

ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT



Beszámoló 2007. év éghajlatáról és szélsőséges időjárási eseményeiről

**Kormány 277/2005. (XII. 20.) Korm. Rendelete
az Országos Meteorológiai Szolgálatról 2. § (1) e) pontja
alapján.**

	Név	beosztás
Készítette:	Schlanger Vera Kolláth Kornél	éghajlati szakértő előrejelző szakértő
Ellenőrizte:	Buránszkiné Sallai Márta	szakmai elnökhelyettes
Jóváhagyta:	dr. Bozó László	elnök

Kiadás kelte: 2008. március 31.

Oldalak száma: 14 + 38

Az Országos Meteorológiai Szolgálatról szóló 277/2005. (XII. 20.) Korm.Rendelet 2.§ (1) bekezdés e) pontja alapján a Szolgálat állami feladatként „a számítások és elemzések alapján a meteorológiai folyamatokról, így különösen a szélsőséges időjárási helyzetekről, a főbb éghajlati tényezőkről évente, a tárgyévet követő év március 31-ig a miniszter részére jelentést készít”.

Az alábbiakban e feladat szerinti jelentés található.

A 2007. ÉV IDŐJÁRÁSA - ÁTLAGOK ÉS SZÉLSŐSÉGEK

A 2007. év az 1901 óta rendelkezésre álló homogenizált, interpolált adatsor alapján az elmúlt évszázad legmelegebb éve volt Magyarországon. 2007. éves középhőmérséklete országos átlagban 1,7 fokkal volt magasabb az 1971-2000-es éghajlati átlagnál, csapadékviszonyok tekintetében ugyanakkor a tavalyi év nem volt rendkívüli, az év csapadékhozama országos átlagban a szokásos érték 108%-ának felelt meg.

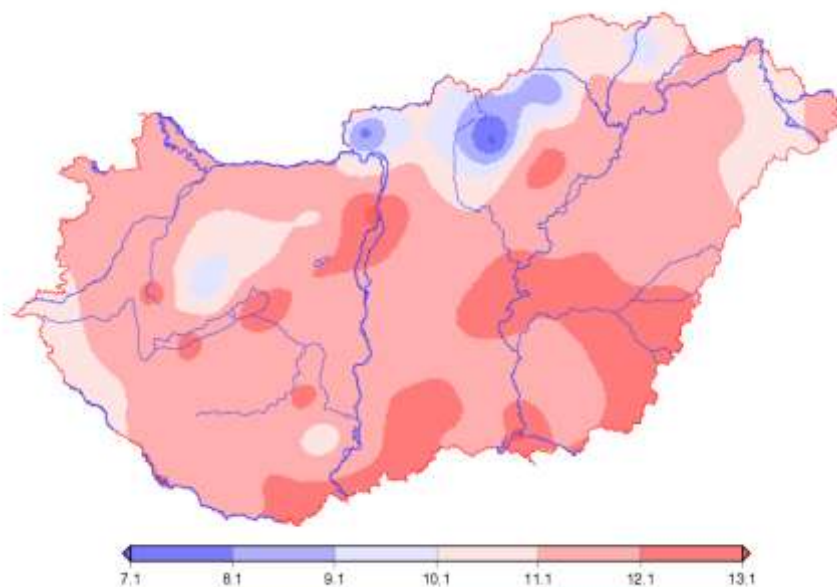
Az év során szinte minden évszak szolgált – elsősorban hőmérsékletéhez köthető - időjárási szélsőségekkel. A 2006/2007-es tél az elmúlt évszázad legmelegebb tele volt, 2007 januárja a mérések kezdete, 1901 óta regisztrált legmelegebb január. 2007-ben szokatlanul meleg volt a tavasz és a nyár is – a tavalyi tavasznál csak az 1934-es volt forróbb, a 2007-es nyár középhőmérsékletét pedig csak a 2003-as nyaré szárnyalta túl. 2007. augusztusával zárult emellett egy másik rekord is: 2006. szeptember és 2007. augusztus között, egy teljes éven keresztül megszakítás nélkül minden hónap középhőmérséklete magasabb volt a sokévi átlagnál, ami a több mint 100 éves meteorológiai adatsorban példa nélkül álló.

A szokásosnál melegebb idő miatt okozott ugyanakkor komoly károkat a késő tavaszi fagy. Az április végi – május eleji, mindössze 4 fagyos éjszakának köszönhetően a Szabolcs-Szatmár-Bereg megyei kertekben (a kedvező időjárás következtében jól fejlődő) alma- és a kajszi termés 70-90 százaléka károsodott, a jég- és fagykárt többmilliárd forintba becsülik.

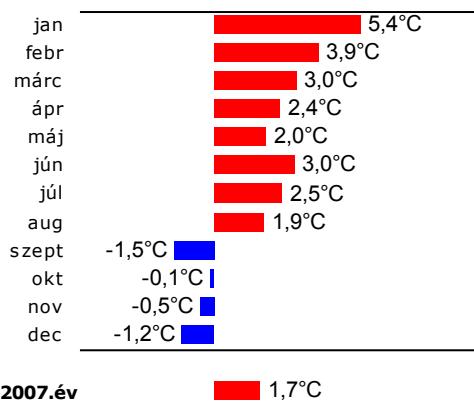
Csapadékviszonyait tekintve 2007-ben csak április bizonyult rendkívülinek. A 2007-es április volt az elmúlt évszázad legszárazabb áprilisa: a hónap során országos átlagban a szokásos csapadékhözam csupán 6 százalékanak megfelelő eső hullott. A nyári hónapokban ugyanakkor többször fordult elő nagymennyiségű lokális csapadékhullás: augusztus 19-én például Budapesten 75 mm-nyi eső esett. Összehasonlításképpen: Budapesten az augusztus *havi* átlagos csapadékösszeg 67 mm.

A tragikus kimenetelű 2006. augusztus 20-ához hasonló hevességű vihar 2007. augusztus 20-án is lesújtott a fővárosra. A legerősebb szellőkések 2007. augusztus 20-án is elérték a 122 km/órát (2006-ban a maximális szellőkés 123 km/óra volt), azonban a 2007-ben két és fél órával korábban érkező vihar felkészültebben érte a hatóságokat és a lakosságot is. Az ünnep lebonyolítása, ezúttal figyelve és hagyatkozva az OMSZ előrejelzéseire, biztonságosan zajlott.

2007-ben az országos évi középhőmérséklet 11,7 °C volt, ami 1,7°C-kal meghaladta az 1971-2000-es 30 éves átlagot. Az országon belül 7,1°C és 13,3°C között alakultak az évi középhőmérséklet értékek. A sokévi átlagot legnagyobb mértékben a január haladta meg (5,4°C-kal).

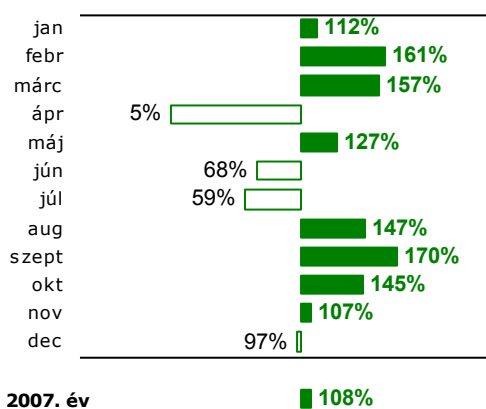


2007. évi középhőmérséklet (°C)



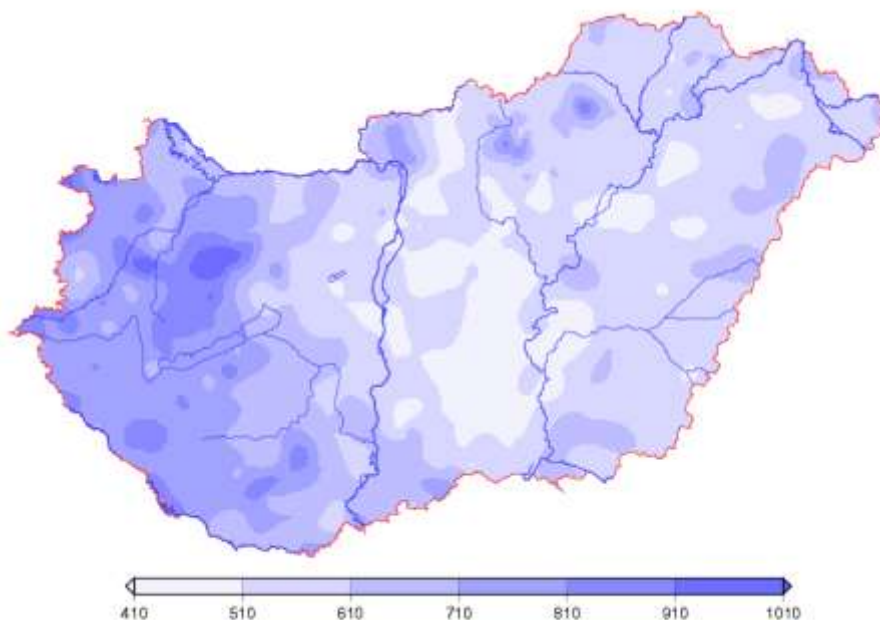
Az országos havi középhőmérséklet eltérése a sokévi (1971-2000-es) átlagtól 2007-ben (16 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján)

Az elmúlt évben, országos átlagban 611 mm csapadék hullott, ami mintegy 8%-kal haladta meg a sokévi (1971-2000-es) átlagot. Az év 8 hónapjában fordultak elő átlag feletti és 4 hónapban átlag alatti csapadékmennyiségek, a legjelentősebb anomáliákat áprilisban és szeptemberben regisztrálták.



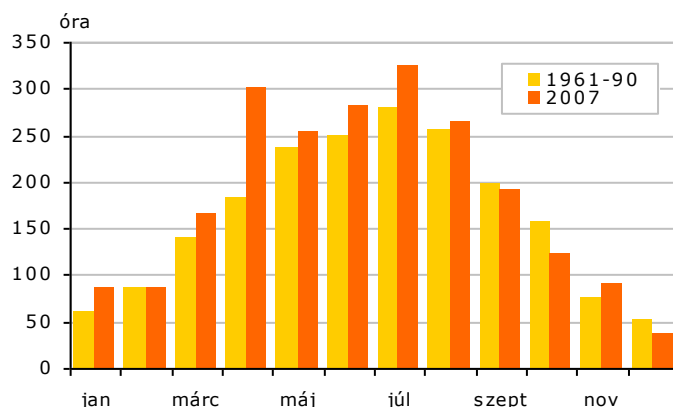
Havi csapadékösszegek 2007-ben az 1971-2000-es normál százalékában (37 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján)

Az éves csapadékmennyiség országon belüli eloszlása nagyjából a sokévi átlagnak megfelelően alakult. A legcsapadékosabb délnyugat-dunántúli területek és a hegyvidéki régiók csaknem két és félszer annyi csapadékot kaptak, mint az Alföld közepe. Az év során a legkevesebb csapadék (414 mm) Jakabszállás térségében hullott, a legnagyobb csapadékösszeget pedig (1011 mm) Bakony-szücsön regisztrálták.



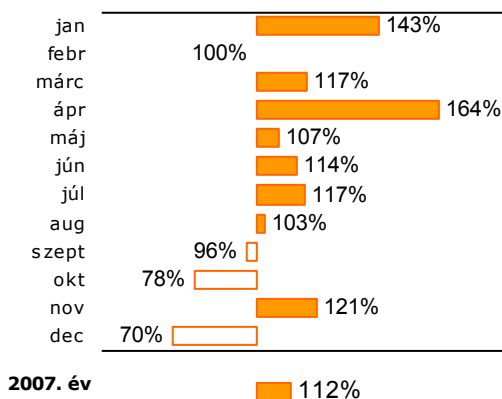
2007. évi csapadékösszeg (mm)

A napsütéses órák éves összege 2007-ben 1980 és 2410 óra között váltakozott az ország területén, az átlagosan 2198 óra 12%-kal haladja meg az 1961-90-es átlagértéket.



Napsütéses órák havi összegei 2007-ben és 1961-90 között

A sokévi átlagértéket 2007-ben április napfény mennyisége túlta felül legnagyobb mértékben.



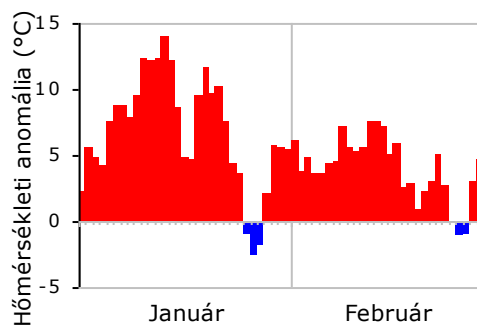
A napsütéses órák havi összegei 2007-ben az 1961-90-es normál százalékában

A 2007. év abszolút szélsőségei:

- A legmagasabb mért hőmérséklet: 41,9 °C, Kiskunhalas, július 20.
- A legalacsonyabb mért hőmérséklet: -14,8 °C, Kecskemét, december 19.
- A legnagyobb évi csapadékösszeg: 1011 mm, Bakonyszücs
- A legkisebb évi csapadékösszeg: 414 mm, Jakabszállás
- A legnagyobb 24 órás csapadékösszeg: 94 mm, Tengelic, augusztus 10.
- A legvastagabb hótakaró: 40 cm, Kékestető, november 16.
- A legnagyobb évi napfényösszeg: 2411 óra, Békéscsaba
- A legkisebb évi napfényösszeg: 1976 óra, Kalocsa

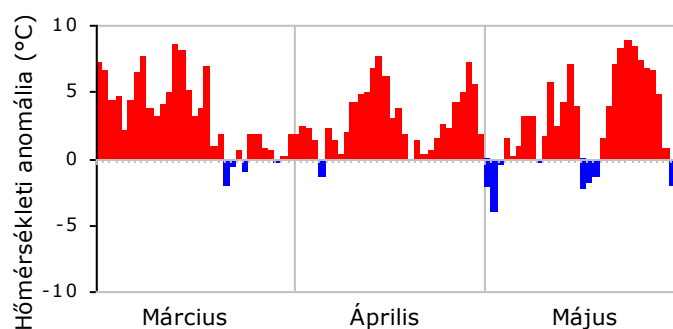
Az egyes évszakok napi középhőmérsékletének eltérése az átlagtól az alábbiak szerint alakult:

Tél



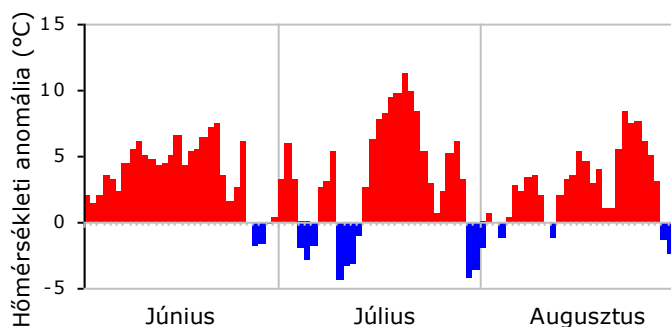
A napi középhőmérséklet eltérése az átlagtól: 2007. január, február

Tavaszi



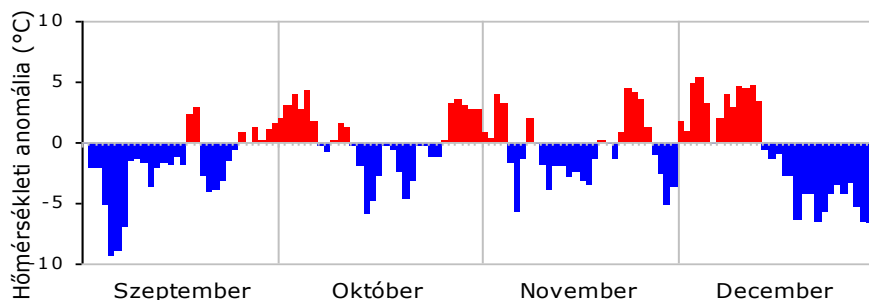
A napi középhőmérséklet eltérése az átlagtól: 2007. március, április, május

Nyár



A napi középhőmérséklet eltérése az átlagtól: 2007. június, július, augusztus

Ősz és december



A napi középhőmérséklet eltérése az átlagtól: 2007. szeptember- december

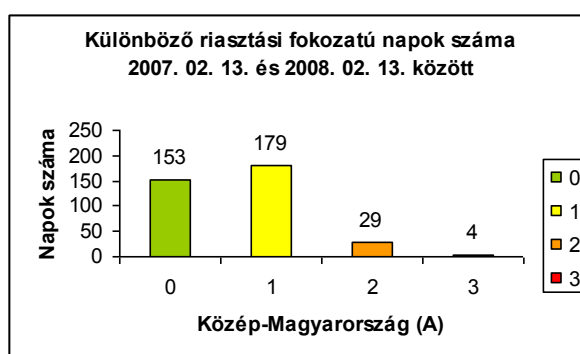
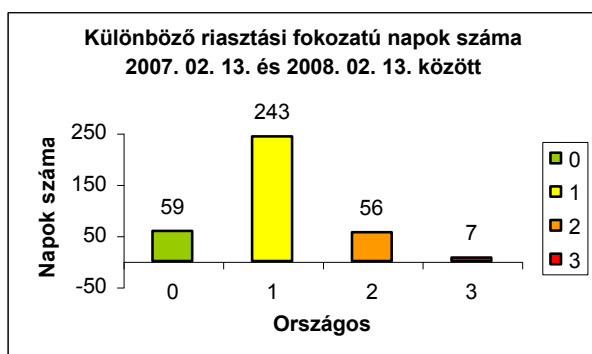
Összefoglaló az Országos Meteorológiai Szolgálat publikus riasztási rendszerének 2007 évi működéséről

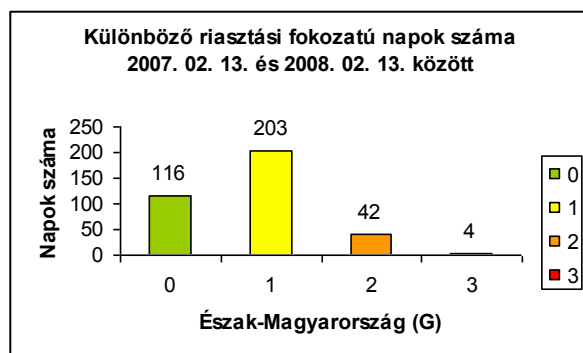
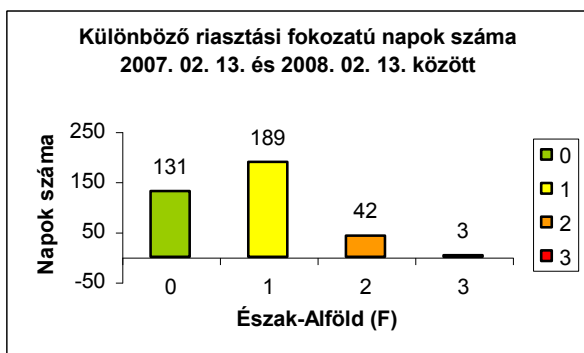
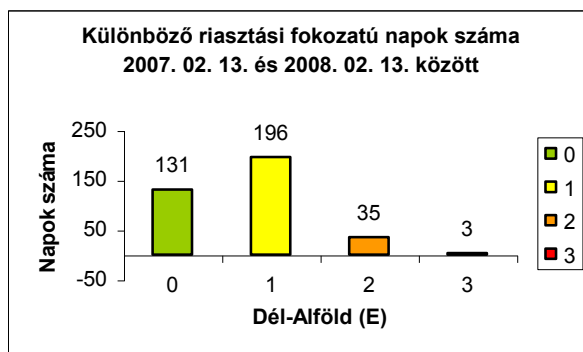
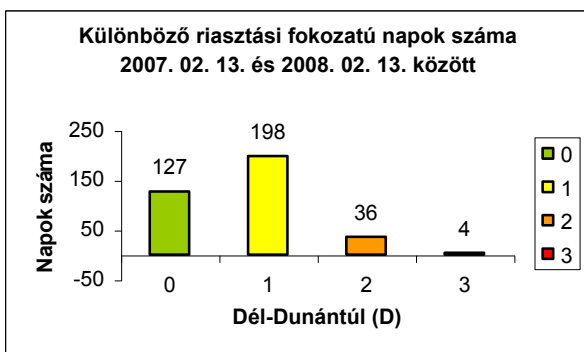
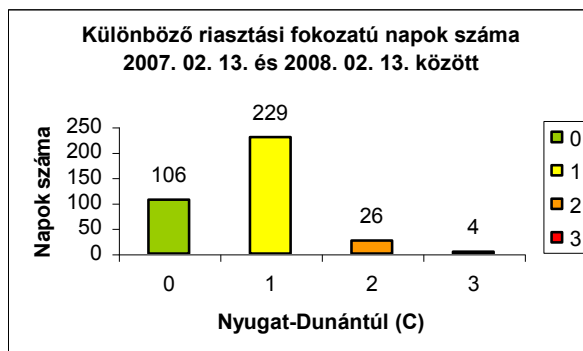
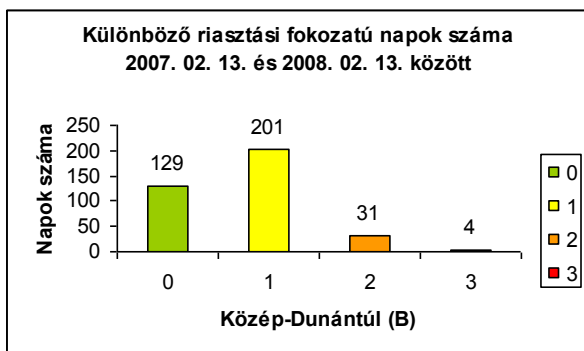
A 2006-ban bevezetésre került publikus riasztási rendszer működése, az alkalmazott kritériumok, a honlapon történő megjelenítés több alkalommal fejlesztésre, módosításra került. Az év elején több lényeges korrekció történt a kritériumokban, melyeket operatíván 2007. február 13-a óta alkalmazunk. Az új kritériumokkal egyrészt valóban csak az évenként átlagosan néhány alkalommal előforduló, kiterjedt káreseményekkel járó helyzetekre adunk ki legmagasabb fokú riasztást. Másrészt a sárga fokozatú riasztások küszöbét is megemeltük a szél, illetve a köd jelenségeknél (45 km/h helyett 60 km/h, illetve a köd esetében csak a 250 m alá csökkenő látástávolság esetén adunk ki riasztást). A 2006-os tapasztalatainkból és a nemzetközi ajánlásokból kiindulva heves zivatarok esetében akkor adunk piros fokozatú riasztást, ha a zivatarokhoz társuló erős vihar és nagy méretű jég várhatóan kiterjedt területeket érint. A szélre vonatkozó narancs és piros küszöbök megválasztását a januári viharok tapasztalatai (károk mértéke, a Katasztrófavédelem visszajelzései) is befolyásolták. A korábban érvényben lévő 90 km/h-s piros küszöböt 110 km/h-ra emeltük.

2007. júliusától a riasztások mellett az úgynevezett figyelmeztető előrejelzések is megjelennek szolgálatunk portálján. Korábban (áprilistól) ezeket a produktumokat csak a Meteoalarm honlapon lehetett nyomon követni. A rendkívüli hőmérsékleti viszonyokra, illetve a tartósan hulló, nagy mennyiségű csapadékra – mint olyan jelenségekre melyek rendszerint nem valamiféle hirtelen bekövetkező időjárási változással járnak – csak itt hívjuk fel a figyelmet. (A 2006-os évben egyébként több visszajelzés is érkezett, miszerint zavaró a hőségriasztás és heves zivatarokra történő riasztás ugyanazon térképen történő megjelenítése, így ezzel a módosítással ezt a problémát is kiküszöböltük.)

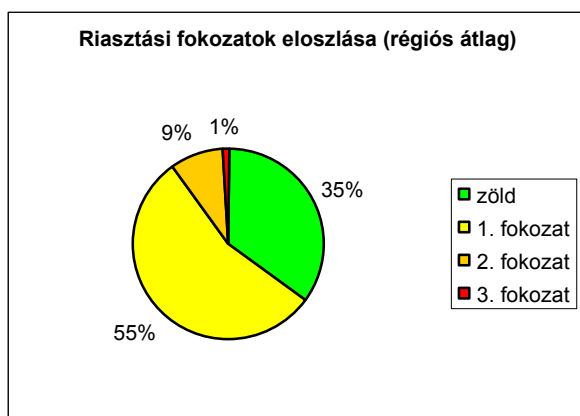
Jelen dokumentumban a veszélyjelzések szempontjából a 2007. eleje óta eltelt időszak fontosabb időjárási eseményeiről, illetve a rendszer működésének néhány statisztikai jellemzőjéről kaphatunk áttekintést.

Az első ábrán a kérdéses időszak napjain kiadott legmagasabb fokozatú riasztások szintje alapján tájékozódhatunk a különböző riasztási fokozatok gyakoriságáról országos és regionális szinten. A vizsgált időszakot a 2007-es kritériumváltást követő 1 évre állítottuk be (ebben az időszakban változtatás nem történt a kritériumokban). Láthatjuk, hogy országos szinten viszonylag kevés azoknak a napoknak a száma amikor egyik régióban sem volt szükség még az első fokozatú riasztás kiadására sem (56 nap \approx 16 %). Az első fokozatú riasztások száma a legnagyobb (243 nap \approx 67 %), ezt követi a narancs (56 \approx 15 %) és végül a piros riasztások (7 nap \approx 2 %). A ábrán a 7 régió hasonló mutatói is szerepelnek. A riasztási fokozatok régiókra vonatkozó átlagos mutatói a következőképpen alakulnak: zöld: 128 nap \approx 35 %, sárga: 199 nap \approx 55 %, narancs 34 nap \approx 9%, piros 4 \approx 1 % (2. ábra). A 3. ábrán az összes riasztás típusonkénti megoszlását láthatjuk.

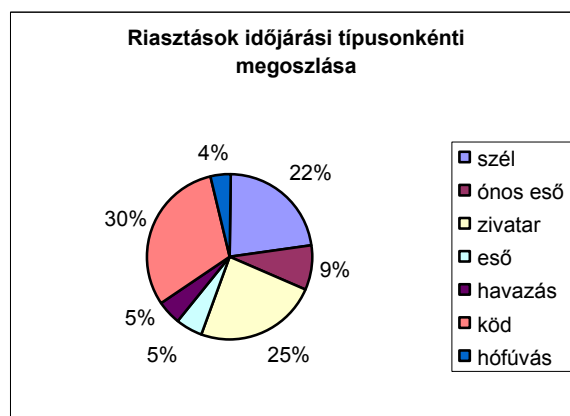




1. ábra



2. ábra



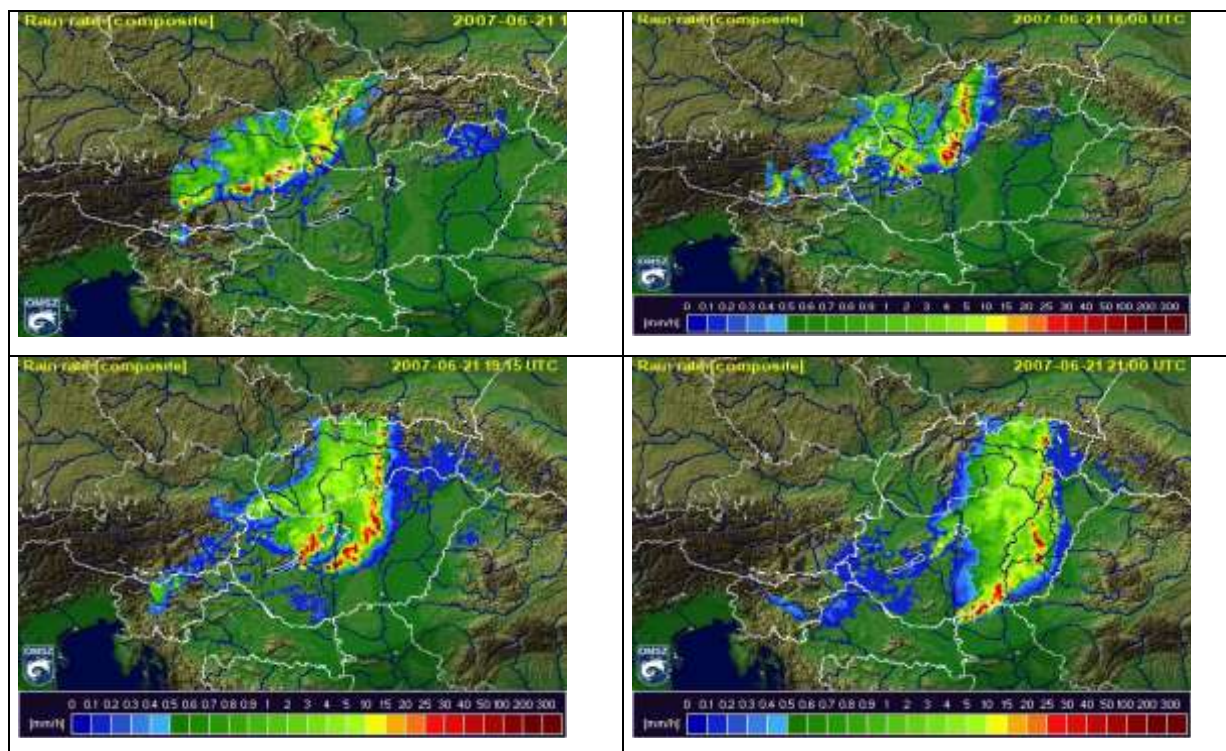
3. ábra

3. fokozatú, (piros) riasztások 2007. évben

2007. januárjában, februárjában több alkalommal kerültünk olyan intenzív ciklon áramlási rendszerébe, amikor az országban több helyen 90-100 km/h-t is elérték a legerősebb szélökések. Öt esetben kellett kiadnunk az ország valamely területére legmagasabb fokozatú riasztást. A szóban forgó esetekből a szélre vonatkozó új kritérium (110 km/h) szerint, tudatában a tényleges időjárás alakulásának csak a január 29-i, Olli névre keresztelt ciklon esetében lett volna szükség piros riasztásra (lásd a mellékletben található esettanulmányt). Az egyes szituációk összehasonlítását lásd a 8. ábrán. "Téli" időjárási eseményre (havazás, ónos eső) még alacsonyabb fokozatú riasztást sem nagyon kellett kiadnunk.

Már 2007 tavaszán is több alkalommal előfordultak heves zivatarok, mindegyik esetben a narancs fokozatú riasztás kiadásánál döntöttünk.

Nyáron a heves, illetve lokálisan nagy mennyiségű csapadékkal járó zivatarokra a nagyszámú narancs riasztás mellett 4 alkalommal került sor piros riasztás kiadására. A legmagasabb fokozatot egy alkalommal, június 21-én az ország teljes területére kiadtuk. Egy északnyugat felől érkező hidegfront mentén sokfelé alakult ki heves zivatar.



4. ábra: Radarképek 06.21-én. A legmagasabb fokozatot az ország összes régiója megkapta.

Másnap (június 22-én) az előző napéhoz hasonló front vonult át nyugatról kelet felé az országon, de ez már inkább csak az ország északi negyedét érintette, heves zivatarok végül inkább csak az északi határ közelében (Komárom-Esztergom, Pest megye északi része, Nógrád) fordultak elő (5. ábra).

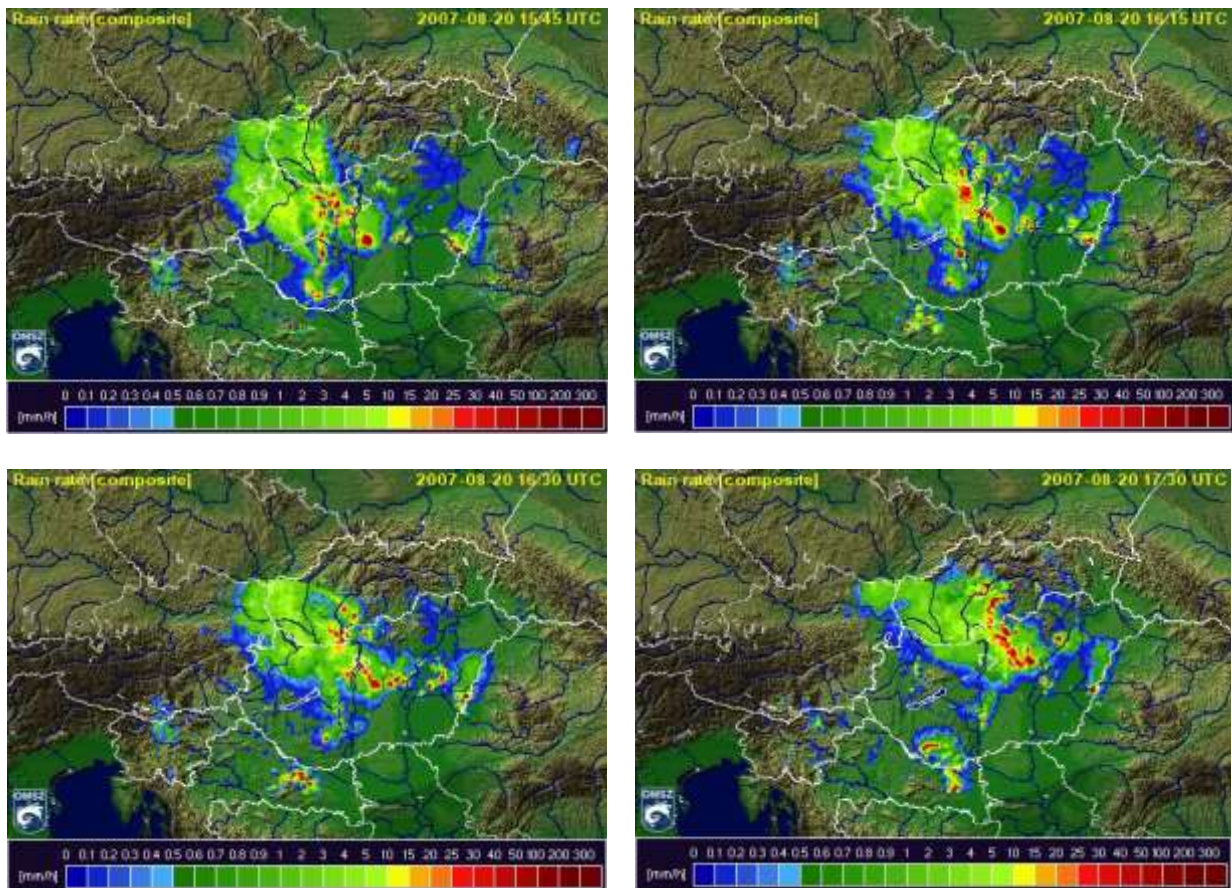


5. ábra. Június 22-én a fővárost is nagyban fenyegető heves zivatarok végül Budapesttől északra pusztítottak (Komárom-Esztergom, Pest megye északi része, Nógrád).

Július 15. és 24. között a több napon át 27 fok fölötti, de helyenként 30 fokot is meghaladó napi középhőmérséklet miatt a harmadfokú hőségriadó volt érvényben. Mint említettük, a hőséget az előzetes (aznapra és másnapra) szóló figyelmeztető előrejelzési térképeken szerepeltettük. A 2007-es hőség éghajlattani szemszögből történő vizsgálatát lásd az OMSZ honlapján az időjárási érdekességek rovatban: http://www.met.hu/pages/juliusi_hosegkord.php.

Augusztus 20-án 5 régióban volt érvényben piros riasztás. A hőmérsékleti és nedvesség rétegződésből fakadó instabilitás az év folyamán talán ezen a napon volt a legnagyobb mértékű. A vertikális szélprofil általában nem támogatta a nagy szélrohamokkal járó zivatarokat, de a hirtelen lehulló nagy mennyiségű csapadék és a különösen a nagy méretű (helyenként 3-8 cm átmérőjű) jég sokfelé okozott káreseményeket. A napközben fokozatosan növekvő szélnyírás néhol így is képes volt úgynevezett szupercellás zivatart kialakítani, a siófoki viharjelző obszervatóriumból tornádót is megfigyeltek. Siófok ekkor 26 m/s-os szélökést mértek. Egy másik mezociklon – amit automata állomás is detektált – Budapesttől délre alakult ki és észak felé áthelyeződve Lágymányoson 34 m/s-os (120 km/h-s) orkán erejű szélrohamot produkált.

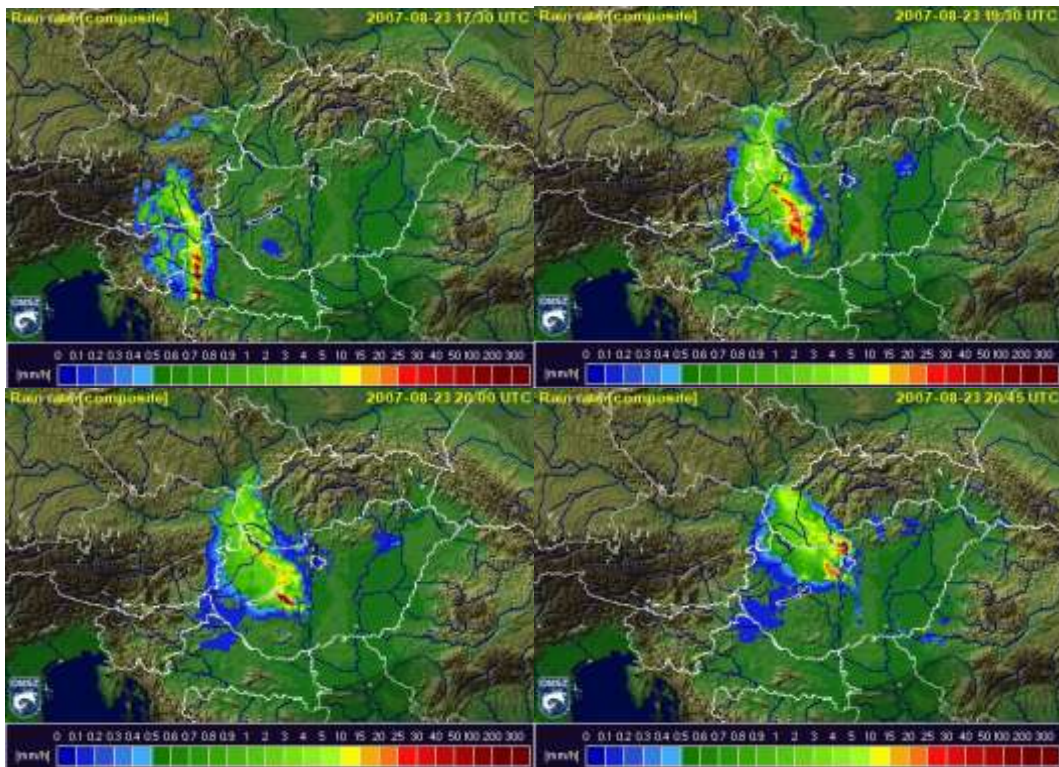




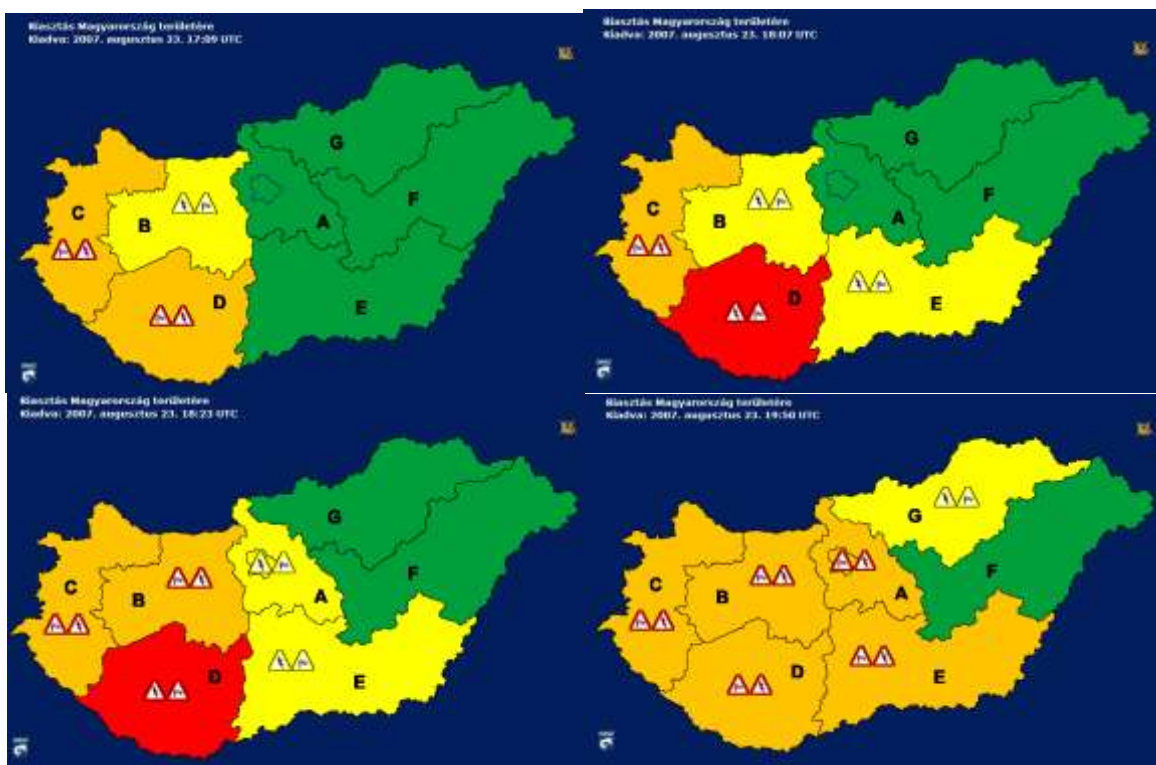
Augusztus 20-i radarképek (12.00, 15.15, 16.15, 16.30, 17.30 UTC)

Augusztus 23-án az előző szituációval ellentétben éppen a rendkívüli szélnyírási viszonyok következtében a zivatarokhoz társuló alapvető veszélyes jelenség a szél volt. A már hosszabb ideje "érlelődő", Észak-Afrika térségéből kiinduló meleg nedves szállítószalagon az esti órákban Horvátország, Szlovénia területén instabilitási vonal alakult ki, ami kb. 100 km/h-val északkelet felé helyeződött át, majd Szlovákia felé hagyta el az országot. A dél-dunántúli régió piros, a többi régió (délkelet kivételével) narancs riasztási fokozatot "kapott". A zivatarlánc mentén, annak központi 40-50 km-es sávjában a legerősebb szellökések jellemzően elérték a 90 km/h-t, de előfordultak – sajnos végül a főváros térségében is előforduló – orkán erejű szélrohamok is. A radarképeket és a riasztási térképeket lásd a 6., 7. ábrán.

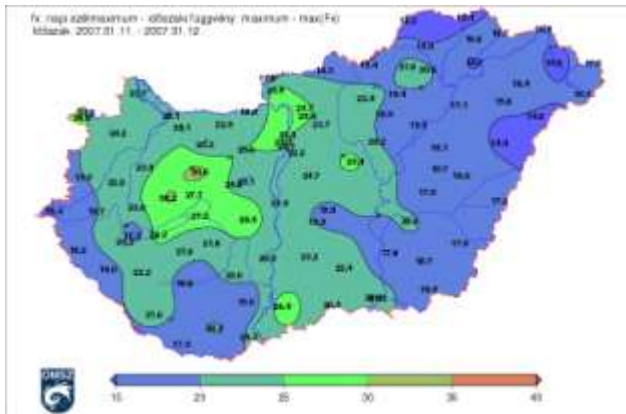
2007-ben ősszel és télen nem volt szükség piros riasztás kiadására. A 2008-as évnek a főtebb bemutatott statisztikákban is vizsgált periódusában (február 13-ig) két piros riasztás szerepelt. Január 6-án, 7-én az ország közlekedését több helyen megbénító ónos eső miatt, január 27-én az orkán erejű szél miatt került sor a legmagasabb fokozatú riasztásra (lásd a mellékletben szereplő esettanulmányokat.)



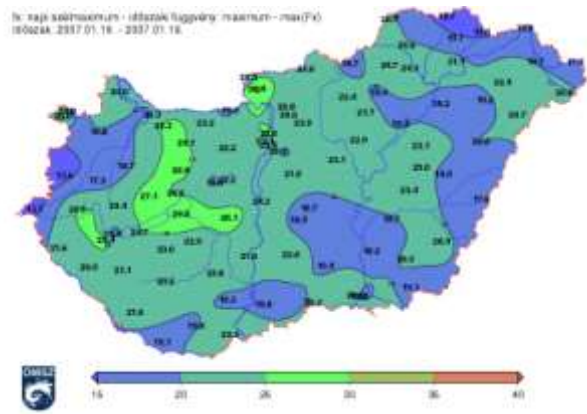
6. ábra.: Augusztus 23-i radarképek (17.30, 19.30, 20.00, 20.45 UTC)



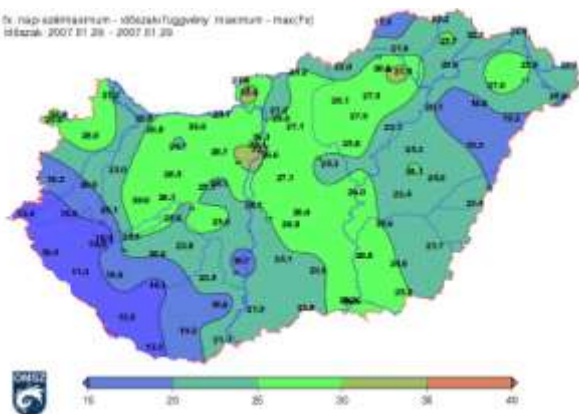
7. ábra: Riasztási térképek augusztus 23-án 17.09, 18.07, 18.23, 19.50 UTC időpontokban



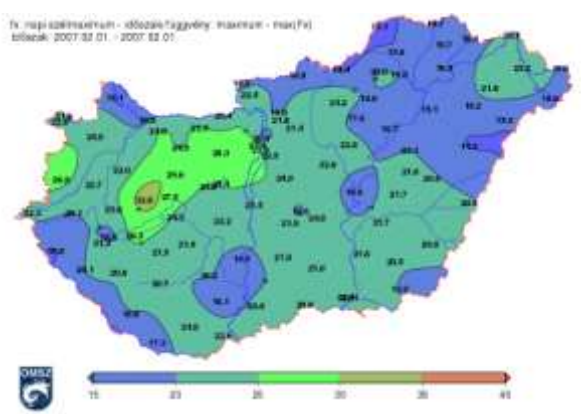
2007.01.11-12



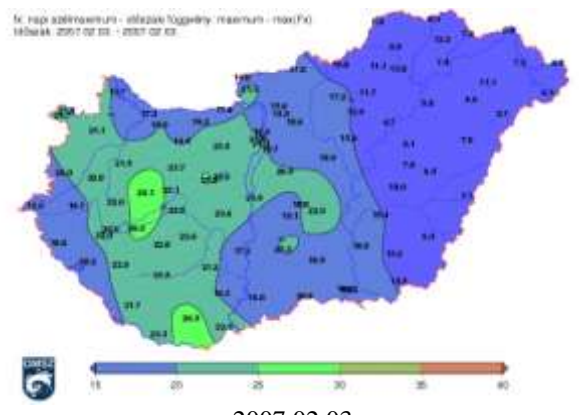
2007.01.18-19



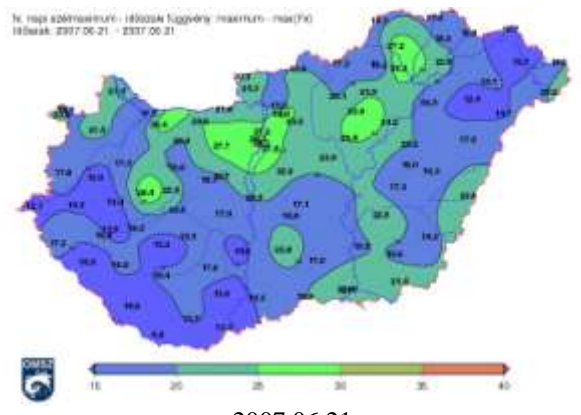
2007.01.29



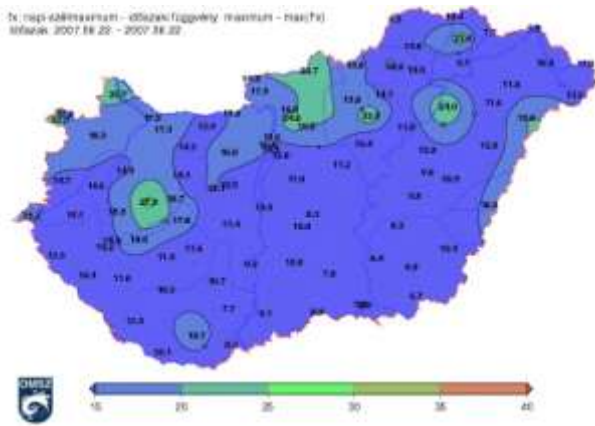
2007.02.01



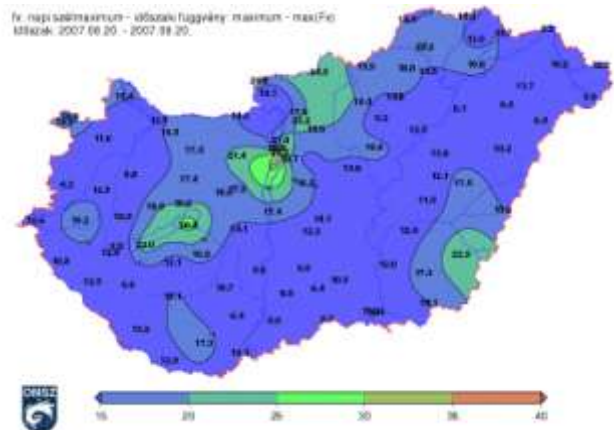
2007.02.03



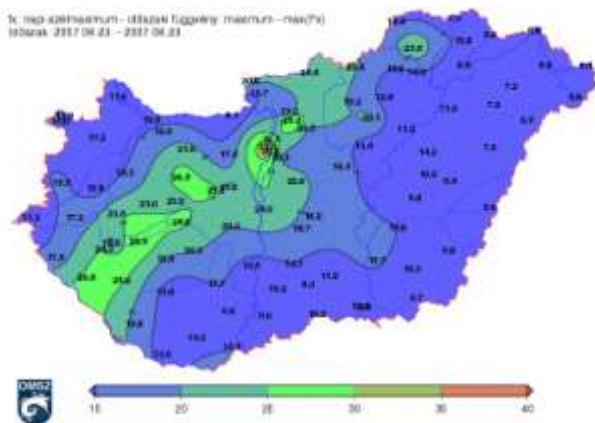
2007.06.21



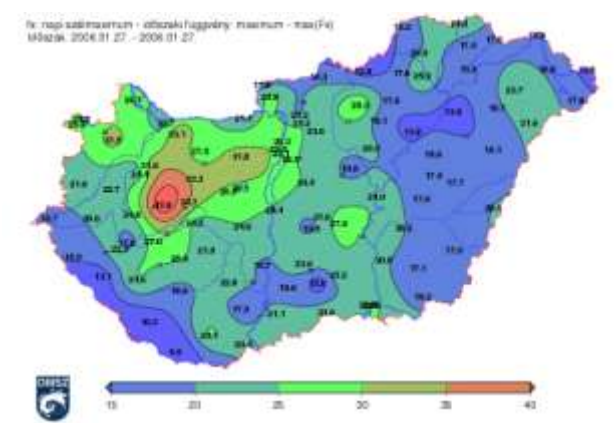
2007.06.22



2007.08.20



2007.08.23



2008.01.27

8. ábra: Legerősebb szellőkésések a 3. fokozatú riasztások napjain (2007 januártól 2008 januárig).

Az időjárási események részletes elemzése az OMSZ honlapján megtalálhatók:
http://www.met.hu/omsz.php?almenu_id=weather&pid=weather_delicates&pri=0&mpx=0&kps=1

Budapest, 2008. március 31.

Mellékletek

a 2007. év éghajlatáról és szélsőséges időjárási eseményeiről szóló OMSZ beszámolóhoz

2. oldal: Januári vihar Európában (2007. január 18. Kyrill)

17. oldal: A Kyrill viharciklon műholdas szemmel

25. oldal: A 2007. január 29-i szélvihar (Olli) meteorológiai okai

31. oldal: Harmadik fokozatú riasztás ónos esőre, 2008. január 5-6.

32. oldal: A 2008. január 27-i 120 km/h-s szellőkések meteorológiai körülményei

Januári vihar Európában (2007.01.18 Kyrill)

Seres András Tamás, Fodor Zoltán, Horváth Ákos

Bevezetés

2007. január közepén heves szélviharok söpörtek végig Európán. A vihar végigpusztította Angliát, majd a Benelux államokon keresztül Németországra, Csehországra illetve Lengyelországra tört. Ugyancsak nagy szelet okozott a Baltikumban is. A szélvihar erejére jellemző, hogy a szélsebesség erőssége többfelé elérte a 120 km/h sebességet, sőt néhány helyen még a 150 km/h-t is meghaladta (*1. táblázat*). A vihar Európa-szerte emberáldozatokat követelt, legkevesebb 44 halottat. Az anyagi veszteségek is óriásiak voltak, az épületek mellett a legtöbb kár a villamoshálózatot érte, a szél által letépett vezetékek illetve kidőlt fák miatt, továbbá több országban is megbénult a közlekedés.

Európában, annak is elsősorban a nyugati felén, az utóbbi években többször is előfordultak téli nagy viharok: hasonló erejű szélvész pusztított 1999. decemberében, illetve 2004-ben, november közepén. Az ilyen típusú viharok az Atlanti térségben alakulnak ki, és Európa partjainál vagy a kontinens fölött mélyülnek ki, legfőbb sajátosságuk a szokatlanul gyors fejlődés, áthelyeződés. Középpontjukban rendkívül alacsony légnyomási értékek fordulnak elő. Ezért gyakran viharciklonoknak is nevezik őket, a különösen heves rendszereket személynevekkel illetik. Ez a ciklon a *Kyrill* nevet kapta. Írásunkban röviden ismertetjük a viharciklon kialakulását, fejlődését és az általa okozott eseményeket. Tanulmányunk végén rövid éghajlattani elemzést is bemutatunk.

A meteorológiai előzmények

A viharciklon kialakulását megelőző két-három hétben az észak-atlanti térséget erős ciklon aktivitás jellemezte, míg Európa déli részei felett a szokottnál erősebb anticiklonális volt megfigyelhető (*1. ábra*). Január első felében a sarkvidéken (Grönland és Kanada északi részénél) nagy mennyiségű hideg levegő halmozódott fel. Eközben az európai és az észak-amerikai kontinens jelentős része felett, valamint Kelet-Szibériában a szokottnál több fokkal enyhébb időjárás uralkodott. Az 500 hPa-os (mbar-os) légnyomási szinten egy ún. „hideg mag” volt megfigyelhető, mely a sarkvidéki hideg ciklonokhoz kötődött. Az ilyen „hideg magok” jellemzője, hogy bennük minden magassági szinten rendkívül hideg levegő található. Az 500 hPa-os légnyomási szinten rendszerint 490 gpdm alatti geopotenciál értékek jellemzik, illetve $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál is alacsonyabb a szint hőmérséklete. A 850 hPa-os légnyomási szinten pedig nem ritka a $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál alacsonyabb hőmérséklet sem. Egy ilyen „hideg mag” indult el Grönlandon át dél felé, útja során egyre mélyebb és erősebb ciklonokat okozott az észak-atlanti térségben. Ezzel egy időben 2-3 nap alatt egész Kanadát sarkvidéki eredetű, nagyon hideg levegő árasztotta el. A sarkvidéki hidegbetöréssel egy időben meleg léghullámok indultak meg Észak-Amerika felett az alacsonyabb szélességek felől. Ezen légtömegek ütköző zónája január 14. és január 16. között az amerikai kontinens keleti partvidéke lett, melyhez párosult a sarkvidékről elinduló, Grönlandon áthaladó „hideg mag” is. Ezek a szinoptikus körülmények rendkívül erős poláris futóáramlás (jet-stream) kialakulásának teremtettek lehetőséget.

A Labrador-tenger fölé érkezett „hideg mag” és az egyre erősödő poláris futóáramlás ciklogenezis központot alakított ki az óceán felett, a Labrador-félszigettől keletre. A folyamatosan mélyülő „hideg mag” és az erős meleg advekció hatására január 17-én kora délutánra rendki-

vül nagy hőmérsékleti és légnyomási különbség keletkezett. A kontrasztot jól jellemzi, hogy az 500 hPa-os légnyomási szinten, egy körülbelül 1000 km-es horizontális terjedelmű sávon belül hozzávetőlegesen 600 gpdm-es geopotenciál és 30-35°C-os hőmérséklet különbség alakult ki. Az izohipszák és izotermák egymással párhuzamosan futottak. A legnagyobb kontrasztú zónától keletre, a sugáráram előoldalán egy háborgás alakult ki a magasabb szinteken, melyet a felszínen gyors ciklonkiépülés követett, mely viharciklonná erősödött (2. ábra). A ciklon gyors kifejlődésének továbbá kedvezhetett, hogy ez idő alatt a Golf-áramlat és az Észak-atlanti áramlat felszíni vízhőmérséklete az átlagosnál magasabb volt. A ciklon Európa partjainál is többlet energiára tehetett szert, ugyanis a kontinens partjai közelében a tengerek felszíni vízhőmérséklete az átlagosnál 1-1,5 °C-kal melegebb volt.

A viharciklon

A ciklongenezis és a jet-stream erősségét január 18-án már jól jelezték a 300 hPa-os szinten az Atlanti partoknál előforduló igen magas szélességek (3a. ábra). A legnagyobb szélességek a Brit-szigetek felett voltak, itt 80-90 m/s-os értékek is előfordultak. A középső troposzférában, az 500 hPa-os szinten ugyancsak megjelentek az igen erős szelek (3b. ábra). A Brit-szigetek közelében látható ciklon jól látszott a tengerszinti légnyomás és a 925 hPa-os szint szélmezejében is (3c. ábra). A ciklon kelet felé mozogva, fokozatosan mélyült és január 19-én 00 UTC-kor a 300hPa-on Németország fölött az analízis alapján 90 m/s-os (!) erősségű volt a jet-stream. (4a. ábra). Az 500 hPa-on is rendkívül erős volt az áramlás, 60 m/s szél-erősséggel (4b. ábra). A talajszinten a ciklon centruma a már Baltikum fölé sodródott 964 hPa-os maggal, hosszan elnyúló hidegfrontja pedig Közép-Európa felett volt (4c. ábra). A viharciklon hidegfrontja végigsöpört Nyugat- majd Közép-Európán. A front áthelyeződését igen heves zivatarvekenység kísérte, Németország felett a frontvonalon zivatarvonal épült ki, mely Csehországot, majd Lengyelországot érte el. Útja során viharos erősségű szellőkéseket, helyenként heves csapadékot okozott. Sőt, Németországból tornádót is jelentettek. Nem sokkal éjfél után Bécsben hirtelen hőmérséklet-növekedést észleltek, mely során 20°C-ig melegedett a levegő. Ennek oka feltehetőleg az volt, hogy a front közeledtével a délnyugati, nyugati irányú légmozgás egyre jobban megerősödött, mely a hegyeken átbukva meleg fön-szélként jelentkezett. A front és vele együtt a zivatarvonal elérve a Tátra-hegységet, erejét veszítette, és mire a hazai időjárási radarok látókörébe ért, a csapadékmezője is vékonyodott (5a. ábra). Később, amikor már Magyarországot is elérte, átmenetileg újra megerősödött a rendszer, de már csak néhol, elsősorban az ország középső és északkeleti részein okozott zivatarokat (5b. ábra). A front a hajnali órák folyamán fokozatosan áthaladt hazánkon, felhőzete többnyire záporos csapadékot adott (5c. ábra). Hazánkban a legnagyobb szélességet még a front megérkezése előtt, tehát előoldali helyzetben regisztrálták Siófokon, ahol 108 km/h-s szellőkést mértek. Magyarországon a vihar rendkívülisége abban állt, hogy az előoldali szél az éjszakai órákban képes volt közel 30 m/s-os lökéseket okozni, illetve példátlanul erősek voltak a magassági áramlások. A délnyugati szél számottevő víztömeget sodort át a Balaton keleti medencéjébe, átmenetileg megnövelve annak vízszintjét.

A viharciklon északkelet felé mozogva január 20-án éjjel már Oroszország nyugati vidékei fölött, 21-én éjjel pedig már a sarkkör közelében, Északkelet-Európában tartózkodott. Ekkor már folyamatosan töltődött, azaz középpontjában emelkedett a légnyomás, így fokozatosan veszített az erejéből. Ennek ellenére, főleg az időszak elején, további károkat okozott Kelet-Európa több országában is.

Klimatológiai háttér

A fent leírt viharciklonokat rendszerint több mély ciklon is megelőzi, illetve követi Európa északi, északnyugati partjainál. A Kyrill esetében is így történt. Ezért azokban a hónapokban, amelyekben viharciklon jelentkezik, a tengerszinti légnyomás átlagos havi értéke alacsony lesz.. Tekintve, hogy a viharciklon központja az Északi-tenger és Dánia térségében vonult át és korábban is gyengébb, de mély ciklonok érintették a területet, elkészítettük a 6. ábrán szürke kitöltésű téglalappal jelölt terület január havi átlagos tengerszinti légnyomás rekonstrukcióját, légnyomási reanalízis adatok segítségével (*Kalnay et al., 1996* és *Luterbacher et al., 2002*). Ugyanezt a területet láthatjuk a 7. ábrán „N” betűvel jelölve. A rekonstrukció során nem csak a terület sarkainál szereplő rácspontokat, hanem a területen belüli rácspontokat is figyelembe vettük. Az utóbbi 349 év hetedik legalacsonyabb január havi tengerszinti légnyomása volt 2007. januárjában.

Amíg Európa északnyugati partjainál a szokásosnál alacsonyabb légnyomás értékek jelentkeztek, addig 1000 kilométerrel délre, Franciaország délnyugati területei felett, az anticiklonok hatására az átlagosnál magasabb légnyomási értékek mutatkoztak. Elkészítettük a 7. ábrán „S”-vel jelölt, szürkével sátozott terület január havi átlagos tengerszinti légnyomás rekonstrukcióját a korábban említett reanalízis adatok segítségével. Megvizsgáltuk hogyan változott 1659-től napjainkig a két kitüntetett, „S”-sel és „N”-nel jelölt terület közötti nyomási gradiens (8. ábra). Az eljárás során a két területre számolt január havi átlagos tengerszinti légnyomás értékek különbségét vettük (SLP S – SLP N). A vihar és a hónap rendkívüliségét jól mutatja, hogy 1983 után 2007-ben volt a legnagyobb a két terület közti légnyomás-különbség. Az utóbbi 30 év nyomási gradiens átlaga a legmagasabb 1659 óta, hasonlóan erős zonalitás legutóbb a XX. század elején alakult ki.

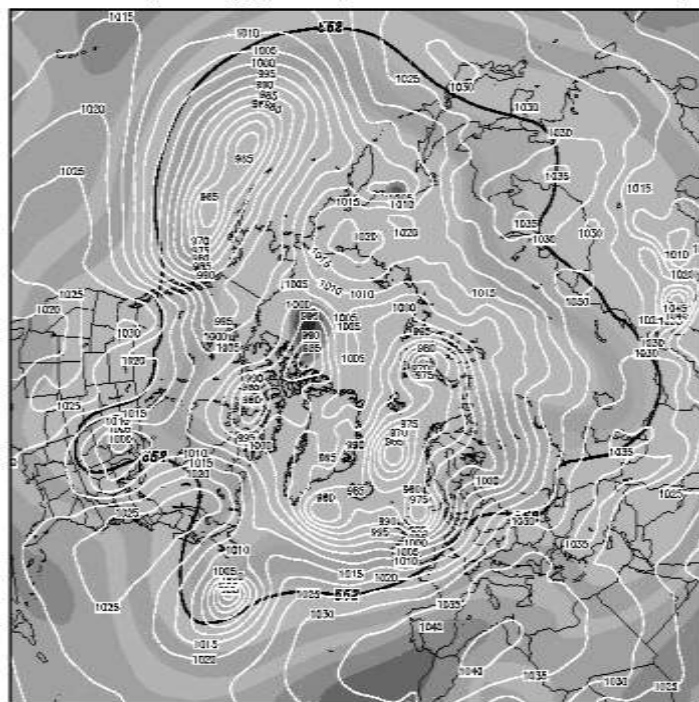
Befejezés

Írásunkban a 2007. januárjában, Európában pusztító Kyrill nevű viharciklon keletkezését, fejlődését és az általa okozott eseményeket ismertettük. A vihar kialakulásában fontos szerepet játszott a sarkvidékről elinduló „hideg mag”, mely a közepes szélességekre lejutva, a délről érkező meleg légtömegekkel együtt egy rendkívül erős sugáraram és ciklongenezis kifejlődésének teremtett helyzetet. A viharciklon Európa északi részén orkán erejű szellőkésekkel járt, sőt még tornádót is okozott. A viharciklon elvonulása után Európa felett makroszinoptikus váltás következett: az addigi erős nyugatias áramlást felváltotta az északi, északnyugati áramlás. A klimatológiai elemzésből kiderült, hogy a hasonlóan mély ciklonokkal és erős zonalitással jellemzett szinoptikus helyzet, mely Európa északnyugati partjait jellemezte 2007. januárjában, rendkívül ritkán fordul elő.

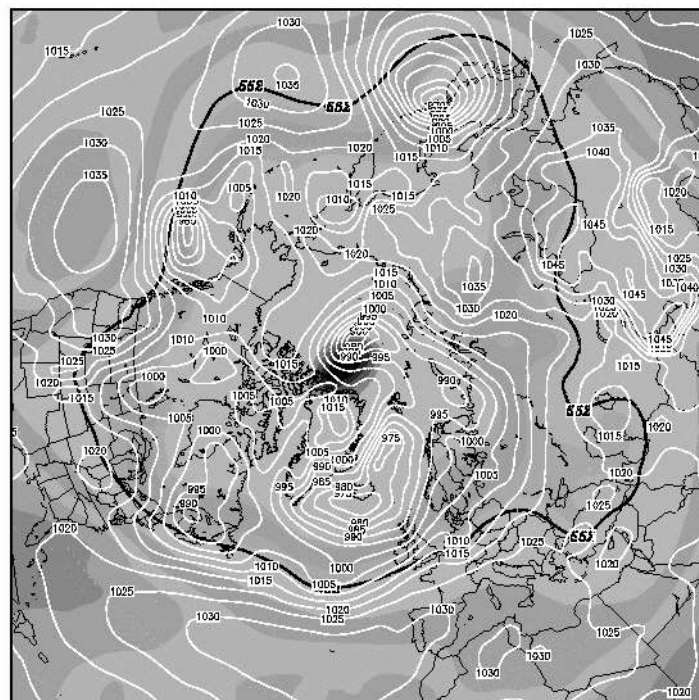
Elmondható, hogy a számítógépes előrejelzéseknek köszönhetően Európa felkészülhetett a viharra. A hatóságok a lehetőségekhez képest mindent megtettek a várható természeti csapás kivédésére, az óvintézkedések nélkül valószínűleg sokkal több emberéletet követelt volna a vihar.

Köszönetnyilvánítás: Köszönet az NCEP reanalízis adatokért a NOAA-CIRES-nek (Climate Diagnostics Center, Boulder, Colorado állam, USA, elérhetőség: <http://www.cdc.noaa.gov/>). Továbbá köszönet illeti Luterbacher et al.-t a rekonstruált légnyomási mezőért.

Ábra- és táblázatjegyzék

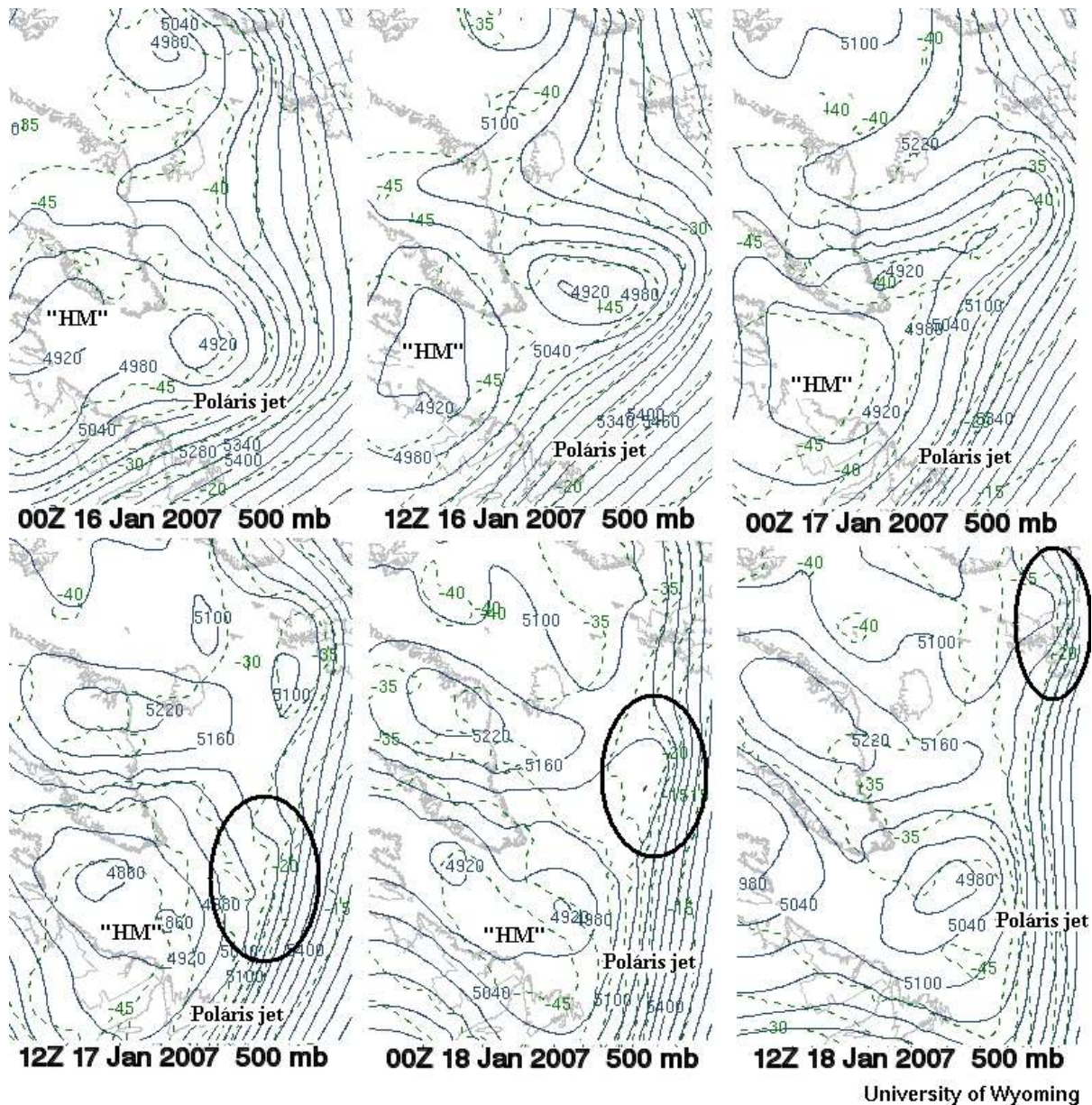


a)

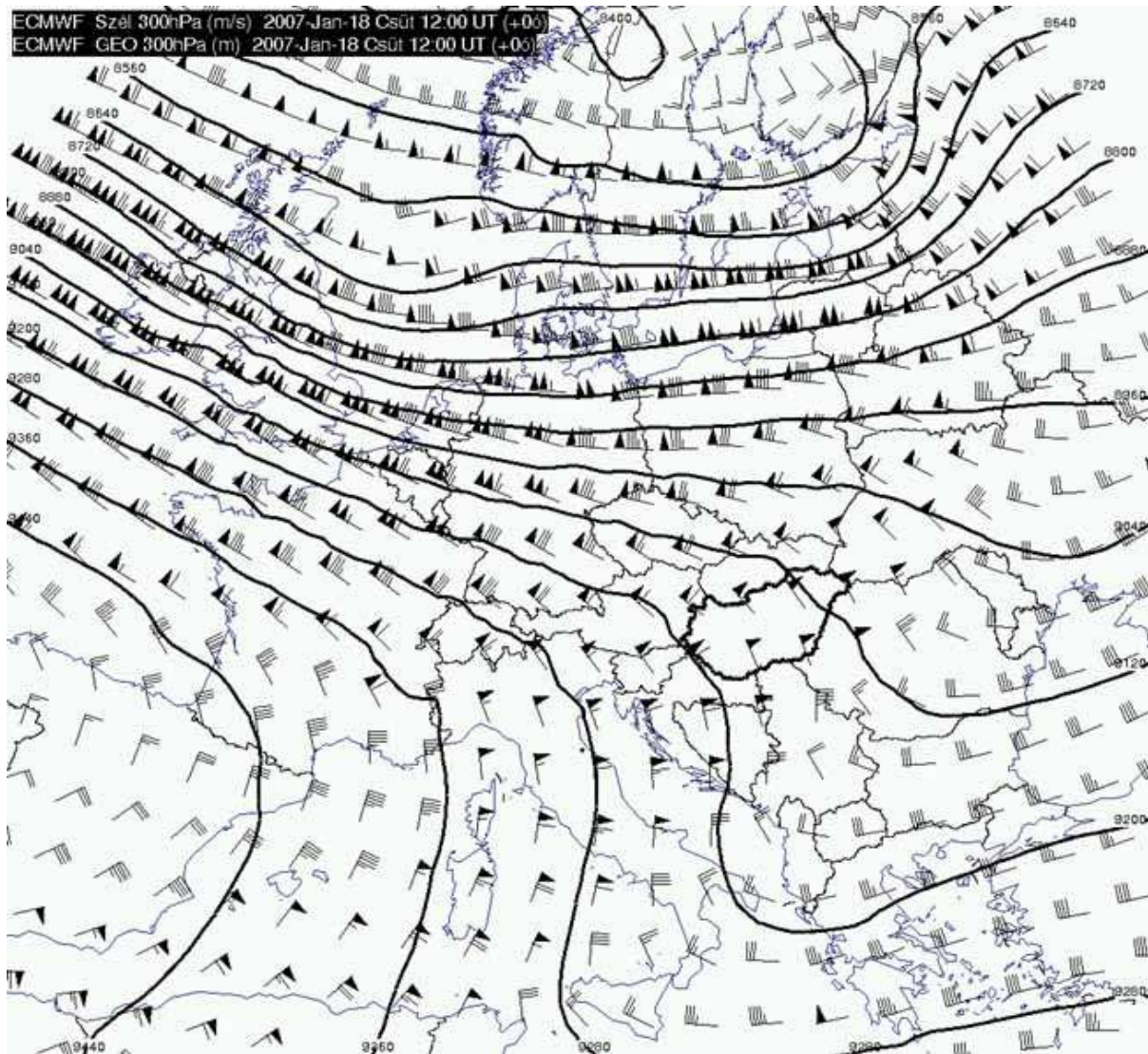


b)

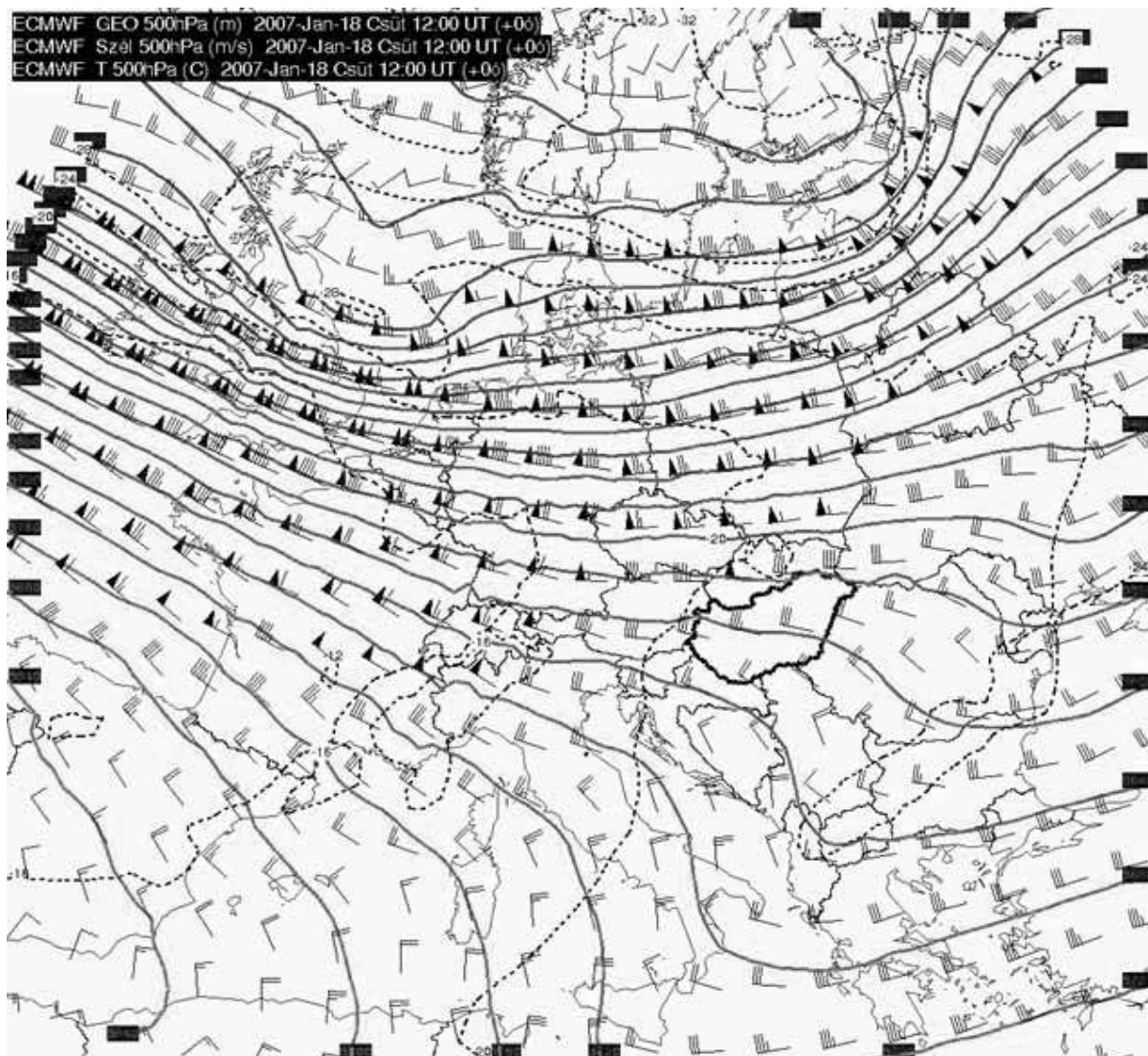
1. ábra: az 500 hPa-os légnyomási szint magassága (szürke árnyalatokkal, illetve fekete vonallal jelezve, 40 gpm-es felbontásban kifejezve) és a tengerszinti légnyomás (fehér izobárok, 5 hPa-s sűrűséggel) eloszlása az északi félgömbön a) 2007. január 1-jén 00 UTC-kor, b) 2007. január 7-én 00 UTC-kor az NCEP analízise alapján.



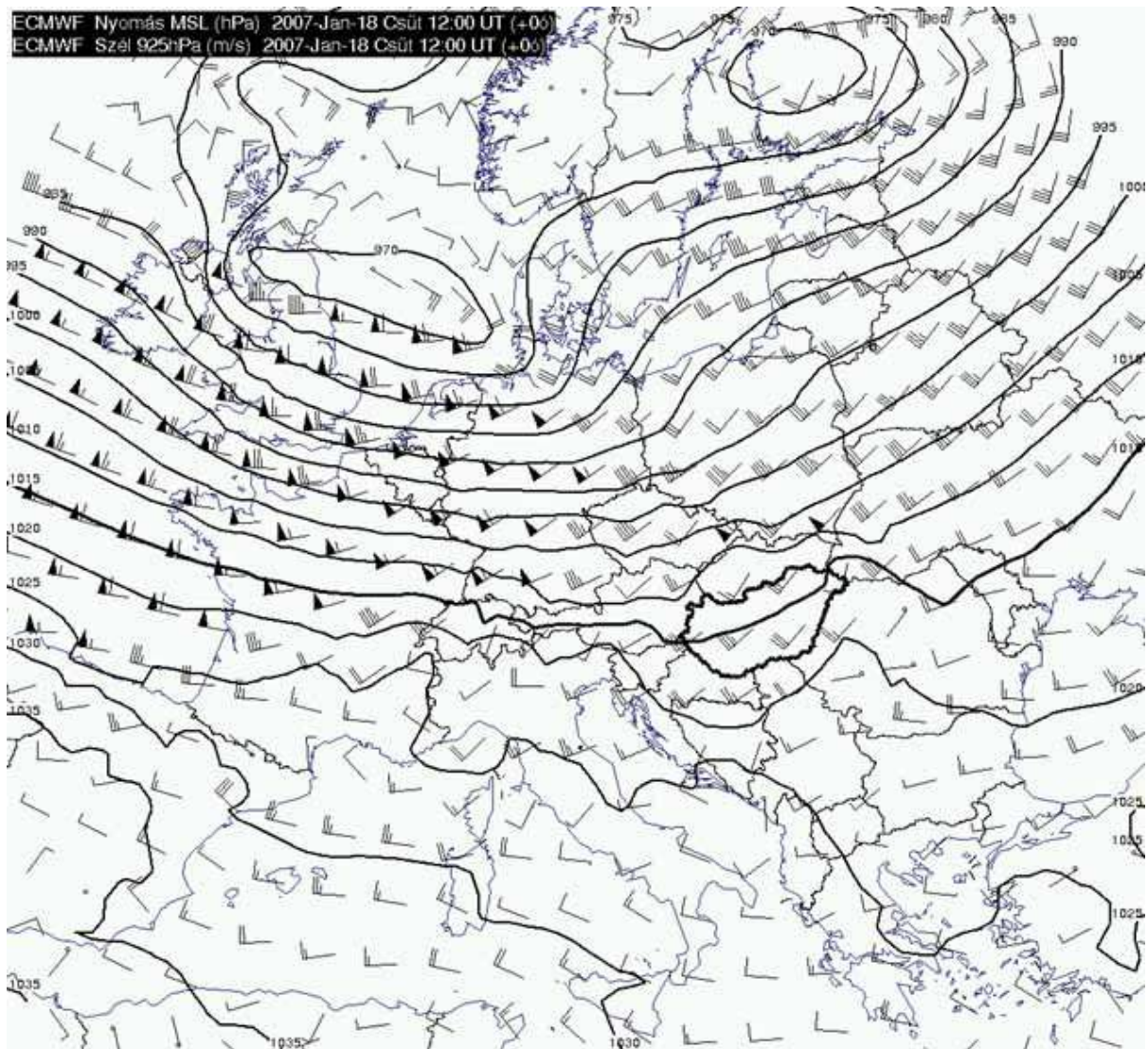
2. ábra: az 500 mbar-os (azaz 500 hPa-os) nyomási szint magassága (folytonos vonallal jelölve, 60 gpdm-es felbontásban) és hőmérsékleti viszonyai (szaggatott vonallal jelölve, 5 fokos sűrűséggel) 12 órás bontásban 2007. január 16-a és 18-a között az észak-atlanti térség felett a wyomingi egyetem analízise alapján. „HM” = „hideg mag”. Az ellipszissel jelölt terület a ciklongenezis helyét mutatja.



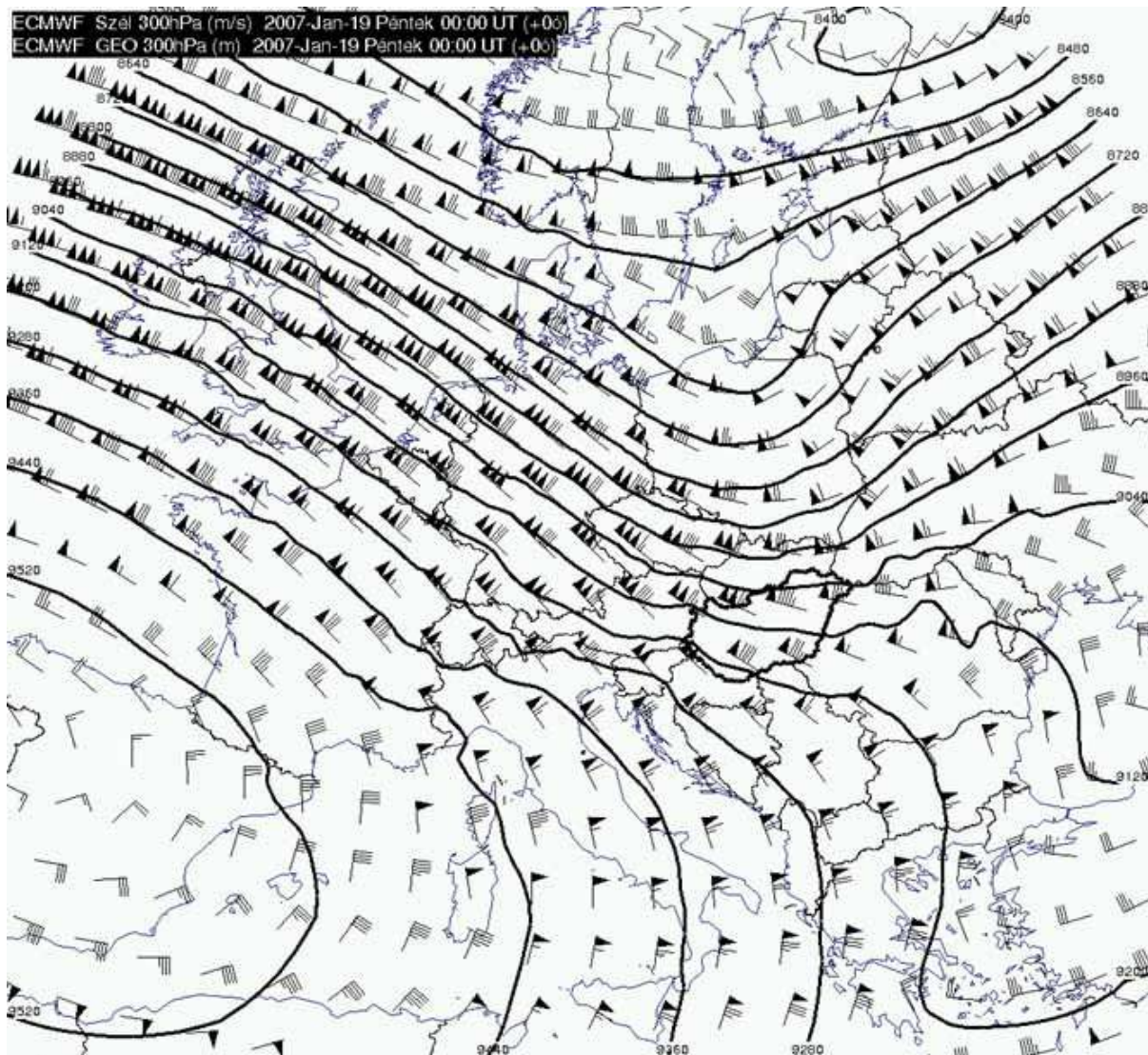
3a. ábra: a 300 hPa-os légnyomási szint magassága (fekete vonalakkal, 80 m-es sűrűséggel jelezve) és szélviszonyai 2007. január 18-án 12 UTC-kor az ECMWF analízise alapján.



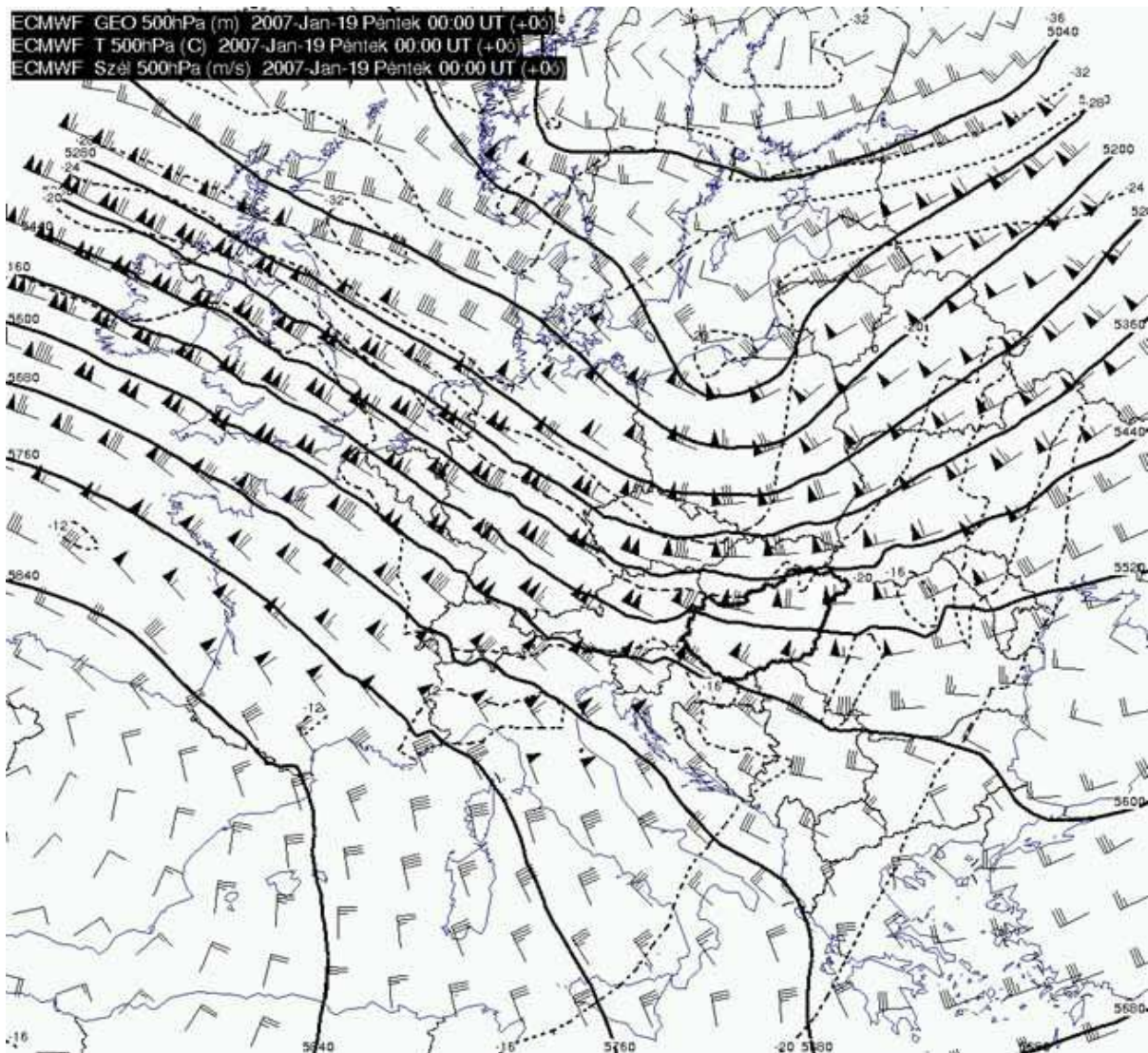
3b. ábra: az 500 hPa-os légnyomási szint magassága (fekete vonalakkal kifejezve, 80m-es szintkülönbséggel), a hőmérsékleti viszonyok (szaggatott vonallal jelezve, 4 fokos felbontásban) és az áramlási mező 2007. január 18-án 12 UTC-kor az ECMWF analízise alapján.



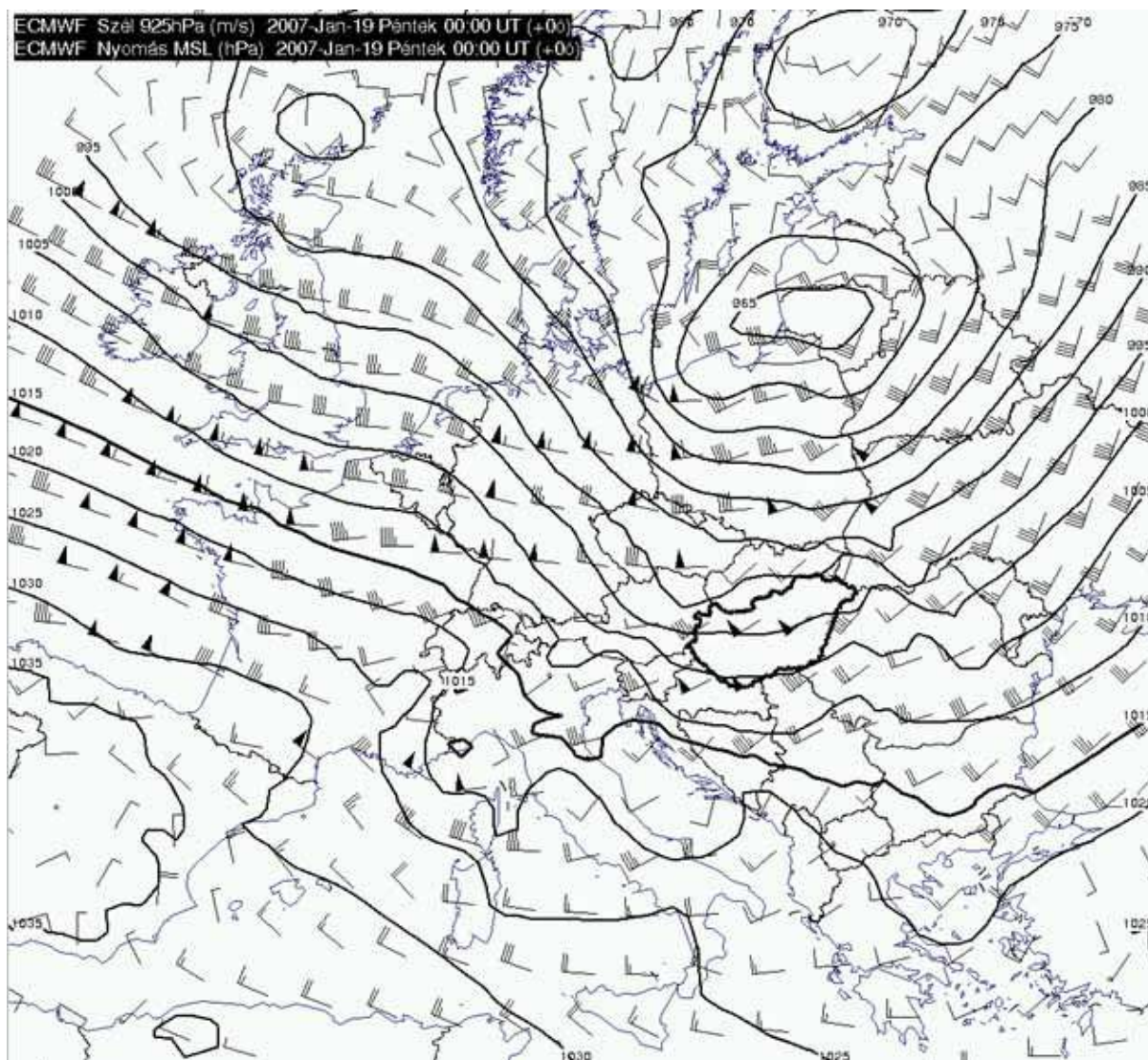
3c. ábra: a tengerszintre számított légnyomás (fekete vonalakkal jelölve, 5 hPa-s felbontásban) és a 925 hPa-os légnyomási szint szélmezője 2007. január 18-án 12 UTC-kor az ECMWF analízise alapján.



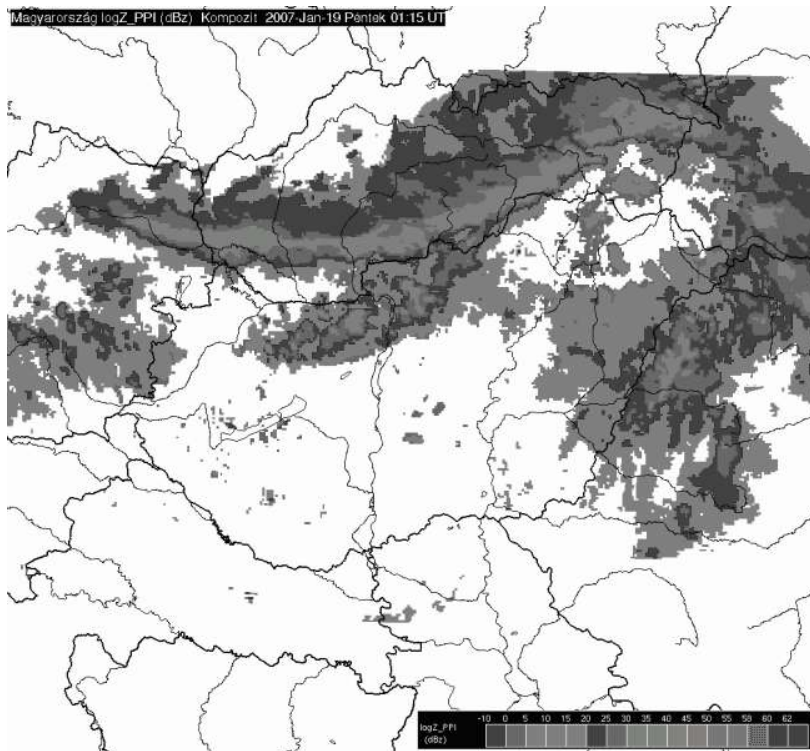
4a. ábra: a 300 hPa-s légnyomási szint magassága és szélviszonyai 2007. január 19-én 00 UTC-kor az ECMWF analízise alapján. (Magyarázat a 3a. ábránál.)



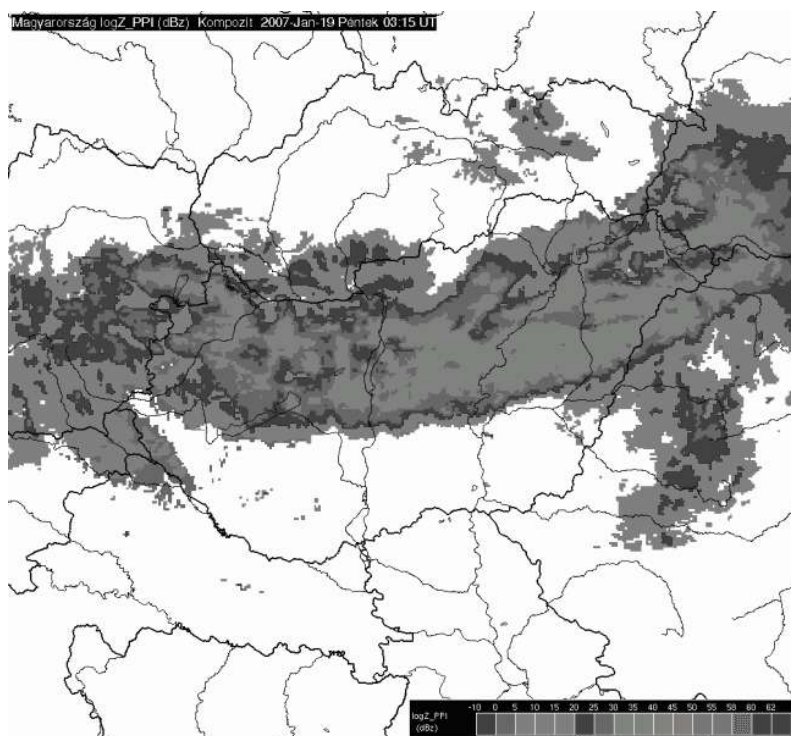
4b. ábra: az 500 hPa-s légnyomási szint magassága, áramlási és hőmérsékleti mezeje 2007. január 19-én 00 UTC-kor az ECMWF analízise alapján. (Magyarázat a 3b. ábránál.)



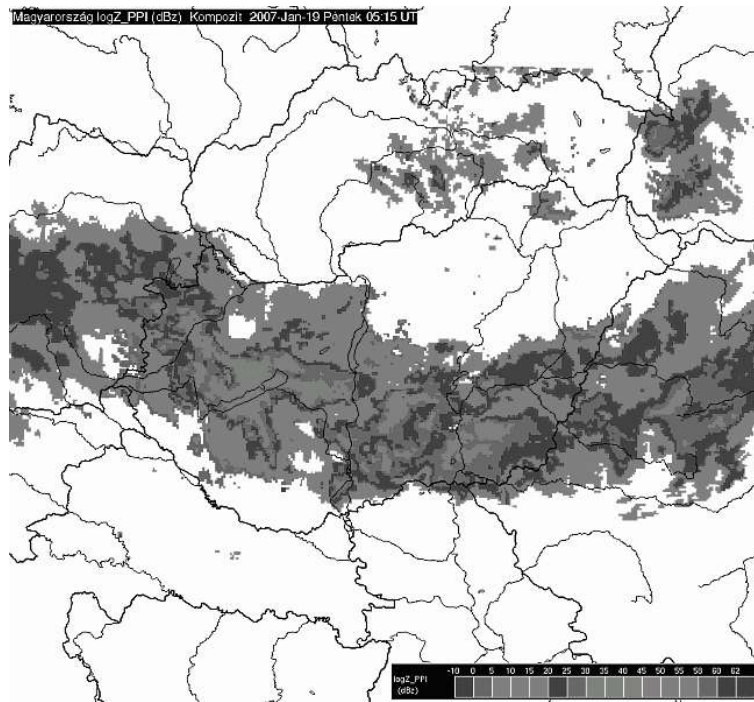
4c. ábra: a tengerszinti légnyomás és a 925 hPa-os nyomási szint szélmezeje 2007. január 19-én 00 UTC-kor az ECMWF analízise alapján. (Magyarázat a 3c. ábránál.)



a)

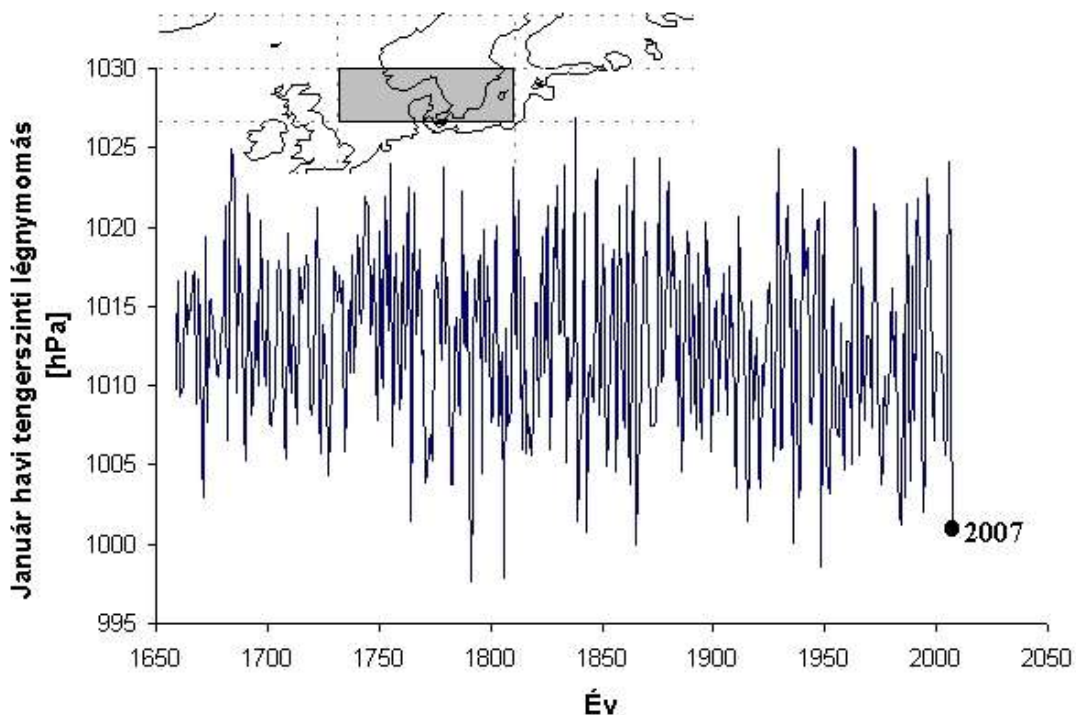


b)

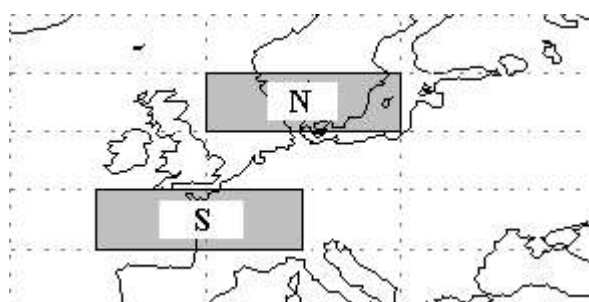


c)

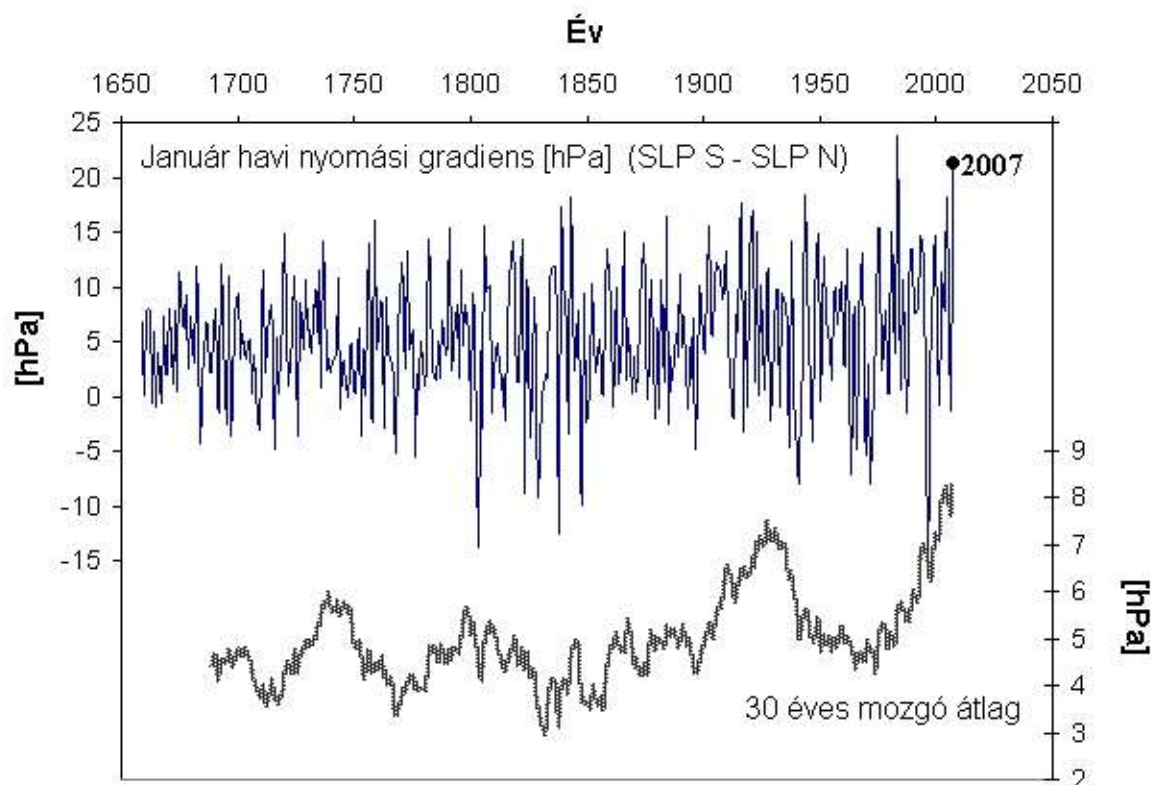
5. ábra: országos, kompozit radarképek 2007. január 19-én a) 01:15 UTC-kor, b) 03:15 UTC-kor, c) 05:15 UTC-kor. Az ábrák alján található skálán az intenzitás értékeit láthatjuk dBz-ben megadva.



6. ábra: Január hónapra vonatkozó átlagos havi tengerszinti légnyomás alakulása 1659-től 2007-ig az Északi-tenger térsége felett. A diagrammról leolvasható értékek az ábrán szürkével jelezett területre vonatkoznak. Látható, hogy a 2007-es év januárjában előfordult átlagos légnyomás a legalacsonyabb értékek közé tartozik. (Kalnay et al., 1996 és Luterbacher et al., 2002 nyomán.)



7. ábra: A január havi tengerszinti légnyomás rekonstrukciókhoz felhasznált „N” és „S” betűkkel, szürke színezéssel jelzett területek. A rekonstruálás során nem csak a terület sarkainál szereplő rácspontokat, hanem a területen belüli rácspontokat is figyelembe vettük 5x5 fokos horizontális rácstávolságot alkalmazva.



8. ábra: A 7. ábrán „S” és „N” betűvel jelzett területekre vonatkozó január havi átlagos tengerszinti légnyomás értékek különbségének időbeli alakulása és 30 éves mozgó átlaga.

Helyszín	H	V _{max}
Wendelstein	1835 m	202 km/h
Brocken	1142 m	155 km/h
Hohenpeissenberg	986 m	144 km/h
Chieming	553 m	137 km/h
Fürstzell	480 m	137 km/h
Zugspitze	2962 m	137 km/h
Feldberg/Schwarzwald	1493 m	133 km/h
Weinbiet/Pfalz	557 m	126 km/h

1. táblázat: Helyi idő szerint 18 és 19 óra között észlelt viharos, illetve orkán erejű széllelkések Németországban (forrás: <http://www.wetteronline.de>). H = tengerszintfeletti magasság, V_{max} = a legerősebb széllelkés értéke.

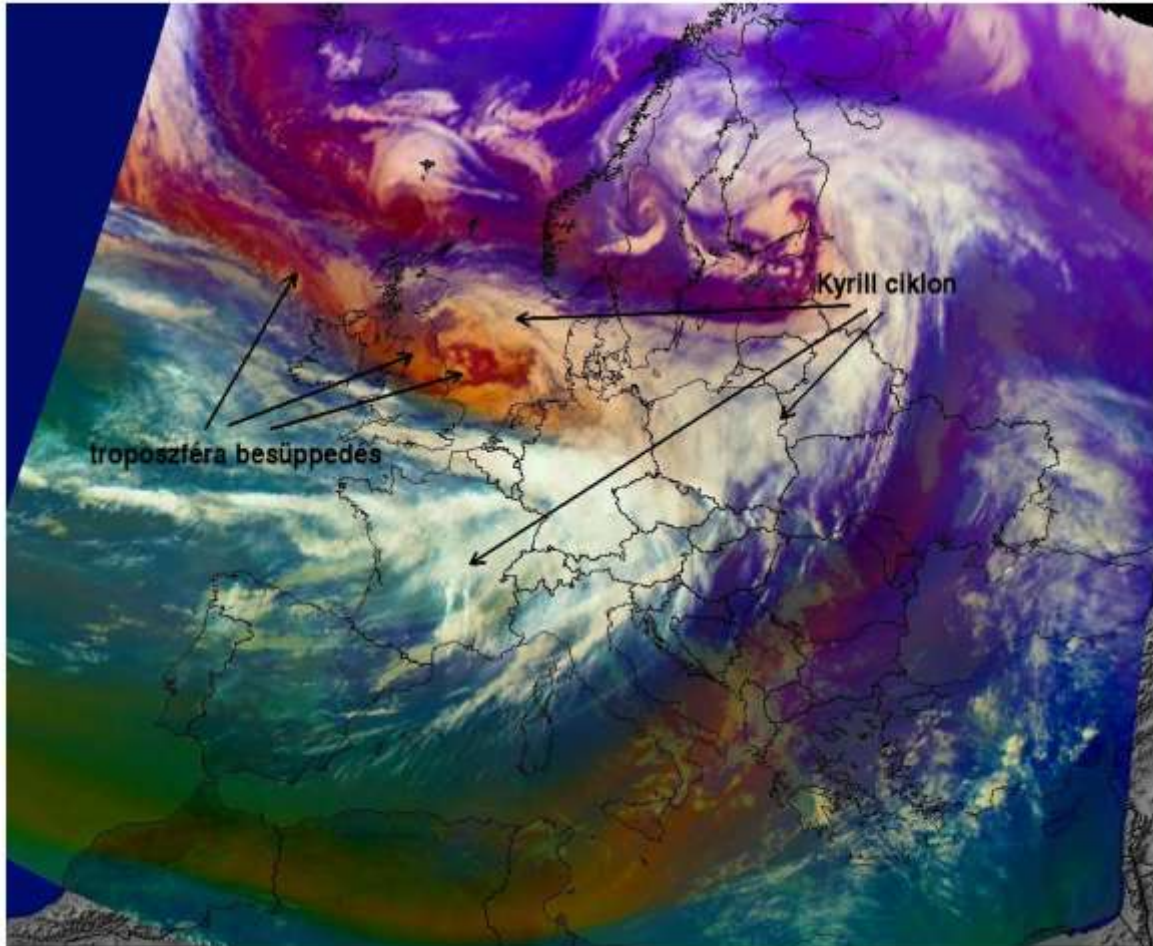
Felhasznált irodalom

Kalnay, E., Kanamitsu, M., Kistler R., Collins, W., Deaven, D., Gandin, L., Iredell, M., Saha, S., White, G., Woollen, J., Zhu, Y., Chelliah, M., Ebisuzaki, W., Higgins, W., Janowak, J., Mo, K. C., Ropelewski, C., Wang, J., Leetmaa, A., Reynolds, R., Jenne, R., Joseph, D., 1996: The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **77**, 437-471.

Luterbacher, J., Xoplaki, E., Rickli, R., Gyalistras, D., Schmutz, C., Wanner, H., 2002: Reconstruction of Sea Level Pressure fields over the eastern North Atlantic and Europe back to 1500. *Climate Dynamics*, **18**, 545-561. A rekonstruált mezők elérhetősége: <http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/pubs/luterbacher2002/luterbacher2002.html>.

A Kyrill viharciklon műholdas szemmel

2007. január 17-én és 18-án a Kyrill viharciklon okozta Európa szerte a heves szélviharokat. A Kyrill ciklon igen gyorsan alakult ki és gyorsan söpört végig Európán. A légtömeg kompozit képből készült 2 és fél napos [filmen](#) nyomon követhetjük ezt a gyors mozgást.



1. ábra: A METEOSAT-8 nevű meteorológiai műhold által 2007. január 18-án 12 óra 10 perckor készült légtömeg kompozit kép.

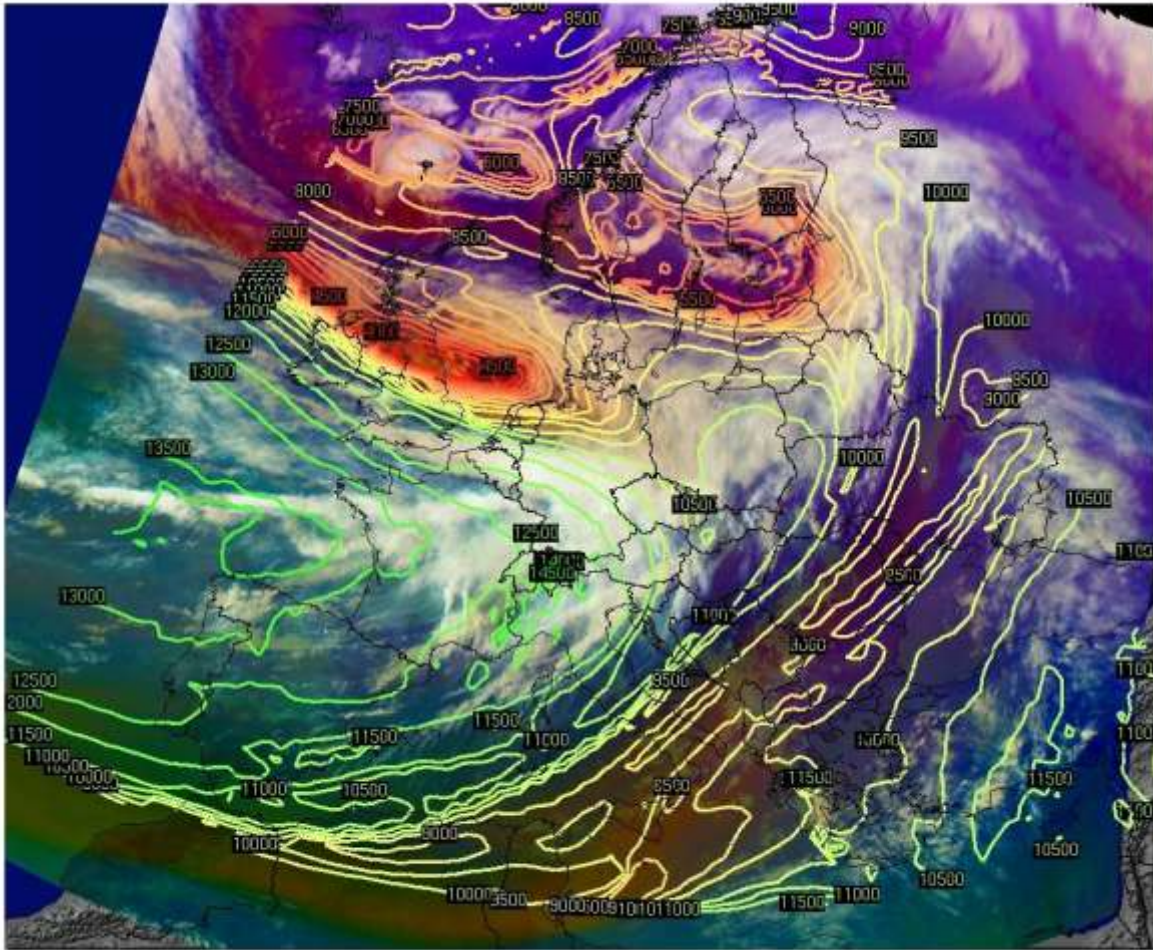
Az 1. ábrán egy ún. légtömeg kompozit képet látunk, a Kyrill nevű viharciklont látjuk január 18-án 12 óra 10 perckor.

Később talál segédletet a légtömeg kompozit kép értelmezéséhez.

Ebben az időpontban a ciklon középpontja Angliától keletre helyezkedett el. A pirosas barnás területen a 600-200hPa nyomási szintek közötti légréteg igen száraz. Ez a légréteg több okból lehet száraz. Esetünkben a ciklon közepénél a pirosas barnás terület azért száraz, mert az igen száraz sztratoszféra a szokásosnál lejjebb helyezkedik el, a troposzféra teteje besüpped. Ezt az állítást a következő ábrán az izovonalak igazolják.

A 2. ábrán az ECMWF numerikus időjárásmodell által számolt egyik specifikus légköri paraméter értékeit ábrázoltuk a fenti műholdképen. Ez a paraméter a 2 egységnyi potenciális örvényességi mező magassága.

Ez a szint a troposzféra dinamikai tetejét mutatja, ahol ez a szint alacsony ott a troposzféra teteje behorpad. A képen az izovonalak színe a magassági értékekkel változik. A piros izovonalak alacsony, a zöldek nagy magassági értékeket mutatnak

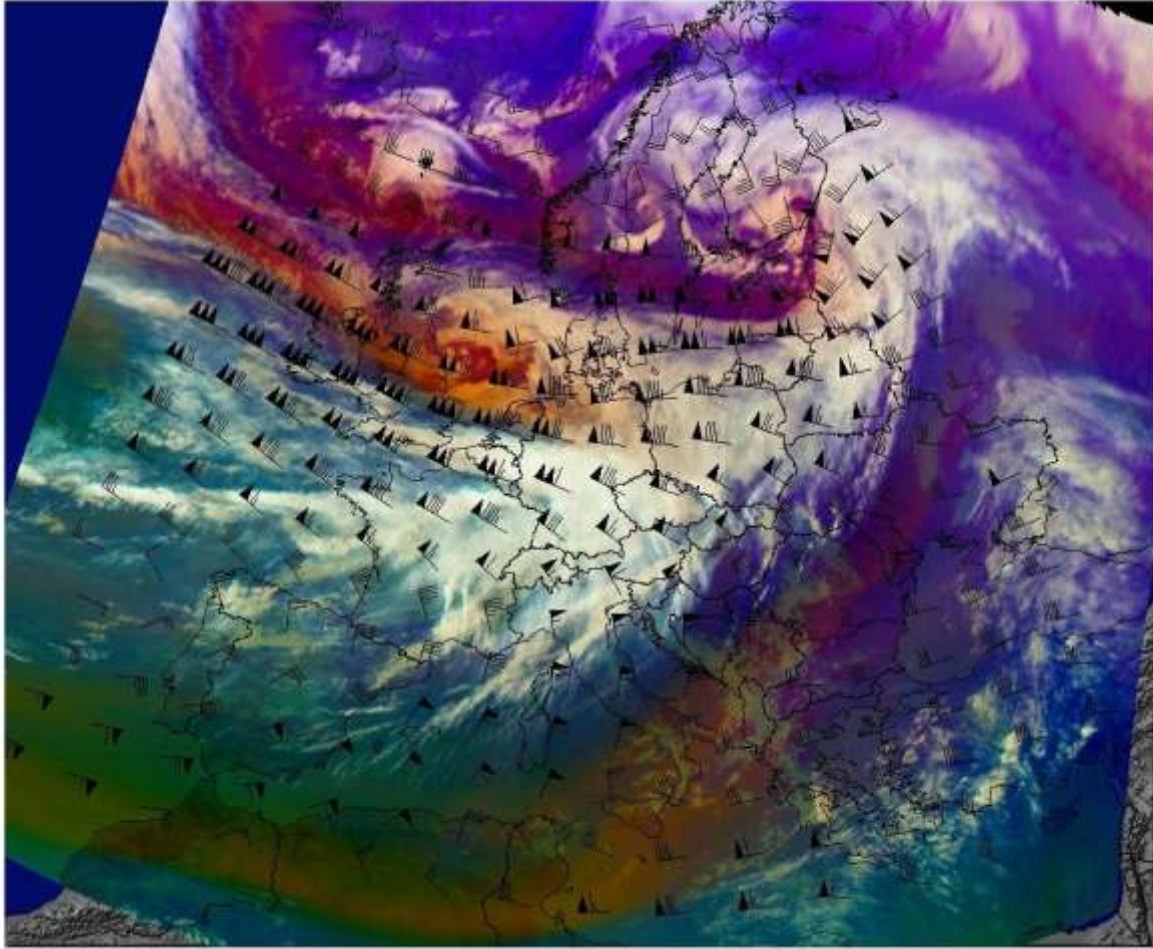


2. ábra: A METEOSAT-8 nevű meteorológiai műhold által 2007. január 18-án 12 óra 10 perckor készült légtömeg kompozit kép és az ECMWF numerikus időjárásmodell 2 értékű potenciális örvényességi mezéjének magassága, amely a troposzféra magasságát mutatja.

Láthatjuk, hogy a magassági mező mutatta gödör nagyon szépen egybeesik a műholdas kép barnás pirosas területével. Ez egyben azt is mutatja, hogy a numerikus időjárásmodell jól jelezte előre a fenti helyzetet.

Az ilyen a ‘troposzféra besüppedések’ -- szaknyelven potenciális örvényességi anomáliák – vizsgálata, figyelemmel kísérése azért lényeges, mert (egy sor egyéb fontos feltétel egyidejű teljesülése esetén) az ilyen besüppedés ciklonok kialakulását és/vagy erős konvekciót, zivatar tevékenységet okozhat. Esetünkben a sztratoszféra betüremkedése igen mély volt. Ilyen esetekben intenzív, gyors ciklon kialakulását okozhatja. A gyors ciklogenezishez természetesen sok egyéb feltételnek is teljesülnie kell, lásd a ‘Januári vihar Európában’ cikkünket.

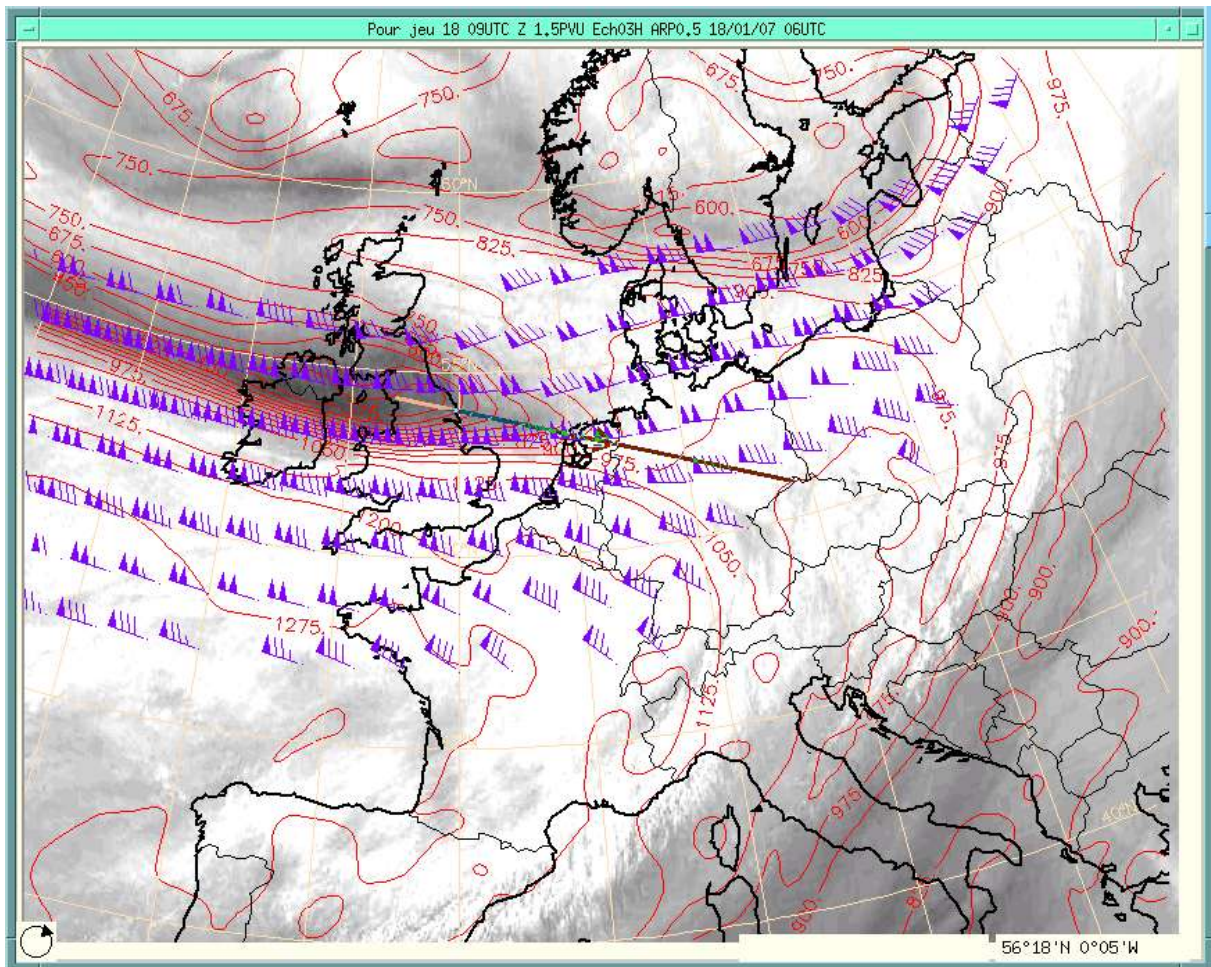
A ciklon közepénél a sztratoszféra betüremkedésének határán erős magassági futóáramlás is található (jet), mint a következő ábrán láthatjuk



3. ábra: A METEOSAT-8 nevű meteorológiai műhold által 2007. január 18-án 12 óra 10 perckor készült légtömeg kompozit kép és az ECMWF numerikus időjárásmodell által a 300hPa nyomási szintre számolt szél.

A 3. ábrán az ECMWF numerikus időjárásmodell által a 300hPa nyomási szintre előrejelzett szelet ábrázoltuk a fenti műholdképen, (ez a futó áramlások jellemző magassága). Mint láthatjuk a legerősebb szelek valóban közel esnek a barnás pirosas területhez, illetve a barnás pirosas csík mentén fújnak. (A szélzászlón a vonalak, illetve a fekete háromszögek száma mutatja a szél erősségét.)

A 4. ábrán ugyanezen napra Franciaországban készült analízis mutatjuk be. Az ábra 9 órára vonatkozik.



4. ábra: A METEOSAT-8 nevű meteorológiai műhold által 2007. január 18-án 9 órakor készült légtömeg kompozit kép és az ARPEGE numerikus időjárásmodell 1.5 értékű potenciális örvényességi mezejének magassága, amely a troposzféra magasságát mutatja, valamint az ARPEGE numerikus időjárásmodell által a 300hPa nyomási szintre számolt szél. Az ábrát Patrick Santurette a Meteo-France munkatársa készítette.

Az alap műholdkép most nem kompozit kép, hanem a vízgőz elnyelési sávban készült kép. A sötétebb területeken, (melyek megegyeznek a légtömeg kompozit kép barnás pirosas területeivel) a 600-200 hPa nyomási szintek közti légréteg száraz. A 4. ábrán az ARPEGE numerikus modell által számolt paramétereket jelenítették meg: a 1.5 egységnyi potenciális örvényesség magasságát, illetve a 300hPa nyomási szint szelét (ha 140 km/óránál erősebb).

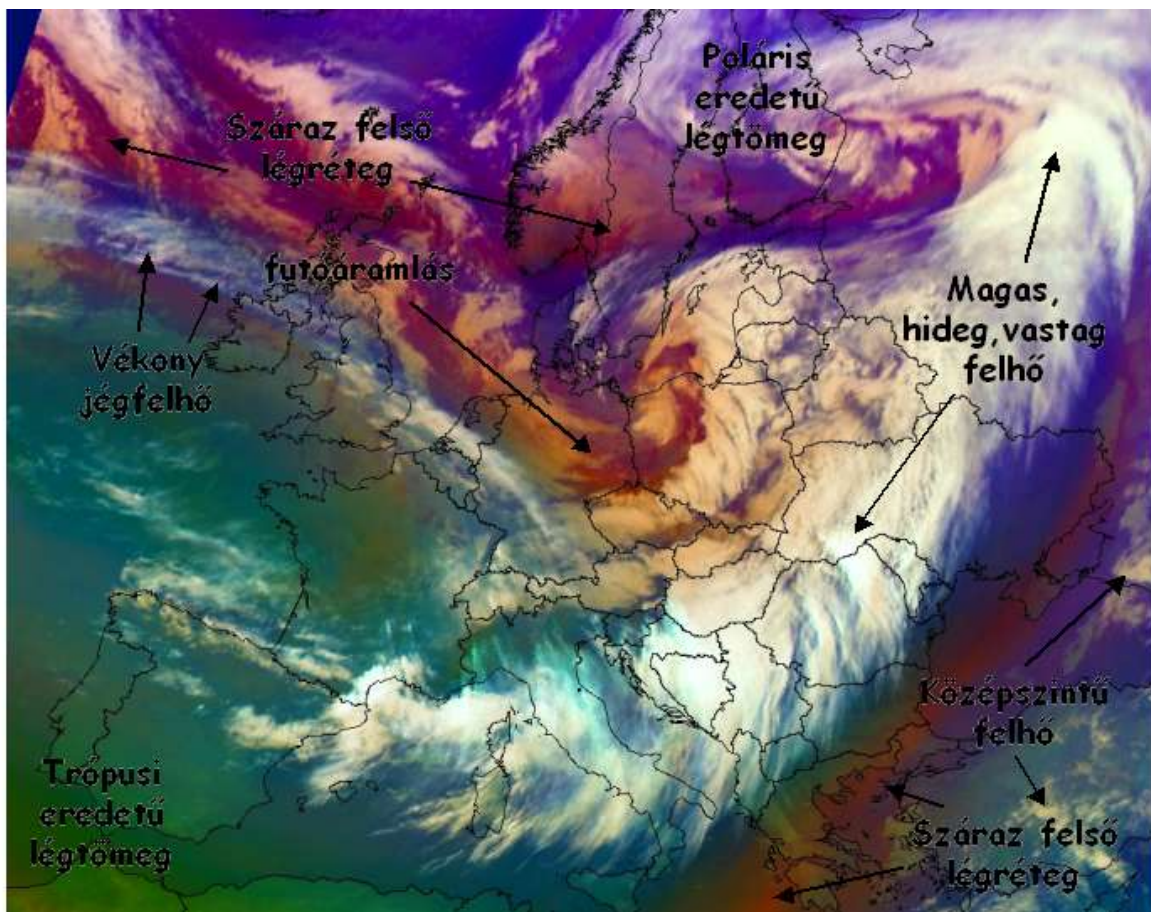
A fenti példa is mutatja, hogy a modern megfigyelési eszközök és számítási eljárások, nevezetesen ebben az esetben a műholdképek és a numerikus előrejelzések együttes alkalmazása új hatékony módszerekkel segítheti az időjárás előrejelzők munkáját.

Segédletet a szakkifejezések értelmezéséhez.

Troposzférának nevezzük a légkör alsó kb. 10km-es rétegét. Itt a levegő hőmérséklete a magassággal többnyire csökken. A troposzféra felett helyezkedik el egy vékony réteg, ahol a hőmérséklet közel állandó, majd az afeletti **sztratoszférában** a hőmérséklet a magassággal nő. A sztratoszféra nagyon száraz.

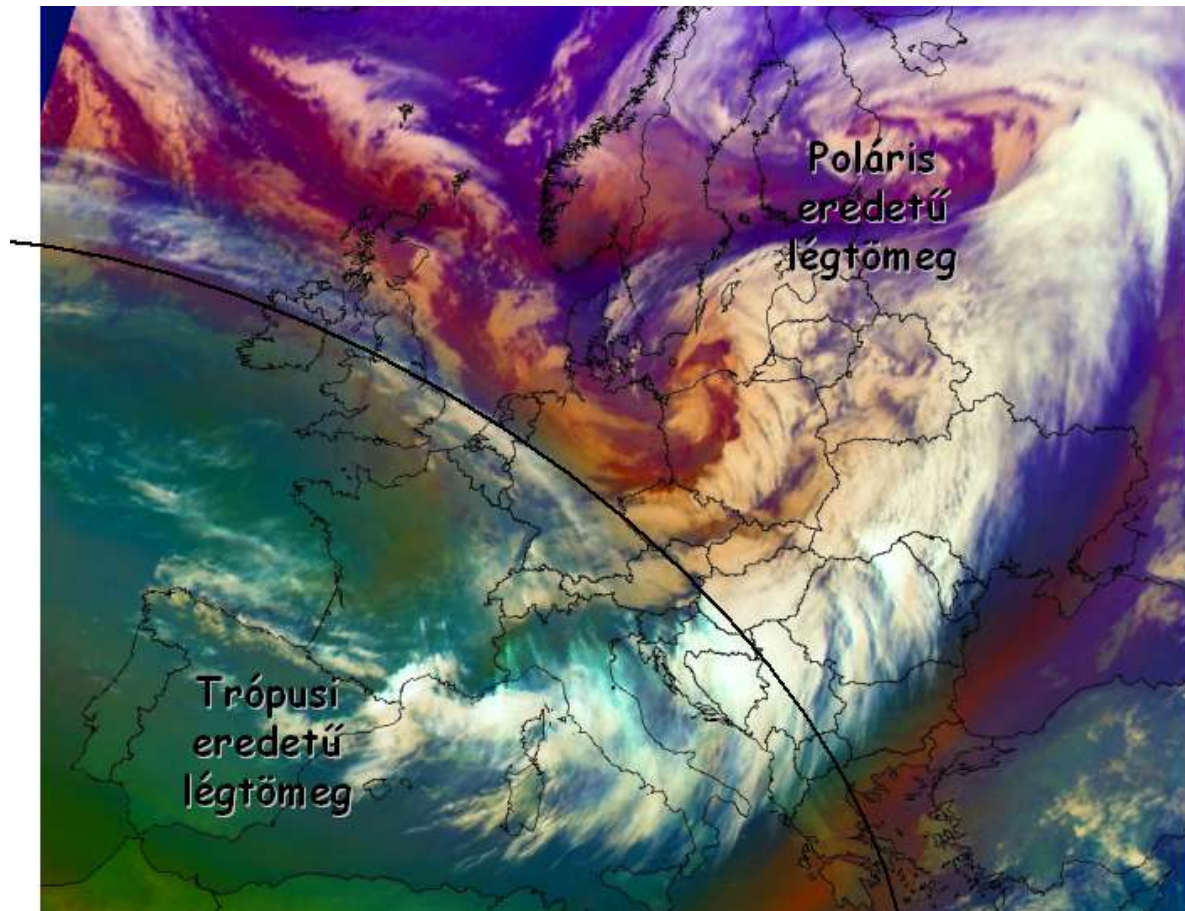
A **potenciális örvényesség** egysége: $1\text{PVU}=10^{-6}\text{Km}^2\text{s}^{-1}\text{kg}^{-1}$.

Légtömeg kompozit kép

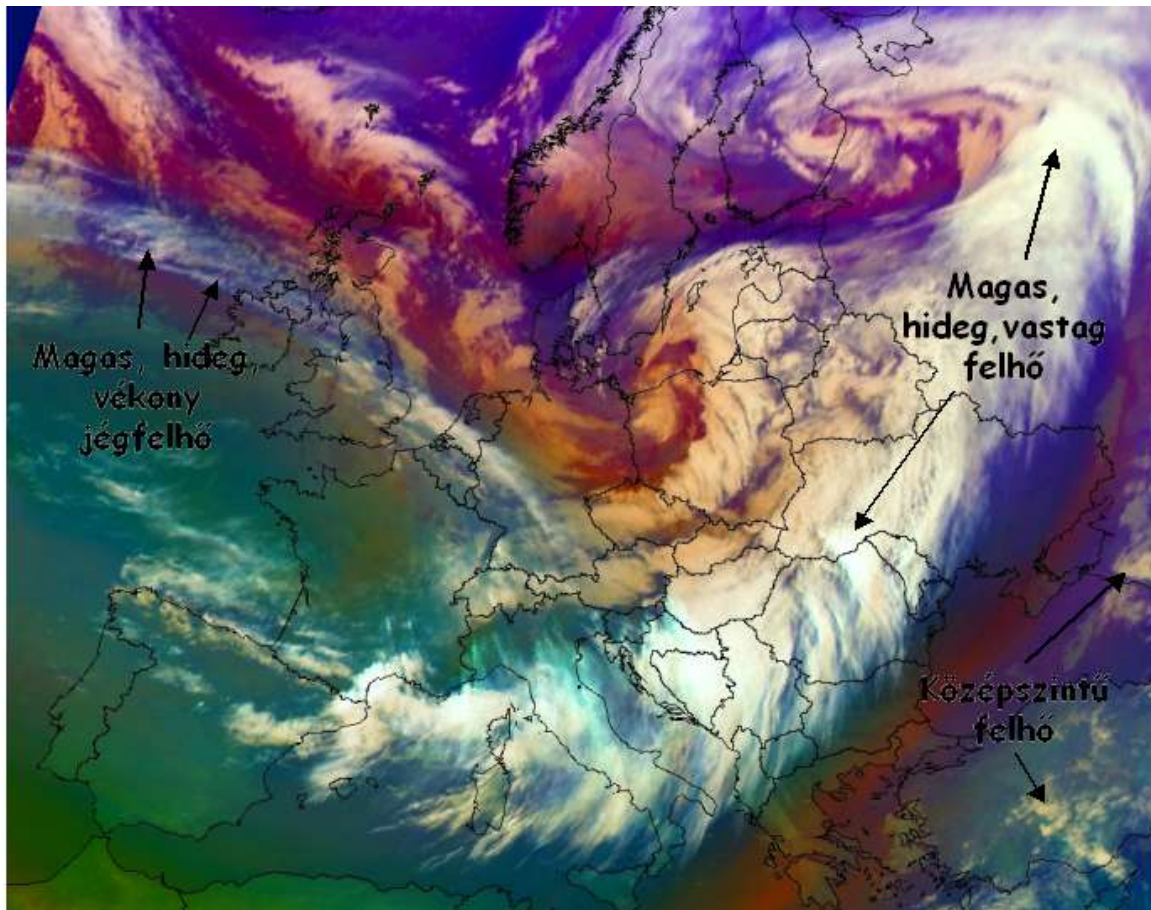


A légtömeg kompozit kép a következő mód készül: a piros színben a WV6.2 és a WV7.3 sávok, a zöld színbe a IR9.7 és IR 10.8 sávok különbsége kerül, míg a kék színben a WV6.2 sávot jelenítjük meg.

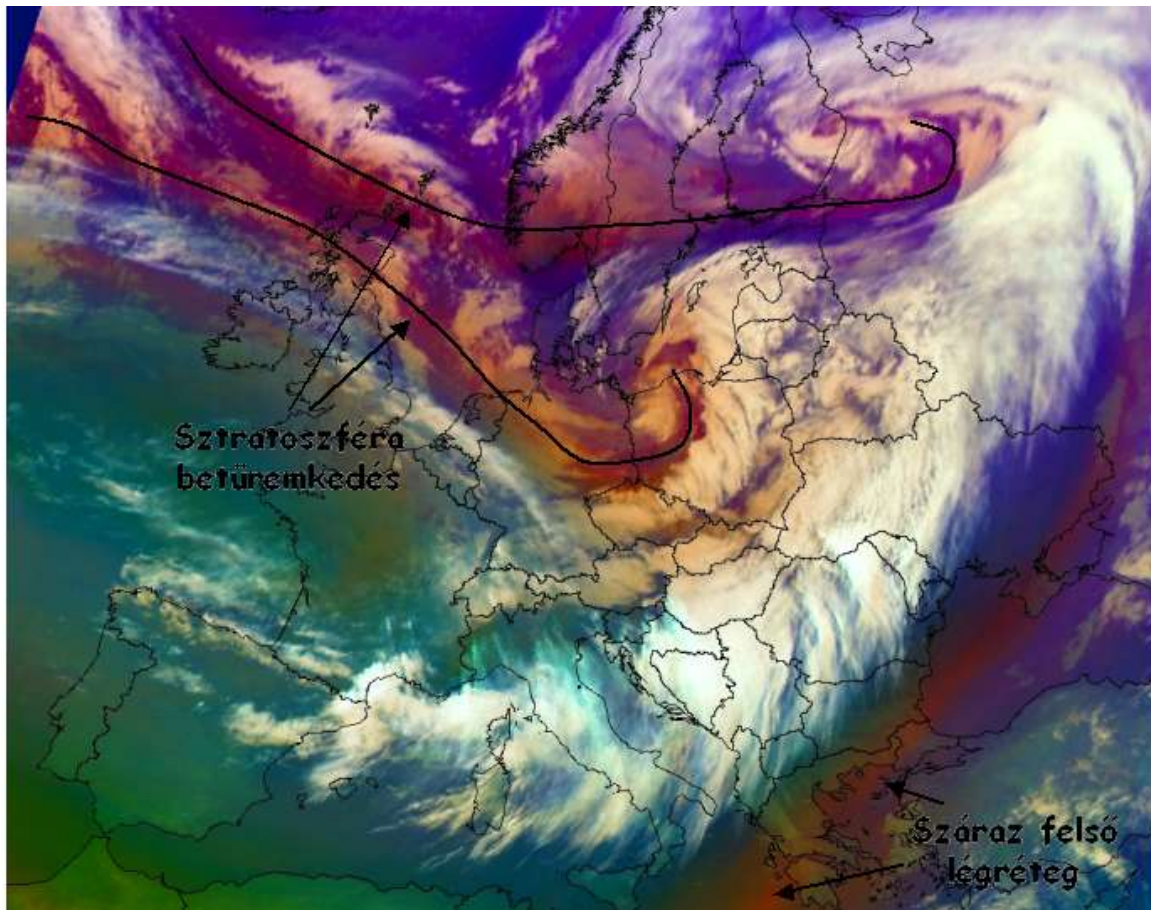
Nézzük meg részletesebben, hogy milyen légköri jellemzőket figyelhetünk meg ezen a kompozit képen.



A képen megfigyelhetünk egy zöldes és egy kékes tónusú területet. A zöldes területen trópusi, míg a kékes területen poláris eredetű légtömeg található. Ezek a légtömegek azért azonosíthatóak a képen, mert a zöld színben a IR9.7 és IR 10.8 sávok különbségét jelenítjük meg. A két sáv közötti fő különbség az, hogy a IR9.7 sávban az ózon réteg erősen elnyel míg az IR10.8 sávban nincs ózon elnyelés. A poláris és a trópusi eredetű légtömeg ózon tartalma lényegesen eltér. A trópusi légtömegben sokkal kevesebb ózon van, míg a poláris légtömeg ózonban gazdag.



A légtömeg kompozit képen a felhők is megfigyelhetők. A magas, hideg, vastag felhők a legfehérebbek, a középszintű felhők okker színűek, az alacsony szintűek is felsejlenek zöldesen vagy kékesen, attól függően, hogy a trópusi vagy a poláris eredetű légtömegben vannak-e.



A légtömeg kompozit képen megfigyelhetünk barnás pirosas sávokat. Ezekben a sávokban a 600-200 hPa közötti réteg száraz. Ilyen helyeken a WV6.2 sáv sötét, következésképpen a kompozit képből hiányzik a kék. A piros színben megjelenített WV6.2-WV7.3 különbség viszont relatíve nagy, így piros színből többlet jelentkezik. A 600-200 hPa közötti légréteg többféle okból is lehet száraz, pl. azért, mert anticiklon van a területen. De lehet azért is száraz, mert tropopauza szakadás áll fenn és a sztratoszféra igen száraz levegője mélyen lejut az alacsonyabb szintekre. Ez az eset a ciklonoknál a hidegfront mögött gyakran előfordul.

A 2007. január 29-i szélvihar (Olli) meteorológiai okai

Polyánszky Zoltán, Csonka Tamás

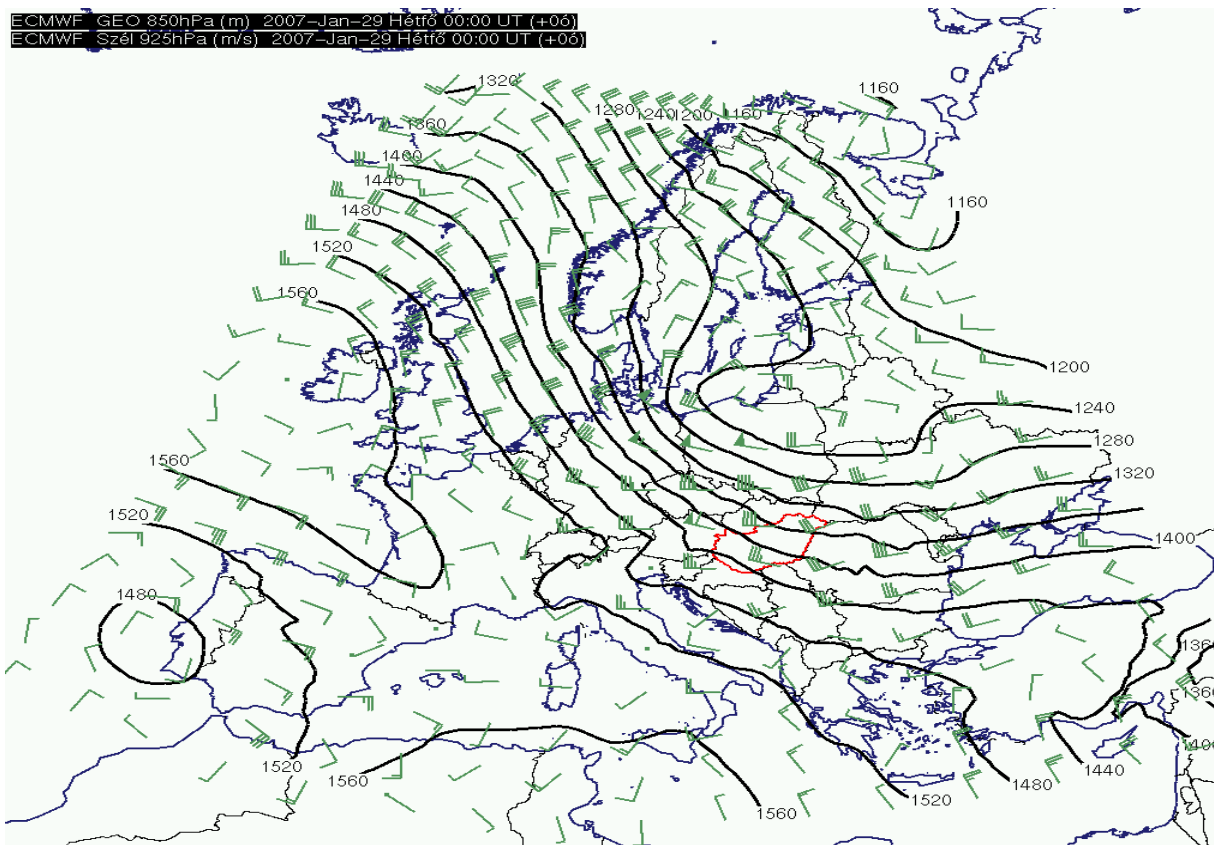
Bevezetés

A Kyrill viharciklon 18-i pusztítása után alig ocsúdott fel a kontinens, január 29-én egy újabb erős ciklon (Olli) helyeződött a közép-európai térség fölé (mindkét ciklont a Német Meteor. Szolgálat —DWD- nevezte el). Magyarországon százmillió nagyságrendű anyagi kárt és számos több sérülést is okozott a sok helyen 90-100 km/h-t elérő vagy esetenként meghaladó széllelkéssel járó erős szélvihar. Az OMSZ több nappal, már 26-án jelezte a 100-110 km/h-s szélsébségeket (itt említjük meg, hogy volt olyan magánmeteorológiai kft., amely még a vihar napján sem prognosztizált 70-90 km/h fölötti széllelkéseket).

Általános jellemzés

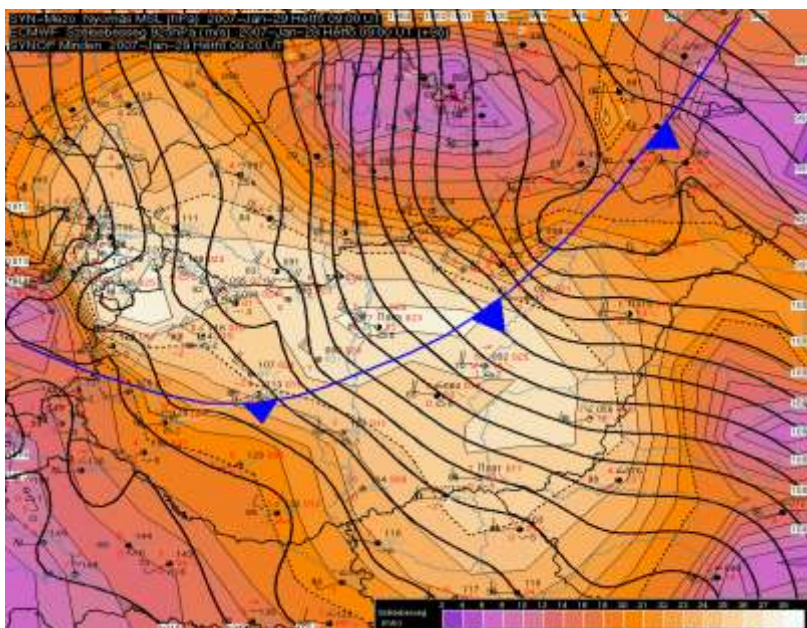
Definíció szerint viharciklonnak, vagy ciklonbombának nevezzük azon ciklonokat, amelyek középpontjában a legnagyobb nyomássüllyedés 24 óra leforgása eléri a 24 hPa-t. Olli január 27-én a reggeli órákban kezdett el kialakulni Izlandtól északnyugatra. A kialakuló ciklon magjában a legnagyobb nyomássüllyedés 27-e 12 UTC és 28 UTC 06 UTC között zajlott le Izlandtól Skandinávia felé helyeződve. Ekkor 1007 hPa-ról 995 hPa-ra süllyedt a tengerszint-re átszámított légnyomás. Ezek alapján Ollira nem teljesült a viharciklon definíciója. A ciklon középpontja ezek után Norvégia déli, Lengyelország keleti, Ukrajna középső, illetve Oroszország déli részén át északnyugatról-délkelet felé helyeződött, miközben további 5-7 hPa-os nyomássüllyedést mutatott. Olli cikloncentruma a 11 nappal ezelőtt pusztító Kyrillhez képest sokkal közelebb haladt el a Kárpát-medencéhez. Így noha a Kyrill magjában mintegy 25 hPa-lal alacsonyabb volt a légnyomás, az Olli ciklonmagjának közelsége miatt hasonló nyomáskülönbségek alakultak az ország keleti és nyugati része között.

A január 29-i 850 hPa-os szint magassági térképen jól látható, ahogy az alacsony-nyomású terület a nap folyamán nagy sebességgel dél felé mozdul el (1. ábra).



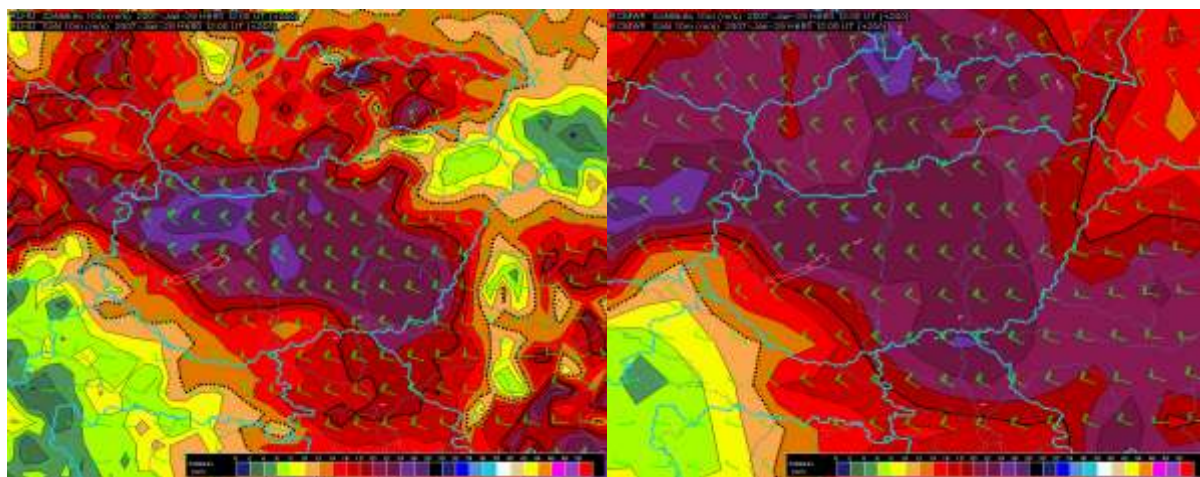
1. ábra. A 850 hPa-os geopotenciál mező és a 925 hPa-os szél (kb. 700-800 m-es szél) a nap folyamán
 (A szélzászlón megjelenő tömör háromszög a 25 m/sec-os szélsébségeket jelzi)

Az Olli ciklont a Kelet-európai-síkság fölött elhelyezkedő nagy kiterjedésű ciklonrendszer egy intenzíven fejlődő peremhullámaként (perem-ciklonaként) is felfoghatjuk, miközben a Brit-szigetek térségében anticiklon helyezkedett el. Az így kialakult észak-déli pályán érkezett meg az említett peremciklon gyors mozgású hidegfrontja 29-én a reggeli, késő délelőtti órákban. A hidegfront átvonulásakor ciklon középpontja igen közel, Ukrajna középső területei fölött haladt el. Magyarországon a nyomás süllyedése még 28-án délelőtt elkezdődött és átlagosan 2-3 hPa/3 órás süllyedés egészen 29-e délelőttig a hidegfront érkezéséig tartott. A ciklon északról történő közeledésével az egyenlőtlen nyomássüllyedés (északkeleten erősebb süllyedés, mint délnyugaton) óráról-órára növelte az ország északkeleti és délnyugati része közti nyomáskülönbséget, amely fokozatosan erősödő nyugatias szelet váltott ki. Miskolcon 19-én 4 Utc-kor az elmúlt 3 órás nyomássüllyedés elérte az 5 hPa-t, szemben az átlagos 2-3 hPa/3 órával a térségben. Ennek következtében lokálisan erősebben növekedett meg a nyomás különbség, amely kb. másfélóra múltán Miskolcon az aznapi, illetve közel az országos maximális széllökést okozta (31.4 m/s). Ezzel egy időben máshol jóval kisebb maximális szélsébségek fordultak elő. Az ország keleti és nyugati része között a legnagyobb légnyomás különbség már reggel elérte a 14 hPa-t, amely csak a front mögött a délelőtti második felében kezdett csökkenni. A nap folyamán a legnagyobb szélsébségek az országban az északkeleti, keleti országrészt leszámítva a hidegfront környezetében, annak délelőtti átvonulásakor alakultak ki. Ez azért történt így, mert a front környezetében annak emelése révén alakultak ki a nap folyamán a legerősebb feláramlások és a magassági szél is a front átvonulása idején 6 és 12 Utc között volt maximális. A 925 hPa-os szinten (körülbelül 700 m magasan) a legerősebb szélsébségek a 2. ábrán látható elrendezésben (körülbelül Sopron-Budapest-Szeged vonalában) 06 és 12 Utc között a 27 m/sec volt, míg 850-en (körülbelül 1500 m magasan) ugyanez 33-35 m/sec.



2. ábra. 07.01.29. 09-Utc-s helyzetkép: A hidegfront mentén kialakuló erőteljes feláramlások következtében átlagosan a körülbelül 925 –875 hPa-os magassági szél lekeveredett. Nagyrészt ezzel a folyamattal magyarázható, hogy a hidegfront átvonulásakor alakultak ki az ország jelentős részén a legerősebb szellőkések a nap folyamán. (Színessel jelölve az Ecmwf modell 925 hPa-os szélesség előrejelzése, feketével az izobárok futása, kézzel a hidegfront helyzete, illetve feketével és pirossal az egyes állomásokhoz tartozó szinoptikus jelek vannak feltüntetve.)

A modellek által számolt szellőkésekhez (3. ábra) az előrejelzők hozzáadják az ún. „lekeveredésből”, illetve a talaj közelében beáramló hideg levegőből várható széltebbetet.



3. ábra. Az ALADIN/HU(balra) és az ECMWF(jobbra) 24 órás szellőkés előrejelzése 2007. 01. 29 12UTC-re

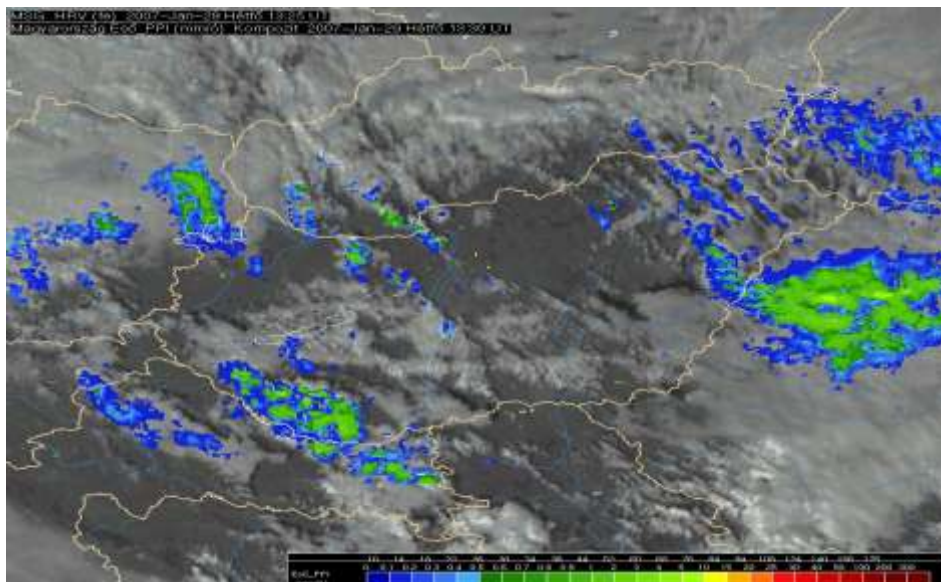
A lekeverés lényege, hogy általában az alsó néhány kilométeres légrétegekben uralkodó szélességek a vertikális kiterjedésű felhők környezetében, többek között azok magasságának függvényében rövid időre a talaj közelében is megjelenhetnek. Az ország északkeleti és délnyugati részén az ország középső részéhez képest kisebbek voltak az alsó pár ezer méteren a szélességek, így a nyomáskülönbségből, illetve a beáramló hideg levegő együtteséből származó szellőkések összemérhetőek voltak a front mentén potenciálisan lekeveredő magasági széllel.

A front mögötti kialakult záporok eloszlása, annak okai

A front után kialakult záporok térbeli eloszlása érdekes képet mutatott a nap során. A front mögött főként az ország középső részébe középszinteken átmenetileg szárazabb levegő érkezett, illetve a főként ország középső részében igen nagy volt a magassági szél (500 méter felett mindenütt 25 m/sec fölött voltak szélességek). Ezen folyamatoknak az lett a következménye, hogy a gomolyok ellaposodtak, illetve az erős szélben széttépődtek, így a front mögött már nem volt, ami jelentősen lekeverjen. Korábban, amikor a frontális emelés még jelen volt, a gomolyok még ellen tudtak állni a nagy magassági szeleknek és viszonylag magasra tudtak nőni, így bennük az erősebb feláramlás, illetve az azt kompenzáló leáramlás is jelen volt.

Ezzel szemben az ország délnyugati, és keleti, északkeleti részén a kisebb magassági szélességek, illetve a valamivel kedvezőbb nedvességviszonyok következtében záporok tudtak kialakulni. A záporok kialakulásában a szélességeknek nem csak a magasságszerinti, hanem a talaj közelében történő horizontális megváltozásának is nagy szerepe volt. Ugyanis az ország északkeleti és délnyugati része a domborzat elhelyezkedése miatt a talaj közelében védett az északnyugati szélre nézve. Így ezeken a részeken a talajszél sebességének nagyság szerinti hirtelen megváltozása vonalában ún. konvergenciavonal, vagy összeáramlási vonal alakult ki. Ezen vonalak részben a frontokhoz hasonló kényszerfeláramlásokat hoznak létre, amelyek kellő nedvesség jelenléte mellett záporok kialakulásához vezethetnek. A záporok a konvergencia vonal mentén északnyugatról-délkelet felé haladtak az északnyugati átlagszéllel.

Ezeken a helyeken a lekeveredés nem jutott jelentős szerephez, mivel a már amúgyis meglévő szélességekhez képest nem volt a magasban potenciálisan lekeverhető nagyobb szél. Kellő labilitás hiányában zivatarok nem tudtak kialakulni ezeken a részeken.



4. ábra. A front mögötti összeáramlásokban (konvergencia vonalakban) kialakuló záporok műhold és radarképei

A 4. ábrán már azt a délutáni állapotot láthatjuk, amikor középszinten ismét nedvesebbé vált a levegő a magassági szél számottevően csökkent, ill. közép-szinten a szélesség horizontális megváltozásából adódó emelés együttes hatására ismét erőteljesebb gomolyfelhők tudtak kialakulni a középső országrészben, így ismét megjelentek a záporok.

A Tiszántúlon a délutáni átmeneti szélsébség növekedés okai

A délutáni órákban az ország nagy részén gyorsan mérséklődött a szél. Bár a hideg levegő jelentős része az alsó 3 km-en csak ekkor érkezett meg, de ez már csak a Tiszántúlon okozott újabb -helyenként jelentős- szélsébség növekedést. Az érkező hideg levegő a nyomás változás alapján jól követhető volt. Északkeleten 3 óra alatt 7-8 hPa –t is emelkedett a légnyomás, amely meglehetősen nagy érték, viszonylag ritkán figyelhető meg. Tőlünk keletre igen hideg levegő áramlott be, minket ennek azonban csak a széle érintett.

A keletre megérkező hideg levegő és ezzel együtt a hirtelen nyomásemelkedésből adódó lokális nyomás különbség növekedésnek köszönhetően Nyíregyháza környékén a délutáni órákban 100 km/h-s szélökések alakultak ki. Ugyanakkor ezzel egy időben az ország többi részén a Tiszántúl kivételével rövid idő alatt jelentősen mérséklődött a szél, hiszen a keletre megérkező hideg levegő okozta erős nyomás emelkedés gyorsan lecsökkentette az ország nyugati és keleti része közötti nagy légnyomás különbséget.

Kyryll vs. Olli

A Kyryll-lel összehasonlítva Ollinak a hidegfrontja nem, vagy csak kisebb mértékben lassult le a Dunántúlon, bár ebben az esetben is a hideg súlypontja tőlünk keletre ment el. A Kyryll hidegfrontja mögött a hideg levegő beáramlása a vártnál kisebb mértékben valósult meg, így az abból várt szélökések is elmaradtak. Az Olli esetében ugyan a hideg súlypontja szintén keletre ment, de az ország keleti részét érintette: ebből lettek Nyíregyházán a 100 km/h-s szélökések.

Mint már volt róla szó, mindkét ciklon hasonló légnyomás különbséget hozott létre az országon belül, amely a hasonló nyomássüllyedés tendenciákkal magyarázható. A Kyryll jóval erősebb ciklon volt ugyan, de távol haladt el tőlünk a magja, míg az Olli sokkal gyengébb volt viszont a központja jóval közelebb volt hozzánk. Emiatt a két helyzet nálunk eléggé hasonlóan mutatkozott.

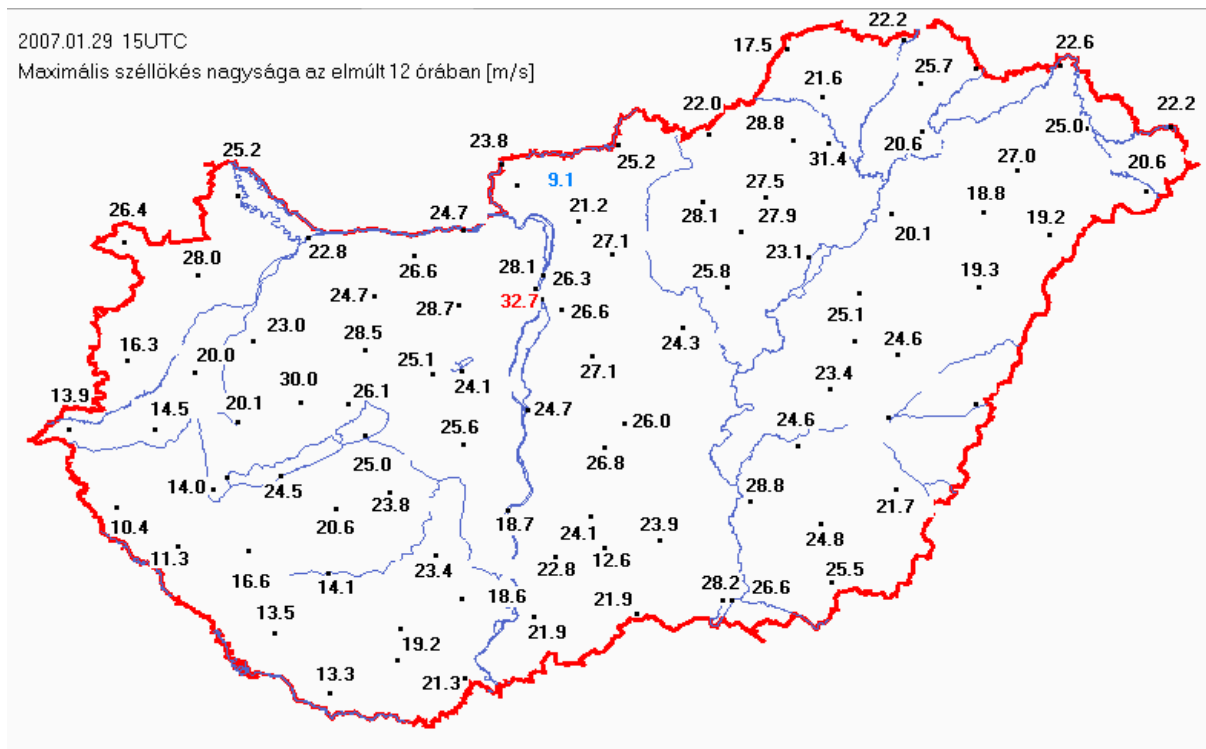
A január 24-ei esetben (ld. Érdekességek-Januári vihar) az ún. előoldali áramlás (ez meleg levegőt szállít) okozta Siófokon az egész helyzet legnagyobb közel 110 km/h-s szélökését, az Olli ugyanebben a helyzetben Miskolcon kevéssel 110 km/ó feletti szélökést produkált.

A Kyryll és Olli esetében a magassági szelek nagysága közel megegyezett. A Kyryll hidegfrontja azonban éjszaka érkezett és a fronton a lekeverésnek nem volt számottevő hatása, szemben az Ollival, amelynek hidegfrontja mentén volt lekeveredés a délelőtt folyamán, amely az ország legnagyobb részén az aznapi legerősebb szélökéseit okozta.

Január 29-i legerősebb szélökések

A legerősebb szélökéseket (5. ábra) az alsó 250 méteren a nap folyamán Budapest-Lágymányoson 32.7 m/sec-t (118 km/h) mérték. Ez a szélmérő egy épület tetején 30 m magas van. Miskolcon 31.4 m/sec-t (113 km/h) mérték, de többfelé volt az országban 90-100 km/h körüli, vagy esetenként kevéssel azt meghaladó szélökés. Szemben a Kyryll esetével,

amely ugyan maximális szélökés tekintetében hasonlót produkált, azonban jóval kevesebb helyen fordult elő 90 km/h körüli szélökések.



5. ábra. Az OMSz mérőhálózatán regisztrált maximális szélökések (m/s) 2007. január 29-én

Részben a szokatlanul szeles időnek köszönhetően a 2007-es január középhőmérséklete 4.4 fok volt. Ez 6.5 fokkal haladja meg az elmúlt 30 éves átlagot. Ezzel az értékkel az elmúlt 30 év legmelegebb januárja volt a mostani. Az elmúlt 100 év januári középhőmérsékleteit megvizsgálva az ez évi dobogós helyen volt.

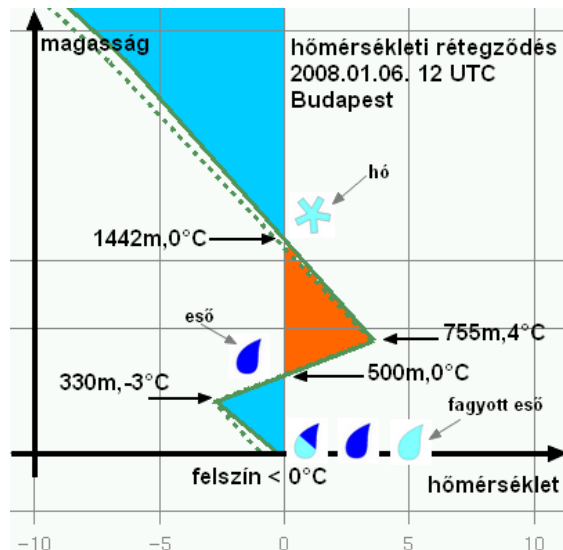
Harmadik fokozatú riasztás ónos esőre, 2008. január 5-6.

Kolláth Kornél

A január 5-én, szombaton és különösen 6-án, vasárnap az országban többfelé volt erős jegesedést okozó ónos eső. Ónos esőről akkor beszélünk, amikor a felszín fagypont alatti hőmérséklete mellett eső hullik, ami így ráfagy a tereptárgyakra. A jelenség viszonylag ritka, mert felhős, csapadékos időben és emellett 0 fok alatti talajközeli hőmérséklet esetén általában havazásra számíthatunk. A leggyakoribb forgatókönyv szerint egy anticiklonban kialakult felszínközeli stabil légrétegződés fölé melegfronti felhőzet és csapadék érkezik. A front közeledésével a felsőbb légrétegekbe egyre melegebb és nedvesebb levegő szállítódik, a felszín közelében nem történik változás (0 fok alatt maradhat a hőmérséklet.) A hétvégén egy, a mediterrán térség felől érkező, melegfronti jellegű csapadékközpontnak köszönhetően a közlekedést helyenként megbénító időjárást.



Az eseményt megelőző napokban az előrejelzéseinkben rendre szerepelt a hétvégi, nagyobb térségeket érintő ónos eső. Pénteken előzetes figyelmeztetésben jeleztük, hogy az országban többfelé lehet számítani erős jegesedést, több mm-es jégbevonatot produkálni képes ónos esőre (ekkor még a szombati napra narancs fokozatú időjárási eseményt jeleztünk.) Szombaton délelőtt a déli régiókra már a legmagasabb fokozatú riasztást adtuk ki. **Az ónos esőre vonatkozó piros riasztás a jelenlegi kritériumaink szerint akkor indokolt, ha a többfelé előforduló ónos eső helyenként fél cm-nél nagyobb vastagságú jégbevonatot is képezhet a felszínen, tereptárgyakon.** Vasárnap a helyzet tovább romlott, a nagyobb mennyiségű és tartós ónos eső miatt végül az ország összes régiója – legalább néhány órára – „pirosat kapott”. A nagyobb mennyiségű ónos csapadék elsősorban az ország középső területein hullott.



A főváros fölötti hőmérsékleti rétegződés vasárnap 12 UTC időpontban. A magasan (1440 m fölött) még hó formájában keletkező és hulló csapadék az 1440 és 500 m közötti pozitív hőmérsékletű rétegben megolvad, majd egy része 500 m alatt újrafagy (fagyott eső), más része folyékony állapotban éri el a talajt (ónos eső). A

jobb oldali térképen a vasárnap 06 és 18 UTC között mért csapadékmennyiségeket mutatja mm-ben. Az 5 mm fölötti ónos esőhöz már rendszerint jelentős jegesedés társul.

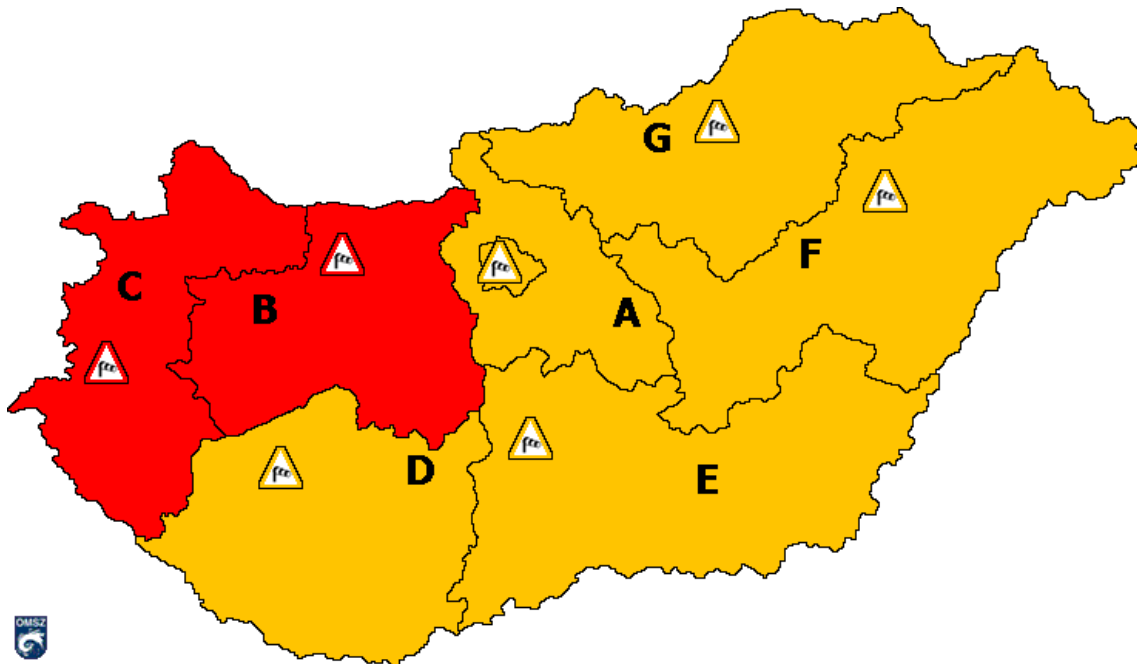
A 2008. január 27-i 120 km/h-s szellőkések meteorológiai körülményei (Egy évvel Olli után)

Polyánszky Zoltán, Fodor Zoltán

Bevezetés

Közel egy évvel az Olli ciklon pusztítása után egy sok tekintetben hasonló időjárási helyzetben helyenként az egy évvel ezelőttinél is nagyobb, 100-120 km/h-s szellőkések fordultak elő az országban. Az Olli esetében a 14 hPa-t is elérte a legnagyobb légnyomáskülönbség az ország északkeleti és délnyugati része között, január 27-én ez a különbség 10 hPa-t tett ki. A legerősebb szellőkések ennek ellenére kisebb területen ugyan, de tartósabban 20-25 km/h-val is meghaladták az akkor mért értékeket. (<http://www.met.hu/pages/vihar20070129.php>)

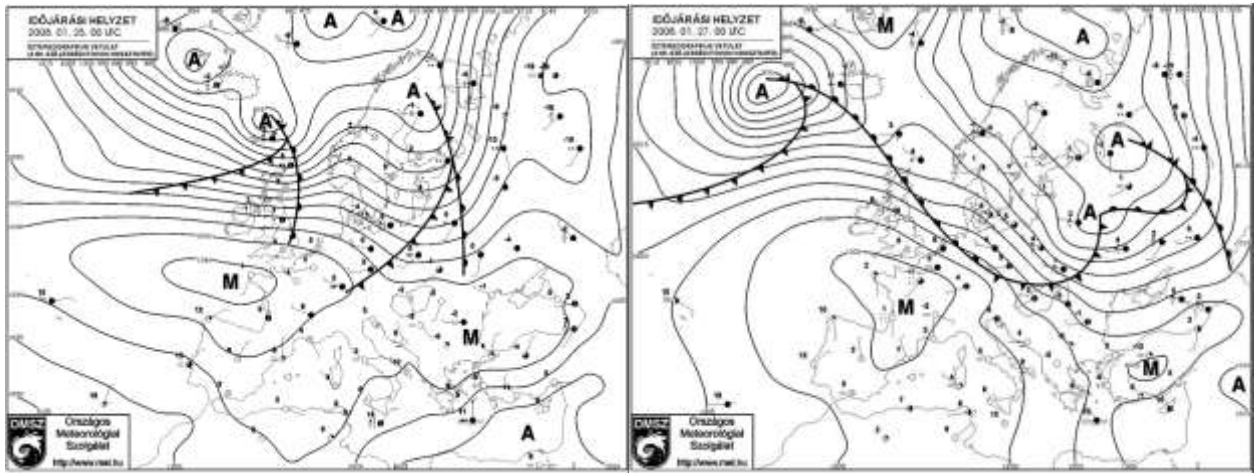
Január 27-én vasárnap délelőtt az ügyeletes veszélyjelző meteorológus piros riasztást (1. ábra) adott ki az Észak-Dunántúl térségére, a B és C régióra, mivel ezen körzetekben 110 km/h feletti legerősebb szellőkések voltak várhatóak egészen az esti órákig.



1. ábra: Az aktuális veszélyjelzésekről tájékoztató riasztási térkép 2008.01.27-én napközben

Szinoptikus helyzet

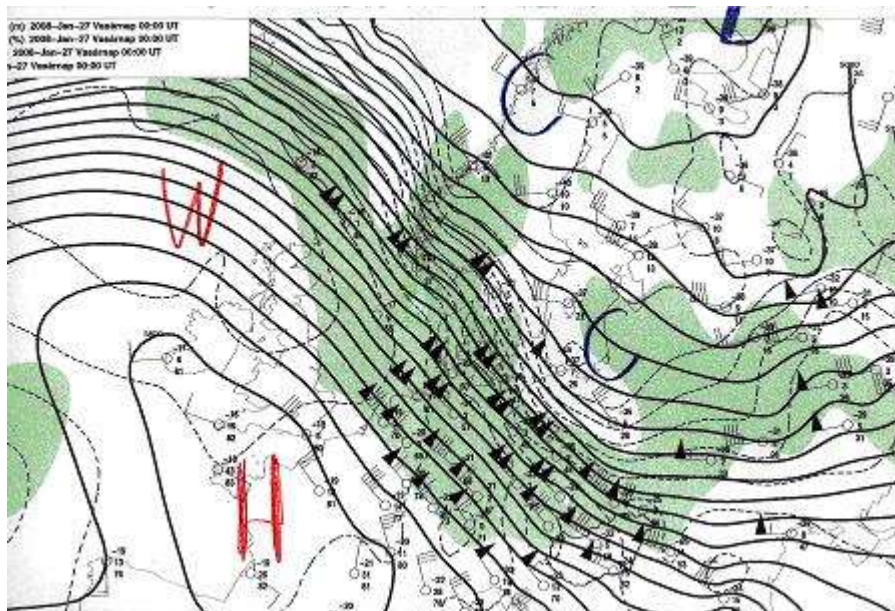
Január 21-éről 22-ére a sarkvidéki térségből igen hideg levegő érkezett a Labrador-tenger fölé – ún. „hideg mag” helyezkedett el a térségben –, amely fontos szerepet játszott az egy évvel ezelőtti Kyrill viharciklon kialakulásában (<http://met.hu/pages/szel20070123.php>) is. Az Atlanti-óceán felől érkező meleg levegő és a sarkvidék felől folyamatosan áramló igen hideg levegő hatására 24-25-re egy erős, kezdetben zonális (a szélességi körökkel párhuzamosan nyugatról keletre tartó) áramlás alakult ki Labrador-félszigettől a Brit-szigetekig. Európa északi részén ezen erős áramlásban gyorsan követték egymást a ciklonok és azok frontjai (2. a) ábra). Ezen területeken a magasabb légrétegekben (8-10 km magasságban) ún. futóáramlás (jet-stream)



2. ábra: Szinoptikus időjárási helyzet az atlanti-európai térségben
 a) 2008. január 25-én 00 UTC-kor és b) 2008. január 27-én 00 UTC-kor.

alakult ki, amelynek tengelyében a legerősebb szélsőségek a 200 km/h-t is elérték. A jettől északra eső területek időjárását ciklonok határozták meg, míg délre egy nagy kiterjedésű anti-ciklon helyezkedett el. Január 26-tól a korábbi zonális (nyugat-keleti) áramlás egyre inkább meridionálisabbá vált (földrajzi hosszúsággal közel párhuzamossá). Európa északkeleti és délnyugati része között nagymértékű nyomási és – elsősorban a magasabb légrétegekben – hőmérsékleti különbség alakult ki, a magasban igen erős szelet okozva. A több szintben húzódó északnyugati-délkeleti tengelyű jet magjában nagy magasságokban (8-10 km) 250 km/h vagy afölötti, középszinteken (5-6 km) 180-200 km/h (3. ábra), de alacsonyszinteken (1-2 km) is igen jelentős 90-120 km/h-s szélsőségek fordultak elő.

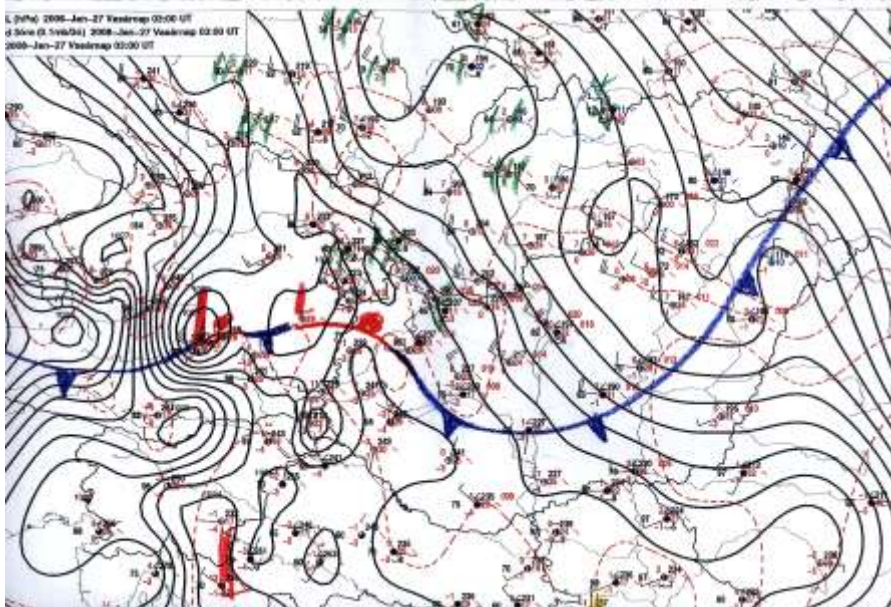
Ezen északnyugati áramlásban érte el Magyarországot az az időjárási front (2. b) ábra), amelyhez 27-én a viharos időjárás kapcsolódott.



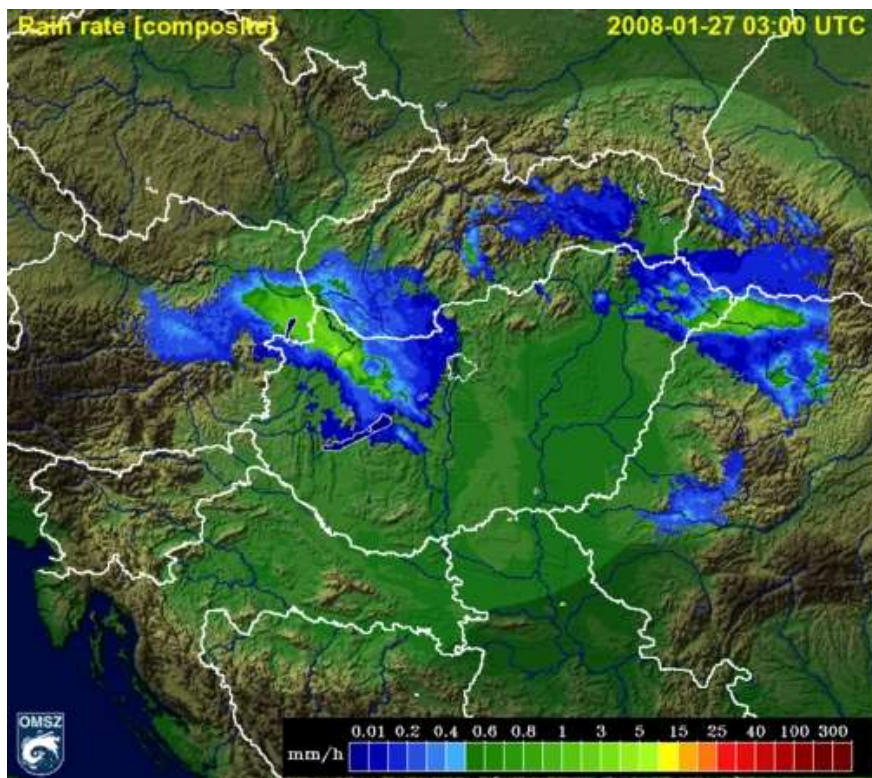
3. ábra: 500 hPa-os magassági térkép 2008.01.27. 00 UTC-kor (Az 500 hPa-os geopotenciál értéket fekete izovonalak, a hőmérsékletet szaggatott kék izovonalak, a szelet szélzászlók jelölik. A szélzászló esetében egy háromszög 25 m/s, egy hosszú vonal 5 m/s szélsőséget jelent.)

Magyarországi helyzetkép

27-én 00 UTC-kor a már említett hidegfront elérte északi határainkat, és 3 UTC-re a front főként keleti szakasza fokozatosan dél felé helyeződött a 4. ábrán látható módon, nyugati szakasza pedig már ekkor lelassult. A kora reggeli órákig a legerősebb szellőkések 60-90 km/h között alakultak a front mentén, illetve mögötte. A front környezetében csak elszórtan alakult ki csapadék (5. ábra).

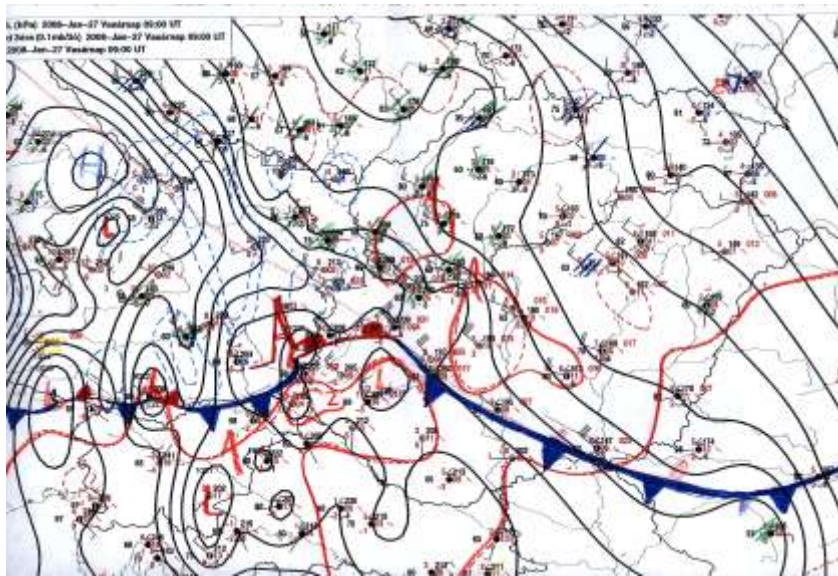


4. ábra: 03 UTC-s helyzetkép a Kárpát-medencében 2008. január 27-én

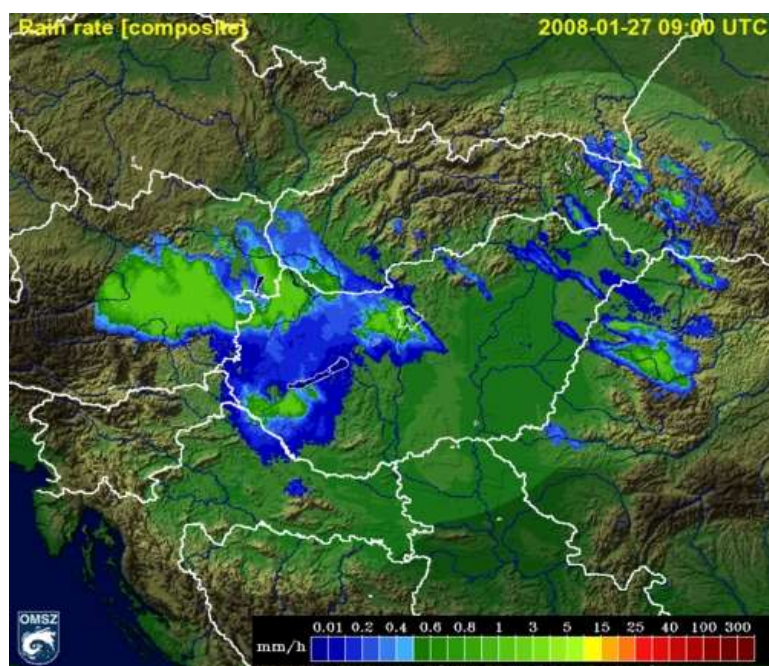


5. ábra: 03 UTC-s országos kompozit radarkép 2008. január 27-én

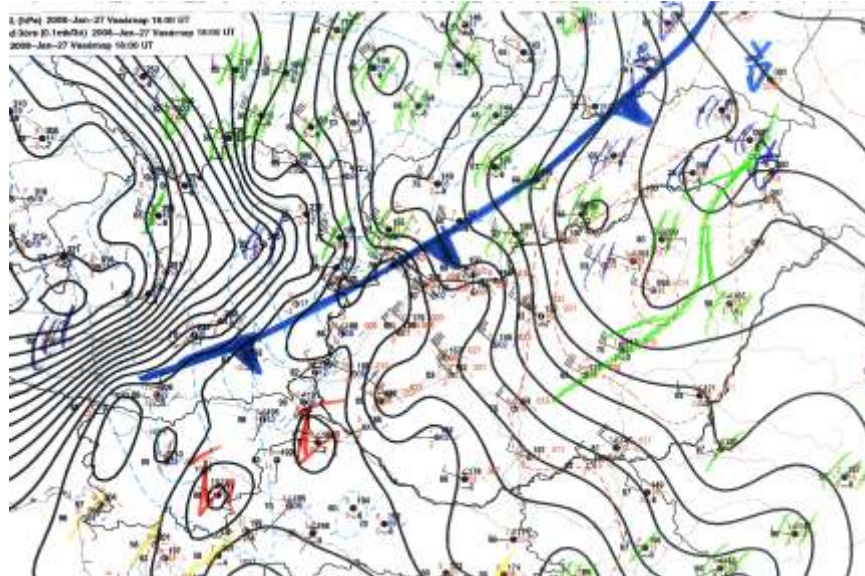
A reggeli, délelőtti órákban a hullámzó frontrendszer melegfronti szakasza (Észak-Dunántúl térsége) környékén tartósan záporos csapadék fordult elő, köszönhetően a frontális emelésnek (6. ábra, 7. ábra). A nap első felében a legnagyobb szellőkések - ahogy az a 8. ábrán is látható - a Sopron-Veszprém-Kecskemét-Szeged vonal mentén alakultak ki, a hidegfront környezetében. Ennek oka a körülbelül 600-800 méteres magasságban fújó szél lekeveredése a frontális összeáramlás vonalában kialakuló záporos tömbök környezetében. Az alsó légrétegben ott fordultak elő a legerősebb szellőkések, ahol a frontális emelés révén kialakult záporok és a már említett szinteken legerősebb volt a magassági szél. A nap első felében így a legerősebb szellőkések ezek metszetében az Észak-Dunántúl térségében fordultak elő: Kapuvár 31,5 m/sec. (113 km/h), Pápa 31 m/sec. (112 km/h), Sopron-Kurucdomb 29,8 m/sec. (107 km/h). Kab-hegyen (600 m magasan) 34,9 m/s-os (126 km/h) értéket regisztrált a mérő műszer.



6. ábra: 09 UTC-s helyzetkép a Kárpát-medencében 2008. január 27-én



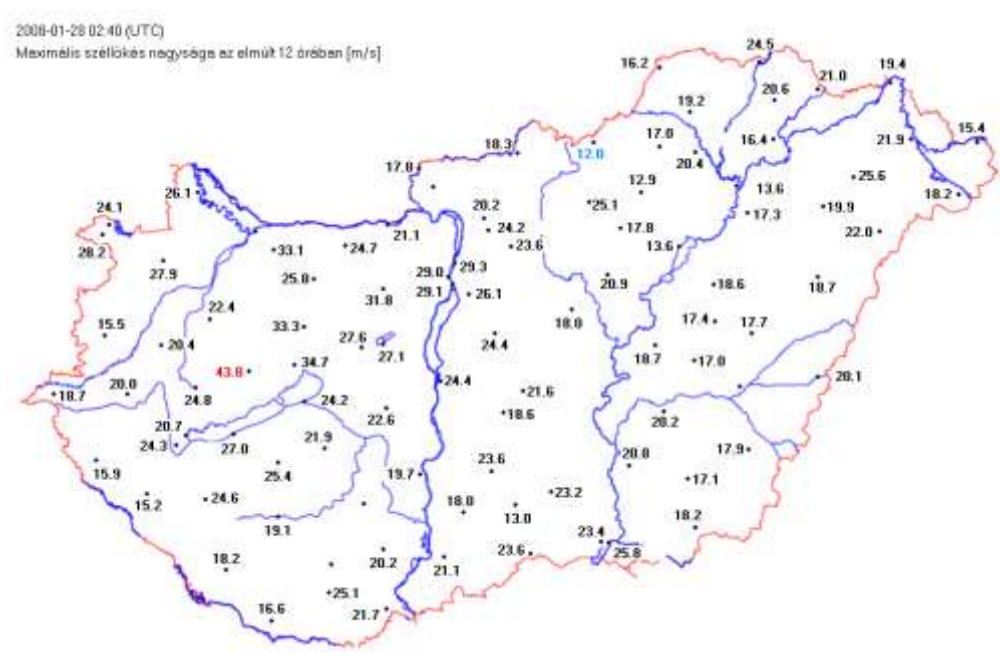
7. ábra: 09 UTC-s országos kompozit radarkép 2008. január 27-én



9. ábra: 18 UTC-s helyzetkép a Kárpát-medencében 2008. január 27-én

A szélvihar az esti órákban tetőzött, még a hidegfront újabb hulláma előtt. A legerősebb széllokések Veszprém, Komárom-Esztergom, Fejér, Győr-Moson-Sopron és Pest megye egyes részein fordultak elő (10. ábra)

A Kab-hegyen (600 méteren) 157,7 km/h-s széllokés lett regisztrálva, amely országos rekord közeli (csak 0,7 m/s-mal maradt el az eddig Magyarországon mért legerősebb szélsébségtől) széllokést jelent.



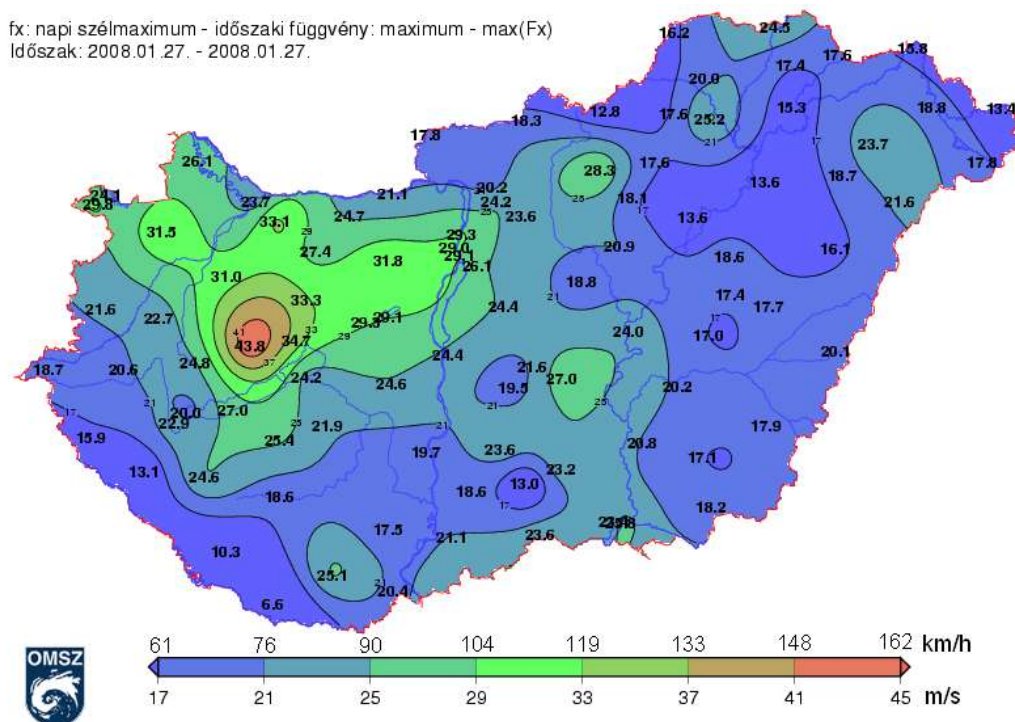
10. ábra: Maximális széllokés nagysága 2008. január 27-e 14.40 UTC és 2008. január 28-a 02:40 UTC között.

A hidegfront újabb hullámának érkezésével az ország északkeleti részén volt számottevő szélnövekmény, itt átmenetileg 90 km/h-s széllokések is előfordultak, majd a front mögött már a szélsébség gyors csökkenése volt megfigyelhető.

Összegzés

Az előrejelzési modellek jól megfogták az időjárási helyzetet, a folyamatok lefolyását. A tíz méterre prognosztizált maximális szellőkések tekintetében azonban csak 90-95 km/h-s legerősebb szellőkéseket jeleztek előre. Ennek ellenére az előrejelzők már napokkal előre 10-20 km/h-val magasabb értéket prognosztizáltak, aznap reggel a megfelelő térségek megjelölésével 120 km/h körüli szél lett előrejelezve, amely ténylegesen be is következett (11. ábra, legerősebb 10 szellőkés - 1. táblázat).

A modell magassági szelének előrejelzése és a folyamatok pontos ismerete, értelmezése alapján elmondható, hogy a január 27-i 120 km/h körüli szellőkések sikeresen lettek előrejelezve.



11. ábra: 2008. január 27-én előfordult legerősebb szellőkések

Hely	m/s	km/h
Kab-hegy	43,8	157,7
Szentkirályszabadja	34,7	124,9
Tés	33,3	119,9
Győr, Pér	33,1	119,2
Felcsút	31,8	114,5
Székesfehérvár	29,3	105,5
Budapest, Újpest	29,3	105,5
Budapest, Lágymányos	29,1	104,7
Agárd	29,1	104,7
Budapest, belterület	29,0	104,4

1. táblázat: Az 2008. január 27-én mért 10 legerősebb szellőkés