

A valószínűségi időjárás-előrejelzés alapjai

Az időjárás-előrejelzések nem lehetnek tökéletesek. Ennek fő okai a következők: egyrészt nem ismerhetjük a teljes légkör pillanatnyi állapotát, másrészt a légköri folyamatok kaotikus jellegéből adódó bizonytalanságok egyes jelenségek előrejelezhetetlenségét eredményezik, emellett az alkalmazott numerikus modellek 'tökéletlensége', valamint a modellekben szűkszerűen használt közelítő megoldások miatt sem készíthető tökéletes előrejelzés.

Az **időjárás numerikus előrejelzésének** sikere több tényezőn múlik. Kiemelkedő fontosságú a nagyszámú, jó minőségű (felszíni, magaslégköri, műholdas, stb.) mérési, megfigyelési adat használata. Ezek az adatok azonban kisebb-nagyobb hibával terheltek, ezért a hibaforrások megbízható kezelésére is szükség van. A numerikus modellek szabályos, háromdimenziós rácshálózat pontjaiban állítják elő az előrejelzéseket, míg a megfigyelési információk a térben szabálytalanul helyezkednek el. A két hálózat között interpolációra van szükség, amely szintén hibaforrás lehet. A légköri folyamatok numerikus modellben való leírása a fizikából ismert törvényszerűségek - mint pl. a gáztörvények, az anyag és energia megmaradás tétele - alapján valósítható meg. A bonyolult fizikai kölcsönhatások azonban nem írhatók le abszolút korrekt módon, és az egyenletek megoldása során is közelítő módszereket kell alkalmaznunk. A numerikus előrejelzés a kezdeti állapotból modellintegrálással készül el. A modell eredményekből ún. utófeldolgozási módszerekkel lehet a nagyközönség által igényelt produktumokat, szolgáltatásokat előállítani.

A numerikus előrejelzések bizonytalanságának kezelésére közel két évtizeddel ezelőtt fejlesztették ki az együttes, idegen szóval ensemble előrejelzési technikát, amely révén valószínűségi előrejelzést kaphatunk. Az eljárás figyelembe veszi a megfigyelési adatokban, az alkalmazott numerikus módszerekben és a fizikai parametrizációkban lévő bizonytalanságokat. Az **ensemble előrejelzések** készítése során a modell analízisnél kapott kezdeti állapottól kismértékben eltérő, perturbált kezdeti állapotok állnak elő. Ezen kezdeti feltételek mindegyikével egy-egy számszerű előrejelzés készül. Így nem egyetlen előrejelzés lesz, hanem előrejelzések együttesét kapjuk. Ezt az előrejelzés-együttest felhasználva lehetőség nyílik arra, hogy minden előrejelzett időjárási esemény mellé valószínűségi értékeket társítsunk, és így követgetetni lehessen az előrejelzés bizonytalanságára. A valószínűségi előrejelzésekből számított ensemble átlagot, szórást és terjedelmet együttesen célszerű vizsgálni. Az ensemble előrejelzések jól használhatók a szélsőséges időjárási események prognosztizálásánál is.

A **Középtávú Időjárás-előrejelzések Európai Központja (ECMWF - European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)** előrejelzési rendszere a determinisztikus modellből és a valószínűségi előrejelzéseket lehetővé tevő Ensemble Prediction System (EPS) rendszerből épül fel. A kategorikus előrejelzést biztosító determinisztikus modell horizontális felbontása jelenleg 16 km. Együttes, avagy ensemble előrejelzések a jelentős számítógép idő igény miatt ugyanakkora térbeli felbontással nem készíthetők. Ezért az ensemble modell kiindulási alapját adó, ún. kontroll előrejelzés horizontális felbontása rosszabb, jelenleg 32 km. A kezdeti állapot matematikai módszerekkel történő perturbációjával 50 különböző előrejelzés áll elő, így az ensemble rendszer 51 tagú.

Az **Országos Meteorológiai Szolgálat** az időjárás-előrejelzés készítésénél felhasználja az ECMWF-ből származó valószínűségi produktumokat is. Naponta kétszer készül 10 napos előrejelzés, amelynek egyik grafikus megjelenítési módja a fáklya diagram. A fáklya diagramon egy adott helyen egy kiválasztott meteorológiai elem bekövetkezési valószínűségeinek időbeli menete látható. A diagram a 10-90 és a 25-75%-os, azaz a 80 és az 50%-os terjedelmű valószínűségi intervallumokat mutatja. A diagramon ezen kívül az ensemble átlag, valamint a determinisztikus (kategorikus) előrejelzés is feltüntetésre kerül. A determinisztikus előrejelzésből származó adatok a honlapon a *Települések - automatikus előrejelzés* és a *Térképes modell előrejelzés - ECMWF* menüpontok alatt érhetők el.

A **fáklya diagram** jól tükrözi az aktuális előrejelzésben rejlő bizonytalanságokat. Minél keskenyebb, szűkebb az adott meteorológiai elemre vonatkozó intervallum, annál kisebb az előrejelzés bizonytalansága. Az idő előrehaladtával nem feltétlenül csökken az előrejelzés megbízhatósága, hiszen például egy második-harmadik napon várható frontátvonulás gyakran több bizonytalanságot hordoz, mint egy öt nap múlva nagy valószínűséggel kialakuló anticiklon centrumhoz közeli helyzet. A kis bizonytalanságú előrejelzés ismérve a keskeny fáklya mellett az ensemble átlaghoz simuló determinisztikus előrejelzés. Objektív verifikációs eredmények alapján a 4–5. előrejelzési napot követően az ensemble átlag beválása jobb, mint a determinisztikus előrejelzése. Fontos szempont lehet az ensemble átlag használata mellett, hogy annak változása, „ugrálása” az egymást követő futtatások esetén kisebb, mint a determinisztikus modellé. Amint korábban utaltunk rá, az előrejelzések készítésénél célszerű figyelembe venni a teljes ensemble terjedelmet is, mert enélkül - különösen extrém események idején - gyengébb beválású prognózis készíthető.

Néhány megjegyzés a honlapon található fáklyák használatához

A fáklyák 12 órás időbeli bontásban mutatják a **2 méteres hőmérséklet**, a **10 méteres magasságban várható átlagszél** és a **felhőborítottság** 10-90 és 25-75%-os valószínűségi intervallumait, valamint az ensemble átlagot és a determinisztikus előrejelzést. A szintén 12 órás időbeli bontású **csapadékösszeg** fáklyákon valószínűségi intervallumok helyett mind az 51 ensemble tag feltüntetésre kerül. A görbéken az egyes idővonalakhoz tartozó értékek a megelőző 12 órás időtartamban várható csapadékösszegre vonatkoznak, de a csapadék hullás 12 órán belüli idejéről nem kapunk információt.

Budapest, 2015. január 22.

ECMWF valószínűségi előrejelzés: Budapest

készült: 2015.01.22 12 UTC-s futtatásból

