

**ZIVATARKLIMATOLÓGIAI ELEMZÉSEK ÉS
A NAGY CSAPADÉKHOZAMÚ, KONVEKTÍV
JELENSÉGEK, IDŐSZAKOK VIZSGÁLATA
MAGYARORSZÁGON**

A doktori (PhD) értekezés tézisei

SERES ANDRÁS TAMÁS

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM
TERMÉSZETTUDOMÁNYI KAR

FÖLDTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA

Iskolavezető: Dr. Nemes-Nagy József, egyetemi tanár,
az MTA doktora

FÖLDRAJZ-METEOROLÓGIA PROGRAM

Programvezető: Dr. Szabó Mária Ottilia, egyetemi tanár,
az MTA doktora

Témavezető: Dr. Horváth Ákos

a Siófoki Viharjelző Obszervatórium vezetője

Országos Meteorológiai Szolgálat

a földtudományok kandidátusa

Siófoki Viharjelző Obszervatórium, 2014

Bevezetés és a munka célkitűzései

Az ipari társadalom növekvő igénye miatt az időjárás-előrejelzés és veszélyfigyelmeztetés vizsgálata, illetve a veszélyes időjárási jelenségek statisztikai-klimatológiai elemzése is mindinkább előtérbe került. Az éghajlati kutatások szerint a 20. század második felében a Kárpát-medencében számottevően növekedett a rendkívül csapadékos időszakok gyakorisága, miközben összességében kissé szárazabb lett hazánk éghajlata és a jövő sem túl kecsegtető (*Bartholy and Pongrácz, 2010*).

Az első hazai zivatarklimatológiai vizsgálatok *Héjas* (1898) nevéhez fűződnek, míg a mezometeorológiai kutatások a 1960-as évek elején kezdődtek. Az elmúlt években a zivatarok és a villámárvizek dinamikai és szinoptikai szemléletű elemzése mellett a nowcasting modellezés is megjelent.

A kutatásnak két fő célkitűzése volt: az első, hogy megismerjük a heves zivatarok idő- és térbeli eloszlásait, statisztikai jellemzőit Magyarországon, a második, hogy elemezzük a hazánkban megjelenő, nagy mennyiségű csapadékot adó, konvektív rendszerek és időszakok

sajátosságait, szinoptikus körülményeit. A vizsgált időszak 2004-től 2012-ig terjedt.

Módszertan

Kutatásunkhoz az Országos Meteorológiai Szolgálat radarméréseiből készült országos, kompozit képeit használtuk föl. A Doppler-radarral készített, horizontális radarképek térbeli felbontása 2 km x 2 km, míg az időlépcső 15 perc volt. A vizsgálat során a további hiba és zajcsökkentés érdekében az ún. medián-filter eljárást is alkalmaztuk. A zivatarcellák objektív detektálását és számszerű jellemzését a *TITAN-módszerrel* (*Thunderstorm Identification, Tracking, Analysis and Nowcasting; Dixon and Wiener, 1993*) végeztük el. Az eljárás lényege, hogy a radarképeken talált, zivatart reprezentáló, szabálytalan alakú ponthalmaz tulajdonságai és kovariancia mátrixa meghatározza az objektumot modellező ellipszis, az ún. *zivatarellipszis* jellemzőit, élve azzal a feltételezéssel, hogy a halmaz és a zivatarellipszis területe ugyanakkora. Két küszöbértéket határoztunk meg: a zivatarellipszis térbeli kiterjedését meghatározó *területi küszöbértéket* ($N_{minlimit}$), illetve az objektum erősségét leíró *reflektivitási*

küszöbértéket ($R_{minlimit}$). A zivatarellipszisek térbeli eloszlását az ún. zivatarstatistika-térképek (térbeli felbontásuk: 18 x 18 km) elkészítésével vizsgáltuk. A TREC (*Tracking Radar Echoes by Correlation*; Tuttle and Foote, 1990) interpoláló eljárással 1 perces felbontású adatsort kaptunk, így a zivatarellipszisek útvonalai és életciklusai is kellően elemezhetővé váltak.

A nagy mennyiségű csapadékokkal foglalkozó vizsgálatunk a csapadékmérésekhez igazodó, 24 órás (06 UTC-től másnap 06 UTC-ig terjedő) időszakokra összpontosult. Egy 24 órás időintervallumot akkor tekintettünk *nagy csapadékhozamú, konvektív időszagnak, ha*

1. a hazai csapadékmérő-állomásokon legalább 2 helyen minimum 50 mm-nyi mennyiségek fordultak elő,
2. az előrejelzett csapadék legalább 60%-a konvektív típusú volt,
3. legalább egy radarpixelben 50 mm-nyi csapadékot mért a radar (nagy csapadéku képpontok),

4. a nagy csapadékú képpontok minimum 60 %-ában legalább egyszer 40 dBZ-s erősségű jelet észleltünk.

A második feltétel eldöntéséhez az *European Centre for Medium-Range Weather Forecast* numerikus modelljének előrejelzését dolgoztuk föl, míg a harmadiknál a TREC, a negyediknél a TITAN eljárást alkalmaztuk. A periódusokat kombinált, kilenctagú osztályozás szerint csoportosítottuk, a tipizálás mind a fellépő konvektív rendszerek sajátosságait, mind a szinoptikus, mezo-meteorológiai körülményeket figyelembe vette. Ha egy 24 órás időszakban több rendszer is feltűnt, a leginkább jellemzőt vagy számottevőt vettük figyelembe.

A kutatáshoz szükséges számítógépes programozást *C nyelven* végeztük, míg az utófeldolgozáshoz az *Microsoft Excel* alkalmazást, a vizuális megjelenítéshez pedig a *Hungarian Advanced Workstation* rendszert használtuk.

Legfontosabb eredmények

- Évente átlagosan 158 heves, 103 nagyon heves és 46 extrém heves zivataros napot találtunk, a napok összesített maximuma júliusra esett. (Zivataros nap: legalább egy heves, nagyon heves, extrém zivatarellipszis [$R_{\text{minlimit}} = 45, 50, 55 \text{ dBZ}$] detektáltunk).
- A zivatarszezonos (áprilistól szeptemberig terjedő) időszakban átlagosan körülbelül 118 heves, 82 nagyon heves, míg hozzávetőlegesen 20 extrém heves zivatarellipszis fordult elő egy adott zivataros napon.
- A zivatarellipszisek száma egy adott napon belül helyi idő szerint 17 óra környékén tetőzött.
- A legtöbb zivatarellipszis hazánk délnyugati, közép-északi és északkeleti tájain találtuk.
- A legalább egy órás élettartammal rendelkező zivatarellipszisekből összesen 2625 db heveset, 597 db nagyon heveset és 45 rendkívül heveset detektáltunk.

- Az intenzívebb zivatarellipszisek jellemzően gyorsabban mozogtak, a leggyakrabban előforduló sebességek 30-50 km/h között szóródtak.
- Összesen 62 nagy csapadékhozamú, konvektív időszakot találtunk, amelyeket kilenctagú, kombinált osztályozás szerint értékeltünk. 2010-ben, illetve júniusban volt a legtöbb periódus.
- A hidegfrontokhoz kapcsolódó, konvektív láncokkal jellemzett időszakok jelentek meg a leggyakrabban, amelyet a (sekély) ciklonokhoz köthető, illetve a hidegfrontos környezetben megjelenő, konvektív vonalas periódusok követtek. A láncos időszakok nagyobb számban fordultak elő, mint a vonalások.
- Az egyes időszakokban a hazai radarok által lefedett terület átlag 0,23%-ában (ez 564 km²-nyi területnek felel meg) fordultak elő nagy csapadékú képpontok.
- A konvektív láncos időszakok aktívabbnak tekinthetők, mivel a csapadék nagyobb hányada származott a 40 dBZ feletti echókból.

Összegzés és következtetések

A tézisben röviden bemutattuk a radarmérések objektív feldolgozásán alapuló, heves konvekcióval foglalkozó vizsgálatunkat. A leíró jellegű, több éves időszakot bemutató kutatómunkánk eredményei hatékony segítséget nyújthatnak a veszélyes jelenségek felismerésében és előrejelzésében. A zivatarstatisztikai, illetve szinoptikus-klimatológiai vizsgálatunk számos irányban továbbfejleszhető. A radaros eszköztárt érdemes lenne kombinálni műholdas és/vagy villámlokalizációs mérésekkel vagy az eddigi eredményeket tovább lehet szűrni, finomítani, esetleg leskálázni. A nagy csapadékhozamú rendszerek vizsgálatánál a villámárvizes helyzetek modellezéséhez a hidrológiai vonatkozásokat is figyelembe kéne venni.

Vizsgálatunk eredményeit a tapasztalat is megerősíti: hazánkban viszonylag gyakran és számottevő területi nagyságban jelentkeznek heves, olykor pusztító konvektív jelenségek, így a kérdéskör további kutatása társadalmi és nemzetgazdasági szinten is alapvető fontosságú.

Hivatkozások, illetve a tézis alapjául szolgáló közlemények

Bartholy, J. and Pongrácz, R., 2010: Analysis of precipitation conditions for the Carpathian Basin based on extreme indices in the 20th century and climate simulations for the 21st century. Physics and Chemistry of Earth 35, 43–51.

Dixon, M. and Wiener, G., 1993. TITAN: Thunderstorm Identification, Tracking, Analysis and Nowcasting – A radar-based methodology. J. Atmos. Ocean. Tech. 10, 785–797.

Héjas, E., 1898: Zivatarok Magyarországon az 1871-től 1895-ig terjedő megfigyelések alapján. Királyi Magyar Természet Tudományi Társulat, Budapest, 174 pp.

Horváth, Á., Ács, F. and Seres, A. T., 2008: Thunderstorm climatology analyses in Hungary using radar observations. Időjárás 112, 1–13.

Horváth, Á., Seres, A. T. and Németh, P., 2012: Convective systems and periods with large precipitation in Hungary. Időjárás 116, 77–91.

Horváth, Á., Seres, A. T. and Németh, P., 2014: Radar-based investigation of long-lived thunderstorms in the Carpathian-basin. Időjárás (közlésre elfogadva)

Seres, A. T. és Horváth, Á., 2009: Konvektív jellegű, nagy csapadékhozamú rendszerek vizsgálata Magyarországon. Légkör 54, 5–10.

Seres, A. T., Horváth, Á. és Németh P., 2013: Nagy csapadékkal kísért, konvektív rendszerek és időszakok. A 39. Meteorológiai Tudományos Napokon (melynek címe: Veszélyes időjárási folyamatok és társadalmi hatásuk) elhangzott előadás, MTA, Budapest, 2013. 11. 21.

Tuttle, J. D. and Foote, B., 1990: Determination of the Boundary Layer Airflow from Single Doppler Radar. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology 7, 218–232.