

## A BLOCKING JELENSÉG SZINOPTIKUS KLIMATOLÓGIAI VIZSGÁLATA AZ ATLANTI-EURÓPAI TÉRSÉGBEN

Iván Márk<sup>(1)</sup>, Dezső Zsuzsanna<sup>(1)</sup> , Bartholy Judit<sup>(1,2)</sup> , Pongrácz Rita<sup>(1,2)</sup> 

<sup>(1)</sup>ELTE Meteorológiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A

<sup>(2)</sup>ELTE TTK Kiválósági Központ, 2462 Martonvásár, Brunszvik u. 2.

e-mail: [ivanmark90@caesar.elte.hu](mailto:ivanmark90@caesar.elte.hu), [dezsozsuzsi@caesar.elte.hu](mailto:dezsozsuzsi@caesar.elte.hu),

[bartholy@caesar.elte.hu](mailto:bartholy@caesar.elte.hu), [prita@nimbus.elte.hu](mailto:prita@nimbus.elte.hu)

### Bevezetés

A Napból érkező sugárzási energia a földfelszínen egyenlőtlenül oszlik el, ezért az Egyenlítő és a sarkvidékek között globális skálájú légköri és óceáni transzportfolyamatok biztosítják az energia kiegyenlítődését. A közepes szélességeken, az Egyenlítőtől a pólusok felé irányuló hőszállítás számottevő része az óceáni áramlások mellett a légköri transzportfolyamatok révén valósul meg (Trenberth és Caron, 2001). A mérsékelt övben a hosszú idő átlagában vett uralgó szélirány, a nyugatról kelet felé irányuló légmozgás olykor deformációt szenved és meridionálissá válik. Amennyiben ez a jelenség hosszabb ideig (három naptól akár több hétig is) fennáll, akkor ún. blocking jelenségről beszélünk, ami fajtájától függően tartósan csapadékos vagy aszályos időjárást okozhat. A felső-troposzférikus áramlási- és geopotenciálmező mintázatától függően beszélhetünk: (i) omega-blockingről, (ii) blokkoló anticiklonról, (iii) cut-off ciklonról és (iv) rex-blockingről.

### A blocking jelenség típusainak bemutatása

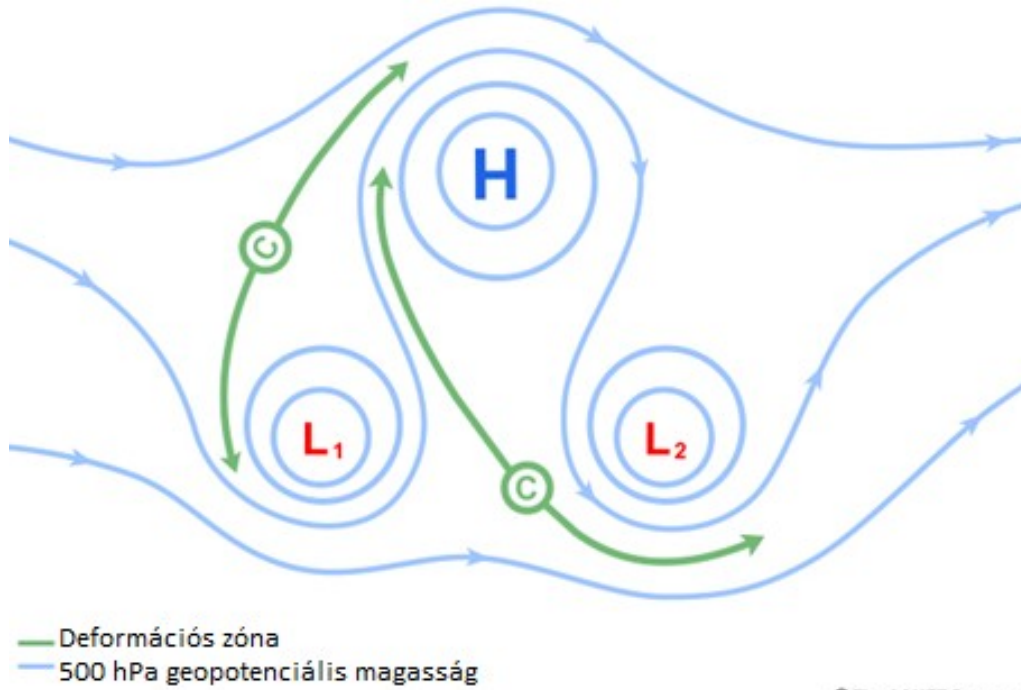
A blocking különféle típusai a felső-troposzférikus geopotenciálmezőben megjelenő alacsony- és magasnyomású központok különböző térbeli elhelyezkedésű konfigurációjaként azonosíthatók. Az alacsony- és magasnyomású légköri képződmények (azaz mérsékeltövi ciklonok és anticiklonok) egymáshoz viszonyított helyzete alapján osztályozzuk őket.

(i) Az omega-blocking egy anticiklon és két ciklon konfigurációt jelenít meg (*1. ábra*). A magasnyomású képződmény belsejében gyenge légmozgás, sok esetben igen jelentős szárazság, míg tőle délkeletre és délnyugatra az alacsony nyomású képződményekben csapadékos időjárás a jellemző.

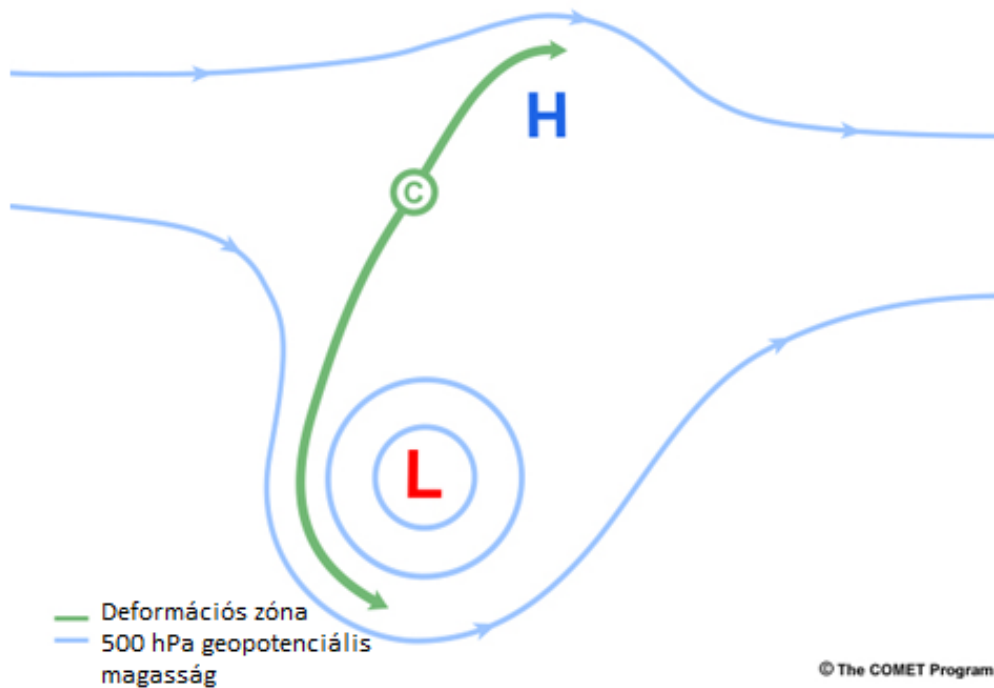
(ii) A cut-off ciklon egy alacsonynyomású légköri képződmény: az 500 hPa-os nyomási szinten egy, a vezető áramlásról leszakadó, zárt cirkulációjú ciklonális örvény jön létre, melyet minden irányból magasabb geopotenciállal rendelkező területek vesznek körbe (*2. ábra*).

(iii) A blokkoló anticiklon egy magasnyomású légköri képződmény. Ez a jelenség hosszú napokon át tartó stagnáló időjárási helyzetet, télen gyakran hosszantartó ködöt, páráságot, míg nyáron szárazságot és magas talajközeli hőmérsékletet eredményez.

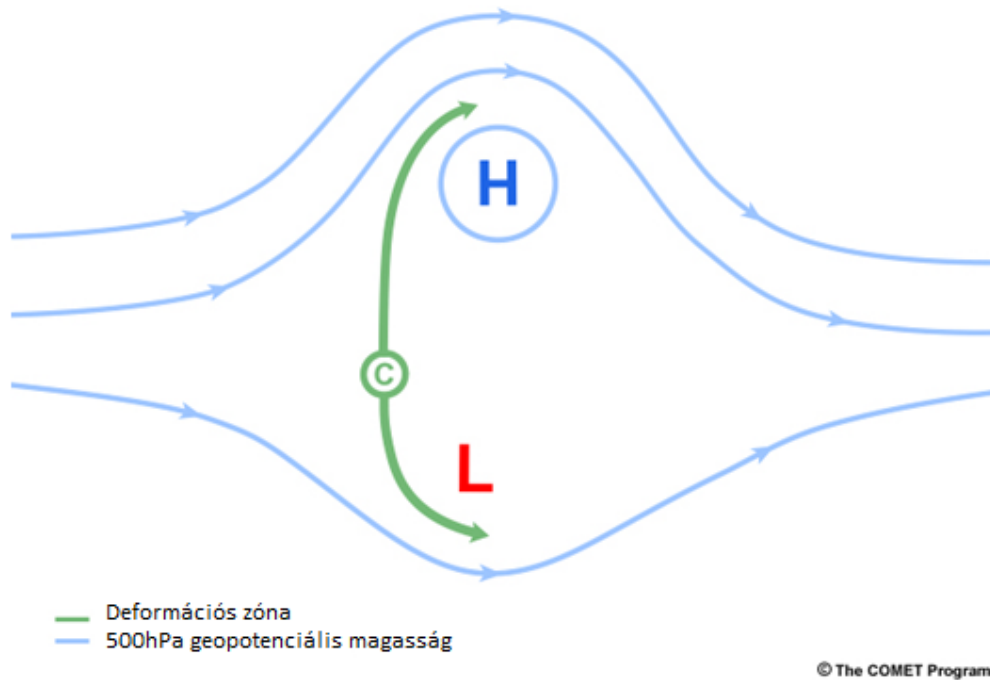
(iv) Az ún. rex-blocking egy olyan szinoptikus skálájú légköri jelenség, ahol a hőmérsékleti mező megszokott zonális – a pólus felé csökkenő – elrendeződése (Fleming et al., 1990) megváltozik, és az északabbra fekvő területen egy pozitív, délebbre pedig egy negatív hőmérsékleti anomália jelenik meg. A légköri blocking ezen típusa szerkezetileg egy anticiklonból és egy ciklonból áll. A két nyomású képződmény egymáshoz viszonyított helyzete észak-déli irányú, s a magas légnyomású képződmény északabbra, míg az alacsony légnyomású délebbre helyezkedik el.



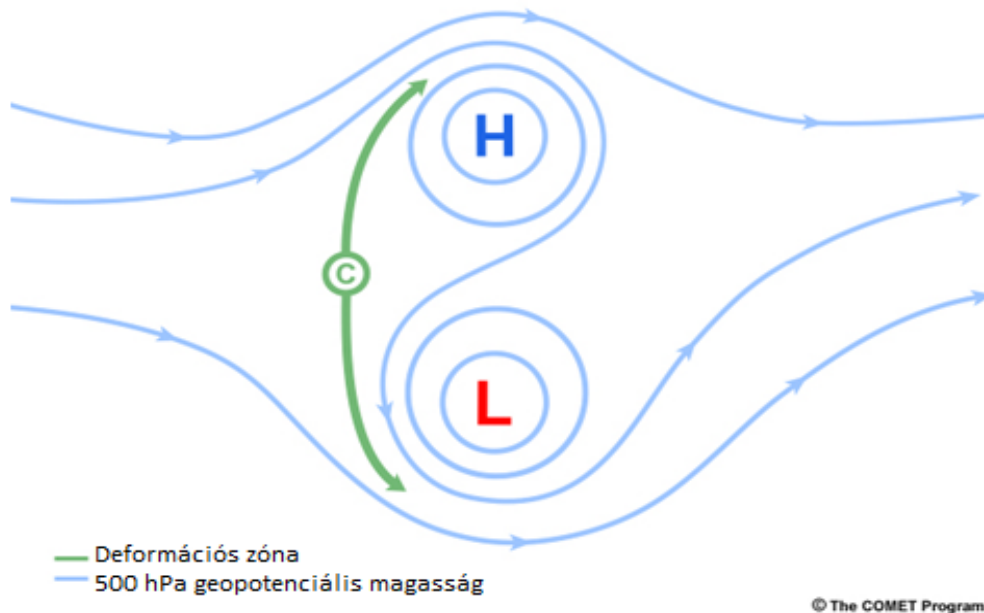
1. ábra: Omega-blocking szerkezet, ahol L az alacsony nyomás, H a magas nyomás, a kék vonalak az áramvonalak az 500 hPa-os nyomási szinten, forrás: <http://www.comet.ucar.edu/>.



2. ábra: Cut-off ciklon szerkezet, ahol L az alacsony nyomás, H a magas nyomás, a kék vonalak az áramvonalak az 500 hPa-os nyomási szinten, forrás: <http://www.comet.ucar.edu/>.



3. ábra: Blokkoló anticiklon szerkezet, ahol L az alacsony nyomás, H a magas nyomás, a kék vonalak az áramvonalak az 500 hPa-os nyomási szinten, forrás: <http://www.comet.ucar.edu/>.

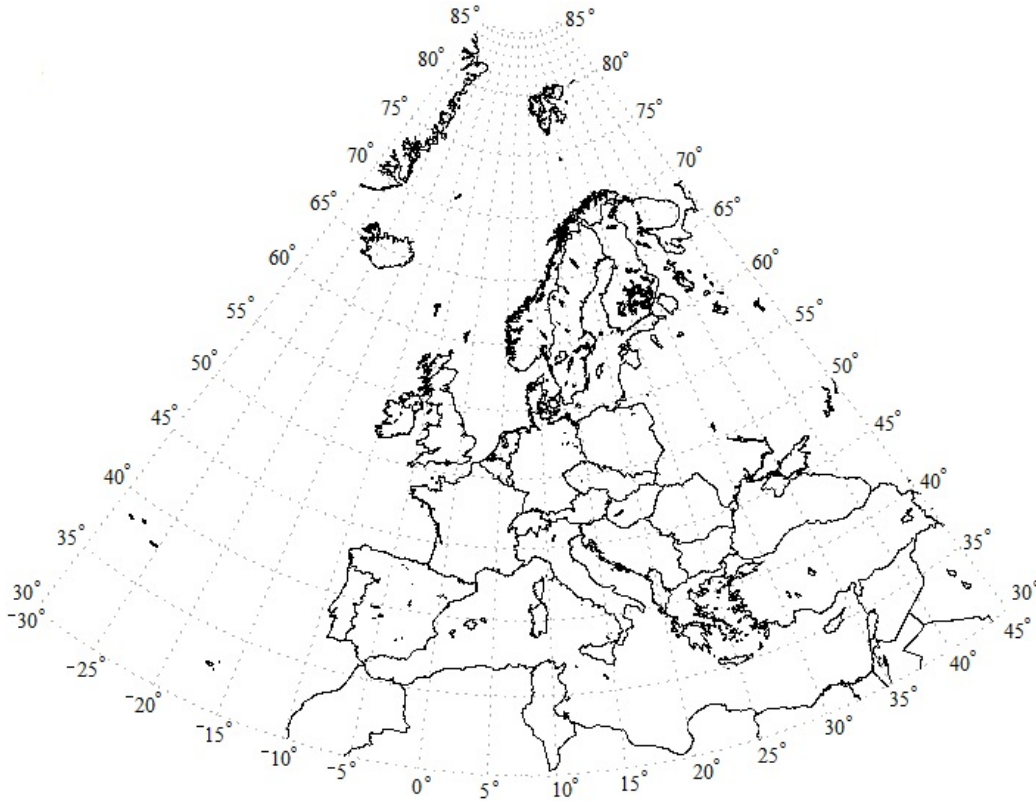


4. ábra: Rex-blokk szerkezet, ahol L az alacsony nyomás, H a magas nyomás, a kék vonalak az áramvonalak az 500 hPa-os nyomási szinten, forrás: <http://www.comet.ucar.edu/>.

A továbbiakban bemutatunk néhány, a blocking jelenség jellemzésére kidolgozott ún. blocking-indexet, s azok számítási módszereit.

## A felhasznált adatbázis

A számításainkat az 1° horizontális rácsfelbontású ERA-Interim reanalízis adatokkal végeztük el, melyeket az ECMWF<sup>1</sup> szabadon hozzáférhető adatbázisából töltöttünk le. A vizsgálatainkat az 5. ábrán látható atlanti-európai térségre végeztük el az 1981–2000 közötti időszakra.



5. ábra: A vizsgálati terület északi és déli határai: É.sz. 85° és 30°, nyugati és keleti határa: Ny.h. 30° és K.h. 45°.

## Az alkalmazott blocking indexek bemutatása

A blocking jelenség egzisztenciájának és erősségének vizsgálatára többféle mérőszámot, ún. blocking-indexet is kidolgoztak. Az általunk alkalmazott indexek, számítási módszerek (Tibaldi és Molteni, 1990; Tibaldi et al., 1993; Trigo et al., 2004; Schalge et al., 2011) mindegyike ugyanazt az elvet követi, azonban kisebb változtatásokat tartalmaznak. A blocking-indexek, számítási módszerek alapelve az, hogy egy adott hosszúsági fok mentén vizsgáljuk az 500 hPa-os főizobár-szint geopotenciális magasságának gradiensét egy központi földrajzi szélességtől északi és déli irányban. A 6. ábra a Tibaldi és Molteni (1990) által kidolgozott módszert (TM90) szemlélteti. A geopotenciális magassági gradiensek (GHGN<sup>2</sup> és GHGS<sup>3</sup>) kiszámítása északi, illetve déli irányban rendre az (1) és (2) egyenlet alapján történik.

$$GHGN = \frac{Z(\Phi_n) - Z(\Phi_0)}{\Phi_n - \Phi_0} \quad (1)$$

<sup>1</sup> European Centre for Medium-Range Weather Forecasts: Európai Középtávú Időjárás Előrejelzési Központ

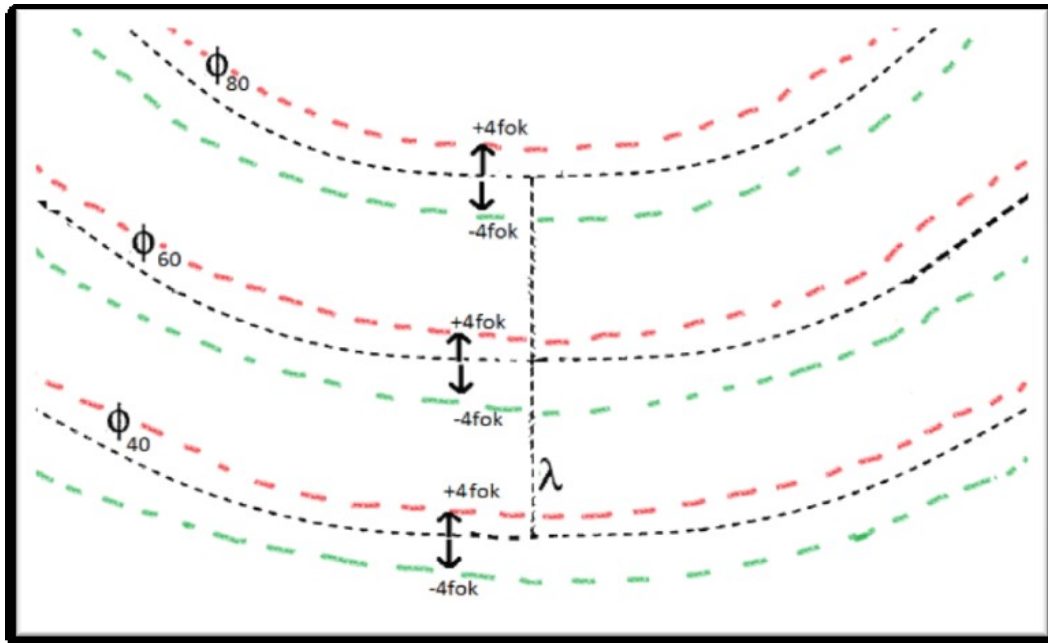
<sup>2</sup> Geopotential Height Gradient North: északi irányú geopotenciális magassági gradiens

<sup>3</sup> Geopotential Height Gradient South: déli irányú geopotenciális magassági gradiens

$$GHGS = \frac{Z(\Phi_0) - Z(\Phi_S)}{\Phi_0 - \Phi_S} \quad (2)$$

ahol:

$$\begin{aligned} \Phi_n &= 80^\circ + \Delta \\ \Phi_0 &= 60^\circ + \Delta \\ \Phi_S &= 40^\circ + \Delta \\ \Delta &= 4^\circ, 0^\circ, -4^\circ \end{aligned}$$



6. ábra: A TM90 blocking-index számítási módszer során vizsgált földrajzi szélességek Tibaldi és Molteni (1990) alapján.

A 6. ábrán látható három kitüntetett szélesség: a 40°, 60°, 80° földrajzi szélesség; adott  $\lambda$  hosszúsági kör mentén e szélességi körök által kijelölt pontokban számítjuk ki az 500 hPa-os nyomási szint geopotenciális magasságának ( $\Phi_{80}, \Phi_{60}, \Phi_{40}$ ) különbségét az (1) és (2) egyenlet alapján. Felhasználva a  $\Delta$  három különböző értékét, mind az északi, mind a déli tartományra három-három különbséget kapunk, melyek közül a legnagyobb északit és legnagyobb délit összevetjük az előre meghatározott küszöbértékekkel, azaz rendre a (3) és a (4) egyenlettel. Ha mind az északi, mind a déli értékek megfelelnek ezeknek a kritériumoknak, akkor a vizsgált napon az adott  $\lambda$  hosszúsági kör mentén a definiált mértékű anomália lépett fel. Ahhoz, hogy ezt a folyamatot blocking jelenségnek tekintsük, legalább négy egymást követő napon teljesülni kell ezeknek az anomália kritériumoknak.

$$GHGN < -\frac{10 \text{ gpm}}{\text{szélességi fok}} \quad (3)$$

$$GHGS > \frac{0 \text{ gpm}}{\text{szélességi fok}} \quad (4)$$

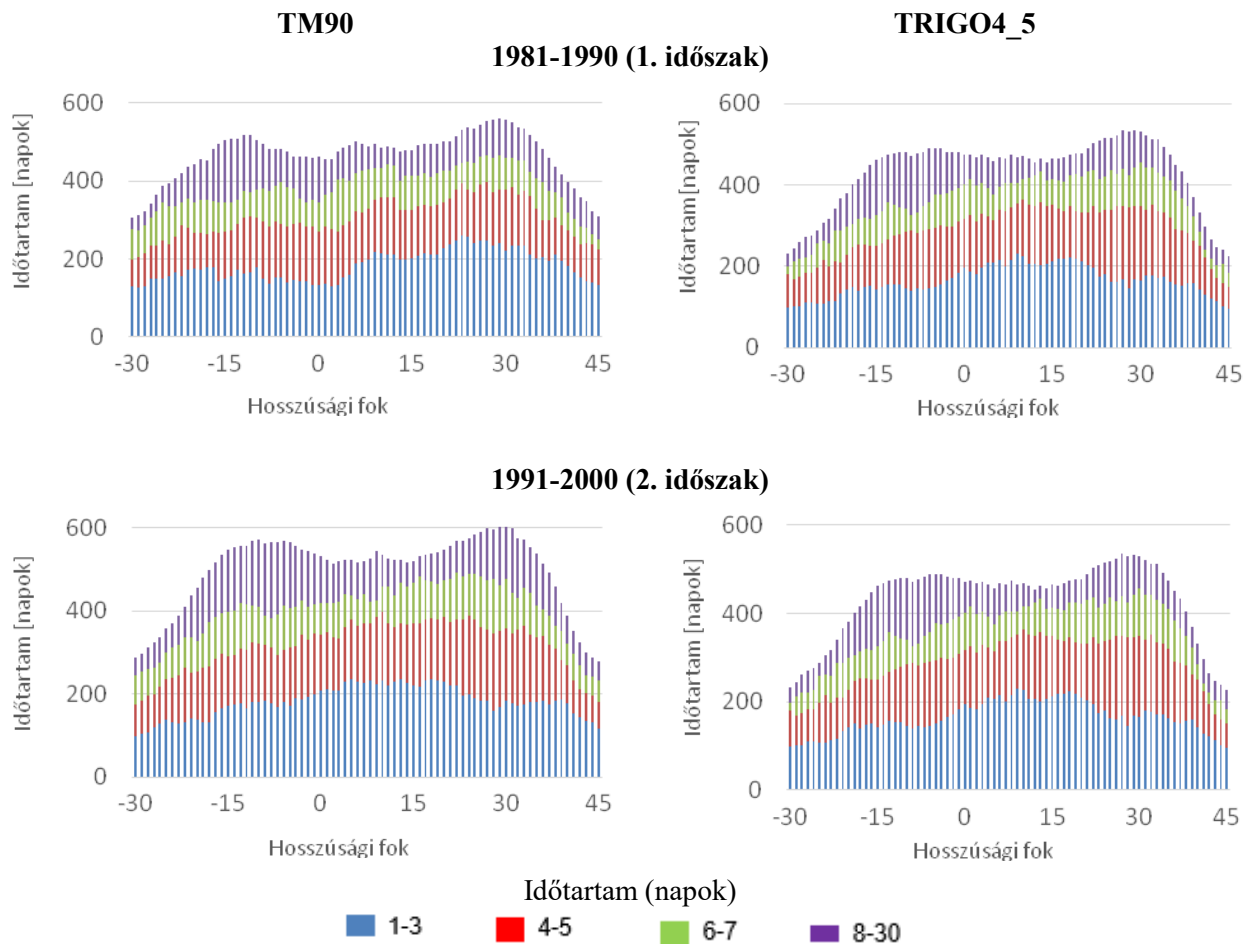
A szakirodalmi forrásokban fellelhető számítási módszerek többsége a különbségek számításában, azaz a kitüntetett szélességek megválasztásában és a  $\Delta$  értékeiben tér el egymástól (1. táblázat).

1. táblázat: A különböző blocking-index számítási módszerek során alkalmazott paraméter-értékek.

Szakirodalom	Módszer rövid neve	GHGN alapszélessége	GHGS alapszélessége	$\Delta$	Kitüntetett szélességek
Tibaldi & Molteni, 1990	TM90	20°	20°	4°	80°; 60°; 40°
Tibaldi & Molteni, 1990	TM90_15	15°	15°	4°	75°; 60°; 45°
Tibaldi et al., 1993	TTNP93	20°	20°	3,75°	80°; 60°; 40°
Trigo et al., 2004	TRIGO4_2.5	17,5°	20°	5°	77,5°; 60°; 40°
Trigo et al., 2004	TRIGO4_5	17,5°	20°	2,5°	77,5°; 60°; 40°
Schalge et al., 2011	BRK11	18,75°	21,25°	3,75°	78,75°; 60°; 38,75°

## Eredmények

A vizsgálatunk során az 1. táblázatban feltüntetett összes módszer segítségével két egymást követő tízéves periódus (1981–1990 és 1991–2000) minden napjára, a vizsgált tartomány mindenegyes hosszúsági körére meghatároztuk a blocking-index értékét.



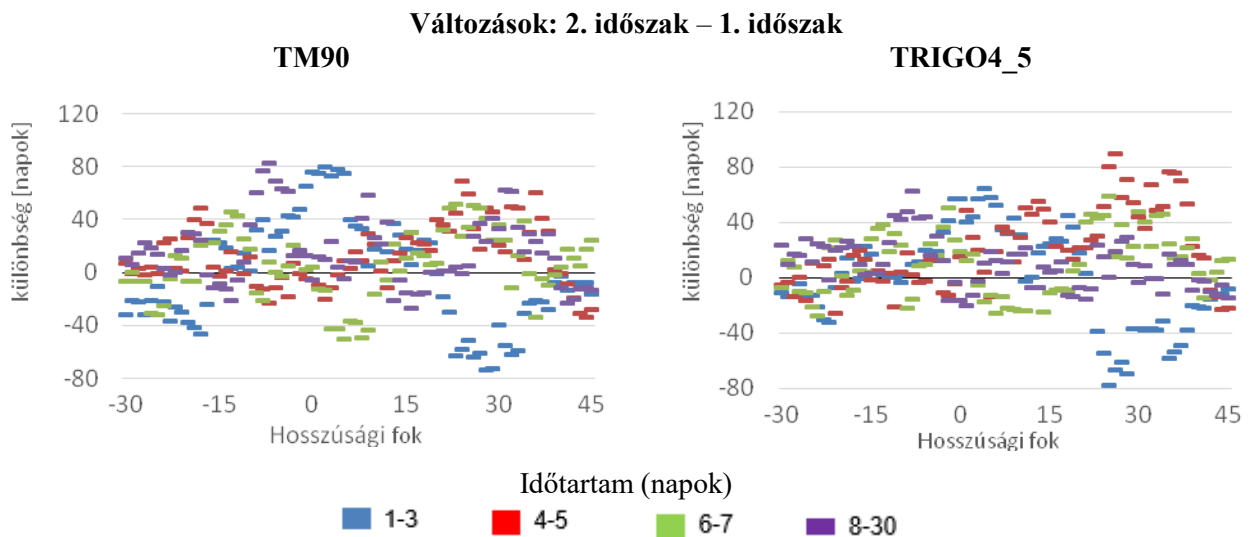
7. ábra: A TM90 (balra) és TRIGO4\_5 (jobbra) módszerrel meghatározott blocking események földrajzi eloszlása és az időtartam szerinti gyakorisága.

Ezután megvizsgáltuk, hogy egy-egy rácspontban a kapott gradiensek hány egymást követő napon feleltek meg mind a (3), mind a (4) kritériumnak, tehát egy-egy blocking esemény hány napig állt fenn. Jelen tanulmányban a TM90 (Tibaldi és Molteni, 1990) és a TRIGO4\_5 (Trigo et al., 2004) módszerrel kapott eredmények kerülnek bemutatásra a

7. ábrán. A vizsgálat mind a két időszakban tíz-tíz évre vonatkozik, így ha például vesszük, a TRIGO4\_5 módszert és a második időszakot, akkor az x-tengely mentén választott 15. keleti hosszúsági fokon a hozzá tartozó y-tengelybeli érték 450 körüli. Ez azt jelenti, hogy a tíz év alatt ezzel a módszerrel, 450 napon volt detektálható blocking jelenség. Ez a 450 nap a különböző időhosszúságú blocking események összege a példaként választott 15. keleti hosszúsági fokon.

Az látható a grafikonokon, hogy a különböző színnel jelölt különböző időtartamú anomáliák előfordulási gyakoriságát hogyan befolyásolja a földrajzi elhelyezkedés. Mindkét módszerrel arra az eredményre jutottunk, hogy a K.h. 30° körül a leggyakoribbak a blocking események, és megjelenik egy másodlagos maximum a Ny.h. 10° körül. Míg az előbbi keleti lokális maximum túlnyomó részben szárazföldi felszín felett helyezkedik el, addig a nyugati lokális maximum óceáni vízfelszín felett található. Mindezek mellett a rövidebb időtartamú anomáliák gyakorisága nagyobb, mint a hosszabb időtartamú anomáliáké.

A két időszak eltérő sajátosságait vizsgálva látható, hogy a vizsgálati terület keleti oldalán a 4–5 napos, illetve a 6–7 napos anomáliák gyakorisága megnövekedett, míg az 1–3 napos időhosszúságú anomáliák gyakorisága csökkent (8. ábra). Tehát összességében a vizsgált két évtized alapján gyakoribbá váltak a blocking események (amiről definíció szerint akkor beszélünk, ha az anomália legalább három napig fennáll). Ezzel szemben a vizsgálati tartomány nyugati oldalán csak kisebb mértékű változás volt tapasztalható.



8. ábra: A TM90 (balra) és TRIGO4\_5 (jobbra) módszerrel meghatározott blocking események földrajzi eloszlásában megjelenő változás a két 10 éves időszak vonatkozásában.

## Összefoglalás

Az eredmények alapján látható, hogy a felszín óceáni vagy szárazföldi jellege, és e két felszíntípus adott hosszúsági kör menti egymáshoz viszonyított aránya nagymértékben befolyásolhatja az anomáliák fennmaradását, azaz a blocking helyzetek időtartamát. A két vizsgált évtized összevetése során látható volt, hogy a szárazföldi felszín felett jóval nagyobb mértékű változékonyság volt detektálható, mint az óceáni vízfelszín felett.

Fontos hangsúlyozni, hogy az eredmények mindössze két évtizedre, az 1981–1990 és az 1991–2000 közötti időszakokra vonatkoznak, de a blocking jelenségkörben tapasztalható változékonyság és az esetleges hosszabb távú tendenciák alaposabb elemzéséhez hosszabb időszak vizsgálatára lenne szükség. Ezért azt tervezzük, hogy a kutatásainkat – más adatbázisok felhasználásával – a teljes XX. évszázadra kiterjesztjük.

## Köszönetnyilvánítás

Kutatásainkat a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap K120605 és K-129162 számú projektjei, az Európai Regionális Fejlesztési Alap Széchenyi 2020 programja az AgroMo projekt (GINOP-2.3.2-15-2016-0028) keretében, az Emberi Erőforrások Minisztériuma az ELTE Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Program (1783-3/2018/FEKUTSRAT) keretében, valamint az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíja támogatta.

## Hivatkozások

- Fleming, E.L., Chandra, S., Barnett, J.J., Corney, M., 1990: Zonal Mean temperature, pressure, zonal wind and geopotential height as functions of latitude. *Advances in Space Research*, 10: 11–59. [https://doi.org/10.1016/0273-1177\(90\)90386-E](https://doi.org/10.1016/0273-1177(90)90386-E)
- Tibaldi, S., Molteni, F., 1990: On the operational predictability of blocking. *Tellus*, 42A: 343–365. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0870.1990.t01-2-00003.x>
- Tibaldi, S., Tosi, E., Navarra, A., Pedulli, L., 1993: Northern and Southern Hemisphere Seasonal Variability of Blocking Frequency and Predictability. *Monthly Weather Review*, 122: 1971–2003. [https://doi.org/10.1175/1520-0493\(1994\)122<1971:NASHSV>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0493(1994)122<1971:NASHSV>2.0.CO;2)
- Trenberth, K.E., Caron, J.M., 2001: Estimates of Meridional Atmosphere and Ocean Heat Transports. *Journal of Climate*, 1: 3433–3443. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2001\)014<3433:EOMAAO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2001)014<3433:EOMAAO>2.0.CO;2)
- Trigo, R.M., Trigo, I.F., DaCamara, C.C., Osborn, T.J., 2004: Winter blocking episodes in the European-Atlantic sector: climate impacts and associated physical mechanisms in the NCEP reanalysis. *Climate Dynamics*, 23: 17–28. <https://doi.org/10.1007/s00382-004-0410-4>
- Schalge, B., Blender, R., Fraedrich, K., 2011: Blocking Detection Based on Synoptic Filters. *Advances in Meteorology*, 2011: 717812, 11p. <https://doi.org/10.1155/2011/717812>
- 

## ORCID

- Dezső Zs.  <https://orcid.org/0000-0003-1325-1303>
- Bartholy J.  <https://orcid.org/0000-0002-3911-7981>
- Pongrácz R.  <https://orcid.org/0000-0001-7591-7989>