

# AZ ENSEMBLE KÖZÉPTÁVÚ ELŐREJELZÉSEKRE ALAPOZOTT KUTATÁSOK ÉS FEJLESZTÉSEK

Ihász István

Országos Meteorológiai Szolgálat, 1024 Budapest, Kitaibel Pál u. 1.  
e-mail: ihasz.i@met.hu

## Bevezetés

Az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSz) 1995 óta a középtávú (2–10 napos) előrejelzéseit döntően a Középtávú Időjárás Előrejelzések Európai Központja (European Centre for Medium-range Weather Forecasts, ECMWF) előrejelzései alapján készíti. Magyarország társult tagságából eredően széleskörűen használja az ECMWF adatarchívumot, valamint az ECMWF-ben kifejlesztett számítógépes szoftvereket. Az OMSZ-ban az ECMWF modellekre alapozva jelentős fejlesztői tevékenységet végzünk.

Az OMSZ honlapon megjelenő középtávú előrejelzési információk az ECMWF determinisztikus és ensemble modell előrejelzéseire épülve készülnek. Az ECMWF alapszerződés módosítását követően, 2010 júniusa óta lehetővé vált a társult országok számára a teljes jogú tagsági státusz elnyerése. Magyarország tagfelvételi kérelmének benyújtását az 1492/2011. (XII. 27) Kormány Határozat tette lehetővé: *“Magyarország Kormánya és a Középtávú Időjárás Előrejelzések Európai Központja (ECMWF) között Magyarországnak az ECMWF Egyezményhez való csatlakozásáról és az azzal kapcsolatos feltételekről szóló megállapodás szövegének végleges megállapítására adott felhatalmazásról”*.

## A Középtávú Időjárás Előrejelzések Európai Központja (ECMWF)

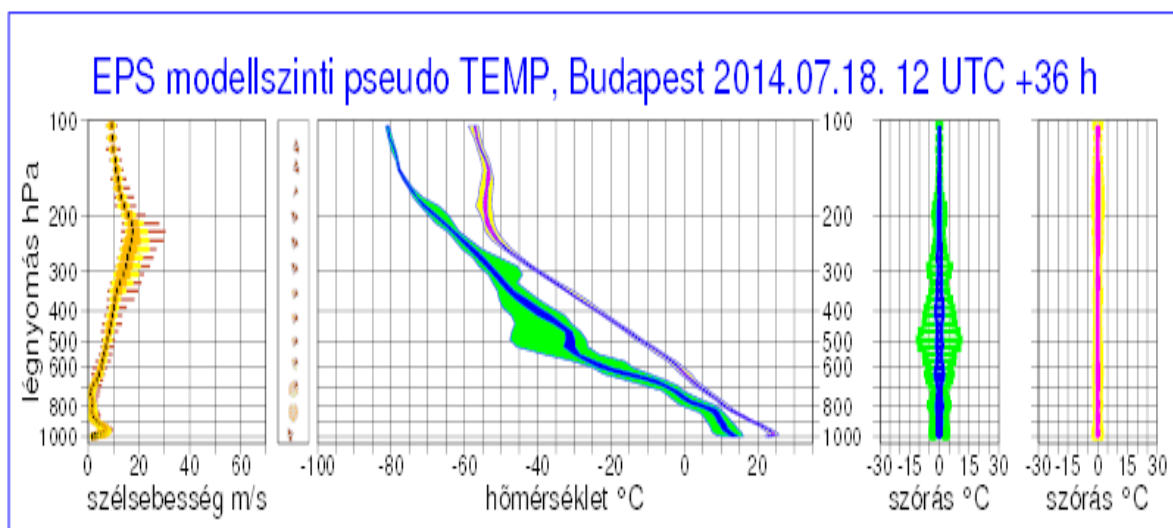
Az ECMWF 18 európai ország összefogásaként 1975-ben readingi (Nagy-Britannia) székhellyel alakult meg. Magyarország a közép-kelet európai országok közül elsőként pont húsz évvel ezelőtt (1994-ben) kötött együttműködési megállapodást a szervezettel (Kaba, 1995). A szervezetről az ECMWF idén áprilisban megújult honlapján (<http://www.ecmwf.int>) részletes információt találhatunk.

Az ECMWF modellek jellemzőiről az OMSZ honlapon az **OMSZ - Tevékenységek** pont alatt az **“ECMWF modellek alkalmazása”** alpontban átfogó képet kaphatunk. Jelenleg a nagy felbontású globális modell horizontális felbontása 32 km × 32 km, a vertikális szintek száma 137. A globális 51 tagú ensemble előrejelző modell horizontális felbontása 32 km × 32 km, a vertikális szintek száma 91. Emellett hetente kétszer 32 napos hosszúságú havi 51 tagú ensemble előrejelző modell, s havonta egyszer pedig 7 hónapos hosszúságú 51 tagú ensemble évszakos előrejelző modell fut. 2008 márciustól hetente egyszer – kalibrációs céllal – az aktuális ensemble modellel azonos paraméter beállítású 5 tagú 32 napos ún. reforecast ensemble előrejelzés is készül. A folyamatos modell fejlesztés eredményeként a modell analízisek és előrejelzések minősége nem homogén, hanem általában javuló. A hosszabb időszakot lefedő homogén adatsor előállítására érdekében ún. reanalízis készül. Napjainkban széleskörűen használt ERA Interim reanalízis a 2006-as modell verzió felhasználásával az 1979-től napjainkig tartó időszakot fedi le, s a jelenhez képest két hónap késleltetéssel folyamatosan bővül.

## Hallgatók részvétele a kutatásban és fejlesztésben a 2011 és 2014 közötti időszakban

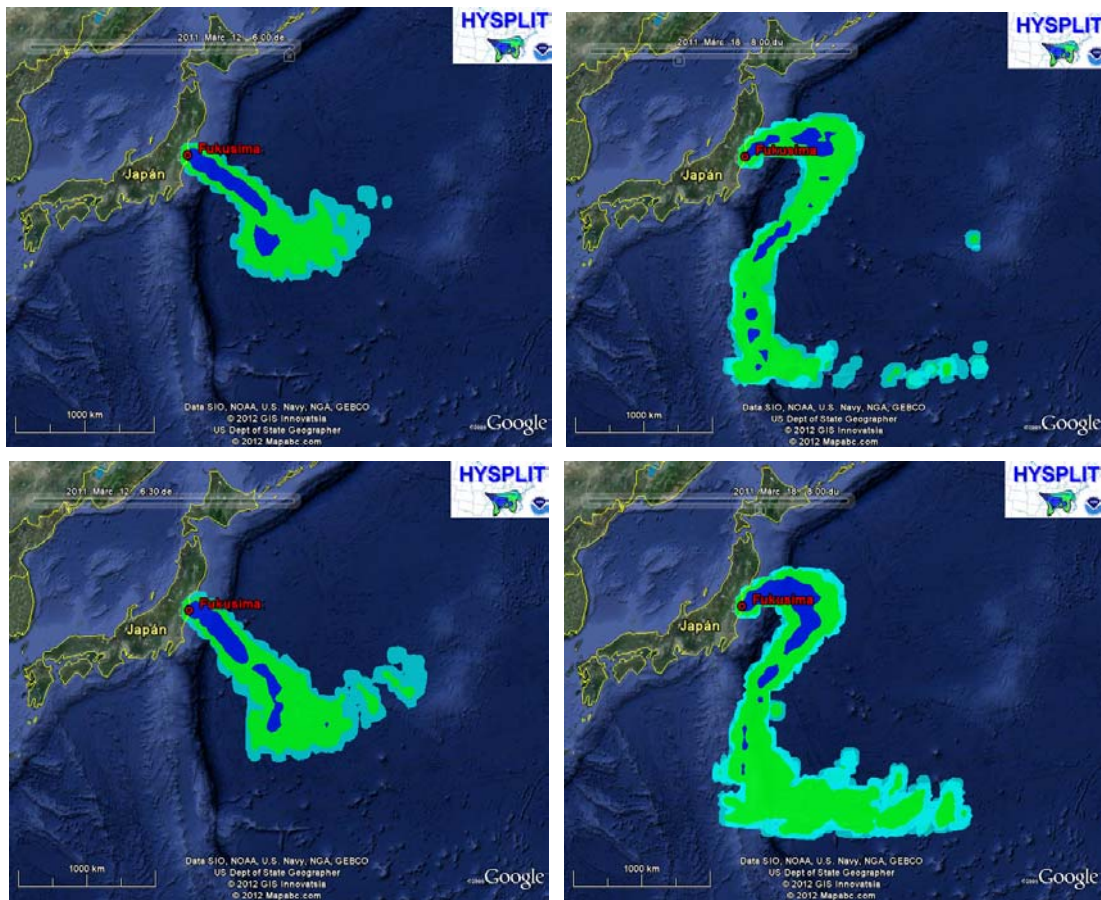
Magyarország 1994-es ECMWF társult taggá válása óta számos OMSZ-beli ECMWF vonatkozású fejlesztés történt (Ihász, 2010). A fejlesztések döntő többségben a Módszerfejlesztési Osztályon valósulnak meg. Az elmúlt évtizedben szakdolgozat, diplomamunka készítés illetve tudományos diákköri munka keretében mintegy 10 egyetemi meteorológus hallgató nagyon sikeresen, jelentős új értéket előállítva kapcsolódott be a munkába. A korlátozott terjedelmi lehetőségek miatt röviden a 2011 óta végzett munkákat tekintjük át.

**Ensemble vertikális metszet előállítása.** Az időjárás előrejelzés folyamatában a sikeres prognózis készítés érdekében a légkör háromdimenziós szerkezetének minél jobb ismerete szükséges. Az előrejelzés készítés során adott pontra vonatkozó ensemble meteogram és fáklya diagramot, valamint bizonyos főizobárszintekre vonatkozó térképes előrejelzéseket használnak. A fenti két módszer kombinálásával azonban nem minden időjárási helyzetben tudjuk kellő pontossággal nyomon követni a légköri változásokat, s becslést adni az előrejelzés bizonytalanságára. A fent említett problémára ad megoldást a teljesen új megközelítésű módszer, az ensemble vertikális profilok előállítása (Tajti, 2011; Ihász és Tajti, 2011). A módszerrel az elkövetkező 6 napban 3 órás időbeli bontásban finom függőleges felbontásban követhetjük nyomon a légköri változásokat (1. ábra).



1. ábra: 2014. július 18. 12 UTC készült +36 órás ensemble előrejelzés alapján Budapestre vonatkozó szélesség, szélirány, harmatpont és hőmérséklet paramétereket tartalmazó ensemble vertikális profil

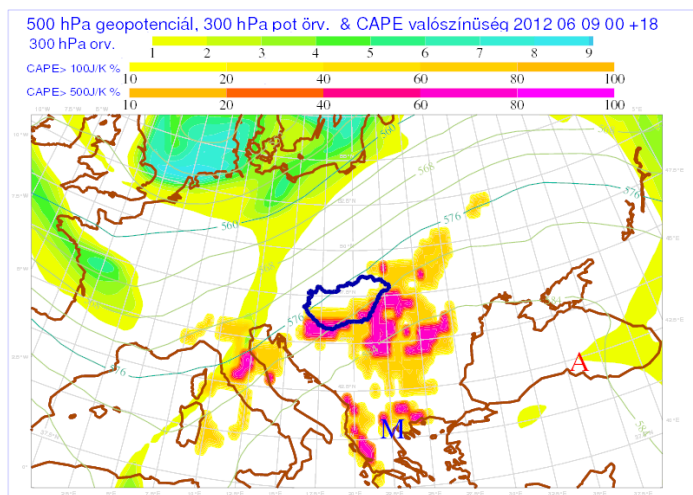
**Ensemble diszperziós modell vizsgálatok.** A meteorológiai szolgálatok fontos feladata az emberi tevékenységre nézve veszélyes természetes (pl. vulkáni hamu) valamint antropogén (pl. radioaktív anyag) szennyeződés terjedésének előrejelzése. A szennyeződés vizsgálatok során az alkalmazott diszperziós és trajektória modellek bemenő adata a numerikus időjárás előrejelző modellek által számított háromdimenziós légköri állapot. A legutóbbi időkig a diszperziós és trajektória modellek alapvetően a determinisztikus modellekre alapozódtak. Az OMSZ-ban 2011–2012-ben végzett úttörő tevékenység alapján ensemble előrejelzések clusterezése révén kapott cluster reprezentatív tagokra alapozott elemzéseket is végeztünk. Ily módon lehetővé vált gyors, hatékony és viszonylag kevés számítógép időt igénylő eljárással valószínűségi diszperziós és trajektória előrejelzéseket előállítani (2. ábra) (Sábitz, 2012).



2. ábra: A 2011. márciusi fukusimai atomerőmű baleset után a cézium-137 terjedési felhője 24 és 182 órával a kibocsátás után. Felül ERA Interim adatok alapján, lent az ECMWF EPS kontroll előrejelzések alapján, utóbbi esetben figyelembe véve a száraz és nedves ülepedést is (forrás: Sábitz, 2012)

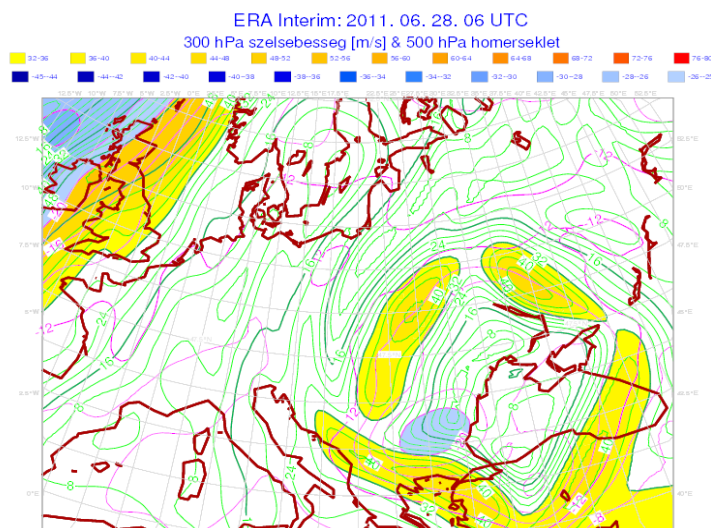
**Valószínűségi előrejelzések használata nyári konvektív időjárási helyzetekben.** A légköri konvekció szempontjából kiemelt jelentőséggel bíró három meteorológiai paraméter, CAPE labilitási index, az 500 hPa-os szint és a 10 m-es szint közötti szélnyírás, valamint a 850 hPa-os és 500 hPa-os rétegbeli relatív nedvesség statisztikai és szinoptikai jellemzőinek vizsgálatát tűztük ki célul (Lázár, 2012). Tízévnnyi adatsor statisztikai vizsgálatát követően új grafikus ensemble megjelenítési módszereket fejlesztettünk ki (Lázár, 2013). Négy grafikus ensemble megjelenítési mód együttes alkalmazásával öt intenzív konvektív esemény előrejelezhetőségét esettanulmányokban vizsgáltuk (3. ábra).

Meteorológiai szempontból a vizsgált esetek alapján megállapítható, hogy a szélnyírás a legjobban előrejelezhető paraméter. A relatív nedvesség előrejelzése többnyire szintén elég jó, de nagyobb bizonytalanság jellemzi. A legnehezebben előrejelezhető a CAPE labilitási index, gyakran mind térbeli s időbeli bizonytalanság jellemzi. Azaz a CAPE index középtávú (2-4 napos) előrejelzése nem mindig sikeres, de a figyelmeztető és veszélyjelzés során a valószínűségi CAPE index hasznos többlet információt jelenthet az operatív előrejelzésben. Emellett hasznos egyéb mezők valamint a CAPE valószínűségi mezők együttes vizsgálata (Lázár és Ihász, 2013).



3. ábra: 500 hPa geopotenciál magassága és a 300 hPa potenciális örvényesség eloszlása és az 100 és 500 J/kg-os értéket meghaladó CAPE index valószínűség 2012. június 9. 18 UTC-re vonatkozó előrejelzési térkép (forrás: Lázár, 2013)

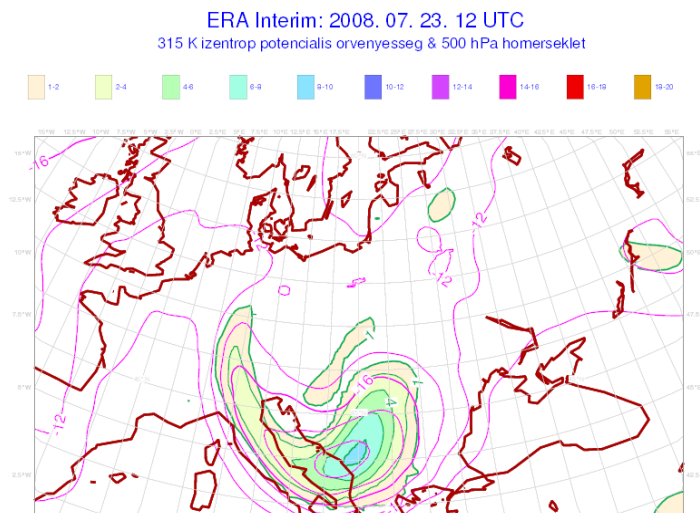
**Hidegcseppek vizsgálata az ECMWF ERA Interim reanalízis adatbázis valamint ensemble előrejelzések alapján.** A középtroposzférában, az 500 hPa-s szint környezetében esetenként analizálható hidegcsepp vagy hidegörvény heves légköri eseményeket, télen heves hózáporokat, nyáron zivatarokat, esetenként tornádót is tud okozni. Előrejelzésük, pályájuk pontos megadása gyakran nem könnyű feladat (Gaál, 2012). Vizsgálataink során tízenötvenyi, 1999 és 2013 közötti 150 hidegcseppes eset statisztikai vizsgálatát végeztük el. ECMWF ERA Interim reanalízis adatok felhasználásával meghatároztuk a hidegcsepp középpont körüli meteorológiai mezők jellemző struktúráját (Gaál, 2014a) (4. és 5. ábra). A kapott eredmények alapján objektív hidegcsepp felismerő algoritmust dolgoztunk ki (Gaál és Ihász, 2014a).



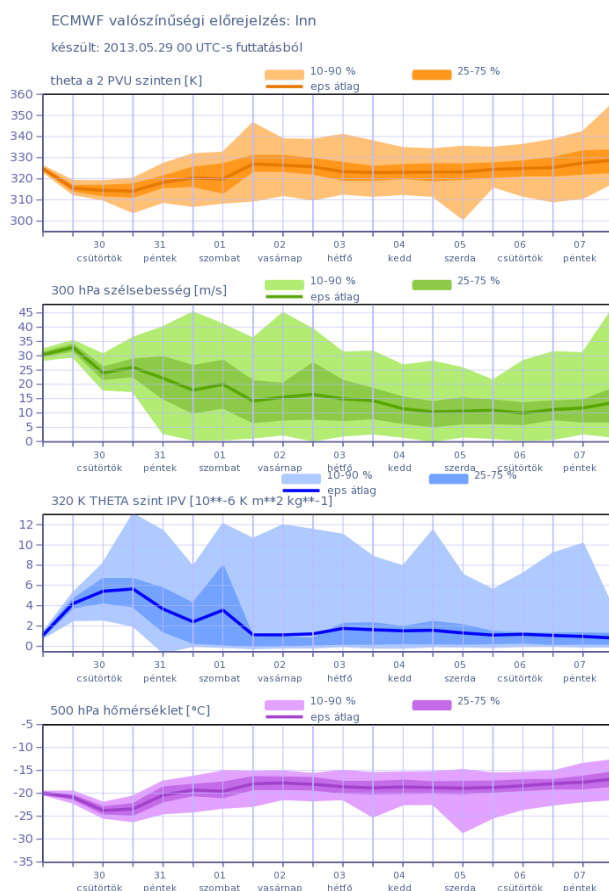
4. ábra: az 500 hPa-os hőmérsékleti mező és a 300 hPa-os szélesség mező kapcsolata a hidegcsepp életciklusának utolsó szakaszában (forrás: Gaál, 2014b)

Emellett az algoritmus eredményeként az előrejelzői munka könnyítése érdekében mind a determinisztikus, mind az ensemble előrejelzések esetében a hidegcseppes területek kijelölhetők (Gaál és Ihász, 2014b). Az operatív meteorológiai gyakorlatban eddig ritkán használt meteorológiai paraméterek: így a 2 potenciális örvényesség egység (PVU) poten-

ciális hőmérséklete, a 300 hPa-os szint szélessége és a 320 K izentróp szinthez tartozó potenciális örvényesség került megjelenítésre a hagyományosan használt 500 hPa-os szintű hőmérséklet mellett (Gaál, 2014b). Fejlesztő munkánk eredményeként 14 magyarországi településre és a 21 dunai-tiszai vízgyűjtőre a produktumok intraweben történő operatív elérhetősége megvalósult (6. ábra).



5. ábra: Az 500 hPa-os hőmérsékleti mező és a 315 K izentróp felület potenciális örvényesség mezeje (forrás: Gaál, 2014b)



6. ábra: Az Inn vízgyűjtő középpontjára készített 2 PVU potenciális hőmérséklet, 300 hPa-os szélesség, 320 K izentróp örvényesség, és 500 hPa hőmérséklet ensemble fáklja, az előrejelzés készítés ideje: 2013. május 29. (forrás: Gaál, 2014b)

## Összefoglalás

A dolgozatban az OMSZ Módszerfejlesztési Osztályán az elmúlt négy évben végzett diplomamunka, illetve tudományos diákköri dolgozatok alapján kitekintést adunk az OMSZ-ban folyó ECMWF vonatkozású kutatói, illetve fejlesztői tevékenységről. A dinamikus meteorológiai és numerikus modellezői háttér mellett a statisztikai és informatikai tudáson kívül előnyös, ha a szinoptikus meteorológiai ismereteket is jól tudjuk hasznosítani. Köszönetünket szeretnénk kifejezni a hallgatók lelkiismeretes munkájáért.

## Hivatkozások

- Gaál, N., 2012: Hidegcseppek vizsgálata Európa térségében az ECMWF ERA Interim reanalízis alapján. *Léggör*, 57, 61–67.
- Gaál, N., 2014a: A hidegcseppek dinamikai és szinoptikai vizsgálata Európa térségében az ECMWF ERA Interim reanalízis alapján. Tudományos diákköri dolgozat. ELTE Meteorológiai Tanszék, Budapest, 50p.
- Gaál, N., 2014b: A hidegcseppek dinamikai és szinoptikai vizsgálata az ECMWF ERA Interim reanalízis, valamint a determinisztikus és az ensemble előrejelzések alapján. Diplomamunka. ELTE Meteorológiai Tanszék, Budapest. 62p.
- Gaál, N., Ihász, I., 2014a: Predictability of the cold drops in the European area, study based on ECMWF deterministic and ensemble models. AS1.2: Numerical weather prediction, data assimilation and ensemble forecasting. (Z6 EGU2014-646). EGU 2013 poszter, Vienna, 28 April – 2 May 2014.
- Gaál, N., Ihász, I., 2014b: Evaluation of the cold drops based on ERA Interim and ECMWF's ensemble model over Europe. *Időjárás* (in press)
- Gaál, N., Ihász, I., 2014c: Predictability of cold drops based on ECMWF's forecasts over Europe. *ECMWF Newsletter*, 140. (in press).
- Ihász, I., 2010: Az ensemble középtávú előrejelzések alkalmazási lehetőségei. *Egyetemi Meteorológiai Füzetek*, 23, 126–131.
- Ihász, I., Tajti, D., 2011: Use of ECMWF's ensemble vertical profiles at the Hungarian Meteorological Service. *ECMWF Newsletter*, 129, 25–29.
- Kaba, M., 1995: Csatlakozásunk a Középtávú Időjárási Előrejelzések Európai Központjához. *Léggör*, 1995/4, 34.
- Lázár, D., 2012: Az ensemble előrejelzések használata veszélyes konvektív időjárás helyzetekben. Tudományos diákköri dolgozat. ELTE Meteorológiai Tanszék, Budapest. 64p.
- Lázár, D., 2013: Valószínűségi előrejelzések használata nyári konvektív időjárás helyzetekben. Diplomamunka. ELTE Meteorológiai Tanszék, Budapest. 90p.
- Lázár, D., Ihász, I., 2013: Application of new methods based on ECMWF ensemble model for predicting severe convective weather situations. EGU 2013 poszter, Vienna April 8–12. 2013.
- Sábitz, J., 2012: Ensemble clusterezés és terjedési modell eredményeinek összehasonlító vizsgálata. Diplomamunka. ELTE Meteorológiai Tanszék, Budapest. 61p.
- Tajti, D., 2011: Ensemble vertikális profilok sajátosságainak vizsgálata. Diplomamunka. ELTE Meteorológiai Tanszék, Budapest. 53p.