

# A „ZSÓFIA” ÉS AZ „ANGÉLA” CIKLONOK CSAPADÉK-SZINOPTIKAI KÖZELÍTÉSE ÉS ELŐREJELEZHETŐSÉGE<sup>1</sup>

## PRECIPITATION-SYNOPTICAL APPROACH AND PREDICTABILITY OF CYCLONES “ZSÓFIA” AND “ANGÉLA”<sup>2</sup>

UJVÁRY KATALIN

Országos Meteorológiai Szolgálat, 1525 Budapest Pf. 38, homoki.k@met.hu

**Összefoglalás.** Hazánkban 1901 óta május 1. és június 30. között még ennyi csapadék nem hullott, mint 2010-ben. A két hónap rekordmértékű csapadékmennyiségében két intenzív ciklon – a „Zsófia és az „Angéla” – csapadéktevékenysége játszotta a főszerepet. A következőkben a két ciklon csapadékszinoptikai jellemzését adjuk. Kitérünk előrejelezhetőségükre, illetve bemutatjuk az ECMWF mennyiségi csapadék-előrejelzéseinek a kialakult árvizek szempontjából kritikus vízgyűjtőkre vonatkozó beválását is.

**Abstract.** Since 1901 as a big amount of precipitation as this year (2010) has never fallen between the period of 1 May and 30 June. In these 2 months record amount of precipitation was registered in which 2 intensive cyclones – “Zsófia” and “Angéla” – played the major role. In this paper the precipitation-synoptical characterisation and predictability of the mentioned cyclones will be shown. Furthermore, the reliability of the quantitative precipitation forecasts of ECMWF will be examined focused on the critical catchment area from the floods point of view.

2010 májusában és júniusában rekordmennyiségű csapadék hullott. A két hónap alatt országos átlagban a megfigyelések kezdete óta (1901) még ennyi csapadék nem fordult elő (1. ábra). A következőkben a két ciklon csapadékszinoptikai elemzését adjuk, valamint az előrejelezhetőségükkel is foglalkozunk.

### 1. A „Zsófia” ciklon elemzése

2010. május 15. és 18. között egy lassan mozgó mediterrán ciklon (*Konkolyné és mtsai.* 2010) alakította a Kárpát-medence időjárását. A május 15. 06 UTC – 18. 06 UTC-ig lehullott csapadék mennyisége jelentős volt (2. ábra), a Dunántúlon nagy területen a 100 mm-t is meghaladta. Májusban az átlagos országos csapadékösszeg 62 mm, így egyes területeken a havi csapadékhhozam kétszerezését, háromszorosát is mérték. A háromnapos csapadékhhozam rekordot hozott, májusban az eddigi legnagyobb háromnapos csapadékösszeg 154 mm volt, amelyet 1991-ben május 17–19. között Sopron Kuruc-dombon mértek. A társadalmi csapadékmérő ál-

lomások jelentései alapján (1. táblázat) látható, a háromnapos csapadékhhozam a 200 mm-t is meghaladta. Bakonyszűcs Kőrishegyén 241,2 mm, Bakonybélien 223,8 mm hullott az említett három nap alatt, de az egynapos összeg is kiemelkedő volt, az említett két állomáson 157, illetve 146 mm (május 15-én). Bár az egynapos csapadékösszeg rekordja, amelyet Gyömrő tart 202,7 mm-rel (ez szintén mediterrán ciklonból hullott 1963. szeptember 8-án) nem dőlt meg, de ezek a mennyiségek is jelentős problémákat okoztak ország-szerte. A rendkívüli

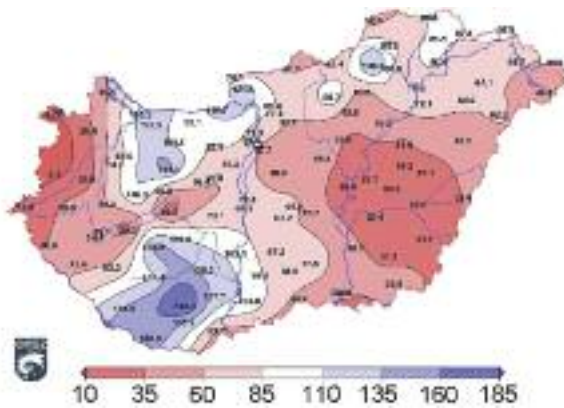


1. ábra. A májusi és júniusi csapadékösszeg országos átlagának alakulása 1901-től 2010-ig

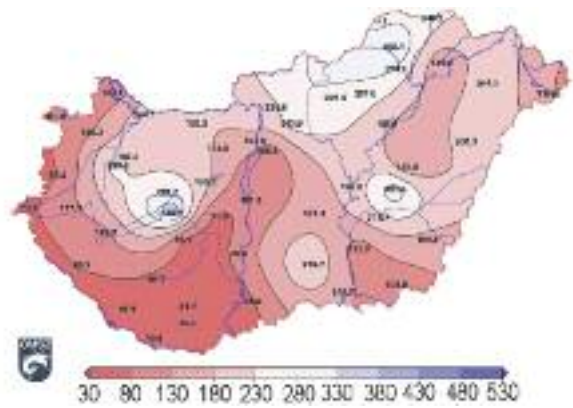
készültséget okozó árhullámok kialakulásához, jelentős elöntések, belvizek megjelenéséhez a május 15-ét megelőző időszak csapadékos volta is hozzájárult. A május 1–14. közötti csapadékviszonyok elemzéséből kitűnik (3. ábra), hogy már május első felében is az ország nagyobb részén – a nyugati és délnyugati területeket kivéve – az átlagot meghaladó csapadék hullott. Május 5-én, 6-án is egy délről északra mozgó ciklon határozta meg térségünk időjárását. Többfelé alakult ki zivatar, ame-

<sup>1</sup> Belső elnevezés, mivel ezen a névnapon váltak aktívvá hazánk felett. Nem azonos a NHC (National Hurricane Centre, Miami) által elnevezett (trópusi) ciklonnal.

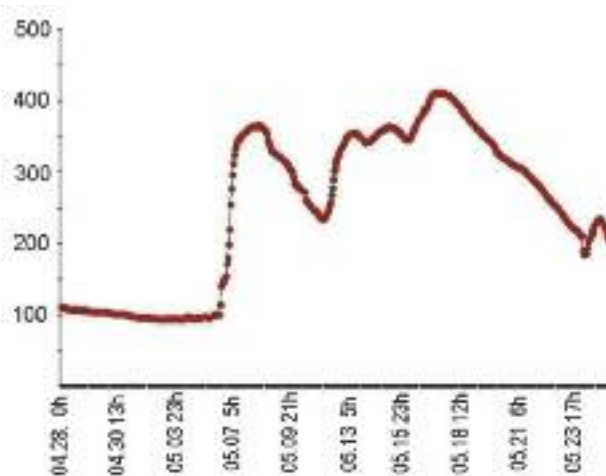
<sup>2</sup> Internal name. It differs from the Angela (tropical) cyclone was identified with the same name by NHC (National Hurricane Centre, Miami)



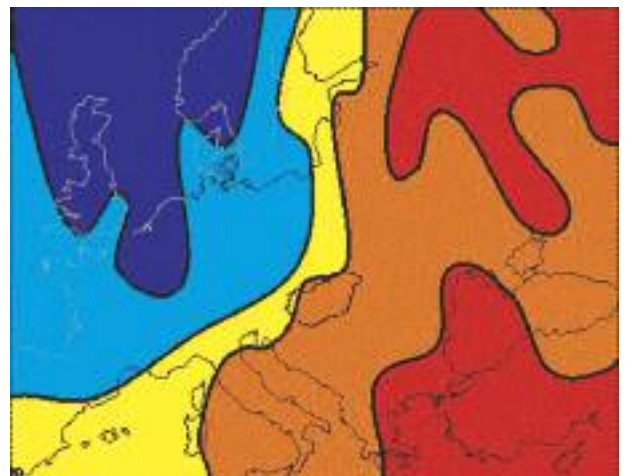
2. ábra. A 2010. május 15. 06 UTC és május 18. 06 UTC között lehullott csapadék összege



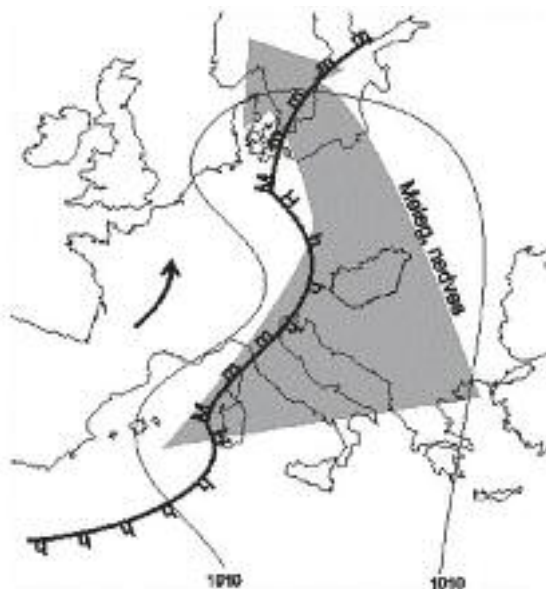
3. ábra. A 2010. május 1. 06 UTC és május 15. 06 UTC között lehullott csapadék a májusi sokévi átlag %-ban



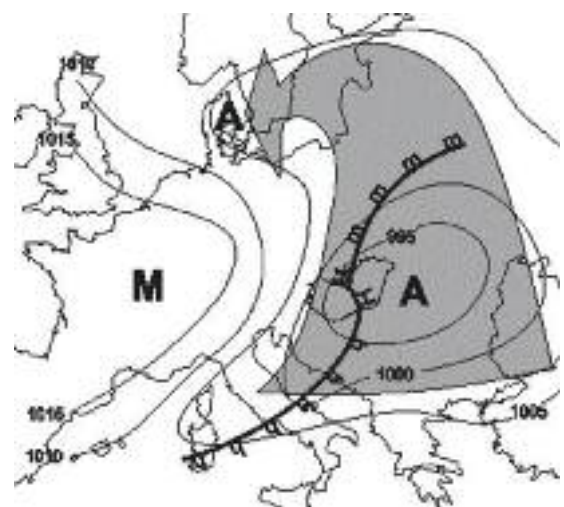
4. ábra. Az Ipoly vízállási időszora Ipolytarnócnál 2010. április 28. és május 27. között (Forrás: www.vizadat.hu)



5. ábra. A maximumhőmérséklet alakulása 2010. május 13-án (5 fokonként kihúzott izotermák: a sötétek a 10, piros a 25 °C területi eloszlását mutatja)



6. ábra. A május 13. 00 UTC-s időjárási helyzet sematikus képe a meleg, nedves szállítószalaggal



7. ábra. A május 16. 00 UTC-s időjárási helyzet sematikus képe a meleg, nedves szállítószalaggal

lyet helyenként felhőszakadás kísért. Ennek hatására már egyes észak-magyarországi folyókon (pl. Ipoly) árhullám vonult le (4. ábra). A május 15-i ciklont megelőző 4–5 nap során is több alkalommal, több helyen alakult ki zápor, zivatar. Ezt a csapadéktevékenységet egy közel észak–dél irányban húzódó, helyzetét napokig alig változtató, éles hőmérsékleti különbséggel rendelkező frontrendszer okozta. Az 5. ábrán is látható hőmérsékleteloszlás jellemezte napokig Európát, ahol a front keleti oldalán a meleg levegő egészen a magas szélességekig feljutott, Nyugat-Európa nagy részén azonban szokatlanul hűvös volt.

Az időjárási helyzet sematikus képét a 6. ábra, az ábrán a nyíl pedig az 500 hPa-s szint jellemző áramlási irányát mutatja. Ebben az időjárási helyzetben május 12-én, 13-án is helyenként rövid idő alatt jelentős csapadék hullott, pl. 13-án a Bakony térségében 25–43 mm. Megállapítható, hogy május első felének csapadéktevékenysége hozzájárulhatott a talaj telítéshez közeli vagy telített állapotához, amely miatt a kritikus három nap csapadékát már a talaj, illetve a folyómedrek csak részben tudták befogadni.

A május 15–17. közötti időjárási helyzet egy intenzív mediterrán ciklonhoz köthető. A nagy csapadékokat okozó időjárási helyzetek tipizálása alapján (Bodolainé 1983) M, majd C típusba sorolható, amelyek bizonyítottan térségünk legcsapadékosabb időjárási helyzetei. M, azaz vonuló mediterrán ciklon jelentette a kiindulást, május 15-ét, a ciklon május 16-ára már a Kárpát-medence fölé helyeződött, C centrum helyzet, és ez a ciklon még napokig meghatározta hazánk időjárását.

A rendkívül gyorsan kialakuló mediterrán ciklon középpontja május 15-én 00 UTC-kor Olaszország déli része felett helyezkedett el, majd az intenzíven mélyülő ciklon centruma 12 órával később már az Adriai-tenger fölé került. A csapadékhullás a Dunántúlon már 15-én délelőtt megkezdődött. Május 16. 00 UTC-re a ciklon centruma Magyarország fölé helyeződött át, tovább mélyült, azonban az áthelyeződés lelassult. A szinoptikus helyzet sematikus képét a 7. ábra mutatja. A ciklon a Földközi-tenger medencéjéből nagyon nedves levegőt szállított északi irányba, a potenciális kihullható vízmennyiség értéke a ciklon centrális területén kevéssel meghaladta a 25 mm-t, amely a májusi átlagos érték feletti. A nagy nedvesség ellenére hazánkban a 15-én este felé keleten kialakuló egy-két zivartartól eltekintve nem volt zivatar, amely részben a konvektív szempontból nem túlságosan instabil rétegződésnek, részben pedig a mély ciklonban a talaj közelben uralkodó igen erős szélnek tudható be. A csapadék intenzitása ugyanakkor hosszabb időszakon keresztül „felhőszakadás” méretű volt. A 8. ábra szépen mu-

tatja május 16-án 00 UTC-kor a ciklon centrális területére koncentrálódó potenciális vízkészletet és az alacsony szintű áramlás sebesség- és iránykonvergenciáját, amely a csapadékfolyamatok erősödéséhez vezethetett.

A jelentős csapadékmennyiségek kialakulásához a Bakonyban, a Mecsekben, és az Északi-középhegység területén az orográfia csapadéknövelő szerepe is hozzájárult, nem véletlen pl. Bakonybél vagy Kőröshegy kiugró csapadéértéke. Hangsúlyozni kell azonban azt is, hogy az igen erőteljes ciklogenezis keltette szinoptikus léptékű folyamatok erőssége volt ebben az esetben a döntő, a meghatározó, ehhez az orográfia csak hozzájárult.

## 2. Az „Angéla” ciklon elemzése

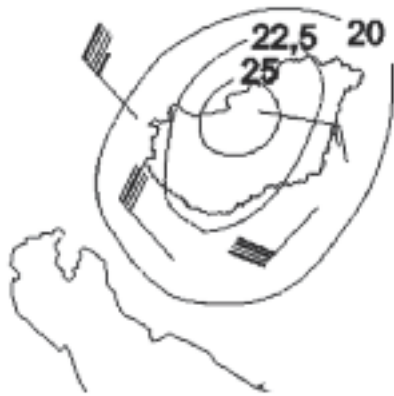
2010. május 31-én, közel két héttel a Zsófia ciklon után (Horváth és mtsai. 2010) egy újabb, jelentős csapadékokat okozó ciklon, „Angéla” érte hazánkat. A ciklon június 5-én hagyta el térségünket, lassú mozgása során főként a Dél-Dunántúlon és az északi területeken hullott a pár nap alatt 80–140 mm. A 2010. május 30. 06 – június 5. 06 UTC között lezuhant csapadékösszeg területi eloszlását az 9. ábra mutatja. A május közepén átvonult ciklon („Zsófia”) már sokfelé kritikus helyzetet teremtett, főként az északkeleti vízgyűjtőkön. „Angéla” (Horváth és mtsai. 2010) pusztítása az előzmények miatt lehetett jelentős, illetve a két ciklon között is gyakori volt a heves csapadék, a légkör ekkor sem „pihent”.

A május 18–29-ig tartó időszak során sekély ciklonális mezőben magas kihullható vízmennyiséggel rendelkező, labilis légállapotú levegő alakította időjárásunkat, amelyben kialakuló konvergens zónák mentén villámáradásokhoz vezető heves záporok, zivatarok fordultak elő.

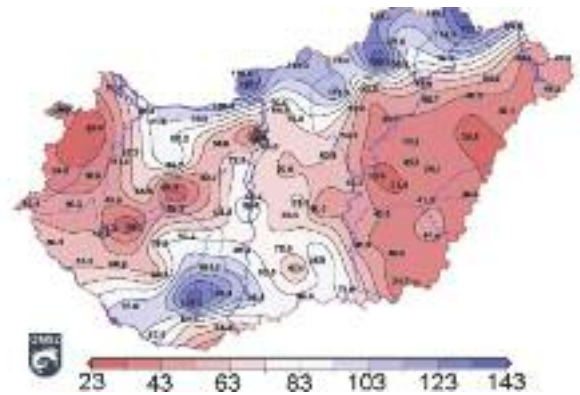
Május 19–25. között egy nyugat-európai anticiklon keleti peremén helyezkedett el a Kárpát-medence, többnyire nedves, labilis légállapotú levegő áramlott térségünk fölé. Esetenként heves zivatarok alakultak ki, lokálisan jelentős mennyiségű csapadékkal; így pl. május 21-én Siófokon rövid idő alatt 45 mm hullott.

Május 25-től átalakult a nyomási mező: a nyugat- és közép-európai térséget nyugatról benyúló sekély ciklonális mező jellemezte. Többfelé alakult ki zápor, zivatar; május 25-én a Bakony térségében esett 20–25 mm, május 27-én Kapuvárról jelentettek 37 mm-t, május 29-én pedig az Északi-középhegységben voltak heves zivatarok, a zabari automata 33 mm-t mért, de a településen társadalmi észlelő 50 mm közeli értéket észlelt.

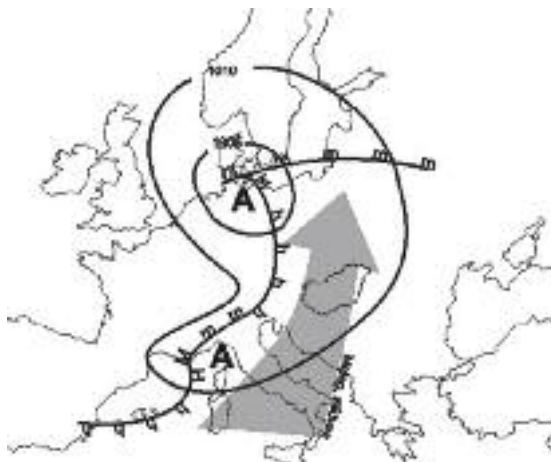
Ebben a ciklonális mezőben május 29-én a Britszigetektől északnyugatra már megjelent az a ciklon,



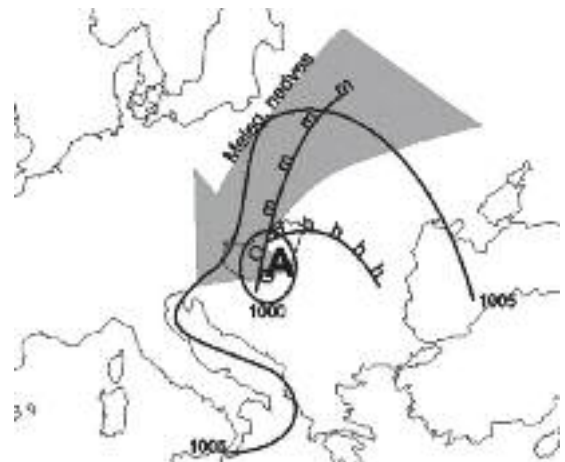
8. ábra. A potenciálisan kihullható vízmennyiség eloszlása a Kárpát-medencében 2010. május 16. 00 UTC-kor



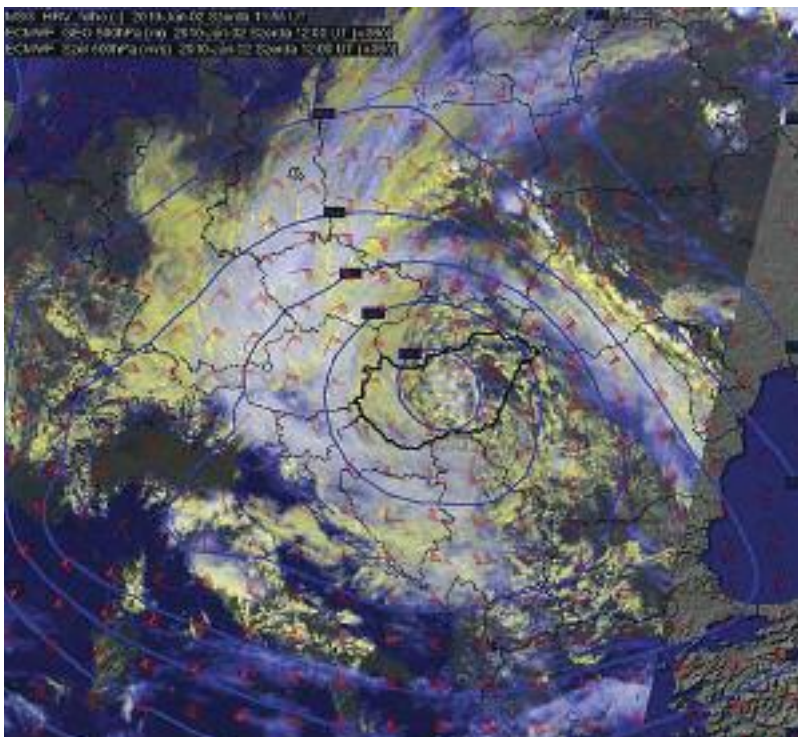
9. ábra. A 2010. május 30. 06 UTC és június 5. 06 UTC között lehullott csapadék összege



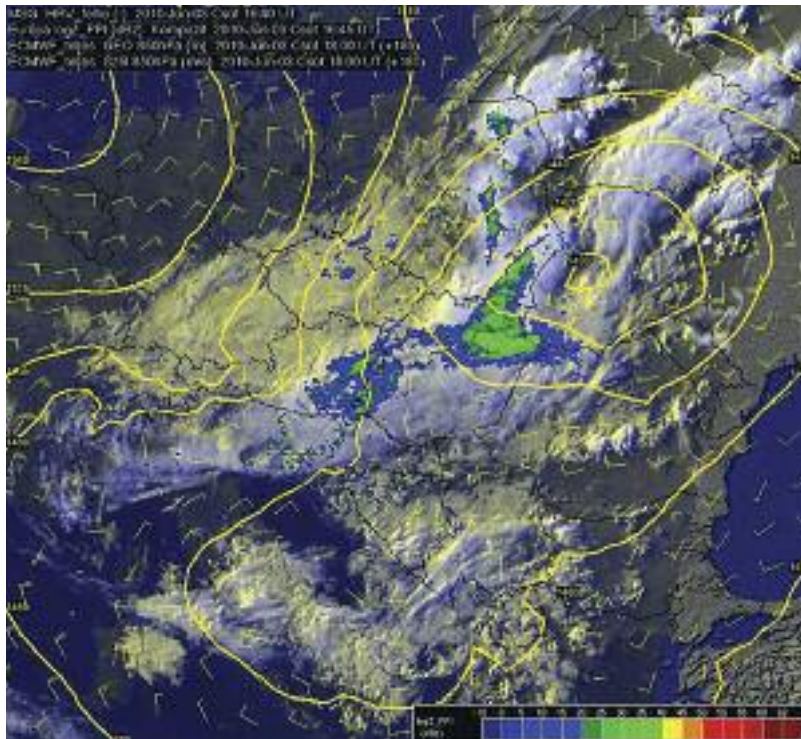
10. ábra. A 2010. május 30. 12 UTC-s időjárási helyzet sematikus képe a meleg, nedves szállítószalaggal



11. ábra. A 2010. június 1. 12 UTC-s időjárási helyzet sematikus képe a meleg, nedves szállítószalaggal



12. ábra. Az EUMETSAT kompozit műholdképe, az 500 hPa-s magassági mező (folytonos vonal) és szélmező 2010. június 2. 12 UTC-kor



14. ábra. Műhold és radar kompozit kép a 850 hPa-s szint magasság- és szélviszonyaival 2010. június 3. 16.45, 18 UTC-kor



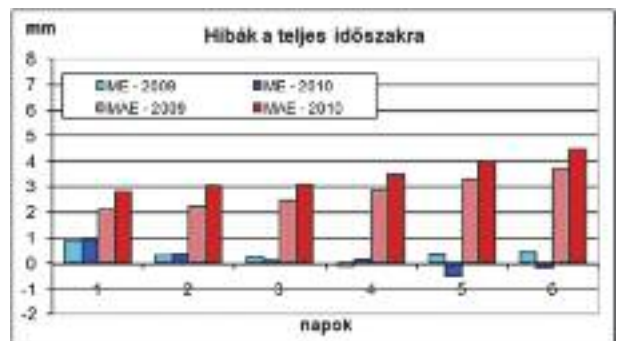
13. ábra. A potenciálisan kihullható vízmennyiség eloszlása a Kárpát-medencében 2010. június 2. 12 UTC-kor



15. ábra. A potenciálisan kihullható vízmennyiség eloszlása a Kárpát-medencében 2010. június 4. 00 UTC-kor



16. ábra. A 2010. május 1. és június 30. között lehullott csapadék összege



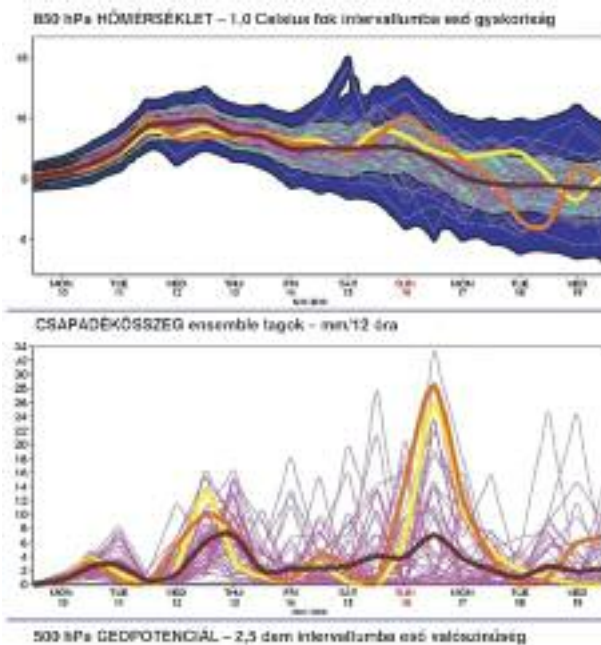
17. ábra. Előrejelzési hibák, 2009. és 2010. május-június



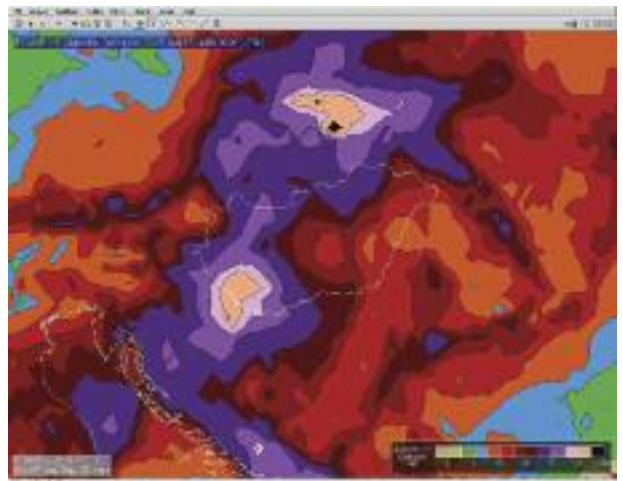
18. ábra. A csapadék-előrejelzések hibái nagycsapadékos helyzetekben, 2010. május-június



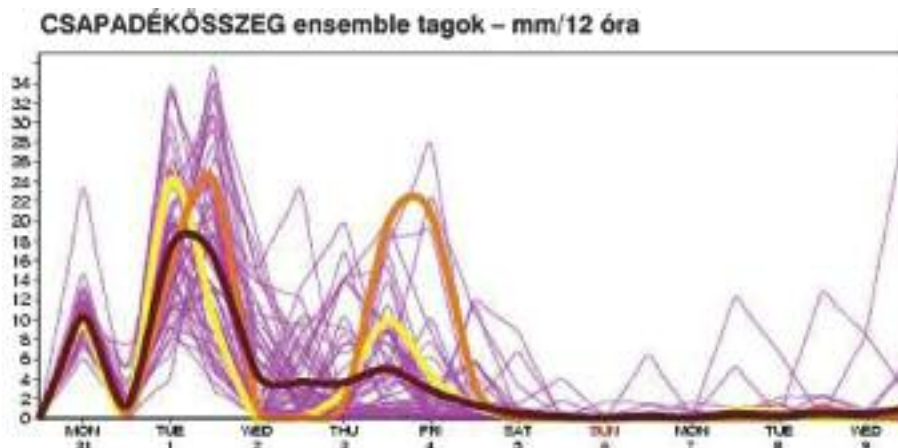
20. ábra. A 2010. május 15-16-ra szóló csapadék-előrejelzés és a tényleges csapadékátlag  
Vízgyűjtők: 7 – Vág, Garam, Ipoly; 8 – Közép-Dunavölgy; 9 – Zala, Balaton; 10 – Kapos, Sió; 11 – Sajó, Hernád; 12 – Zagyva; 13 – Közép-Tiszavölgy; 14 – Bodrog



19. ábra. ECMWF ensemble előrejelzése Miskolcra a 2010. május 9. 12 UTC-s futtatás alapján  
A vastag sárga vonal a determinisztikus, a vastag narancssárga a kontroll futtatást, a lila vékony vonalak az ensemble tagokat mutatják.



21. ábra. A 2010. május 14. 00 UTC-s modelltől előállított csapadékösszeg



22. ábra. ECMWF ensemble csapadékösszeg előrejelzése  
A vastag sárga vonal a determinisztikus, a vastag narancssárga a kontrollfuttatást, a lila vékony vonalak az ensemble tagokat mutatják.

amely gyors mozgással helyeződött a kontinens középső területei fölé. Kialakulása klasszikusnak tekinthető; a magas szélességekről származó hideg és a mediterrán térség meleg levegője biztosította az örvény kimélyülésének feltételeit. Május 30-án a ciklon előoldalán délnyugatról áramló meleg, labilis légállapotú levegőben sokfelé alakultak ki zivatarok. Az esti órákban már az Alpok előterében húzódó frontrendszer déli részén peremhullám erősödött meg, amely kelet felé helyeződött ( $W_p$  west peremhullám helyzet a Bodolainé féle osztályozás szerint). Ez a peremhullám Magyarország felett tovább mélyült, önálló ciklonná fejlődött. (C centrum típus, Bodolainé-féle nagycsapadékos helyzet, Bodolainé és mtsai. 1986). Ez a ciklon, illetve okklúziós frontja még napokig meghatározta időjárásunkat.



23/a ábra. Az egyes előrejelzések és a ténylegesen mért adat összehasonlítása a 2010. május 31.–június 1. csapadék esetén  
Vízgyűjtők: 7 – Vág, Garam, Ipoly; 8 – Közép-Dunavölgy; 9 – Zala, Balaton; 10 – Kapos, Sió; 11 – Sajó, Hernád; 12 – Zagyva; 13 – Közép-Tiszavölgy; 14 – Bodrog

A 10. ábra a ciklon, illetve frontrendszerének május 30-i délutáni helyzetét mutatja. Az erősödő peremhullám előtt délnyugatról nyúlik fel a meleg, nedves szállítószalag. Ekkor még a melegszektorban labilis a légállapot, zivatarok alakulnak ki. Május 31-én már a talajközelen az áramlás iránya döntően északnyugati, amellyel hűvösebb levegő áramlik, a labilitás már nem jellemző. Május 31-én éjszaka és június 1-én hajnalban az önálló ciklonná mélyülő hullám térségében, illetve annak előoldalán hullik területi átlagban 20–24 mm-es csapadék a Dél-Dunántúlon, valamint keleten a Sajó, Hernád, Zagyva és a Tisza-völgy vízgyűjtőkön.

Június 1. 12. UTC-kor a 11. ábrán látható időjárási kép a jellemző, az okklúziós front mentén északkeletről visszahajló nedves levegővel. A ciklon ha-

tására június 1-én még továbbra is kevéssel 20 mm feletti a területi csapadékatlag a Dél-Dunántúlon, de a Vág, Garam, Sajó, Hernád vízgyűjtőkön az erős talaj közeli konvergencia és a magasban is főként helyeződő örvény hatására a területi átlag eléri a 36–45 mm-t. Június 2-án a ciklon visszahajlása következtében a nedvességi viszonyok olyanok, hogy a Duna bajor, osztrák vízgyűjtőin hullik területi átlagban 20 mm feletti csapadék, a Kárpát-medence középső és keleti részén átmenetileg szakadozottabban válik a felhőzet.

A 12. ábrán látható felhőzet összhangban van a potenciálisan kihullható vízmennyiség területi eloszlásával (13. ábra), amely a Duna felső szakaszára északkeleti áramlással érkező nagy nedvességtartalmú levegőt is szépen mutatja. A csapa-



23/b ábra. Az egyes előrejelzések és a ténylegesen mért adat összehasonlítása a 2010. június 3-i csapadék esetén  
Vízgyűjtők: 7 – Vág, Garam, Ipoly; 8 – Közép-Dunavölgy; 9 – Zala, Balaton; 10 – Kapos, Sió; 11 – Sajó, Hernád; 12 – Zagyva; 13 – Közép-Tiszavölgy; 14 – Bodrog

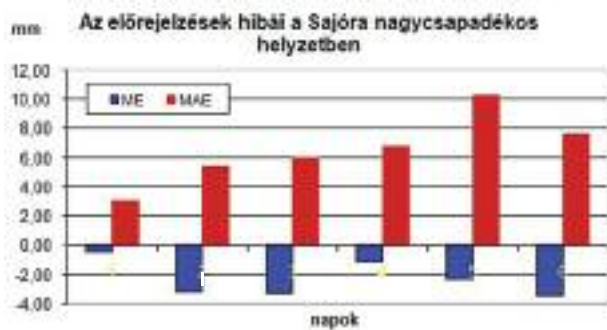
déktevékenység átmeneti gyengülése után az északkeletről visszahajló meleg, nedves levegő hatására a ciklon ismét erősödött a Kárpát-medence északkeleti része felett, északkeleten jelentős mennyiségű csapadék hullott. A területi átlag a Bodrog, Sajó, Hernád vízgyűjtőin elérte a 35–37 mm-t. Az erősödő ciklon, illetve a potenciálisan kihullható vízmennyiség területi eloszlása a 14. és 15. ábrán látható.

„Angéla” elvonulása után június 6. és 13. között gyakorlatilag nem esett Magyarország területén. Június második felében azonban részben helyi zivatarokból, felhőszakadásokból, részben egy újabb, de már gyengébb mediterrán ciklonból (június 19–22.) többfelé volt csapadék. Végül is 2010 májusában és júniusában együttesen rekordmennyiségű csapadék hullott (16. ábra).

### 3. A ciklonok előrejelezhetősége, a csapadék-előrejelzések beválása

#### 3.1. Mennyiségi csapadék-előrejelzések lehetőségei, nehézségei

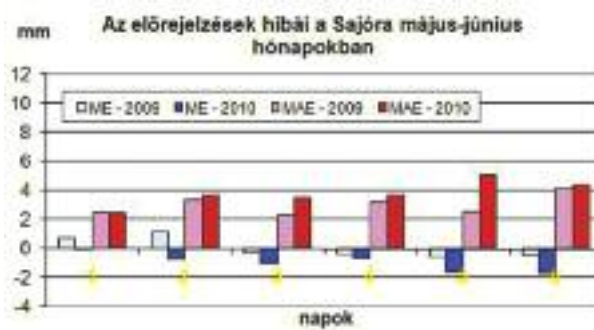
A csapadékmennyiség az egyik legnehezebben előrejelezhető időjárási elem. A szinoptikus skálájú (tehát több napig fennmaradó és több száz kilométer kiterjedésű) időjárási rendszereket, mint amilyenek a „Zsófia” és az „Angéla” ciklonok voltak, a mai modellek már képesek – akár több nappal az esemény előtt – viszonylag pontosan előrejelezni. Az egy nagyságrenddel kisebb mezoskálájú



24. ábra. A Sajórád vonatkozó előrejelzések hibái nagycsapadékos helyzetekben, 2010. május–június

#### 3.2. Májusi, júniusi csapadék-előrejelzések beválása

Megvizsgáltuk, hogy 2010 említett két hónapjának a csapadékosága milyen hatással volt a prognózisok beválására. A 2010-es év ezen időszakát összehasonlítottuk a 2009-es év ugyanezen időszakával, és megnéztük az előrejelzések hibáit (17. ábra). Az átlagos abszolút hiba (MAE) – ahol az alá- és fölébecslések nem oltják ki egymást, a statisztika a hibák abszolút értékével készül – azt mutatta, hogy a csapadékosabb 2010-es évben, ha nem is sokkal, de minden napra szignifikánsan nagyobb a hiba az előrejelzésekben, mint 2009-ben. Az átlagos hiba esetében (ME) a kevésbé csapadékos évben a fölébecs-



25. ábra. A Sajórád vonatkozó előrejelzések hibái, 2009 és 2010 május–június

lájú (pár óráig élő, párszor 10 km kiterjedésű) zivatarok, szupercellás zivatarok előrejelzése viszont jóval nehezebb. Fellépésük lehetősége a makroszinoptikus helyzet ismeretében általában jól megadható, de egy nappal korábban is legfeljebb csak az a régió jelölhető ki, ahol a legnagyobb valószínűséggel bekövetkezik a jelenség. Pontos helye, ideje pedig az esemény bekövetkezése előtt csupán 1–2 órával prognosztizálható a radar- és műhold-, valamint a fölfelszíni megfigyelések nyomán követése segítségével. A mezoskálájú objektumok csapadékmennyiségének a becslése, az adott régió területi átlagának a megadása pedig különösen nehéz.

Egy mennyiségi csapadék-előrejelzést jónak tekintünk, ha a folyamatot jól közelíti, természetesen a maximális csapadék tengelyében a valóság és a prognosztizált között lehet eltérés. A mennyiségtől nagyságrendi egyezést várnánk, de sokszor nagyon nehéz megmondani, hogy a nagy csapadék 30 vagy 60 mm-es területi átlagot jelent. Területi átlagban 20 mm-t meghaladó mennyiség viszonylag ritkán fordul elő, így az ezt meghaladó előrejelzett mennyiség mindenképpen jelszértékű!

lések dominálnak, míg a csapadékosabb esetben az utolsó két napon alábecslés figyelhető meg, még ha nem is nagy a mértéke.

A 2010. május–júniusi időszak nagy csapadékos helyzeteire (amikor is több vízgyűjtőn a területi átlag 10–30 mm felett alakult) külön is elvégeztük a vizsgálatot (18. ábra). Ekkor az átlagos abszolút hiba (MAE) az 1. npra szóló előrejelzések esetén 4,5, a 6. npra 8 mm körülinek adódott. Az átlagos hiba (ME) pedig azt mutatta, hogy az első két napon inkább fölé-, az ezt követő napokon minimális alábecslés a jellemző. Ez az alábecslés az utolsó két napon a legtöbb, 1–2 mm.

#### 3.3. Előrejelzések a „Zsófia” ciklon esetén

A különböző nyomás- és csapadékmező-előrejelzések a ciklon kialakulása előtt már 4–5 nappal meglepően egyöntetűen és viszonylag stabilan számoltak a mediterrán ciklon megjelenésével és jelentős csapadékkal. Pl. a május 9. 12 UTC-s futtatásból előálló úgynevezett fákladiagram (a fákladiagramról és az ensemble előrejelzésekről bővebben a mellékletben)



Miskolc térségére (19. ábra) már öt nappal korábban szépen mutatatta a hétvége jelentős csapadékát; mind a determinisztikus, mind a kontrollmodell 30 mm közeli csapadékot prognosztizált. A görbe a május 12–13-i időszak csapadékos voltát is jól adta. Természetesen a csapadék maximális tengelyének megadásában mutatkoztak eltérések, hiszen a ciklonpálya igen kis módosulása a csapadék mennyiségének egy adott területen való akár jelentősebb megváltozását is okozhatja, de a nagy csapadék, a dunántúli viharos szél mindegyik futtatásban szerepelt. (A megvalósult csapadékkép azt a szinoptikus tapasztalatot is szépen alátámasztotta, hogy a mediterrán ciklonok vonulását egy délnyugat-északkeleti, közel a Nagykanizsa–Siófok–Budapest–Kékestető- vonalban húzódó csapadékszalag kíséri, bár ebben az esetben kissé nyugatabbra volt a maximális csapadék tengelye.)

A mennyiségi csapadék-előrejelzésektől természetesen pontos egyezést nem várhatunk el. Az ECMWF – az európai meteorológiai szolgálatok együttműködése keretében futtatott globális modell, amelynek a beválása a világon évek óta a globális modellek közül mind rövid távon, mind középtávon a legjobb – vízgyűjtőkre vonatkozó, a vízügyi ágazatoknak naponta továbbított előrejelzései már a május 9. 12 UTC-s anyagból jelentős mennyiséggel számoltak több vízgyűjtőre. A dunántúli nagy csapadékot napokon keresztül viszonylag stabilan adták az előrejelzések. A vízügyi szempontból kritikusnak tartott észak-magyarországi vízgyűjtők esetén sajnos jóval nagyobb volt az ingadozás. A május 15-i csapadékot a Sajó, Hernád, Zagyva térségére talán a 14. 12 UTC-s, a 16-i csapadékot pedig a 15. 12 UTC-s futtatás adta a legjobban, ami nem meglepő, hiszen a csapadékfolyamatok természete miatt a 24 órás mennyiségi csapadék-előrejelzések a legmegbízhatóbbak. Érdekes, hogy a május 16-i csapadékot a május 9. 12 UTC-s futtatás is jobban közelítette, mint több, az eseményhez közelebbi előrejelzés. A 20. ábrán a május 9. és 14. között naponta készült csapadék-előrejelzéseket láthatjuk a 7–14-es vízgyűjtőkre (12 UTC-s futtatások alapján). A kétnapos előrejelzett csapadékösszegek a dunántúli területekre többnyire 40–70 mm között változtak, ami azért figyelemre méltó! Ha belegondolunk abba, hogy 20 mm feletti napi csapadékatlag az esetek elenyésző %-ában fordul elő, akkor a napokon keresztül stabilan prognosztizált 40 mm feletti előrejelzésnek nagy a jelentősége! A tiszai területekre előrejelzett kisebb csapadékmennyiségek okát valószínűleg abban is kereshetjük, hogy a modell az orográfia hatását alábecsülte.

Az ECMWF május 14.00 UTC-s futtatása alapján előállított összegzett csapadékmező (21. ábra) azonban szép egyezést mutat a ténylegessel (2. ábra).

### 3.4. Előrejelzések az „Angéla” ciklon esetén

A nyomási mezőelőrejelzések a gyors mozgású, Kárpát-medence fölé helyeződő ciklon, „életútját” ismét jól prognosztizálták. A ciklonhoz jelentős mennyiségű csapadékot is rendeltek, de ezek a mennyiségi előrejelzések némileg elmaradtak a „Zsófia” eredményességétől.

Már a 2010. május 21. 12 UTC-s futtatás alapján készült ECMWF-előrejelzés sejtette a május 30. és június 4. közötti időszak csapadékoságát.

Ha az előrejelzett budapesti fáklya csapadékmennyiségét a 8-as vízgyűjtő tényleges csapadékmennyiségével vetjük össze, akkor a következőket állapíthatjuk meg:

A május 23. 12 UTC-s előrejelzésben (22. ábra) a kontrollmodell Budapestre, június 1-re 30 mm közeli értéket prognosztizál, amely jó közelítése a ténylegesen lehullottnak (27 mm). A május 30. 12 UTC-s Budapestre szóló fáklyadiagram szerint a determinisztikus modell június 1-re (22 mm) és június 3-ra (10 mm) is teljesen jó mennyiségi közelítést ad, és mutatja a csapadéktevékenység átmeneti gyengülését is (22. ábra).

Nem ilyen jó az egyezés, ha a Sajó vízgyűjtőjének tényleges csapadék mennyiségeit a miskolci fáklyadiagrammal vetjük össze (22. ábra); a csapadékfolyamat időbeli lefolyását bár jól közelíti, de a mennyiségek elmaradnak a bekövetkezettől.

Összességében megállapítható, ahogy ezt a néhány bemutatott fáklyadiagram is jelzi, hogy bár az „Angéla” ciklon csapadékhatékonyságát a modellek napokkal előbb jelezték, a ciklon csapadékmennyiségének időbeli, területi eloszlásában mutatkoztak eltérések. Ezt mutatják a különböző időpontokban készült előrejelzések kiemelt vízgyűjtőkre szóló területi átlagai is (23. ábra).

A 23/a ábra a május 31. és június 1. előrejelzett területi csapadékösszegeit veti össze a két nap tényleges területi átlagával. A keleti vízgyűjtőterületeken minden futtatás alábecslést mutat, a nyugatabbra eső területeken jobb a mennyiségi közelítés, a Zala vízgyűjtőin jelentősebb viszont a fölébecslés.

A 23/b ábrán a június 3-ra szóló előrejelzéseket láthatjuk. A június 2. 12 UTC-s előrejelzés menetében szép egyezést mutat a tényleges csapadékatlaggal, de a mennyiség ismét elmarad – ha kevesebbel is, mint az előző periódusban –, a ténylegesen bekövetkezettől. A május 30-i előrejelzés pl. a Bodrog vízgyűjtőjére teljesen jó, ez az előrejelzés a visszahajló csapadék maximális tengelyét máshova adta, mint a többi futtatás.

A 24. és 25. ábrán az előrejelzések hibáit külön a Sajó vízgyűjtőre is bemutatjuk mint az egyik legproblémásabb vízgyűjtőre. A 24. ábrán szignifikáns alábecslés látható, a két hónap esetén (25. ábra) a hi-

bák jóval kisebbek, de a szignifikáns alábecslés megmaradt. A kevésbé csapadékos 2009-es évben az első két napra ugyanakkor fölébecslés volt a jellemző.

#### 4. Összefoglalás

A mennyiségi csapadék-előrejelzések a nagy csapadék lehetőségére időben felhívták a figyelmet, és a jelentősebb mennyiségeket viszonylag stabilan adták az esemény bekövetkezése előtti napokban. Ahogy a „Zsófia” ciklon esetén is, most is a dunántúli területekre pontosabb mennyiségi becslések készültek, a keleti vízgyűjtőkre mindkét ciklon esetén az alábecslés a jellemző. Ennek okát részben az orográfia csapadéknövelő hatásában is kereshetjük, de az „Angéla” ciklon esetén a gyengébb csapadék-előrejelzésekhez az is hozzájárulhatott, hogy a keletről visszahajló ciklonok mozgását a modellek általában rosszabbul közelítik. A kritikus helyzet kialakulásá-

nak lehetőségét azonban mindkét esetben tartalmazták az előrejelzések, és mindenképpen szerencse, hogy jól szervezett, szinoptikus léptékű rendszerhez kapcsolódott a csapadéktevékenység, hiszen egy jellegtelen nyomási mezőben kialakuló – esetenként hirtelen áradáshoz vezető – felhőszakadások területi csapadékatlagát jóval nehezebb megadni.

#### Irodalom

- Bodolainé Jakus, E. 1983: Árhullámok szinoptikai feltételei a Duna és a Tisza vízgyűjtő területén. Budapest. OMSz Kiadv.
- Bodolainé Jakus E., Bonta, I., Ujváry, K., Nagy, K. és Takács, Á. 1986: Magyarország jelentősebb hegy- és dombvidékeinek hatása a csapadék mezoméretű eloszlására. Budapest. OMSz Kiadv.
- Horváth, Á., Zsikla, Á. és Hadvári M. 2010: A „Zsófia” ciklon meteorológiai leírása. [www.met.hu](http://www.met.hu)
- Konkolyné, Bihari, Z. Móring, A. és Nagy, A. 2010: Rendkívüli volt-e a 2010. május 15–18-i időjárás? [www.met.hu](http://www.met.hu)
- Horváth, Á., Zsikla, Á. és Kovács, A. 2010: Az „Angéla” ciklon meteorológiai leírása. [www.met.hu](http://www.met.hu)

1. táblázat. A társadalmi csapadékmérő állomások májusi jelentései

Állomásnév	Csapadék 13.	Csapadék 14.	Csapadék 15.	Csapadék 16.	Csapadék 17.	Összesen
Zsámbék			60,4			60,4
Bátonyterenye			79,0	31,0		110,0
Becske			52,5			52,5
Parádóhuta			69,1			69,1
Dombóvár			39,5	45,7		85,2
Szentlőrinc			58,0	53,3		111,3
Páprád			69,3	47,5		116,8
Alcsútdoboz	31,7		56,8	31,7		120,2
Bp, Ferenchegy			82,3	24,5		106,8
Úrkút			32,7	67,3		100,0
Zirc	19,2	0,9	88,4	98,2	42,3	249,0
Máza			79,6	65,9		145,5
Váralja	12,5	ny	67,0	64,4		143,9
Kárász			70,7	83,5		154,2
Bakonykoppány	22,0		85,0	45,5	39,0	191,5
Pörböly			51,8	45,2		97,0
Bakonybél	28,0		146,0	59,0	30,3	263,3
Bakonybél,	25,4	2,7	101,2	82,4	40,2	251,9
Bükkszentkereszt		18,5	57,7	35,5		111,7
Mecseknádasd			108,0	43,4		151,4
Varbó	2,5	0,3	69,2	37,1		117,4
Bükkszentlászló	5,4	27,2	30,2	17,4		80,2
Bakonyszűcs	23,0	1,5	157,0	53,5	30,2	265,2
Csölyospálos	19,9		22,1	25,5	4,8	72,3
Mernye			23,4	65,2	23,6	112,2
Kelemér	2,7	3,7	38,0	35,6	2,9	82,9