

CIKLONOK ÉS ANTICIKLONOK HELYZETÉNEK VIZSGÁLATA EURÓPÁBAN AZ 1806–2015 KÖZÖTTI IDŐSZAKBAN

Varga-Balogh Adrienn ⁽¹⁾ , Varga László ⁽²⁾,
Leelőssy Ádám ⁽¹⁾ , Mészáros Róbert ⁽¹⁾ 

⁽¹⁾ ELTE Eötvös Loránd Tudományegyetem, Földrajz- és Földtudományi Intézet,
Meteorológiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A

⁽²⁾ GRAPHISOFT SE, 1031 Budapest, Záhony u. 7.

e-mail: vargabaloghadrienn@gmail.com; varga.lacii@gmail.com;
leelossyadam@gmail.com; meszaros.robert@ttk.elte.hu

Bevezetés

A klímaváltozás kimutatható lehet a ciklonok és anticiklonok eloszlásának, illetve helyzetének megváltozásával, mivel ezek a nagytérségű mozgásrendszerek alapvetően határozzák meg a jellemző időjárási helyzetet, illetve ennek következményeként hatással vannak a levegőminőségre is, ami – különösen a városokban – jelentős környezeti problémát okozhat. A ciklonközéppontok elhelyezkedését különböző módszerekkel kutatták (l. pl. Neu et al., 2013), illetve vizsgálták a ciklongyakoriság megváltozásának hatását is a jövőben (Leibensperger et al., 2008).

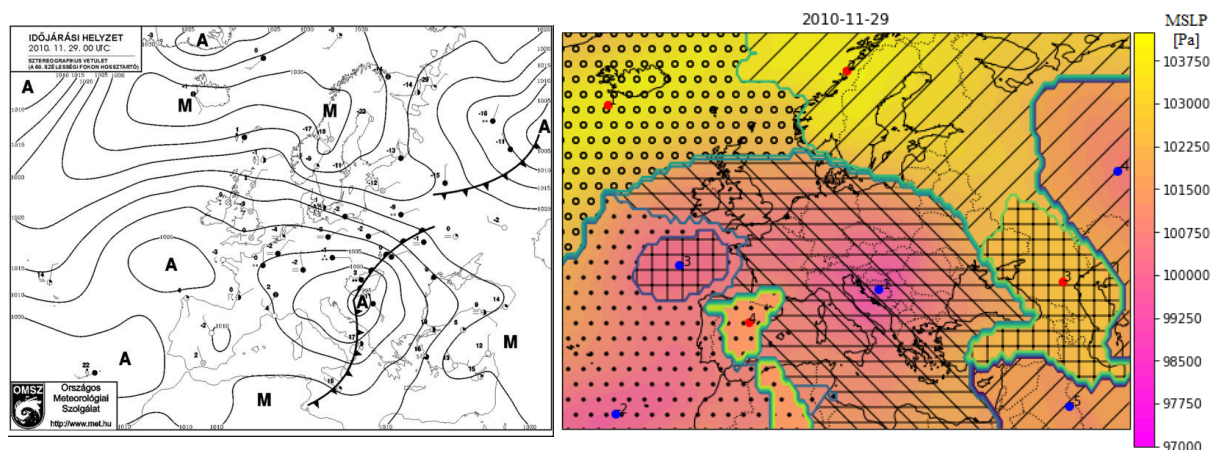
Munkánk során egy olyan automatikus módszert fejlesztettünk, mely a tengerszinti légnyomásmező alapján minden vizsgált ponthoz megadja, hogy az ciklon vagy anticiklon területén helyezkedik-e el, illetve hozzárendeli a légköri képződmény középpontját, vagyis a ciklonok középpontja mellett azt is megadjuk, hogy az mely területre hat. A légnyomásmező hosszú időre visszamenőleg elérhető az európai térségre, ezért egy több mint 200 éves adatsort tudtunk elemezni. Jelen publikációban a Budapestre ható nyomásközéppontok tér- és időbeli változásait vizsgáltuk.

Adatok, módszer leírása

Az átlagos tengerszinti légnyomás értékei a Twentieth Century Reanalysis Project (20CR) adatbázisából álltak rendelkezésünkre. Az adatsort az 1806 és 2015 közötti időszakra állították elő a teljes Földre [1 – NOAA-CIRES-DOE Twentieth Century Reanalysis (20CR)]. Vizsgálataink során az európai térség (ny.h. 30° – k.h. 55°, é.sz. 30° – 70° terület) napi (0 UTC-re vonatkozó) légnyomás adatait használtuk fel a fenti időszakra.

Az adatbázisban egy, Chelton et al. (2011) alapján készített algoritmussal a légnyomásmező lokális szélsőérték helyeit adtuk meg (ciklon-, anticiklon-középpontokat). A középpontokból kiindulva, ahhoz az izobárok mentén egyre nagyobb területet rendeltünk, egészen addig, amíg az alakzat a középpontból nézve konvex marad. Ezzel a vizsgált tartomány nagy része felosztható, az esetlegesen kimaradó részeket a legközelebbi középponthoz rendeltük.

Az eljárással a teljes európai kivágatot felosztottuk, így minden ponthoz hozzá tudtuk rendelni, hogy az melyik ciklon/anticiklon területén helyezkedik el. Az 1. ábrán mintaként az algoritmus által készített, 2010. november 29. napi felosztás (jobb oldalon) hasonlítható össze az Országos Meteorológiai Szolgálat által készített szinoptikus térképpel. Az északi területeken – a sarkokhoz közeledve – látható eltérések a két térkép különböző vetülete miatt adódtak, mivel a megjelenítéshez négyzetes hengervetületet használtunk. Az ábrán a piros középpontok az anticiklonok, a kék jelölők pedig a ciklonok középpontját mutatják az adott napon. A különböző vonalazásokkal az egyes ciklon/anticiklon területét jelöltük.

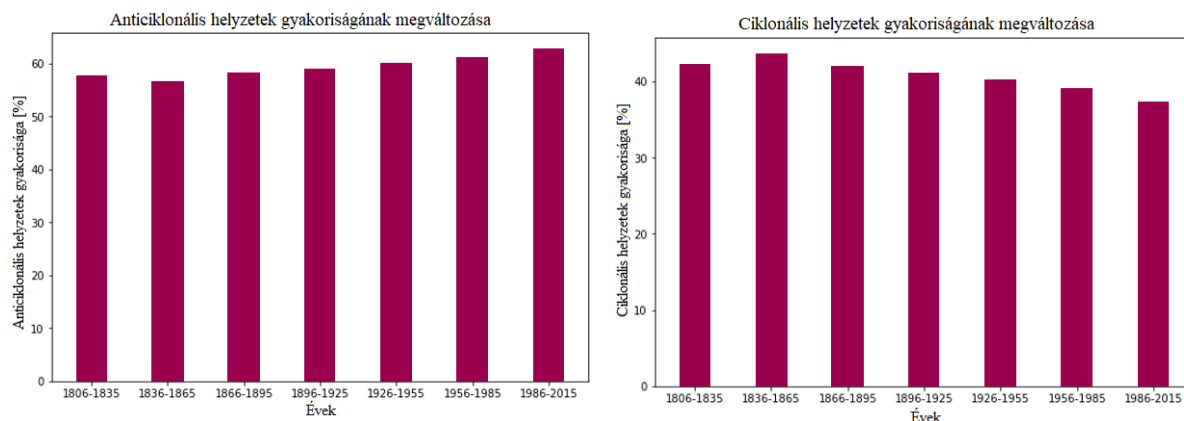


1. ábra: A 2010. 11. 29. napi szinoptikus helyzet az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) térképe (bal oldal), illetve az algoritmusunk által készített felosztás alapján (jobb oldal). A jobb oldali ábrán a piros középpontok az anticiklonok, a kék jelölők pedig a ciklonok középpontját mutatják az adott napon. A különböző vonalazásokkal az egyes ciklon/anticiklon területét jelöltük [2 – OMSZ].

Az 1806 és 2015 közötti időszoron a Budapestre ható ciklonok/anticiklonok előfordulásának gyakoriságát, illetve elhelyezkedését is elemeztük. Adott napon, a városra ható légköri képződményt annak középpontjával jelenítettük meg, így minden naphoz egy-egy pontot rendeltünk, melyeket hét, egyenként 30 éves időszakra osztva vizsgáltunk külön ciklonok és anticiklonok esetén. Az így előálló, hét-hét adatsorra jellemző elrendeződés vizsgálatához k-means klaszterezést használtunk, az anticiklonok esetén 4, a ciklonos esetén pedig 5 klaszter alkalmazásával. Így előálltak a ciklon- és anticiklon-centrumok jellemző elhelyezkedésének területei. A klaszterek súlypontjának helyzetét is vizsgáltuk, mely láthatóvá tette a középpontok jellemző elhelyezkedését, illetve annak megváltozását a kétszáz éves időszak alatt.

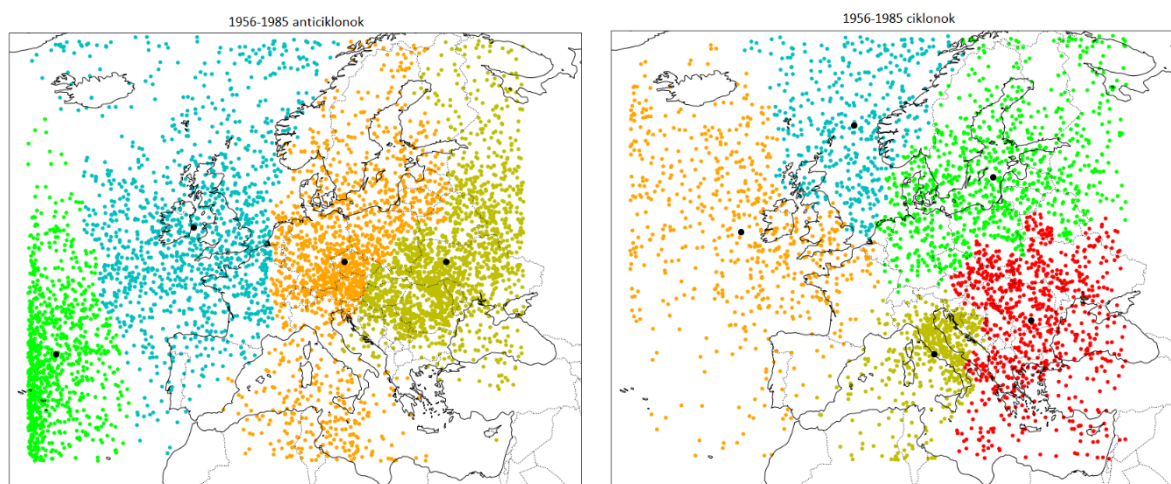
Eredmények

A 2. ábrán a Budapestre ható ciklonok (jobb oldalon) és anticiklonok (balra) arányát láthatjuk. Az ábrán látható, hogy a területre ható anticiklonális helyzetek gyakorisága növekedett, a ciklonok előfordulása pedig csökkent a vizsgált időszak során. Az első harminc éves időszak adatsora hiányosan állt rendelkezésünkre, és a későbbiekben jelentősen nagyobb bizonytalansággal terhelt, így valószínűleg ezzel összefügg, hogy nem illeszkedik a későbbi időintervallumokban megfigyelt trendhez.



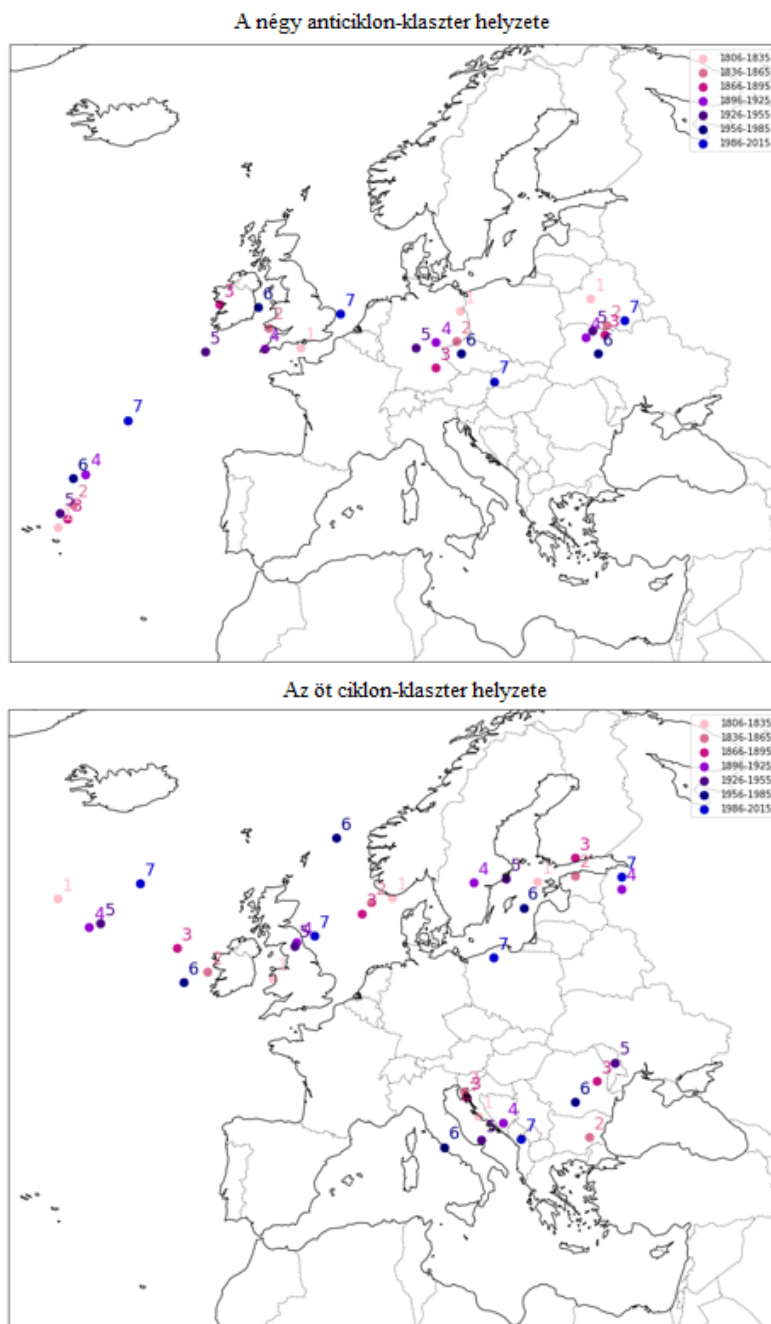
2. ábra: Anticiklonális és ciklonális helyzetek arányának megváltozása Budapesten az 1806–2015 közötti időszakban.

A jellemző középpontok mennyisége mellett a pontok térbeli elhelyezkedését is vizsgáltuk. A 30 éves időszakokban – az anticiklonális és ciklonális helyzeteket külön vizsgálva – megjelenítettük a napi jellemző légnyomási képződmény középpontját. Azért, hogy ezek jellemző elhelyezkedését vizsgálhassuk, a pontokat klasztereztük, az anticiklonok esetén 4, a ciklonok esetén pedig 5 csoportra osztottuk a középpontokat. Az 1956–1985 közötti időszakra elkészült klaszterek a 3. ábrán láthatjuk. A különböző színek az azonos klaszterbe tartozó ciklon-/anticiklon-középpontokat jelölik, a feketével jelölt pontok pedig a klaszterek súlypontját mutatják.



3. ábra: Budapestre ható anticiklonális és ciklonális képződmények középpontjainak elhelyezkedése az 1956–1985 időszakban. A színek az egy klaszterbe kerülő pontokat jelölik, a klaszter-középpontokat pedig fekete jelölők mutatják.

A klaszter-középpontok helyzetét a 30 éves időszakokban a 4. ábrán láthatjuk. Az anticiklonok klaszter-középpontjait a felső, a ciklonokét az alsó térkép mutatja. Az egyes színek az egyes harmincéves időszakokhoz tartoznak. Az anticiklonok esetén a négy klaszter jól elkülöníthető, az egyes időszakokban a klaszterek középpontjai kisebb eltéréseket mutatnak. Leginkább a Budapesthez közeli középponttal rendelkező anticiklonok a gyakoriak, ezek mellett nagy elemszámú klaszter az Azori-szigetekhez közeli középponttal rendelkező anticiklonok hatása is országunk időjárására, a negyedik csoportot pedig a tőlünk észak-nyugatra elhelyezkedő anticiklonok adják. Ciklonok esetén az egyes időintervallumok között nagyobb eltérések láthatók a klasztereken belül. Jól látható, hogy a tőlünk északra elhelyezkedő ciklonok mellett a mediterrán ciklonok is jelentős mennyiségben fordulnak elő, és alakítják országunk időjárását. A leginkább szembetűnő változás, hogy az utolsó két időszak esetén az Azori anticiklonhoz kötődő klaszter középpontja látványosan északabbra helyezkedik el, mint az első időszakok esetén. A ciklonoknál a mediterrán térségben látható változás, itt a középpontok délebbre tolódása figyelhető meg.



4. ábra: Budapestre ható anticiklonális és ciklonális helyzetek középpontjaiból előálló klaszterek középpontja az 1806–2015 közötti 30 éves időszakokban.

Összefoglalás

Munkánk során egy automatikus módszert fejlesztettünk, mely segítségével a tengerszinti átlagos légnyomásmező alapján a ciklonok és anticiklonok elhelyezkedését adhatjuk meg. A Twentieth Century Reanalysis Project napi adatsora alapján az 1806–2015 időszakban vizsgáltuk a légnyomási képződmények elhelyezkedését. Jelen munkában a Budapestre ható ciklonok és anticiklonok arányát és jellemző elhelyezkedését vizsgáltuk.

Az eredmények alapján láthatjuk az országunkra ható légköri képződmények jellemző elhelyezkedését, illetve az egyes középpontok megváltozását az időszak során. A ciklonok és anticiklonok arányának megváltozása szembetűnő a vizsgált időszakban. Az anticiklonális

helyzetek arányának növekedése, és az ezzel összefüggő időjárási viszonyok – egyéb tényezők mellett akár a levegőminőség romlásához is hozzájárulhatnak Budapesten.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap K-128805, és K-128818 pályázatai támogatták. A kutatás az Éghajlatváltozás Nemzeti Multidiszciplináris Laboratórium RRF-2.3.1-21-2022-00014 számú projekt keretében valósul meg.

Hivatkozások

- Chelton, D.B., Schlax, M.G., Samelson, R.M., 2011: Global observations of nonlinear mesoscale eddies. *Progress in Oceanography*, 91: 167–216.
<https://doi.org/10.1016/j.pocean.2011.01.002>
- Leibensperger, E.M., Mickley, L.J., Jacob, D.J., 2008: Sensitivity of US air quality to mid-latitude cyclone frequency and implications of 1980–2006 climate change. *Atmos. Chem. Phys.*, 8: 12253–12282. <https://doi.org/10.5194/acpd-8-12253-2008>
- Neu, U., Akperov, M.G., Bellenbaum, N., Benestad, R., Blender, R., Caballero, R., Coccozza, A., Dacre, H.F., Feng, Y., Fraedrich, K., Grieger, J., Gulev, S., Hanley, J., Hewson, T., Inatsu, M., Keay, K., Kew, S.F., Kindem, I., Leckebusch, G.C., Liberato, M.L.R., Lionello, P., Mokhov, I.I., Pinto, J.G., Raible, C.C., Reale, M., Rudeva, I., Schuster, M., Simmonds, I., Sinclair, M., Sprenger, M., Tilinina, N.D., Trigo, I.F., Ulbrich, S., Ulbrich, U., Wang, X.L., Wernli, H., 2013: IMILAST: A Community Effort to Intercompare Extratropical Cyclone Detection and Tracking Algorithms. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 94: 529–547. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00154.1>

Internetes hivatkozások

- [1 – NOAA-CIRES-DOE Twentieth Century Reanalysis (20CR)]
https://psl.noaa.gov/data/20thC_Rean/
- [2 – OMSZ] https://www.met.hu/idojaras/aktualis_idojaras/napijelentes_2005-2019/

ORCID

- Varga-Balogh A.  <https://orcid.org/0000-0002-5210-5854>
- Leelőssy Á.  <https://orcid.org/0000-0001-9583-0127>
- Mészáros R.  <https://orcid.org/0000-0002-0550-9266>