

A VIHARVADÁSZOK EGYESÜLETE KONVEKTÍV ELŐREJELZÉSEI

Molnár „Storman” Ákos

Viharvadászok Egyesülete, Budapest
e-mail: mezociklon@yahoo.com

Bevezetés

1924. június 13-án egy *EF5-ös erősségű tornádó* Bia-Vác vonalon mintegy 70 km hosszú útja során áldozatokat és földig rombolt házakat hagyott maga után (Horváth, 2004). Tragikus veszteség emberéletben, súlyos károk az anyagi javakban – még annak ellenére is, hogy a tornádó jellemzően csak kisebb településeket érintett. Ha azonban a dátumot átírjuk a mai napra, a tornádó nyomvonalát pedig 15 km-rel keletebbre toljuk, egy olyan – szerencsére csak képzeletbeli – katasztrófahelyzet rémképe merül fel lelki szemeink előtt, melyben egy modern nagyváros, Budapest zsúfolt centrumán egy *370 km/h-s forgási sebességet* is meghaladó örvénylő légoszlop vonul át, melynek 1 km-es átmérője az Országháztól a Deák térig ér. Egy ilyen szituáció feltételezhető pusztítása mellett még a – kiváló előrejelzés ellenére egyébként komoly károkkal és halálesetekkel járó – hírhedt 2006. augusztus 20-i eset is eltörpülne, amikor a fővárosban az ünnepi tűzijátékot szakította félbe egy heves szélviharral járó szupercella érkezése. Bár e hipotetikus katasztrófa meglehetősen valószínűtlennek tűnik, némileg árnyalja a képet, hogy Budapesten az elmúlt években két tornádó is előfordult (2002. június 9-én és 2004. június 3-án).

A mai tudományos és technikai háttér birtokában azonban nem érne minket olyan felkészületlenül és váratlanul a csapás, mint szerencsétlenül járt korabeli elődeinket. A légkörfizika folyamatainak megismerésével, a kiterjedt mérőhálózat, a műholdas megfigyelések, a szuperszámítógépek és a numerikus modellek korában már napokkal a veszélyes viharok kialakulása előtt körvonalazni lehet egy-egy potenciálisan károkozó időjárási helyzetet. A már folyamatban lévő események, veszélyes légköri objektumok pedig a radarképek, webkamerák és a sűrű amatőr észlelőhálózat segítségével nagy pontossággal nyomon követhetőek, és az érintett lakosság különféle infokommunikációs eszközökkel idejében figyelmeztethető, beleértve itt a szociális média és a mobil alkalmazások növekvő szerepét is.

Ennek megfelelően hazánkban egyrészt hivatalosan az Országos Meteorológiai Szolgálat biztosít 2006 februárja óta – többek között a konvektív viharokra vonatkozó – *veszélyjelzést* figyelmeztetések és riasztások formájában, másrészt a Viharvadászok Egyesülete ad ki olyan, ún. *konvektív előrejelzéseket* 2005 márciusa óta, melyek alapvetően a heves eseményekre fókuszálnak. Társaságunk az egyesület megalakulásával ugyan csak 2010-ben vált jogi személlyé, de a szupercella.hu honlapon már a fenti 2005-ös kezdetektől fogva végzünk a hazai viharokkal kapcsolatos tevékenységeket, beleértve az említett speciális prognózisok készítését is. Később aztán a szupercella.hu vált az egyesület hivatalos honlapjává, ebben a cikkben az ott olvasható konvektív előrejelzéseinket mutatjuk be részletesen.

Mi az a szupercella?

Nem véletlen, hogy az először „Heves zivatarok, tornádók Magyarországon”, majd „A heves zivatarok szakértője” szlogennel futó honlapunk a szupercella.hu nevet kapta.

A *szupercella* egy ritkán előforduló zivatartípus, ami ritkasága ellenére a heves események nagy részéért felelős, és élete során ezen heves események teljes spektrumát felvonultathatja, akár egy időben. Viszonylagos ritkasága annak köszönhető, hogy a létrejöttéhez szükséges két legalapvetőbb légköri feltétel, az *erős vertikális szélnyírás* és a *nagy labilitás* ritkán áll fenn egyszerre egy adott területen. Még így sem túlzás azonban átlagban évi 100 szupercellával számolni Magyarországon.

Egy szupercellát lényegileg az különbözteti meg a többi, átlagosnak tekinthető zivatartól, hogy egy ún. *mezociklont* tartalmaz. Ez alapvetően egy *forgó feláramlást* jelent, illetve egy alacsony légnyomású központot, mely a felszín mentén frontális jellegű struktúraként írható le. Egy mezociklon esetében azonban néhány km átmérőjű képződményről van szó, tehát hasonlít ugyan a szinoptikus léptékű mérsékeltövi ciklonhoz, de a folyamatok kisebb skálán zajlanak le.

Egy egycellás zivatar élettartama nemigen haladja meg a fél órát, és bár egy multicellás zivatar – mint rendszer – órákig képes fennmaradni, a rendszert alkotó egyes cellák az egycellás zivatarokhoz hasonlóan rövid életűek. A szupercella azonban alapvetően *egyetlen cella*, és mégis fennállhat hosszú órákon keresztül. Egy ilyen képződmény jellemzően *minimum 1,5 órán keresztül létezik*, de hazánkban is több ízben előfordult már 5-6 órán át meglévő szupercella.

A szupercellák szinte mindig együtt járnak valamilyen *heves eseménnyel* (heves szélvihar, heves jégeső, tornádó), akár ezek teljes spektrumát felvonultatva, továbbá gyakran kísérik őket felhőszakadások is, melyek megfelelő terepviszonyok mellett *villámárvizeket* idézhetnek elő. Ez különösen lassan haladó, vagy szinte egy helyben álló szupercella esetében lehet fokozott veszélyforrás, bár jellemzőbb rájuk a többé-kevésbé gyors mozgás. Útja során akár egyetlen példány is okozhat milliárdos nagyságrendű károkat, mint például a 2009. június 7-i nyírségi szörnyeteg, de általában minden évben vannak olyan napok, amikor akár tucatnyi szupercella is kialakul.

A Viharvadászok Egyesülete

Az egész történet úgy indult, hogy a kilencvenes évek közepétől papír és ceruza igénybevételeivel részletes időjárási naplót kezdtem vezetni. A feljegyzések közé felhőképeket rajzolgtattam, analóg filmes géppel készült fotókat ragasztgattam, illetve a tévés időjárás-jelentésekben pár másodpercre felvillanó frontállásokat skicceltem le. Akkor még csak fantáziáltam arról, hogy hátha vannak még az országban rajtam kívül olyan emberek, akik lenyűgözve bámulják a sötéten kavargó zivatarfelhőket, izgatottan állnak ki a szabad ég alá villámot fotózni, pezsgéssel tölti el őket a mennydörgés hangja és a zápor illata, ugyanakkor nyughatatlan érdeklődéssel keresik és kutatják ezeknek a természetes, de veszélyes jelenségeknek a mozgatórugóit, előrejelezhetőségük tudományos hátterét. A 2000-es évek elején aztán a szépemlékű, agyszaggató hangeffekteket produkáló, betárcsázós modemes internet már lehetőséget biztosított rá, hogy jelen legyek a fórumokon szerveződő magyar amatőr meteorológia szárba szökkenésénél. Így a virtuális térben egymásra talált, hasonló érdeklődésű emberek körében kisvártatva megindultak a különböző személyes találkozók, összejövetelek is.

2003 októberében volt az egyik első ilyen találkozó, mely alkalommal a lelkes társaság a Bükk egy kis erdei házikójában jött össze egy konvekcióval távolról sem jellemezhető, fagyos-havas napon. Az általam akkor először látott Polyánszky „Meteorman” Zoltán vacsora közben egyszer csak megkérdezte, hogy nem ismeri-e valaki azt a fülöpházi gyereket, aki mindig szupercellás bejegyzésekkel árasztja el a fórumot. Jelentkeztem, és közöltem: én jól ismerem – én vagyok az. Ezen a találkozón vetődött fel egy szupercella.hu néven indítandó internetes portál gondolata. Másfél évnyi alapos érlelés után végül Zolival

ketten létre is hoztuk a tervezett weboldalt, melynek gerincét ekkortájt a konvektív előrejelzések és a hazai heves zivatarokat bemutató részletes esettanulmányok képezték. Alapvető fontosságúnak tekintettük továbbá a szupercellának mint fogalomnak a köztudatba való bevezetését – honlapunk indulása előtt mindössze igen szűk szakmai körökben volt ismert, hogy egyáltalán léteznek ilyen képződmények, amelyek Magyarországon is előfordulnak.

A következő komoly lépés 2006 májusában történt, amikor a GFS előrejelzési modell nyers adataiból lehetővé vált a saját speciális céljainknak megfelelő paramétereket mutató térképek automatizált előállítás. Azelőtt ugyanis a konvektív előrejelzések megírásakor még rá voltunk utalva az internetről innen-onnan megszerezhető, kiszámíthatatlanul frissülő és elégtelen paramétert kínáló forrásokra.

2007-ben már több sikeres viharvadászatot is lebonyolítottunk, melyeket azóta is rendszeresen szervezünk. Az intenzív munka 2008-tól indult be még inkább, amikor a szupercella.hu tartalma és a mögötte álló magcsapat is kibővült. Ismeretterjesztő anyagokkal, fórummal, médiatárral, élő chat-es „szupercella szakrendeléssel” gazdagított honlapunk egyre növekvő népszerűségnek örvendett. Izgalmas szakmai esemény is történt 2008-ban: május 20-án ugyanis csapatunk Magyarországon elsőként közvetlen közelről észlelt tornádót szervezett viharvadászat keretében Gátér térségében, mely a média és a nagyközönség figyelmét is jobban ráirányította tevékenységünkre.

2010-ben, a közhasznú Viharvadászok Egyesülete megalakulásával újabb lehetőségek nyíltak meg előttünk, melynek többek között az Országos Meteorológiai Szolgálattal kötött együttműködési megállapodás lett az eredménye. Összességében elmondható, hogy ekkorra teljesen kikristályosodott egyesületünk célja: a heves viharok kutatása, ezek előrejelzésének fejlesztése, a lakosság tájékoztatása és ismeretbővítése, ezen keresztül pedig közvetve a károkozás mérséklése, megelőzése.

Mi az a konvektív előrejelzés?

A konvektív előrejelzések szöveges formában készülnek azokra a napokra, amikor az ország területén konvekcióhoz köthetően heves esemény vagy egyéb károkozó jelenség léphet fel, esetleg károkozás nélküli, de látványos vagy érdekes jelenség alakulhat ki. Az előrejelzés egyrészt tartalmaz egy részletes tudományos elemzést a szakmai érdeklődésű olvasók számára, másrészt egy rövid összefoglalót a várható eseményekről és egy listát az aktuális veszélyforrásokról.

A prognózisokat alapvetően a folyamatok várható hevessége, előfordulási valószínűsége és területi lefedettsége alapján öt kategóriába soroljuk. Itt hívjuk fel a figyelmet, hogy kategóriáink különböznek az OMSZ, az ESTOFEX és az SWE által használt kritériumoktól. Besoroláskor a heves, illetve szignifikáns események definícióit is felhasználjuk, amelyek a következők:

heves esemény:

szélsébség ≥ 90 km/h és/vagy jégszem átmérő ≥ 2 cm és/vagy tornádó

szignifikáns heves esemény:

szélsébség ≥ 120 km/h és/vagy jégszem átmérő ≥ 5 cm és/vagy tornádó \geq EF2

Bár a villámárvizek nem tartoznak szigorúan a fenti heves események közé, és nem csupán meteorológiai, hanem hidrológiai tényezők is befolyásolják a létrejöttüket, konvektív előrejelzéseinkben potenciális károkozásuk miatt mégis szerepelnek azzal a kitételrel, hogy fellépésükhöz megfelelő terepviszonyok is szükségesek.

0-tól 3-ig terjedő fokozat esetén a konvektív előrejelzések lehetőség szerint az események kialakulása előtt, maximálisan 24 órás időelőnnnyel készülnek általában 24 óra +/- 6 óra időtávra. A konvektív előrejelzést délelőtt 10 óráig jelentetjük meg abban az esetben, ha az adott napon 12 órán belül számítunk az előrejelzett események bekövetkezésére. Amennyiben a valószínűsített folyamatok 22 óra után várhatók, a konvektív előrejelzést legkésőbb 14 óráig adjuk ki. Ha a konvektív események feltehetően már a reggeli, délelőtti órákban (6 óra után és 12 óra előtt) beindulnak, az előrejelzést legkésőbb előző nap 22 óráig bocsátjuk ki. A feltüntetett időket helyi időben kell érteni. Ezen fokozatok esetén jellemzően „viharvadász készültség” lép életbe, melynek időtartama alatt egyesületi tagjaink, képzett viharvadászaink többlet adatelérést kapnak.

Az ún. „!”-es fokozatot érdemlő szituációkban a számozott kategóriák időbeli és formai megkötéseit nem alkalmazzuk, egyfajta lazább, kötetlenebb módon, figyelemfelkeltés gyanánt néhány mondatban foglaljuk össze röviden meglátásainkat. „!”-es fokozat esetén jellemzően nem lép életbe viharvadász készültség.

Konvektív előrejelzés kategóriák

„!”-es fokozat figyelemfelkeltő jelleggel, alkalmasszerűen kerül kiadásra egyes esetekben, amikor konvekcióra ugyan lehet számítani, de heves események nem valószínűek, vagy csak igen kis eséllyel léphetnek fel, illetve konvekcióhoz köthetően csak látványos, de veszélytelen jelenségek képződhetnek. Ilyen eset például az, amikor a légköri feltételek ugyan elvileg alkalmasak lehetnek (mini / LP) szupercellák létrejöttére, de a paraméterek nem jelzik heves események fellépését. Hasonlóképpen „!”-es fokozattal jelöljük, ha számítani lehet mezoléptékű konvektív rendszer (MKR) kifejlődésére, de annak ellenére, hogy heves eseményekkel járó társaihoz hasonló folyamatok játszódhatnak le benne, a vertikális hőmérsékleti, illetve nedvességi profil nem ad lehetőséget heves eseményekre. Ide tartozik az az eset is, amikor előfordulhat ugyan nem mezociklonális tuba, de az időjárási alaphelyzet nem mondható tipikusnak, így várhatóan nem nagy számban jelentkeznek, nem mezociklonális tornádó esélye pedig elenyésző.

0-s fokozatot akkor adunk ki, ha egy-egy helyen előfordulhat heves esemény, de a bizonytalansági faktor a szokásosnál magasabb, ezért az 1-es fokozat nem indokolt. Ez a fokozat kerül kiadásra akkor is, ha a nem mezociklonális tubák lehetőségén túl a „!”-es fokozatban foglalnál határozottabb esély mutatkozik ilyen eredetű tornádó kialakulására. E fokozatra példaként szolgálhat egy olyan helyzet, amikor a labilitás és a szélnyírás elégséges feltételeket teremt szupercellák kialakulásához, de a marginális nedvességi viszonyok erősen kérdésessé teszik a konvekciót. A bizonytalanság származhat abból is, hogy a különböző modellek egymástól nagymértékben eltérő kimeneteket adnak.

1-es fokozatot kap az az időjárási helyzet, amelyben néhol heves esemény léphet fel, vagy villámárvíz alakulhat ki (jellemzően felhőszakadással kísért zivatarok, illetve MKR-hez köthető tartósabb konvektív csapadék nyomán, megfelelő terepviszonyok mellett). Ebben a kategóriában azonban szignifikáns heves esemény nem várható. Ha például nincs elég szélnyírás szupercellák kifejlődéséhez, de a nagy labilitás heves jégesővel járó egycellás vagy multicellás zivatarokat eredményezhet, 1-es fokozatot adunk ki. Ezt a kategóriát érdemli az az eset is, amikor egy multicellás zivatarban a lassú mozgású cellák épp annyival sodródnak odébb, mint amennyivel az ellenkező irányban az újabbak fejlődnek, és a rendre ugyanazon terület fölött éretté váló cellák ismétlődő felhőszakadásai a villámárvízhez szükséges meteorológiai feltételeket eredményezhetnek. A nem szélsőséges, de szupercellás konvekcióra egyértelműen alkalmas légállapot szintén az 1-es kategóriába esik.

Amennyiben szignifikáns heves esemény is előfordulhat, *2-es fokozatot* adunk ki. Ha például úgy számítunk izolált szupercella kialakulására, hogy közben fokozott helikalitás és alacsony kondenzációs szint áll fenn, és így akár EF2-es erősségű tornádó is lehetséges, ezt a kategóriát alkalmazzuk.

A legmagasabb, *3-as fokozatot* az az eset kapja, amikor nagyobb számban fordulhatnak elő szignifikáns heves események, illetve az időjárási helyzet fő karakterét a fokozottan veszélyes viharok jelentik. Ilyen az, amikor Magyarország jelentős területén egy vonalba rendezett, döntően szupercellákból álló, szignifikáns heves eseményekkel kísért viharzóna átvonulása feltételezhető, vagy egy tornádó-kitörés, akár több helyen EF2-es erősséget elérő vagy meghaladó tornádókkal. 3-as fokozat lett kiadva pl. 2010. augusztus 16-án, amikor a mezőkövesdi tornádót is előidéző, szélsőséges légköri feltételek uralkodtak.

Hogyan készül egy konvektív előrejelzés?

Egy konvektív előrejelzés elkészítése jellemzően hosszú órák alapos elemzésével telik, mely során elsősorban a GFS, az ECMWF és az ALARO modellek térképeit nézzük át, esetenként kiegészítve más modellek kimeneteivel. A szinoptikus helyzet áttekintésén és az alapparamétereken túl értelemszerűen különös hangsúlyt fektetünk a konvektív paraméterekre, valamint a termodinamikai diagramok és hodográfok vizsgálatára. A következőkben a részletes kifejtés igénye nélkül megemlítjük azokat a fontosabb szempontokat, melyeket egy előrejelzés összeállításakor figyelembe veszünk.

A zivatarok keletkezésének kérdésében a *nedvesség* a meghatározó tényező, így fontos például a harmatpont és a 0–3 km-es átlagos relatív páratartalom értékeinek áttekintése. Mivel konvektív folyamatokat vizsgálunk, a *labilitást* jellemző paraméterek szintén lényegesek, például: SBCAPE, MUCAPE, Thompson index, VT. A viharok térbeli-időbeli elrendeződésére jelentős hatással vannak a különböző *triggerek*, így a talajközeli lég rétegek áramlási viszonyait, konvergens és divergens zónáit is feltérképezzük. A *konvekciónak elősegítő, feláramlásokat támogató egyéb folyamatok* szintén felderítésre kerülnek, ilyen például a meleg nedves szállítószalag. A várható viharok szerveződöttségét, hevességét jelentősen befolyásolják a *vertikális szélnyirási*, helikalitási mutatók, így ezeket is kiemelten kezeljük. Megnézzük továbbá, hogy mutatnak-e az egyes heves esemény-típusokra, károkozó jelenségekre vonatkozó paraméterek kritikus értékeit. Így vizsgálandó körülmény például a jégesőket illetően a nedves hőmérséklet 0 °C-os szintjének magassága, vagy a szélviharok tekintetében az ekvipotenciális hőmérséklet maximális vertikális különbsége, de ide tartozik a nem mezociklonális tornádók esélyét ábrázoló kísérleti paraméterünk is. Bizonyos esetekben, mint amilyen a villámárvíz lehetőségének előrejelzése is, kifejezetten komplex összefüggésrendszert kell felderíteni (orográfia szerepe, MKR struktúrája, rendszerterjedés, 0-6 km-es átlagszél, kihullható vízmennyiség, stb.).

Talán szükségtelen részletezni, hogy a modelleredményekből kapott térképek önmagukban még nem elegendők a pontos előrejelzések készítéséhez. Ezeken kívül egyrészt fontos az aktuális helyzetet mutató analízisek, műholdképek és radarképek elemzése is, másrészt az előrejelző személy tapasztalatát és intuícióját sem hagyhatjuk figyelmen kívül.

A konvektív előrejelzések bevalásának ellenőrzése szintén a folyamat része. Korábban ennek némileg szubjektívebb és esetlegesebb keretei voltak, jelenleg azonban már egy objektív verifikációs metódus tesztelése zajlik. A verifikációt a helyhez kötött észlelők megfigyelései és a viharvadászok mozgó terepmunkája egyaránt segíti, és a visszajelzéseken keresztül hozzájárulnak a még pontosabb és jobb prognózisok készítéséhez. Emellett egyértelműen kétirányú az előrejelzések és az észlelők kapcsolata: egy jobb konvektív előrejelzésre építve sikeresebb viharvadászatok bonyolíthatók le, értékesebb

adatokat és dokumentációt eredményezve. Végző soron konvektív előrejelzéseink a szakmai fejlődést és a nagyközönség tájékoztatását egyaránt szolgálják.

Összefoglalás

Akinek felkeltette az érdeklődését a szupercellák mibenlétéről, a Viharvadászok Egyesületéről és a konvektív előrejelzésekről szóló cikkünk, jelentkezhet egyesületünkbe, és részt vehet online viharvadász- és viharkárfelmérő képzésünkön is, melyet jellemzően évente több alkalommal tartunk a téli félévben, webkonferencia-program segítségével. Végezetül a következő, akár ars poetica-ként is felfogható gondolatokkal zárom e cikket:

Mi a Viharvadászok Egyesülete, illetve a szupercella.hu keretében, akik a heves viharokat igyekszünk „levadászni”, tanulmányozni és előrejelezni, amikor örülünk egy-egy ilyen helyzetnek, természetesen nem azon lelkendezünk, hogy „jaj, de jó, legalább 200 milliós értékben verte szét a házakat és a terményt a jégeső”. Természetesen nem kívánunk senkinek időjárási eseményekhez köthető veszteségeket, és nem is katasztrófaturizmust működtetünk. Örülünk viszont annak, ha egy komoly munkával összeállított részletes prognózisunk beválik, mert ez azt jelenti, hogy eléggé kiismertük már a légkör rejtelmét ahhoz, hogy az emberek figyelmét eredményesen felhívhassuk a várható viharos fejleményekre. Örülünk annak is, ha sikerül elcsípni a terepen egy szupercellát, mert ez azt jelenti, hogy az atmoszféra bonyolult rendszerében sikerült annyira eligazodni, hogy összehangolt csapatmunkával egy ilyen ritkaság közelébe férközhessünk, melynek megfigyelése, vizsgálata hozzájárul az ismereteink további bővítéséhez, előrejelzéseink pontosításához. Ezzel összefüggésben örülünk annak is, ha sikerül lenyűgözően látványos és tudományos szempontból is értékes felvételeket készítenünk. A viharvadászat különleges izgalmanak átéléséből tehát semmiképpen nem következik automatikusan, hogy mi más kárának örülnénk. Persze mindezt nem lehet úgy csinálni, ha az emberben nincs ott az a borzongatóan felvillanyozó érzés, hogy egy viharvadászat alkalmával egy örvénylő szupercella formájában közvetlenül találkozhat a Természet lenyűgöző erejével, melyben páratlan változatossággal egyesül a dinamikus vadság és a festői szépség, és amelyet önmagában nem lehet kizárólagosítani a Jó és a Rossz fogalmaival. Ezekkel a címkéssel legfeljebb az emberek láthatják el, ki-ki a maga saját egyedi szempontja alapján.

Hivatkozások

Horváth, I., 2004: A biai viharforgatag a számok tükrében. Biatorbágyi Krónika, 14/7, 23.