



## A 2022. augusztus 20-ai előrejelzések meteorológiai háttere

Szépszó Gabriella<sup>1</sup>, Csirmaz Kálmán<sup>1</sup>, Kardos-Várkonyi Anikó<sup>1</sup>, Lancz Dávid<sup>1</sup>, Simon André<sup>1,2</sup>, Fernando Prates<sup>3</sup>, Martin Belluš<sup>2</sup>, Michal Neštíak<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Országos Meteorológiai Szolgálat, szépszo.g@met.hu

<sup>2</sup>Slovenský hydrometeorologický ústav (Szlovák Hidrometeorológiai Intézet)

<sup>3</sup>European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (Európai Középtávú Előrejelző Központ)

DOI: 10.56474/legkor.2022.4.1

2022. augusztus 20-án olyan összetett folyamatok irányították térségünk időjárását, aminek köszönhetően még a 6–18 órás időtávra szóló előrejelzést is nagy bizonytalanság jellemezte, s az aznap estére szóló előrejelzések csak az időpont közeledtével lettek pontosabbak. Az egyes időjárási események és az arra vonatkozó előrejelzések értékelése nagyon fontos az adott prognózis háttérének megértéséhez, valamint a modellek fejlesztéséhez. Erre került sor 2022. november 24-én a Magyar Meteorológiai Társaság Légkördinamikai Szakosztályának előadó ülésén.

### Meteorological background of the forecasts on 20 August 2022

Weather situation on 20 August 2022 was governed by such complex processes, due to which the 6–18 hour range forecasts were characterized by large uncertainty and the numerical predictions for the evening became accurate only approaching the event. Evaluation of the individual weather situations and the corresponding forecasts are essential to understand the background of a given prognosis and to the model developments. The mini-symposium organized by the Atmospheric Dynamics Section of the Hungarian Meteorological Society on 24 November was dedicated to this detailed analysis.

### Bevezetés

Az időjárási helyzet nagyban meghatározza, milyen hosszú időtávra lehet megbízható előrejelzést készíteni. Számos időjárási esemény van, aminek a pontos bekövetkezési helyét és idejét még a legfejlettebb előrejelzési modellekkel sem

lehet mindig sikeresen előrejelezni. Ezekben az esetekben valószínűségi prognózisok kiadása szükséges, azaz a meteorológus szakember több modellkísérlet eredményét együttesen tekintve valószínűségek megadásával számszerűsíti az előrejelzés bizonytalanságát. A valószínűségek értelmezése igényli, hogy az információ

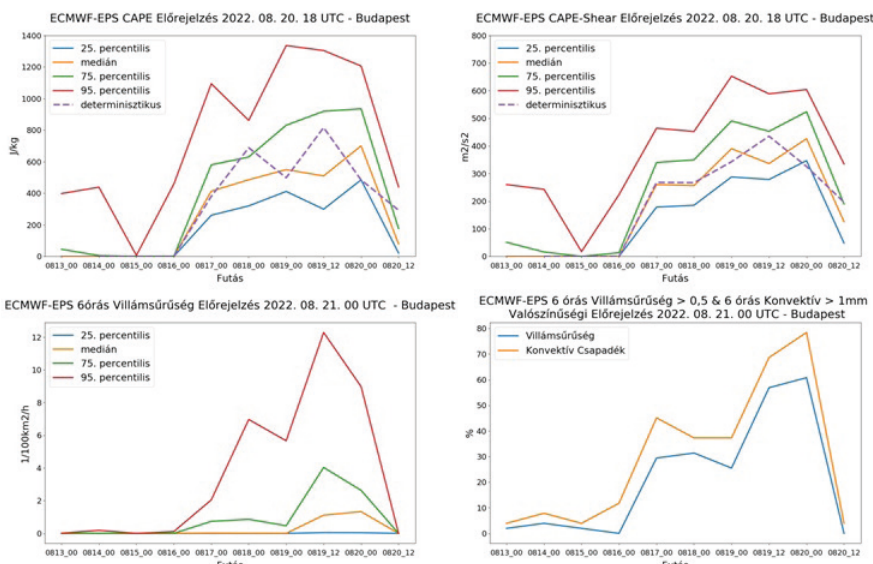
felhasználója aktívan részt vegyen a saját döntése meghozatalában, és átgondolja, számára milyen valószínűség esetén milyen döntési forgatókönyvek mellett „éri meg” letennie a voksát. A döntés esetenként eltérő, hiszen különböző helyzetekben más szempontok értékelődnek fel, és gyakran már alacsony valószínűség mellett is érdemes az esemény bekövetkezésére felkészülni.

Augusztus második felének időjárás-előrejelzéseit hazánkban minden évben kiemelt figyelem kíséri. Ennek oka, hogy az augusztus 20-ai nemzeti ünnepen országsszerte számos szabadtéri rendezvényt tartanak. Ezek „megkoronázása” a Budapesten 21 órakor kezdődő nagyszabású tűzijáték, ami számos látogatót vonz a fővárosból és vidékről egyaránt. Az ünnep biztonságos lebonyolításáért 2007 óta egy operatív törzs felel, melynek feladata, hogy az időjárás, a szervezési és egyéb körülményeket mérlegelve akár az utolsó pillanatban is döntsön egy-egy rendezvény megtartásáról. 2022-ben az operatív törzs aznap, helyi időben 12 órakor kezdődő ülésén az akkor rendelkezésre álló információk birtokában hozta meg döntését a budapesti tűzijáték elhalasztásáról.

Cikkünkben áttekintjük a 2022. augusztus 20-án és a megelőző napokon az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) által kiadott meteorológiai prognózis háttérét; megvizsgáljuk az előrejelzések bizonytalanságának forrásait az adott időjárás-helyzetben; bemutatjuk a felbocsátott extra rádiószondáknak az előrejelzés bevalására gyakorolt hatását; valamint arra is kitérünk, hogy az operatív törzs döntése után készülő modell-előrejelzések mennyiben módosították volna a délelőtti prognózist.

### A kiadott prognózisok előrejelzői háttere

A 2022. augusztus 20-ai időjárás-helyzetet egy markánsabb lefűződő magassági örvény határozta meg, amely centrumával tőlünk délnyugatra (Horvátország, Szlovénia, Ausztria térségében)



1. ábra. Az ECMWF nagyfelbontású, valamint 50+1 tagú ensemble előrejelzéseiből előállított konvektív paraméterek (CAPE; Konvektív Hozzáférhető Potenciális Energia, CAPE-Shear: a CAPE valamint a 925 és 500 mb-os szintek közötti szélességszorzata, 6-órás villámsűrűség és konvektív csapadék, illetve ezek valószínűsége) alakulása a budapesti rácspontra 2022. augusztus 20-án 18 UTC-re illetve a villámsűrűség és a csapadék esetében 21-én 00 UTC-re vonatkozóan az augusztus 13-i 00 UTC-s futástól az augusztus 20-i 12 UTC-s futásig.

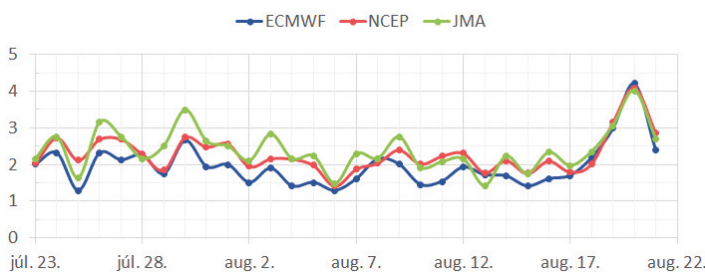
helyezkedett el. Az örvény előoldalán alacsonyabb szinteken délkeleties, keleties áramlással meleg, nedves levegő áramlását vártuk az ország fölé, miközben középszinteken markáns kvázi-geosztrófikus kényszert valószínűsített az Európai Középtávú Előrejelző Központ (ECMWF) aznap 00 UTC-kor indított nagyfelbontású előrejelzése.

A makroskálájú környezet tehát támogatta a konvekciót, emellett a zivatarhoz szükséges légköri hozzávalók is rendelkezésre álltak (többek között Budapest térségére is; 1. ábra): légköri instabilitás (számottevő hozzáférhető konvektív potenciális energia formájában), elegendő nedvesség (átmedvesedett légoszlop) és kellően erős emelés (több szintű, mély rétegekre kiterjedő összeáramlás, ami meghaladhatja a konvektív tiltást). A fő veszélyforrást a magas nedvességtartalom, és a nem túl nagy áthelyeződési sebesség miatt a felhőszakadás jelentette (nagyobb szemű jég és erős szélvihar kialakulását kevésbé támogatták a várt körülmények).

A várakozásoknak megágyaztak a korábbi modellfutások is. Először 17-én mutatkozott az ECMWF 50+1 tagú sokasági (ensemble) és

nagyfelbontású előrejelzéseiben szignifikáns jele annak, hogy a kérdéses napon érdemi konvekció várható. Eleinte csak néhány ensemble tag mutatott 20-án 12 UTC és 21-én 12 UTC között Budapestre számottevő csapadékot, majd az idő előrehaladtával egyre nagyobb lett ennek a szcenáriónak a valószínűsége. Az utólagos elemzések megmutatták, hogy a magassági örvény eltérő leírásának nagy szerepe volt az előrejelzés kimene- telében. 17-étől egymáshoz nagyon hasonló előre- jelzést mutattak más központok globális modelljei is, pl. a japán GSM vagy az angol UKMO és az amerikai GFS OMSZ által is használt futta- tásai. Az utóbbi kettő és az ECMWF 6-órás elő- rejelzéseinek troposzféra átlagolt hibája látható a 2. ábrán a meridionális szélkomponensre, mely- nek augusztus 20-ai értéke kiugróan magas volt mindegyik előrejelzés esetében.

Meridionális szél négyzetes hiba [m/s], Budapest (12843)



2. ábra. A mérések és a kezdeti feltétel előállításához használt háttér-előrejelzés eltéréséből számított napi átlagos négyzetes hiba a troposzféraiban a meridionális szélre Pestszentlőrincen 2022. július 23. és augusztus 21. között az európai ECMWF, az amerikai NCEP (National Centers for Environmental Prediction) és a japán JMA (Japan Meteorological Agency) globális modellfuttatásaiban.  
Forrás: <https://wdqms.wmo.int>.

A középtávú előrejelzéseket adó globális modellfuttatásokon kívül az OMSZ előrejelzői többféle korlátos tartományú rövidtávú modellfut- tatást is használnak a munkájuk során. Az AROME modellel 2,5 km-es felbontáson készülnek 2-napos előrejelzések, melyek számára a tartomá- nyon kívül zajló folyamatok leírását az ECMWF 6 órával korábbi előrejelzései biztosítják (oldalsó határfeltételek formájában). A modellel 3-órán- ként futtatunk friss előrejelzéseket a lehető legtöbb lokális mérés felhasználásával. 20-án délelőtt 12 óráig a regionális modellfuttatások

közül a 0, a 3 és a 6 UTC-kor induló előrejelzések álltak az előrejelzők rendelkezésére. Ezek ered- ményei összhangban voltak a globális modellek eredményeivel. Így ehhez igazodtak az OMSZ által kiadott közép- és rövidtávú előrejelzési, majd a veszélyjelzési produktumok is: 17-e előtt még csak néhol, ezt követően viszont már több- felé komoly zivatarokat prognosztizáltunk 20-ra, Budapestre pedig a tűzijáték tervezett időpontjá- ban 80–90% eséllyel csapadékot és zivatart.

Egy konvektív jellegű időjárási esemény bekövetkezése előtt 1–3 órával már inkább a nowcasting eszközök lesznek a meghatározóak az előrejelzésben. Ez egyaránt jelenti az ultrarövidtávú előrejelzést a legelső zivatar-cella kipattanásra vonatkozóan, valamint a már kialakult képződmények követését. A konvektív folyamatok követése a műhold-, radar- és villámadatok együttes kiértékelésével történik, ehhez viszont már szükség van a cellák megjelenésére. Azt viszont, hogy a konvektív események hol és mikor jelennek meg először, a bekövetkezés előtt 1–3 órával csak a már említett légköri hozzávalók alapos felmérésével lehet megválaszolni. Ezt a döntést támogatják az ECMWF előrejelzési mezők, valamint a 10-perces felszíni mérések összefésülését követően újraszámolt konvektív paraméterek ún. konvektív analízisek formájában. A kérdéses napon ezen analízisek ultrarövidtávon azt a forgatókönyvet támogatták, hogy érdemi konvekció Budapest térségében nem fog kialakulni (divergens szélmező, szerény labilitás, számottevő konvektív tiltás mellett), a veszélyjelző szolgálat által kiadott riasztások pedig ennek megfelelően alakultak (már délután a citrom helyett zöld fokozat lépett érvénybe a térségben).

### A rendkívüli rádiószondás mérések előre- jelzésre gyakorolt hatása

A légkör magasabb rétegeinek feltérképezé- sére az OMSZ minden nap 00 és 12 UTC-kor ballonos szondát enged fel Budapestről és Sze- gedről. A rádiószondás mérések egyrészt infor- mációt adnak a légkör aktuális állapotáról egy adott térség felett, másrészt az előrejelzések kez- deti feltételébe való asszimilációjukkal a többi

meteorológiai mérésel együtt hozzájárulnak a pontosabb légköri analízis és ezáltal megbízhatóbb előrejelzések készítéséhez. Az előrejelzők munkáját segítő mindkét helyszínen további rádiószondás mérések készültek augusztus 19-én 06 és 18 UTC-kor, illetve 20-án 06 és 14 UTC-kor. A rendkívüli szondák adatai mind az ECMWF, mind az AROME asszimilációs rendszerébe bekeverültek. Az előrejelzésekre gyakorolt hatásukat az operatív törzs döntése előtt elkészült legfrissebb modellfuttatáson, az AROME augusztus 20-i 06 UTC-s előrejelzésén keresztül mutatjuk be.

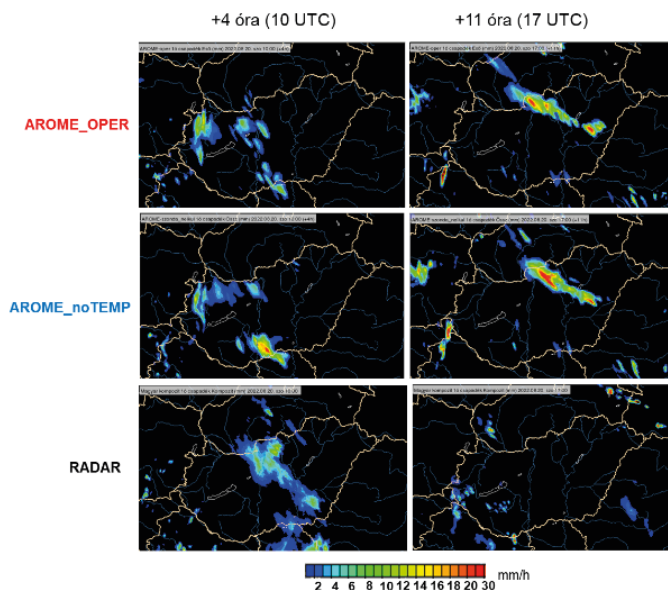
A vizsgálat során két kísérletet futtattunk, melyek a rádiószondás adatok adatasszimiláció során való felhasználásában tértek el:

1. Az AROME\_noTEMP csak a reguláris rádiószondák adatait tartalmazta;
2. Az AROME\_OPER az összes fent felsorolt rádiószondás adatot tartalmazta.

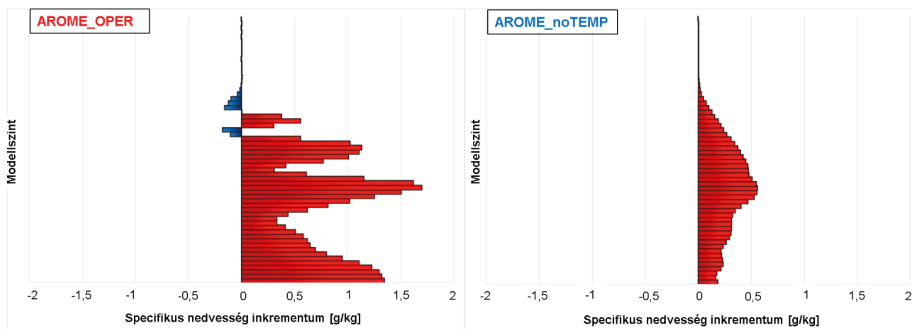
A kezdeti feltétel kiértékelése során annak a (korábbi előrejelzésből származó) háttérmezőtől vett eltéréseit, azaz az analízis-inkrementumokat vizsgáltuk. Az AROME\_OPER kezdeti időpontjában (20-án 06 UTC-kor) sokkal nagyobb pozitív inkrementumok jelentek meg a specifikus nedvességben Budapest felett, mint az AROME\_noTEMP esetében (3. ábra). Tehát az új méréseknek köszönhetően több nedvesség került az analízisbe, különösen a felszín közelében, valamint a 700 és 500 hPa-hoz közeli modellszinteken.

A többlet nedvességnek pozitív hatása volt az előrejelzési időtáv elején: például a 4-órás előrejelzésnél a déli határ menti csapadékgóc gyengébb

az AROME\_OPER-ben, és ezáltal közelebb áll a valósághoz, mint az AROME\_noTEMP. Ugyanakkor az ezt követő órákban már nem látható érdemi javulás, csupán a csapadékmező struktúrájában illetve elhelyezésében volt kisebb eltérés (4. ábra).



4. ábra. Az AROME\_OPER és az AROME\_noTEMP 1-órás csapadékösszeg előrejelzései, és az 1-órás csapadékösszeget megjelenítő korrigált radar mezők 2022. augusztus 20-án 10 és 17 UTC-re.



3. ábra. A kezdeti feltétel és a háttérmező eltérése a specifikus nedvességre Budapest felett az egyes modellszinteken 2022. augusztus 20-án 06 UTC-kor, balra illetve jobbra: az extra rádiószondás adatokat tartalmazó AROME\_OPER illetve ezeket nem tartalmazó AROME\_noTEMP.

Összességében elmondható, hogy egy-egy extra mérés a kezdeti feltételekben elsősorban az előrejelzési időtáv elején javítja az előrejelzéseket. A későbbi időtávokon együttesen érvényesül a kezdeti feltétel és az oldalsó határ-

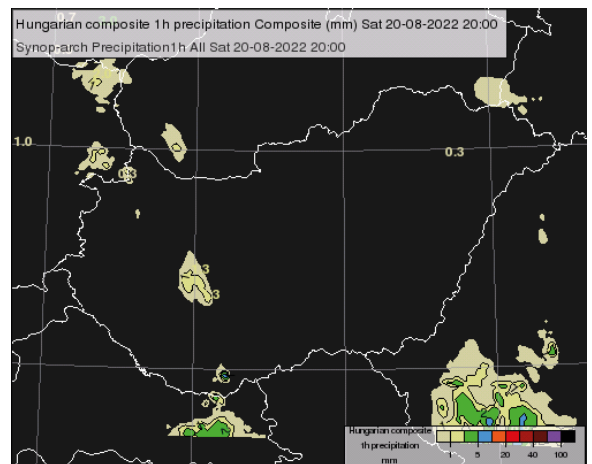
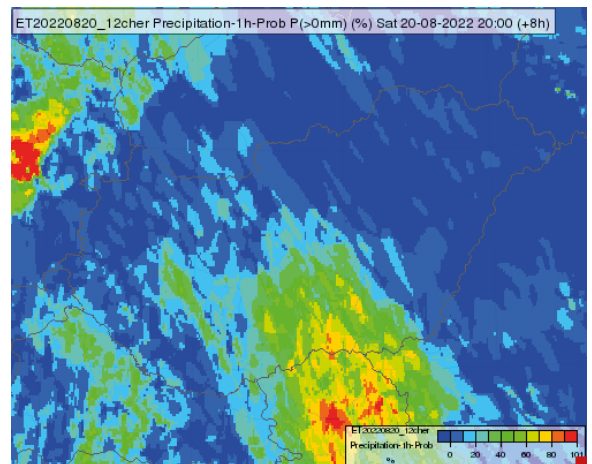
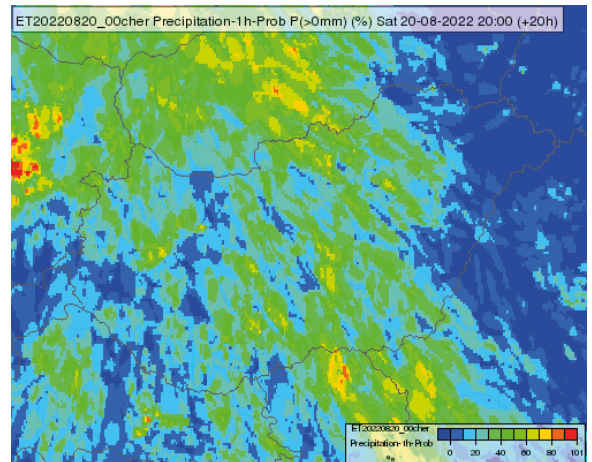
feltételek hatása. A határfeltételeket a 06 UTC-kor induló operatív AROME előrejelzések számára a 00 UTC-s nagyfelbontású ECMWF előrejelzések szolgáltatták, s ugyanezt használjuk az előrejelzés kiindulási állapotának meghatározásakor. Modellkísérletek segítségével megvizsgáltuk, hogyha a határfeltételeket az elméletileg

lehetséges legpontosabb módon adjuk meg (azaz modell-analíziseket használunk, ami az operatív gyakorlatban nem lehetséges), a kezdeti feltétel pontatlansága még ekkor is 12–15 órán keresztül hatással lett volna az előrejelzésre az augusztus 20-ai időjárási helyzetben.

### A rövidtávú ensemble előrejelzések hozzáadott értéke

Az ECMWF középtávú valószínűségi előrejelzései mellett az AROME modellen alapuló korlátos tartományú ensemble rendszer (AROME-EPS – Ensemble Prediction System; *Jávorné Radnóci et al., 2020*) is támogatja az OMSZ-ban folyó előrejelző munkát. Az AROME-EPS az ECMWF ensemble előrejelzések perturbálatlan (kontroll) tagjának és első 10 perturbált tagjának dinamikai leskálázásával áll elő kétnapos időtávra, naponta kétszer frissítve. Ez az előrejelzés-együttes elsősorban a nagyskálájú kezdeti és határfeltételekből származó bizonytalanságot reprezentálja. A bizonytalanság lokális jellemzőinek figyelembevételére többféle technika lehetséges, melyek közül az ensemble adatszimulációs módszer a kezdeti állapot leírásánál használt mérési hibák reprezentációjára alkalmas. Az OMSZ-nál 2022 novemberében tesztelés alatt álló AROME-EDA (EDA – Ensemble Data Assimilation) rendszerben a kontroll tag kezdeti feltételét lokális adatasszimilációval állítjuk elő, s a mérések hibahatáron belüli perturbációjával 10 további analízist készítünk. Az előrejelzés során az oldalsó határfeltételeket változatlanul az ECMWF ensemble előrejelzések kontroll tagja és első 10 perturbált tagja biztosítja. Bár augusztus 20-án az AROME-EDA még nem volt elérhető az előrejelzők számára, érdemes megvizsgálni, hogy az általa nyújtott előrejelzés hasznos lett volna-e a prognózis kiadásánál.

A 00 UTC-kor indított AROME-EDA az előrejelzés kezdeti óráiban az operatív AROME-EPS-nél jobb előrejelzéseket adott (pl. csapadéokra), az időtáv későbbi részén ugyanakkor nem tudta ezt az előnyt megtartani: jelentős valószínűséggel jelzett előre csapadékot és nagy szellőkést az esti órákra (5. ábra). Így ennek



5. ábra. 2022. augusztus 20-án helyi időben 21 és 22 óra közötti csapadékhullás valószínűsége (%) az AROME-EDA 00 (fenn) és 12 UTC-kor (középső) induló előrejelzésének eredményei alapján, és 21 és 22 óra között hullott csapadékmennyiséget (mm) megjelenítő radar mező (lenn).

alapján a 00 UTC-kor indított AROME-EDA eredményei nem módosították volna az eredeti prognózist. Más a helyzet viszont a 12 UTC-kor induló AROME ensemble előrejelzésekkel: a frissebb előrejelzés ugyanis már nem jelzett jelentős szellőkést és csapadékot este a főváros környezetében. Ez részben annak is köszönhető, hogy a 12 UTC-kor induló regionális előrejelzések számára a határfeltételeket már a 06 UTC-kor készülő, frissebb globális előrejelzések biztosítják. A 12 UTC-kor induló regionális előrejelzések futása 15:30 UTC-kor fejeződik be, így helyi időben 17:30-kor ezek rendelkezésre álltak.

## Az előrejelzést meghatározó folyamatok

Az ensemble előrejelzések arra is lehetőséget adnak, hogy segítségükkel azonosítsuk azokat a folyamatokat, amelyek az adott időjárási helyzetet meghatározták. A Szlovák Hidrometeorológiai Intézetnél 2020 óta használják a 16+1 tagú A-LAEF (Belluš et al., 2022) rendszer valószínűségi előrejelzéseit. A rendszer a korlátos tartományú ALADIN modell ALARO-1vB konfigurációján (Termonia et al., 2018) alapszik, dinamikája hidrosztatikus, horizontális felbontása 4,8 km. A határfeltételeket az ECMWF ensemble előrejelzéseinek kontroll és első 16 perturbált tagja szolgáltatja számára, míg az előrejelzési bizonytalanság jellemzőit többek között a kezdeti feltételekben használt mérések és a fizikai parametrizációs tendenciák perturbálásával veszik figyelembe. Ezenkívül az SHMÚ operatív hidrosztatikus ALADIN/SHMU (Derková et al., 2017), valamint a tesztjellegű nem-hidrosztatikus (Simon et al., 2021) előrejelzései lettek felhasználva az esetek tanulmányozása során.

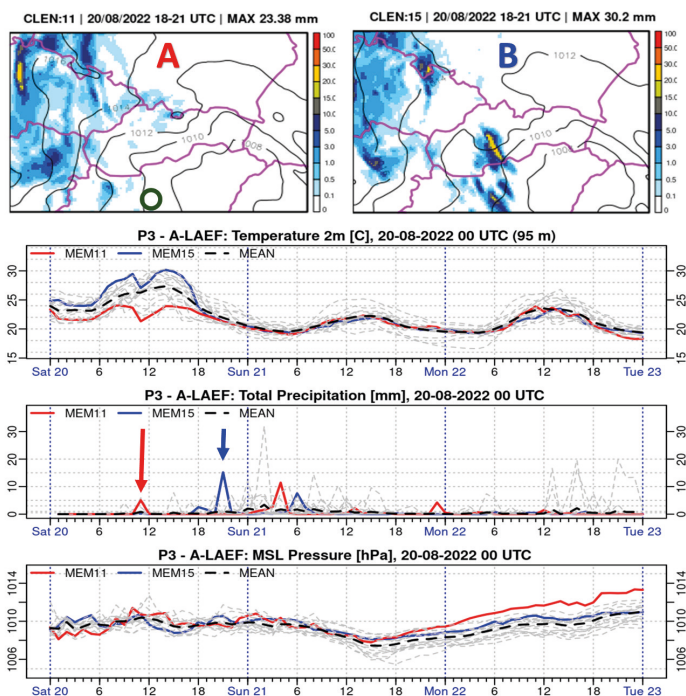
Az A-LAEF 2022. augusztus 20-ra vonatkozó ensemble előrejelzéseit (6. ábra) négy kategóriába lehetett sorolni:

A. A modell előrejelezte az augusztus 20-i délelőtti mezoskálájú konvektív rendszert és az ezt követő lehülést Magyarországon középső és keleti részében, az esti órákban már nem jelent meg heves csapadék ezen a területen.

B. Hiányzott a délelőtti csapadék és a lehülés, viszont néhol jelentős csapadék lett előrejelezve az esti órákra, ami végül nem következett be.

C. Egész napon át nem volt a térségben számottevő (5 mm feletti) csapadék.

D. Délelőtt és este is heves esőre lehetett számítani.



6. ábra. Az A-LAEF EPS rendszer augusztus 20-án 00 UTC-kor indított előrejelzései. Balra fent: az A-kategóriába tartozó 11. ensemble tag 3-órás csapadék előrejelzése (mm) 20-án 18 és 21 UTC között. A kör mutatja a lenti fátyladiagramokhoz kiválasztott pont helyét. Jobbra fent: a B-kategóriába eső 15. ensemble tag előrejelzése azonos időszakra. Lent: az ensemble előrejelzésekből készített fátyladiagram 2-méteres hőmérsékletre, csapadékra és átlagos tengerszinti nyomásra. A 11. tag, a 15. tag és az ensemble átlag rendre piros, kék és fekete színnel lettek kiemelve. A 11. tagban a 20-ai délelőtti és a 15. tagban az esti csapadékot nyilak jelölik.

Az augusztus 19-én és 20-án 00 UTC-kor induló futásokban az A-kategória előfordulása 31,3% volt, a B-kategóriánál 43,8%, a C-kategóriánál 21,9% és a D-kategóriánál 3,1% volt a gyakoriság. Hasonló arányokat lehetett tapasztalni más korlátos tartományú vagy globális modellek előrejelzéseiben is, határozottan nem lehetett

kimutatni bizonyos konfiguráció (pl. egy konkrét fizikai parametrizációs beállítás) szisztematikus előnyeit vagy hátrányait.

Az A- és B-típusú előrejelzések között elsősorban a vertikális hőmérsékleti gradiensben található számottevő különbségek. Az A-forogatókönyvben és a 2022.08.20. 00 UTC-s futások analíziseiben feltételeesen labilis rétegződés volt kimutatható: 8 K/km gradiensekkel a 925 és 600 hPa közötti rétegben Szerbia és Dél-Magyarország felett, ami kedvező lehetett a délelőtti konvektív rendszer kialakulása során. A B-kategória előrejelzéseiben az éjszakai labilitás gyengébb volt és a konvekció fejlődése a balkáni térségben (Horvátország, Bosznia-Hercegovina, Szerbia felett) eltért a megfigyelésektől. Ezek a változások kihatással voltak a későbbi, huszadikai délutáni és esti hőmérsékleti és instabilitási viszonyokra a modell előrejelzésekben.

Emiatt valószínű, hogy az augusztus 20-ra vonatkozó numerikus modell előrejelzések bizonytalansága nem csupán lokális körülményekre (rétegződés labilitására, emelésre) vezethető vissza. A csapadék kialakulása számos korábbi és néha hosszú (több száz kilométer) útvonal mentén zajló eseményektől (zivatarcellák fejlődése, kifutószelek) függött, ami nagyon érzékennyé tette az előrejelzés kimenetelét a legkisebb eltérésekre is a modellanalízisben, a peremfeltételekben vagy a fizikai parametrizációk beállításában.

### Összefoglalás

2022 augusztusának második felében egy hosszan tartó száraz időszak ért véget, amikor egy csapadékot hozó frontrendszer haladt át a kontinens középső részén. A különböző globális modellek középtávú előrejelzései augusztus 17-étől egyöntetűen nagymennyiségű csapadékkal járó intenzív konvektív események bekövetkezését valószínűsítették hazánkban 20-ára, és még az aznap reggeli globális és regionális modell-előrejelzések is egyértelműen ezt a forgatókönyvet támogatták. A 20-án délelőtt felbocsátott rendkívüli rádiószonda, illetve a környező felszállások adatai ugyan már a korábbi előrejelzésektől eltérő képet mutattak, ez a hatás viszont csak később

futott át a teljes előrejelzési láncon: a globális modellek 6 UTC-kor készülő előrejelzései, illetve az ezeken alapuló 12 UTC-kor induló regionális előrejelzések lényegesen kevesebb csapadékot jeleztek előre, mint korábbi társaik. (Ezek az előrejelzési információk kora délután állnak az előrejelző szakemberek rendelkezésére.) Az operatív törzs 12 órás üléséig elkészült rövidtávú prognózis már nem tudott igazodni ehhez a drasztikus változáshoz, az ultrarövidtávú előrejelzések – melyek főként a folyamatosan beérkező friss mérésekre támaszkodnak – viszont a nap folyamán végig megfelelően kezelték a helyzet alakulását. Az eset elemzése arra is rámutatott, hogy a meteorológus szakembereknek még sok tennivalója van azzal kapcsolatban, hogy a felhasználók tisztában legyenek az előrejelzési információk szükségszerűen valószínűségi jellegével, és nagyobb tudatossággal értelmezzék azokat.

### Irodalom

- Belluš, M., Tudor, M., Abellan, X., 2022: The mesoscale ensemble prediction system A-LAEF. *ECMWF Newsletter 172*. <https://www.ecmwf.int/en/newsletter/172/earth-system-science/mesoscale-ensemble-prediction-system-laef>
- Derková, M., Vivoda, J., Belluš, M., Španiel, O., Dian, M., Neštiak, M., Zehnal, R., 2017: Recent improvements in the ALADIN/SHMU operational system. *Meteorologický časopis 20*, 2, 45–52. [http://www.shmu.sk/File/ExtraFiles/MET\\_CASOPIS/2017-2\\_MC.pdf](http://www.shmu.sk/File/ExtraFiles/MET_CASOPIS/2017-2_MC.pdf)
- Jávorné Radnóczy, K., Várkonyi, A., Szépszó, G., 2020: On the way towards the AROME nowcasting system in Hungary. *ALADIN/HIRLAM Newsletter 14*, 65–69.
- Simon, A., Belluš, M., Čatlošová, K., Derková, M., Dian, M., Imrišek, M., Kaňák, J., Méri, L., Neštiak, M., Vivoda, J., 2021: Numerical simulations of June 7, 2020 convective precipitation over Slovakia using deterministic, probabilistic, and convection-permitting approaches. *Időjárás 125*, 4, 571–607. <https://doi.org/10.28974/idojaras.2021.4.3>
- Termonia, P., Fischer, C., Bazile, E., Bouyssel, F., Brožková, R., Bénard, P., Bochenek, B., Degrauwe, D., Derková, M., El Khatib, R., Hamdi, R., Mašek, J., Pottier, P., Pristov, N., Seity, Y., Smolíkova, P., Španiel, O., Tudor, M., Wang, Y., Wittmann, C., Joly, A., 2018: The ALADIN System and its Canonical Model Configurations AROME CY41T1 and ALARO CY40T1. *Geosci. Model Dev. 11*, 257–281. <https://doi.org/10.5194/gmd-11-257-2018>