

Eötvös Loránd Tudományegyetem
Földrajz- és Földtudományi Intézet
Meteorológiai Tanszék

A mediterrán ciklonok vizsgálata, a 2012/2013-as téli esetek elemzése

SZAKDOLGOZAT



Készítette:

Sebestyén Anna

Földtudományi alapszak,
Meteorológus szakirány

Témavezető:

Somfalvi-Tóth Katalin

Országos Meteorológiai Szolgálat

Tanszéki konzulens:

Dezső Zsuzsanna

ELTE TTK, Meteorológiai Tanszék

Budapest, 2013

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	3
2. A mediterrán ciklonok jellemzői.....	4
2.1 Általános tulajdonságok	4
2.2 A mediterrán ciklonok keletkezése.....	4
2.3 A mediterrán ciklonok gyakorisága.....	9
3. A mediterrán ciklonokat kísérő jelenségek.....	13
3.1 Helyi szelek.....	13
3.2 Csapadék.....	14
4. Makroszinoptikus helyzetek osztályozási módszerei	16
4.1 A van Beber-féle ciklonpályák.....	16
4.2 A Hess-Brezowsky-féle makroszinoptikus osztályozás	17
4.3 A Péczely-kódok és alkalmazásuk a 2012/13-as tél vizsgálatához	17
5. A mediterrán ciklonok kapcsolata az Észak-Atlanti és az Északi-sarki Oszcillációval ..	20
5.1 Az Észak-Atlanti Oszcilláció (NAO)	20
5.2 Az Északi-sarki Oszcilláció (AO).....	24
6. Esettanulmányok.....	28
6.1 A Kárpát-medencét érintő mediterrán ciklonok a 2012/13-as téli félévben	28
6.2 Mediterrán ciklon Magyarországon 2013. január 18-án	29
6.3 Mediterrán ciklon Magyarországon 2013. március 13-15-ig	34
6.4 Mediterrán ciklon Magyarországon 2013. március 24-27-ig	38
7. Összefoglalás	44
Köszönetnyilvánítás	45
Irodalomjegyzék	46
Internetes források	48

1. Bevezetés

A ciklonok az időjárás kialakításában az egyik legnagyobb szerepet töltik be, ezáltal mindennapi életünk meghatározó jelenségei. A belőlük hulló csapadék táplálja növényeinket, ugyanakkor pusztító hatást is ki tudnak fejteni környezetünkre. A ciklonok egy speciális fajtája a Földközi-tenger térségében kialakuló mediterrán ciklonok, amelyek jelen dolgozat témáját képezik. E képződmények leggyakrabban úgy keletkeznek, hogy az Észak-Európában felhalmozódott hideg levegő egy Nyugat-Európában vagy az Atlanti-óceán keleti részén elhelyezkedő magassági gerinc keleti oldalán dél felé indul, majd a Földközi-tenger medencéjét elérve keveredik az ottani meleg, nedves levegővel. Előfordulhat olyan eset is, hogy az észak-atlanti térségből származó ciklonok a Földközi-tengert megközelítve mediterrán ciklont generálnak. Az észak-afrikai eredetű ciklonok által generált mediterrán ciklonok ritkán fordulnak elő (*Apostol, 2008*). A földközi-tengeri ciklonok képződési helyei és útvonalai évszakos szinten igen nagy változékonyságot mutatnak, amelyek a későbbi fejezetek során kerülnek kifejtésre. Bizonyos körülmények között útjuk során érintik a Kárpát-medence térségét, ezáltal befolyásolják hazánk időjárását is.

A mediterrán ciklonok keletkezése kapcsolatban áll különféle légköri oszcillációkkal. A dolgozatban ismertetjük az Észak-Atlanti és az Északi-sarki Oszcillációk hatását a földközi-tengeri térségben történő ciklogenezisre. Ezen légköri oszcillációk és a Péczely-féle makroszinoptikus helyzetek segítségével szemléltetjük a 2012/13-as tél kiemelkedését a többi tél közül a mediterrán ciklonok számát tekintve. Végül bemutatásra kerül néhány, a vizsgált téli időszakból kiválasztott eset, amikor a Kárpát-medence térségében a Földközi-tenger területéről származó, alacsony nyomású légköri képződmény határozta meg az időjárást.

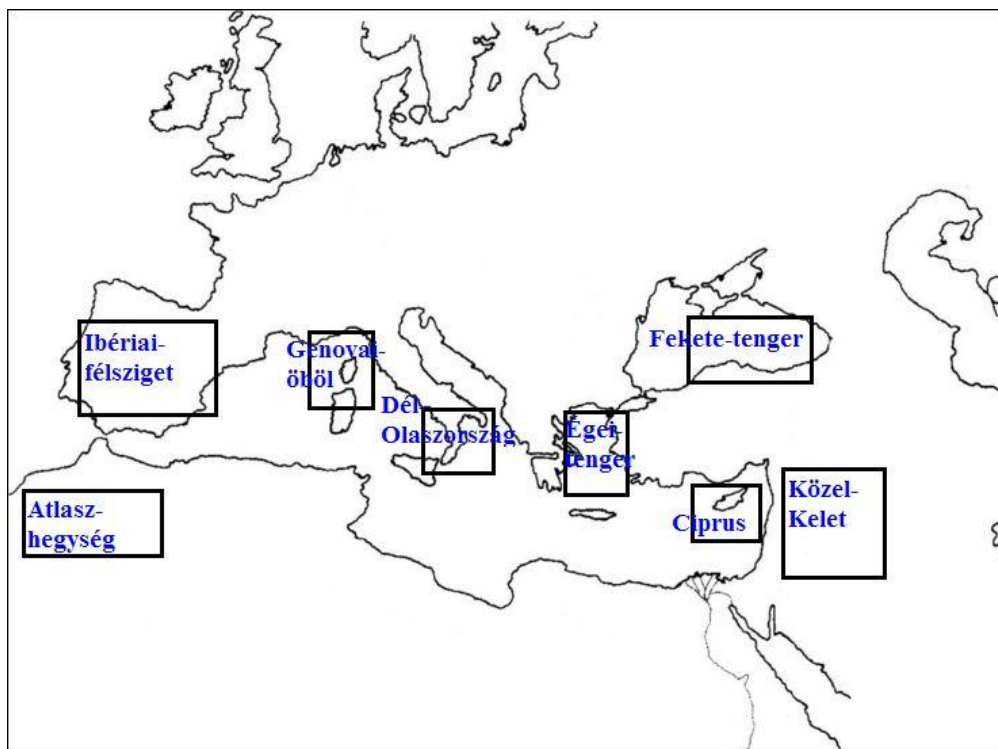
2. A mediterrán ciklonok jellemzői

2.1 Általános tulajdonságok

A mediterrán ciklonokat rövid életű képződményeknek tekintjük, mivel átlagos élettartamuk 28 óra, amely messze elmarad az Atlanti-óceán mérsékelt övi ciklonjainak 3-3,5 napos életidejétől. Méretüket tekintve sem közelítik meg az Atlanti-óceánon uralkodó társaikat, hiszen a földközi-tengeri ciklonok több mint 65%-ának sugara 550 km vagy annál kisebb, szemben az óceáni képződmények 1000-2000 km-es rádiuszával. A Földközi-tenger nyugati medencéjében kialakuló ciklonok általában nagyobb kiterjedésűek és erősebbek, mint a keleti medencében keletkezők. A mediterrán ciklonok mélyülési sebessége 6 óránként többnyire 1-2 hPa, ettől nagyobb mértékű süllyedés leggyakrabban télen és tavasszal, kevésbé határozott mélyülés pedig nyáron fordul elő. Néhány esetben megfigyeltek már 6 óra alatt 10 hPa-t elérő nyomásváltozást is (*Trigo et al., 1999; Lionello et al., 2006*).

2.2 A mediterrán ciklonok keletkezése

A Földközi-tenger vidékének változatos formakincse, a beltengerek, öblök és környező hegyvidékek miatt a ciklogenezis meghatározott területeken történik. Ezek közül a képződés szempontjából legaktívabb térségek: a Genovai-öböl, az Ibériai-félsziget, Dél-Olaszország, Észak-Afrika, az Égei-tenger, a Fekete-tenger, Ciprus és a Közel-Kelet (*1. ábra*) (*Lionello et al., 2006*). Elemzéseik során *Kelemen et al. (2012)* is hasonló eredményre jutottak, akik a mediterrán ciklonok évszakos területi elhelyezkedését és gyakoriságuk éves menetét vizsgálták az 1981 és 2010 közötti időszakban. *Trigo et al. (1999)* a keletkezés tulajdonságai szerint három időszakot különböztetnek meg: tél, tavasz és nyár. Az őszi hónapokat a késő nyári vagy a kora téli szekcióba sorolják. Az *1. táblázat* összefoglalja, hogy az aktív területeken mely évszakokban alakulnak ki a leginkább mediterrán ciklonok, és mekkora azok átlagos mérete.



1. ábra – A mediterrán ciklonok leggyakoribb keletkezési helyei

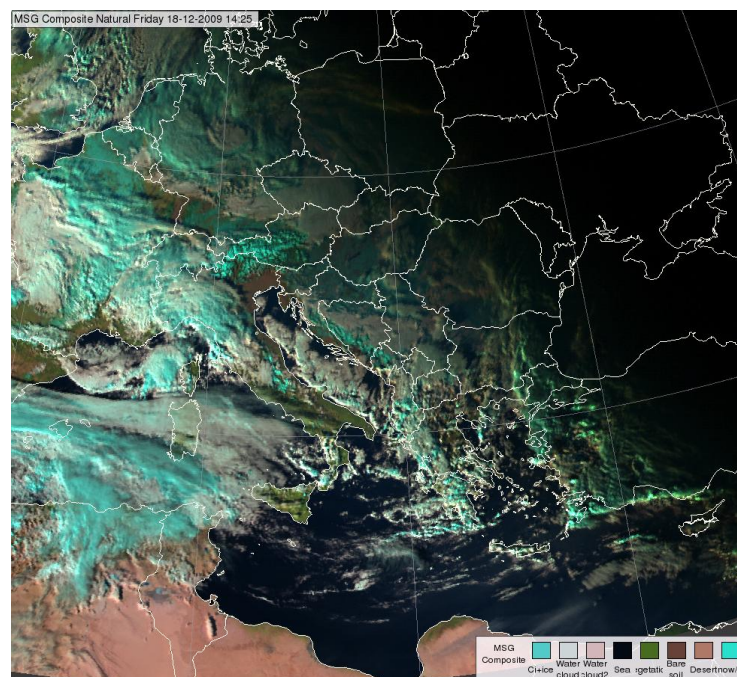
1. táblázat - A mediterrán ciklonok főbb képződési területeinek legaktívabb időszakai a ciklonok átlagos sugarával (Lionello et al., 2006)

Terület	Évszakos előfordulás	Sugár (km)
Szahara	Tavaszi, nyári	530-590
Genovai-öböl	Egész évben	380-530
Dél-Olaszország	Téli	520
Ciprus	Tavaszi, nyári	330-460
Közel-Kelet	Tavaszi, nyári	320-460
Égei-tenger	Téli, tavaszi	500
Fekete-tenger	Egész évben	380-400
Ibériai-félsziget	Nyári	410

Bár a Genovai-öbölben egész évben megfigyelhető ciklonképződés, mégis kiemelkedő jelentőséggel bír a novembertől februárig tartó időszak, mivel ekkor ez a terület a Földközi-tenger medencéjének legaktívabb vidéke (Trigo et al., 2002). Hazánk időjárása szempontjából is ez a legfontosabb képződési terület. A térségben a mediterrán ciklonok kialakulásának oka az Alpok miatt akadályba ütköző poláris hideg levegő. A felső troposzférában egy észak, északnyugat felől érkező teknő közelíti meg a hegységet, az alsóbb szinteken hideg légtömegeket szállítva magával. Ezt az áramlást a hegyvonulatok

blokkolják, ezért a hideg levegő egy része ugyan átbukik a hegyláncon, de nagyobb hányada körüláramlik az Alpokon. Eközben a magasban a teknő akadály nélkül halad keresztül a hegyláncon. Ekkor a tömegegyensúly felbomlik, mivel a magasban közeledő teknő okozta nyomásesést többé nem ellensúlyozza hidegadvekción a talajon, így a hegység szélárnyékos oldalán nyomáscsökkenés figyelhető meg. Ha az Alpokat megkerülő hideg légtömegek elérik a szélvédett oldalt, a tömegvesztés kompenzálódik. A nyomáscsökkenés mellett egy másodlagos hatást is figyelembe kell venni. A kvázi-geosztrófia egyensúlya felbomlik, ami az Alpok szélárnyékos oldalán emelkedő mozgást eredményez, és ott örvény keletkezik (Tafferner, 1990; Jože Baša, 2007). Tehát a Genovai-öbölben kialakuló mediterrán ciklonok keletkezésében fontos szerepet játszik az orográfia, amely az Alpok vonulatainak köszönhető. E hatás nélkül a ciklogenezis a térségben igen gyenge lenne vagy akár nem is létezne.

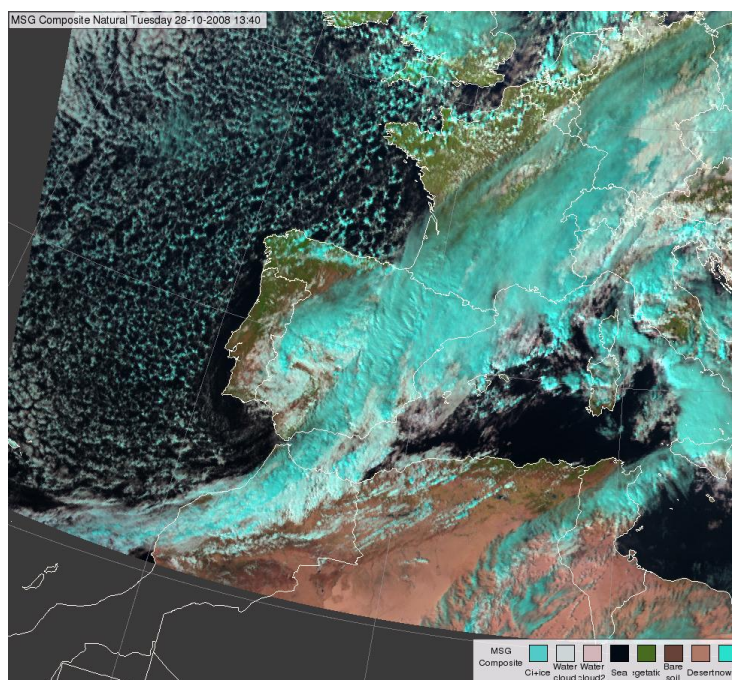
A folyamat kimenetelét nagymértékben meghatározza az Alpokat elérő légtömeg irányultsága, a hideg légtömeg vertikális kiterjedése, a teknőben uralkodó felső-troposzférikus potenciális örvényességi maximum, az advekción mértéke, a Földközi-tenger térségéből származó nedvességi karakterisztikák, illetve az Alpoktól délre elhelyezkedő légtömeg állapota. E tényezőknek köszönhetően nagyon eltérő eredménnyel zárulhat egy-egy ciklonképződési folyamat. A 2. ábrán egy Genovai-öböl felett keletkezett mediterrán ciklon műholdfelvétele látható.



2. ábra – A Genovai-öböl felett képződött mediterrán ciklon műholdfelvétele 2009. december 18-án (forrás: OMSZ)

A Földközi-tenger nyugati medencéjének gyakori képződményei a Szahara térségéből származó ciklonok. Előfordulásuk leginkább május és június hónapokban figyelhető meg. Kialakulásuk az Atlasz hegység szélvédett oldalán történik, tehát az orográfia hatása e ciklonok esetében is jelentős. Sokszor jelennek meg erős szél kíséretében, és a sivatagi port nagy távolságokra vihetik magukkal, amellyel gyakorta okoznak porvihart (Egger *et al.*, 1995; Trigo *et al.*, 1999).

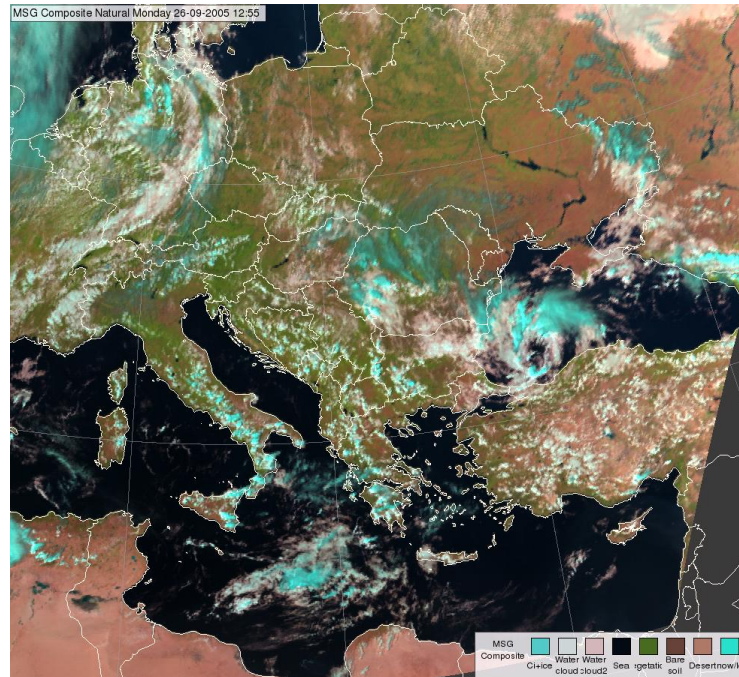
Az Ibériai-félsziget felett leggyakrabban a késő tavaszi, nyári időszakban képződnek mediterrán ciklonok. Kialakulásuk az erősen felmelegedett szárazföld és a tenger közötti hőmérsékletkülönbségre vezethető vissza. A térségben különösen júniusban és augusztusban három középponttal rendelkező ciklonok is előfordulhatnak (Trigo *et al.*, 1999). A 3. ábrán egy Ibériai-félsziget felett generálódott mediterrán ciklon műholdfelvétele látható.



3. ábra - Az Ibériai-félsziget felett képződött mediterrán ciklon műholdfelvétele 2008. október 28-án (forrás: OMSZ)

A Földközi-tenger keleti részének egyik legaktívabb ciklonképződési térsége a téli és tavaszi időszakban az Égei-tenger. E területen akkor alakul ki alacsony nyomású képződmény, ha a troposféra felső részén egy teknő halad át a viszonylag meleg tenger fölött. A keletkezést kis mértékben meghatározza a Balkán-hegység általi orográfia is, de szerepe az Alpokéhoz képest jelentősen kisebb. A ciklogenezis mechanizmusa a Fekete-tenger területén megegyezik az Égei-tenger feletti ciklonképződéssel. A térségben egész

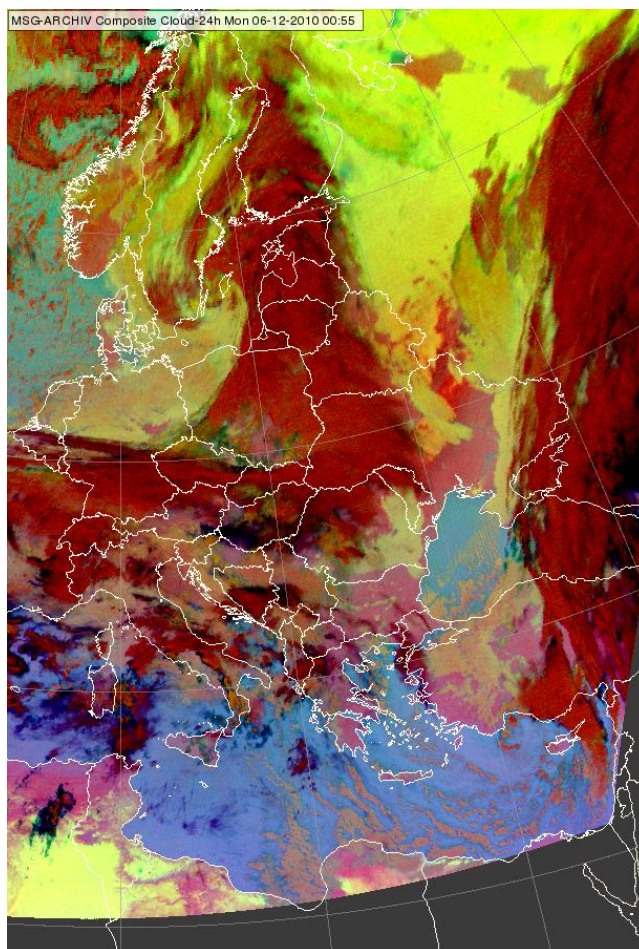
évben megfigyelhető a mediterrán ciklonok kialakulása, a legintenzívebb időszak július és augusztus, amikor hetente átlagosan egy ciklon képződik (*Trigo et al.*,1999; *Lionello et al.*, 2006). A 4. ábrán egy Fekete-tenger térsége felett keletkezett mediterrán ciklon műholdfelvétele látható.



4. ábra - A Fekete-tenger felett képződött mediterrán ciklon műholdfelvétele 2005. szeptember 26-án (forrás: OMSZ)

A Ciprus közelében létrejövő ciklonok a török Taurus-hegység szélárnyékos oldalán keletkeznek. Többnyire tavasszal és nyáron figyelhetők meg. A nyári időszakban a gyakoriságuk oka a Perzsa-öbölben kialakuló teknő, amely az Ázsia délnyugati részén uralkodó monszun kiterjedésének eredménye. E nyomási teknő erősíti a térségben a ciklonképződést (*Maheras et al.*, 2000; *Lionello et al.*, 2006). Az 5. ábrán egy Ciprus térségében keletkezett mediterrán ciklon műholdfelvétele látható.

Szintén az India térségében kialakuló monszun kiterjedése okozza a Közel-Keleten, általában Irak és Szíria területe fölött generálódó alacsony nyomású légköri képződményeket. Bár a nyári időszakban gyakran fordul elő a térségben mediterrán ciklon, a magasabb légkörben az ázsiai monszun által okozott erős leáramlás a jellemző, amely magyarázatot ad a Közel-Keleten nyáron uralkodó szárazságra. Augusztusban fordul elő a legtöbb ciklon, élettartamuk ekkor átlagosan 52 óra (*Trigo et al.*,1999; *Woodward*, 2009).



5. ábra - Ciprus térsége felett képződött mediterrán ciklon műholdfelvétele 2010. december 6-án (forrás: OMSZ)

2.3 A mediterrán ciklonok gyakorisága

A mediterrán térség nyugati felében észlelt ciklonok száma a nyári félévben közel kétszer akkora, mint a téli időszakban, mégis az utóbbi periódus a csapadékosabb, hiszen ekkor keletkeznek a hosszabb életű, erőteljesebben kimélyülő alacsony nyomású légörvények (Bartholy *et al.*, 2009). Maheras *et al.* (2000) a mediterrán ciklonokat középponti nyomásuk alapján három csoportba sorolják: a gyenge ciklonok 1005-1015 hPa középponti nyomással rendelkeznek, a mérsékelt erősségű ciklonok nyomása a középpontban 995-1005 hPa, míg a 995 hPa-nál alacsonyabb központi nyomással rendelkező légörvényeket erős ciklonoknak tekintik.

A legnagyobb mértékű ciklogenezis a Genovai-öbölben figyelhető meg, különösen a tél folyamán, amikor a mérsékelt erősségű légköri képződmények száma magasabb a

többi évszakhoz képest, míg az 1005-1015 hPa nyomással rendelkező, gyenge ciklonok száma a legalacsonyabb. Utóbbiak leggyakrabban nyáron, többnyire éjszaka képződnek az öbölben. Az erős, 995 hPa-nál alacsonyabb nyomással rendelkező légörvények általában a téli hónapokban jelennek meg, számuk tavasszal és ősszel lecsökken, nyáron többnyire nem alakulnak ki.

A Szahara sivatagból származó gyenge és mérsékelt erősségű ciklonok (995-1015 hPa) a tavaszi és nyári hónapokban gyakran fordulnak elő, míg az intenzívebb, 995 hPa-nál jobban kimélyülő képződmények száma elhanyagolható a térségben.

A ciklonképződés egyik leggyakoribb színtere a keleti területeken az Égei-tenger. A mérsékelt erősségű mediterrán ciklonok általában télen, az éjszaka folyamán keletkeznek, de a térségben az 1005 hPa nyomást meghaladó ciklonok fordulnak elő leginkább.

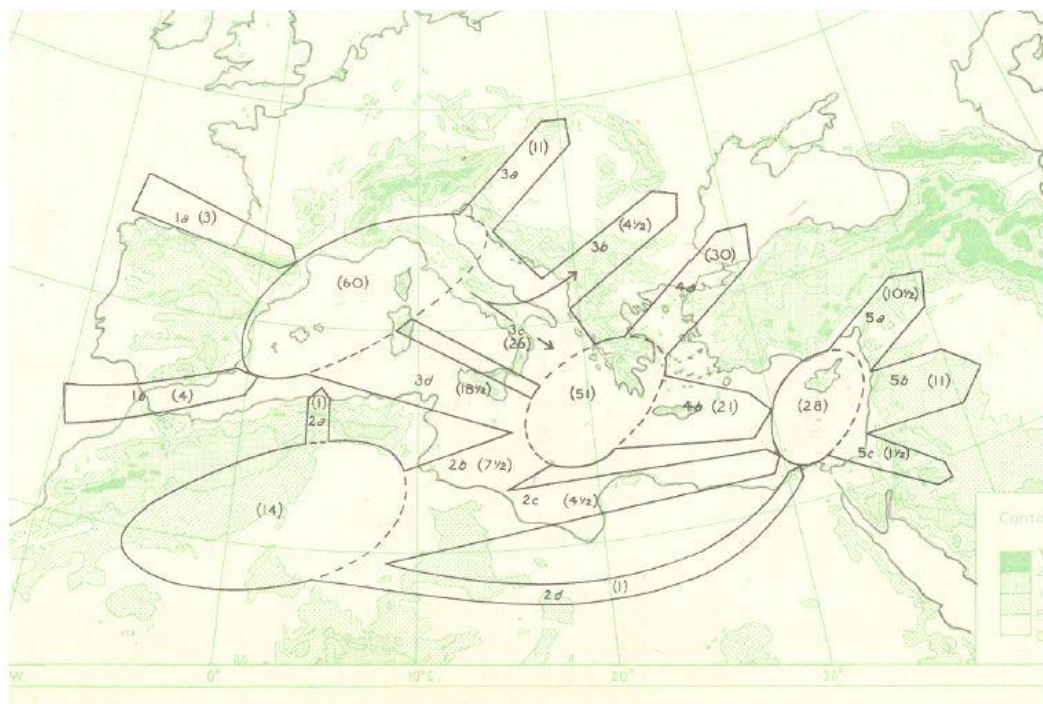
A keleti medence másik jelentős ciklonközpontja Ciprus vidéke, ahol nagy számban (kb. 30-40) jelennek meg a 995-1005 hPa nyomású képződmények a téli félévben. Az 1005 hPa-nál magasabb nyomású, gyenge ciklonok száma egész évben magas, különösen gyakoriak a nyári és őszi hónapokban (*Maheras et al.*, 2000).

2.4 A mediterrán ciklonok útvonalai

A Földközi-tenger térségében képződő ciklonok útvonalai évszakonkénti változékonyságot mutatnak, amelyek ismerete elengedhetetlen a terület időjárásának előrejelzéséhez. *Alpert et al.* (1990) megfigyeléseik alapján arra a következtetésre jutottak, hogy a ciklonpályák változékonyságáért a tenger és szárazföld hőmérséklet-különbségének hónapról hónapra történő változása a felelős, amely összefüggésben áll a mediterrán vidék sokszínű felszínformáival. Ennek következtében alakulhatnak ki jelentős eltérések egy évszakon belül a ciklonok mozgásában, amelyek ismerete pontosabb képet adhat az egyes fizikai folyamatokról és a térségek meteorológiai elemeinek változékonyságáról.

A téli időszakban a mediterrán ciklonok útvonalai (6. ábra) általában a Földközi-tenger medencéjének északi részén húzódnak, ám az évszak egyes hónapjai között eltéréseket tapasztalhatunk. A tenger keleti területén képződő ciklonok többsége decemberben délkeleti irányba halad, de kisebb számban megfigyelhető az Égei-tengeren át a Fekete-tenger irányába történő mozgás. Ezzel szemben februárban a Fekete-tenger felé haladó útvonal a gyakoribb. Ebben a hónapban jelenik meg egy újabb ciklonpálya, amely során az Olaszország térségében keletkező mediterrán ciklon északkelet felé mozog.

További különbségeket is felfedezhetünk a hónapok között a ciklonpályákban a tél folyamán. Az Atlasz hegységtől nyugatra keletkező alacsony nyomású képződmények decemberben és januárban északkelet felé indulnak a Földközi-tenger nyugati medencéjéhez, míg februárban mozgásuk keleties irányú, Afrika északi partjait érintve. A szárazföld és a tenger közötti nagy hőmérséklet-különbség miatt januárban a part menti ciklonpályák száma nő.



6. ábra - A mediterrán ciklonok leggyakoribb téli útvonalai az átlagos évi gyakoriságuk számával (értékeik zárójelben) (Romem et al., 2007)

A tavaszi hónapokban is megfigyelhetünk különbségeket a ciklonok haladási útvonaláiban, amelyek szignifikánsabbak, mint télen. Márciusban azt tapasztalhatjuk, hogy egyenlő arányban fordulnak elő azok a ciklonok, amelyek a Földközi-tenger medencéjén keresztül haladnak, és azok, amelyek Afrika északi partjai fölött mozognak. Áprilisban az utóbbi útvonalon haladó mediterrán ciklonok száma a magasabb. Az Atlasz hegység szélárnyékában generálódó alacsony nyomású képződmények márciusban kelet felé mozognak, míg áprilisban enyhén északkeleti irányba. E ciklonok mozgási iránya májusban északkeleties, a Földközi-tenger nyugati medencéje felé haladnak.

A nyári mediterrán ciklonok mozgása az egyes hónapokban kevésbé tér el a többi évszakhoz képest. Júniusban megfigyelhető néhány útvonal, amely a medence nyugati részéből a keleti medencébe tart, és találkozhatunk pályavonalakkal a medence középső

vidékei és az afrikai kontinens északi területei fölött is. A nyár további hónapjaiban a keletkező ciklonok sekélyek és kevésbé vándorlók, mivel a területre hatással van a szubtrópusi magasnyomás. Ekkor a ciklonok többnyire a Pó-síkság és a Kárpát-medence felé hagyják el a mediterrán térséget.

A nyár elmúltával szeptemberben a ciklonpályák száma növekszik, mivel ekkor a szubtrópusi magasnyomás hatása a térségben csökken. Októberben nő azon ciklonok száma, amelyek a Földközi-tenger keleti részéből indulnak kelet felé, ellenben a nyáron gyakori, nyugati medencéből kiinduló északkeleties útvonalak száma elenyészővé válik. Novemberben gyakoribbá válnak a tengerparti pályavonalak és az Égei-tenger felől északkeleti irányba vonuló ciklonok (*Alpert et al.*, 1990).

A mediterrán ciklonok mozgásuk során eljuthatnak távolabbi területekre, ezáltal hatással lehetnek olyan európai országok időjárására, mint Magyarország, Ukrajna, Románia és Oroszország, de Ázsia egyes vidékein is éreztetik hatásukat, különösen Szíriában, Irakban, Iránban, Afganisztánban és Észak-Indiában (*Lionello et al.*, 2006). A Kárpát-medence térségét elérő mediterrán ciklonok a Földközi-tenger nyugati medencéjéből származnak, a keleti területek felett képződő ciklonok útjuk során nem közelítik meg hazánkat (*Bartholy et al.*, 2009).

3. A mediterrán ciklonokat kísérő jelenségek

3.1 Helyi szelek

A Földközi-tengert körülvevő sokszínű természeti formakincsnek köszönhetően a térségben gyakran alakulnak ki az adott területre jellemző, meghatározott tulajdonságokkal rendelkező szelek. Ezek többnyire kapcsolatban állnak valamely mediterrán ciklonnal, kialakulásukban szerepet játszhat egy ciklogenezis vagy egy ciklonpálya. A 7. ábra szemlélteti ezen szelek elhelyezkedését a medencében. Általában felszíni légáramok, maximális vastagságuk 1,5-2 km, és függetlenek a hegységek fölötti alapáramlásoktól.

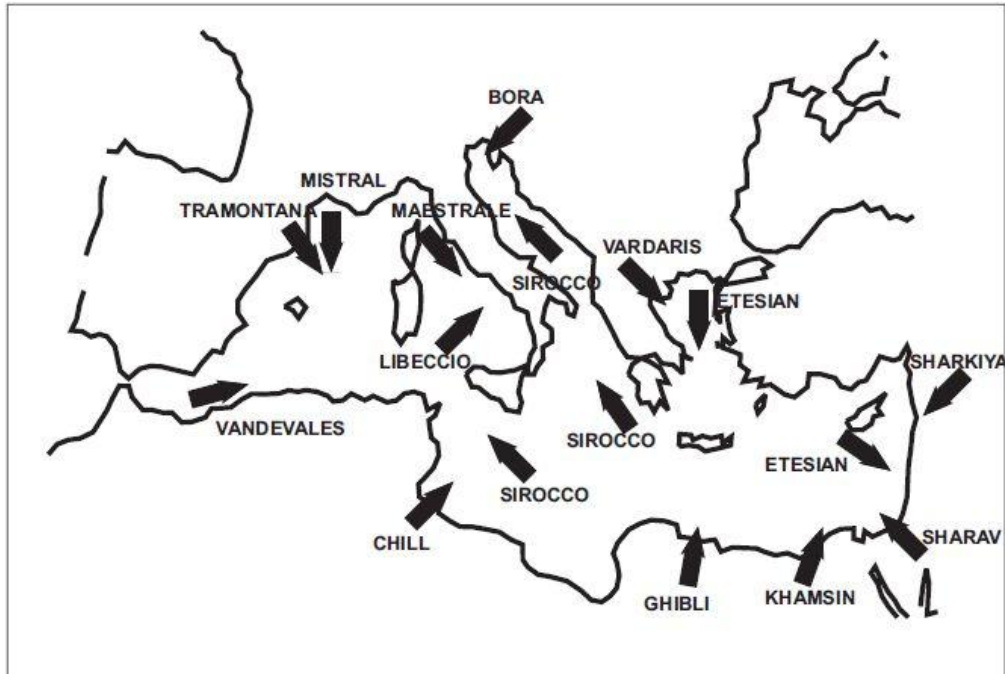
A mediterrán térségben leggyakrabban az Oroszlán-öbölben alakulnak ki erős helyi szelek, amelyek a Mistral elnevezést kapták. Keletkezésük kapcsolatban áll a genovai ciklonok gyakoriságával és intenzitásával. Többnyire tavasszal és télen megjelenő hideg szelek, amelyek Szicília térségében képesek 5-6 méteres hullámokat korbácsolni a tengeren (*Lionello et al.*, 2006).

Az Adriai-tenger vidékének egy jellegzetes helyi szele a Sirocco, amely az Olaszország fölött vagy tőle nyugatra jelenlévő mediterrán ciklon következménye. E dél felől fújó áramlat a téli időszakban meleg, száraz levegőt szállít a térségbe. Ugyanebben az időszakban gyakori a tenger északi részén kialakuló Bora áramlás. Ez az északi irányú hideg szél a Dinári-hegységet elérve felemelkedik és orografikus eredetű felhőzetet hoz létre. A hegyvidék déli lejtőin leereszkedve jut el az Adriai-tenger térségébe akár igen nagy szélökéseket okozva. Kialakulásában közrejátszhat többek között egy mediterrán ciklon jelenléte is, amelynek hatására a levegő a szárazföld felől az Adriai-tenger felé áramlik. A Genovai-öbölben keletkező ciklonok gyakran eredményeznek Bora szelet a térségben (*Tutis és Ivancan-Picek*, 1998; *Lionello et al.*, 2006).

Egyes áramlatok igen nagy sebességeket érhetnek el egy erős mediterrán ciklon közelében. Ezek közé tartoznak az olyan meleg levegőt szállító szelek, mint a Tirrén-tengeren fújó Libeccio, a keleti medence keleties szelei és a Szahara felől a Földközi-tenger felé áramló szelek, amelyek akár a 35 m/s-os szélsősebességet is megközelíthetik.

A nyár jellegzetes helyi szele Görögország és Törökország térségében az Etesian. Kialakulása akkor lehetséges, ha egy anticiklon uralkodik Közép-Európa vagy a Balkán-félsziget fölött, míg a Közel-Kelet területén egy alacsony nyomású rendszer található. Ezen légköri képződmények együttes jelenléte az Égei-tenger vidékén északias áramlást

eredményez. Az Etesian szelet erősítheti a Földközi-tenger keleti medencéje fölött jelenlévő magassági teknő, és hatással lehet rá a szárazföld és az Égei-tenger közötti hőmérséklet-különbség is (Lionello et al., 2006).

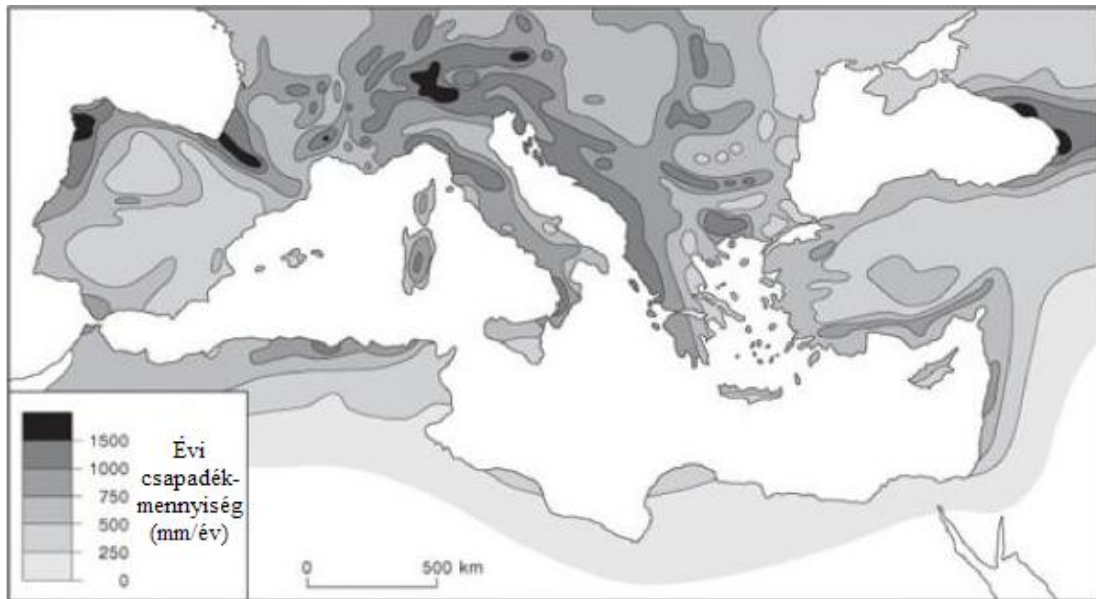


7. ábra - A legfontosabb helyi szelek a mediterrán térségben (Lionello et al., 2006)

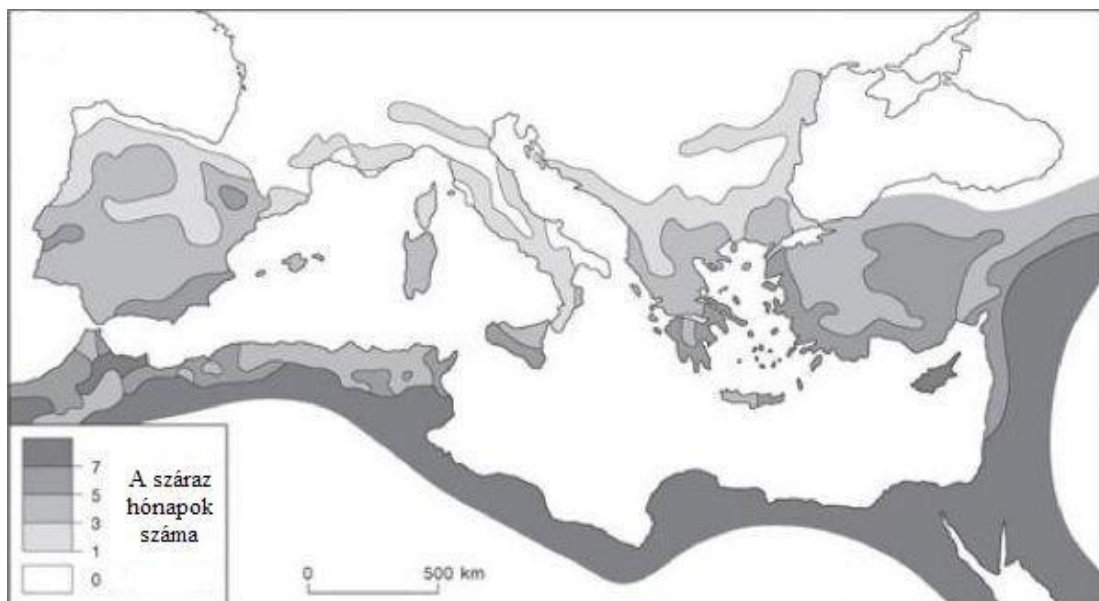
3.2 Csapadék

A Földközi-tenger vidékének éves csapadékeloszlása térben (8. ábra) és időben nem egyenletes. A csapadék zöme a téli időszakban hullik, akár háromszor nagyobb mennyiségben, mint a nyári félévben (Pinto et al., 2000). A 9. ábra bemutatja a száraz időszak hosszának területi eloszlását a térségben.

A legintenzívebb esőzések mediterrán ciklonokhoz kapcsolódnak, a nyugati medencében a nagyobb méretű csapadékhullások 90%-áért felelősek, de Portugália csapadékmennyiségét közvetett módon befolyásolják az Ibériai-félszigetet megközelítő atlanti ciklonok is, amelyek hozzájárulnak a nedvességszállításhoz. Az Atlanti-óceán térségéből származó alacsony nyomású képződmények Olaszország időjárását is befolyásolhatják, de a legtöbb csapadék helyi ciklonokból hullik. Görögországban már kevésbé érvényesül az óceáni ciklonok hatása, a fő csapadékforrás a mediterrán ciklonok hozama (Pinto et al., 2000).



8. ábra - A földközi-tengeri térség éves csapadékmennyiségének térbeli eloszlása (Woodward, 2009)



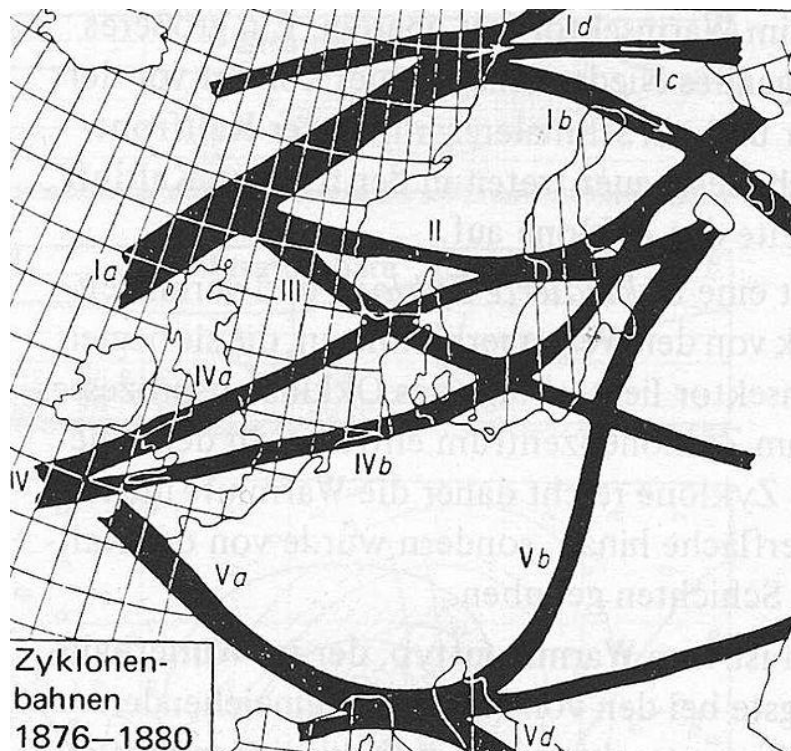
9. ábra - A száraz időszak hossza a Földközi-tenger térségében (Woodward, 2009)

A legtöbb csapadék a hegyvidéki területeken hullik, míg a legkevesebb az észak-afrikai térségben. A csapadékos időszak többnyire októbertől márciusig tart, maximumát november és december hónapokban éri el. Az időszak során a Földközi-tenger nyugati medencéjében 20%-kal több csapadék hullik, mint a keleti medencében. A legintenzívebb csapadékhullások meghatározott területeken történnek, amelyek összhangban állnak a legaktívabb ciklogenezis központokkal (Mehta és Yang, 2008).

4. Makroszinoptikus helyzetek osztályozási módszerei

4.1 A van Bebber-féle ciklonpályák

A makroszinoptikus időjárási helyzetek osztályozásának kezdete több mint 100 évvel ezelőttre tehető. 1891-ben *van Bebber* meghatározta a főbb európai ciklonpályákat az 1875 és 1890 közötti időszak megfigyelései alapján. Öt fő mozgási útvonalat különített el, az I-IV-ig elnevezett pályák a kontinens északi, északnyugati részeit érintik, míg az V-tel jelölt haladási vonal egy délebbi mozgást szemléltet, amely keresztülvezet Nyugat-Európán át a Földközi-tengerig és szerteágazik Észak-Afrika, a Balkán térség és a tenger keleti területei felé (10. ábra). Az Vb útvonalon mozgó alacsony nyomású légörvények a genovai-öbölben keletkező mediterrán ciklonok, amelyek útjuk során meghatározzák a Kárpát-medence időjárását is (*Kreienkamp et al.*, 2010; *Berceli*, 2011).



10. ábra – A van Bebber-féle ciklonpályák (*Kreienkamp et al.*, 2010)

4.2 A Hess-Brezowsky-féle makroszinoptikus osztályozás

Az 1950-es években *Hess és Brezowsky* átdolgozva Baur és társai korábbi munkáját megalkottak egy Németország központú makroszinoptikus osztályozást, amely a tengerszinti nyomásmezőn kívül a magaslégtér tulajdonságait is figyelembe vette (www.met.hu). A cirkulációs jelleg szerint megkülönböztettek zonális, meridionális és kevert csoportokat, amelyeket az áramlás iránya szerint további részekre bontottak, majd ezekbe besorolva a makroszinoptikus helyzeteket végül 29 típust kaptak (*Pongrácz*, 2003). Kritériumuk szerint egy helyzetnek legalább három napig fenn kell állnia ahhoz, hogy valamelyik típusba besoroljuk. A Hess-Brezowsky-féle katalógus 1881. január 1-től tartalmazza az Európa fölött uralkodó makroszinoptikus helyzeteket. A különböző típusokat térképen szemléltetik, szöveges leírást és statisztikai elemzéseket kapcsolnak hozzájuk. Ezekből megállapítható az egyes helyzetek előfordulási gyakorisága és jellegzetes egymásra következéseik gyakorisága (*Czelnai*, 1981). *James* (2007) a Hess-Brezowsky-féle osztályozást alapul véve egy újabb osztályozási módszert ismertet Európára és a Kelet-Atlanti térségre. Az általa felhasznált adatok az Európai Középtávú Időjárás Előrejelző Központ (ECMWF) ERA-40 reanalízisből származó átlagos tengerszinti légnyomás és az 500 hPa-os szint geopotenciális magassága. Célja, hogy a sokszínű európai makroszinoptikus helyzeteket jellegzetes típusokba sorolva segítse a klímamodellek eredményeinek tanulmányozását és a típusok alkalmazását a szinoptikus klimatológiában.

4.3 A Péczely-kódok és alkalmazásuk a 2012/13-as tél vizsgálatához

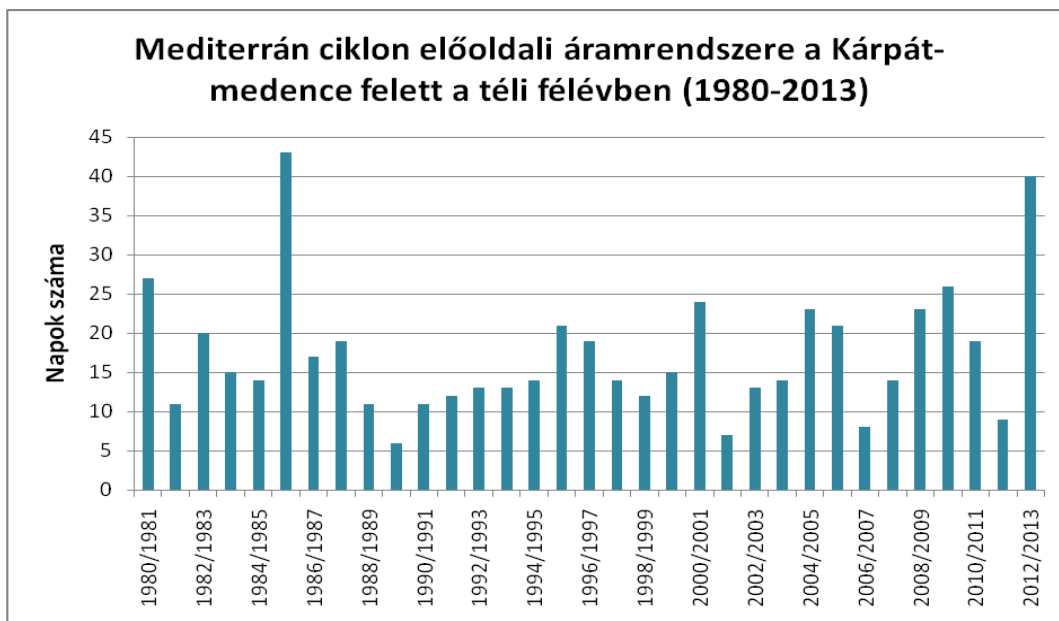
A Kárpát-medencét középpontba állító makroszinoptikus osztályozást *Péczely György* vezette be (2. táblázat). A Péczely-kódok megalkotásakor figyelembe vette a cirkulációs alaphelyzetek földrajzi helyzetből eredő helyi módosulásait, mint az Alpok, a Kárpát-medence és a Földközi-tenger módosító hatásai. Péczely tizenhárom helyzetet különített el figyelembe véve az áramlás irányát (*Péczely*, 1983).

2. táblázat - A Péczy-féle makroszinoptikus osztályozás

Meridionális irányítású helyzetek északias áramlással	Ciklon hátoldali áramrendszere	mCc
	Anticiklon a Brit-szigetek térségében	AB
	Mediterrán ciklon hátoldali áramrendszere	CMc
Meridionális irányítású helyzetek délies áramlással	Ciklon előoldali áramrendszere	mCw
	Anticiklon Magyarországtól keletre	Ae
	Mediterrán ciklon előoldali áramrendszere	CMw
Zonális nyugati áramlás helyzetei	Zonális ciklonális	zC
	Nyugatról benyúló anticiklon	Aw
	Anticiklon Magyarországtól délre	As
Zonális keleti áramlás helyzetei	Anticiklon Magyarországtól északra	An
	Anticiklon Fennoskandinávia térségében	AF
Centrum helyzetek	Anticiklon a Kárpát-medence fölött	A
	Cikloncentrum a Kárpát-medence fölött	C

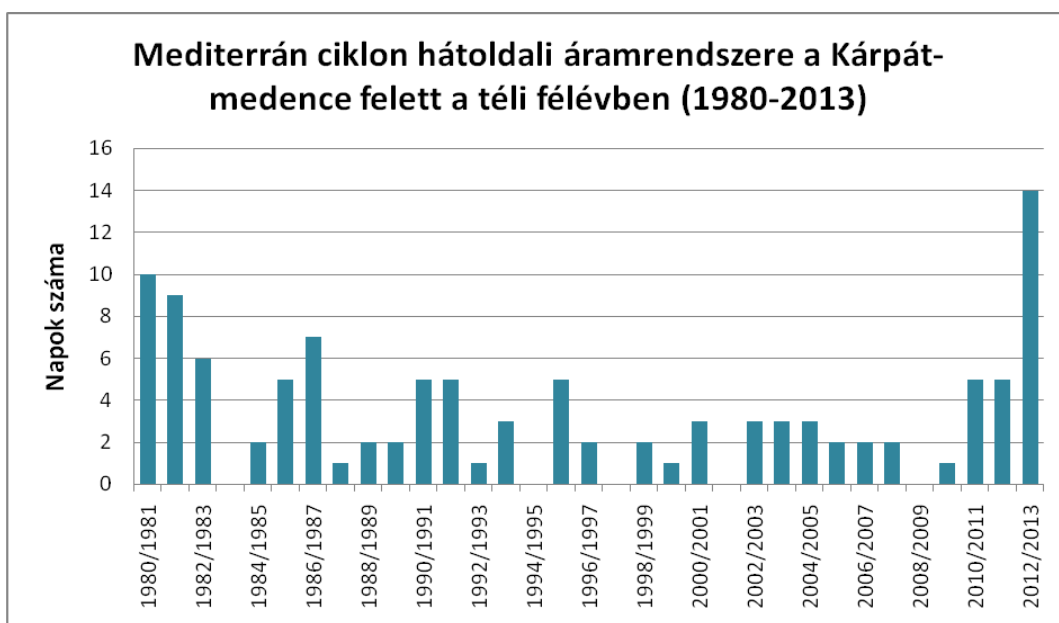
A következőkben a Péczy-kódok segítségével tanulmányozzuk a 2012/13-as téli félévet a Kárpát-medencében. Az elemzés célja, hogy megállapítsuk az időszakban előforduló mediterrán ciklonos helyzetek gyakoriságát hazánkban.

Felhasználva az 1980-tól 2013-ig tartó időszak napi Péczy-kód feljegyzéseit, megvizsgáltuk a téli félévek (októbertől márciusig) makroszinoptikus helyzeteit. Azokat a napokat választottuk ki, amelyek során a Kárpát-medence egy mediterrán ciklon előoldali (mediterrán ciklon melegfrontja) vagy hátoldali (mediterrán ciklon hidegfrontja) áramrendszerében volt, illetve a medence fölött cikloncentrum helyezkedett el. Elemzésünk során megfigyeltük, hogy a 2012/13-as tél során a vizsgált időszakban kiugró számban jegyezték fel olyan napokat, amikor a Kárpát-medence egy mediterrán ciklon áramlási rendszerében volt. Az 1980-tól megfigyelt Péczy-kódok szerint a 2012/13-as téli időszak a második helyen áll azon napok számát tekintve, amikor a medence egy mediterrán ciklon előoldalán (CMw helyzet) helyezkedett el. Ekkor 40 ilyen napot figyeltek meg, ettől több a vizsgált időszakban csak az 1985/86-os télen fordult elő, amikor 43 ilyen napot számláltak (11. ábra). A makroszinoptikus helyzetek e típusa során a mediterrán ciklon melegfrontja keresztülhalad Magyarország felett, jelentős mennyiségű csapadékot okozva különösen az őszi és téli hónapokban (Péczy, 1983).



11. ábra - Mediterrán ciklon előoldali áramrendszerének előfordulása a Kárpát-medence felett a téli félévben 1980-2013 között

Összegezve az egyes évek teleinek olyan napjait, amikor a Kárpát-medence időjárását egy mediterrán térségből származó, alacsony nyomású légörvény hátoldali áramlási rendszere (CMc helyzet) határozta meg azt tapasztalhatjuk, hogy a vizsgált időszakban a 2012/13-as télen fordult elő a legtöbb ilyen nap, szám szerint 14 (12. ábra). Ilyen makroszinoptikus felállásban hazánk a mediterrán ciklon hidegfronti hatása alá kerül, az északi-északkeleti irányú szél a Dunántúlon gyakran válik viharossá (Péczely, 1983).



12. ábra - Mediterrán ciklon hátoldali áramrendszerének előfordulása a Kárpát-medence felett a téli félévben 1980 és 2013 között

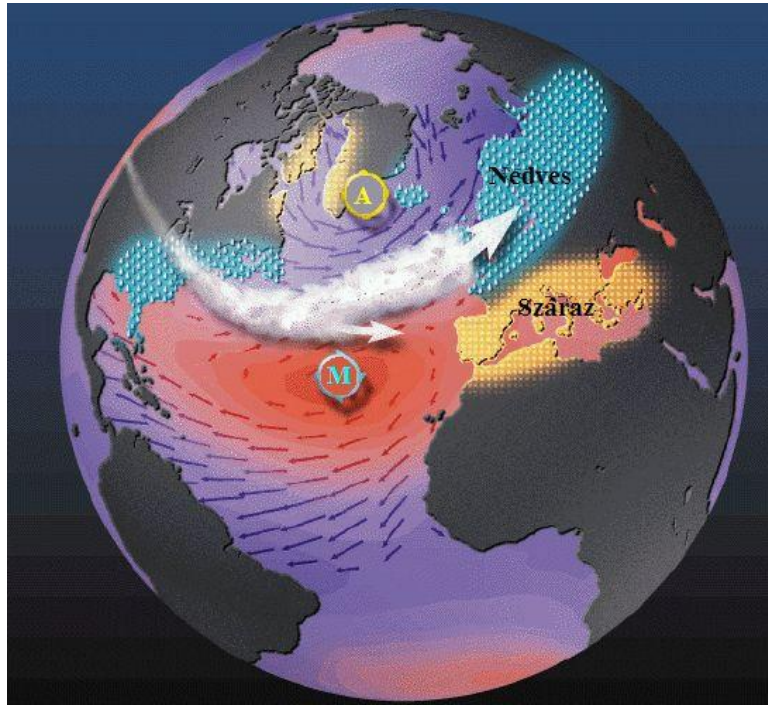
5. A mediterrán ciklonok kapcsolata az Észak-Atlanti és az Északi-sarki Oszcillációval

Az Észak-Atlanti Oszcilláció (NAO) és az Északi-sarki Oszcilláció (AO) aktuális fázisai hatással vannak Európa időjárására, így nagymértékben meghatározzák a mediterrán ciklonok képződését is. *Xoplaki* (2002) vizsgálatai során megállapította, hogy a NAO és az AO hatása a Földközi-tenger vidékének téli hőmérsékleti és csapadék viszonyainak alakulásában hasonló. E légköri oszcillációk megfigyelése segítséget nyújthat előrejelezni azon időszakokat, amelyek kedvező feltételeket biztosítanak a mediterrán ciklonok kialakulásának.

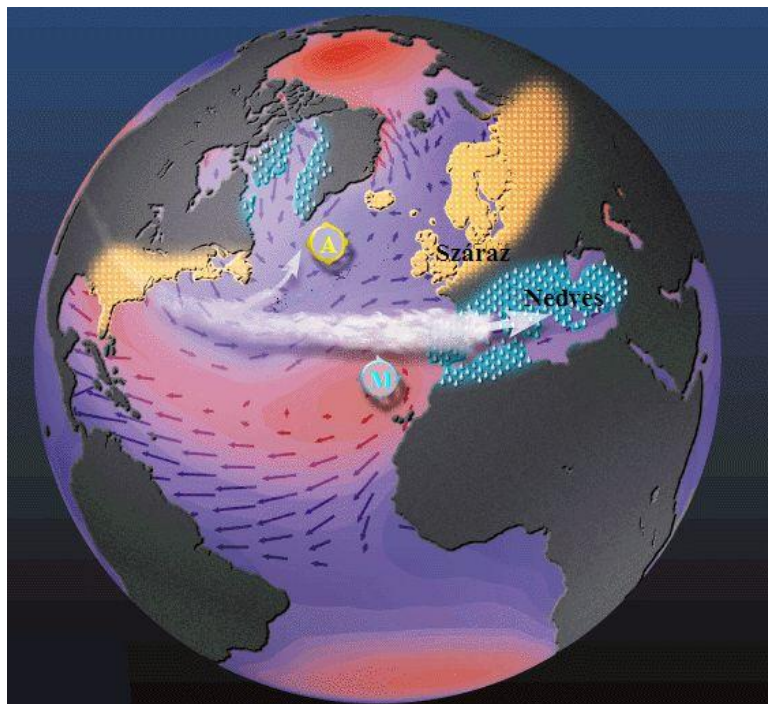
5.1 Az Észak-Atlanti Oszcilláció (NAO)

A NAO a légtömegek meridionális oszcillációját fejezi ki az Izland és az Azori-szigetek közelében észlelt légnyomásadatok különbségének segítségével. Változékonysága befolyással van az északi hemiszféra jelentős részének éghajlatára. Mértéke a NAO index, amellyel a nyomáskülönbség alapján megkülönböztetett két fázist jellemezzük. Ha a NAO index pozitív értéket vesz fel, az Azori-szigetek térségében jelenlévő szubtrópusi anticiklon erősebb az átlagosnál és az izlandi ciklon az átlagosnál alacsonyabb nyomással rendelkezik. A két terület közötti nagy nyomási gradiens a közepes szélességeken az átlagosnál erősebb nyugati szeleket eredményez, amely meleg óceáni légtömegeket szállít a hideg kontinens fölé. Ugyanakkor az atlanti térség északkeleti részein az északias áramlás növekszik, ezáltal hőmérséklet-csökkenést okozva a területen. Ennek következtében az északi-atlanti területeken hideg/hűvös, Európában meleg/enyhe időjárás a jellemző. A *13. ábra* szemlélteti, hogy ekkor az Izland és Skandinávia által közrefogott térségben nedves, míg Dél-Európában száraz időjárás figyelhető meg (*Mandl*, 2009).

Negatív NAO index esetén gyenge szubtrópusi anticiklon és gyenge izlandi ciklon alakul ki. Ekkor az alacsony nyomási gradiens miatt a kelet-nyugat irányú mozgás gyengülése figyelhető meg. A *14. ábra* bemutatja, hogy ez az áramlás Észak-Európába hideg, a mediterrán területek fölé nedves levegőt szállít (*Mandl*, 2009).



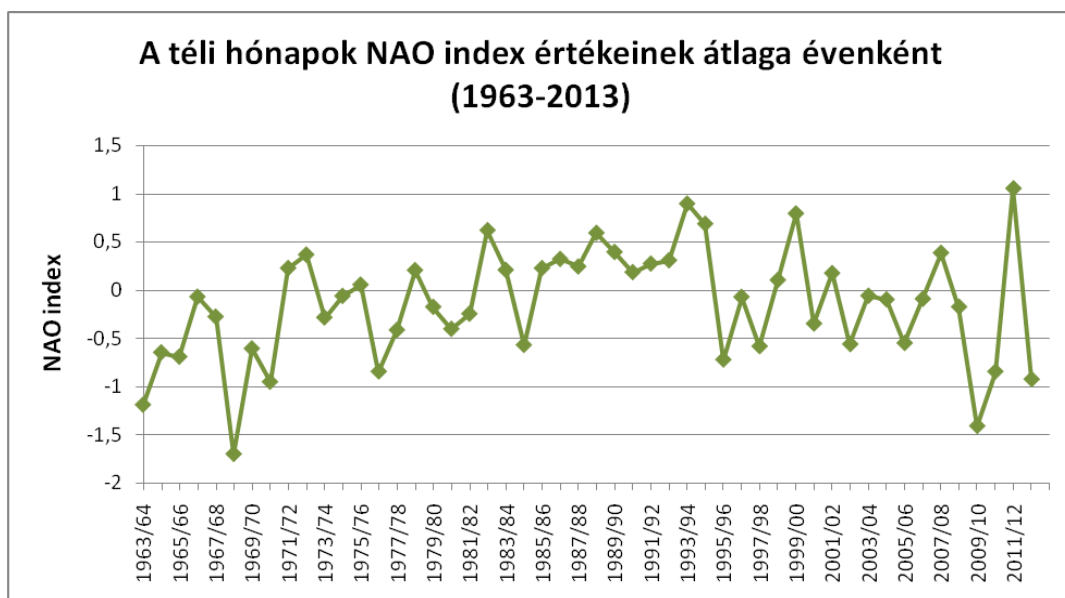
13. ábra - Pozitív NAO index (forrás: <http://www.ldeo.columbia.edu/res/pi/NAO/>)



14. ábra - Negatív NAO index (forrás: <http://www.ldeo.columbia.edu/res/pi/NAO/>)

Mandl (2009) megvizsgálta a NAO és a Péczy-féle makroszinoptikus típusok közötti kapcsolatot. Megállapította, hogy pozitív fázisú NAO esetén a Kárpát-medence időjárását általában egy anticiklon határozza meg, ennek megfelelően csapadéknélküli, illetve alacsony csapadékmennyiségű napok fordulnak elő leginkább. A NAO negatív fázisa esetén hazánk leggyakrabban egy kelet-európai ciklon hátoldalán vagy egy nyugat-európai ciklon előoldalán helyezkedik el. Ebben a fázisban fordul elő leggyakrabban, hogy a Kárpát-medence egy mediterrán ciklon elő- vagy hátoldali áramrendszerében tartózkodik, illetve ciklonközeppontra található felette. Előfordulhat még magas nyomású képződmény a Brit-szigetek vagy Fennoskandinávia térségében, illetve a Kárpát-medencétől északra. A NAO index erősen negatív értéke esetén a ciklonális hatások jobban érvényesülnek az anticiklonális hatásokkal szemben. A jelentősebb napi csapadékösszegek gyakoribbak a negatív fázisban, mint a pozitívban.

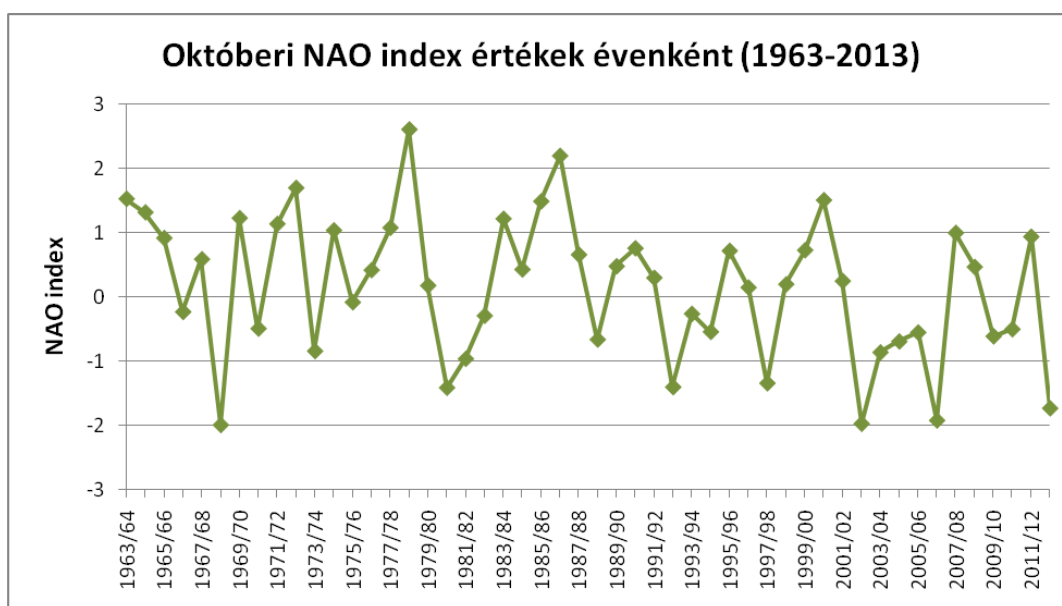
A 2012/13-as télen megfigyelt NAO index értékeket összehasonlítottuk az ezt megelőző 50 éves időszak teleivel. Egy téli félévet az októbertől márciusig tartó időszakkal jellemeztünk. Ezen hónapok éves átlagát tekintve, a 2012/13-as tél NAO index értéke negatív lett, az 1963-tól megfigyelt periódusban csak négy ettől alacsonyabb értékkel rendelkező téli félév fordult elő: 1963/64, 1968/69, 1970/71 és 2009/2010 (15. ábra).



15. ábra - A téli hónapok NAO index értékeinek évenkénti átlaga 1963 és 2013 között

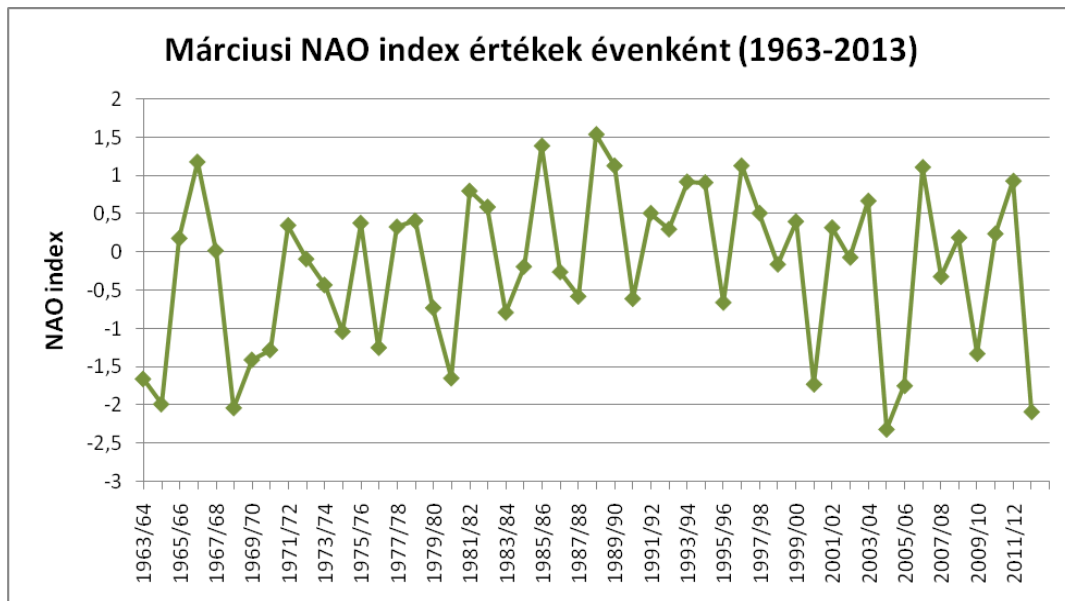
Elemelve az említett évek makroszinoptikus helyzetét a Péczy-kód feljegyzések alapján azt tapasztalhatjuk, hogy az 1963/64-es tél kivételével magas számban fordultak elő olyan napok ezen évek folyamán, amelyek során a Kárpát-medence időjárását egy mediterrán ciklon elő- vagy hátoldali áramrendszere határozta meg. Ez alapján elmondható, hogy a NAO index negatív fázisa kedvezett azon feltételek kialakulásának, amelyek elősegítik a mediterrán ciklonok képződését, vagyis nagymértékben hozzájárult a 2012/13-as téli időszakban gyakori földközi-tengeri ciklonképződéshez is.

Az egyes hónapok NAO indexének évenkénti összehasonlítása során a 2012/13-as téli időszak októberi és márciusi hónapjai jelentősen negatív értékeket mutatnak. A 16. ábrán látható, hogy a vizsgált 50 éves periódusban csak három év októbere rendelkezik alacsonyabb NAO index értékkel, mint amit a dolgozatban középpontba állított tél októberében figyeltek meg.



16. ábra - Az egyes években megfigyelt októberi NAO index értékek 1963 és 2013 között

A 2013 márciusában észlelt NAO index még inkább kitűnik a vizsgált időszak azonos hónapjai közül. A 17. ábráról leolvasható, hogy az ezt megelőző 50 éves periódusban csak 2005 márciusában figyeltek meg alacsonyabb NAO index értéket.

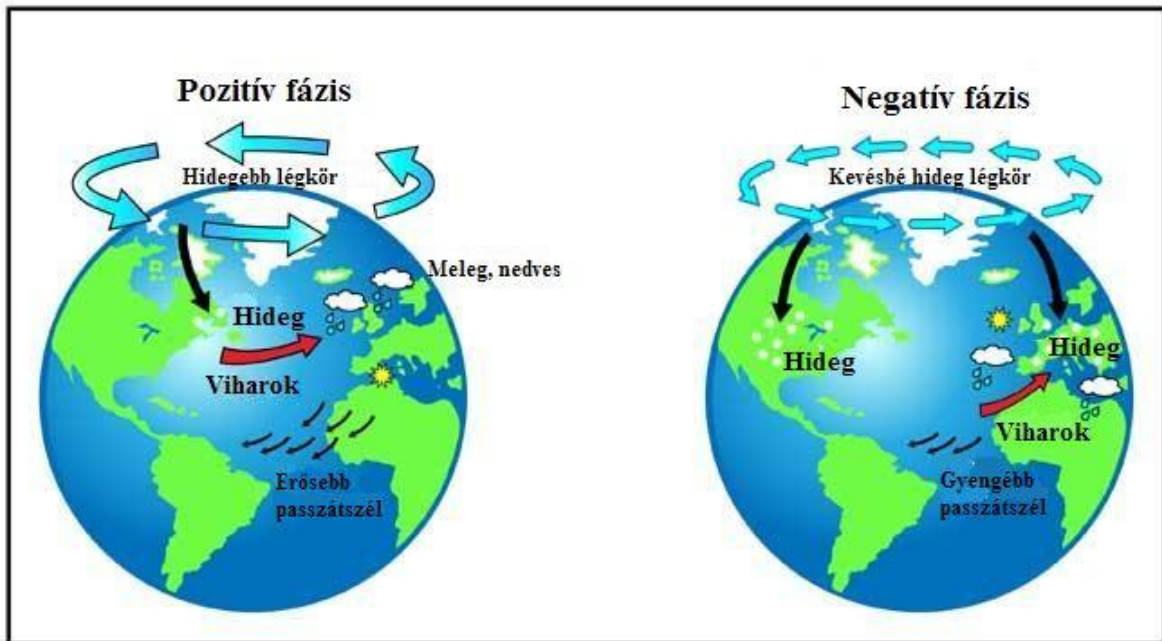


17. ábra - Az egyes években megfigyelt márciusi NAO index értékek 1963 és 2013 között

5.2 Az Északi-sarki Oszcilláció (AO)

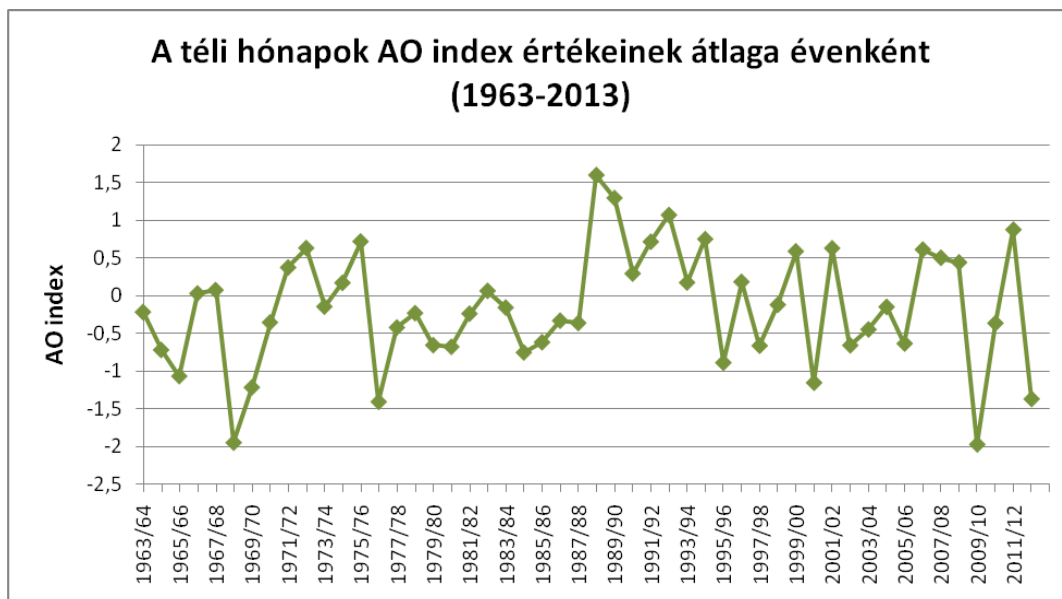
Az AO a légkör nagytérségű oszcillációja, amelyet az Északi-félgömb 20. szélességi körétől északra az 1000 hPa-os nyomásszinten fennálló, egymással ellentétes geopotenciál-magassági anomáliák jellemeznek. Az AO index segítségével fejezzük ki, amely megadja, hogy az alapvető oszcillációs mintázat milyen erősen van jelen az 1000 hPa-os geopotenciál-magassági mezőben. Az AO indexnek a NAO-hoz hasonlóan két fázisát különböztetjük meg (18. ábra). Pozitív fázis esetén a poláris területeken alacsony talajközeli nyomás jellemző, amely a jet megerősödését eredményezi. Az erős jet feszes gyűrűként tartja a sarki hideg levegőt, amely ezáltal folyamatosan halmozódik. Európa időjárása ebben a fázisban enyhe (Babolcsai, 2013).

Ha az AO index negatív értékű, a poláris örvény gyengülése figyelhető meg és a jet laza gyűrűként viselkedve hidegetöréseket tesz lehetővé a közepes földrajzi szélességek felé, emiatt Európában hideg idő a jellemző (Babolcsai, 2013).



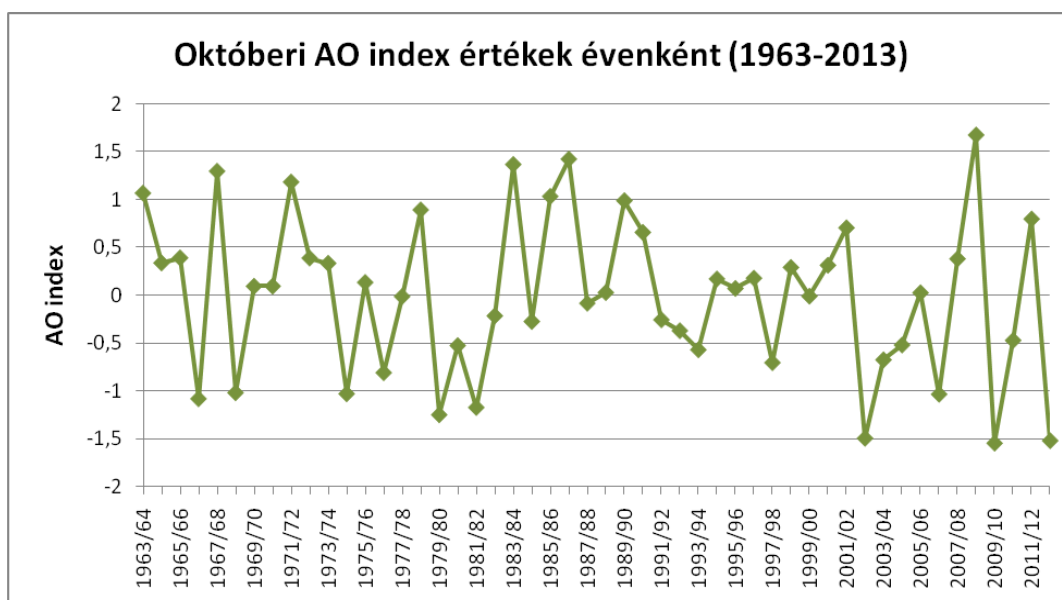
18. ábra - Az AO index pozitív és negatív fázisa
 (forrás: <http://theweathercentre.blogspot.hu/2013/08/arctic-oscillation-2013-2014-winter.html>)

Hasonló módon megvizsgáltuk az AO index értékeit is, mint ahogy korábban a NAO index megfigyeléseket is elemeztük. A vizsgált időszak ezúttal is az 1963/64 telétől kezdődő 50 éves periódus volt, ahol egy téli félévet az októbertől márciusig tartó időtartam jelöl. Az elemzés során azt tapasztaltuk, hogy a 2012/13-as tél AO indexe összehasonlítva a vizsgált időszak teleinek AO index értékeivel, a NAO indexhez hasonlóan igen alacsony értéket mutat. Az 50 éves periódus alatt mindössze három olyan tél fordult elő, amikor alacsonyabb volt az index értéke: 1968/69, 1976/77, és 2009/2010 tele (19. ábra). Mivel a negatív fázisú AO index esetén a jet kevésbé erős és lehetővé teszi a hidegetöréseket a közepes földrajzi szélességek irányába, kedvező feltételek alakulnak ki a mediterrán ciklonok képződése szempontjából. Ez megmutatkozik a fent említett években előforduló olyan napok számában, amikor a Péczy-kód feljegyzések szerint hazánk egy mediterrán ciklon áramrendszerében helyezkedett el.

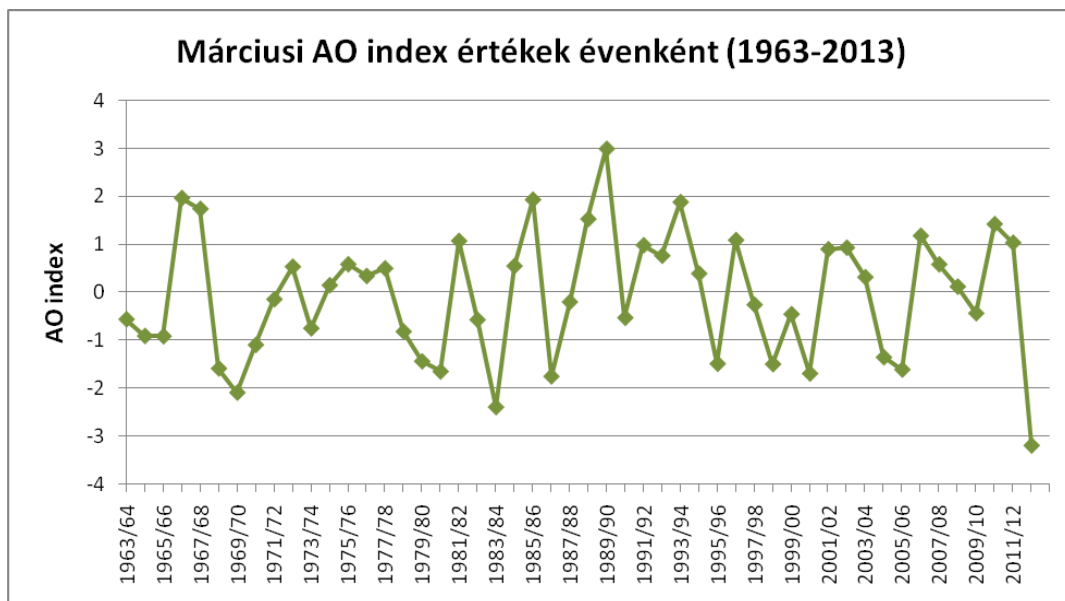


19. ábra - A téli hónapok AO index értékeinek évenkénti átlaga 1963 és 2013 között

Ahogy azt a NAO index esetén is megfigyelhettük, az AO index vizsgálata során is a 2012/13-as téli félévben az októberi és márciusi hónapok tűntek ki az elemzett periódusból. Az októberi AO index értéktől csak 2009 októberében jegyezték fel alacsonyabb értéket (20. ábra), míg 2013 márciusa a megfigyelt 50 év legalacsonyabb AO indexével rendelkezik (21. ábra).



20. ábra - Az egyes években megfigyelt októberi AO index értékek 1963 és 2013 között



**21. ábra - Az egyes években megfigyelt márciusi AO index értékek
1963 és 2013 között**

6. Esettanulmányok

6.1 A Kárpát-medencét érintő mediterrán ciklonok a 2012/13-as téli félévben

A 2012/13-as tél hazánkban bővelkedett mediterrán ciklonokban. Az októbertől márciusig tartó időszak során 57 olyan nap fordult elő a Kárpát-medencében, amikor egy mediterrán ciklon határozta meg az időjárást, amely kimagasló érték az 1980-tól megfigyelt makroszinoptikus helyzeteket tekintve.

A vizsgált időszakban először 2012. október 12-13. között került a Kárpát-medence egy mediterrán ciklon előoldali áramrendszerébe, ezt követően 16-án egy újabb ciklon érkezett a Földközi-tenger felől. A következő mediterrán ciklon október 27-én érte el hazánkat, amely meghozta az első havazást síkvidéken a 2012/13-as tél folyamán. Ezután október 31-én és november 5-én került térségünk közelébe egy-egy mediterrán ciklon, utóbbi jelentős mennyiségű csapadékának köszönhetően áradások alakultak ki alpokaljai vízfolyásainkon. November 30-án újabb alacsony nyomású légörvény közelítette meg a Kárpát-medencét a Földközi-tenger felől, amely december 3-ig határozta meg térségünk időjárását. December 8. és 11. között két mediterrán ciklon is csapadékot okozott Magyarországon, esetenként az erős szél hófúvásokat eredményezett az ország egyes területein. December 16. és 19. között a Kárpát-medence egy földközi-tengeri ciklon előoldali áramrendszerébe került, amely sokfelé okozott csapadékot. Január 13. és 28. között mediterrán ciklonok sorozata fejtette ki hatását hazánk időjárására. Az időszak során hat ciklon közelítette meg Magyarországot a Földközi-tenger felől, ismétlődő csapadéktevékenységgel. Február 2-án egy mediterrán ciklon melegfrontja okozott az országban többfelé csapadékot, majd 6. és 15. között több földközi-tengeri ciklon is érintette útvonala során medencénket. Február 21. és 25. között szintén gyakoriak voltak hazánkban a mediterrán ciklonok, amelynek következményeként nyugat-magyarországi vizeinken áradások alakultak ki. Március 14-én újabb mediterrán ciklon közelítette meg a Kárpát-medencét. A kezdeti esőt ónos eső, később havazás váltotta fel. Az erős szélnek köszönhetően hófúvások alakultak ki, amely komoly fennakadásokat okozott a közlekedésben. Március 19-én és 20-án újra egy-egy ciklon érte el Magyarországot a Földközi-tenger térségéből. Ezt követően 25-én és 26-án határozta meg mediterrán ciklon időjárásunkat, amely többfelé havazást eredményezett az országban. Az általunk vizsgált

időszak utolsó két napján is földközi-tengeri ciklon volt hatással hazánk időjárására, jelentős mennyiségű csapadékot okozva.

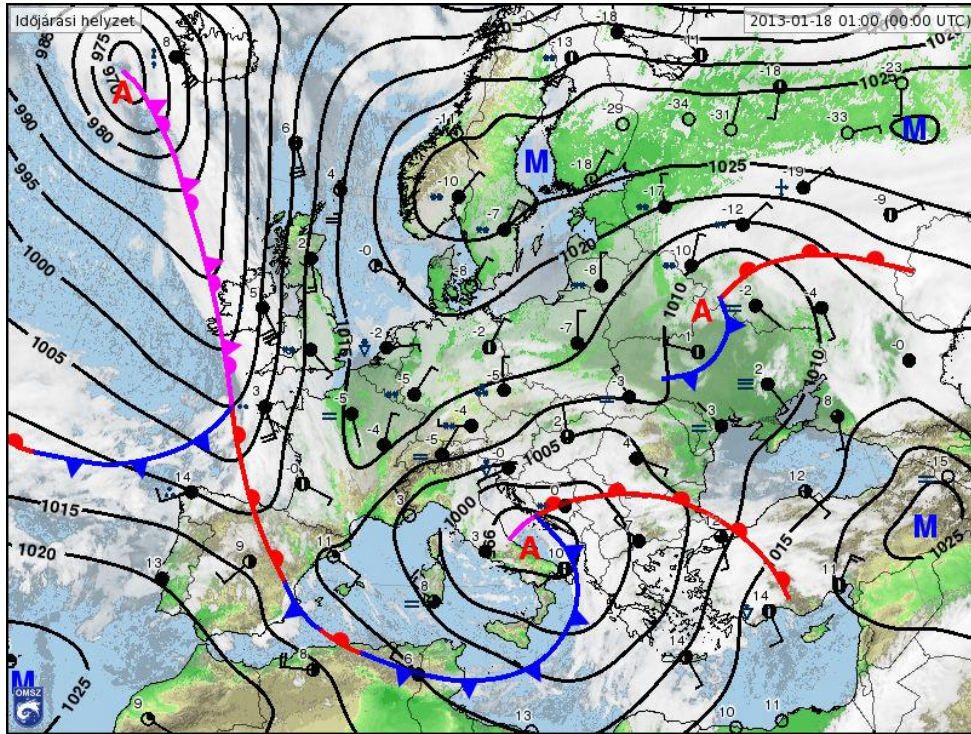
A dolgozatban három, a 2012/13-as télen hazánkat érintő mediterrán ciklont mutatunk be és tanulmányozunk részletesebben, a keletkezéstől kezdve, a Magyarország időjárására gyakorolt hatásával bezárólag.

6.2 Mediterrán ciklon Magyarországon 2013. január 18-án

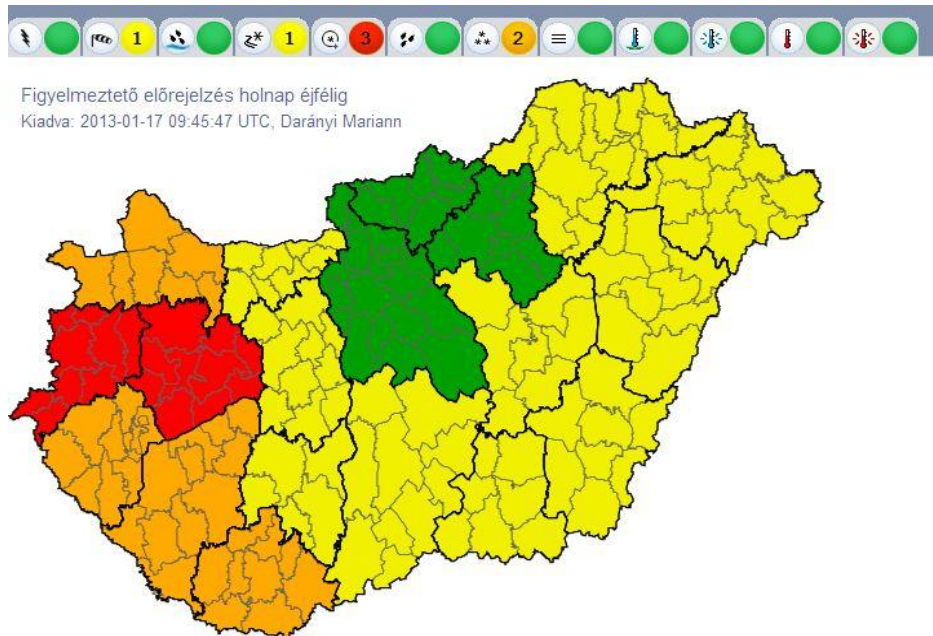
2013. január 11-én egy balti államok feletti középponttal rendelkező ciklon hidegfrontja határozta meg a Kárpát-medence időjárását, amely mögött egyre hidegebb légtömegek érték el hazánkat. Ugyanakkor a hideg levegő a Földközi-tenger térségébe is eljutott, amely keveredve az ottani meleg, nedves légtömegekkel mediterrán ciklonok képződését eredményezte. Az Észak-Európában kiépülő anticiklon hatására, annak peremén lezúdulva, a sarkvidéki eredetű hideg levegő több hullámban is elérte a mediterrán térséget, amelynek következtében január 13-tól több, a Földközi-tenger térségében keletkező, alacsony nyomású légköri képződmény haladt a Kárpát-medence irányába, és többfelé okozott csapadékot a térségben. Egy a korábbiaknál erősebb mediterrán ciklon január 18-án érte el hazánkat (22. *ábra*), megerősödő északi szél kíséretében.

Az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) már 2013. január 17-én 9:45 UTC-kor piros figyelmeztető előrejelzést adott ki Vas és Veszprém megyékre a január 18-án várható erős hófúvás miatt. A Dunántúl nagyobb részére narancssárga figyelmeztető előrejelzés került ki a várható jelentős havazás miatt, és az ország nagy részére citromsárga figyelmeztető előrejelzés a várhatóan 70 km/h-t meghaladó legerősebb szellőkések miatt (23. *ábra*).

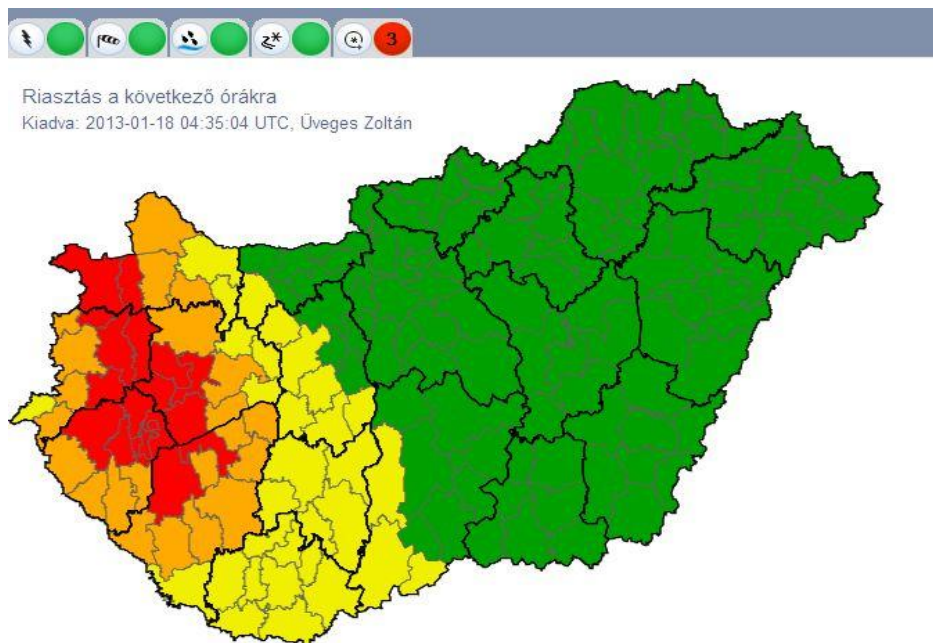
Az OMSZ riasztást legelőször január 18-án 4:35 UTC-kor adott ki több nyugat-dunántúli kistérségre az erős hófúvás miatt, ettől keletebbre Bács-Kiskun megye nyugati részéig narancssárga, illetve citromsárga riasztás volt érvényben (24. *ábra*).



22. ábra - Időjárási helyzet Európában 2013. január 18. 00 UTC időpontban a Kárpát-medence időjárását meghatározó mediterrán ciklonnal (forrás: www.met.hu)



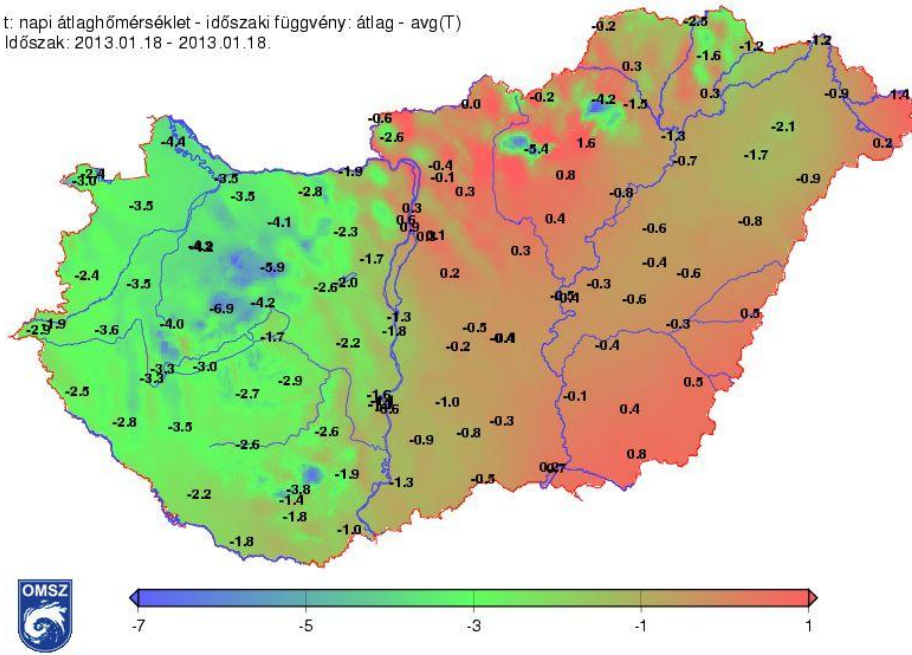
23. ábra - Az OMSZ figyelmeztető előrejelzése 2013. január 17. 09:45 UTC időpontban a január 18. éjfélig tartó időszakra (forrás: OMSZ)



24. ábra - Az OMSZ által kiadott riasztás 2013. január 18. 04:35 UTC időpontban (forrás: OMSZ)

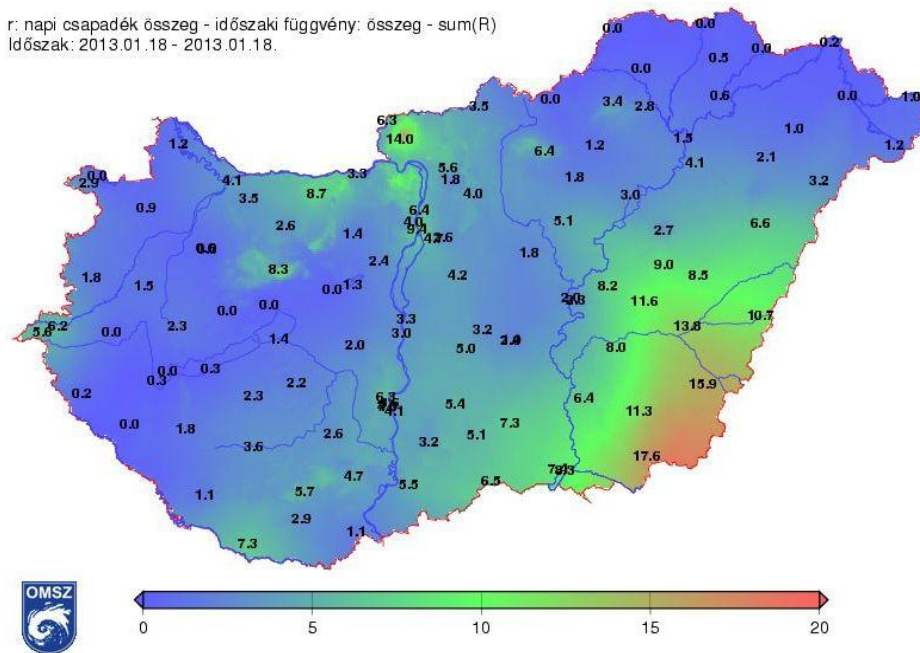
Az éjszaka folyamán kezdetben délnyugaton, majd egyre több helyen alakult ki havazás, a Dunától keletre esőt, ónos esőt is észleltek. A hajnali hőmérséklet +1 és -4 fok között változott. Délelőtt az országban többfelé tovább folytatódott a havazás, a Tiszántúlon eső, ónos eső is előfordult. A napi átlaghőmérséklet +1 és -4 °C között alakult, ettől hidegebb a hegyvidéki területeken volt jellemző (25. ábra). A napi csapadékösszeg többnyire csapadéknyom és 18 mm között változott, a legtöbb csapadék a délkeleti területeken hullott (26. ábra). Ugyanakkor a január 19-én reggel 7 órakor mért hóvastagság alapján az országban a legvastagabb hótakaró a Mátra környéke után a Nyugat-Dunántúlon volt megfigyelhető (20-35 cm), aminek oka a korábbi ciklonokból a térségben lehullott hómenyiség (27. ábra). A Dunántúlon jellemző erős, néhol viharos északi, északnyugati irányú szél (28. ábra) hófúvásokat okozott, amely jelentősen megnehezítette a közlekedést és több település vált megközelíthetetlenné főleg Veszprém, Vas és Győr-Moson-Sopron megyékben.

t: napi átlaghőmérséklet - időszaki függvény: átlag - avg(T)
 Időszak: 2013.01.18 - 2013.01.18.



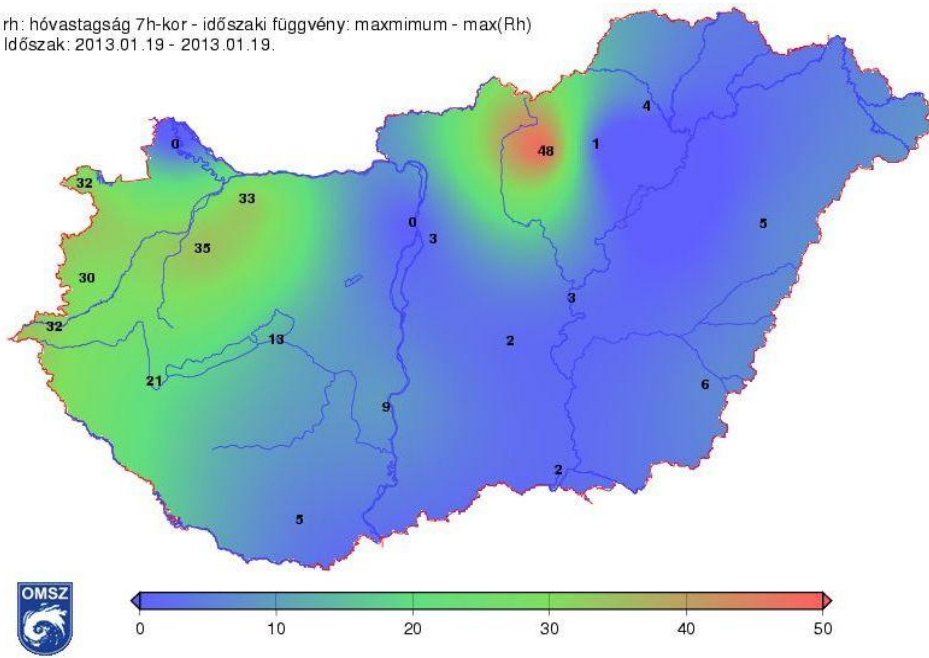
**25. ábra - A napi átlaghőmérséklet
 Magyarországon 2013. január 18-án (°C)**

r: napi csapadék összeg - időszaki függvény: összeg - sum(R)
 Időszak: 2013.01.18 - 2013.01.18.



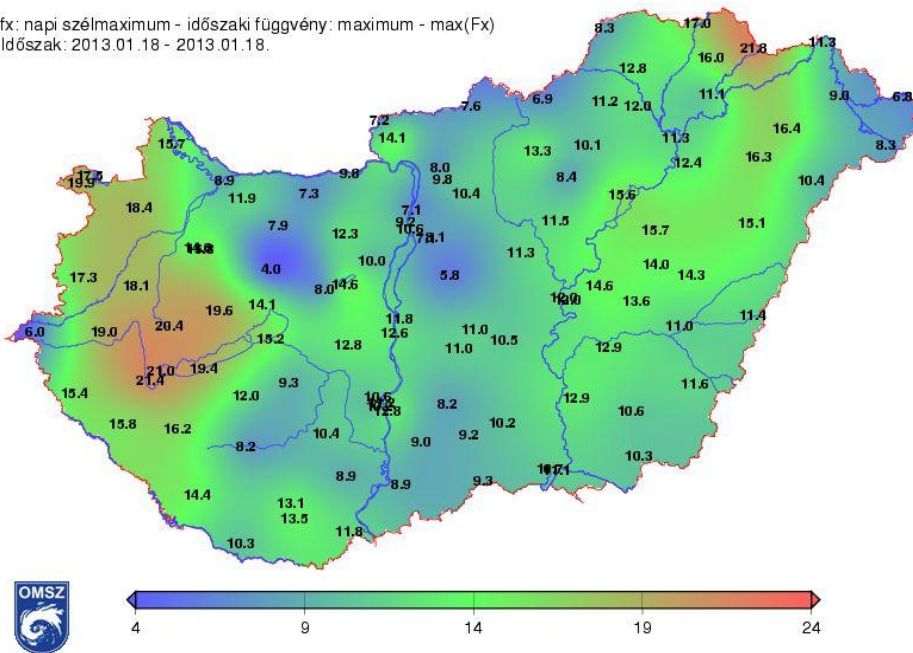
**26. ábra - A napi csapadékösszeg
 Magyarországon 2013. január 18-án (mm)**

rh: hóvastagság 7h-kor - időszaki függvény: maximum - max(Rh)
 Időszak: 2013.01.19 - 2013.01.19.



27. ábra - 2013. január 19-én 7 órakor Magyarországon mért hóvastagság (cm)

fx: napi szélmaximum - időszaki függvény: maximum - max(Fx)
 Időszak: 2013.01.18 - 2013.01.18.

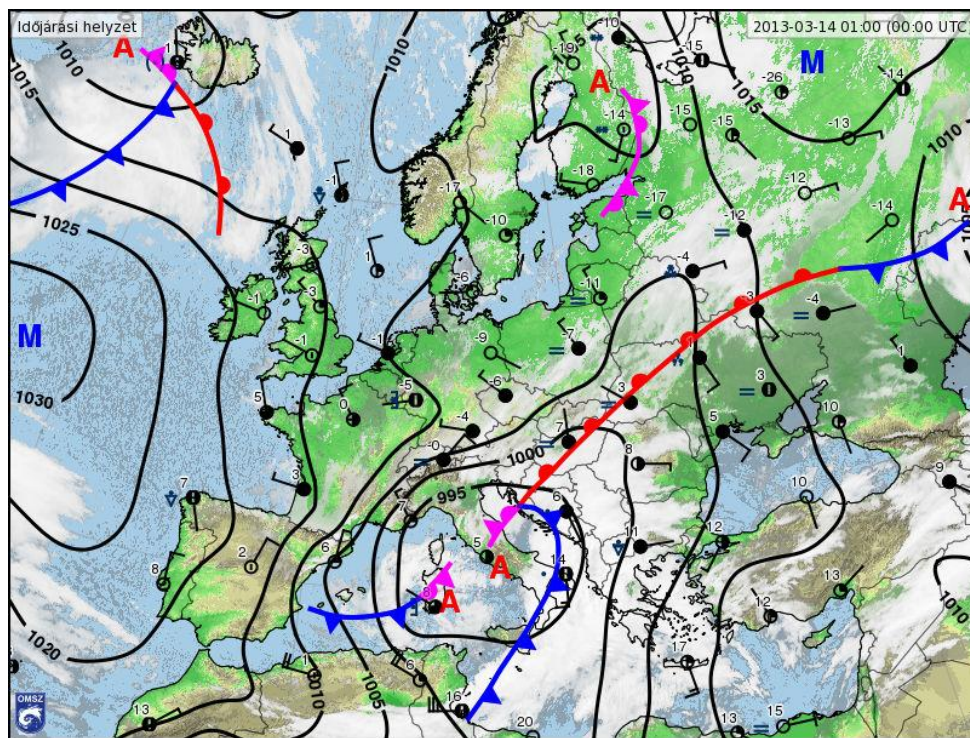


28. ábra - 2013. január 18-án Magyarországon mért napi szélmaximum (m/s)

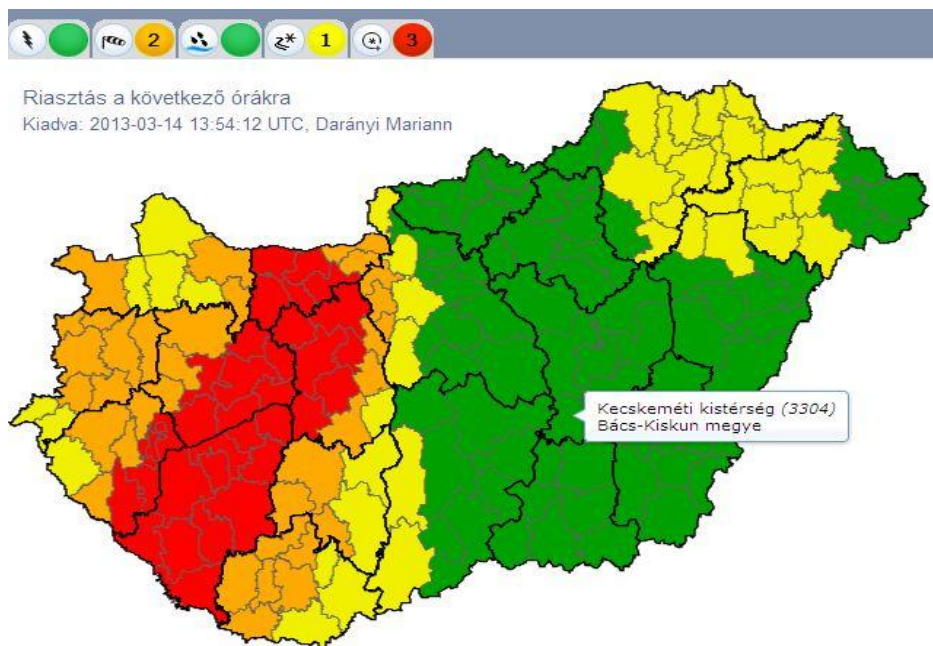
6.3 Mediterrán ciklon Magyarországon 2013. március 13-15-ig

2013. március 12-én az Európa északi részén felhalmozódott hideg levegő fokozatosan dél felé indult, és elérve a Földközi-tenger térségét a hideg, illetve a meleg, nedves levegő keveredése erős mediterrán ciklont generált. A ciklon északkeleti irányú mozgása során 13-án közelítette meg melegfrontjával a Kárpát-medencét. A 29. ábrán látható a hazánk időjárását meghatározó melegfront elhelyezkedése március 14-én 00 UTC időpontban, mielőtt hajnalban a ciklon hátoldali áramrendszerébe kerülve megkezdődött a hideg levegő beáramlása az országba, viharos északi szél kíséretében.

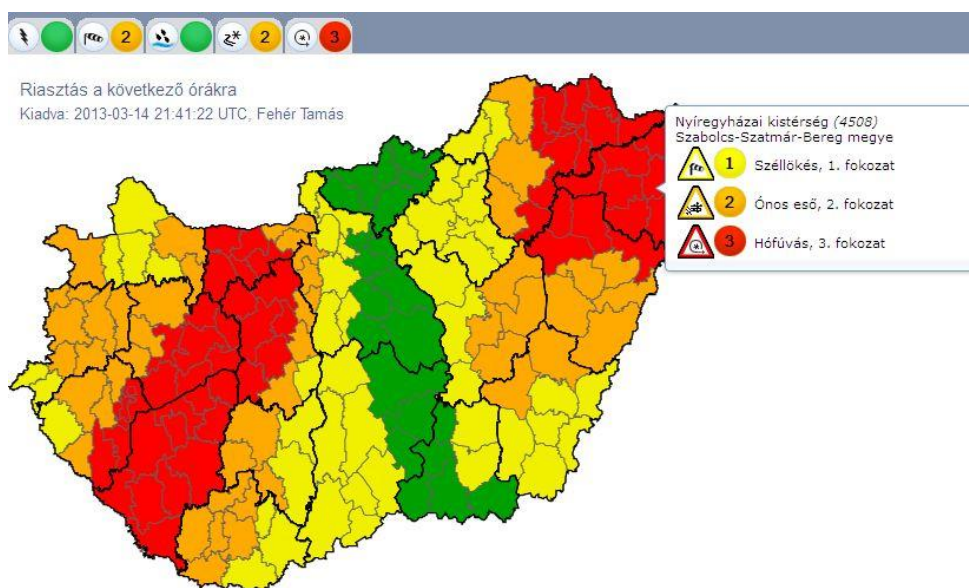
Az OMSZ 2013. március 14-én 13:54 UTC időpontban piros riasztást adott ki hófúvásra a Dunántúl középső DNY-ÉK irányú sávjára (30. ábra). A riasztás az egész nap folyamán fennállt, és 21:41 UTC időpontban az északkeleti országrészre is kiterjesztették, ahol az ónos eső kialakulásának veszélye miatt narancssárga figyelmeztetés is érvényben volt (31. ábra). A Dunántúlra hófúvás miatt kiadott piros riasztás március 15-én este is fennállt.



29. ábra - Időjárási helyzet Európában 2013. március 14. 00 UTC időpontban a Kárpát-medence időjárását meghatározó mediterrán ciklonnal (forrás: www.met.hu)



30. ábra - Az OMSZ által kiadott riasztás 2013. március 14. 13:54 UTC időpontban (forrás: OMSZ)

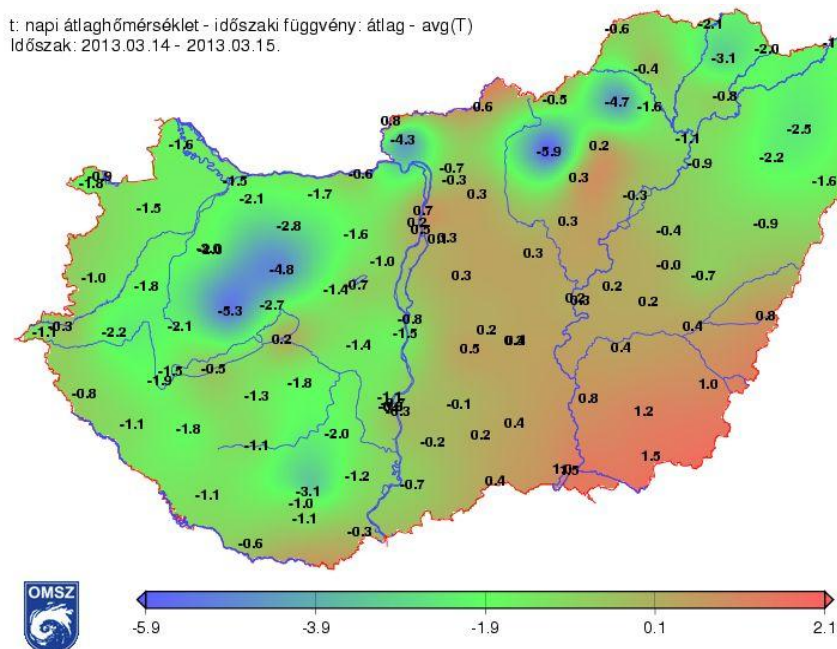


31. ábra - Az OMSZ által kiadott riasztás 2013. március 14. 21:41 UTC időpontban (forrás: OMSZ)

Március 13-án este egyre többfelé alakult ki csapadék, kezdetben eső, de északnyugaton és az Északi-középhegységben 14-én hajnalban már havazás volt jellemző. A nap további részében a Dunántúlon havazott, az ország más területein kezdetben eső hullott, majd egyre többfelé havas eső és havazás volt megfigyelhető. Az északi,

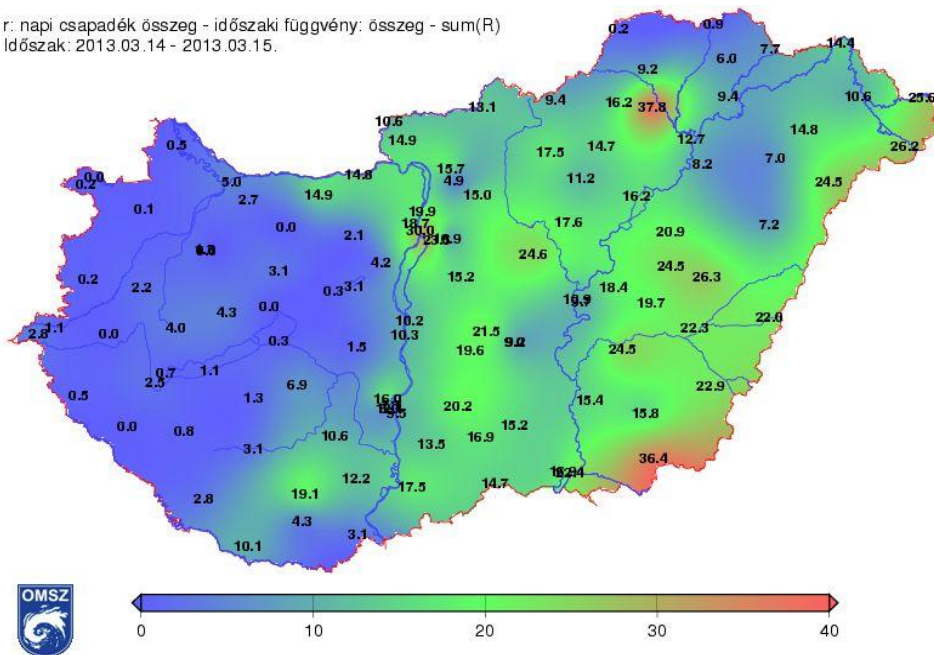
északkeleti szél többfelé megerősödött, a Dunántúlon és északkeleten viharossá vált, ezáltal hófúvások alakultak ki. A szél sok helyen több méteres hóbuckákat emelt, amely komoly gondokat okozott a közlekedésben. Március 15-én a Nyugat-Dunántúlon felszakadozott a felhőzet, másutt még folytatódott a havazás, majd egyre inkább csak a keleti, északkeleti tájakra korlátozódott. A Dunántúlon a viharos északnyugati szél hófúvásokat okozott. Az éjszakai órákban az ország nagy részén megszűnt a havazás és mérséklődött a szél, de néhol még előfordultak erős szellőkések.

A két nap során a napi átlaghőmérséklet +2 és -3 fok között alakult, ettől hidegebb a hegyvidéki területeken fordult elő (32. ábra). A két nap csapadékösszege többnyire csapadéknym és 37 mm között alakult, a legkevesebb csapadék nyugaton, a legtöbb a délkeleti országrészben hullt (33. ábra). A március 16-án reggel 7 órakor mért hóvastagság szerint a legtöbb hó az Északi-középhegységben és a Tisza vonalában, illetve az attól keletebbi területeken fordult elő (34. ábra). A március 14-én és 15-én mért szélmaximumok a Nyugat-Dunántúlon érték el a legmagasabb értékeket (35. ábra), itt okozta a hófúvás a legtöbb problémát a közlekedésben.



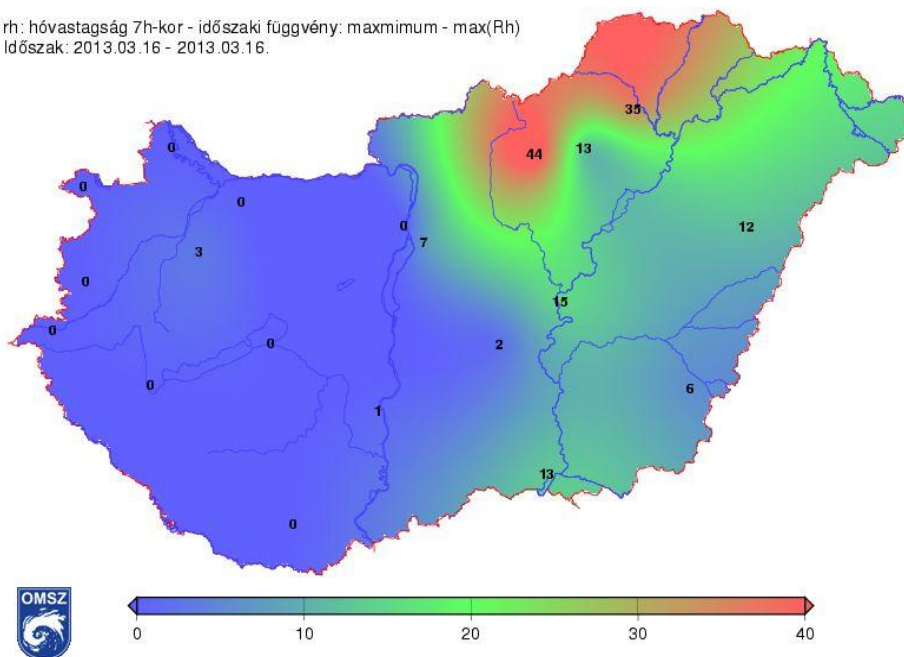
**32. ábra - A napi átlaghőmérséklet Magyarországon
 2013. március 14-15. (°C)**

r: napi csapadék összeg - időszaki függvény: összeg - sum(R)
 Időszak: 2013.03.14 - 2013.03.15.



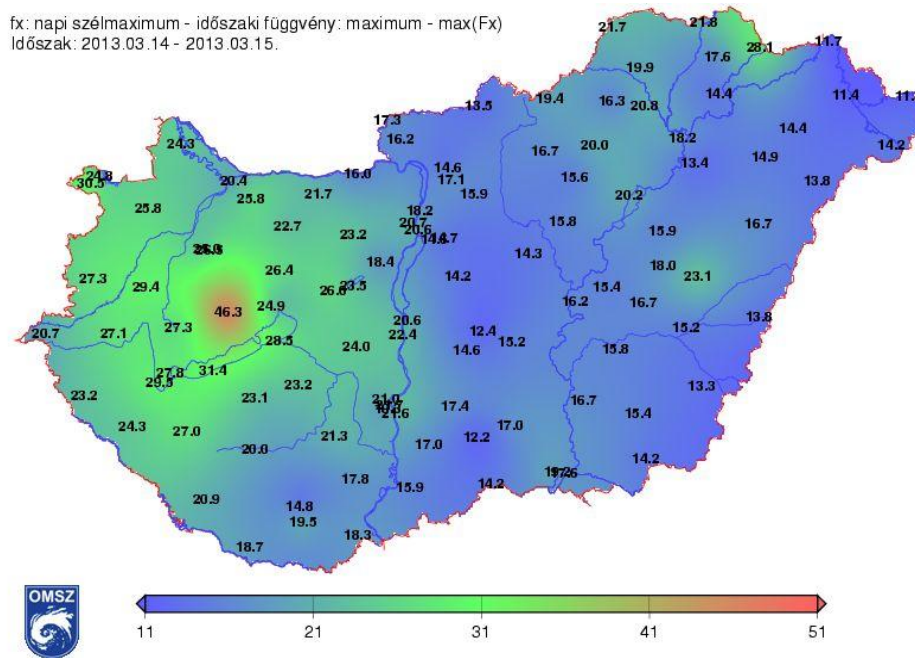
**33. ábra - 2013. március 14-én és 15-én
 Magyarországon hullott csapadékmennyiség (mm)**

rh: hóvastagság 7h-kor - időszaki függvény: maximum - max(Rh)
 Időszak: 2013.03.16 - 2013.03.16.



**34. ábra - 2013. március 16-án 7 órakor Magyarországon
 mért hóvastagság (cm)**

fx: napi szélmaximum - időszaki függvény: maximum - max(Fx)
 Időszak: 2013.03.14 - 2013.03.15.

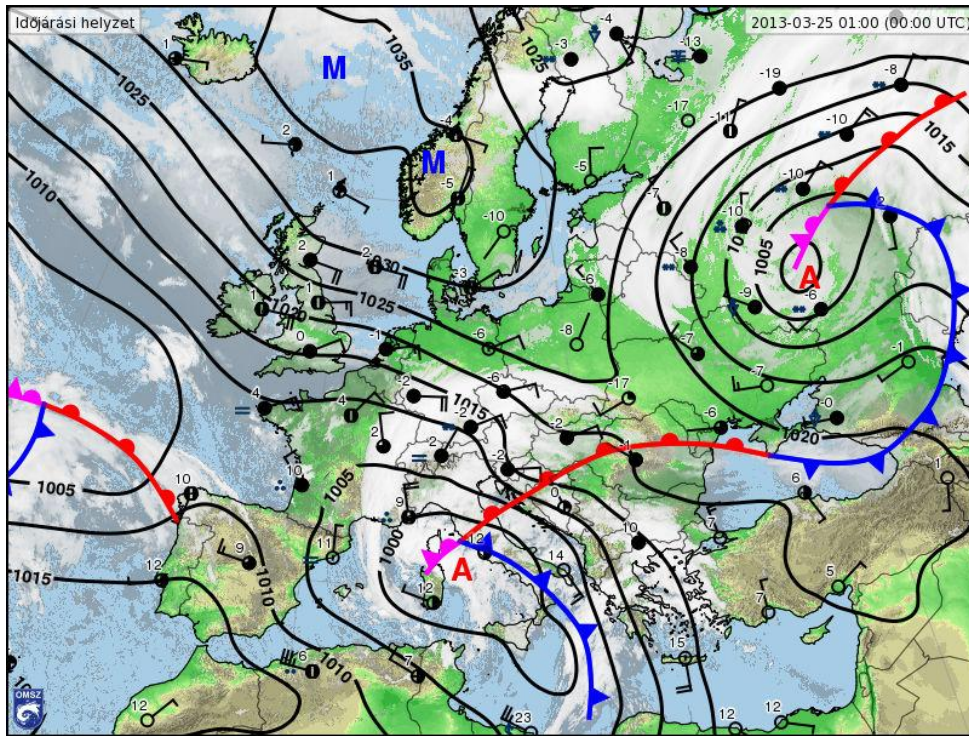


35. ábra - 2013. március 14-15. között Magyarországon mért napi szélmaximum (m/s)

6.4 Mediterrán ciklon Magyarországon 2013. március 24-27-ig

2013. március 22-én Skandinávia és Európa középső területei felett egy anticiklon helyezkedett el, amelynek mentén lezúduló hideg levegő elérte a Földközi-tenger térségét, és rövidesen egy mediterrán ciklon képződött a Genovai-öböl felett, amely mozgása során megközelítette a Kárpát-medencét (36. ábra).

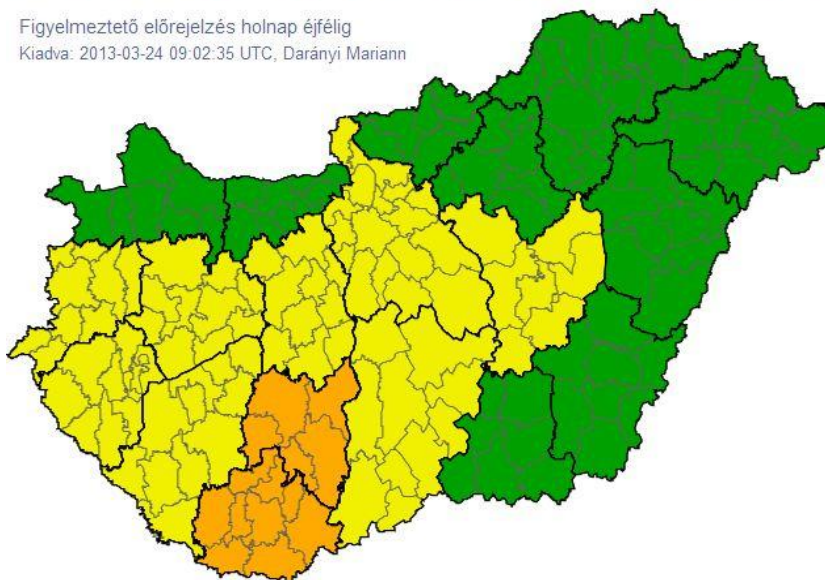
Az Országos Meteorológiai Szolgálat narancssárga figyelmeztető előrejelzést adott ki Tolna és Baranya megyékre 2013. március 24-én 09:02 UTC-kor a másnap várható hófúvás miatt, és citromsárga figyelmeztető előrejelzést az ország több megyéjére a várható havazás miatt (37. ábra). A március 25-én 17:04 UTC-kor kiadott, másnapra vonatkozó figyelmeztető előrejelzésben már csaknem a teljes országra citromsárga riasztást adtak ki a havazás miatt, emellett az ország középső térségében narancssárga figyelmeztető előrejelzés volt érvényben az esetlegesen bekövetkező hófúvás miatt (38. ábra). Március 25-én 19:24 UTC-kor narancssárga riasztás került ki hófúvás veszélye miatt Jász-Nagykun-Szolnok megyére és néhány pest megyei kistérségre (39. ábra), majd 26-án reggel a riasztás citromsárga fokozatra mérséklődött és kevesebb területet érintett.



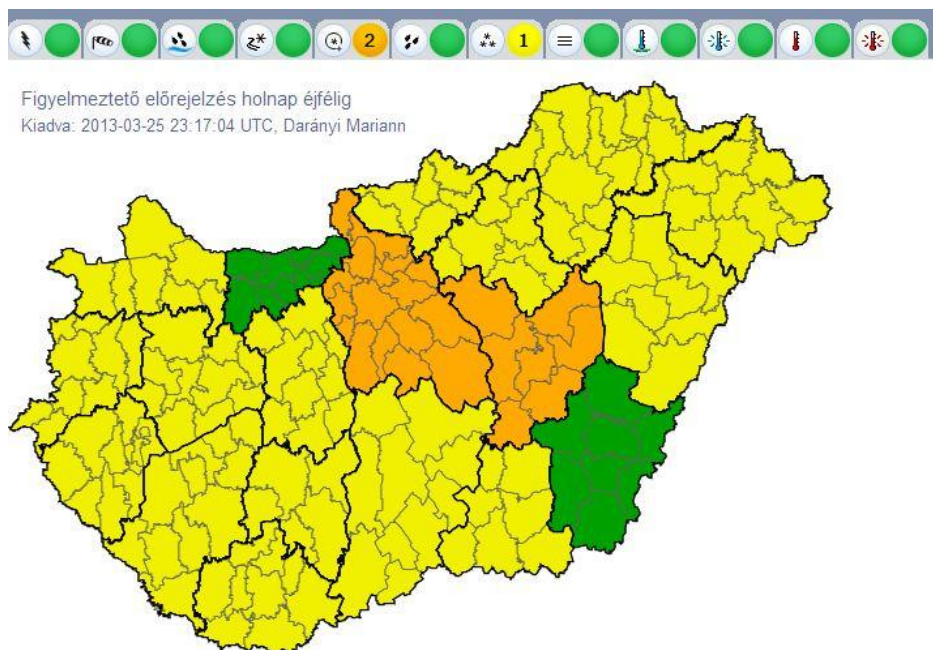
36. ábra - Időjárási helyzet Európában 2013. március 25. 00 UTC időpontban a Kárpát-medence időjárását meghatározó mediterrán ciklonnal (forrás: www.met.hu)



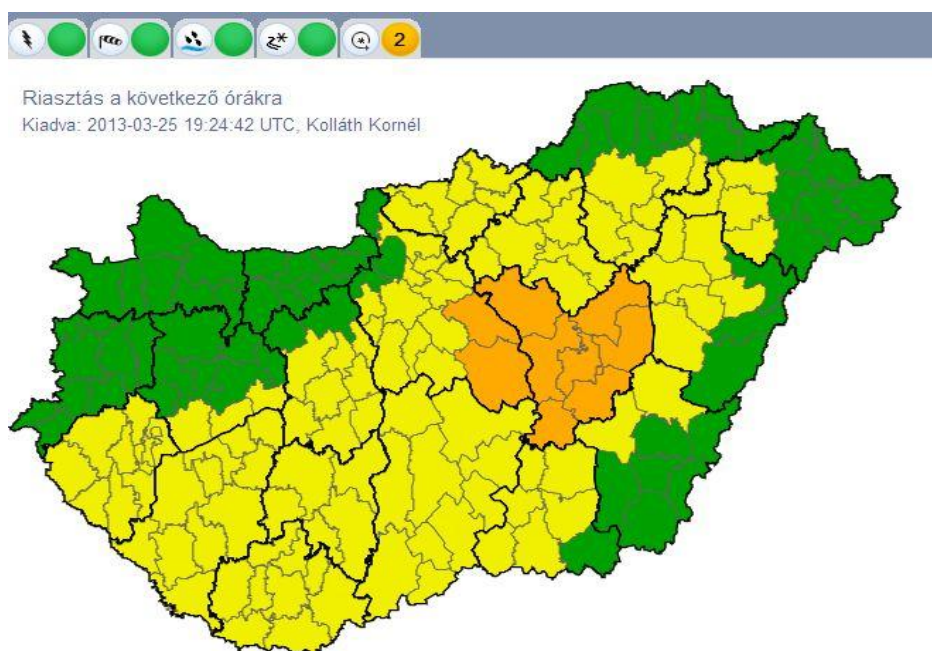
Figyelmeztető előrejelzés holnap éjfélig
 Kiadva: 2013-03-24 09:02:35 UTC, Darányi Mariann



37. ábra - Az OMSZ figyelmeztető előrejelzése 2013. március 24. 09:02 UTC időpontban a március 25. éjfélig tartó időszakra (forrás: OMSZ)



36. ábra - Az OMSZ figyelmeztető előrejelzése 2013. március 25. 17:04 UTC időpontban a március 26. éjfélig tartó időszakra (forrás: OMSZ)

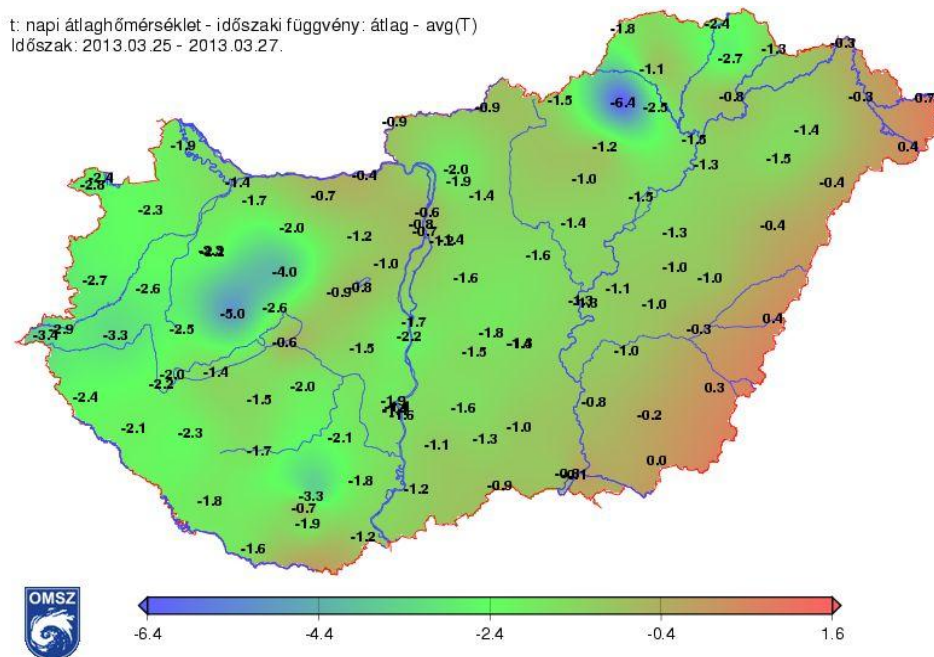


37. ábra - Az OMSZ által kiadott riasztás 2013. március 25. 19:24 UTC időpontban (forrás: OMSZ)

2013. március 24-én hajnalban a Dunántúlon és a középső országrészben havazás kezdődött, ám a reggelig lehullott csapadék mennyisége csak csapadéknym és 3 mm között változott. Napközben a Vác-Békéscsaba vonaltól nyugatra fordult elő havazás, hószállingózás. A nagyobb csapadékmező 25-én érte el az országot, délnyugat felől egyre

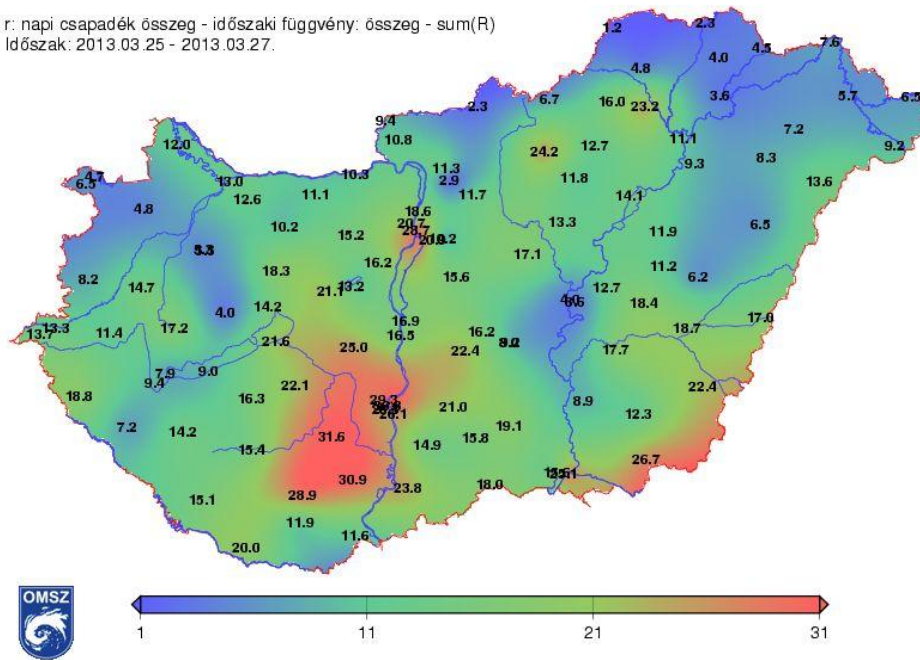
többfelé alakult ki havazás, délkeleten havas eső is előfordult. A Duna vonalától keletre többfelé megerősödött az északkeleti szél, amely helyenként hófúvást okozott. Március 26-án délelőtt kevesebb helyen, majd délutántól újra többfelé alakult ki havazás, az ország délkeleti részében havas eső is előfordult. A néhol erős északi, északkeleti szél hófúvást okozott az északkeleti országrészben. Március 27-én az ország nyugati részében már elvékonyodott a felhőzet, másutt azonban továbbra is borult égboltra tekinthettek fel. Az északi és keleti országrészben többfelé havazott, majd az éjszakai órákban a havazás már csak az északkeleti határt érintette.

A március 25-27. közötti időszakban a napi átlaghőmérsékletek többnyire +1 és -3 fok között alakultak, ettől hidegebb a hegyvidéki területeken fordult elő (40. ábra). A három nap alatt lehullott csapadék mennyisége 1 és 32 mm között változott. A legtöbb csapadék Tolna megyében és Baranya megye északi részén hullott, de a délkeleti határ mentén és a főváros térségében is elérte a 25 mm mennyiséget (41. ábra). A március 28-án reggel mért hóadatok szerint síkvidéken a legvastagabb hótakaró a délnyugati országrészben, különösen a Tolna megye környéki területeken alakult ki (20 cm körüli), de a főváros közelében is elérte a 15 cm-es hóvastagságot (42. ábra). A március 25-27-ig terjedő időszak során mért szélmaximumok a Börzsönyben és a Közép-Tisza vidékén érték el a legmagasabb értékeket (43. ábra). Utóbbi helyen a kialakult hófúvás sokfelé nehezítette a közlekedést.



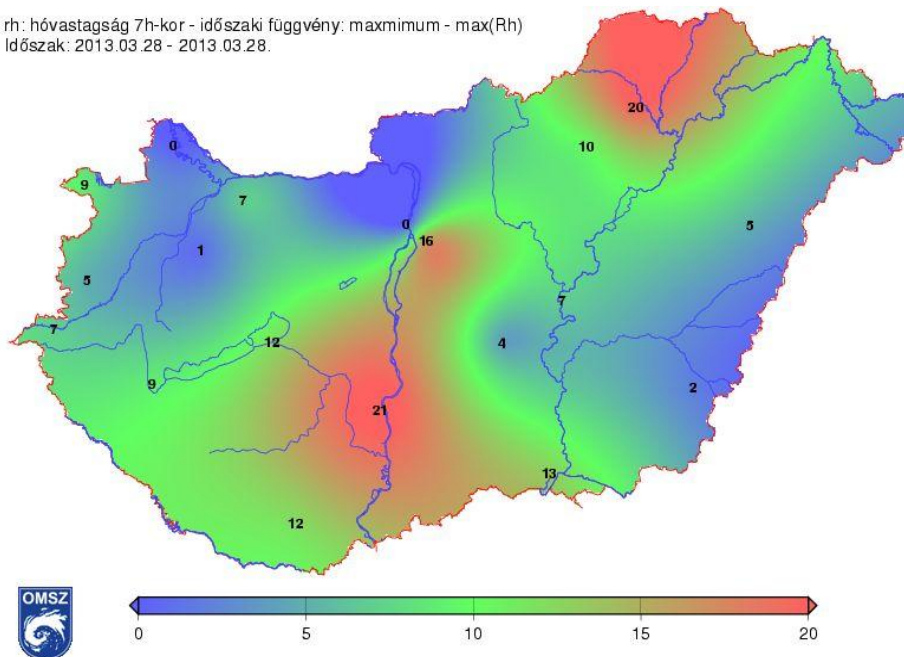
40. ábra - A napi átlaghőmérséklet Magyarországon
 2013. március 25-27. (°C)

r: napi csapadék összeg - időszaki függvény: összeg - sum(R)
 Időszak: 2013.03.25 - 2013.03.27.



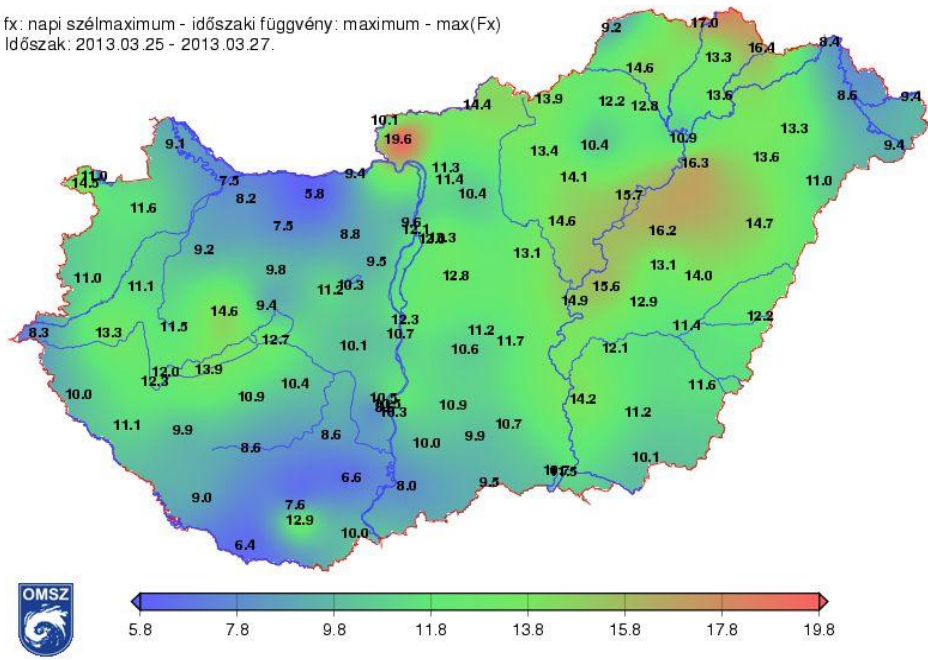
**41. ábra - 2013. március 25. és 27. között
 Magyarországon hullott csapadékmennyiség (mm)**

rh: hóvastagság 7h-kor - időszaki függvény: maximum - max(Rh)
 Időszak: 2013.03.28 - 2013.03.28.



**42. ábra - 2013. március 28-án 7 órakor Magyarországon
 mért hóvastagság (cm)**

fx: napi szélmaximum - időszaki függvény: maximum - max(Fx)
Időszak: 2013.03.25 - 2013.03.27.



43. ábra - 2013. március 25-27. között Magyarországon mért napi szélmaximum (m/s)

7. Összefoglalás

A dolgozatban a mediterrán ciklonok tulajdonságait és a 2012/2013-as téli időszakban a Kárpát-medence területét érintő, a Földközi-tenger területéről származó ciklonokat vizsgáltuk. A mediterrán térségben kiemelhető néhány különösen aktív ciklogenezis központ, amelyeken az alacsony nyomású légörvények képződése különféle módon történik. A különböző erősségű földközi-tengeri ciklonok gyakorisága az egyes területeken évszakas változékonyságot mutat. A hazánk időjárását leginkább meghatározó, Genovai-öbölben keletkező mérsékelt erősségű és intenzív mediterrán ciklonok leggyakrabban télen alakulnak ki. A ciklonok útvonala havi szinten változó, mozgásuk során érinthetik Európa számos országát és eljuthatnak Ázsia távolabbi területeire is.

A mediterrán ciklonok fontos szerepet töltenek be a Földközi-tenger környékének időjárásában. Keletkezésük vagy mozgásuk során a térségben gyakran járulnak hozzá az adott területekre jellemző helyi szelek kialakulásához. A Földközi-tenger vidékén előforduló legintenzívebb csapadéktevékenységek is mediterrán ciklonokhoz kapcsolódnak. A nyugati partvidéktől a keleti medence felé haladva egyre inkább e légköri képződmények a fő csapadékforrások.

Az 1800-as évek végétől kezdve többen is foglalkoztak a makroszinoptikus helyzetek kategorizálásával. Péczely György megalkotta a Kárpát-medencét központi szerepbe állító makroszinoptikus osztályozási módszert. A dolgozatban az 1980-tól naponta feljegyzett Péczely-kódok alapján elemeztük a 2012/13-as tél során észlelt olyan napok számát, amikor a Kárpát-medence területét egy Földközi-tenger térségéből származó ciklon érintette. Láthattuk, hogy ilyen napok a vizsgált télen gyakran fordultak elő, számuk kiemelkedő mértékű az 1980-tól megfigyelt időszakban.

Ismertettük a mediterrán ciklonok kapcsolatát az Észak-Atlanti Oszcillációval (NAO) és az Északi-sarki Oszcillációval (AO). Bemutattuk, hogy a 2012/13-as télen megfigyelt NAO és AO index értékek erősen negatívak és nagymértékben kitűnnek az 1963 óta megfigyelt indexek közül, amely kedvező feltételeket teremtett a mediterrán ciklonok kialakulásának.

A 2012/13-as tél folyamán 57 napon határozta meg földközi-tengeri ciklon a Kárpát-medence időjárását. A dolgozatban ismertettük azokat az időszakokat, amikor hazánk mediterrán ciklon áramrendszerébe került és elemeztünk néhány érdekes esetet.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megköszönni témavezetőmnek, Somfalvi-Tóth Katalinnak, a dolgozat elkészítéséhez nyújtott segítséget, a hasznos tanácsokat és ötleteket, valamint hogy munkámat mindvégig figyelemmel kísérte.

Továbbá köszönetemet szeretném kifejezni Dezső Zsuzsanna tanszéki konzulensemnek munkám ellenőrzéséért.

Valamint köszönettel tartozom családomnak és barátaimnak a dolgozat írása során nyújtott támogatásukért és biztatásukért.

Irodalomjegyzék

- Alpert, P., Neeman, B. U., Shay-El, Y., 1990: Intermonthly Variability of Cyclone Tracks in the Mediterranean, *Journal of Climate* 3, 1474-1478 p.
- Apostol, L., 2008: The mediterranean cyclones – The role in ensuring water resources and their potential of climatic risk, in the east of Romania, *Present Environment and Sustainable Development* 2, 143-163 p.
- Babolcsai, Gy., 2013: Decemberi Anomália Index. http://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=615
- Bartholy, J., Pongrácz, R., Pattantyús-Ábrahám, M., 2009: Analyzing the genesis, intensity, and tracks of western Mediterranean cyclones, *Theoretical and Applied Climatology* 96, 133-144 p.
- Baša, J., 2007: Lee cyclogenesis, Szemináriumi dolgozat, Faculty of Mathematics and Physics Chair of Meteorology, University of Ljubljana (témavezető: doc. dr Mark Žagar). 16 p.
- Berceli, B., 2011: Makrocirkulációs típusok szinoptikus klimatológiája a 700 hPa-os főizobárszinten, Diplomamunka, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest (témavezető: Dr. Gyuró György), 67 p.
- Czelnai, R., 1981: Bevezetés a meteorológiába III.: A meteorológia eszközei és módszerei, Tankönyvkiadó, Budapest, 371p.
- Egger, J., Alpert, P., Tafferner, A, Ziv, B., 1995: Numerical experiments on the genesis of Sharav cyclones: idealized simulations, *Tellus*, 47A, 162-174 p.
- James, P. M, 2007: An objective classification method for Hess and Brezowsky Grosswetterlagen over Europe, *Theor. Appl. Climatol.* 88, 17–42 p.
- Kelemen, F., Bartholy, J., Pongrácz, R., 2012: A mediterrán ciklonok klimatológiai vizsgálata reanalízis adatok alapján, *Légkör* 57. évf., 4. szám, 184-187 p.
- Kreienkamp, F., Spekat, A., Enke, W., 2010: A robust method to identify cyclone tracks from gridded data, *Advances in Science and Research* 4: 105–114 p.

- Lionello, P., Bhend J., Buzzi, A., Della-Marta, P. M., Krichak, S. O., Jansá, A., Maheras, P., Sanna, A., Trigo, I. F., Trigo, R., 2006: Cyclones in the Mediterranean Region: Climatology and Effects on the Environment, In: Lionello, P., Malanotte-Rizzoli, P., Boscolo, R. (Eds.), *Mediterranean Climate Variability*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, pp. 325-372. (Developments in Earth and Environmental Sciences 4 (C)).
- Maheras, P., Flocas, H. A., Patrikas, I., Anagnostopoulou, C., 2000: A 40 year objective climatology of surface cyclones in the Mediterranean region: spatial and temporal distribution, *International Journal of Climatology* 21, 109–130 p.
- Mandl É., 2009: Az Észak-Atlanti oszcilláció hatása a Kárpát-medence térségének éghajlatára, Diplomamunka, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest, (témavezető: Dr. Pongrácz Rita), 53 p.
- Mehta, A. V., Yang, S., 2008: Precipitation climatology over Mediterranean Basin from ten years of TRMM measurements, *Advances in Geosciences* 17, 87–91 p.
- Péczely, Gy., 1983: Magyarország makroszinoptikus helyzeteinek katalógusa 1881-1983, OMSZ Kisebbségi Kiadványai No. 53., Budapest, 116 p.
- Pinto, J. G., Ulbrich, U., Speth, P., 1999: The Variability of Cyclonic Activity in the Mediterranean Area in the last 40 Years and its Impact on Precipitation, In: *Proceedings of the 1st EGS Plinius Conference*, Maratea, Italy, October 1999, 29-40 p.
- Pongrácz, R., 2003: A nagyterésű cirkuláció és a légköri oszcillációk (ENSO, NAO) együttes hatása regionális éghajlati paraméterekre, PhD dolgozat, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest, (témavezető: Dr. Bartholy Judit). 103 p.
- Romem, M., Ziv, B., Saaroni, H., 2007: Scenarios in the development of Mediterranean cyclones, *Advances in Geosciences*, 12, 59–65 p.
- Tafferter, A., 1990: Lee cyclogenesis resulting from the combined outbreak of cold air and potential vorticity against the Alps, *Meteorology and Atmospheric Physics*, Volume 43, Issue 1-4, 31-47 p.
- Trigo, I. F., Davies, T. D., Bigg, G. R., 1999: Objective Climatology of Cyclones in the Mediterranean Region, *Journal of Climate* 12, 1685-1696 p.
- Trigo, I. F., Bigg, G. R., Davies T. D., 2002: Climatology of Cyclogenesis Mechanisms in the Mediterranean, *Monthly Weather Review* 130, 549-569 p.

Tutis, V., Ivancan-Picek, B., 1998: Strong Bora Wind - Risk Factor in Traffic, Science in Traffic, Promet-Traffic-Traffico, Vol. 10, No. 3, 107-111 p.

Woodward, J., 2009: The Physical Geography of the Mediterranean, Oxford University Press, Oxford Regional Environments Series, Oxford, 700 p.

Xoplaki, E., 2002: Climate variability over the Mediterranean, PhD dolgozat, University of Bern, Svájc, (témavezető: Prof. Dr. Heinz Wanner). 193 p.

Internetes források

<http://www.ldeo.columbia.edu/res/pi/NAO/>

http://www.met.hu/omsz/tevekenysegek/idojaras_eforejelzes/szinoptikus_klimatologia/Teli_nagy_csapadekos_helyzetek.pdf

<http://theweathercentre.blogspot.hu/2013/08/arctic-oscillation-2013-2014-winter.html>