

CIKLONPÁLYÁK ELEMZÉSE A FÖLDKÖZI-TENGER TÉRSÉGÉBEN

Összefoglalás

Kutatásainkhoz az Európai Középtávú Időjárás Előrejelző Központ (ECMWF) 1°-os horizontális felbontású ERA-40 reanalízis* adatbázisát használtuk fel. A nyomási-mezők alapján beazonosítottuk a mediterrán térség ciklon-középpontjait, majd 6 órás időlépcsővel végigkövettük e ciklonok pályáját. Az 1957–2002 időszakra elemeztük a ciklonok fő keletkezési helyeit, gyakoriságait, a ciklonaktivitási indexeket, valamint az évszakos változási tendenciákat.

1. Bevezetés

Az atlanti-európai térségben két jelentős ciklogenezis centrum található: az egyik az Észak-Atlanti régióban (Grönland/Izland), a másik a Földközi-tenger vidékén. A Kárpát-medence időjárását mindkét térségből érkező ciklonok befolyásolják. A Légkör idei 1. számában megjelent cikkünk (Bartholy et al., 2007) eredményei alapján állíthatjuk, hogy jelentősen eltérnek egymástól a két régióban keletkező ciklonok tulajdonságai, valamint a Kárpát-medence időjárása szempontjából jelentős változások indultak el a mediterrán térségben. Ezért e cikkben elsődlegesen a mediterrán ciklonok elemzését tűztük ki célul.

A mérsékelt övi ciklonok vizsgálatának két lehetséges módja az euleri, illetve a langrange-i közelítés. Előbbi esetén a legerősebb baroklin hullámaktivitás* mentén definiálhatjuk a ciklon útvonalakat, például az 500 hPa-os geopotenciálszint felhasználásával (Blackmon, 1976; Hoskins és Valdes, 1990). A másik eljárás során a ciklonok életciklusát követjük végig a genezistől a feloszlásig (pl.: Blender et al., 1997; Bartholy et al., 2006). Az itt bemutatott kutatásban mi ezt a langrange-i közelítést alkalmaztuk. A vizsgálatok során használt ECMWF ERA-40

reanalízis adatbázist, valamint a ciklonpálya azonosításának módszerét már részletesen bemutattuk e folyóiratban megjelent előző írásunkban (Bartholy et al., 2007), így ezt itt nem ismételjük meg. E cikkben a korábban (Pongrácz et al., 2006) vizsgált 2,5°-os felbontású adatbázis helyett a lényegesen finomabb felbontású, 1°-os rácshálózatot használjuk. E tanulmányban a mediterrán ciklonok keletkezését, gyakoriságát és aktivitását, valamint a ciklonpályák változását, eltolódását vizsgáljuk az 1957–2002 időszakra vonatkozóan.

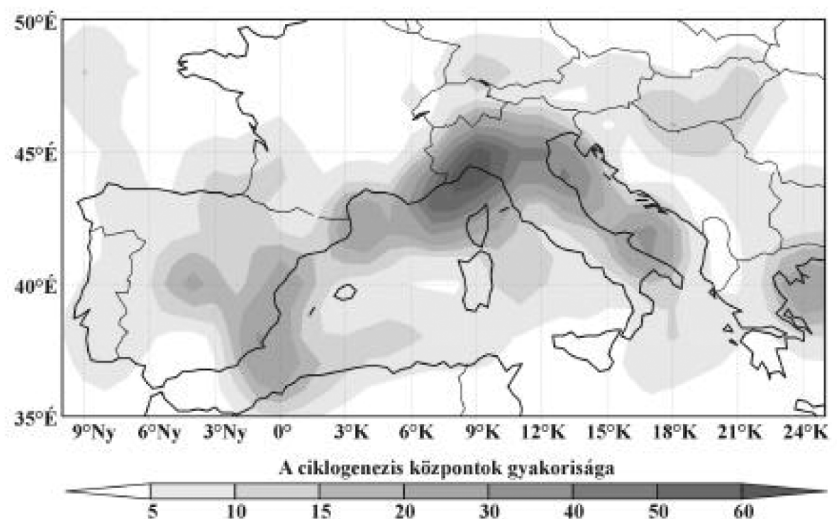
2. A mediterrán ciklonok gyakoriságának és pályáinak elemzése

Minden egyes rácspontra meghatároztuk a ciklogenezisek számát a teljes 45 éves időszakban. Az 1. ábra a ciklogenezis középpontok gyakorisági értékeit mutatja be térképes formában. A legnagyobb gyakorisági értékek a Genovai-öböl térségében figyelhetők meg. Két másik ciklon keletkezési központot is azonosíthatunk: (1) az Adriai-tenger déli részén, (2) az Ibériai-félsziget keleti partvidékén. Dél-Európa partmenti

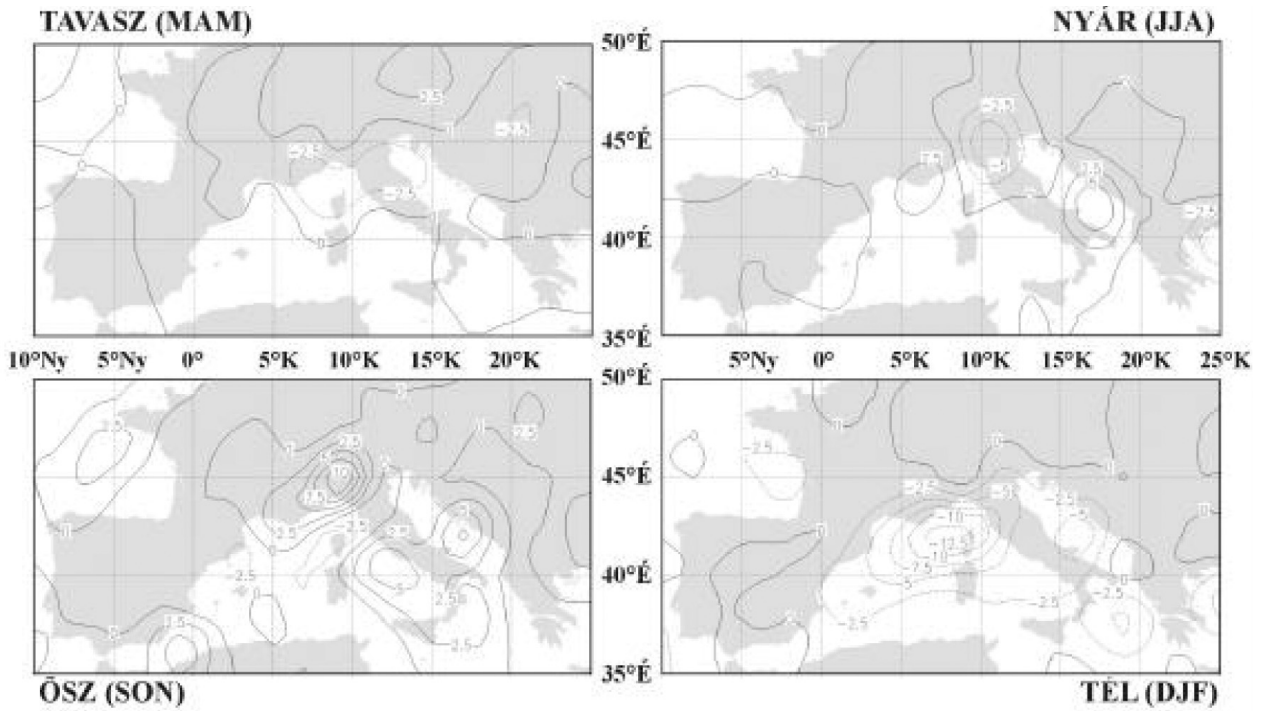
térségében a gyakori ciklon keletkezési régiók egy jól látható, ún. mediterrán-öv mentén helyezkednek el, melyet a későbbiek során még részletesen elemzünk.

A mérsékeltövi ciklonok intenzitásának komplex jellemzésére az ún. Ciklon Aktivitási Indexet (CAI) alkalmaztuk, melyet Zhang et al. (2004) vezetett be. Definíciója szerint: (1) Meghatározzuk a 45 éves tengerszinti nyomásértékek napi zonális átlagát minden földrajzi szélességre. (2) Vesszük a ciklonközéppont tengerszinti nyomási értékének és az (1) lépésben meghatározott, adott időpontra és adott szélességre vonatkozó zonális átlag abszolút különbségét. Amennyiben az adott rácspont felett nem található ciklon, akkor azt nullának vesszük. (3) Ezt minden időpontra és rácspontra elvégezzük. (4) Havonként és rácspontonként összegezzük az (1)-(3) lépésben számított értékeket, s így kapjuk meg a végső CAI értékeket.

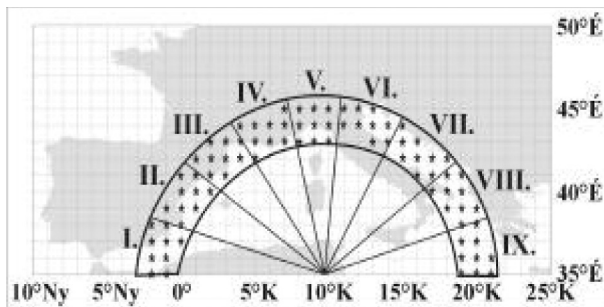
Vizsgálataink során meghatároztuk a mediterrán térség évszakos CAI mezőit, majd ezek alapján a teljes 45 éves időszakra vonatkozó évszakos trendegyütthatókat, melyeket a 2. ábrán mutatunk be (hPa/évtized



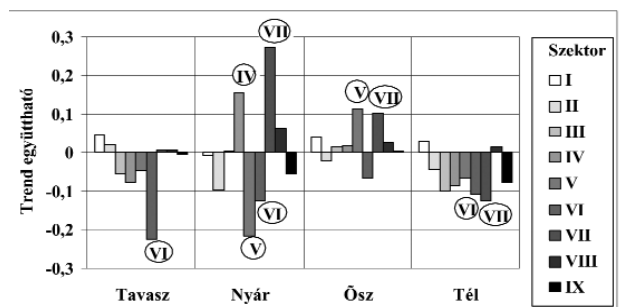
1. ábra. A ciklogenezis központok gyakoriságai a mediterrán térségben, 1957–2002.



2. ábra. A Ciklon Aktivitási Index (CAI) évszakos trendelemzése a mediterrán térségre hPa/évtized egységben kifejezve, 1957–2002.



3. ábra. A mediterrán öv kilenc szektora, melynek minden szektor 9 rácspontot tartalmaz.



4. ábra. Az évszakos ciklongyakorisági trendegyütthatók a mediterrán-öv kilenc szektorában, 1957–2002.

egységben). A térképekről leolvasható, hogy a ciklonok intenzitása a tavaszi és a nyári időszakban minimálisan, míg ősszel és télen jelentősen megváltozott a vizsgált időszak alatt. Télen a teljes Földközi-tenger térségében negatív CAI trendegyütthatók jelennek meg, melynek központja a Ligur-tenger vidéke. Ősszel viszont a ciklon aktivitás nagymértékben megnövekedett a Genovai-öböl környékén, valamint kisebb mértékben az Adriai-tenger déli részén, a Tírrén-tenger térségében, és az Ibériai-félszigettől délre a Gibraltári-szoros közelében.

Az előző két ábrán jól kirajzolódik egy körív, melynek mentén mind a

ciklogenezisek, mind a ciklonpályák gyakorisága nagyobb. Ez a mediterrán öv (3. ábra) lefedi a következő térségeket: az Alborán-medencét Európa és Afrika között (I. szektor), a Baleár-szigetek térségét és az Ibériai-félsziget északkeleti partjait (II. szektor), a Lion (Oroszlán)-öböl vidékét (III. szektor), Provence-ot és a francia Cote d'Azur partvidéket (IV. szektor), a Genovai-öbölt és a Pó-síkság nyugati részét (V. szektor), a Pó-síkság keleti részét és a Velencei-öbölt (VI. szektor), az Adriai-tenger középső részét (VII. szektor), az Adriai-tenger déli részét, a Tarantói-öbölt és az Otrantói-szorost (VIII. szektor), valamint a Jón-tengert (IX. szektor).

A jobb összehasonlíthatóság érdekében mindenegybes szektorhoz kilenc rácspontot rendeltünk, melyek pontos földrajzi helyzetét a 3. ábra mutatja.

Az évszakos ciklongyakoriságok idősorai alapján lineáris trendet illesztettünk a teljes 45 éves időszakra, s meghatároztuk a lineáris trendegyütthatókat mind a kilenc szektorra (4. ábra). A legerősebb tendenciákat a IV., V., VI. és VII. szektorban észleltük, melyek értékei meghaladják a 0,1 ciklon/dekád küszöbértéket. Általában a teljes mediterrán-övben csökkent a ciklongyakoriság tavasszal és télen, míg ősszel a legtöbb szektorban növekvő trendet detektáltunk. A téli ciklonok gyakoriságának

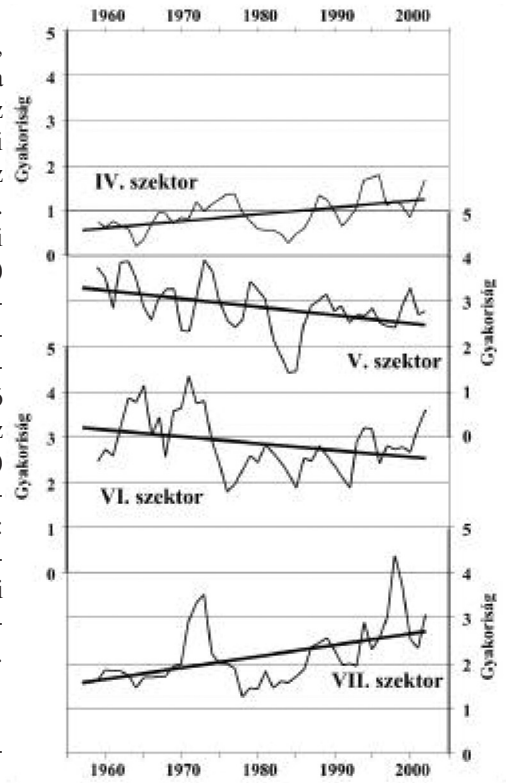
csökkenése jó egyezést mutat *Geng és Sugi (2003)*, valamint *Bengtsson et al. (2006)* eredményeivel. A legnagyobb trendegyűthető értékeket nyáron figyelhetjük meg, bár ezek szektoronként jelentősen eltérnek egymástól. Például a IV. és VII. szektorban nagyon megnövekedett a ciklonok száma, míg az V. és VI. szektorban erőteljes csökkenést detektáltunk. Az 5. ábra jeleníti meg a nyári ciklongyakoriságok három éves mozgó átlagainak idősorát, s az erre illesztett lineáris trendet. A Genovai-öbölben, a Velencei-öbölben, valamint a Pó-síkságon (V. és VI. szektor) jelentősen csökkent a ciklonok gyakorisága a XX. század végére, míg a két szomszédos (IV. és VII.) szektorban ezzel ellentétes, növekedő tendencia figyelhető meg. Ez a ciklonpályák nyugati, illetve délkeleti irányba való eltolódását valószínűsíti.

Mind a négy évszakra bemutatjuk a két kulcsfontosságú régióban (VI. és VII. szektor) a ciklongyakoriságok

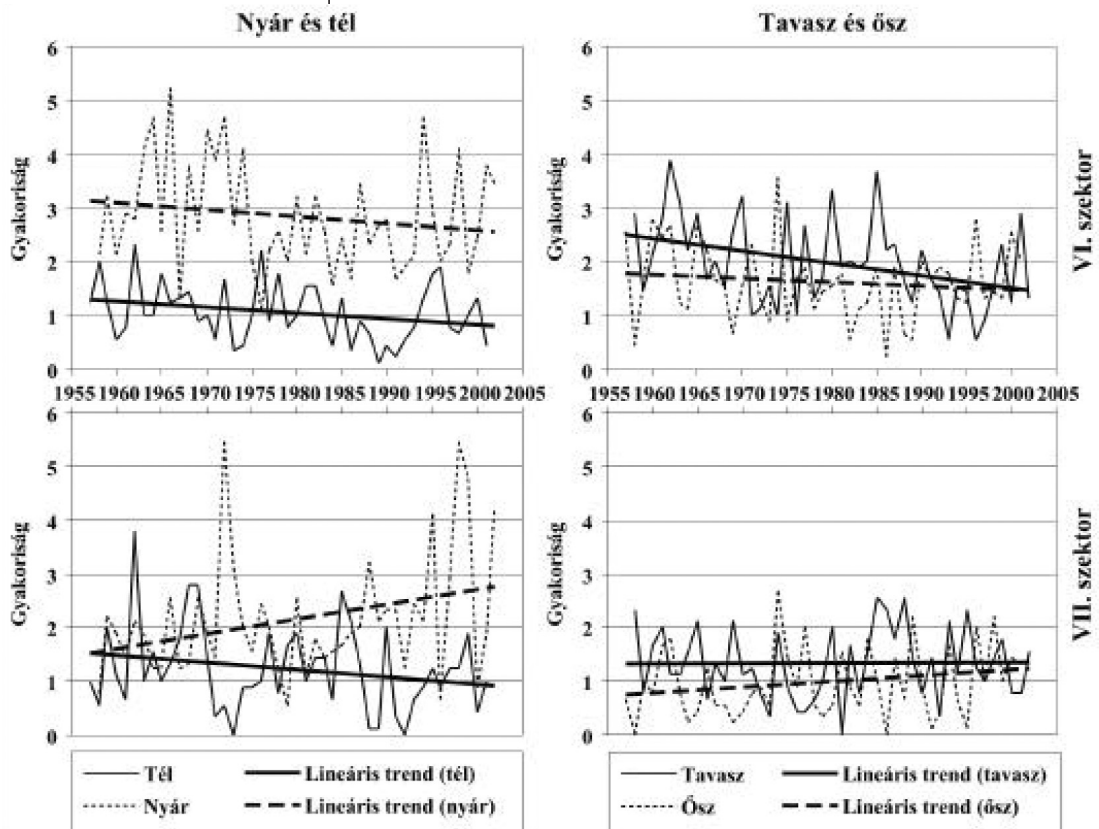
alakulását (6. ábra). Az ábra bal, illetve jobb oszlopa rendre a nyár és a tél, illetve a tavasz és az őszi gyakorisági idősorait jeleníti meg, továbbá bemutatja az illesztett lineáris trendeket. A VI. szektorban (a Pó-síkság keleti részén és a Velencei-öbölben) mind a négy évszakban határozott csökkenő tendencia figyelhető meg, mely a felső grafikonokon látható. Az alsó grafikonokon a VII. szektor (az Adriai-tenger középső része) idősoraira illesztett trendek viszont nem ilyen egységesek: nyáron nőtt, télen csökkent a ciklonok gyakorisága, míg a többi évszakban nem volt jelentős változás az 1957–2002 időszakban.

3. Következtetések

Az Atlanti-Európai régió ciklonpályáinak vizsgálatát e cikkben leszűkítettük a mediterrán térség ciklongyakoriságainak,



5. ábra. A nyári ciklongyakoriságok alakulása a IV., V., VI. és VII. szektorban, 1957–2002.



6. ábra. Évszakos ciklongyakoriságok alakulása a VI. (a Pó-síkság keleti része és a Velencei-öböl) és a VII. (az Adriai-tenger középső része) szektorban, 1957–2002.

ciklon-intenzitásának elemzésére. Kutatásainkat az ECMWF ERA-40 1°-os rácsfelbontású reanalízis adatbázisának tengerszintre átszámított légnyomás mező alapján végeztük. Vizsgálataink eredményeit az alábbiakban foglaljuk össze.

1. A legnagyobb ciklogenezis gyakorisági értékek a Genovai-öböl térségében figyelhetők meg. Két másik ciklon keletkezési központot is azonosíthatunk: az Adriai-tenger déli részén, valamint az Ibériai-félsziget keleti partvidékén.

2. A ciklonok intenzitása a tavaszi és a nyári időszakban minimálisan, míg ősszel és télen jelentősen megváltozott az 1957–2002 időszakban. Télen a teljes Földközi-tenger térségében negatív CAI trendegyütthatókat detektáltunk, melynek központja a Ligur-tenger vidéke. Ősszel viszont a ciklon aktivitás nagymértékben megnövekedett a Genovai-öböl környékén, valamint kisebb mértékben az Adriai-tenger déli részén, a Tirrén-tenger térségében, és az Ibériai-félszigettől délre a Gibraltári-szoros közelében.

3. Általában a teljes mediterrán-öbönben csökkent a ciklongyakoriság tavasszal és télen, míg ősszel növekvő trendet detektáltunk.

4. Nyáron a Genovai-öbölben, a Velencei-öbölben, valamint a Pó-síkságon jelentősen csökkent a ciklonok

gyakorisága a XX. század végére, míg Provence és a francia Cote d'Azur partvidéken, továbbá az Adriai-tenger középső részén ezzel ellentétes, növekedő tendenciát figyeltünk meg. Ez a ciklonpályák nyugati, illetve délkeleti irányba való eltolódását valószínűsíti.

Köszönetnyilvánítás. Az ERA-40 adatbázist az Európai Középtávú Időjárás Előrejelző Központ (ECMWF) állította össze és bocsátotta rendelkezésünkre. A letöltéshez az Országos Meteorológiai Szolgálat főtanácsosa, Ihász István volt segítségünkre. Kutatásainkat az OTKA T-049824 számú pályázata, az NKFP-3A/0082/2004 és az NKFP-6/079/2005 pályázatok támogatták. További segítséget nyújtott az EU VI. keretprogram CECILIA projektje (GOCE-037005) és az MTA TKI Alkalmazkodás a klímaváltozáshoz című, 2006/TKI/246 számú programja.

**Bartholy Judit, Pongrácz Rita,
Pattantyús-Ábrahám Margit**

Irodalomjegyzék

- Bartholy, J., Pongrácz, R., Pattantyús-Ábrahám, M., 2006:* European cyclone track analysis based on ECMWF ERA-40 datasets. *Int. J. Climatology* 26, 1517-1527.
- Bartholy, J., Pongrácz, R., Pattantyús-Ábrahám, M., 2007:* A cirkulációs viszonyok változásának elemzése az atlanti-európai térségben. *Léggör* 52/1, 18-24.

Bengtsson, L., Hodges, K.I., Roeckner, E., 2006: Storm track and climate change. *J. Climate* 19, 3518-3543.

Blackmon, M.L., 1976: A climatological spectral study of the 500 mb geopotential height of the Northern Hemisphere. *J. Atmos. Sci.* 33, 1607-1623.

Blender, R., Fraedrich, K., Lunkeit, F., 1997: Identification of cyclone-regimes in the North-Atlantic. *Q. J. R. Meteorol. Soc.* 123, 727-741.

Geng, Q., Sugi, M., 2003: Possible change of extratropical cyclone activity due to enhanced greenhouse gases and sulfate aerosols - Study with a high-resolution AGCM. *J. Climate* 16, 2262-2274.

Hoskins, B.J., Valdes, P.J., 1990: On the existence of storm tracks. *J. Atmos. Sci.* 47, 1854-1864.

Pongrácz R., Bartholy J., Pattantyús-Ábrahám M., Pátkai Zs., 2006: Az Atlanti-Európai térség szinoptikus-klimatológiai vizsgálata. In: 31. Meteorológiai Tudományos Napok - Az éghajlat regionális módosulásának objektív becslését megalapozó klímadinamikai kutatások (Szerk: Weidinger T.) OMSZ, Budapest. 144-159.

Zhang, X., Walsh, J.E., Zhang, J., Bhatt, U.S., Ikeda, M., 2004: Climatology and interannual variability of arctic cyclone activity: 1948-2002. *J. Climate* 17, 2300-2317.

Meteoalarm. Veszélyjelzés Európa térségére

2007 március 21-én kezdte meg operatív működését az EUMETNET új, a tagországok hivatalos veszélyjelzési információit egységesen összefogó portálja a www.meteoalarm.eu. A projekt elsősorban a nagyközönség országhatárokon átívelő konzisztens tájékoztatását tűzte ki célul, emellett kritikus időjárási helyzetekben az előrejelzők összehangoltabb munkáját is segíti. Az oldal jelekkel és színekkel ellátott térképére pillantva azonnal látható, hogy az egyes országokban, térségekben milyen típusú és milyen veszélyességi fokozatú időjárási jelenség előfordulása várható. A veszélyjezések az aktuális napra (ma) és a következő napra (holnap) vonatkoznak. A portálon az Országos Meteorológiai Szolgálat által kiadott figyelmeztetések is megjelennek. Ezen figyelmeztetések előzik meg a csak néhány órával a veszélyes jelenség előtt kiadott riasztásokat. A hazánkra vonatkozó riasztásokat az előzetes figyelmeztetésekkel együtt a www.met.hu/hunalarm oldalon követhetjük nyomon.

Kolláth Kornél