

30 ÉVES A HAZAI HIDROLÓGIAI CÉLÚ MENNYISÉGI CSAPADÉK-ELŐREJELZÉS

Az Országos Meteorológiai Szolgálatnál 1978 óta készül mennyiségi csapadék-előrejelzés a Duna és a Tisza vízgyűjtőterületére. Az 1. ábrán annak a 21 részvízgyűjtőnek az elhelyezkedése és megnevezése látható, amelyekre az előrejelzés szól. Kezdetben csak 18 részvízgyűjtőre történt a számítás, majd ez a terület kibővült a Mura és a Dráva vízgyűjtőivel.

A 30 év alatt az előrejelzések készítésének módja, tartalma, formája sokat változott, de a cél akkor is, most is a hidrológusok munkájának segítése volt, ezek a speciális előrejelzések a hidrológiai viszonyok jobb megértését, előrejelzését szolgálták, illetve szolgálják. A következőkben a teljesség igénye nélkül összefoglaljuk a 30 éves mennyiségi csapadék-előrejelzések készítésének főbb állomásait.

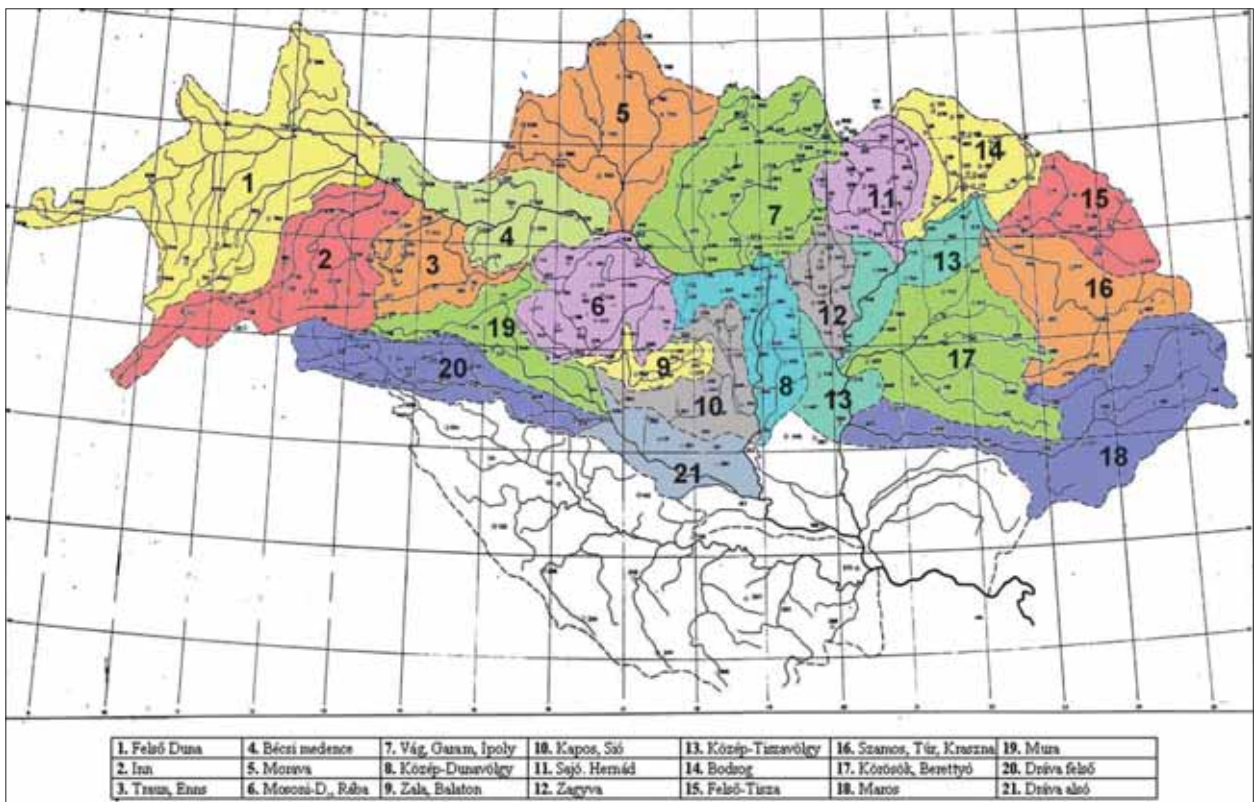
Az emlékezetes 1970-es tiszai árvíz után, főként hidrológiai oldalról merült fel az igény, a két fő folyó, a Duna és a Tisza árhullámainak meteorológiai és hidrológiai tanulmányozására. Az ország csapadékviszonyait leíró klimatológiai feldolgozások már a XX. század első felében is léteztek. Az 1974-ben az Országos Vízügyi Hivatal által támogatott kutatások az árhullámkeltő csapadéktevékenység időjárási típusait vizsgálták. A kutatások többek között kitértek a típusok éven belüli eloszlásának várható

valószínűségére, a típusok 24 órás maximális csapadékhozamaira. Természetesen már ekkor felmerült a várható csapadékmennyiség előrejelzésének az igénye, hiszen a hidrológus számára a vízhozam, vízállás előrejelzéséhez igen fontos információ a mennyiségi csapadék-előrejelzés. A nagy meteorológiai központok dinamikai modelljeinek csapadék-előrejelzési produktumai csak a 70-es évek végétől, illetve a 80-as évek elejétől álltak rendelkezésre, így az 1978-ban megindult mennyiségi csapadék-előrejelzés kombinált módszereken alapult; a csapadékfolyamatok egyszerűsített közelítéseit szinoptikai feltételekkel, statisztikai eljárásokkal kombinálták. Az előrejelzés alapját az úgy nevezett „találkozási modell” képezte. A következőkben röviden bemutatjuk a találkozási modellt, az erre alapozott előrejelzési technikát, majd a jelenlegi gyakorlat fő irányvonalait vázoljuk fel.

Találkozási modell

A hidrológiai célú mennyiségi csapadék-előrejelzés operatív bevezetésére 1978. július 1-én került sor. Az előrejelzés alapját a csapadékfolyamatok találkozási modelljének nevezett eljárás szolgáltatta (Bodolainé, 1976).

A modell közelítése szerint a csapadékmennyiséget a



1. ábra: A Duna és a Tisza részvízgyűjtőinek az elnevezése és elhelyezkedése

légkörben potenciálisan rendelkezésre álló kihullható vízmennyiség, a vertikális mozgás és a telítési viszonyok határozzák meg.

A potenciálisan rendelkezésre álló vízmennyiség megadja egy adott légoszlopon belül azt a vízmennyiséget, amely kihullna, ha a légoszlopban lévő összes vízgőz kondenzálna. A valóságban azonban a potenciálisan rendelkezésre álló vízmennyiségnek csak egy része kondenzálódik. A légkör potenciális vízgőzkészletéből az emelő mozgások a kondenzációs folyamatok során attól függően realizálnak többet vagy kevesebbet, hogy az adott kihullható vízmennyiség mellett a légkör milyen közel, vagy távol van a telített állapottól. A telítési állapot mértékét a dinamikus telítési hiány fejezi ki. A dinamikus telítési hiány a tényleges relatív geopotenciál és a telítési relatív geopotenciál különbsége a légkör adott rétegében, esetünkben az 500 és 1000 hPa-os felületek által határolt légoszlopon belül.

A csapadék kialakulásában valamint mennyiségének az eloszlásában fontos szerepet játszanak a vertikális mozgások. Meghatározásuk igen nehéz feladatot jelent, mivel mérésük a gyakorlatban megoldhatatlan, nagyságrendjük pedig különböző. Változékonyságukat az őket létrehozó időjárási rendszerek léptékének különbözősége okozza. A feláramlás változékonysága a csapadék intenzitásának térbeli és időbeli változékonyságát vonja maga után. A modellben használt vertikális sebesség a 850 hPa-os felületre vonatkozott.

A p csapadékmennyiséget meghatározó általános egyenlet

$$p = \frac{w_p w}{RT - RT_i}$$

ahol w_p a potenciálisan kihullható vízmennyiség, w a vertikális sebesség, $RT - RT_i$ pedig a dinamikus telítési hiány, a relatív és a telítési geopotenciál különbsége. Az egyenlet kifejezi, hogy a potenciálisan kihullható vízmennyiségnek a telítéstől függő hányada realizálódik csapadékként. Ez a modell a három legfontosabb csapadékot létrehozó fizikai mennyiség térbeli és időbeli találkozásán alapul, erre utal az elnevezése is.

A csapadékmennyiséget meghatározó tényezőket kezdetben manuálisan állították elő az európai temp állomások mérési adataiból. A potenciálisan kihullható vízmennyiséget az egyes főzobár szintek nedvességi adataiból közelítették az 1000–500 hPa-os rétegre, a w_p és a tényleges relatív geopotenciál értéke pedig lehetővé tette az $RT - RT_i$ meghatározását. A vertikális sebesség számítása pedig a következő regressziós összefüggésen alapult (Bodolainé, Böjti, 1966):

$$whPa/12ó = 12-0,4\Delta H_{850}$$

ahol ΔH_{850} a 12 órás 850 hPa-os izallohopsza értéket jelenti.

A karakterisztikák előrejelzett értékeinek számítása a 700 hPa-os felület előrejelzett trajektóriáival, tehát advektív technikával történt.

A jelenlegi és a várt szinoptikus helyzet, a kiszámított,

kézzel térképre vitt, majd analizált mezők elemzése, valamint a trajektória módszer felhasználásával vízgyűjtőnként kiszámított csapadékmennyiségek együttes értelmezésével született meg az elkövetkező 24 órára várt csapadékmennyiség előrejelzése 12 órás bontásban. Az egyes vízgyűjtőkön a számított és a tényleges területi csapadékatlagok menete általában párhuzamosan haladt, tehát a folyamat közelítése jó volt, és a köztük lévő eltérés sem adódott jelentősnek. A nagy, 10 mm-nél nagyobb területi átlagok esetén az alábecslések száma jelentősebben nőtt, ami a modell szinoptikus léptékéből következett, hiszen nagy csapadékmennyiségek rendszerint mezolép-tékű folyamatokkal magyarázhatók, amelyeket a modell nem tudott figyelembe venni. Az alkalmazott közelítésből kimaradtak olyan csapadékfolyamatokban fontos mechanizmusok is, mint a konvekció, a sűrűlódási réteg mechanizmusai, az orográfia hatása.

Több kísérlet történt ezeknek a folyamatoknak a figyelembevételére is. (A teljesség igénye nélkül: Bodolainé, 1977, Bodolainé, 1985). A több vizsgálat közül a vízgyűjtőterületen elhelyezkedő nagyobb hegységeknek csapadékmódosító hatása körében szerzett tapasztalatokat foglaljuk össze röviden (Bodolainé és Homokiné, 1984). A hegyek okozta csapadékkép módosulásai a mai napig is használt ismeretek, míg kifejezetten a találkozási modellt javító kutatások – bár szintén hasznos információkkal szolgáltak a csapadékfolyamatokról – a csapadékmennyiség előrejelzési módszerének változása miatt, mindennapokban már nem használatosak.

Az Alpok és a Kárpátok térségében végzett vizsgálatok egyrészt a csapadékmennyiség magassággal való eloszlását kutatták, másrészt meghatározták azokat a szinoptikus helyzeteket, amelyekben az orográfia hatása maximálisan érvényesül.

Az orografikus csapadéktöbblet mennyiségének meghatározási kísérletére most nem térünk ki, csupán azokat minőségi megállapításokat foglaljuk össze, amelyek a mindenkori csapadék-előrejelzési gyakorlatban fontosak lehetnek.

A hegyvonulatok a szinoptikus képződmények sajátos elrendeződésében fejtik ki hatásukat.

Az Alpok térségében posztfurális, vagy ciklon hátoldali, vagy anticiklon előoldali helyzetekben még kicsi, vagy zérus nagytérségű feláramlás és kevés nedvesség esetén is jelentős lehet az orografikus csapadékképződés, ha a légállapot telített és az alsó troposzférában erős az északi, északnyugati szél. Az Alpok a szervezett rendszerek csapadékhatékonyságát is jelentősen növeli, különösen akkor, ha az alsó troposzférában az áramlásnak északnyugati komponense van. Intenzív az orografikus hatás abban az esetben is, ha a ciklon okklúziója során a meleg, nedves szállítószalag a ciklon hátoldalára visszahajlik.

Az Északi- és az Északkeleti-Kárpátok, valamint a Bihar-hegység orografikus csapadéktöbbletét a meleg, nedves szállítószalag iránya szabályozza. A Kárpátok gyűrűje az előoldali csapadékhordozó rendszereket erősíti.

Pl. a már említett nagy csapadékos típusok közül különösen a vonuló mediterrán, west-peremháborgási (ld. néhány bekezdést követően), centrum típusok esetén számolni lehet a Kárpátok mentén jelentősebb csapadéktöbblettel.

A hegységekben megjelenő nagyobb csapadék, különösen a nyári időszakban, az instabilitás növekedésével is kapcsolatban van, az orográfia a potenciális instabilitás realizálásához, erősítéséhez járul hozzá.

Az orografikus csapadéktöbblet jobbra tartós csapadékfolyamat során alakul ki. Ez valósul meg a regionális ciklonok, a hosszan elnyúló meleg- és hidegfrontok és a rajtuk kialakuló mezoörvények esetében is, amelyek állandósítják a tartós csapadékképződés feltételeit. Ezekben az esetekben az orografikus csapadék a meleg szektorban képződik, ahol a meleg, nedves szállítószalag vízgőzmenyiségét a konvergens feláramlásán kívül a lejtő menti emelés újra elosztja, és létrehozza a domborzatot leképező csapadékeloszlást.

A kutatások közül a már említett 1974-es Országos Vízügyi Hivatal által támogatott munkát emeljük még ki. Az árhullámkeltő időjárási típusok alapos elemzése, típusok ismerete, szintén segítette a későbbi mennyiségi csapadékelőrejelzést, illetve az árvizeket okozó csapadékfolyamatok jobb megértését. Az árhullámokat kiváltó

csapadékos periódusok időjárási rendszereinek tipizálására (Bodolainé-Jakus, E., OMSZ Kiadvány, 1983) a szerző hét típust határozott meg; (zonális, west, west-peremháborgási, vonuló mediterrán, centrum, hideg légcsepp és nyugati ciklon típus), és megadta e típusok éven belüli gyakorisági eloszlását, csapadékhatékonyságát is.

A kutatási eredmények egyik legnagyobb haszna mindenestre az a felhalmozódott tapasztalat, amelyeket a fel dolgozások során a szinoptikusok nyertek.

Numerikus modellek

A numerikus modellek elterjedéséig a csapadékelőrejelzés szinte egyedüli eszköze a csapadékfolyamatok empirikus, szinoptikai közelítése volt. A 80-as évektől azonban egyre nagyobb számban jelentek meg numerikus előrejelzések, amelyek minőségi változást hoztak az előrejelzési munkában. 1979-től rendelkezésre állott a Svéd Hidrometeorológiai Intézet 24 órára előrejelzett csapadékképe 12 órás bontásban, amely faximile térképen érkezett. 1982-től a Frankfurti Regionális Időjárási Központ 3 napra előre 24 órás bontásban, 1983-tól pedig az angol szolgálat 6 órás bontásban 36 órára előre adott csapadékmennyiséget. A numerikus előrejelzések megjelenésével a kiadott csapadékmennyiség-előrejelzések a csapadék-előrejelző szinop-

Csapadék (mm) előrejelzés a Duna-Tisza vízgyűjtőire										1. táblázat
Modell: ECMWF										
Futtatás: 2002.04.11.12h										
	04.12. 06h-12h	04.12. 12h-18h	04.12. 18h-00h	04.13. 00h-06h		04.13. 06h-12h	04.13. 12h-18h	04.13. 18h-00h	04.14. 00h-06h	
1.	0,0	0,4	0,8	1,1	2,3	0,7	1,3	0,4	0,5	2,9
2.	1,9	2,7	1,5	1,7	7,8	2,9	1,2	0,4	0,6	5,1
3.	3,4	1,8	3,6	1,0	9,8	0,3	0,4	0,3	1,8	2,8
4.	0,6	0,4	1,6	1,0	3,6	0,4	0,5	0,1	1,0	2,0
5.	1,0	3,0	1,5	2,3	7,8	1,6	0,5	0,2	0,5	2,8
6.	7,8	2,7	2,2	1,7	14,4	0,5	0,5	0,0	2,1	3,1
7.	3,1	6,7	10,5	2,7	23,0	0,4	0,4	0,7	0,4	1,9
8.	5,6	5,1	13,5	3,8	28,0	0,7	1,1	0,4	1,2	3,4
9.	11,3	2,3	2,5	2,0	18,1	0,8	0,5	0,2	2,9	4,4
10.	6,2	2,8	4,5	2,6	16,1	1,0	1,0	0,2	1,5	3,7
11.	0,4	3,1	4,2	6,7	14,4	1,0	0,7	1,1	0,3	3,1
12.	1,6	4,7	9,0	4,1	19,4	0,7	1,0	0,9	1,3	3,9
13.	0,3	2,6	1,7	3,5	8,1	1,5	1,1	0,6	1,1	4,3
14.	0,0	0,0	1,0	1,7	2,7	0,6	0,3	0,1	0,0	1,0
15.	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,3	0,2	0,0	0,0	0,5
16.	0,0	0,0	0,1	0,3	0,4	0,6	0,2	0,1	0,0	0,9
17.	0,1	1,8	1,9	2,8	6,6	1,8	0,3	0,7	0,7	3,5
18.	0,2	0,4	0,5	0,6	1,7	0,6	0,0	0,1	0,2	0,9
19.	8,6	3,8	4,7	1,2	18,3	0,7	0,3	0,1	3,3	4,4
20.	13,1	4,6	6,7	1,7	26,1	1,9	0,2	0,1	14,6	16,8
21.	9,7	1,6	1,1	1,7	14,1	1,5	0,6	0,8	11,0	13,9

Mennyiségi csapadékelőrejelzés 21 vízgyűjtőre 48 órára előre 6 órás bontásban

tikus döntésén alapultak, aki a szinoptikus- és mezoléptékű időjárási folyamatok diagnózisa után figyelembe véve a modellek által szolgáltatott numerikus értékeket, valamint szinoptikus tapasztalata alapján hozta meg döntését. Ebben a technikában egészen a 90-es évek végéig nem történt minőségi változás.

Jelentős fordulópontot jelentett 1995, amikortól már rendelkezésre állt az ECMWF modell determinisztikus futtatása. Az előrejelzett csapadékmennyiséget kezdetben csak 168, majd 240 órára előre 12, majd 6 órás bontásban adta a modell. A modell alkalmazása szolgálatunknál kezdetben „csak” annyit jelentett, hogy egy megbízható, jó beválással bíró modellre alapozhattuk akár 10 napra előre a csapadékfolyamatok megítélését. A vízügyi ágazatok részére azonban ekkor is még csak 24 órára készült mennyiségi csapadék-előrejelzés. Jelentős technikai és tartalmi változást 2002 hozott, amikortól kezdve már a modelltől egy táblázatos formátumú mennyiségi csapadék-előrejelzést továbbítottunk a vízügyi felhasználónak (*1. táblázat*). Ez a táblázatos formájú előrejelzés ma már naponta kétszer frissül a modell 00 és 12 UTC-s futtatásából. A csapadék mennyisége 48 óráig 6 órás, azután egészen 240 óráig 12 órás bontásban áll rendelkezésre. A vízügyi ágazatok részére készített mennyiségi csapadék-előrejelzések alapját tehát az ECMWF modell szolgáltatja, de értékeit a szinoptikus korrigálhatja. Korrigálásra elsősorban az első 24 órás mennyiségek esetén kerül sor. A további értékek változtatásának több szempontból nincs értelme, illetve jelentősége. Egyrészt a modell 12 óránként frissül, és a futtatásokban időnként jelentősebb eltérések adódnak, másrészt a nagy csapadékot okozó rendszerek élettartalma többnyire kisebb 24 óránál. A korrekcióhoz azt a sok év alatt szerzett szinoptikus tapasztalatot használhatjuk fel, amely a szinoptikus-statisztikai módszerek során felhalmozódott.

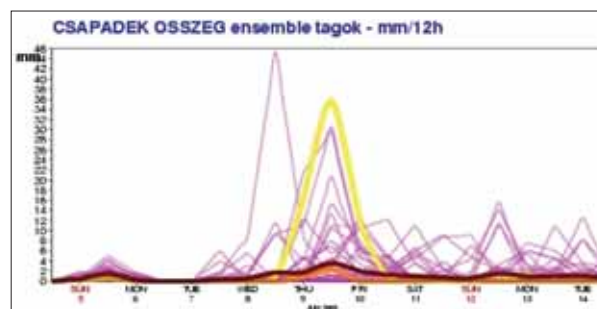
A mennyiségi csapadék-előrejelzés folyamata

A kiadott mennyiségi csapadék-előrejelzés, mint ahogy már említettük, döntően az ECMWF modell előrejelzett értékeire támaszkodik, és az első 24 óra értékeiben változtatunk elsősorban. A modell értékeinek elfogadása, illetve esetleges változtatása egy több lépcsőből álló folyamat, amely, a szinoptikus tapasztalatot és más modell információkat összegez.

A csapadék-előrejelzések készítéséhez, a modell korrigálásához egyértelműen követendő elveket nem lehet megadni. A prognózisok készítésének ma is első lépése az aktuális helyzet alapos tanulmányozása, diagnózisa, a fejlődés várható irányának ismerete, a szinoptikus helyzetben rejlő fejlődési lehetőségek mérlegelése. A szinoptikus skálájú folyamatok esetén is jelentős lehet a csapadék mennyisége, de mezoléptékű képződmények létrejötte megnöveli a nagy csapadék kialakulásának valószínűségét. Ezért vizsgálni kell kialakulhat-e pl.: a hidegfronton mezoléptékű örvény, a hidegfront előtt szervezett zivatar-zóna, létre-

jöhet-e tartós konvergencia a talaj közelben, stb. Vizsgálni kell a meleg, nedves szállítószalag helyzetét, irányítottasága meghatározhatja a nagy csapadék helyét. Déli irányítottaságú meleg, nedves szállítószalag esetén az északi vízgüjtők, a Vág, Garam, Ipoly, Sajó, Hernád, illetve a Bodrog területén hullik a több csapadék. Délnyugati szalag esetén Kárpátalja, Szamos vízgüjtőkön kell jelentős csapadéktöbblettel számolni. Ezekben az esetekben az orografikus feláramlás maximális, merőleges az áramlás a hegyvonulatra, ezért sok a csapadék. A Duna felső szakaszán, az Inn, Traun, Enns vízgüjtőjén északi áramlás mellett jelentős az orografikus csapadéktöbblet. A vízgüjtők csapadék-klimatológiai sajátosságai alapján megmondható, melyik nagy csapadékos helyzet melyik vízgüjtőn okozza a legtöbb csapadékot. Pl. vonuló mediterrán ciklon esetén leggyakrabban a Nagykanizsa-Siófok-Budapest-Kékestető vonalban van a csapadék maximumának tengelye. A Tisza vízgüjtőin általában az előoldali csapadékrendszerek hatása érvényesül, a Dunán a hátoldalon (északi áramlás!) is hullhat jelentős csapadék.

A csapadékfolyamatok értelmezéséhez az ECMWF modell ensemble előrejelzéseit is felhasználjuk, hiszen 96 óra után az ensemble tagok átlagának beválása jobb, mint a determinisztikus modell beválása. A determinisztikus modell információitól eltérhetünk, ha az ensemble tagok szétartása nagy, és az eltérő véleményt más numerikus modellek is támogatják. Ugyanakkor meg kell azt is említeni, hogy mivel a csapadék előrejelzéseknél kitüntetett szerepe van a felbontásnak, ezért viszonylag gyakrabban találkozunk olyan esetekkel, amikor a determinisztikus modell előrejelzése akár a negyedik napot követően is jobb lehet, mint az ensemble átlag. A *2. ábrán* egy úgy nevezett fáklya diagram látható, amely az előrejelzett elem, jelen esetben a csapadék, időbeli menetét mutatja mind az 50 ensemble tag esetén egy kiválasztott rácson, Budapestre. 2005. június 9-én Budapesten 35 mm eső hullott, ezt az értéket már pár nappal korábban a determinisztikus modell meglepően jól adta. Az ábrán az is látható, hogy több futtatás támogatja a több csapadékot, de az egyes ensemble tagok csapadékértékei elmaradnak a determinisztikus modell értékeitől. Az egyes ensemble



2. ábra: Budapestre vonatkozó fáklya diagramm 2005. június 4. 12 UTC-s futtatás (a vastag világos vonal a determinisztikus, a vastag sötét a kontroll modell, a vékony vonalak az ensemble tagok menetét mutatják)

tagok csapadékértékeinek a nagy szórása az adott rácspontban nagy bizonytalanságra utalhat.

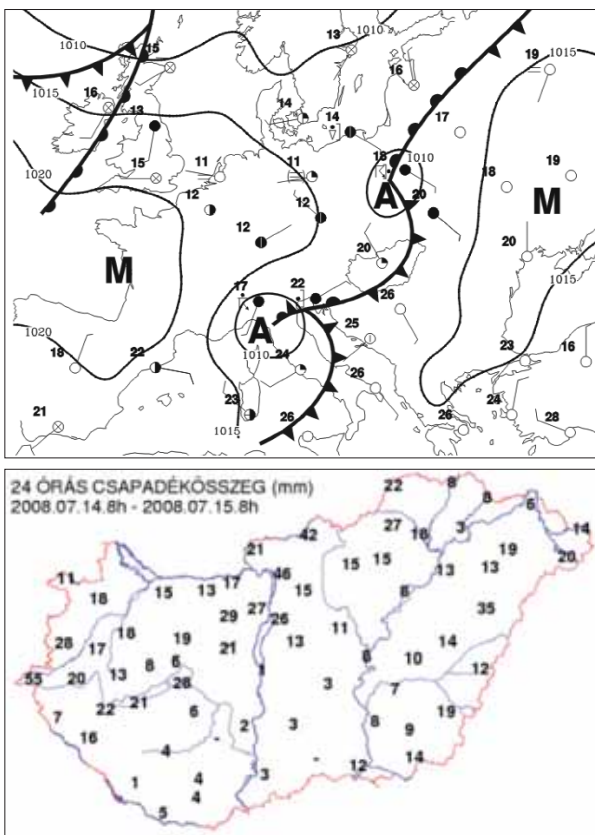
Külön információt jelent az egyes csapadékkategóriák, az 1 mm, 5 mm, 10 mm és a 20 mm-s csapadékértékek valószínűségi eloszlása is. Amennyiben a determinisztikus modellben jelentős az előrejelzett csapadék mennyisége, és ezt a nagyobb csapadékok valószínűségi eloszlása is megerősíti, akkor a nagy csapadék biztosabban prognosztizálható. Ha azonban a determinisztikus modell csapadék mennyiségeit az ensemble tagok valószínűségi eloszlása nem támogatja, akkor meg kell gondolni a nagyobb értékek előrejelzését.

A csapadék-előrejelzés készítése a szerzett információk összegezésével zárul.

Az alkalmazott módszerek gyakorlati példái

2008. júliusában több folyó magyarországi szakaszán árhullám vonult le. Harmadfokú árvízi készültséget kellett elrendelni a Hernádon és a Tisza felső szakaszán. Kisebb patakok is kiléptek a medrükből, a Szalajka-patak rövid időre elöntötte a Dédestapolcsány felé vezető út egy szakaszát. A Nyugat-Dunántúlon a Répce- és Gyöngyös-patak áradása miatt került lezárásra egy-egy útszakasz.

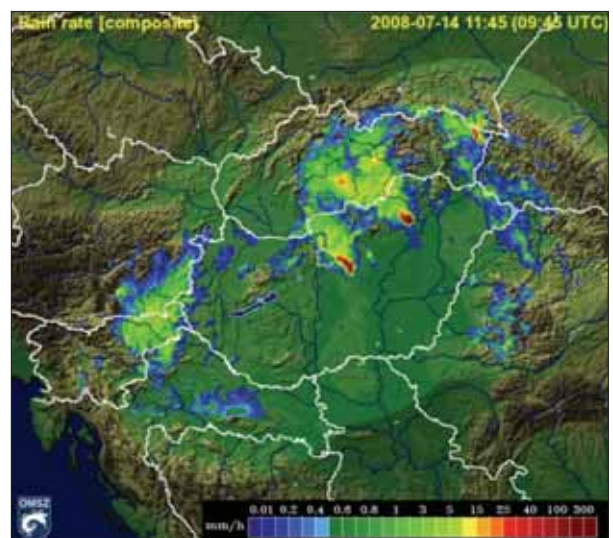
Július 13. és 26. között egymás után vonuló csapadék-hordozó rendszerek fordultak elő, illetve a térségünkben



3. ábra: A szinoptikus helyzet (a) és magyarországi csapadékhozama (b) 2008. július 14-én (50 mm fölötti csapadékot jelentett Mátaverebély, Nemeti, Szentgothárd, Püspökszilágy, Kápolna, Bányterenyé)

stagnáló örvények hatására hullott több helyen jelentős mennyiségű csapadék.

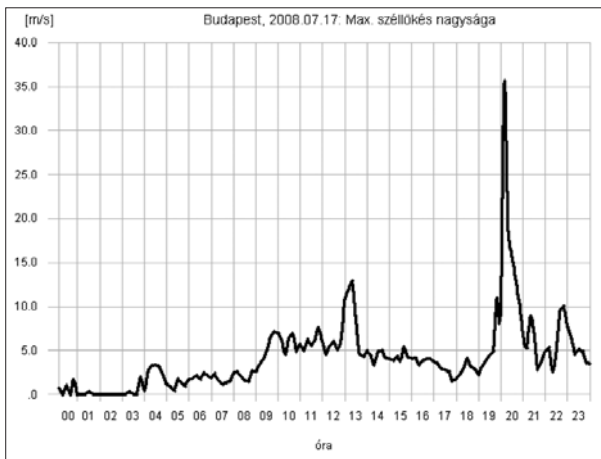
Július 13-án a késő délutáni órákban nyugat felől egy lassan keletre mozgó hidegfront érte el Magyarországot, amely 15-én elhagyta térségünket (3/a ábra). Vonulását sokfelé kísérte zápor, zivatar, helyenként jégeső, felhősza-kadás. Magyarország a front előtt kialakuló és azzal közel párhuzamosan haladó, meleg nedves szállítószalag által érintett területen helyezkedett el. Az 500 hPa-os szinten fokozatos lehűlés ment végbe, míg 850 és 700 hPa között még nem volt jelentős a hőmérséklet változás, sőt átmenetileg kismértékű melegedés zajlott. Mindezek mellett olyan függőleges szélprofil jött létre a légkörben, ami kedvező feltételeket biztosított hosszú élettartamú, ún. szupercellás zivatarok kialakulásához. Július 14-én már a hajnali, kora reggeli órákban kialakultak zivatarok a délnyugati területeken, amelyek gyorsan helyeződtek északkelet felé (3/b ábra; megjegyezzük, hogy ezen a csapadékösszeg térképen a kiugró nagy csapadékmennyiségek nem szerepelnek. Ez a megjegyzés a 6/b és a 7. ábrára is vonatkozik). Egy Szlovéniában keletkezett zivatarcella útját nyomon követve megállapítható, hogy az több mint 11 órán át fennmaradt, miközben több helyen számottevő pusztítást okozott. A 4. ábra a hosszú élettartalmú szupercellát mutatja Észak-Magyarország felett (Csonka és Kolláth, 2008).



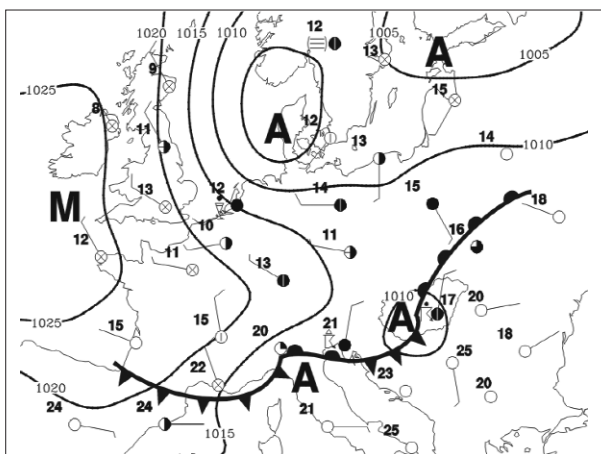
4. ábra: Szupercella Észak-Magyarország felett 2008. július 14-én

Július 17-én egy újabb hidegfront érkezett, elsősorban az ország északi felén alakultak ki ismét záporok, zivatarok. A front érdekessége, hogy Budapesten a 2006 augusztus 20-i esti zivatarhoz hasonló időt okozott, a heves zivatarban a legerősebb széllokés sebessége a belvárosban elérte a 128 km/ó-t (5. ábra).

A július 20-án este érkező front (6/a ábra) a Dunántúlon és az északi országrészben okozott jelentősebb csapadékot (6/b ábra). A front mozgása a Kárpát-medence keleti részén lelassult, a fronton tőlünk kissé délkeletre ciklon mélyült ki, amelynek nedves, meleg levegője visszaáram-



5. ábra. A maximális szélökés 2008. július 17-én Budapest belvárosában



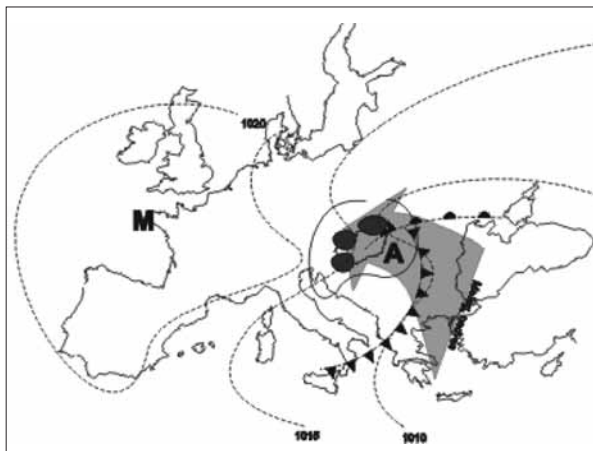
6. ábra: A szinoptikus helyzet (a) és magyarországi csapadékhozama (b) 2008. július 21-én (50 mm fölötti csapadékot jelentett Páty, Vasegerszeg, Magyarakeresztúr)

lott Magyarország fölé. A csapadéktevékenység a délkeleti ciklon töltődésével, lassú keletre való helyeződésével szűnt meg.

A legtöbb csapadék július 23-án hullott (7. ábra). A Bakony térségében a 24 órás csapadékmennyiség meghaladta a 100 mm-t, de Borsod-Abaúj-Zemplén megyében is több helyen mértek 80 mm feletti értékeket, Bánkútról 91 mm-t jelentettek. A 8. összefoglaló ábra alapján megál-

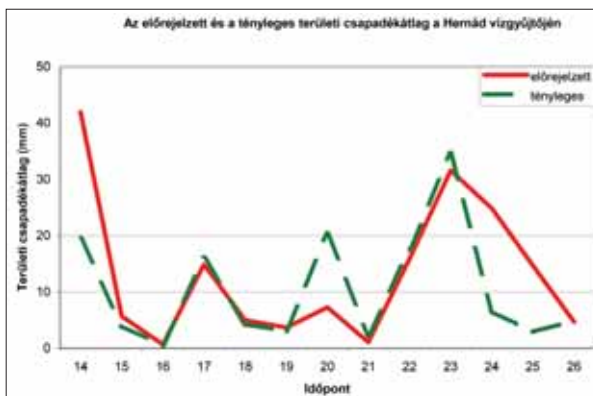


7. ábra: A 2008. július 23-i csapadékösszeg



8. ábra: A talajközeli jellegzetes nyomási kép, a meleg, nedves szállítószalag, valamint a 30 mm-nél nagyobb csapadék területe (sötét terület) és a 80 gpm-nél kisebb telítési hiány eloszlása (vékony vonal) 2008. július 23-án

lapható, hogy a nedves levegő délkeletről való visszahajlása, és a telítéshez közeli állapot – dinamikus telítési hiány ($RT-RT_c$) nagy területen kisebb 80 gpm-nél – kedvező találkozás helyén hullott a legtöbb csapadék. Az ábrán sötét alakzatokkal jelölt részeken a dinamikus telítési hiány 40gpm-nél is kisebb volt. A csapadékfolyamatok találkozási modellnél alkalmazott nedvességi közelítése ebben az esetben is igazolódott.



9. ábra: Az előrejelzett és a tényleges területi csapadékkátlag a Hernád vízgyűjtőjén 2008. július 14. és 26. között

A 9. ábrán az ECMWF modell előrejelzett csapadéértékeit láthatjuk területi átlagban a Hernád vízgyűjtőjére július 13 és 26 között. A legnagyobb csapadékot a modell nagyon jól megfogta, a 13-i csapadéktevékenységet kissé túlértékelt, a 20-t pedig alábecsülte. A július 23-i 30 mm feletti területi átlag lehetősége először a július 20-án reggel kiadott csapadékelőjelzésben szerepelt, az ECMWF modellértéke erre a vízgyűjtőre három nappal korábban is 25 mm feletinek (26 mm) adódott.

Ebben a nagy csapadékos helyzetben végül is a nyers modell értékek igen jól használható eredményeket adtak, és a találkozási modell alapelvei is kitűnően működtek.

Megállapíthatjuk: a numerikus modelleken és a szinoptikus-klimatológiai ismereteken, tapasztalatokon alapuló mai mennyiségi csapadékelőjelzési gyakorlat kielégítő, használható eredményeket szolgáltat, akár kielezett időjárás helyzetekben is.

Ujváry Katalin

Irodalom

Bodolainé Jakus, E., 1976: Mennyiségi csapadék-előjelzés a Duna és a Tisza vízgyűjtő területére a csapadékot létrehozó

folyamatok találkozási modellje alapján Az OVH számára benyújtott kutatási jelentés. Kézirat. OMSZ Könyvtás.

Bodolainé Jakus, E., Böjti, B., 1966: Zusammenhang der gewittern Windstöße mit den gewittern Temperatursprüngen in: Sturmwarnung am Balaton see. Veröffentlichungen der Ungarischen Zentralsanstalt für Meteorologie Band XXX. Budapest. 59-74.

Bodolainé Jakus, E., 1977.: A találkozási modellel előrejelzett csapadékmennyiség módosítása konvekciós paraméterrel. Az OVH számára benyújtott kutatási jelentés. Kézirat. OMSZ Könyvtás.

Bodolainé Jakus, E., Homokiné Ujváry K., 1984: A csapadékmennyiség előrejelzése az orografikus többlet figyelembevételével. OMSZ Kiseb Kiadványai. 57. Budapest. 45.

Bodolainé Jakus, E., 1985: A sűrűlódási réteg vertikális vízgőz-átvitelének hatása a csapadékmennyiség eloszlására. Időjárás 89., 208-218.

Csonka Tamás, Kolláth Kornél, 2008: "Transzpannon szörnyeteg", avagy hosszú életű szupercellák 2008. július 14-én (OMSZ honlap, met.hu)

OLVASTUK

„Egy közel egzakt tudomány”

Jobb a kifejtés, mint a cím! Már megint megkaptuk a magunkét.

A mindenható Európai Bizottság research eu 55. 2008. januári száma jelentést közöl a meteorológiáról, a borítón „egy közel egzakt tudomány”, a lapban belül pedig „Egy majdnem egzakt tudomány” nem kimondottan hízelgő alcímmel. A szerkesztő bevezető fülszövegében, „A néphagyománytól a kaotikus rendszerekig – is ez a kissé gunyoros hozzáállás olvasható, bár azt elismeri, hogy a híres 1953-as Hollandiát és Angliát meglepő vihart ma már napokkal előbb jelezték volna. A kissé lekezelő alcímek ellenére a jelentés három kis cikke („Honnan jön az eső és a napsütés?”, „Reading: a lehetetlen időjárás egyenlet”, „Amikor az egék nyitottak”) korrekt. Az újságírók hozzáállását érzékeltesse a bevezető: „A fizika egyik ága, a mindenképp földtudomány meteorológia nem kevesebb, mint egy összetett tudományág. Előre jelezni a változást, rendet tenni a káoszban, megoldani a megoldhatatlan egyenleteket: ez mind a meteorológia területe. Mindenesetre, jó pár éve, ennek a diszciplínának hozzá kellett szokni egy növekedve követelődő nyilvánosságához, ami elvárja az abszolút precíz időjárás előrejelzést bár alapvetően megmarad szkeptikusnak – „mindig rosszul találják el!” Ilyen kihí-

vásokkal szemben, – beszéljünk a biztosról és álljunk le, kockáztatva, hogy valami pontatlan jelenik, meg amikor az bizonytalanná válik –, a meteorológiának folyamatosan meg kell találni a helyes egyensúlyt. Ha még ehhez hozzáesszük azt a kötelezettséget, hogy extrém időjárás helyzetet olyan korán, ahogy csak lehet, közzétegye, anélkül, hogy riasztaná a nagyközönséget a legkisebb szellő miatt ... A meteorológia azért még számíthat további tudományos előrelépésekre. Az elmúlt 50 évben az informatika és a műholdak megjelenése rohamos fejlődésre képessítette a meteorológiát. Maradtak még azért „homályos” területek, a megértés hiánya, miként működik a légköri rendszer, elméleti akadályok, logisztikai szakadások, amik kitöltése szükségessé ahhoz, hogy még pontosabb előrejelzés készüljön. Mint minden munkahelyen a világban, e területen is a tudományos kutatás azon munkálkodik, hogy e szakte-

rületet is elmozdítsa a tökéletesség irányába.”

Nem tudom, hogy ezt a hangnemet megengednék-e maguknak az újságírók az atomfizikával vagy a közgazdaságtannal szemben. Úgy látszik, hogy nemcsak hazai, hanem nemzetközi, de legalábbis az Unióban minden siker ellenére még mindig ott tartunk, hogy szakmánk ismertetését a megmosolyogtató néphagyomány felemlegetésével kell kezdeni, némi vállveregetéssel. Mindenesetre megnyugtató, hogy a főszerkesztői beköszöntő alatt ott áll dőlt betűkkel, hogy a „szerkesztői és a cikkekben kifejtett vélemény nem szükségszerűen képviseli az Európai Bizottság állásfoglalását”.

Dunkel Zoltán

**SPECIAL REPORT
METEOROLOGY**

An almost exact science

A branch of physics, certainly an earth science, meteorology remains no less of a complex discipline. Forecasting what will change, giving order to chaos, resulting in predictable operations all this lies within the field of meteorology. Nevertheless, for several years, this discipline has had to struggle to overcome its deteriorating state, which requires supercomputers and satellite forecasts that combine particularly accurate – "hot" and "cold" data. The field is still in a state of challenge, as meteorology must deal with the complex and often unpredictable nature of the atmosphere. The credibility of the profession is always at stake. Nonetheless, meteorology can count on scientific advancement. In 50 years, information and the arrival of satellites has enabled meteorology to develop by leaps and bounds, but "merry" areas remain today, a lack of understanding of how the atmosphere system works, theoretical obstacles, foggy parts needed to make forecasts more precise. In all laboratories across the world, as well as in the field, scientific research is working to move this field towards perfection.