

Mi okozta a pusztító ónos esőt?

A 2014. december elsejei ónos eső hatalmas károkat okozott a Dunazug-hegységben, a Gödöllői-dombságban, illetve az Északi-középhegységben (1. ábra). A Kárpát-medencében decemberben nem ritka az ilyen időjárás, azonban a mostani helyzetnek több sajátossága is volt. Így a hosszan tartó intenzív, sokszor záporos jellegű csapadék, illetve az, hogy az ónos eső nagyrészt a hegyekre, valamint a dombokra korlátozódott. Az időjárási helyzet kialakulásának körülményei is szokatlanok voltak; paradox módon az ónos eső kialakulásában jelentős szerepet játszott a trópusi eredetű rendkívül meleg és nedves levegő.

November utolsó napjaiban a Kelet-európai-síkság irányából a felszín közelében már folyamatosan szivárgott a hideg levegő kelet felől, a Kárpátokon túlról. A magasban ellenkező irányból melegebb levegő érkezett. A középhegységeink 400–500 méter magasság felett több helyen felhőben voltak, így a fagypont alatti hőmérséklet mellett már az ónos eső kialakulása előtt folyamatos volt a zúzmaraképződés. Az erdőkben helyenként november 29–30-ára jelentős tömegű zúzmarateher volt megfigyelhető.

Miközben időjárásunkat inkább a hazánktól északkeletre lévő anticiklon uralta, addig a Földközi-tenger nyugati medencéje fölé egy erős ciklon helyeződött át (2. ábra). A ciklon nagy méretéből fakadóan messze délről volt képes magas hőmérsékletű levegőt szállítani Közép-Európa irányába. A ciklonhoz erős melegfronti felhő és csapadékrendszer tartozott, mely dél felől hétfőre virradó éjszaka el is érte hazánkat.

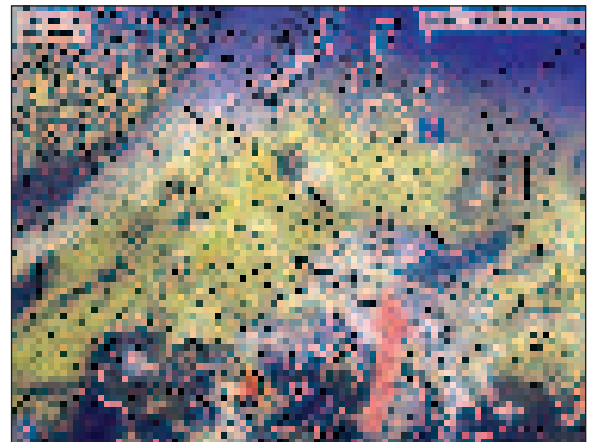
A felhőfizikai háttér

A hideg légrétegben kb. 200–300 m fölött fagypont alatt maradt a levegő hőmérséklete, ami 500–600 m fölött ismét pozitív hőmérsékletű lett (3. ábra). A meginduló csapadék záporos jellegű volt, vagyis ennek kialakulása nem egy keskeny rétegben, hanem az erőteljes fel- és leáramlások miatt a felhő egész vertikumában zajlott le. Mivel a hideg levegő felett kb. 2600 m magasságig pozitív volt a lég hőmérséklet a hulló nagyméretű cseppek mindenkép-



1. ábra. Budapest hegyvidéki területein is nagy jéglerakódás volt megfigyelhető, ami jelentős károkat okozott. A fotó 2014. december 3-án reggel készült (Putsay Mária felvétele)

pen víz formájában estek bele az alsó fagyott rétegekbe. Az ország keleti részén a hideg réteg vastagabb volt. Így fordulhatott elő, hogy a Bükkben 600 m magasságban (közel a hideg réteg tetejéhez) ónos eső volt, míg az alacsonyabb rétegekben (pl. Miskolcon) már fagyott esőt észleltek, mivel a hosszabb ideig hulló cseppekben közben megindult a fagyás. Az ország középső részén, így például a fővárosban a felszín közeli hőmérséklet fagypont felett volt, így ott 300 m alatt jégképződés nem fordult elő. Általában elmondható, hogy a talajfelszín hőmérséklete a legtöbb helyen fagypont fölött vagy akörül volt, így az oda hulló esőcseppek nem fagytak rá a felszínre, annál inkább a levegővel közvetlenül érintkező faágakra, illetve mütárgyakra.

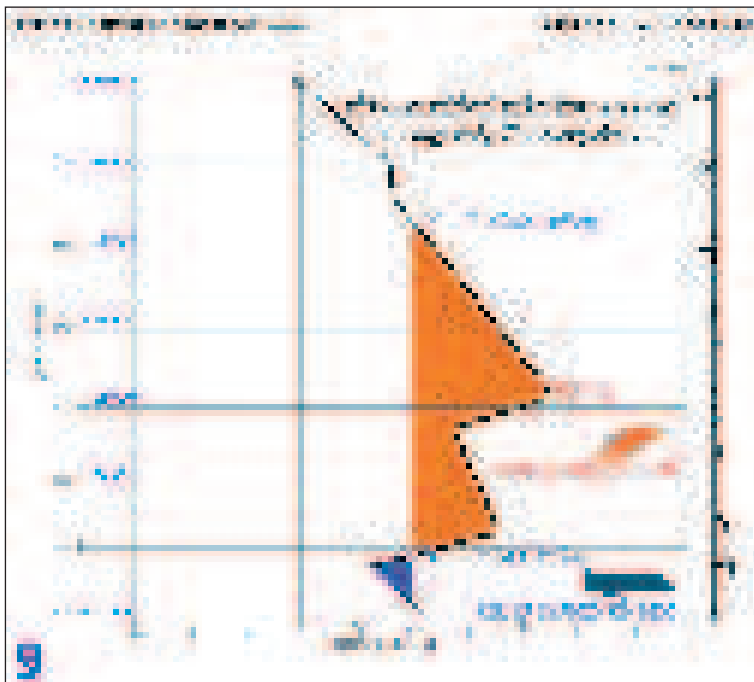


2. ábra. Műholdkép és nyomási analízis hétfő (2014. december 1.) délbén. Európa nagyobb részének időjárását egyetlen, nagyméretű ciklon (A) -anticiklon (M) pár alakítja. A talaj közelében hazánk fölé érkező hideg levegőt kék, a magasban érkező meleg légtömeg áramlását piros nyíl jelöli

Az ónos eső területi eloszlása

Összességében igen nagy mennyiségű csapadék esett. December elsején, főleg Pest és Komárom-Esztergom megyében,

több helyen 30 mm feletti csapadékot észleltek. A november 30-a és december 2-a között néhol 50 mm csapadék mennyiség is hullott le (4. ábra). Ez sok helyen eléri, vagy meg is haladja a decemberi átlagos havi csapadékösszegeket (például a Budapest Lőrinc állomásra vonatkozó 30 éves csapadékatlag decemberre 40 mm körüli). A csapadék intenzitása is időnként inkább a nyári záporokat, zivatarokat idézte, annak ellenére, hogy a hőmérsékleti rétegződés túlságosan stabil volt ahhoz, hogy önmagában vertikális konvekció (gomolyfelhő-képződés) alakuljon ki. Emiatt valószínű, hogy a ciklon melegfrontjának hatása mellett még egyéb légköri instabilitások is szere-

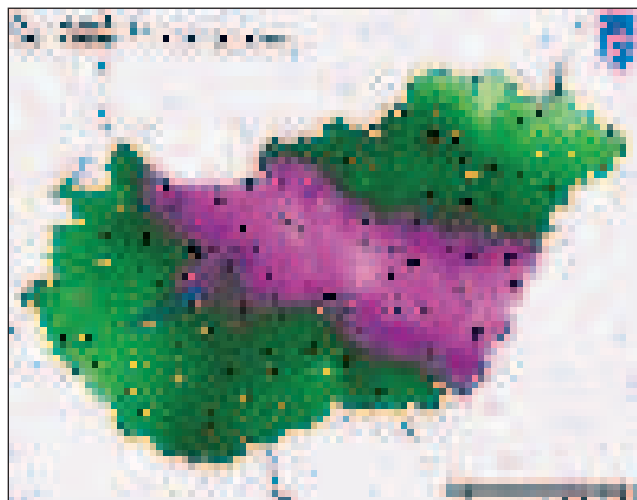


3. ábra. Budapesti rádiószondás mérés hétfő 12 UTC időpontban. A Budapest Pestszentlőrincről indított szonda méréshez képest a Dunazug-hegységben kissé magasabban volt a negatív hőmérsékleti tartomány felső határa

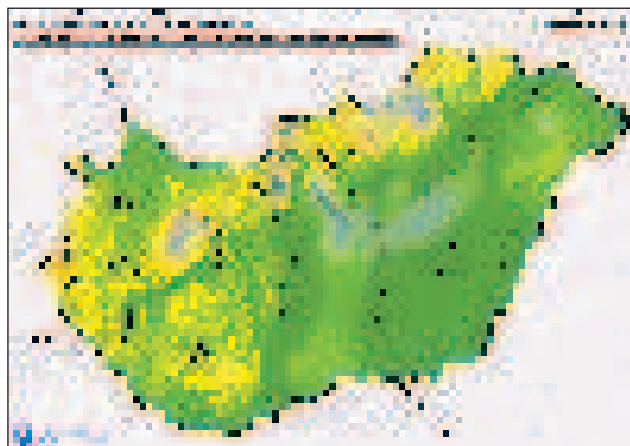
eloszlása azonban csak közvetlen megfigyelésekkel, a káresemények, erdőkárok felmérésével lehetséges.

Légtömegek eredete

Felvetődik a kérdés, hogy az áramlatokat időben több napra és nagyobb távolságokra visszavezetve honnét eredhettek a nagymennyiségű csapadékot, illetve talajszinti lehűlést okozó légtömegek. November végén az Atlanti-óceán térségéből Észak-Afrika fölé helyeződő ciklonok áramlási rendszere szokatlanul délre nyúlt le, és ez megmozgatta a sivatagi övtől délre levő nagy nedvességtartamú trópusi légtömegeket is. Fokozatosan kialakult a Szahara fölött áthúzódó „nedvesség híd”, amely



4. ábra. Csapadékösszeg vasárnap (2014. november 30.) déltől kedd (2014. december 2.) délig. A Komárom – Budapest – Szolnok – Körösök-vidéke tengelyben 30–40 mm, néhol 50 mm feletti csapadék hullott



5. ábra. A hétfőn ónos esővel leginkább érintett térségek a meteorológiai mérések (csapadék és hőmérséklet), illetve ezek reanalízisei alapján (kék árnyalatok). A negatív hőmérséklet melletti jelentős csapadék leginkább Pest megye magasabban fekvő területeire korlátozódik (Gödöllői-dombság, Budai-hegység, Dunazug-hegység, Börzsöny)

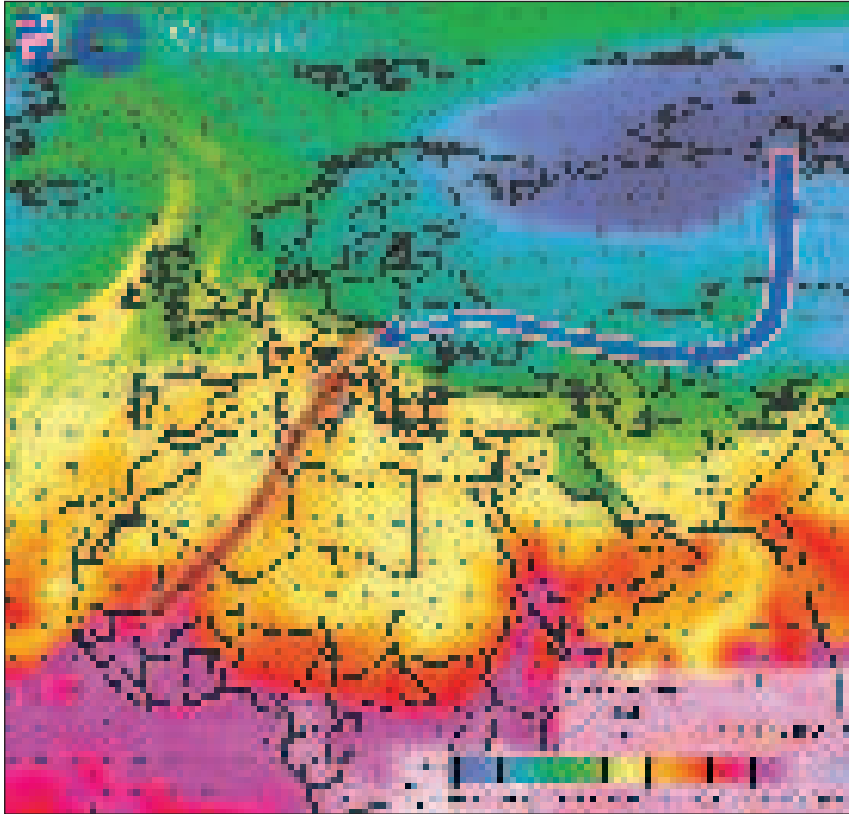
pet játszhattak az erős feláramlások és heves csapadék kialakulásában (pl. az úgynevezett szimmetrikus instabilitás, ami erős, ferde áramlást tud létrehozni).

A nagy mennyiségű csapadéknak és tartós fagypont alatti hőmérsékletnek köszönhetően komoly tömegű jeges lerakódás alakult ki, nemcsak a sokszor említett Pilisben és Budai-hegységben, vagy a Gödöllői-dombságban, hanem a Gerecsében, a Börzsönyben, a Mátrában és a Bükkben is.

A meteorológiai mérési információk alapján még utólag is igen nehéz rekonstruálni az ónos esővel és az ebből fakadó nagyobb jegesedéssel érintett területeket. Az utólagos analízisek alapján a negatív hőmérséklet mellett hulló csapadékösszeg viszonylagos jó összhangban van a leginkább sújtott térségek területével (5. ábra). A helyi sajátosságoktól, domborzattól igen érzékenyen függő jegesedés mértéke, annak területi

a légköri hőmérsékletet és nedvességet egyaránt leíró ún. ekvivalens potenciális hőmérséklet mezejében is jól látható (6. ábra).

A Földközi-tenger nyugati medencéjében örvénylő ciklon keleti oldalán a trópusi eredetű légtömeg először a mediterrán térséget, majd Közép-Európát érte el és felsiklott az itt található talajközeli hideg légtömegekre. A felsikló meleg légtömeg specifikus nedvességtartalma a



6. ábra. Szibériai és afrikai légtömegek találkozása a Kárpát-medence felett. Ekvivalens potenciális hőmérséklet 850 hPa (kb. 1,5 km) nyomásszint magasságon. A magas értékek a meleg, nedves, az alacsony értékek a hideg levegőtömegeket jellemzik. A nyilak mutatják a trajektóriaszámításokon alapozott, magasabb légköri meleg, illetve a talajhoz közeli hideg levegő áramlását. Az ábra az ECMWF modell 2014. december 1. 03 UTC-re vonatkozó előrejelzése alapján készült

3000 m körüli (700 hPa) magasságokban térségünk fölé érve 4 g/kg körül alakult, ami télen szokatlanul magas, és éles határ alakult ki az északi hideg, száraz, és a déli meleg, nedves levegő között.

A trópusi eredetű levegő áramlása nemcsak a magas nedvességgel és csapadékmennyiséggel függött össze, hanem valószínűleg befolyásolta a mediterrán ciklon élettartalmát és intenzitását is. Kimutatható, hogy a mérsékelt övi ciklonok kialakulásában az egyik meghatározó tényező, hogy rendelkezésre áll-e elegendő nedvesség (ami gyakran pont a trópusi övezetből származik).

A talajhoz közeli hideg levegő áramlását Észak-Oroszország térségére lehet visszafelé követni. Egyes globális modellek kimeneteiből számított levegőrészecske-trajektóriák a felszín közeli levegő eredetét egészen Szibéria térségére vezetik vissza. Bár a trajektóriaszámítások nem egészen pontosak (a légtömegek jellemzői útjuk során sokat változnak, illetve a szomszédos levegőrészek keverednek is egymással), ez összhangban van azzal, hogy

Szibéria felett a téli félév a szokásosnál is zordabb időjárással kezdődött.

Összefoglalás

A 2014. december elseji ónos eső sok szempontból is különleges időjárási körülmények együttes hatásaként jött létre. Az egyenlítői meleg, nedves levegő, amely a sivatagon keresztül érkezett Közép-Európába, a sarkvidéki hideg talaj közeli beszivárgása, valamint speciális légköri instabilitási formák együttes hatása keltette a rendkívüli időjárást. Az intenzív ónos eső ugyanakkor vertikálisan csak egy keskeny zónát sújtott, a 300–800 m közötti magasságban található területeket. A nagy mennyiségű csapadék elsősorban a levegővel közvetlenül érintkező fákra, oszlopokra és távvezetésekre tudott ráfagyni, így a hegyvidékek és dombok erdőiben, valamint oszlopokban és távvezetékben okozott hatalmas károkat. ↗

KOLLÁTH KORNÉL–HORVÁTH ÁKOS–SIMON ANDRÉ–NAGY ATTILA

E számunk szerzői

DR. CSABA GYÖRGY professzor emeritus, Semmelweis Egyetem, Genetikai, Sejt- és Immunbiológiai Intézet, Budapest; FARKAS CSABA újságíró, Szeged; DR. FREY SÁNDOR főtanácsos, Földmérési és Távérzékelési Intézet, Budapest; GERHÁTNÉ DR. KERÉNYI JUDIT meteorológiai fejlesztő, Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest; KOLLÁTH KORNÉL MSc., meteorológus, Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest; DR. HORVÁTH ÁKOS, Országos Meteorológiai Szolgálat, Siófok; DR. HARANGI SZABOLCS tszv. egyetemi tanár, kutatócsoport-vezető, MTA-ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport, Budapest; DR. HOLLÓSY FERENC biológus, Budapest; KOVÁCS GERGELY KÁROLY agrármérnök, a „VÖLGY-HÍD” Természetvédelmi Alapítvány elnöke, Székesfehérvár; DR. KAPRONCZAY KATALIN könyvtári osztályvezető, Semmelweis Orvostörténeti Múzeum, Könyvtár és Levéltár, Budapest; DR. KELLERMAYER MIKLÓS egyetemi tanár, Semmelweis Egyetem, Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet, Budapest; LADÁNYI LÁSZLÓ geográfus, Budapest; DR. MATOS LAJOS szívgyógyász, Szent János kórház, Budapest; NAGY ATTILA meteorológus Országos Meteorológiai Szolgálat, Siófok; DR. PÉCZ BÉLA, a fizikai tudományok doktora, az MTA Energiatudományi Kutatóközpont Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet igazgatóhelyettese, Budapest; DR. SIMON ANDRÉ PhD. meteorológus, Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest; DR. SÜMEGI PÁL tanszékvezető egyetemi tanár, Szegedi Tudományegyetem Földtani és Őslénytani Tanszék, Szeged; TRUPKA ZOLTÁN tudományos újságíró, Székesfehérvár.

Márciusi számunkból

Pályi Bernadett–Kis Zoltán: Az Ebolajárvány

Küttel Ágnes: Felfedezték az agy meghatározó rendszerét. A 2014. évi orvosi Nobel-díjasok

Rybach László: A geotermikus energia kilátásai

Lukácsi Béla: Múmiavilág. Beszélgetés Pap Ildikó muzeológussal

Karancsi Zoltán: A Vádi Rajan természetvédelmi terület

Pátkai Zsolt: 2014 őszének időjárása

Babinszki Edit: A Pannon-tó mocsárvilága
Kalotás Zsolt: Végveszélybe került a vadmacska