának szakmai felügyeletén túl a szolgálat alapfeladatai között szerepel:

- a meteorológiai és oceanográfiai információáramlás biztosítása hazai és nemzetközi hálózatokban egyaránt,
- a meteorológiai adatok és produktumok gyűjtése, ellenőrzése, archiválása, rendszerezése és feldolgozása,
- általános és feladatra szabott előrejelzések készítése,
- a katonai felhasználást szolgáló éghajlati összefoglalók, leírások készítése,
- a meteorológiai mérések és megfigyelések technikai feltételeinek tervezése, szervezése, fejlesztése,
- valamint a teljes állomány (meteorológusok, asszisztensek, észlelők) szakmai képzése, továbbképzése is.

A meteorológiai osztályok szerteágazó feladatrendszere számos területen és témakörben kínál lehetőséget az egyetemi hallgatók számára a gyakorlati szemléletmódot is igénylő tudományos munkában való részvételre. Dolgozatunkban rövid áttekintést nyújtunk az MH Geoinformációs Szolgálatánál folyó alkalmazott meteorológiai kutatásokról az eddig elért legfontosabb eredmények és távolabbi terveink bemutatásával.

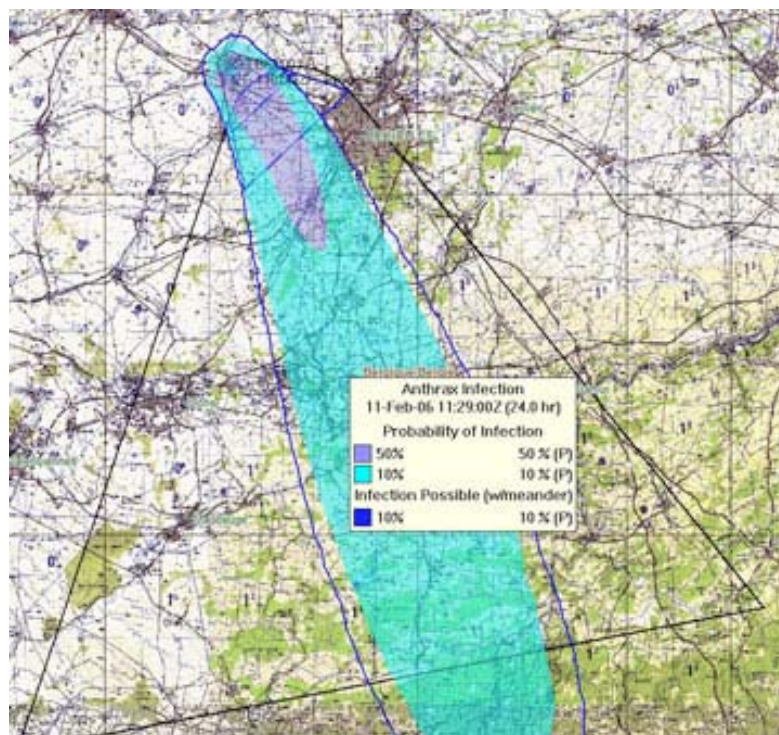
## Atom-, biológiai- és vegyvédelem meteorológiai vonatkozásai (Czender Csilla, Péliné Németh Csilla)

Napjainkban az ABV (atom, biológiai, vegyi és radioaktív) veszélyek köre nem koncentrálódik kizárólag katonai hatáskörbe, hiszen akár természeti, akár ipari katasztrófák is gerjeszhetnek olyan eseményeket, amelyek miatt a védekezés hétköznapi életünk szerves része is lehet.

Magyarországnak az EU (Európai Unió) és a NATO (North Atlantic Treaty Organization) tagjaként rendelkeznie kell az ABV védelemhez szükséges szabályozással, a megfelelő természettudományi és katasztrófa-elhárítási ismeretekkel és eszközökkel. A Magyar Honvédség szabályzóinak alapjául is szolgáló, az atom, biológiai, radioaktív és vegyi védelemről szóló ATP-45 (Allied Tactical Publication) NATO szabvány összefoglalja az ABV fegyverek és más forrásokból származó szennyeződések hatásai ellen alkalmazott védelmi rendszabályokat, az intézkedések létrehozásának és végrehajtásának módszereit, terveit, eljárásait és kiképzési követelményeit.

A légkör, mint az időjárási események színtere, hatással van a szennyezőanyagok terjedésére, hígulására, a szennyezőanyag-felhőben lejátszódó fizikai és kémiai folyamatokra. Ezért elengedhetetlen a kibocsátási és a veszélyeztetett terület meteorológiai információinak minél pontosabb ismerete. Az aktuális mérési adatokon túl a kiértékelés során szükséges az előrejelzett földfelszíni és magassági mezők számításba vétele is.

A Magyar Honvédségnél rendelkezésre állnak a már említett ATP-45 NATO szabvány szerint működő, értékelő, megjelenítő, és természetesen meteorológiai vonatkozással is bíró térinformatikai programok (NBC Analysis, HPAC). Ezen alkalmazások segítségével gyors és pontos képet kaphatunk például egy esetleges vegyi baleset során a levegőbe kerülő mérgező anyag terjedéséről, a térképi tartalom pedig arról adhat információt, hogy mely települések vagy csapatok esnek a mérgezőanyag-felhő útjába (1. ábra), lehetővé téve ez által a gyors helyzetértékelés és döntéshozatal támogatását. Munkánk során e szoftverek segítségével esettanulmányokon keresztül vizsgáljuk az időjárási körülmények hatását a különböző ABV események kimenetelére és következményeire.



1. ábra: NBC Analysis és HPAC közös megjelenítés

## A repülőgépek felületi jegesedése (Hadobács Katalin)

Az alkalmazott meteorológia egyik legfontosabb területe a repülésmeteorológia, melynek alapvető feladata a repülések meteorológiai biztosítása. Ennek során, kiemelt figyelmet kell fordítani a nehezen előrejelezhető, térben és időben kisléptékű, gyorsan változó jelenségekre. Kutatásaink során egy, a repülésre különösen veszélyes időjárási jelenséggel, a felületi jegesedéssel foglalkozunk.

Jelenleg vizsgálatainknál a Lozowski által kidolgozott nem forgó hengerre vonatkozó akkumulációs modellt alkalmazzuk, melynek bemeneti paramétereit a WRF-ARW modell (Weather Research and Forecasting Model – Advanced Research WRF) segítségével állítjuk elő. Mindkét felhasznált modell a kezdeti értékekre nagyon érzékeny, ezért a kívánt pontosság eléréséhez több numerikus modellparametризációt és platformot is vizsgálunk kell egy-egy becslés elvégzésénél.

Eddig kizárólag merev szárnyú repülőgépekre készítettünk becslést (Bottyán és Hadobács, 2011), azonban a későbbiekben forgószárnyas gépek esetére is szeretnénk vizsgálatokat végezni. Ehhez azonban a jelenleg alkalmazott modell bővítése szükséges.

A jegesedés veszélye különösen a kisebb repülőgépeket érinti, de a nagyobb gépek esetén is okozhat problémát. A különböző jéglerakódások eltérő hatást gyakorolnak a repülőgép aerodinamikájára, s így az irányíthatóságára is (2. ábra). Ezért a hajószemélyzet felkészítése nem egyszerű és egyben nem is olcsó feladat. A magyar katonai légi jármű-vezetők képzéséhez földi gyakorló eszközöket, ún. szimulátorokat használnak. Ezek fejlett meteorológiai alrendszerrel rendelkeznek.

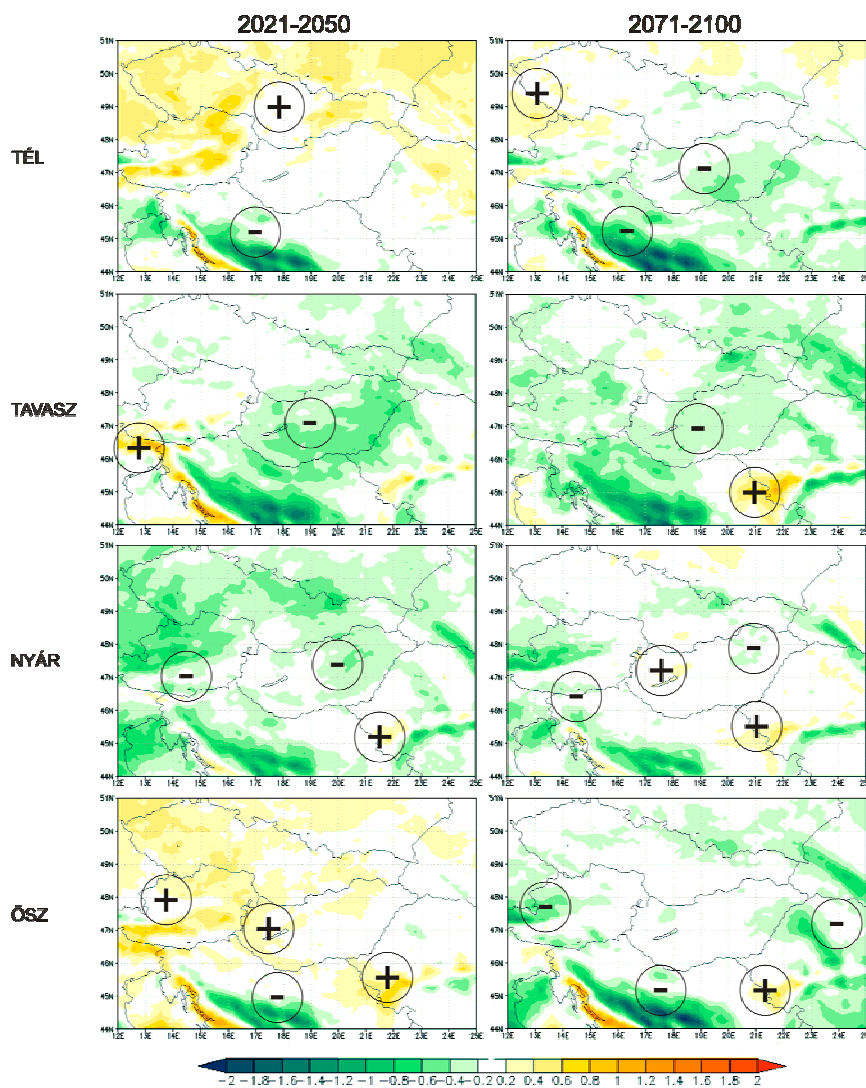


2. ábra: A felületi jegesedés lehetséges hatásai merev szárnyú repülőgépek esetén

Az időjárás előrejelző modellek által szolgáltatott adatok segítségével lehetőségünk van az adott időpontokban előforduló meteorológiai szituációk nagy felbontású 3D-s rekonstrukcióinak elkészítésére, melyek biztosítják annak lehetőségét, hogy a pilóták valósághű meteorológiai körülmények között gyakoroljanak. Ezért további céljaink közé tartozik egy adatbázis létrehozása, mely olyan különböző időjárási helyzeteket tartalmaz, amely érdekes és egyben nélkülözhetetlen lehet a pilóták képzése során (Hadobács, 2011).

## A Kárpát-medence szélklímájának változásai (Péliné Németh Csilla, Radics Kornélia)

Az extrém időjárási események gyakoriságváltozásának jelentősége napjainkban már vitathatatlan. Szélklimatológiai kutatásaink egyik célja ezért a hazai szélklíma átlagos értékeinek vizsgálata mellett a szélsőségek időbeli és térbeli megváltozásának, tendenciáinak részletes elemzése volt. Munkánk egyik legfontosabb elemeként az adatsorokra vonatkozó homogenizációs és adatkorrekciós feladatokat oldottunk meg. Elvégeztük a pontszerűen mért állomásadatokat és a rendelkezésre álló reanalízis mezők összehasonlítását. Ennek ismeretében meghatározható, hogy a XXI. század közepére, végére készült modellszimulációk mennyire alkalmasak a regionális szélklíma szélsőértékeinek és tendenciáinak, illetve a – változó klimatikus viszonyokkal együttesen módosuló – megújuló energiaforrások potenciáljainak becslésére. Eredményeinket összefoglalva megállapítható, hogy a rácsontra számított, térben és időben hiánymentes finomfelbontású ERA Interim reanalízis adatbázis felhasználható mérési idősorok helyettesítésére (Radics et al., 2010; Péliné et al., 2011).



3. ábra: Az ECHAM RegCM regionális klímamodell szélmezejének 90%-os percentilise [m/s] 2021–2050 és 2071–2100 között (referencia időszak: 1961–1990)

A globális klímaváltozás makro- és mezoskálájú, valamint lokális változásokat is eredményezhet a szélmezőben. Mindez együtt járhat az egyes évszakok, hónapok jellemző szélviszonyainak (átlagok és szélsőértékek) megváltozásával, eltolódásával is. A változások mélyebb megismerése elősegíti a gazdasági és társadalmi esetlegesen káros hatásokhoz, következményekhez való sikeres alkalmazkodást a közeljövőben.

Szélklimatológiai vizsgálataink során a RegCM3 (Regional Climate Model) regionális skálájú hidrosztatikus éghajlati modellt adaptáltuk. A modellszimulációk eredményei alapján a XXI. század két időszakára (2021–2050 és 2071–2100) hazánk térségére becsült szélsőséges-változásokat elemeztük. Kiszámítottuk különböző percentilisek XXI. századra vonatkozó tendenciáját Magyarországra, valamint a Kárpát-medence térségére (3. ábra). A kapott eredmények alapján valószínűsíthető, hogy míg az átlagos szélsőséges várhatóan csökken hazánkban, az extrém szélviszonyok kialakulásának gyakorisága szignifikánsan emelkedik századunk során.

### **Zivatarstatisztikai elemzések és a nagy csapadékhozamú, konvektív jelenségek, időszakok vizsgálata (Seres András Tamás)**

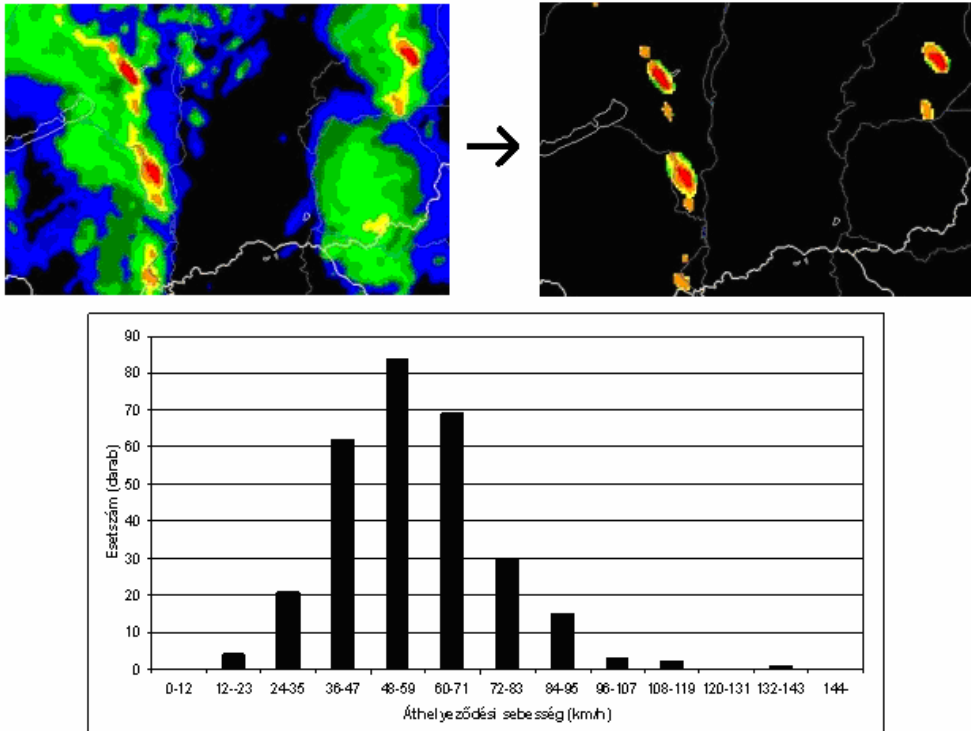
A légköri, heves konvekcióval foglalkozó vizsgálatunk célja, hogy megismerjük a heves zivatarok idő- és térbeli eloszlását Magyarországon, illetve hogy elemezzük a hazánkban megjelenő nagy csapadékhozamú, konvektív rendszerek és időszakok sajátosságait, szinoptikus körülményeit. Kutatásunkhoz elsődlegesen az Országos Meteorológiai Szolgálat radarméréseit használjuk föl, amelyeket kiegészítünk a hazai felszíni csapadékmérésekkel és észlelésekkel, illetve az ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecast) numerikus modelljének analíziseivel és előrejelzéseivel. A zivatarok radarképen megjelenő alakzatait a TITAN (Thunderstorm Identification, Tracking, Analysis and Nowcasting) módszer segítségével zivatarellipsziseknek tekintjük, és a kellően magas reflektivitással rendelkező objektumokról statisztikai elemzéseket készítünk. A zivatarellipszisek statisztikája mellett a nagy (legalább 50 mm-nyi) csapadékhozammal rendelkező 24 órás időszakok, illetve az ezekben a periódusokban megjelenő konvektív rendszerek sajátosságait és szinoptikai körülményeit is vizsgáljuk.

2004 és 2011 között a legtöbb zivatarellipszis Magyarország délnyugati, közép-északi és északkeleti részein fordult elő, míg a legkevesebb objektumot általában északnyugaton találtuk. 2010-ben a nagy reflektivitású, hosszú élettartalmú zivatarellipszisek jellemző áthelyeződési sebességei 36–71 km/h közöttinek adódtak (4. ábra).

2003 és 2010 között 56 nagy csapadékhozamú, konvektív időszakot találtunk, ebből 55-öt sikerült tipizálni és 7 kombinált (a szinoptikai környezetet és a rendszerek felépítését ötvöző) osztályba sorolni. A legtöbb ilyen periódus 2010-ben, illetve júniusban fordult elő, továbbá a hidegfrontokhoz kapcsolódó, konvektív láncokkal (squall line-okkal) jellemzett időszakok jelentek meg a leggyakrabban.

Az Országos Meteorológiai Szolgálattal közösen végzett kutatás eredményei – a múlt eseményeinek, sajátosságainak leírásán túl – hatékonyan segíthetik a heves zivatarok előrejelzését (Horváth *et al.*, 2012; Seres, 2012).





4. ábra: A hosszú (legalább 30 perces) élettartalmú, heves (magas reflektivitású) zivatarokat modellező ellipszisek áthelyeződési sebességei 2010-ben

## Hivatkozások

- Bottyán, Zs., Hadobács, K., 2011: A repülőgépek felületi jegesedésének termodinamikai folyamatairól, *Repüléstudományi Közlemény*, XXIII. évf., Különszám.
- Hadobács, K., 2011: Repülésre veszélyes időjárási helyzetek rekonstrukciójának alkalmazási lehetőségei – Felületi jegesedés becslése és a hozzá tartozó szimulációs környezet kialakítása, ELTE-TTK szakdolgozat, Budapest.
- Horváth, Á., Seres, A.T., Németh, P., 2012: Convective systems and periods with large precipitation in Hungary. *Időjárás*, 116, 77–92.
- Radics, K., Bartholy, J., Péliné, N.Cs., 2010: Regional tendencies of extreme wind characteristics in Hungary. *Advances in Science and Research*, 4, 43–46.
- Seres, A.T., 2012: Zivatarstatisztikai elemzések és a nagy csapadékhozamú, konvektív jelenségek, időszakok vizsgálata. Védésre benyújtott doktori értekezés, ELTE-TTK, Budapest-Siófok, 91.
- Péliné, N.Cs., Radics, K., Bartholy, J., 2011: Seasonal variability of Hungarian wind climate. *Acta Silvatica & Lignaria Hungarica*, 7, 39–48.