

Eötvös Loránd Tudományegyetem  
Meteorológiai Tanszék

**Makrocirkulációs rendszerek  
és kapcsolatuk a téli időszak  
időjárásával Magyarországon**



**Készítette:**

**Tabi Krisztián**

**Témavezető:**

**Tóth Tamás és Kolláth Kornél**

Országos Meteorológiai Szolgálat

**Konzulens:**

**dr. Matyasovszky István**

ELTE Meteorológiai Tanszék

Budapest, 2010.

## Köszönetnyilvánítás

Megköszönöm témavezetőimnek, Tóth Tamásnak és Kolláth Kornélnak, továbbá konzulensemnek, dr. Matyasovszky Istvánnak a diplomamunkám elkészítéséhez nyújtott önzetlen segítségüket.

Köszönöm Fodor Zoltánnak, hogy hasznos tanácsaival, értékes észrevételeivel, illetve a rendelkezésemre bocsátott adatokkal hozzájárult a dolgozat elkészítéséhez.

Köszönettel tartozom Tölgyesiné Puskás Mártának, hogy a szakirodalom felkutatásában minden segítséget megadott munkám során.

Köszönöm az Országos Meteorológiai Szolgálatnak, hogy a diplomamunkában felhasznált mérési és megfigyelési adatokat elérhetővé tette számomra.

Továbbá köszönet illeti a National Oceanic and Atmospheric Administration Climate Prediction Center-t (NOAA CPC) a cirkulációs indexek adatsoraiért, valamint a National Centers for Environmental Prediction, National Center for Atmospheric Research-t (NCEP/NCAR) a reanalízis-adatokért.

Végül, de nem utolsósorban köszönöm Családomnak a támogatásukat.

# Tartalomjegyzék

<b>1. BEVEZETÉS</b>	<b>5</b>
<b>2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS</b>	<b>7</b>
<b>3. A VIZSGÁLT MAGYARORSZÁGI ÁLLOMÁSOK ÉS A FELHASZNÁLT ADATOK JELLEMZÉSE</b>	<b>19</b>
<b>3.1. AZ ÁLLOMÁSOK KIVÁLASZTÁSÁNAK MÓDJA, A KIVÁLASZTOTT ÁLLOMÁSOK JELLEMZŐINEK RÖVID LEÍRÁSA</b>	<b>19</b>
<b>3.2. A FELHASZNÁLT MÉRÉSI ÉS MEGFIGYELÉSI ADATOK JELLEMZÉSE</b>	<b>22</b>
3.2.1. Hőmérséklet	22
3.2.1.1. Havi középhőmérséklet	22
3.2.1.2. Hőmérsékleti küszöbnapok	25
3.2.2. Csapadék	30
3.2.2.1. Havi csapadékösszeg	30
3.2.3. A hóval kapcsolatos paraméterek	33
3.2.3.1. A havas napok száma	33
3.2.3.2. A hótakarós napok száma	34
<b>4. A VIZSGÁLT MAKROCIRKULÁCIÓS RENDSZEREK ÉS AZ EZEKET LEÍRÓ INDEXEK BEMUTATÁSA</b>	<b>39</b>
<b>4.1. BEVEZETÉS</b>	<b>39</b>
<b>4.2. A CIRKULÁCIÓS TÍPUSOK AZONOSÍTÁSÁNAK ÉS AZ INDEXEK KISZÁMÍTÁSÁNAK MÓDSZERE</b>	<b>40</b>
<b>4.3. A FELHASZNÁLT CIRKULÁCIÓS RENDSZEREK JELLEGZETESSÉGEINEK ÁTTEKINTÉSE</b>	<b>44</b>
4.3.1. Észak-atlanti oszcilláció (North Atlantic Oscillation, NAO)	44
4.3.2. Kelet-atlanti rendszer (East Atlantic pattern, EA)	45
4.3.3. Kelet-atlanti/nyugat-oroszországi rendszer (East Atlantic/Western Russia pattern, EA/WR)	47
4.3.4. Skandináv rendszer (Scandinavia pattern, SCA)	49
4.3.5. Arktikus oszcilláció (Arctic Oscillation, AO)	50
<b>4.4. AZ ÉSZAK-ATLANTI TÉRSÉG TÉLKÖZÉPI CIKLIKUSSÁGA</b>	<b>52</b>
<b>5. A VIZSGÁLT MAKROCIRKULÁCIÓS RENDSZEREK RÉSZLETES JELLEMZÉSE ÉS KAPCSOLATUK AZ EGYES PARAMÉTEREKSEL</b>	<b>55</b>
<b>5.1. BEVEZETÉS</b>	<b>55</b>
<b>5.2. AZ ÉSZAK-ATLANTI OSZCILLÁCIÓ</b>	<b>56</b>
5.2.1. Észak-atlanti oszcilláció, pozitív fázis	56
5.2.2. Észak-atlanti oszcilláció, negatív fázis	58
5.2.3. Az Észak-atlanti oszcilláció és a vizsgált paraméterek kapcsolata	61

<b>5.3. A KELET-ATLANTI RENDSZER</b>	<b>67</b>
5.3.1. Kelet-atlanti rendszer, pozitív fázis	67
5.3.2. Kelet-atlanti rendszer, negatív fázis	69
5.3.3. A Kelet-atlanti rendszer és a vizsgált paraméterek kapcsolata	72
<b>5.4. A KELET-ATLANTI/NYUGAT-OROSZORSZÁGI RENDSZER</b>	<b>76</b>
5.4.1. Kelet-atlanti/nyugat-oroszországi rendszer, pozitív fázis	76
5.4.2. Kelet-atlanti/nyugat-oroszországi rendszer, negatív fázis	79
5.4.3. A Kelet-atlanti/nyugat-oroszországi rendszer és a vizsgált paraméterek kapcsolata	82
<b>5.5. A SKANDINÁV RENDSZER</b>	<b>85</b>
5.5.1. Skandináv rendszer, pozitív fázis	85
5.5.2. Skandináv rendszer, negatív fázis	88
5.5.3. A Skandináv rendszer és a vizsgált paraméterek kapcsolata	90
<b>5.6. AZ ARKTIKUS OSZCILLÁCIÓ</b>	<b>94</b>
5.6.1. Arktikus oszcilláció, pozitív fázis	94
5.6.2. Arktikus oszcilláció, negatív fázis	96
5.6.3. Az Arktikus oszcilláció és a vizsgált paraméterek kapcsolata	98
<b>5.7. AZ ÉSZAK-ATLANTI TÉRSÉG TÉLKÖZÉPI CIKLIKUSSÁGA</b>	<b>103</b>
5.7.1. Az észak-atlanti térség télközépi ciklikussága, pozitív fázis	103
5.7.2. Az észak-atlanti térség télközépi ciklikussága, negatív fázis	105
5.7.3. Az Észak-atlanti térség télközépi ciklikussága és a vizsgált paraméterek kapcsolata	107
<b>6. ÖSSZEFOGLALÁS</b>	<b>115</b>
<b>IRODALOMJEGYZÉK</b>	<b>117</b>
<b>FÜGGELÉK</b>	<b>121</b>

# 1. Bevezetés

Hazánk, illetve tágabban értelmezett földrajzi környezetünk időjárásának – sokszor rendkívüli – változékonysága régóta jól ismert tény. Már a sok évszázaddal ezelőtti leírások, így a *Réthy (1962, 1970)* által összegyűjtött feljegyzések is rendre említést tesznek szokatlanul hideg, meleg, csapadékos vagy éppen száraz időszakokról. Ugyanezt manapság saját bőrünkön is tapasztaljuk, amikor időről időre az adott évszaknak egyáltalán nem megfelelő jellegű időjárás fordul elő, vagy pedig ellenkezőleg, éppen hogy szélsőségesen hideg telek, illetve forró nyarak váltakoznak. A téli időszak még az év többi részéhez képest is kitüntetett figyelemmel bír ebből a szempontból, hiszen ekkor néha olyan mértékű extremitások is elképzelhetők, például a hőmérséklet terén, amelyek máskor nem, vagy csak egészen nagy időközönként, évtizedek, évszázadok hosszú sora alatt egy-egy alkalommal állhatnak elő. Egy laikus számára természetesen magától értetődően adódik a kérdés, hogy mégis, mik lehetnek ezeknek a jelenségeknek az okai? A szakember szemében inkább már úgy néz ki eme kérdésfelvetés, hogy egyáltalán milyen tér- és időskálán érdemes vizsgálni? Mennyire játszanak szerepet a helyi hatások? Milyen mértékben befolyásolja az időjárást egy-egy kisebb régióban a nagytérségű cirkuláció?

Az európai kontinensre végzett vizsgálatok kivétel nélkül azt az eredményt hozták, hogy a téli időszakban a szinoptikus skálájú rendszerek elhelyezkedésének, a nagy térségű cirkulációnak a hatása bármely másik évszagnál jobban megmutatkozik regionális, illetve lokális szinten is az időjárás alakulásában. Ez tulajdonképpen nem is meglepő, hiszen mindig a téli félteke az, ahol a sugárzási és a hőmérsékleti viszonyokból adódóan a légkör cirkulációja fokozottabb, vagyis a ciklonaktivitás erősebb.

Az utóbbi években hazánkban is születtek olyan munkák, amelyek a makrocirkulációs helyzeteknek, illetve az ezek leírására, jellemzésére szolgáló különböző cirkulációs típusoknak vagy indexeknek bizonyos meteorológiai paraméterekkel való kapcsolatát vizsgálják, akár szezonálisan, akár az év egészét illetően. Ez utóbbiak – például *Hirsch (1998)*, *Babolcsay (2004)* vagy *Fodor (2006)* munkái – többnyire specifikusan a Kárpát-medence térségére

„kitalált” Péczely-féle vagy Bodolainé-féle típusokat, esetleg a régebben Európában is igen széles körben elterjedt Hess-Brezowsky-féle rendszerezést, vagy éppen a saját kutatásaik alapján felállított tipizálást veszik alapul. Ezért úgy véltém, hogy érdemes lenne megvizsgálni hazánk területére vonatkozóan is bizonyos, az európai térségben általában fontos szerepet játszó makrocirkulációs rendszerek hatását.

Diplomamunkám célja tehát, hogy ezeknek a – külföldi szakirodalomban már igen sokszor felhasznált, megvizsgált rendszereknek – a magyarországi telekre, egészen pontosan a novembertől márciusig terjedő időszakra kifejtett hatását megvizsgáljam. Amellett, hogy a makrocirkulációs helyzeteket térképes ábrázolás formájában bemutatom, igyekezve ez által a főbb ok-okozati tényezőkre rámutatni, megpróbálom az egyes rendszerek és a hazai megfigyelési adatok közötti kapcsolatot rendre számszerűsítve is kifejezni. Hiszen végső soron ez az, ami leginkább kézzel fogható, és választ adhat az eredeti kérdésre, azaz hogy „mennyire”, „milyen mértékben” is befolyásolja a nagy térségű cirkuláció hazánk időjárását.

Először áttekintem a témával foglalkozó szakirodalmat, majd bemutatom azokat a mért és megfigyelt paramétereket – és ezeknek a vizsgált időszakban való alakulását –, amelyekkel kapcsolatban a számításokat elvégeztem. Ezután a felhasznált makrocirkulációs rendszerek és jelenségek azonosításának módjáról, jellegzetességeiről, tipikus megjelenési formájáról ejtek néhány szót. Majd a diplomamunka második felében elemzem a cirkulációs rendszerek és az egyes meteorológiai paraméterek kapcsolatát. Ennek során minden esetben bemutatom az adott rendszer pozitív és negatív fázisára jellemző makrocirkulációs elrendeződést, ezeknek az európai kontinens időjárására kifejtett főbb hatásait, majd pedig legvégül a magyarországi adatokkal való összefüggéseket.

## 2. Szakirodalmi áttekintés

Ez a fejezet a témával kapcsolatos szakirodalom áttekintését tartalmazza. Ennek során először röviden bemutatom a makrocirkulációs típusok azonosításának, kutatási módszereinek történeti fejlődését. Ezután pedig ismertetek néhány, a szűkebben, illetve tágabban értelmezett földrajzi környezetünkre elvégzett, a diplomamunkám témájához jól illeszkedő vizsgálatot és azok eredményeit.

A légköri cirkulációban és légnyomási elrendeződésben fellelhető, hemiszférikus, valamint globális léptékű oszcillációkkal kapcsolatos kutatás már nagyon hosszú idő óta foglalkoztatja a szakembereket. Az egyik legkorábbi, ezzel kapcsolatos publikáció *Hildebrandsson (1897)* nevéhez köthető, aki a főbb légköri akciócentrumok vizsgálata során arra a megállapításra jutott, hogy Délkelet-Ausztráliában, illetve Dél-Amerika déli területein gyakran egymással ellentétes légnyomási kép figyelhető meg. *N. Lockyer and W. J. S. Lockyer (1902)* valamint *W. J. S. Lockyer (1906)* is amellet foglaltak állást, hogy a földi cirkulációs rendszerben az alacsony frekvenciájú – vagyis mai szóhasználattal élve a szinoptikus, illetve nagyobb skálájú – jelenségek folytonos változékonysága, adott tipikus állapotok közötti ingadozása figyelhető meg.

Többek között ezek az eredmények szolgáltathatták a kiindulási alapját Sir Gilbert Walker 1909 és az 1930-as évek között e téren kifejtett munkásságának. Ő több különböző, nagy térségű légnyomási rendszert is azonosított azon az elven, hogy megpróbálta a hosszabb távú előrejelzésben hasznosnak bizonyuló egyes paramétereket felismerni és elkülöníteni. Hosszas, az egész Földre kiterjedő kutatásai után végül három ilyen nagyobb skálájú cirkulációs rendszert, valamint a hozzájuk tartozó tipikus hőmérsékleti és csapadékanómália-mezőket azonosított. Ezek az Észak-atlanti oszcilláció (NAO), az Észak-pacifikus oszcilláció (NPO) és a Déli oszcilláció (SO) voltak, és *Walker (1924)*, illetve *Walker and Bliss (1932)* munkáiban kerültek először publikálásra. A rendszerek felismerésének módja ekkor még egyszerű korrelációs eljárás alapján.

Magát a „távkapcsolat” kifejezést először *Ångström (1935)* használta, mégpedig az éghajlati fluktuációk rendszerével kapcsolatban. Később *Bjerknes*

(1969) a felszíni kényszerekre adott légköri válaszok távkapcsolati rendszeréről tett említést. Azonban tulajdonképpen egészen az 1980-as, 90-es évekig kellett várni arra, hogy a tudósok figyelme erőteljesebben a Walker által egykoron felfedezett cirkulációs rendszerek és az egyéb, a Föld más pontjain fellépő nagy térségű jelenségek közötti kapcsolat felé forduljon. Ekkor azonban ezek a kutatások természetesen már a modern módszerek, főként a különböző térbeli analízisen alapuló eljárások segítségével történtek. Ilyenek például a *Horel (1981)*, *Wallace and Gutzler (1981)*, *Barnston and Livezey (1987)*, *Mo and Ghil (1987)*, *Kushnir and Wallace (1989)*, *Rogers (1990)*, illetve *Cheng and Wallace (1993)* által leírt technikák is. A vizsgálatok alapvetően két fő területre irányulnak: egyrészt a fenti módszerekkel azonosított cirkulációs rendszerek tulajdonságaira, másrészt pedig az őket kialakító folyamatok természetére. A leggyakrabban használt statisztikai eszközök a távkapcsolatok korreláció-analízise valamint a főkomponens-analízis vagy empirikus ortogonális függvények analízise, amihez sokszor a clusteranalízist is segítségül hívják. Mindezen kutatások során több, az előzőekben említettekhez hasonló típusú távkapcsolati rendszert (pl. AO, EA, SCA) is azonosítottak.

*Rodriguez-Puebla et al. (2000)* a nagytérségű cirkuláció és a téli hónapok hőmérsékleteinek kapcsolatát vizsgálták a délnyugat-európai területeken, 1901 és 1995 között. Az elemzés során felhasznált cirkulációs rendszerek a NAO mellett az AO és az EA voltak. A vizsgálathoz a főkomponensek kiválasztásának módszerét alkalmazták a hőmérséklet idősorának analíziséhez. Megállapításaik szerint az EA megerősödésének idején Délnyugat-Európa nagy részén az átlagosnál magasabb hőmérsékletek fordulnak elő. Bár nem túl gyakori, hogy ez a távkapcsolati rendszer tartósabban dominánssá váljon az atlanti térségben, ennek ellenére, amikor fellép, akkor az egész régióban fontos szerepet játszik a hőmérséklet alakulásában. Az AO és a NAO szerepe hosszú időtávon lényegesen fontosabb: ezek Franciaországban pozitív, Dél-Spanyolországban és Észak-Afrikában pedig negatív korrelációban állnak a hőmérséklettel. Az Ibériai-félsziget legnagyobb része azonban a pozitív és a negatív korrelációjú terület határán, egy átmeneti zónában fekszik. Az egyik leglényegesebb megállapítás, amire jutottak, hogy a térségben a téli időszak hőmérsékletének alakulása jól összhangba hozható a különböző cirkulációs rendszerek változásaival



*Stapp and Jaagus (2002)* a cirkulációs típusok gyakoriságának és a hőmérséklet változékonyságának kapcsolatát dolgozta fel Európa térségére. Ezért meghatározott területre (északi szélesség 35. és 75. fok közötti, illetve nyugati hosszúság 30. foka és keleti hosszúság 60. foka közötti térség), 5\*5 fokos rácsokra havi és szezonális légnyomás- és hőmérsékleti értékeket állítottak elő. Kétféle makrocirkulációs tipizálást használtak fel, ezek közül – amint az a műből kiderül – a Hess-Brezowsky-féle Közép-Európa térségére jól alkalmazható, a Vangengeim-Girs féle ellenben használhatóbb Észak- és Kelet-Európa időjárásának leírására. A Vangengeim-Girs-féle típusok közül a W (nyugatias), E (keleties) és C (meridionális), a Hess-Brezowsky-féle rendszerből pedig a Z (zonális), H (félzonális) és M (meridionális) fajtákat különböztették meg. Az 1900 és 1998 közötti időszakra végezték el a korreláció-számítást a nyomás/hőmérséklet és a típus-gyakoriságok között, a 95 %-os szignifikancia-szint használatával.

A zonális típusokkal való kapcsolatáról elmondható, hogy a W esetén Dél-Európában erős pozitív, Észak-Európában pedig negatív korrelációt találtak, ez a tipikus zonalitás képe, azaz északon ciklonok, délen anticiklonok helyezkednek el. A Z esetén a mediterrán térség nyugati részében erős (de a fentivel gyengébb!) pozitív, ellenben Skandináviában, a Brit-szigeteken, Izlandon, Norvégiában, a Balti-tengeren és az Északi-tengeren negatív korreláció a jellemző. Ez Közép- és Dél-Európában nyugatias, Skandináviában délies áramlási helyzetet teremt. Az M és E típusok esetén pontosan a fentivel ellenkező jelenségeket tapasztaltak: Skandináviában és Észak-Oroszországban erős pozitív, Dél- és Nyugat-Európában erős negatív korreláció a jellemző. Ezekben az esetekben kontinens-szerte északi, keleti és déli irányítás az uralkodó, Közép-Európában pedig kifejezetten a meridionális irányítottság a domináns. A C típusal a fentiekhez képest gyengébb a kapcsolat. A Brit-szigeteken pozitív, Kelet-Európában és az Azori-szigeteken negatív együttthatók fordulnak elő. Ekkor a nyugati részeken magas, a keleti területeken alacsony nyomásközpont található, és erős északias áramlás jellemző Skandináviától egészen Törökországig, ellenben Délnyugat-Európában keleties irányítottság jellemző. A H típus esetén Dél- és Nyugat-Európában pozitív, Észak-Skandináviában, a Spitzbergákon és a Barents-tengeren negatív korrelációt

találtak – ekkor nyugatias, északnyugatias áramlási kép a jellemző Európa-szerte. Meg kell azonban jegyezni, hogy itt a leggyengébb a kapcsolat, mivel ebbe a H csoportba igen sok típus van besorolva.

Általában majdnem minden csoportra igaz, hogy a legerősebb a korreláció télen, és leggyengébb nyáron, kivéve a C esetében, amikor is a legerősebb a kapcsolat tavasszal és ősszel. A kétféle tipizálás között hasonlóságokat lehet találni: a pozitív és a negatív korrelációjú területek nagyjából egybeesnek (a Z és a W közötti korreláció 0,23 és 0,44 közé esik, az M és az E közötti pedig 0,08 és 0,35 közé). Ellenben különbségek is előfordulnak: a W és az E esetén a maximális korrelációjú területek északabbra esnek, mint a Z és az M esetében, azaz a Hess-Brezowsky-féle tipizálás jobban alkalmazható Közép-, Nyugat- és Dél-Európára, a Vangengeim-Girs-féle pedig Észak- és Kelet-Európára.

A hőmérséklettel való korreláció kiszámítása során megállapították, hogy ez a paraméter erősen cirkuláció-függő. Mégpedig az az érdekes eredmény jött ki, hogy az erős pozitív korrelációjú területeken erősebb a kapcsolat az átlagosnál, az erős negatív korrelációjú részeken pedig az átlagosnál gyengébb. Csakúgy, mint az összes többi említett munkában, úgy itt is, a téli félévben egészen egyértelmű kapcsolat mutatható ki. A W típus esetén pozitív a korreláció az északi területeken, a déli részeken nincs szignifikáns kapcsolat, a Z esetén pozitív Közép-Európában, ellenben északon nincs szignifikáns kapcsolat. A meridionális áramlási helyzetek gyakoribbá válása a kontinens nagy részén a normálisnál hidegebb telek megjelenését eredményezi (a legerősebb hűtő hatás Lengyelországban és Fehéroroszországban jelentkezik), így az M, az E és a C típusok esetén is erős negatív korreláció a jellemző. A maximális értékek viszont érdekes módon tavasszal és ősszel fordulnak elő – a C típus esetén erős hűtő hatás jelentkezik Kelet-Európában, az E esetén pedig erős melegítő hatás Oroszországban és Skandináviában. A zonális helyzetek esetén tavasszal és ősszel gyengébb a korreláció. A téli és nyári időszakban a kapcsolat pont ellentétes irányú egymással Észak- és Közép-Európában: a W és a Z esetében télen pozitív, nyáron negatív értékek jelentkeznek (a legerősebb negatív korreláció Dél-Skandináviában, a Balti-tengeren és a Brit-szigeteken található). Az E esetében nyáron pozitív értékek vannak északon és keleten, a maximális (> 0,4) együtthatók Finnországban, Észtországban és Északnyugat-Oroszországban fordulnak elő.

*Kishcha et al. (2002)* a nagytérségű szinoptikus elrendeződés csapadéokra vonatkozó hatásait vizsgálták Izraelre és a környező országokra vonatkozóan, az 1958 és 1998 közötti időszakra. Munkájuk során különösképpen az EA-WR rendszerrel való kapcsolatra koncentráltak, de a NAO szerepét is megvizsgálták. Ennek során megállapították, hogy a csapadékmennyiségben tapasztalható évtizedes skálájú változékonyság és az EA-WR-index között statisztikailag szignifikáns kapcsolat fedezhető fel a kérdéses területeken. A NAO hatásait gyengébbnek találták. Egészen pontosan a csapadék mennyisége általában azokban a hónapokban a legnagyobb, amikor mindkét index pozitív értékeket vesz fel. Továbbá megállapították azt is, hogy mind a csapadékban, mind a szélességi értékekben, mind pedig a légnyomásban egy közel két évtizedes periódusú változékonyság jelentkezik.

*Tomingas (2002)*, aki Észtországra vonatkozólag keresett kapcsolatot a cirkulációs viszonyok és az éghajlat változékonysága között, megállapította, hogy a légköri cirkulációt hasznosabb lehet különböző indexek segítségével, mintsem típusba sorolással módszerrel leírni. Ez utóbbi ugyanis, amennyiben a vizsgált régióknak nem közvetlenül a felhasznált nagytérségű cirkulációs folyamatok területén fekszik, pontatlan eredményre vezethet. Bár megemlíti, hogy az indexelés inkább nagy térskálán használatos, véleménye szerint kisebb skálán is hasznos lehet a dolog, ha megfelelően sikerül különböző helyi indexeket definiálni. Ennek megfelelően ő egy zonális, egy meridionális, egy délnyugat-északkelet irányú és egy délkelet-északnyugat irányú indexet hozott létre, Észtország szűkebb környezetét illetően.

Módszere a következő volt: a vizsgált régiót 9 meghatározott méretű cellára osztotta fel, az egyes cellákhoz pedig hozzárendelte az adott cellában található állomások tengerszinti légnyomás-adatainak havi illetve szezonális (azaz 3 hónap átlagból adódó) átlagát, az 1881-1997 közötti időszakra vonatkozólag. Ezekből aztán a megfelelő cellák felhasználásával a fenti indexeket képezte. 15 hazai állomás adataiból ugyancsak havi és szezonális átlaghőmérsékleteket, csapadékösszegeket képzett, illetve megállapította a hótakarós napok éves számát is. Továbbá kétféle NAO-indexet vett figyelembe, az 1946-1997 közötti időszakra: az egyik a Ponta Delgada és Stykkisholmur, a

másik pedig a Gibraltár és Reykjavík közötti légnyomás-különbség havi átlagából képezhető. A rendelkezésre álló idősorok segítségével tehát a havi illetve szezonális átlaghőmérséklet, csapadékmennyiség, hótakarós napok, a kétféle NAO-index és a definiált cirkulációs indexek közötti korrelációt vizsgálta meg, 95 %-os szignifikancia-szintet figyelembe véve.

Ennek során megállapította, hogy a hőmérséklet és a cirkulációs indexek kapcsolata erősen évszakfüggő. Szeptember és március között a zonális indexszel pozitív korrelációban áll a hőmérséklet (a maximális korrelációs együttható 0,82), áprilistól augusztusig viszont nincs szignifikáns korreláció. A meridionális index esetén a reláció pont fordított – megjegyzendő ugyanakkor, hogy bár télen egyértelmű a negatív korrelációs értékek jelenléte, de ezek a 95 %-os szignifikancia-szinten kívül esnek. A délnyugat-északkelet irányú index szeptembertől májusig pozitív korrelációban áll a hőmérséklettel (a maximális érték 0,72), és nyáron nincs egyértelmű kapcsolat, míg a délkelet-északnyugat irányú index esetén decembertől márciusig negatív, júniusban és júliusban pedig pozitív korreláció mutatkozott. A kapcsolat viszonylag szorosnak mondható tehát, és érdekes tényre hívja fel a figyelmet: télen a zonális, nyáron pedig a meridionális áramlási helyzetek tudnak jelentősebb változásokat okozni a hőmérséklet alakulásában.

A csapadék és a cirkulációs indexek között nem túl szoros kapcsolat áll fenn, aminek oka lehet az, hogy egyrészt ez egy térben és időben igen változékony elem, másrészt pedig az is előfordulhat, hogy az indexek definiálásának módja nem volt a legtökéletesebb. Mindenesetre a zonális és a meridionális indexekkel való kapcsolat általában a legtöbb állomás esetén statisztikailag nem szignifikáns, a délnyugat-északkelet irányú index esetén februárban pozitív, szeptemberben negatív korreláció mutatkozott (de az is csak kevés állomásra), a délkelet-északnyugat irányú index esetén pedig csak májusban volt értékelhető a reláció. A hótakarós napok esetében a zonális indexszel januártól márciusig negatív, a délnyugat-északkelet irányú indexszel januárban és februárban változó irányú, de szignifikáns, a délkelet-északnyugat irányú indexszel általában pozitív korreláció észlelhető, míg a meridionális index esetében nem mutatkozott szignifikáns kapcsolat. Elmondható tehát, hogy a cirkuláció hatása a hótakaróra a hőmérsékleten keresztül jelentkezik. A zonális indexnek a NAO-indexszel való kapcsolata igen erős, kivéve áprilisban illetve

nyáron – azaz a regionális cirkuláció erőteljesen meghatározott a nagytérségű folyamatok által.

*Stankunavicius and Jalinskas (2003)* az északi félteke makrocirkulációs indexei és a hőmérséklet ingadozásai közötti kapcsolatot vizsgálta Litvánia területére vonatkozóan. Erre a célra a következő cirkulációs rendszerekhez kapcsolódó indexeket használták fel: az AO-t, mint az északi félteke vezető időjárás-alakító tényezőjét, a NAO-t, mint az észak-atlanti és az európai térség legfontosabb cirkulációs rendszerét, az ún. – Tibaldi és Molteni által 1990-ben definiált – blocking-indexet, és egyéb távkapcsolati rendszereket, mint például az EA, a SCAND, az EATL-WRUS és a POL. A vizsgálat eredményeképpen megállapították, hogy a fentiek közül a hideg évszakban az AO a leglényegesebb cirkulációs rendszer a hőmérséklet alakulását illetően, míg a NAO inkább a télvégi (és a nyárközépi) időszak időjárási helyzeteiért tűnik felelősnek. A blocking-index a téli időszakban az Atlanti-óceán középső területein kiépülő blocking-helyzetek esetén tűnik szignifikánsnak, méghozzá oly módon, hogy a negatív hőmérsékleti anomália tartóssága erősen függ ennek blokkoló anticiklonnak a kelet felé való kiterjedésétől. Azt is megállapították továbbá, hogy a nyári időszakban az erőteljes pozitív anomáliákat hozó periódusokért szinte kizárólag a kontinentális blokkoló anticiklonok felelősek Litvániában. Meglátásuk szerint a többi index (EA, SCAND, EATL-WRUS) általában csak másodlagos fontosságú az AO és a NAO mellett, és így ezeknek a gyakorlati haszna (pl. előrejelzési szempontból) is kisebb.

*Domonkos et al. (2003)* az extrém hőmérsékletű időszakoknak a huszadik századbéli változékonyságát és a nagytérségű cirkulációval való kapcsolatát vizsgálták meg a közép- és a dél-európai térségre vonatkozólag. A régióból 11 kiválasztott állomás (köztük Debrecen, Mosonmagyaróvár és Szeged) 1901 és 1998 közötti napi hőmérsékleti adatai kerültek felhasználásra. Ezekből a napi átlaghőmérséklet képzése után téli extrém alacsony és a nyári extrém magas értékeket választották ki (a meghatározás történetét adott küszöbérték átlépése esetén, vagy pedig meghatározott anomália elérése alapján). A 11 állomást 5 szubrégióba sorolták be (ezek között vannak átfedések), a cirkulációs karakterisztika pedig ezúttal is a Hess-Brezowsky-féle tipizálás, egész pontosan

az ottani típusokból létrehozott 9 alosztály volt (ez utóbbi besorolás a zonalitás mértéke, az áramlás iránya és a ciklonitás/anticiklonitás alapján történt). Az extrém hőmérsékleti indexek trendjét, időbeli változékonyságát Mann-Kendall-próba illetve egy másik, a Wilcoxon-próbához hasonló módszer segítségével határozták meg. Az extrém indexek és az egyes Hess-Brezowsky-féle alosztályok gyakorisága közötti korreláció kiszámítása után szezonális és évtizedes skálán értékelték az összefüggéseket.

A következőkben a kapott eredmények közül a számunkra fontosabbakat említem. Az extrém indexek és a cirkulációs típusok gyakorisága között eléggé határozott statisztikai kapcsolat található. Ezek általában meglehetősen hasonlóak a térség egészére vonatkozóan, bár némi különbség azért tapasztalható az északi és a déli szubrégiók között. A korábbiakhoz hasonlóan ezúttal is a téli félév tűnik „erősebbnek”, vagyis az akkor előforduló extrém hideg napok jobban korrelálnak a cirkulációs helyzetekkel, mint a nyári extrém meleg napok. Előbbiek kialakulásához az északi és a keleti irányítottságú, a meridionális és az anticiklonális helyzetek a legkedvezőbbek, utóbbiakhoz a délies áramlási típusok és a tartós anticiklonok. A térbeli eloszlásban is több hasonlóság fedezhető fel az extrém hideg napoknak a cirkulációs típusokkal való kapcsolata terén, mint az extrém meleg esetekben. Az egyes típusok tartózkodási ideje az extrém meleg esetek előfordulásának gyakoriságával pozitív, az extrém hidegekével pedig negatív korrelációban áll. A legutóbbi évtizedekben a hideg időszakok száma csökkent, a melegeké ugyanakkor határozottan emelkedett. Érdekes eredmény, hogy mind a ciklonális, mind az anticiklonális típusok tartózkodási ideje növekedett az utóbbi időkben, a téli és a nyári időszakot tekintve egyaránt. Az extrém időszakok és a cirkulációs típusok közötti kapcsolat jellege és erőssége hosszabb távon (évszak, évtized) az egyedi esetekkel sok hasonlóságot mutat, de kisebb eltérések azért előfordulnak (pl. az extrém hideg időszakok és az anticiklonális esetek kapcsolata). A korrelációs együtthatók abszolút értékben gyakran még nagyobbak az évtizedes skálán, mint a szezonálison. Ez arra enged következtetni, hogy az extrém indexek előfordulásának gyakoriságában nagyobb időtávon megmutatkozó változékonyságáért elsősorban a nagytérségű cirkuláció hosszú idő alatt bekövetkező változásai a felelősek, és az egyes konkrét cirkulációs típusok

időszakai alatt véletlenszerűen végbemenő légköri folyamatok csak másodlagos szerepűek.

*Seppala (2005)* összefoglaló munkájában többféle cirkulációs indexet említ különböző szerzőktől, ezeket a Skandináv térség éghajlatának vizsgálatokor használták fel. A havi átlagos légnyomás-különbségek alapján egy zonális (a dániai Hammerodde on Bornholm és a norvégiai Bodo között) és egy meridionális indexet (a finnországi Helsinki és a norvégiai Bergen között), valamint egy átlagos légnyomás-anomália indexet (az említett négy hely együttes nyomási anomáliái alapján) definiáltak, az 1890-2000 közötti időszakra vonatkozólag. Ezeknek az indexeknek a havi hőmérséklet-anomáliákkal való korrelációját állapították meg 99 %-os szignifikancia-szint mellett. A zonális indexszel kapcsolatban azt kapták, hogy októbertől márciusig erős pozitív (0,44-0,75) értékek, míg júniustól augusztusig erős negatív (-0,23 – (-0,36)) értékek jellemzőek. A meridionális index áprilistól novemberig mutat erős pozitív korrelációt, az év többi részében nem szignifikáns a kapcsolat. A nyomási anomália-index januárban és februárban erősen negatív, májustól augusztusig pedig erősen pozitív értékeket adott.

*L. Cazacioc and A. Cazacioc (2005)* a nagytérségű cirkulációnak a hótakarós időszakokra való hatását vizsgálta meg Romániában. Az adatok ezúttal is az 1961-1990-es évek december és március közötti időszakából származnak, mégpedig 99 állomás mérései alapján. Az előzőekhez hasonlóan definiálták a hótakarós napot is, majd kiszámították az évi átlagos havas napok számát. A nagytérségű cirkulációt ezúttal egyrészt mind a 30 Hess-Brezowsky-féle típus felhasználásával jellemezték (a tengerszinti légnyomási mező és az 500 hPa-os szint geopotenciál-mező térképeit egyaránt figyelembe véve), illetve ezúttal a NAO-indexszel való kapcsolatot is megvizsgálták. Ez utóbbi paramétert az Azori-szigetek és Izland térsége közötti légnyomás-különbségek havi átlagértékeiként határozták meg. Az évi átlagos hótakarós napok számát külön-külön megvizsgálták pozitív és negatív NAO-indexű időszakok esetére is.

Mindezek alapján megállapították, hogy a korreláció a NAO-index és a hótakarós napok száma között általában negatív, és a 99 %-os szignifikancia-szint esetén januárban, februárban és márciusban a nyugati, déli és keleti

ország részben erősnek mondható. A legerősebb januárban délnyugaton ( $<-0,7$ ). Gyengébb a kapcsolat Közép- és Délkelet-Románia esetében, valamint majdnem a teljes hegyvidéki területen. A magasság hatása a hótakarós napok számában jobban megmutatkozik a pozitív NAO-indexű időszakok idején, mint a negatív időszakokban. A magassággal való kapcsolat kimutatására egyébként többféle regressziós módszert próbáltak ki, végül a legjobbnak a negyedfokú polinomiális illesztés bizonyult. Megállapították továbbá, hogy a 100 napnál több hótakarós napú éveket, és pozitív NAO-indexű időszakokat figyelembe véve, a leghavasabb a január és a február volt. A magassággal egyértelműen növekszik a hótakarós napok száma, és így a legnagyobb értékek nyilvánvalóan a magasabb helyeken tapasztalhatók, viszont Észak-Romániában van néhány alacsonyabban fekvő állomás is, ahol szintén igen nagy a hó előfordulásának valószínűsége. Negatív NAO-indexű időszakokra hasonló eredményeket kaptak.

Azonban a szerzők arra is felhívták a figyelmet, hogy a hőmérséklet és a cirkuláció kapcsolata nem stabil – nemcsak a skandináv, hanem az egész európai térségben sem! Azaz a korrelációs értékeket határozott időbeli változékonyság jellemzi az évtizedek, évszázadok során. Mivel a kapcsolat a téli időszakban mutatkozott kifejezetten erősnek és egyértelműnek – csakúgy, mint Európa bármely más részén –, így aztán a fentebb említett Fennoskandináv Zonális Indexet (FEZI) a december-márciusi időszakra összehasonlították más zonális cirkulációs indexekkel. Az egyik ezek közül a NAO-index (Gibraltár és Reykjavík között), a másik pedig a Közép-Európai Zonális Index (CEZI, Madrid-Barcelona illetve Trondheim-Lund városok átlagai között). A 200 éves idősorok megvizsgálása során azt az eredményt kapták, hogy mind a háromféle index az 1990-es évben volt a legmagasabb – ezzel megmagyarázhatók lehetnek az ottani enyhébb telek abban az évtizedben. Az ehhez hasonló enyhe telek voltak a térségben az 1930-as években is – akkor azonban mind a három index alacsony értékeket mutat. Vagyis ebből a triviális példából is kitűnik, hogy a kapcsolat valóban nem állandó irányú.

*L. Cazacioc (2007)* egy másik munkájában szintén Románia területére vizsgálta meg a hóborítottság térbeli eloszlásában rejlő változékonyságokat, valamint ezeknek a hőmérséklet alakulásával és a légköri cirkulációval való kapcsolatát. A vizsgálatot az 1961-1990-es időszak decembertől márciusig



terjedő hónapjaira végezte el, 99 állomás adatai alapján, havi bontásban. A hótakarós napok kritériuma (hóvastagság nagyobb vagy egyenlő 1 cm) alapján kiszámította a havas napok átlagos éves számát, valamint definiált egy úgynevezett változékonysági indexet (ez a szórás és az átlag hányadosa, százalékos alakban). Miután ezt minden állomásra elvégezte, meghatározhatta az „aktív hótakarós területeket”, azaz azon régiókat, ahol a hó előfordulásának valószínűsége 10 % és 90 % közé esik. A cirkulációs helyzetet a Hess-Brezowsky-féle típusokkal jellemezte. Ezek után kiszámította a korrelációt a havi átlaghőmérsékletek és a havas napok éves száma között, valamint a Hess-Brezowsky-féle helyzetek és a havas napok éves száma között (mindkét esetben havi bontásban).

A vizsgálatok során megállapította, hogy Romániában a havas napok száma évente átlagosan 12 és 147,5 közé esik, az előbbi érték a Fekete-tenger partvidékén található Mangalia állomásra jellemző, utóbbi pedig a hegyvidéki Virfu Omu településre. A havas napok éves száma a magassággal nő, általánosságban a legkisebb értékek az ország délkeleti valamint legnyugatabbi részein tapasztalhatók (itt a változékonysági index nagyobb, mint 60 %), a legnagyobbak pedig természetesen a hegyekben (a változékonyság mértéke itt igen kicsi). Az aktív hótakarós területek elhelyezkedését illetően arra a megállapításra jutott, hogy január és február hónapokban az ország egész területén 10 %-nál nagyobb a hó előfordulásának valószínűsége, és még decemberben is majdnem mindenhol igaz ez, kivéve a Fekete-tenger partvidékét. Márciusban ellenben már az ország nagy részén nemigen haladja meg a valószínűség a 10 %-ot. A legnagyobb értékeket ismét csak a hegyekben találjuk, minden hónapban.

A hótakarós időszakok és a havi átlaghőmérséklet közötti kapcsolatról elmondható, hogy minden hónapot és minden állomást figyelembe véve általában negatív a korreláció, és a 99 %-os szignifikancia-szintet használva az ország déli, keleti, középső és részben még a nyugati részein is igen erős kapcsolatot fedezhetünk fel. A legmagasabb együttható 0,88-nak adódott, mégpedig az ország északkeleti területein, márciusban. A korreláció erőssége a magassággal gyengül, és ami érdekes, hogy egyes magashegységi részeken pozitív értékek is előfordulnak.

A cirkulációs helyzetek és a hótakarós időszak kapcsolatáról mindenekelőtt megállapítható, hogy mivel a cirkuláció közvetlenül a hőmérséklet és a csapadék alakulását befolyásolja, így aztán a közvetett módon a hóviszonyokra is hatással van.

*Bednorz (2009)* az északi félteke európai régiójára hatással lévő négy különböző cirkulációs rendszer (NAO, EA, EA-WR, SCA) és a hótakarós napok számának kapcsolatát vizsgálta, 35 közép-európai meteorológiai állomásra vonatkozóan, az 1960-2000-es időszak december-márciusi hónapjaira, havi bontásban. Egyrészt kiszámította a korrelációs együtthatókat az indexek és a hótakarós napok havi száma között, másrészt megvizsgálta azokban az esetekben a hótakarós napok számának átlagostól való eltérését, amikor az egyes indexek extrém alacsony vagy magas értéket vettek fel. Munkája során több fontos megállapításra jutott. Ezek alapján a NAO bizonyult Közép-Európában a hótakaró szempontjából leginkább lényeges rendszernek. Egészen pontosan a NAO extrém értékei esetén januárban, februárban és márciusban tapasztalunk számottevő anomáliákat. A tél kezdetén gyengébb a kapcsolat. Az EA a tél közepén van jelentősebb hatással a hótakarós napok számára, a legerősebb korreláció területe pedig a NAO-val való legerősebb korrelációjú térséghez képest délkeletre található. Az EA-WR negatív fázisában a megerősödő északnyugat-európai ciklontevékenység és a kontinensre így beáramló hűvösebb légtömegek következtében főként a vizsgált térség nyugati területein (leginkább Németországban) fordulnak elő nagyobb havazások, amely a tél kezdetén a hótakarós napok számában is megmutatkozik. Az SCA-val való kapcsolat esetén az mondható el, hogy a rendszer pozitív fázisában a hótakarós napok száma szignifikánsan növekszik, de csak Litvániában és Lengyelország északnyugati csücskében. Ekkor ugyanis a skandináv térségben tartós anticiklon épül ki, amelynek keleti peremén száraz, hideg levegő áramlik Kelet-Európába.

### **3. A vizsgált magyarországi állomások és a felhasznált adatok jellemzése**

#### **3.1. Az állomások kiválasztásának módja, a kiválasztott állomások jellemzőinek rövid leírása**

A dolgozatban felhasználandó állomások kiválasztása során több szempontot is figyelembe kellett vennem. Ezek a főbb kritériumok a következők voltak:

- Az állomás 1960. november 1. és 2010. március 31. között megszakítatlan mérési és megfigyelési adatsorral rendelkezzen, ami a vizsgált paramétereket (hőmérséklet, csapadékmennyiség, a havas csapadéokra és a hótakaróra vonatkozó feljegyzések) illeti.
- Az állomás elhelyezési körülményeiben (földrajzi pozíció, tengerszint feletti magasság, természetes és mesterséges környezet) a vizsgált időszakban jelentős változás nem következhetett be. Ennek a „jelentős” változásnak a meghatározása szubjektív módon történt, azaz egy-egy konkrét esetet illetően magam döntöttem el, hogy a bekövetkezett módosulás még befér-e az elfogadható kategóriába, vagy sem. Néhány példán szemléltetve a dolgot: a 10 méterrel alacsonyabbra illetve magasabbra, vagy éppen néhány század szélességi/hosszúsági fokkal való áthelyezés még nem okoz számottevő inhomogenitást az adatsorban, azonban ha ezek az eltérések vertikálisan 80-100 métert, vagy horizontálisan több kilométert tesznek ki, akkor már számolnunk kellene jelentősebb módosulásokkal. Hasonlóan, ha például egy mérőhelyet egy nyitott, városi hőszennyezéstől távol eső területen (pl. repülőtéren) áthelyeztek egy néhány száz méterre eső, ugyanilyen adottságokkal rendelkező helyre, az még elfogadható, ellenben ha egy állomás városi környezetből külterületre került, vagy fordítva, az már nem. Természetesen a fenti kritériumokat együttesen kellett figyelembe venni, vagyis ha az állomást ugyan csak néhány méterrel helyezték feljebb, viszont így pl. fagyzugból dombra került, akkor az sem elfogadható.
- A kiválasztott állomások úgy helyezkedjenek el, hogy általuk lehetőleg az ország egész területe lefedhető legyen.

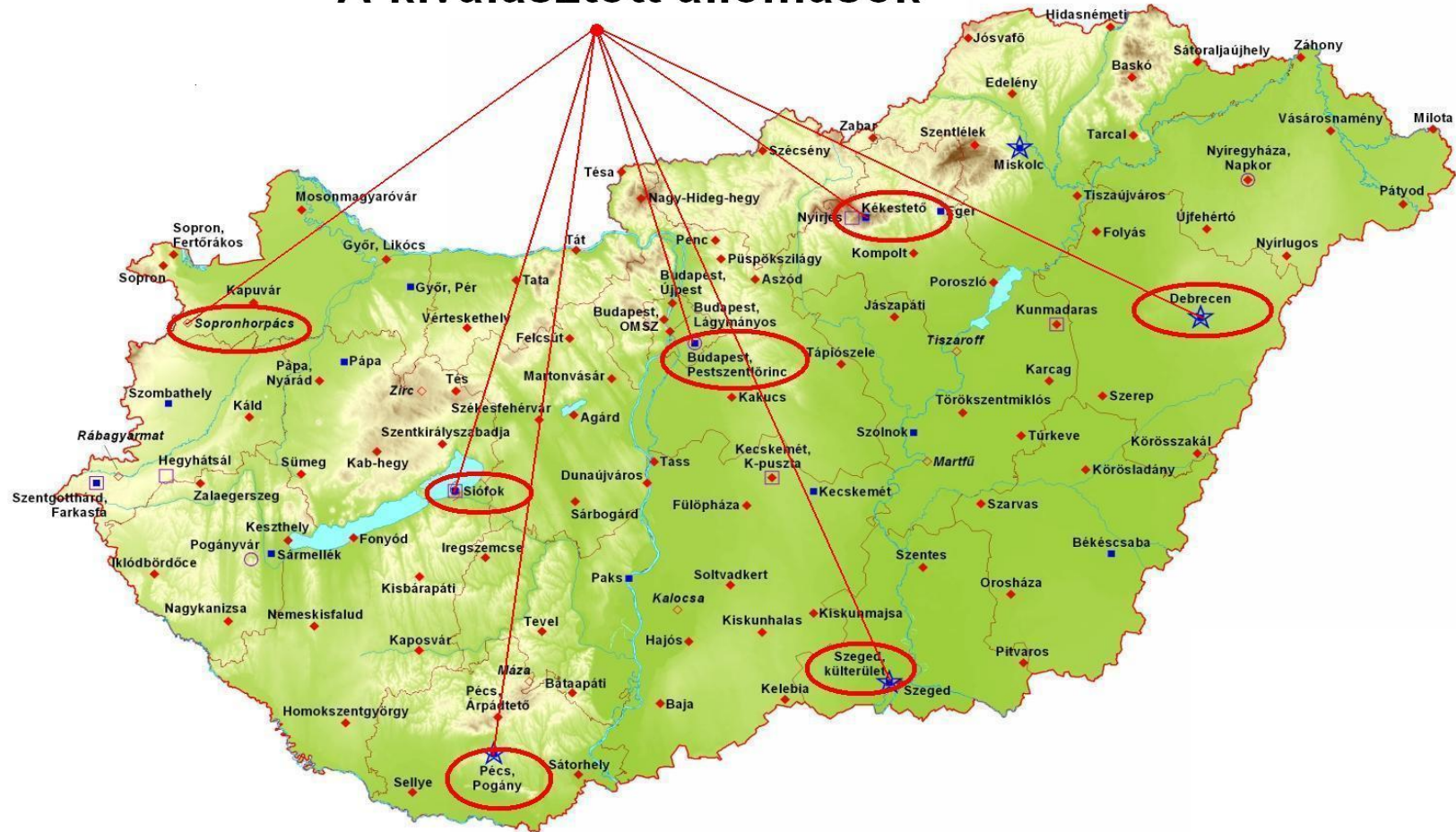
- Végezetül még arra is figyelmet kellett fordítani, hogy – a fent leírtakat a legmesszebbmenőkig szem előtt tartva – egy optimális állomásszámot határozzak meg. Hiszen ha túl sok a vizsgált állomás, akkor egy bizonyos adatmennyiség fölött a kapott eredmények már nehezebben áttekinthetőek, ha viszont túl kevés, akkor az pedig nem tudja reprezentálni az ország egészének klimatológiai viszonyait.

Mindezek után választásom hét állomásra esett. Ezeknek a lényegesebb adatait a *3.1. táblázat* tartalmazza, elhelyezkedésüket pedig a *3.1. ábra* szemlélteti. (A térkép eredetiben megtalálható a <http://www.met.hu> weboldalon.)

Település neve	Az állomás elhelyezkedése és típusa	A működés időszaka	Tszf. mag.	Földrajzi sz.	Földrajzi h.
Budapest	Pestszentlőrinc, külterület (főállomás)	1953. 06. 15. -	139 m	47° 26'	19° 11'
Debrecen	Repülőtér (főállomás)	1950. 01. 01. - 1960. 04. 19.	111 m	47° 29'	21° 38'
		1960. 04. 20. - 1995. 07. 31.	105 m	47° 30'	21° 38'
		1995. 08. 01. -	108 m	47° 29'	21° 37'
Szeged	külterület, Aerológiai Obszervatórium (főállomás)	1951. 01. 01. - 1965. 07. 31.	83 m	46° 15'	20° 06'
		1965. 08. 01. -	82 m	46° 16'	20° 05'
Pécs	Pogány, repülőtér (főállomás)	1956. 06. 02. - 1969. 03. 03.	202 m	46° 00'	18° 14'
		1969. 03. 04. - 1998. 03. 24.	207 m	46° 00'	18° 14'
		1998. 03. 24. -	203 m	46° 00'	18° 14'
Siófok	Viharjelző Obszervatórium (főállomás)	1953. 10. 01. -	108 m	46° 55'	18° 02'
Sopron-horpács	Kísérleti Gazdaság (klímaállomás)	1946. 10. 01. -	199 m	47° 29'	16° 44'
Kékestető	Állami Gyógyintézet (főállomás)	1932. 01. 01. - 1966. 12. 31.	990 m	47° 52'	20° 01'
		1967. 01. 01. -	1011 m	47° 52'	20° 01'

**3.1. táblázat:** a vizsgált állomások fontosabb adatai

## A kiválasztott állomások



3.1. ábra: a vizsgált állomások elhelyezkedése

## 3.2. A felhasznált mérési és megfigyelési adatok jellemzése

### 3.2.1. Hőmérséklet

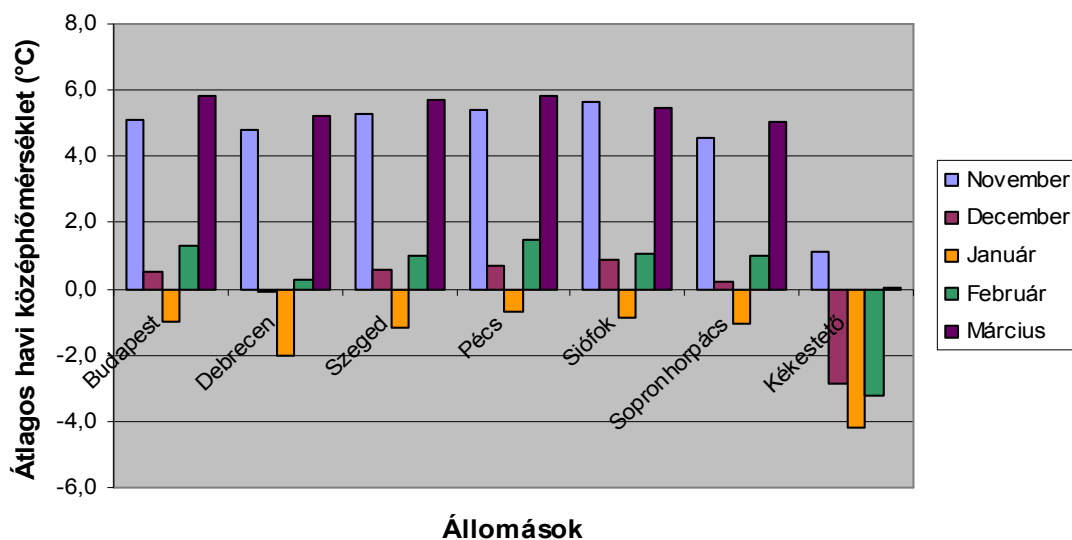
A hőmérséklet jellemzésére több karakterisztikát is felhasználtam. A legkézenfekvőbb természetesen a havi átlaghőmérséklet vizsgálata volt, emellett azonban három, a klimatológiai leírások során gyakran használatos hőmérsékleti küszöbnapot (fagyos, téli és zord napok) is figyelembe vettem.

#### 3.2.1.1. Havi középhőmérséklet

A havi középhőmérséklet a napi középhőmérsékletek átlaga. A napi középhőmérséklet kiszámítási módja az idők során többször is változott. 1965-ig napi háromszori észlelés (07, 14 és 21 CET) adataiból számították ki a középértéket, olyan módon, hogy a 21 órás adatot kétszeres súllyal vették figyelembe ( $T_{\text{átlag}}=(T_{07}+T_{14}+2*T_{21})/4$ ). 1966-tól a napi középhőmérsékletet a négy adat átlagaként számolták ( $T_{\text{átlag}}=(T_{01}+T_{07}+T_{13}+T_{19})/4$ ), majd pedig az automaták üzembe állításától kezdődően (1990-es évek második fele, 2000-es évek eleje) már a napi 24 darab egész órás mérés felhasználásával történik a számolás (<http://www.met.hu>).

A vizsgálatok alapján valamennyi hónap és valamennyi állomás esetében elmondható, hogy a hőmérséklet – a magyarországi éghajlat, különösen a téli időszak szeszélyességének megfelelően – igen szélsőséges értékek között változott.

A melegebb hónapoknak természetesen a november és a március bizonyultak, a hat síkvidéki állomás átlagos értékei ekkor 4,5 és 6,0 °C közé esnek. A 3 téli hónap ennél több fokkal hidegebb: a decemberi középhőmérséklet átlagosan – 0,5 és +1,0 °C között, a januári átlagosan –2,0 és 0,0 °C között, a februári pedig átlagosan 0,0 és +1,5 °C között alakul. Tehát az állomások tengerszint fölötti magasságaiból adódóan egy adott hónapban síkvidéken az átlagos középhőmérsékletek között igazán jelentős különbség nincs. Kékestető esetében ugyanezek az 50 éves átlagértékek hónapról hónapra rendre: 1,1; –2,9; –4,1; –3,3 és 0,0 °C (3.2. ábra).



**3.2. ábra:** a havi középhőmérséklet ötvenéves átlagértékei a vizsgált hónapokban (november-március)

Érdekességképpen kigyűjtöttem az ötven év alatt az egyes hónapokban előfordult legmagasabb és legalacsonyabb középhőmérsékleteket is (3.2. táblázat).

Hónap	A legalacsonyabb középhőmérséklet	A legmagasabb középhőmérséklet
november	-1,3 °C (Debrecen, 1988)	10,0 °C (Pécs és Szeged, 1963)
december	-5,5 °C (Debrecen, 1998)	5,2 °C (Pécs, 1985)
január	-10,0 °C (Debrecen, 1964)	5,9 °C (Pécs, 2007)
február	-8,1 °C (Debrecen, 1985)	7,1 °C (Pécs, 1966)
március	-0,6 °C (Siófok, 1987)	10,0 °C (Pécs, 1990)

**3.2. táblázat:** az egyes hónapokban előfordult legalacsonyabb és legmagasabb havi középhőmérséklet a síkvidéki állomásokon

A különbségek a vizsgált állomások alapján legnagyobbak a január-februári időszakban: ez a 15-16 °C-os különbség a leghidegebb és a legmelegebb hónap között szintén rámutat arra, milyen óriási mértékű is lehet a változékonyság a hideg évszak hőmérsékletében Magyarországon az egyes évek között (hasonló mértékű anomália például a nyári hónapokban nem fordul

elő hazánkban). Továbbá szembeűnő az is, hogy a melegrekordok rendre a déli területekhez, a hidegrekordok pedig általában a keleti országrészhez kötődnek.

A teljesség kedvéért megadom a fenti táblázatokban szereplő értékeket önmagában Kékestetőre vonatkozóan is (3.3. táblázat).

<b>Hónap</b>	<b>A legalacsonyabb közép-hőmérséklet</b>	<b>A legmagasabb közép-hőmérséklet</b>
november	–3,9 °C (1988)	5,3 °C (2000)
december	–6,8 °C (2001)	1,4 °C (1960)
január	–10,2 °C (1963)	–0,1 °C (2007)
február	–9,2 °C (1985)	2,3 °C (1966)
március	–5,5 °C (1987)	4,5 °C (1990)

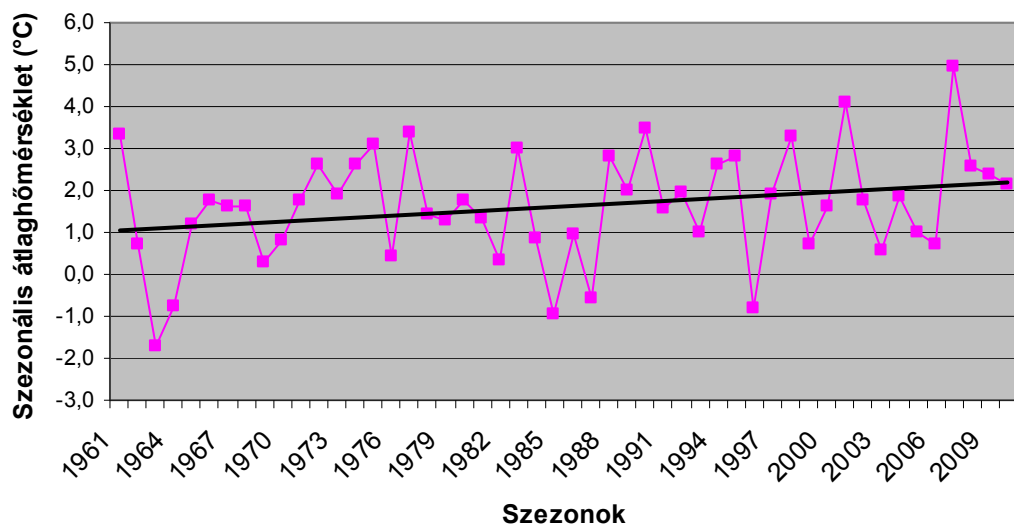
**3.3. táblázat:** az egyes hónapokban előfordult legalacsonyabb és legmagasabb havi középhőmérséklet Kékestetőn

Itt a legnagyobb eltéréseket a télvégi időszakban (február-március) kapjuk – ez nyilván összefüggésben áll magával a havi középhőmérsékletek átlagos alakulásával is. A magasabb, hegyvidéki területen ugyanis egy átlagos évet tekintve sokkal lassabban történik meg a „kitavaszkodás”, mint síkvidéken. Ennek oka feltehetően egyrészt az, hogy ebben az időszakban a gyorsan növekvő napállás és besugárzott energiamennyiség következtében a légkör hőmérsékleti rétegződése egyre inkább az adiabatikushoz közeledik. Másrészt pedig bizonyos években a hótakarónak az év eme szakára történő fokozatos gyarapodása, felhalmozódása is szerepet játszhat. Ez a bizonyos lassabb kitavaszkodás a számok nyelvén abban nyilvánul meg, hogy Kékestető esetében a január középhőmérséklete átlagosan mindössze 0,8 °C-kal marad el a februárétól, a márciusi érték pedig alacsonyabb a novemberinél. Ezzel szemben az alacsonyabban fekvő állomásokon a február már átlagosan 2 °C-kal melegebb a januárnál, a március pedig kb. 0,5 °C-kal enyhébb a novemberinél. Vagyis a hideg időszak súlypontja a hegyvidéken kissé későbbre tolódik, ezzel együtt a szélsőségesen hideg időszakok előfordulásának valószínűsége is nagyobb lesz ekkor, ami az abszolút értékben vett különbségekben is megmutatkozik.



Az 1960-61 és 2009-10 közötti szezonokban a novembertől márciusig tartó időszak középhőmérsékleteinek országos átlagait megvizsgálva melegező trendet állapíthatunk meg (3.3. ábra).

Ha az ötven évet öt darab tízéves periódusra osztjuk fel, akkor azt találjuk, hogy a vizsgált hónapokat tekintve a legenyhébb dekád közel azonos értékkel az 1971-1980 és a 2001-2010 közötti volt. Ekkor a síkvidéki állomásokból képzett átlag 2,6-2,7 °C-nak adódik, a kékestetői pedig –1,4 °C-nak. A leghidegebb tíz év az 1961-1970-es volt, ekkor az öthavi átlagértékek: 1,5 °C, illetve –2,6 °C.



**3.3. ábra:** a november-márciusi időszak átlagos középhőmérsékleteinek alakulása a hét állomás adatai alapján, 1960-61 és 2009-10 között

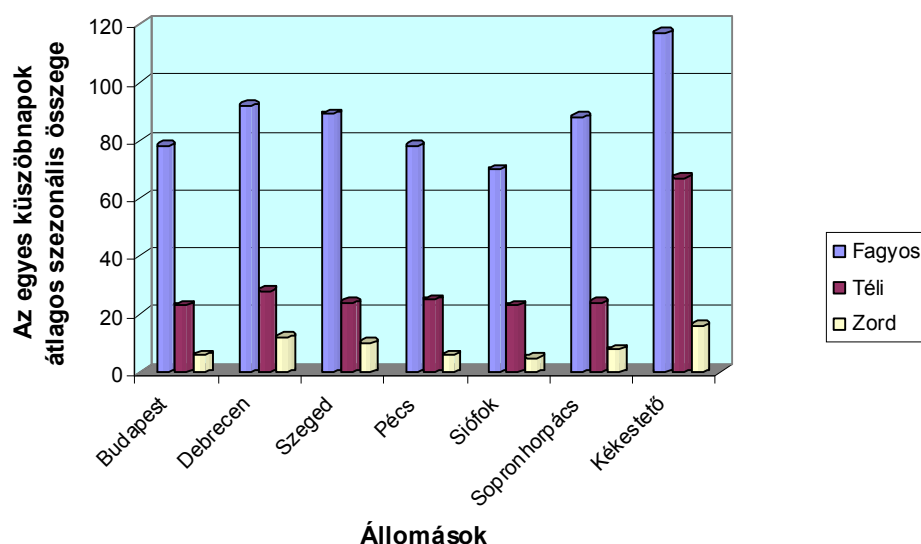
### 3.2.1.2. Hőmérsékleti küszöbnapok

Munkám során háromféle hőmérsékleti küszöbnapot vettem figyelembe: a fagyos, a téli és a zord napot. Ezek a paraméterek az egyes klimatológiai leírások során igen gyakran használatosak, és mivel éppen a fagypont körüli vagy az alatti hőmérsékletekkel vannak definiálva, ezáltal a havas csapadék előfordulásával és a hótakaró kialakulásával, illetve megmaradásának időtartamával igen szoros kapcsolatban állnak.

Az egyes küszöbnapok meghatározásának kritériumai:

- fagyos nap: a napi minimum-hőmérséklet kisebb vagy egyenlő 0,0 °C,
- téli nap: a napi maximum-hőmérséklet kisebb vagy egyenlő 0,0 °C,
- zord nap: a napi minimum-hőmérséklet kisebb vagy egyenlő –10,0 °C.

Az egyes állomásokra vonatkozó 50 éves átlagértékeket a 3.4. ábra szemlélteti. (Hasonlóan a többi paraméterhez, a síkvidéki állomások és Kékestető között természetesen ezekben is számottevő eltérés mutatkozik az utóbbi javára, azonban a későbbi vizsgálatok jellege szempontjából ez nem lényeges.) Ez alapján tehát a fagyos napok száma novembertől márciusig síkvidéken átlagosan 70 és 95 közé esik (a legkevesebb Siófokon: 70, a legtöbb Debrecenben: 92), Kékestetőn pedig 117. A téli napok száma síkvidéken általában 23-25, de Debrecenben 28. Kékestetőn átlagosan 67 téli nap a jellemző. A zord napok esetében az átlag síkvidéken 5 és 12 közötti (Siófok: 5, Debrecen: 12), Kékestetőn 16.



**3.4. ábra:** a fagyos, a téli és a zord napok számának egy szezorra (november-március) eső ötvenéves átlagértékei

Az átlaghőmérséklethez hasonlóan ebben az esetben is hasznos lehet néhány szót ejteni az abszolút szélsőségekről, azaz megvizsgálni azt, hogy melyik szezomban fordult elő, és mennyi volt a legkevesebb, illetve a legtöbb az adott küszöbnapból. Az erre vonatkozó adatokat a 3.4. táblázat tartalmazza. (Az évszám úgy értendő, hogy a napok száma a megelőző év novembere és az adott év márciusa közötti szezoniális összeget jelenti.)

Állomás	Fagyos nap		Téli nap		Zord nap	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Budapest	33 (2007)	110 (1963)	2 (1975)	54 (1963)	0 (7-szer)	30 (1963)
Debrecen	53 (2007)	124 (1976)	6 (1975)	60 (1964)	0 (3-szor)	37 (1964)
Szeged	54 (1961)	113 (1996)	2 (1975)	56 (1964)	0 (2-szer)	37 (1985)
Pécs	37 (2007)	116 (1996)	1 (1975)	65 (1963)	0 (5-ször)	32 (1963)
Siófok	27 (2007)	106 (1996)	1 (1975)	59 (1963)	0 (7-szer)	32 (1963)
Sopronhorpács	46 (2007)	122 (1963)	1 (1975)	63 (1963)	0 (3-szor)	35 (1963)
Kékestető	87 (2007)	142 (1996)	30 (2007)	99 (1964)	1 (2007)	48 (1963)

**3.4. táblázat: a fagyos, a téli és a zord napok szezonális összegeinek szélsőértékei, valamint az előfordulásuk időpontja**

Amíg a fagyos napok esetében a minimum érték Siófokon 27, Budapesten 33, Pécsen pedig 37, addig például Debrecenben és Szegeden még a legenyhébb télen is 53 illetve 54 napon fagyott. Kékestetőn 87 nap adódott a legkevesebbnek. A minimumok majdnem minden esetben a rendkívül enyhe 2006-2007-es télről származnak, kivételt csak Szeged képez (1960-61).

A téli napok tekintetében a minimum érték 1 és 6 között szóródik a síkvidéki állomásokon, sőt, a legtöbb helyen 1 vagy 2 ez a szám, csak Debrecenben adódik 6-nak. A rekord ideje ezeken az állomásokon rendre az 1974-75-ös télre datálódik. Ellenben Kékestetőn a 2006-07-es szezonban jegyezték fel a legkevesebb téli napot (30).

Ami a zord napokat illeti, ebben az esetben is igen előkelő helyen áll az 1974-75-ös és a 2006-2007-es téli szezon – az ország nagy részén ekkor egyszer sem fordult elő  $-10\text{ °C}$ -nál alacsonyabb minimum-hőmérséklet – de más

években is találunk rá példát, hogy egyes állomásokon egyáltalán nem, vagy alig volt zord nap (ilyen például 1982-1983, 1987-1988, 1991-1992, 1997-1998, 2000-2001). Ami érdekes: Kékestetőn az elmúlt 30 évben minden télen regisztráltak legalább 1 napot.

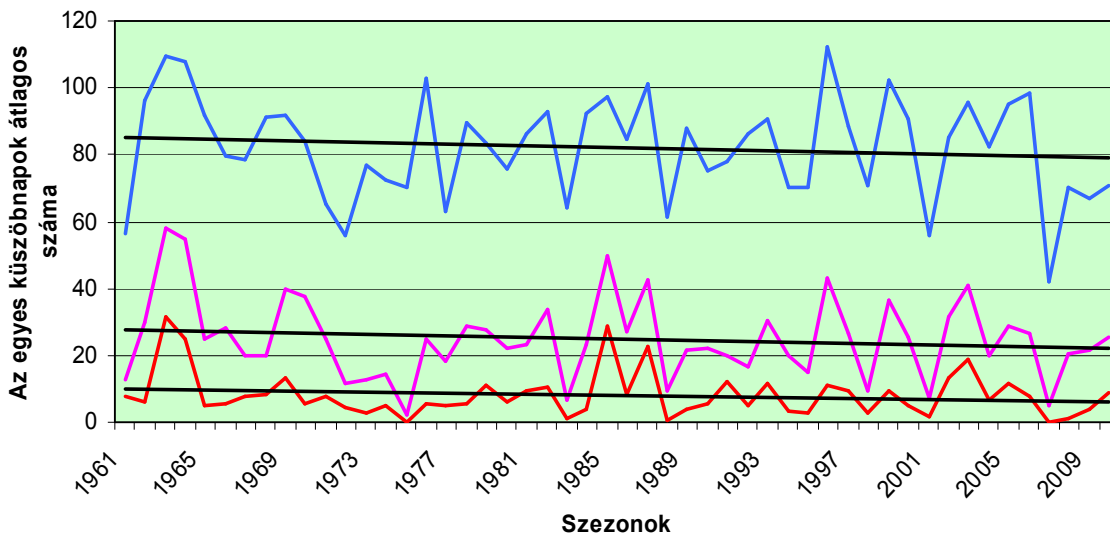
A legenyhébb szezonok után következzenek a legzordabbak!

A leghidegebb teleken a síkvidéki állomásokon kb. 105-125 fagyos nap, 55-65 téli nap és 30-37 zord nap fordult elő novembertől márciusig. Kékestetőn ezek az értékek sorban: 142, 99 és 48 nap. Érdekesség, hogy a legnagyobb különbség az alacsonyabban fekvő helyek és a hegyvidék maximum-értékei között a téli napok számában adódik (35-40 nap), a legkevesebb pedig a zord napok számában (10-15 nap).

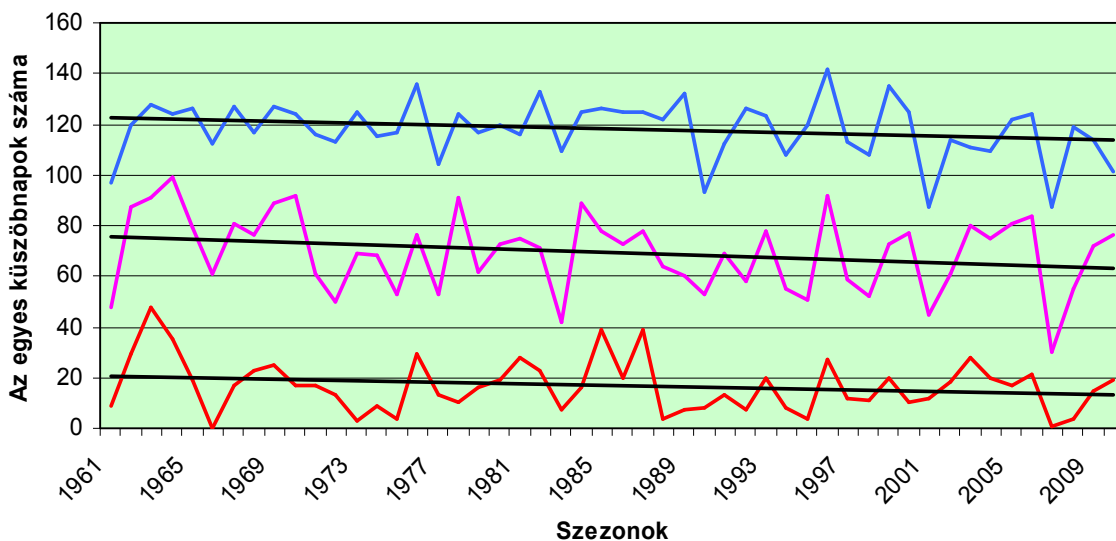
A fenti rekord-értékek időbeli eloszlása: a téli és a zord napok esetében általában az 1962-63-as vagy az 1963-64-es szezon áll az első helyen, a fagyos napok esetében viszont több év is feltűnik (1962-63, 1975-76, 1995-96).

Összességében tehát a küszöbnapok segítségével is kimutatható az, hogy a magyarországi telek változékonysága rendkívül nagy, az egyes szezonok között adott esetben hatalmas különbségek adódhatnak, akár már egy 50 éves időszakot megvizsgálva is.

A küszöbnapok hat síkvidéki állomás adataiból számított, egy szezonra eső átlagos számának, illetve a Kékestető adataiból számított, egy szezonra eső számának időbeli alakulását az 1961-2010-es időszakban a 3.5., illetve 3.6. ábrák szemléltetik. Ezek alapján megállapítható, hogy az 50 éves periódus november-márciusi időszakában mind a fagyos, mind a téli, mind pedig a zord napok száma az időben előrehaladva csökkenő tendenciát mutat.



**3.5. ábra:** a fagyos, a téli és a zord napok (kék, lila, illetve piros színnel) egy szezonra eső átlagos számának időbeli alakulása a hat síkvidéki állomás adatai alapján, 1960-61 és 2009-10 között



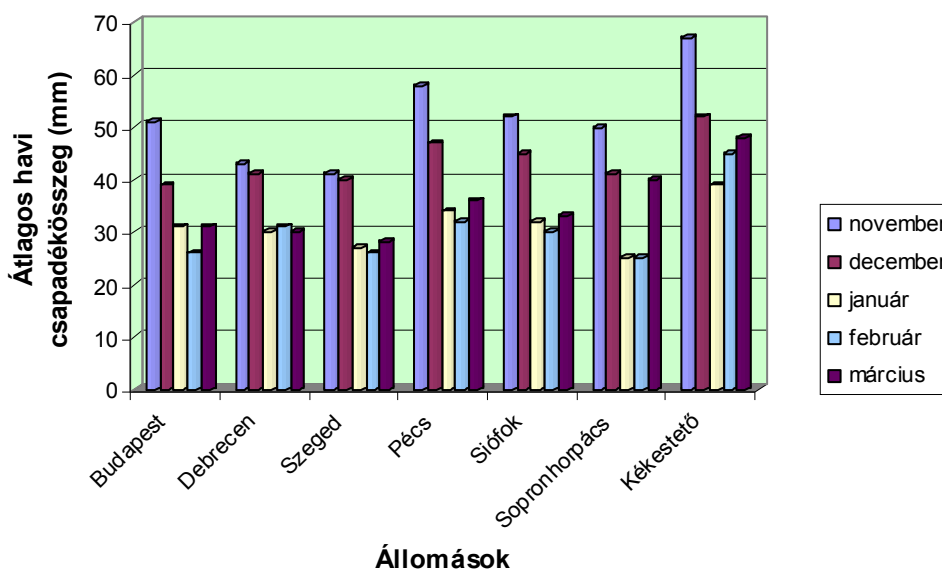
**3.6. ábra:** a fagyos, a téli és a zord napok (kék, lila, illetve piros színnel) egy szezonra eső számának időbeli alakulása Kékestető adatai alapján, 1960-61 és 2009-10 között

### 3.2.2. Csapadék

A csapadék jellemzésére a havi csapadékösszeget használtuk fel. Az adatok a homogenitás megőrzése végett az automata-korszak kezdete után is minden esetben a kézi mérésből származnak.

#### 3.2.2.1. Havi csapadékösszeg

A havi csapadékmennyiség a napi csapadékmennyiségek összege. Egy adott napi csapadékmennyiség pedig az aznap 06 UTC és a rákövetkező nap 06 UTC között mért csapadékok összegét jelenti. A csapadék mérése a főállomásokon napi 4 alkalommal (a 4 főterminuskor), a hagyományos klímaállomásokon pedig napi 3 alkalommal (a 3 nappali főterminuskor) történik. (A 06 UTC-s időpont Magyarországon téli időszámítás szerint reggel 7 órát, nyári időszámítás szerint reggel 8 órát jelent.) Az egyes állomások átlagos havi csapadékösszegeit a 3.7. ábrán láthatjuk.



**3.7. ábra:** a havi csapadékösszeg ötvenéves átlagértékei a vizsgált hónapokban (november-március)

Az öt hónap közül hazánkban a legtöbb csapadék tehát átlagosan novemberben hullik (mintegy 40-60 mm). Ezt követően az értékek hónapról hónapra csökkennek, és a minimum általában februárban, Debrecen és Kékestető esetében pedig januárban áll be (ez általában 25 és 35 mm közé

tevődik). Márciusban jellemzően már ismét több csapadék hullik az ország egészén.

A vizsgált 50 év során előfordult havi szélsőségeket a 3.5. és 3.6. táblázatok szemléltetik. Az első esetben a síkvidéki állomásokra vonatkozó, a másodikban pedig a Kékestetőre vonatkozó adatokat tüntettem fel.

Már ennek alapján is kitűnik, hogy a mi éghajlatunkon a csapadék még a hőmérsékletnél is szélsőségesebb elem. Amellett, hogy a kontinentalitás, az óceántól való távolság nemcsak az átlagos mennyiségek, hanem nagy általánosságban természetesen a szélsőségek terén is érvényesül, tulajdonképpen bármelyik hónapban az ország bármelyik részén előfordulhat szélsőségesen sok, vagy éppen szélsőségesen kevés csapadék. Látható, hogy a havi maximumok még a szárazabbnak számító téli félévben is minden hónapban meghaladhatják, vagy legalábbis elérhetik a 100 mm-t, ugyanakkor az sem számít ritkaságnak, ami 1998 februárjában megesett: akkor az ország szinte egész területén, a hegyvidéket is beleértve, mindössze 0-3 mm csapadék hullott.

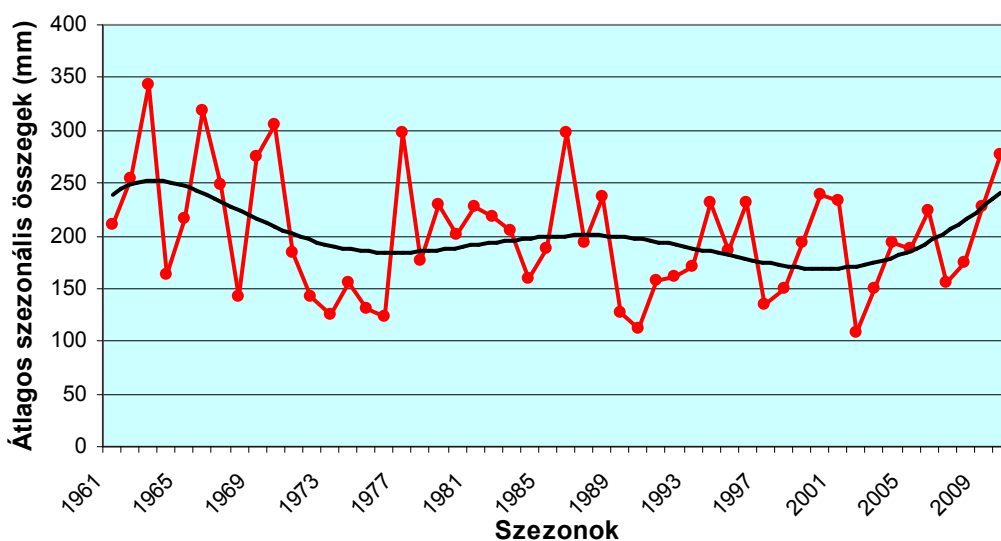
<i>Hónap</i>	<i>A csapadék maximális havi összege (mm)</i>	<i>A csapadék minimális havi összege (mm)</i>
november	186,4 (Siófok, 1962)	3,7 (Szeged, 1986)
december	120,3 (Siófok, 1995)	0,0 (Szeged, 1972)
Január	106,2 (Pécs, 1984)	0,4 (Budapest, 1991)
Február	121,3 (Budapest, 1969)	0,0 (Budapest, 1998)
Március	95,4 (Sopronhorpács, 1985)	0,4 (Budapest, 1961)

**3.5. táblázat:** az egyes hónapokban előfordult legalacsonyabb és legmagasabb csapadékmennyiség a síkvidéki állomásokon

Hónap	A csapadék maximális havi összege (mm)	A csapadék minimális havi összege (mm)
november	242,8 (1962)	13,1 (2006)
december	176,0 (1976)	2,1 (1972)
Január	133,0 (1979)	0,6 (1991)
Február	157,2 (1969)	1,8 (1976)
Március	116,1 (2001)	5,1 (2003)

**3.6. táblázat:** az egyes hónapokban előfordult legalacsonyabb és legmagasabb csapadékmennyiség Kékestetőn

A hét állomás adataiból számított átlagos szezonális csapadékösszegek időbeli alakulását a 3.8. ábrán láthatjuk. Az idősort megvizsgálva arra a megállapításra jutunk, hogy az első évtized (1961-70) során több szezonban is az 50 éves átlagértékekhez képest igen sok csapadék hullott. Így ebben a tíz évben az átlagos november-márciusi érték 248 mm-nek adódik. A vizsgált időszak többi évtizedében a csapadékmennyiség kevesebb lett, a négy dekád átlagos értékei sorban 176, 196, 185 és 193 mm. Vagyis az utolsó 40 évben igazán szignifikáns trend nem fedezhető fel, bár a legutolsó években némi emelkedés mutatkozik.



**3.8. ábra:** a november-márciusi időszak átlagos csapadékösszegeinek időbeli alakulása a hét állomás adataiból számítva, 1960-61 és 2009-10 között



### **3.2.3. A hóval kapcsolatos paraméterek**

A hóval kapcsolatos adatok leírására kétféle, klimatológiai munkákban szintén gyakran szereplő jelzőnapot használtunk fel. Az egyik ilyen a havas napok, a másik pedig a hótakarós napok száma.

#### **3.2.3.1. A havas napok száma**

Definíció szerint havasnak minősül egy nap, ha az aznapra (vagyis a 3.2.2. pontban leírtaknak megfelelően adott nap 06 UTC és a rákövetkező nap 06 UTC közötti időszakra) vonatkozó csapadékfajta alakódja – a hagyományos csapadékmérő állomásokon még ma is alkalmazott kódolási eljárást figyelembe véve – 4, 5 vagy 8. Ez azt jelenti, hogy ha ebben a 24 órás időintervallumban az állomáson hó, havas eső vagy más, szilárd halmazállapotú csapadék hullik (eltekintve a jégdarától, a jégesőtől és a fagyott esőtől), akár csak nyomnyi, tehát nem mérhető mennyiségben is, akkor az a nap havasnak minősül.

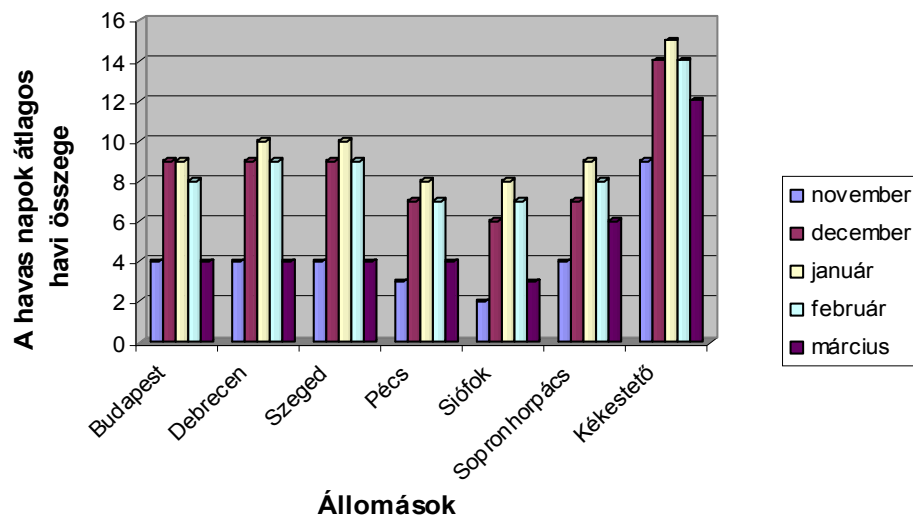
Továbbá fontos kiemelni azt is, hogy a havas napnak tehát semmiféle olyan kritériuma nincsen, amely a lehullott hó megmaradásával lenne kapcsolatos. Vagyis előfordulhat olyan szezon, amikor a havas napok száma nagy, viszont megmaradó hótakaró csak alig-alig alakul ki.

Ha a havas napok számának alakulását vizsgáljuk az egyes hónapokban, akkor arra a megállapításra jutunk, hogy az országon belül síkvidéken általában csak kisebb eltérések vannak. Ezen belül is, Budapest, Debrecen és Szeged sokéves havi átlagai szinte hajszálpontosan megegyeznek egymással. Az említett három állomáson egy átlagos szezon során rendre 34, 36 és 36 havas nap fordul elő. Sopronhorpácson ez a szám szintén 34, azonban itt a napok eloszlásában találunk egy kis eltérést: ugyanis decemberben átlagosan kettővel kevesebb, márciusban pedig ugyanennyivel több napon havazik, mint a másik három településen. Siófokon és Pécsen ehhez képest kevesebb az egy szezonra eső havas napok száma: 26, illetve 29. Ez a mintegy 7-9 napos különbség az időszak során arányosan oszlik el: általában minden egyes hónapban 1-2 nappal alacsonyabbak az értékek ezen a két helyen.

Kékestetőn természetesen a fent említettekhez képest jóval több, a sokéves átlag szerint 64 havas nap fordul elő a november és március közötti hónapokban. Ez mintegy duplája a síkvidéki országos átlagnak. A leghidegebb évszakban minden hónapban egyenletesen 14-15 napot tesz ki eme napok

száma, de még márciusban is 10 fölött van. (A teljesség kedvéért megemlítjük azt is, hogy ilyen tengerszint fölötti magasságban, ahol Kékestető fekszik, a mi éghajlatunkon a legmelegebb nyári hónapok kivételével gyakorlatilag bármikor előfordulhat havazás, hózápor. Ennek megfelelően bizonyos években nem ritka, hogy már októberben és/vagy még áprilisban is jócskán adódik havas nap, de szeptemberben, májusban, sőt, némelykor még júniusban is észleltek már ilyen jelenséget. Ezek azonban nem képezik jelen vizsgálat tárgyát.)

A havas napok számának 50 éves átlagát a vizsgált hónapokra és állomásokra a 3.9. ábrán láthatjuk.



**3.9. ábra:** a havas napok számának ötvenéves átlagértékei a vizsgált hónapokban (november-március)

### 3.2.3.2. A hótakarós napok száma

Hótakarósnak tekintünk egy adott napot akkor, ha a 06 UTC-s mérés időpontjában az állomás környezetében a talajfelszín területének legalább ötven százalékában, legalább 0,5 centiméter vastagságú hótakaró borítja. Ilyen módon tehát nem minősülnek hótakarósnak azok a napok, amikor a talajt hófoltok vagy hólepel (0,5 cm-nél vékonyabb hóréteg) borítja.

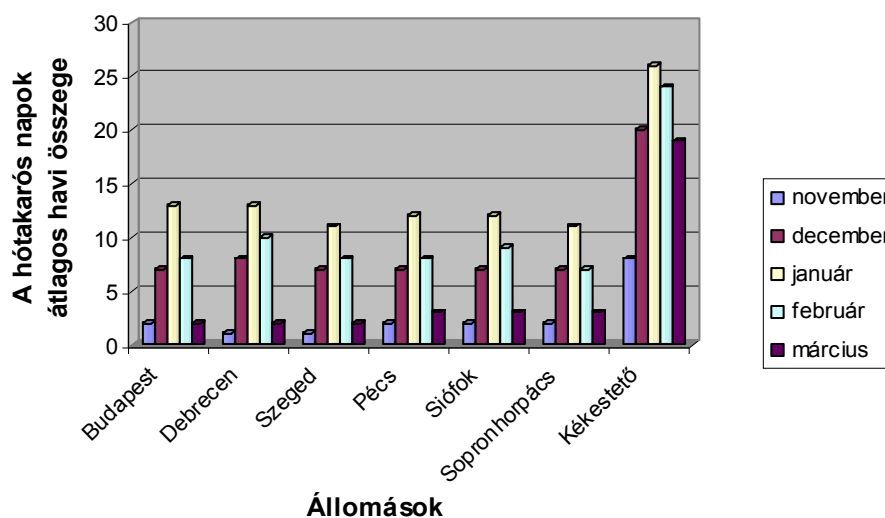
Ezen paraméter esetében is előfordulnak különlegességek. Az egyiket a 3.3.3.1. pontban már említettük, vagyis hogy előállhat az a helyzet, amikor egy időszakban a sok havas naphoz a túlságosan magas hőmérséklet miatt csak kevés hótakarós nap társul. Ennek ellenpéldája az a szituáció, amikor a kevés havas nap ellenére sok hótakarós nap adódik. Ez akkor állhat elő, ha a leesett –

nem is feltétlenül nagy mennyiségű hó – az egyéb körülmények alakulása okán (minimális besugárzás, alacsony hőmérséklet) hosszabb ideig nem tud elolvadni, még ha közben havazás már nem, vagy csak csekély mennyiségben fordul elő. A hótakarós napok számának alakulásában tehát mind a csapadék mennyisége és halmazállapota, mind pedig a hőmérséklet fontos szerepet játszik.

Az egyes régiókra vonatkozó adatokat vizsgálva megállapíthatjuk, hogy síkvidéken az ország legnagyobb részén 30 nap körülnek, valamivel afölöttinek adódik a hótakarós napok száma. A dolgozatban vizsgált állomások közül a legtöbb Debrecenben (34), míg a legkevesebb Szegeden (29) jellemző. Egy-egy adott hónapban is igencsak homogén a területi eloszlás Magyarországon: novemberben 1-2, decemberben 7-8, januárban 11-13, februárban 8-10, márciusban pedig 2-3 hótakarós nap a jellemző átlagosan.

Kékestetőn a síkvidékinek kb. háromszorosa, átlagosan 97 nap adódik egy szezonnra. Az ország legmagasabb pontján a január és a február jellemzően majdnem végig hótakarós, de decemberben, sőt márciusban is 19-20 nap a szokásos érték. (Természetesen ebben az esetben is előfordulhat az, hogy már októberben és/vagy még áprilisban is található alkalmanként megmaradó hó az állomáson.)

A hótakarós napok számának 50 éves átlagát a vizsgált hónapokra és állomásokra a 3.10. ábrán láthatjuk.



**3.10. ábra:** a hótakarós napok számának ötvenéves átlagértékei a vizsgált hónapokban (november-március)

Ami a havas, illetve a hótakarós napok számának abszolút szélsőségeit (3.7. táblázat) illeti, ez esetben is elmondható, hogy az értékek igazán tág határok között mozognak.

A minimumokat tekintve megállapíthatjuk, hogy a kétféle küszöbnap legalacsonyabb értékei rendre ugyanazon teleken fordultak elő: 1989-90 és 2006-07 mindkét tekintetben kimagaslik a többi szezon közül. A legenyhébb téli időszakokban síkvidéken mindössze 6-12 napon fordul elő szilárd halmazállapotú csapadék, ami a megszokottnak csak 20-30 százaléka. Még szélsőségesebb értékeket kapunk a hótakarós napok minimumát illetően, hiszen a legtöbb állomáson a vizsgált ötven év alatt előfordult legalább egy olyan szezon, amikor egyáltalán nem alakult ki megmaradó, mérhető vastagságú hóréteg.

Kékestetőre ugyanezek a számok mindkét esetben 30-35 napnak adódnak. Ez az alacsonyan fekvő részeken éppen átlagosnak felelne meg, az ország legmagasabb pontjára nézve azonban szélsőségesen alacsonynak számít.

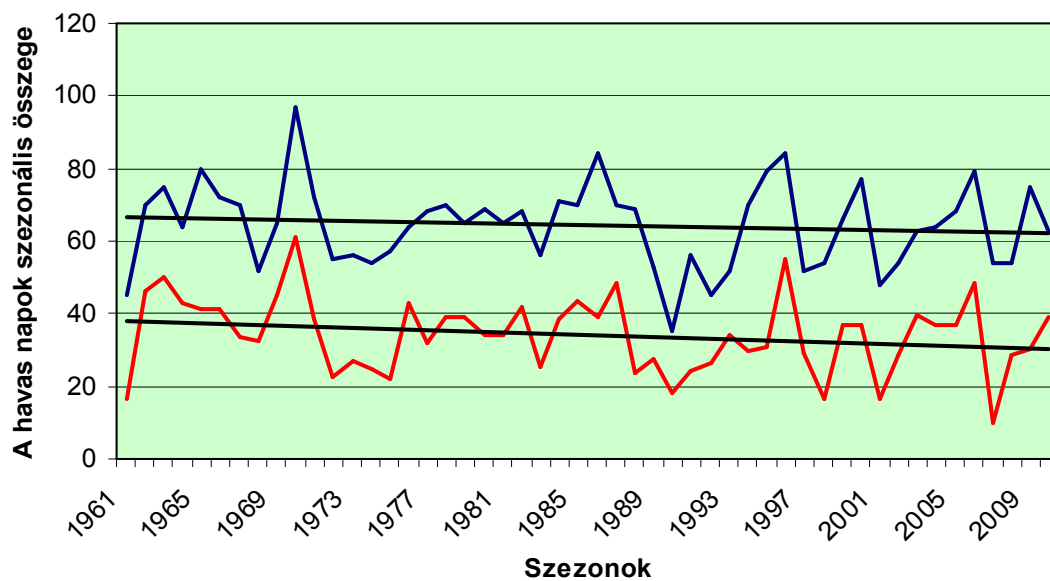
Részben a maximumok esetében is találunk átfedést a kétféle jelzőnapok rekordjaira vonatkozó időszakok között, de a fentebb leírtaknál kisebb mértékben. Az elmúlt 50 évben a vizsgált 5 hónap során síkvidéken a legtöbb havas napot 1969-70-ben és 1995-96-ban jegyezték fel, országos átlagban 60-70 napot. Ez a szokásosnak mintegy két-, két és félszerese. Kékestetőn ugyanekkor 97 napon fordult elő havazás.

A legtöbb hótakarós nap az egyes állomásokon különböző szezonokra datálódik, de síkvidéken alapvetően három idény áll a lista élén: 1962-63, 1963-64 és 1995-96. Ezekben az években az átlagos 30 helyett 70-90 napig borította hótakaró a talajt. Kékestetőn 1999 novembere és 2000 márciusa között 139 napot jegyeztek fel, ami azt jelenti, hogy az 5 hónapnak majdnem teljes egészében volt mérhető vastagságú hó az állomáson.

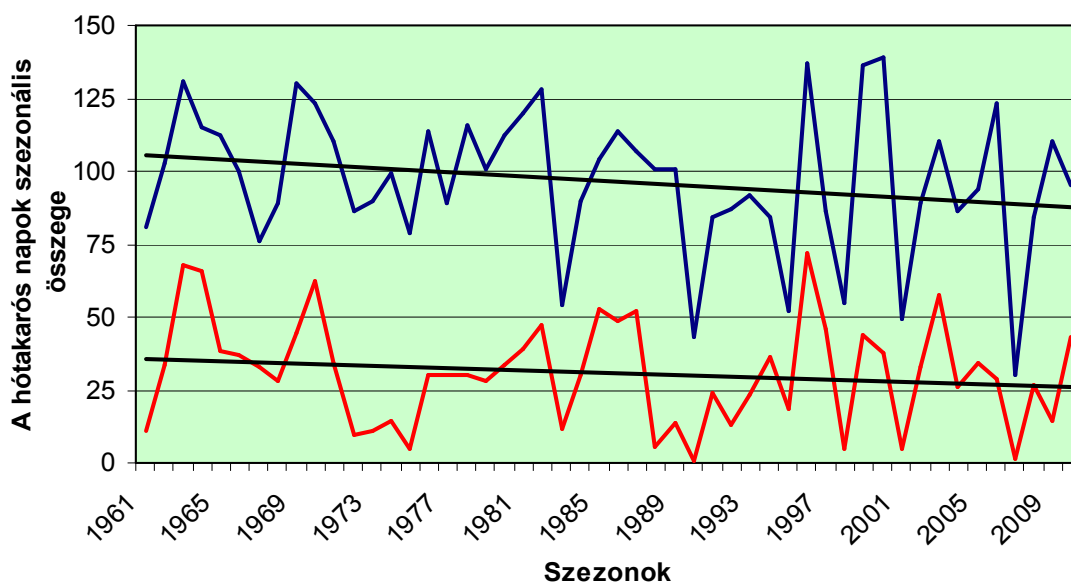
<b>Állomás</b>	<b>Havas nap</b>		<b>Hótakarós nap</b>	
	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>
Budapest	7 (2006-07)	65 (1969-70)	0 (2-szer)	72 (1995-96)
Debrecen	12 (2006-07)	71 (1969-70)	2 (1989-90)	91 (1963-64)
Szeged	11 (1960-61)	63 (1995-96)	0 (2006-07)	72 (1963-64)
Pécs	8 (1989-90)	65 (1969-70)	0 (2-szer)	86 (1962-63)
Siófok	6 (2006-07)	58 (1969-70)	0 (2-szer)	92 (1995-96)
Sopronhorpács	10 (1989-90)	63 (1995-96)	1 (1989-90)	88 (1995-96)
Kékestető	35 (1989-90)	97 (1969-70)	30 (2006-07)	139 (1999-2000)

**3.7. táblázat:** a havas és a hótakarós napokra vonatkozó szélsőértékek, valamint az előfordulásuk időpontja

A jelzőnapok szezonális összegeinek időbeli alakulását a 3.11. és a 3.12. ábrák szemléltetik. Ez alapján az utóbbi 50 évben mind a havas, mind a hótakarós napok száma – a fagyos, a téli és a zord napokéhoz hasonlóan – csökkenő trendet mutat.



**3.11. ábra:** a havas napok egy szezonra eső számának időbeli alakulása a hat síkvidéki állomás átlaga (piros színnel), illetve Kékestető (kék színnel) adatai alapján, 1960-61 és 2009-10 között



**3.12. ábra:** a hótakarós napok egy szezonra eső számának időbeli alakulása a hat síkvidéki állomás átlaga (piros színnel), illetve Kékestető (kék színnel) adatai alapján, 1960-61 és 2009-10 között

## 4. A vizsgált makrocirkulációs rendszerek és az ezeket leíró indexek bemutatása

### 4.1. Bevezetés

A globális légköri változékonysága – amint ez a szakirodalmi áttekintésből is kiderült – már régóta jól ismert tény. Ez a változékonyság az időjárási események és a cirkulációs rendszerek megjelenésében, alakulásában tükröződik.

Ez utóbbi jelenségek karakterisztikus ideje igen sokféle lehet:

- napok (pl. időjárási frontok)
- hetek (pl. egy télközépi felmelegedés vagy egy nyárközépi hűvös periódus),
- hónapok (pl. különösen hideg telek vagy meleg nyarak),
- évek (pl. abnormálisan enyhe telek sorozata),
- évszázadok (pl. hosszú időn át tartó klímaváltozás).

A *távkapcsolati rendszer* vagy *szerkezet* (angolul: teleconnection pattern) kifejezés olyan időről időre visszatérő, hosszabb ideig fennálló, a légnyomási rendszerekben és a cirkulációs viszonyokban jelentkező anomáliák nagytérségű elrendeződésére vonatkozik, amelyek rendszerint igen nagy földrajzi területeket érintenek (<http://www.cpc.ncep.noaa.gov>). Az elnevezést először *Ångström (1935)*, majd később *Bjerknes (1969)* használta. Ezeket a nyomási és cirkulációs képeket tulajdonképpen a légkörünk alacsony frekvenciájú (vagy nagy időskálájú) változékonyságának megjelenési formájaként is szokás azonosítani, amely legtipikusan a szinoptikus, illetve makroskálán mutatkozik meg.

Bár ezek az elrendeződések tehát jellemzően a néhány héttől néhány hónapig terjedő időskálán állnak fenn, néha azonban akár több egymást követő évben is uralkodóak lehetnek, ezáltal a globális légköri éves és évtizedes skálájú változékonyságában igen fontos szerepet játszhatnak. Ami a távkapcsolati mezők térbeli kiterjedését illeti, ezeknek a rendszereknek a jó része globális léptékű, azaz akár óceáni medencék illetve kontinensek egész területének időjárását is befolyásolják. Például amíg némelyik rendszer a Csendes-óceán medencéjének teljes északi részére hatással lehet, addig mások

Észak-Amerika keleti részéről kiindulva egészen Közép-Európáig kiterjednek. Megint mások majdnem a teljes eurázsiai kontinenst lefedik.

Valamennyi távkapcsolati rendszer a légköri rendszerünk kaotikus voltának természetes megjelenési formája, és elsősorban a légkör belső dinamikai sajátosságaiból ered. Ezen kívül bizonyos típusokra – különösképpen azokra, amelyek az Északi-Csendes-óceánon találhatóak – gyakran igen erős hatással vannak a trópusi területek tengerfelszín-hőmérsékleteiben illetve az itt elhelyezkedő konvekciós rendszerekben bekövetkező változások, ez utóbbiak pedig szoros kapcsolatban állnak az ENSO jelenségkörrel és az ún. Madden-Julian oszcillációval (MJO).

A távkapcsolati rendszerek jelenléte megmutatkozik a légköri hullámok (pl. a jet streamek) elhelyezkedésében, mozgásában, erősségében bekövetkező nagyskálájú változásokban, és kiterjedt területeken van hatással a hőmérsékletre és a csapadékra, hogy csak a legfőbb paramétereket említsük. Így nemritkán ezek a felelősek az olyan egy időben, de egymástól látszólag hatalmas távolságokra bekövetkező „abnormális” időjárási helyzetekért, mint amilyen például az 1995-1996-os télen előállt. Akkor Észak-Amerika teljes keleti felében végig igen hideg és havas időjárás uralkodott, emellett Észak-Európában és Skandináviában szintén tartós hideg volt jellemző. Ezzel egy időben Dél-Európában és Észak-Afrikában igen csapadékos, gyakran viharos időjárás alakult ki. Ezek az események mind igen szorosan összefüggésbe hozhatók ugyanazzal a távkapcsolati rendszerrel, az Észak-atlanti Oszcilláció (NAO) erős negatív fázisával.

## **4.2. A cirkulációs típusok azonosításának és az indexek kiszámításának módszere**

A National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) keretein belül működő Climate Prediction Center (CPC) nevű központ (<http://www.cpc.ncep.noaa.gov>) foglalkozik a Föld egészére, de különös tekintettel az északi féltekére jellemző cirkulációs szerkezetek azonosításával, valamint az ezekhez tartozó indexek kiszámításával.

Az északi félteke jellegzetes távkapcsolati rendszereinek azonosítása az úgynevezett forgatott főkomponens-analízis módszerével – angolul Rotated



Principal Component Analysis, rövidítve RPCA – történik (*Barnston and Livezey, 1987*). Az eljárást ebben az esetben az 500 hPa-os légnyomási szint geopotenciális magasság-értékeinek havi átlagos, standardizált anomáliáira alkalmazzák. Ez tulajdonképpen azt jelenti, hogy az analízis során az 500 hPa-os szint geopotenciális magasság-értékeinek jellegzetes anomáliáit, illetve ezek előfordulási helyeit keresik, mégpedig az é. sz. 20° és 90° közé eső területek figyelembe vételével. A standardizálást az 1950-2000-es normálidőszak havi átlagainak, valamint szórásainak felhasználásával végzik. Ezzel minden egyes hónapra megállapíthatók az elsődleges fontosságú cirkulációs szerkezetek, továbbá lehetőség nyílik az ezeket leíró indexek kiszámítására is.

A következőkben csak röviden vázolom az eljárás lényegét, hiszen a részletesebb matematikai leírás (magyarul lásd *Dévényi és Gulyás, 1988*) a későbbiek során elvégzett vizsgálatok szempontjából nem releváns.

Először az ún. EOF-analízis (empirikus ortogonális függvények, angolul Empirical Orthogonal Functions) segítségével mind a tizenkét naptári hónapra meghatározzák az adott geodinamikus magassági anomália-mezősorok legnagyobb változékonyságú állapotait (ezek az ún. főkomponensek), illetve az ezeket leíró függvényeket. Ezután ezekre a függvényekre alkalmaznak egy bizonyos faktor-rotációt, az ún. varimax rotációt, amely azon a feltevésen alapul, hogy egy adott faktor interpretálhatóságát mérni lehet a faktorsúlyaik négyzetének varianciájával. Ha ez a variancia nagy, akkor ezek a négyzetes értékek vagy nullához vagy egyhez tendálnak. Ezért a varimax rotáció ezeknek a varianciáknak az összegét maximalizálja minden faktor esetében. Ez egyrészt azért hasznos, mert a derékszögű forgatás után a korábbinál egyszerűbb matematikai alakkal dolgozhatunk. Másrészt pedig az így kapott forgatott főkomponensek tulajdonképpen azok lesznek, amelyek az egyes hónapokban az anomália-mezőben rejlő varianciák legnagyobb részét megmagyarázzák. Más szóval, ezek a főkomponensek megadják azokat a szerkezeteket, amelyek a légköri rendszerben a legtipikusabbak, a leghangsúlyosabban előfordulók. (Meg kell jegyeznünk azt is, hogy a vonatkozó mezők minden egyes esetben három hónap anomália-értékeiből kerülnek kiszámításra: az adott, a megelőző, valamint a rákövetkező hónapéból.) Ezzel együtt sor kerül az adott cirkulációs típushoz tartozó index kiszámítására is, mégpedig a legkisebb négyzetek módszerének alkalmazásával.

Az északi félteke közepes és magas szélességein a CPC több különböző tipikus légnyomási és cirkulációs elrendeződést azonosított.

Ilyenek a következők:

- Észak-atlanti oszcilláció (North Atlantic Oscillation, NAO)
- Kelet-atlanti rendszer (East Atlantic pattern, EA)
- Kelet-atlanti/nyugat-oroszországi rendszer (East Atlantic/Western Russia pattern, EAWR)
- Skandináv rendszer (Scandinavia pattern, SCA)
- Poláris/Eurázsiai rendszer (Polar/Eurasia pattern, POL)

Ez az öt rendszer az, amelyik az eurázsiai és/vagy az észak-atlanti térség időjárásának alakításában – természetesen időben és térben erősen változó módon – fontos szerepet tölt be. Ezek közül a dolgozat végső formájába csak az első négyet (NAO, EA, EAWR, SCA) vettem bele. Ugyanis más, külföldi vizsgálatok azt mutatták, hogy a POL az európai kontinens időjárásának alakításába kevésbé szól bele, illetve saját számításaim szerint is ez a rendszer a különböző hazai mért adatokkal igen gyengén korrelál.

Ehelyett felhasználtam egy, szintén a CPC által kiszámított, de a fentitől kissé eltérő módon megkapott cirkulációs szerkezetet. Ez az Arktikus oszcilláció (Arctic Oscillation, AO). A különbség a többi rendszerhez képest abban áll, hogy az EOF-analízist ebben az esetben az 500 hPa helyett az 1000 hPa-os légnyomási szint geodinamikus magasság-értékeinek havi átlagos, standardizált anomáliáira alkalmazták. A figyelembe vett terület ezúttal is az é. sz. 20° és 90° közé eső térség volt. A standardizálást pedig az 1979-2000-es normálidőszak havi átlagainak, illetve szórásainak felhasználásával végezték.

A felsoroltakon kívül nagy számban léteznek még más, jól azonosítható rendszerek is. Ilyenek például a következők, amelyeket csak érdekességképpen említek meg. Ezek a Csendes-óceán északi részének és Észak-Amerikának a légköri viszonyaira vannak nagyobb hatással:

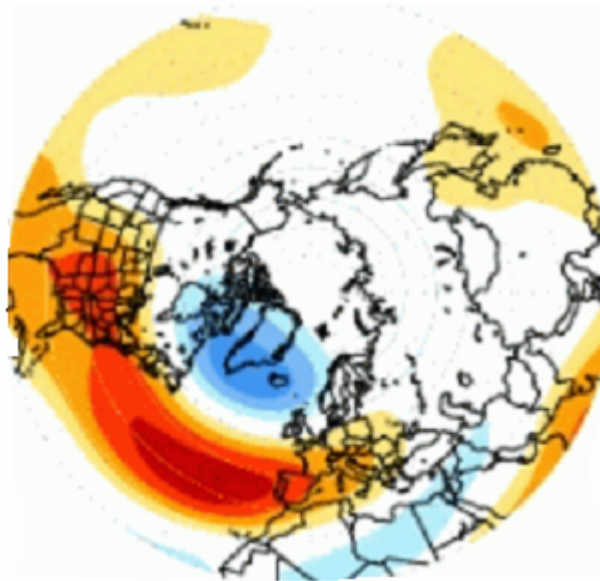
- Nyugat-Csendes-óceáni rendszer (West Pacific pattern, WP)
- Kelet- és Észak-Csendes-óceáni rendszer (East Pacific – North Pacific pattern, EP-NP)
- Csendes-óceáni/észak-amerikai rendszer (Pacific/North American pattern, PNA)
- Trópusi/északi hemiszférikus rendszer (Tropical/Northern Hemisphere pattern, TNH)
- Csendes-óceáni időszakos rendszer (Pacific Transition pattern, PT)

### 4.3. A felhasznált cirkulációs rendszerek jellegzetességeinek áttekintése

A következőkben röviden áttekintem a fenti módszerekkel definiált cirkulációs rendszereket és indexeket.

#### 4.3.1. Észak-atlanti oszcilláció (North Atlantic Oscillation, NAO)

Ez az egyik legjelentősebb és leggyakrabban használt cirkulációs és légnyomási rendszer. A napjainkban ismert NAO a korábban használatos ún. „keleti-atlanti” és „nyugati-atlanti” mezők elemeit egyesíti. A NAO egy észak-déli tengelyű anomálián alapszik: az egyik nyomásközpont Grönland, illetve Izland közelében található, a másik, ellenkező előjelű centrum pedig az észak-atlanti térség közepes szélességein, hozzátevélegesen az é. sz. 35° és 45° között (4.1. ábra).

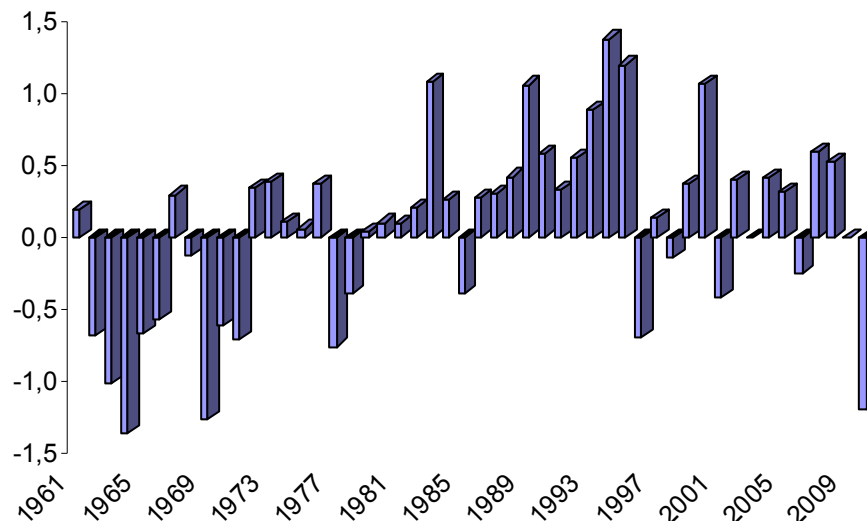


**4.1. ábra:** az 500 hPa-os légnyomási szint geopotenciál-mezőjének anomáliája és a NAO-index közötti korreláció, a pozitív fázis esetén (piros szín: pozitív, kék szín: negatív korrelációs együtthatók)

A NAO határozott szezonális és éven belüli menettel bír, és mind a pozitív, mind a negatív fázis esetén gyakran előfordul, hogy az adott anomália hosszabb ideig (több hónapig) fennáll. A téli időszakban az indexnek ezen kívül még

évtizeden belüli (dekadális) változékonysága is megfigyelhető. Például: az 1950-es évek közepétől egészen az 1978-79-es télig a NAO negatív fázisa volt a meghatározó, és ezalatt a kb. 24 éves időszak alatt négy olyan hosszabb – egyenként legalább 3 éven át tartó – periódus is előfordult, amelynek során a negatív fázis egyértelműen domináns volt, és a pozitív fázis feltűnően hiányzott. Továbbá ezen időintervallum során mindössze három alkalommal fordult elő, hogy a szezonális (azaz a 3 havi) átlagérték összességében pozitív legyen, és ráadásul ezek soha nem közvetlenül egymást követő teleken következtek be.

Az 1979-80-as téltől kezdve egy hirtelen váltással a NAO tartósan pozitív fázisba billent át: inentől kezdve az 1994-95-ig tartó 15 éves periódus során mindössze kétszer – 1984-85-ben és 1985-86-ban – fordult elő negatív szezonális átlag a tél folyamán. Az 1995-96-os tél (egészen pontosan a november-márciusi időszak) során aztán az erős negatív fázis visszatért, majd az azóta eltelt időszakban felváltva adódtak pozitív és negatív szakaszok (4.2. ábra).

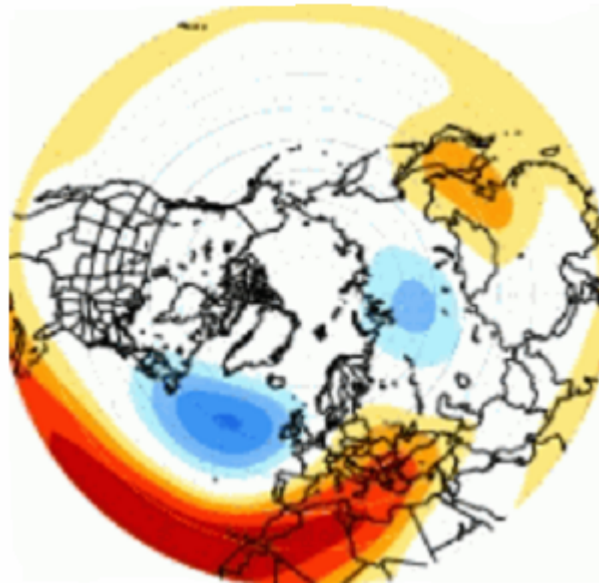


**4.2. ábra:** a NAO-index átlagos értékei a november-márciusi időszakban, 1960-61 és 2009-10 között

#### 4.3.2. Kelet-atlanti rendszer (East Atlantic pattern, EA)

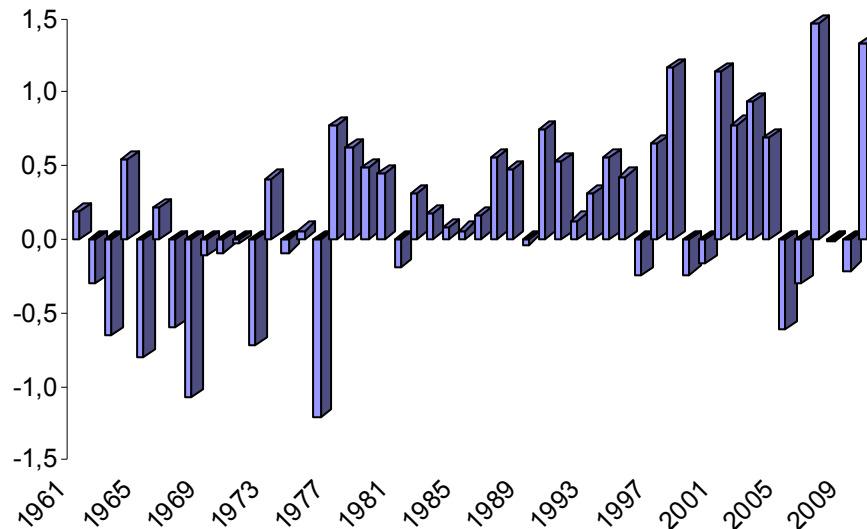
Az EA felépítésében hasonlít a NAO-hoz, azaz ez is egy észak-déli tengelyű anomálián alapszik, a vizsgált hatásközpontok azonban itt a teljes észak-atlanti zónát lefedik, a keleti részétől egészen a nyugati területekig. Az EA anomáliacentrumai a NAO nyomásközéppontjait összekötő képzeletbeli vonaltól

délkeleti irányban helyezkednek el. Emiatt az EA-t gyakran szokták leegyszerűsítve a NAO kissé délre elmozdított változatának nevezni – hibásan. Ugyanis az a cirkulációs központ, ami az EA rendszerében az alacsonyabb szélességeken fekszik, igen szoros kapcsolatban áll a szubtrópusi magasnyomású zóna elhelyezkedésével és intenzitásával. Ez az erős szubtrópusi behatás különbözteti meg az EA-t a NAO-tól (4.3. ábra).



**4.3. ábra:** az 500 hPa-os légnyomási szint geopotenciál-mezőjének anomáliája és az EA-index közötti korreláció, a pozitív fázis esetén (piros szín: pozitív, kék szín: negatív korrelációs együtthatók)

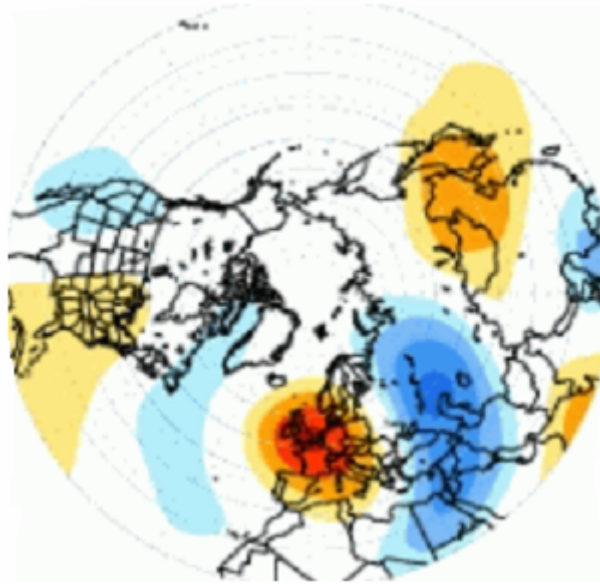
Az EA erős évtizedes skálájú változékonysággal bír, ez az 1950-2004-es időszakban is bebizonyosodott: 1950 és 1976 között többnyire a negatív, 1977 és 2004 között pedig általában a pozitív fázis volt a domináns. Ez utóbbi 1997 és 2004 között különösen tartósnak és erőteljesnek bizonyult, ugyanis ekkor a háromhavi átlagértékek rendszeresen 1,0-2,0-del meghaladták a normálist. Az azóta eltelt időszakban pozitív és negatív értékek váltakozva fordulnak elő (4.4. ábra).



**4.4. ábra:** az EA-index átlagos értékei a november-márciusi időszakban, 1960-61 és 2009-10 között

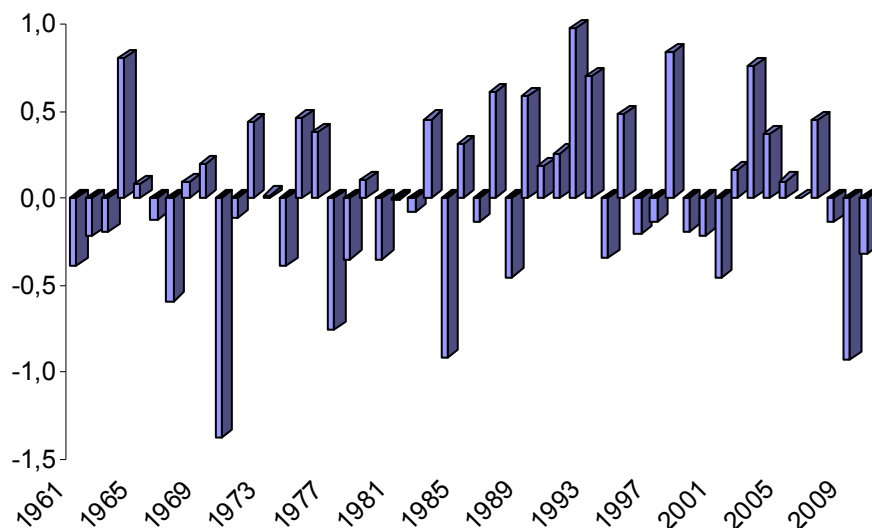
#### 4.3.3. Kelet-atlanti/nyugat-oroszországi rendszer (East Atlantic/Western Russia pattern, EA/WR)

Az EA/WR rendszer egyike a legjelentősebb, Eurázsia időjárását az év nagy részében befolyásoló légnemzési és cirkulációs rendszereknek. Az EA/WR a június-augusztusi időszak kivételével kimutatható szerepet játszik. A téli hónapokban két fő anomáliaközpontot különíthetünk el: az egyik nagyjából a Kaszpi-tenger térségében, a másik Nyugat-Európában található. Ezzel szemben tavasszal és ősszel három cella alkotja az EA/WR-t. Ebből két ellenkező előjelű központ található Nyugat/Északnyugat-Oroszországban, illetve Északnyugat-Európában, a harmadik – az oroszországgal megegyező jellegű anomáliával – az Atlanti-óceánon helyezkedik el, tavasszal inkább Portugáliától nyugatra, ősszel pedig főként Újfundland közelében azonosítható (4.5. ábra).



**4.5. ábra:** az 500 hPa-os légnyomási szint geopotenciál-mezőjének anomáliája és az EA/WR-index közötti korreláció, a pozitív fázis esetén (piros szín: pozitív, kék szín: negatív korrelációs együtthatók)

Az EA/WR pozitív és negatív fázisban egyaránt gyakran volt az elmúlt 50 év során. A negatív fázis legtartósabban télen és kora tavasszal alakul ki. Ilyen volt pl. az 1969-70-es vagy az 1976-77-es téli szezon. Az erőteljes pozitív fázisok közül a legkiemelkedőbb 1991-92 késő telén/kora tavasszal fordult elő. A 2000-es években eleinte főként a pozitív fázis dominált, majd a legutolsó években változott a helyzet (4.6. ábra).

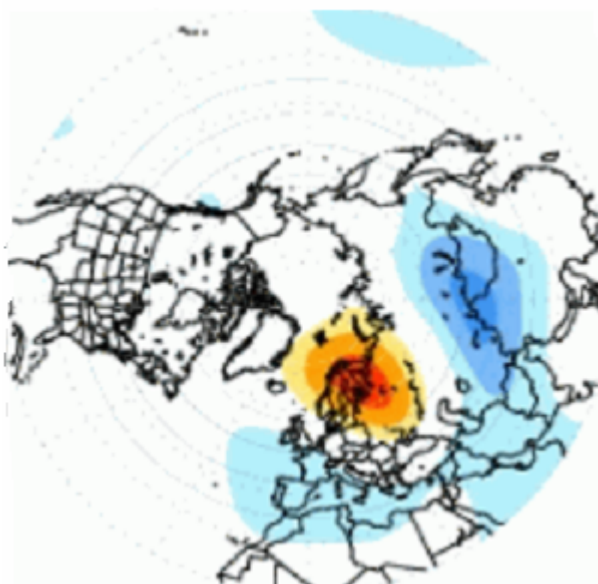


**4.6. ábra:** az EA/WR-index átlagos értékei a november-márciusi időszakban, 1960-61 és 2009-10 között



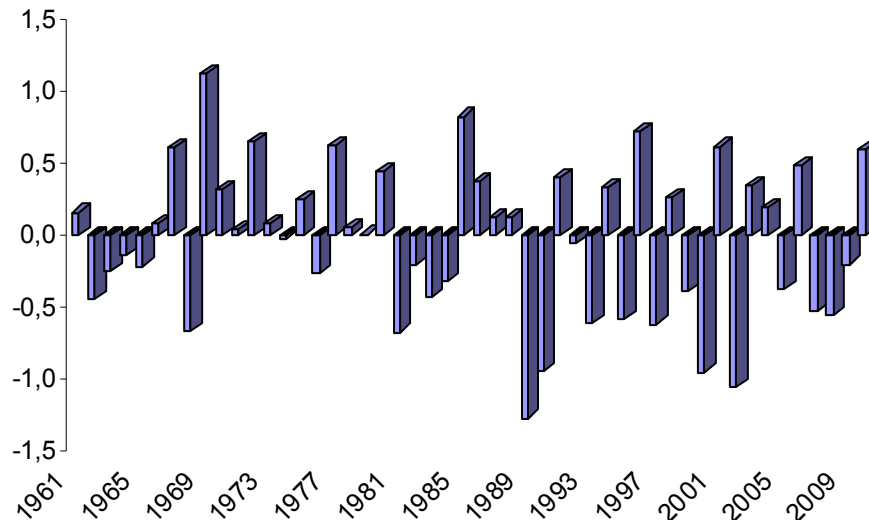
#### 4.3.4. Skandináv rendszer (Scandinavia pattern, SCA)

Az SCA-rendszer elsődleges cirkulációs központja Skandináviában, valamint a Jeges-tenger Észak-Szibériához közeli részén helyezkedik el. Két további ellenkező előjelű, de gyengébb anomália-központ egészíti ki a rendszert: az egyik Nyugat-Európában, a másik Mongóliában/Nyugat-Kínában található (4.7. ábra). Az SCA a nagy időskálájú változékonyság egyik legfontosabb megjelenési formája, amely június és július kivételével minden hónapban felfedezhető.



**4.7. ábra:** az 500 hPa-os légnyomási szint geopotenciál-mezőjének anomáliája és az SCA-index közötti korreláció, a pozitív fázis esetén (piros szín: pozitív, kék szín: negatív korrelációs együtthatók)

Az SCA-index szezonális, éves és évtizedes skálájú periódussal is rendelkezik. Például negatív fázis volt a domináns 1964 elejétől 1968 közepéig, majd 1986 közepétől 1993 elejéig, ezen kívül az 1988-89-es télen, 1990 tavaszán, továbbá az 1991-92-es téli és tavaszi időszakban. Ezzel szemben 1972, 1976 és 1984 nagy részében a pozitív fázis volt az uralkodó. A legutolsó években negatív és pozitív időszakok egyaránt előfordultak (4.8. ábra).

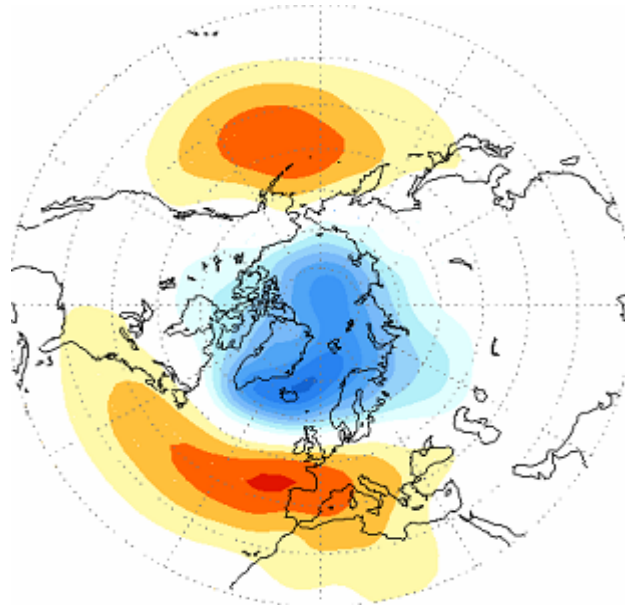


**4.8. ábra:** az SCA-index átlagos értékei a november-márciusi időszakban, 1960-61 és 2009-10 között

#### 4.3.5. Arktikus oszcilláció (Arctic Oscillation, AO)

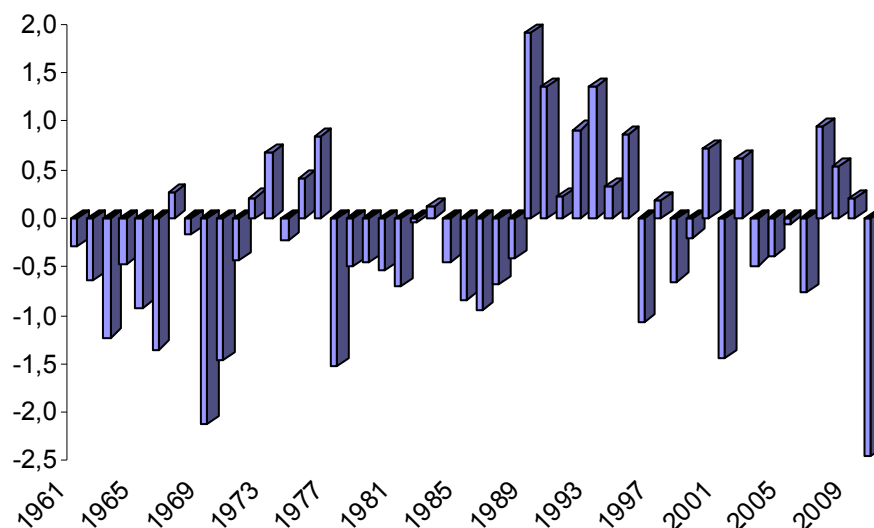
Az Arktikus oszcilláció jelenléte az északi félteke közepes, illetve magas szélességein egymással pontosan ellentétes nyomási viszonyokat idéz elő.

A rendszer negatív fázisában a poláris területeken a normálnál magasabb lesz a légnyomás értéke, ezzel szemben a közepes szélességeken – hozzátevélegesen az é. sz. 45° környékén – a megszokottnál alacsonyabb. A pozitív fázisban a leírtakkal ellentétesen alakul az elrendeződés (4.9. ábra). Ez tehát azt jelenti, hogy az Arktikus oszcilláció elsősorban a polárfronti ciklonaktivitás erősségével van kapcsolatban.



**4.9. ábra:** az 1000 hPa-os légnyomási szint geopotenciál-mezőjének anomáliája és az AO-index közötti korreláció, a pozitív fázis esetén (piros szín: pozitív, kék szín: negatív korrelációs együtthatók)

A vizsgált időszak első három évtizedében az AO döntő részben negatív fázisban volt, csak az 1970-es években váltak a pozitív értékek hosszabb időn át dominánssá. Az 1990-es évek elején aztán régóta nem látott, erős pozitív időszak vette kezdetét, amely az évtized végéig tartott. A 2000-es években a két fázis felváltva jelentkezett, majd a legutolsó télen az elmúlt ötven évben egészen ritkán előforduló mélységekbe zuhant az index értéke (4.10. ábra).



**4.10. ábra:** az AO-index átlagos értékei a november-márciusi időszakban, 1960-61 és 2009-10 között

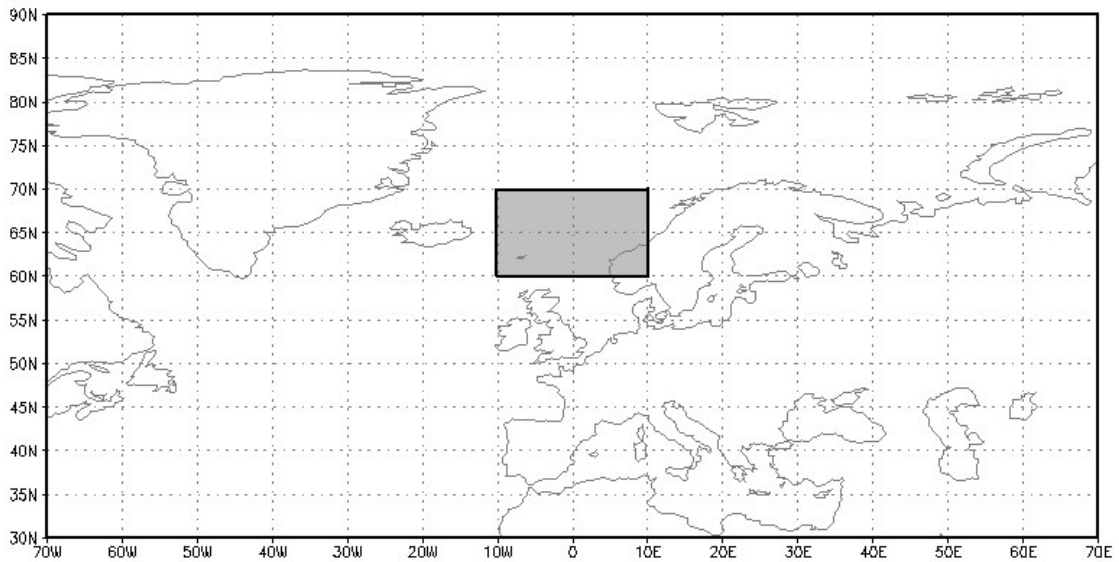
#### 4.4. Az észak-atlanti térség télközépi ciklikussága

A dolgozatban megvizsgáltam még egy, a korábban említettektől eltérő módon azonosított cirkulációs jelenséget is. Ez az Észak-atlanti térség télközépi ciklikussága (North Atlantic Region winter Cyclic, NARC) elnevezést viseli, és *Fodor (2006)* definiálta. Munkája során ő egy kiválasztott terület, az é. sz. 60. és 70., valamint a ny. h. 10. és a k. h. 10. foka közötti zóna (4.11. ábra) átlagos, január havi tengerszinti légnyomási anomáliája és Budapest január havi középhőmérsékleti anomáliája közötti kapcsolatot vizsgálta 1948 és 2005 között. A légnyomási anomáliának a 2 méteres szint középhőmérsékleti anomáliájával való lineáris korrelációja  $-0,7$ -nek, a 850 hPa-os szint középhőmérsékleti anomáliájával való lineáris korrelációja pedig  $-0,58$ -nak adódott. Emellett az említett zónára vonatkozóan elkészítette a január havi légnyomás-anomália menetének 5 éves mozgóátlagát több száz évre visszamenőleg

Mindezek után arra a megállapításra jutott, hogy a légköri cirkuláció rendszerében az Atlanti-óceán északi részein egyfajta kváziperiodikus oszcilláció figyelhető meg, amelyen belül egy 50-75 éves szakaszosság adódik. Eme oszcilláció rendszerében a pozitív légnyomási-anomáliájú időszakokban az átlagosnál magasabb nyomás-értékek mutatkoznak az Atlanti-óceán keleti részén vagy Izland (esetleg Grönland) térségében. Ez pedig kedvez a Kárpát-medencében időszakosan fellépő úgynevezett hosszantartó rendkívül hideg időszakok, ezzel együtt a megszokottnál alacsonyabb havi középhőmérséklet kialakulásának. Az átlagosnál alacsonyabb nyomás-értékek esetén fordított a helyzet.

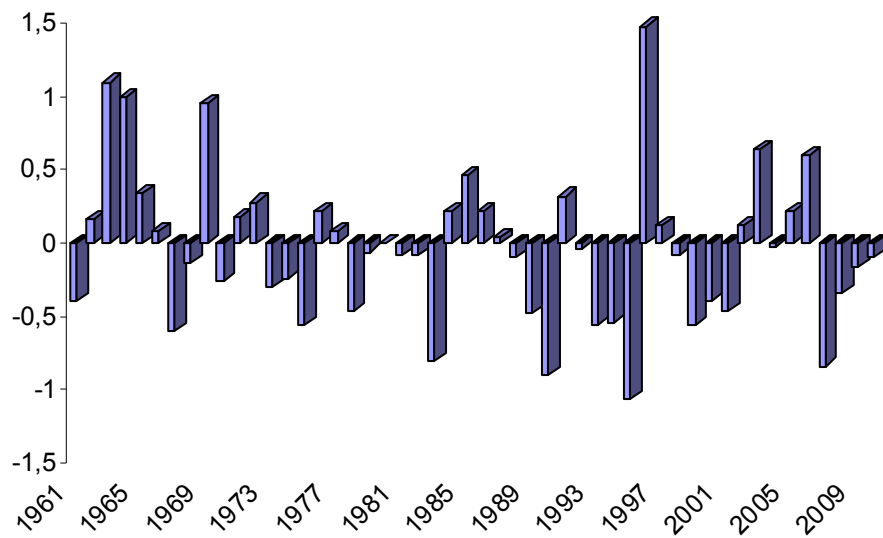
A későbbiekben a NARC definiálásánál figyelembe vett terület a fentiekhez képest némileg módosult, így a kiválasztott térség az é. sz.  $60^\circ$  és  $65^\circ$ , valamint a ny. h.  $0^\circ$  és  $5^\circ$  közé eső zóna lett. Ezzel a korábinál még magasabb korrelációs együttthatók adódtak (*Fodor, 2009*). A diplomamunkámban szereplő NARC-index értékei már kivétel nélkül erről a területről származnak. Az index kiszámítása egyébként hasonló módszerrel történik, mint amit a korábban bemutatott példák esetében láthattunk. Vagyis az egyes hónapokra kapott anomáliákat rendre az átlagos értékek megállapítása során is használt időintervallum átlagos szórás-

értékeivel kell standardizálni, így jutunk hozzá a végső értékhez. Az alapul vett időintervallum ez esetben az 1948-2007-es időszak.



**4.11. ábra:** a NARC anomáliaközpontja Európa északi részén, Fodor (2006) nyomán

A NARC az 1960-as évek téli időszakaiban általában pozitív, sőt többször extrém pozitív fázisban volt. Az ezt követő évtizedekben a negatív fázis vált dominánssá, határozott pozitív értékek inkább csak az 1980-as és az 1990-es évek közepén fordultak elő. A legutolsó időkben mintegy 4-5 éves periódusú váltakozás jellemző a kétféle fázis között (4.12. ábra).



**4.12. ábra:** a NARC-index átlagos értékei a november-márciusi időszakban, 1960-61 és 2009-10 között

## 5. A vizsgált makrocirkulációs rendszerek részletes jellemzése és kapcsolatuk az egyes paraméterekkel

### 5.1. Bevezetés

A következőkben először részletesen bemutatom a 4. fejezetben már röviden ismertetett cirkulációs rendszerekre jellemző szinoptikus helyzetet. Ennek során főként az egyes típusok extrém – tehát kifejezetten alacsony, illetve magas indexű – időszakokban fellépő, nagy térségekre jellemző viszonyokra fektetem a hangsúlyt.

Ezeket az „extrém” helyzeteket olyan módon definiáltam, hogy egy adott index esetében minden egyes hónapban meghatároztam az illető adatsor alsó kvartilisét (azaz a 0,25-ös kvantilisét), illetve felső kvartilisét (azaz a 0,75-ös kvantilisét). Azokat a hónapokat, amikor az index értéke az alsó kvartilisnél alacsonyabb volt, az adott rendszerre vonatkozóan extrém negatív indexű hónapoknak, valamint ehhez hasonlóképpen, amikor az index értéke a felső kvartilisnél magasabb volt, extrém pozitív indexű hónapoknak neveztem.

Az elemzés során valamennyi cirkulációs rendszer esetében térképes ábrázolást készítettem a fenti módon definiált extrém helyzetek felhasználásával. Ezeket a térképeket mindig az öt közül egy adott hónapra készítettem el. Ezt a bizonyos hónapot rendre a hazai adatokkal való korrelációs értékek, valamint az extrém indexű időszakokra kapott eredmények összehasonlítása után, szubjektív módon választottam ki, úgy, hogy megpróbáljam mindig az adott rendszer sajátosságait a legjobban, legszemléletesebben bemutatni. A térképekhez felhasznált reanalízis-adatok a NOAA NCEP/NCAR adatbázisából (<http://www.esrl.noaa.gov>) származnak.

Ezt követően pedig áttekintem az egyes rendszerek és a különböző paraméterek kapcsolatát a hét kiválasztott magyarországi állomás, illetve az öt vizsgált hónap tekintetében. Ennek egyik eszköze szintén az extrém indexek időszakainak elemzése, a másik fontos rész pedig a korrelációs együtthatók vizsgálata. Minden esetben – tehát valamennyi megfigyelési és mérési adat, illetve valamennyi cirkulációs index között – lineáris korrelációt számítottam. A

korrelációs együtthatók (jelölése:  $r$ ) a 99%-os szignifikancia-szinten az  $r > |+0,33; -0,33|$  tartományban szignifikánsak.

A korrelációs együtthatókat és az extrém indexű időszakokra kiszámított anomália-értékeket a *Függelék* teljes egészében tartalmazza.

## 5.2. Az Észak-atlanti oszcilláció

A bemutatott hónap: január.

### 5.2.1. Észak-atlanti oszcilláció, pozitív fázis

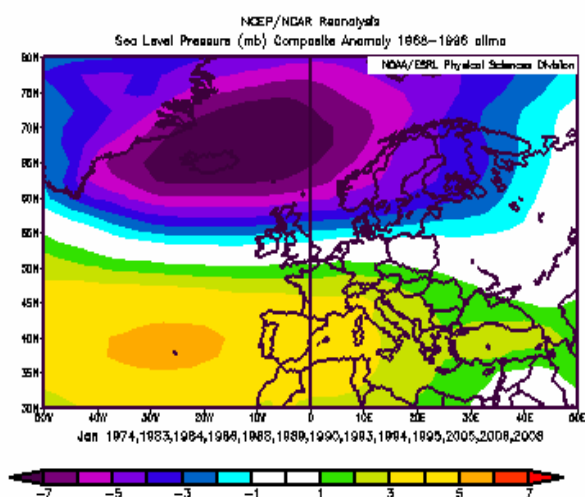
Először azokat a januárokat vizsgálom meg, amikor a NAO-index erős pozitív értékeket vett fel, vagyis 0,88-nál magasabb volt. Ezek az alábbi években fordultak elő: 1974, 1983, 1984, 1986, 1988, 1989, 1990, 1993, 1994, 1995, 2005, 2006 és 2008. Az ezekből a hónapokból készített, átlagos viszonyokat ábrázoló mezőkről a következőket lehet megállapítani:

- A pozitív fázisok idején a tengerszinti légnyomási mezőben mintegy az é. sz. 50-55°-tól északra eső területeken az átlagoshoz képest jelentős negatív, az ettől délebbre eső részeken pedig jelentős pozitív anomáliát láthatunk. Az anomália-központok egyrészt Izland és a Norvég-tenger térségében, másrészt pedig az Atlanti-óceán fölött, az Ibériai-félszigettől kissé nyugatra, nagyjából az é. sz. 35° és 45°, illetve a ny. h. 20° és 40° közötti területen helyezkednek el. A legbelső részeken a sokéves átlagtól vett eltérés értéke átlagosan +/- 6-7 hPa. A negatív anomáliájú zóna a Skandináv-félsziget keleti részén és a Baltikumon át egészen a Jeges-tenger és Északnyugat-Oroszország területéig terjed, a pozitív pedig Nyugat-, Dél- és Közép-Európában figyelhető meg a legerőteljesebben, de Kis-Ázsián át még a Közel-Keletig is elhúzódik (*5.1/a. ábra*).
- A vázolt cirkulációs módosulások azt eredményezik, hogy Európa északi részein az átlagoshoz képest erősebb lesz a ciklonaktivitás, a déli területeken ezzel szemben az anticiklonális hatások válnak uralkodóvá. Ez látszik a példaképpen kiválasztott 1994. januári helyzeten (*5.1/b. ábra*) is: az Atlanti-óceán középső részeitől Észak-Európán át egészen a Jeges-

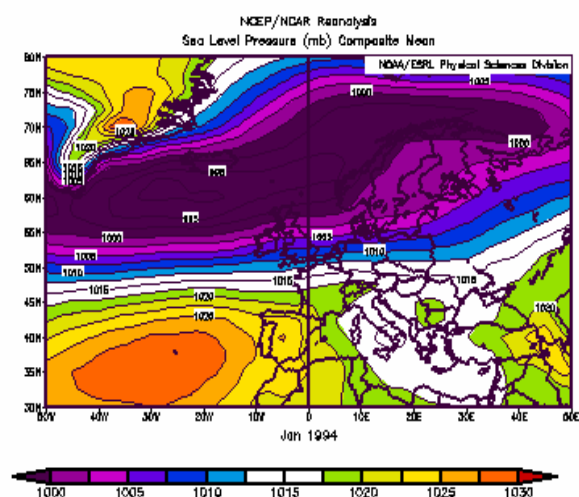


tengerig egy hosszan elnyúló, alacsony nyomású terület húzódik. Ebben a zónában időről időre ciklonok alakulnak ki, és haladnak nyugatról kelet felé. Ezzel egy időben 1025-1030 hPa-os középponti értékekkel a Pireneusi-félszigettől nyugatra egy nagy kiterjedésű anticiklon helyezkedik el, amely nyugat felől benyúlik Közép-Európáig. Mindebből egyértelműen következik, hogy a vizsgált területeken egy erős nyugat-keleti irányú áramlás alakul ki, amely a kontinens legbelső részein a ciklonok előoldalán délnyugativá válik, Közép- és Dél-Európában pedig a nyugatról benyúló anticiklon peremén kissé északnyugatra fordul. Lényeges, hogy a szibériai anticiklon gyakorlatilag egyáltalán nem rajzolódik ki ebben a helyzetben.

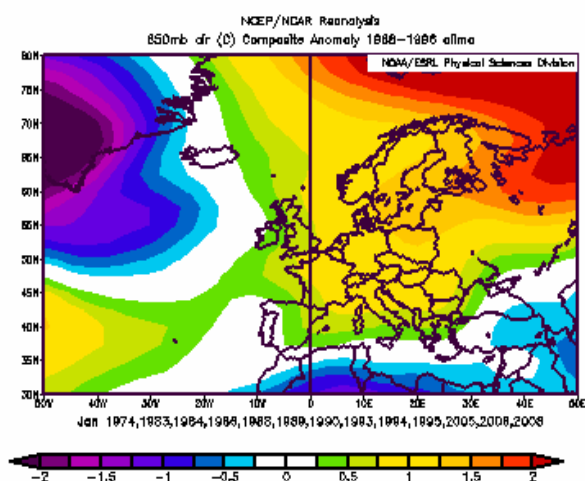
- Mivel a kontinens nagy része a nyugatias szelek erőteljes befolyása alatt áll, ezért – téli időszak lévén – az óceáni légtömegek melegítő hatása érvényesül. Ennek következtében Európa szinte teljes egészén az átlagosnál magasabb hőmérséklet a jellemző, ez mutatkozik meg a 850 hPa-os szinten is. A megszokottnál átlagosan 0,5-1,5 °C-kal van melegebb, de északkeleten ennél nagyobb az eltérés mértéke. Ez bizonyára annak köszönhető, hogy az a térség, amint láttuk, tartósan ciklon-előoldali helyzetben van, ezáltal erőteljes délnyugati áramlás jellemző ott, és a kontinentális hideg légtömegek hatása nem tud érvényre jutni. Az európai kontinensen negatív hőmérsékleti anomáliát csak egészen délkeleten találunk (5.1/c. ábra).
- Az átlagos csapadék-anomáliát ábrázoló térképen a ciklonális és az anticiklonális terület elhelyezkedése jól kirajzolódik. Mintegy a 45. szélességi körtől északra többnyire csapadéktöbblet, ettől délre pedig csapadékhiány jellemző. A megszokotthoz képest jóval nagyobb mennyiség esik a Brit-szigeteken, Izland térségében, Skandinávia déli részén és a Baltikumban. Ezzel szemben a Földközi-tenger egész medencéjében, beleértve a Pireneusi-, az Appennini- és a Balkán-félszigetet is, az átlagosnál szárazabb az időjárás a magas NAO-indexű időszakokban (5.1/d. ábra).



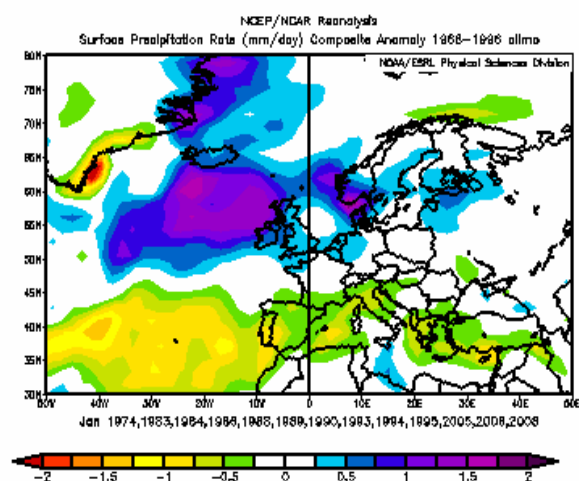
a)



b)



c)



d)

**5.1. ábra:** (a), (c) és (d): az extrém magas NAO-indexű januárok átlagos anomáliamezői a következő paraméterekre: tengerszinti légnyomás, a 850 hPa-os szint hőmérséklete, csapadékmennyiség; (b): az 1994. januári átlagos légnyomási mező

## 5.2.2. Észak-atlanti oszcilláció, negatív fázis

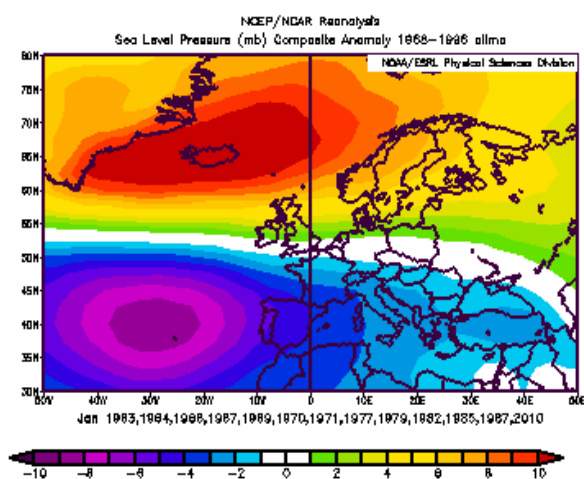
A NAO erős negatív fázisa (az index értéke kisebb, mint -0,81) a következő évek januárjában fordult elő: 1963, 1964, 1966, 1967, 1969, 1970,

1971, 1977, 1979, 1982, 1985, 1987, 2010. Az ezekből az időszakokból készített, átlagos mezőket ábrázoló térképek jellemzői:

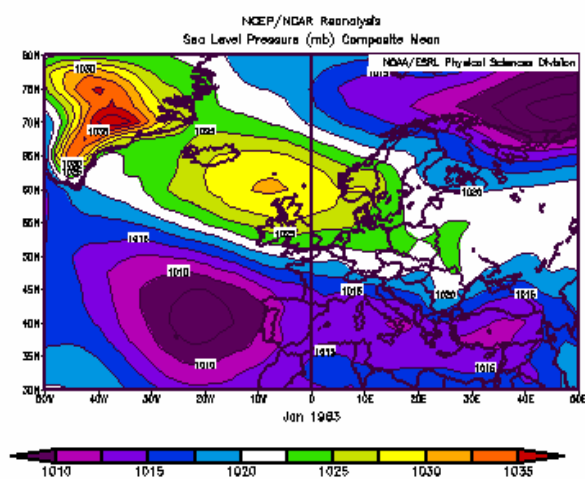
- A tengerszinti légnyomás anomália-térképét vizsgálva két markáns anomália-központot találunk, amelyek pontosan ugyanott helyezkednek el, mint a pozitív fázisok idején – csak éppen ellentétes előjellel. Tehát ezúttal a pozitív zóna központja található Izland térségében, a negatívé pedig az óceánon, az Ibériai-félszigettől nyugatra eső régióban. A középponti részeken az anomália értéke a pozitív fázisban látottnál nagyobb, vagyis +/- 10 hPa körüli. A NAO negatív fázisainak idején Skandináviában, a Jeges-tengeren és a Kelet-európai-síkságon is az átlagosnál magasabb légnyomás jellemző. Ezzel szemben Délnyugat-Európában egy igen erős alacsony nyomású mag alakul ki, és ez Nyugat- és Közép-Európára, a Földközi-tenger teljes medencéjére, de még Észak-Afrikára is jelentős hatással van (5.2/a. ábra).
- A fent leírtak miatt a mérsékelt övben megszokott cirkulációs kép ezekben a hónapokban alapvetően felborul. Ennek tökéletes példája volt 1963 januárja (5.2/b. ábra). Az ilyen helyzetekben az Izland, Brit-szigetek és Skandinávia által bezárt háromszögben egy tartós anticiklon (ún. blokkoló anticiklon) épül föl, ezért errefelé a leszálló légmozgások veszik át az uralmat. Ezen a képződményen kívül még a grönlandi és a szibériai anticiklon is erős, így tulajdonképpen egy magas nyomású híd épül ki, amely kettészeli Európát. Emiatt a ciklonok keletkezési helye és vonulási pályája a szokásosnál jóval délebbre, az é. sz. 30° és 50° közé helyeződik át. Ezért az óceán eme szélességein, valamint a mediterrán területeken is gyakori ciklogenezis jellemző, erre utalnak a nagy területen jelentkező, 1010-1015 hPa közötti nyomásértékek. Így a kontinens legnagyobb részén északias, illetve keleties áramlás alakul ki, csak a mediterrán területeken és az é. sz. 60-65°-tól északra eső részeken lesz jellemző a nyugati szelek uralma.
- Ez az áramlási rendszer kedvez a kontinentális légtömegek nyugat, délnyugat felé történő előretörésének, ezért ilyen esetekben Európa nagy részén az átlagosnál hidegebb idő alakul ki. A 850 hPa-os szinten a legerősebb negatív anomália Oroszország európai területein, Skandinávia déli részén, valamint Közép-Európában mutatkozik. Ezekben a területeken a

megszokottnál még átlagosan is mintegy 2-3 °C-kal alacsonyabb a hőmérséklet, de általában másutt is 0,5-1,5 °C-os eltérés jellemző. Kivételt képez az Ibériai-félsziget és a Földközi-tenger vidéke, valamint Délkelet-Európa térsége: errefelé – legalábbis az átlagos mezőket figyelembe véve – nincs számottevő hőmérsékleti anomália (5.2/c. ábra).

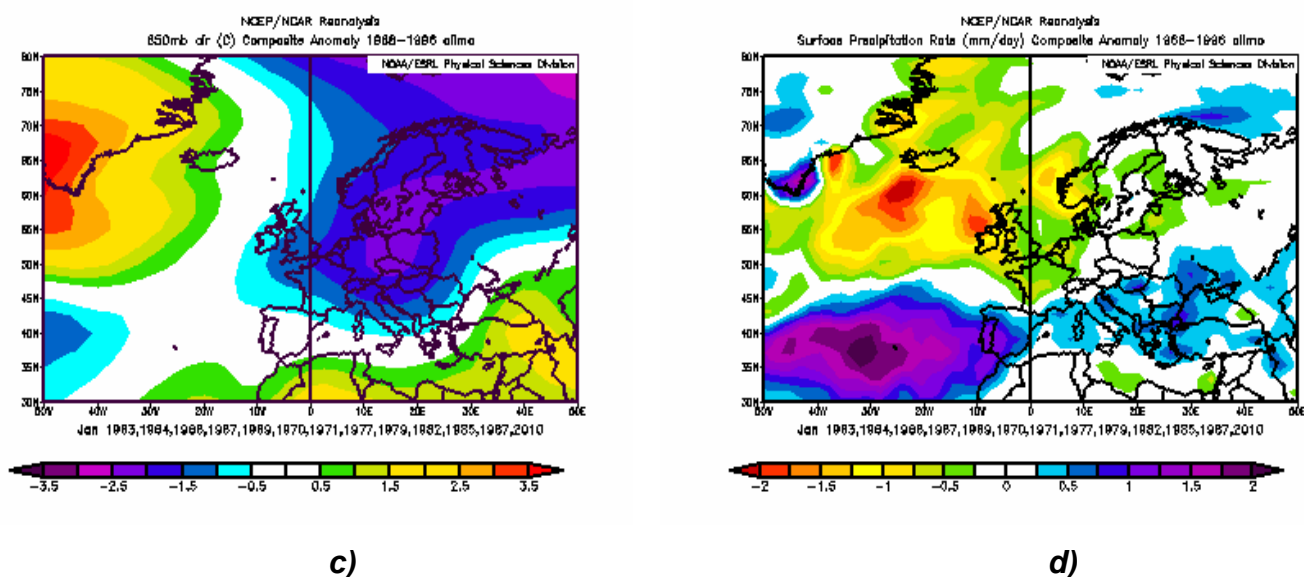
- A csapadék mennyiségének anomáliáiban ezúttal is jól tükröződik a ciklonok és az anticiklonok elhelyezkedése. Az é. sz. 45-50°-tól északra eső részeken csapadékhiány, délebbre pedig csapadégtöbblet adódik. Különösen jelentős anomáliákat láthatunk az óceánon, mind negatív, mind pozitív irányban. A szárazföldi területek közül Közép- és Délkelet-Európában a megszokottnál csapadékosabb, a Brit-szigeteken, Franciaország területén és Skandináviában pedig szárazabb idő a jellemző (5.2/d. ábra).



a)



b)

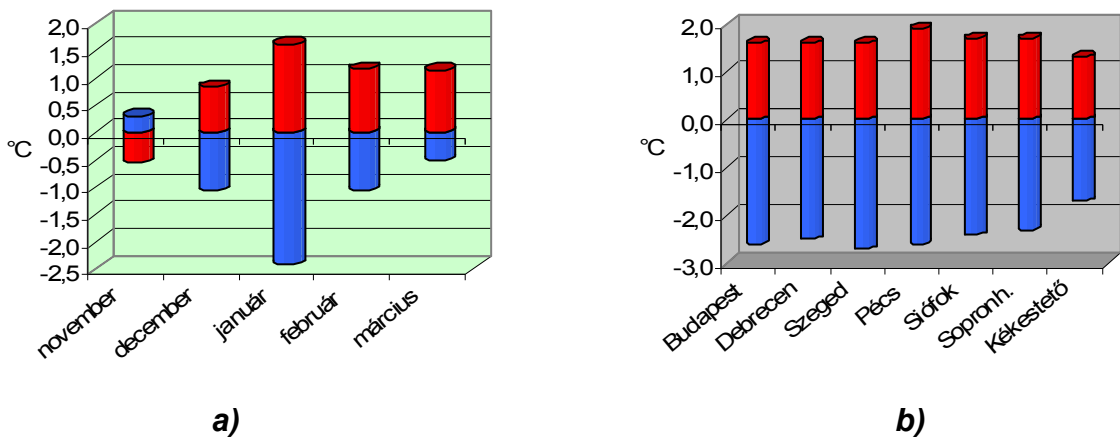


**5.2. ábra:** (a), (c) és (d): az extrém alacsony NAO-indexű januárok átlagos anomáliamezői a következő paraméterekre: tengerszinti légnyomás, a 850 hPa-os szint hőmérséklete, csapadékmennyiség; (b): az 1963. januári átlagos légnyomási mező

### 5.2.3. Az Észak-atlanti oszcilláció és a vizsgált paraméterek kapcsolata

A NAO a **havi középhőmérséklettel** novemberben negatív, az összes többi hónapban pedig pozitív korrelációban áll. Tehát az időszak nagy részében az index magasabb, pozitív értékeinek idején valószínű a melegebb idő hazánkban. A legerősebb kapcsolat januárban látható, ekkor 0,59 és 0,69 közé esnek a korrelációs együtthatók. Az alacsonyabb értékek a keleti országrészben fekvő állomásokon – Kékestetőn, Debrecenben és Szegeden – mutatkoznak, a magasabbak pedig nyugaton, illetve a fővárosban. Az extrém pozitív indexű hónapokra nézve ez azt jelenti, hogy ezekben a januárokból átlagosan 1,6-1,9 °C-kal, Kékestetőn pedig 1,3 °C-kal van melegebb annál, mint ami egyébként megszokott. A NAO hatása a negatív hőmérsékleti anomáliákban mutatkozik meg jobban: az extrém negatív indexű januárokból átlagosan 2,3-2,7 °C-kal, Kékestetőn 1,7 °C-kal van hidegebb idő, mint egy átlagos hónapban (5.3/a és b. ábra).

A többi hónap közül decemberben Szeged és Debrecen kivételével általában 0,4 fölötti – a legmagasabb Sopronhorpácson: 0,5 –, márciusban országszerte 0,3 és 0,4 közötti értékek adódnak, februárban és novemberben pedig a kapcsolat szigorúan a korrelációs együtthatók alapján a legtöbb állomás esetében nem szignifikáns. Ennek ellenére az extrém indexű hónapokban februárban átlagosan ugyanolyan mértékű – országos átlagban 1 °C körüli – eltérés jelentkezik, mint decemberben, sőt, a pozitív extrémumok esetében egy kicsivel még nagyobbak is a februári anomáliák. Érdekesség, hogy ez utóbbi helyzetre az átlagos márciusi eltérések majdnem pontosan ugyanakkorák, mint az említett februáriak (valamennyi állomásra 1,0 és 1,3 °C közöttiek). A negatív extrém indexű hónapokban a márciusi értékek viszont már minden állomáson 1,0 °C alatt maradnak. Ugyanez az értéktartomány igaz novemberre is, méghozzá mind a pozitív, mind a negatív indexű helyzetekben.



**5.3. ábra:**

**(a):** az átlagos országos havi középhőmérsékleti anomáliák az egyes hónapokban; **(b):** az átlagos januári középhőmérsékleti anomáliák az egyes állomásokon (kék szín: negatív extrém indexű NAO-időszakok, piros szín: pozitív extrém indexű NAO-időszakok)

A NAO szerepe a **fagyos napok** havi számában – csakúgy, mint a havi középhőmérséklet esetében – januárban bizonyult a legszámottevőbbnek. Igaz, ezek az értékek általában elmaradnak a legerősebb, NARC-ra és EA-ra vonatkozó értékektől. Kifejezetten igaz ez a keleti állomásokon: ott az együtthatók rendre  $-0,3$  közelében vannak. A nyugati országrészben és a fővárosban  $-0,4$  és  $-0,5$  közötti korreláció a jellemző. Ez utóbbi területeken az extrém indexek hónapjaiban mintegy 3-4 napos többlet/hiány mutatkozik a

megszokotthoz képest. Keleten ezzel szemben nem láthatók jelentős anomáliák, tehát a korábban már említett területi megosztottság ezúttal is érvényesül.

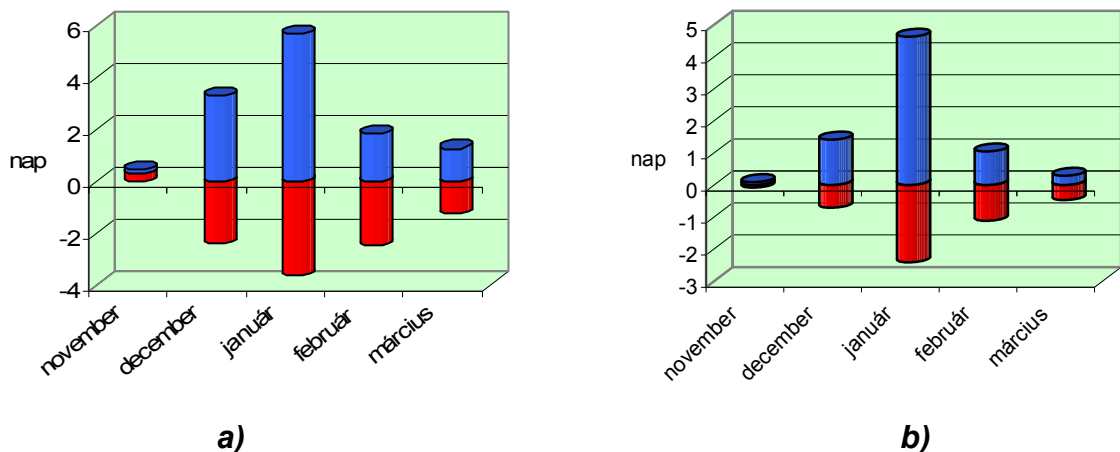
A többi hónapban igazán magas korrelációs együtthatók nem adódnak, inkább csak decemberben és márciusban – főként ismét a nyugati országrészben – fordulnak elő  $-0,3$  és  $-0,4$  közötti értékek. Ez viszont nem jelenti azt, hogy a szélsőséges NAO-indexű időszakokban csak januárban találunk értékelhető összefüggéseket. Ugyanis mind a negatív, mind a pozitív esetben decemberben, februárban és márciusban is felbukkannak  $\pm 3-4$  napos anomáliák, de csak egyes állomásokra vonatkozóan. A negatív esetben december emelhető ki, ekkor több területen is  $+3$  nap adódik, az ellenkező előjelű helyzetben pedig a március, amikor  $-3, -4$  napos eltéréseket is láthatunk.

A **téli napok** (5.4/a. ábra) esetében a NAO hatása kifejezetten erősnek tűnik januárban, legalábbis síkvidéken, hiszen az állomások mindegyikén  $-0,58$  és  $-0,68$  között van az együttható értéke. Ez különösen jól megmutatkozik a negatív extrém értékű hónapokban, ugyanis ekkor országszerte 6-7 alkalommal többször marad napközben is fagypont alatt a hőmérséklet, mint átlagos esetben. A pozitív extrém indexű januárok esetében egységesen  $-4$  nap a kapott anomália, leszámítva természetesen Kékestetőt. Siófok és Sopronhórpács állomásokon decemberben is erős a kapcsolat ( $-0,52$  illetve  $-0,51$ ), de a többi országrészben is viszonylag magas együtthatókat találunk, csak Debrecenben adódik  $-0,4$ -nél gyengébbnek. Ekkor azonban már csak 2-4 napos átlagos anomália a jellemző. A többi hónapban síkvidéken igazán erős kapcsolat nem mutatkozik, sem a korrelációkat, sem az extrém indexű eseteket tekintve.

Egészen más a helyzet az ország legmagasabb pontján. Ott sem decemberben, sem januárban nem találunk szignifikáns összefüggést (bár januárban  $\pm 3$  napos eltérés adódik, ez a hegyvidéki területen nem annyira jelentős), márciusban viszont annál inkább. Ekkor  $-0,57$ -os korrelációs együtthatót kaptunk, ami a számok nyelvén annyit tesz, hogy az extrém pozitív indexű hónapokban  $-4$ , az ellenkező előjelű helyzetekben pedig  $+3$  napos az átlagos anomália mértéke. Ez a tavasz első hónapjában már ilyen tengerszint feletti magasságban sem elhanyagolható.

A **zord napok** (5.4/b. ábra) esetében az erre a paraméterre vonatkozó gyakorisági eloszlás természetéből adódóan inkább a tél közepén, a leghidegebb időszakokban számíthatunk szignifikáns kapcsolatokra (ez nemcsak a NAO-ra, hanem minden más cirkulációs rendszerre is vonatkozik). Ennek megfelelően januárban az egész országban -0,56 és -0,66 közötti együtthatókat láthatunk, a legerősebb a kapcsolat éppen Kékestetőn. Ez azt jelenti, hogy a negatív extrém indexű hónapokban országos átlagban 4-6-tal több zord nap van, mint egy „normális” év esetén, a pozitív esetben viszont csak 2-4 nappal van kevesebb az átlagosnál. Sopronhorpácsra és Kékestetőre decemberben is  $-0,5$  alatti érték adódik, vagyis a legnyugatabbi, illetve a legmagasabb állomáson ekkor is jelentős a kapcsolat. A konkrét számokban azonban ez már inkább csak a negatív esetben mutatkozik meg: ekkor 2-3 nappal több adódik az átlagosnál, míg másutt csak +1 nap az eltérés.

A harmadik téli hónapban, februárban már országszerte gyengébb a kapcsolat, ekkor síkvidéken  $\pm 1$  napos, Kékestetőn pedig  $\pm 2$  napos anomália adódik. Ami figyelemre méltó még, hogy a pozitív extrém indexű márciusokban az ország legmagasabb pontjára még mindig  $-2$  napos eltérés jelentkezik.



**5.4. ábra:**

**(a):** a téli napok számának átlagos országos anomáliái az egyes hónapokban;  
**(b):** a zord napok számának átlagos országos anomáliái az egyes hónapokban  
 (kék szín: negatív extrém indexű NAO-időszakok, piros szín: pozitív extrém indexű NAO-időszakok)

Ami a **havas napokat** illeti, Kékestetőre és Sopronhorpácsra egyik hónapban sem találunk szignifikáns összefüggést. A többi országrészre november kivételével minden hónapban adódtak változó erősségű kapcsolatok,

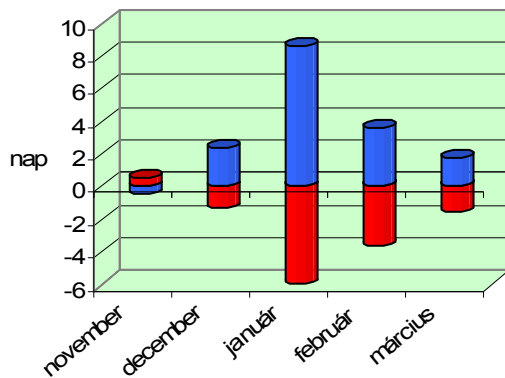


de a legfontosabb szerepe ismét csak januárban van a NAO-nak: ekkor -0,49 és -0,59 közötti együttthatókat láthatunk. Ennél decemberben és márciusban kissé, februárban pedig jóval gyengébb korrelációk mutatkoznak. Ha a számszerű értékeket nézzük, igazán talán csak az erős negatív indexű januárok során adódik számottevő eltérés, ekkor – a két említett állomás kivételével – 4-5 nappal többször havazik az országban, mint ahányszor egy átlagos hónapban szokott.

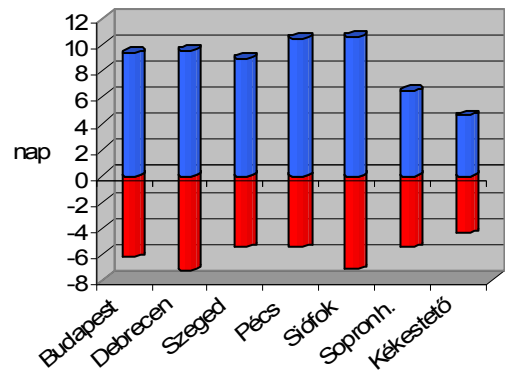
Az összes többi esetben +/- 1-3 napos, tehát nem túlságosan jelentős eltérést tapasztalunk. Annál érdekesebb viszont, hogy ugyanúgy, ahogy a hőmérséklettel kapcsolatos paraméterek esetében, ezúttal is megfigyelhető, hogy novemberben éppen ellentétes előjelű a korreláció, mint az összes többi hónapban.

A ***hótakarós napok*** tekintetében a korrelációs együttthatók alapján a NAO januárban minden más cirkulációs típusnál erősebbnek tűnik. A legtöbb állomásra -0,64 és -0,70 közötti értékek adódtak, csak Sopronhorpácson és Kékestetőn maradnak ez alatt, de ott is -0,5 körül vannak. Ez különösen a negatív extrém indexű időszakokban mutatkozik meg rendkívül jól, ugyanis ekkor az ország nagy részén 9-11 nappal több lesz hótakarós, mint egy átlagos januárban, de még az említett két állomáson is 5-7 napos többletet láthatunk. Az ellenkező előjelű helyzetekben kisebb a területi különbség, ilyenkor a szokásosnál általában 4-7 nappal kevesebb adódik (5.5/a és b. ábra).

A többi hónap közül november kivételével mindegyikben az állomások többségére – egy-két esettől eltekintve – közepesen erős (-0,3, -0,4 körüli) korreláció jelentkezik. Ennek megfelelően decemberben általában 2-3, februárban 2-5, márciusban pedig szintén 2-3 napos anomáliákat tapasztalunk. A novemberi „előjelváltás” ezúttal is megfigyelhető, igaz, az akkor még igen alacsony számú hótakarós nap miatt ez sokéves átlagban annyira nem mutatkozik meg, mint például a hőmérséklet esetében.



a)



b)

### 5.5. ábra:

(a): a hótakarós napok számának átlagos országos anomáliái az egyes hónapokban; (b): a hótakarós napok számának átlagos anomáliái januárban az egyes állomásokon (kék szín: negatív extrém indexű NAO-időszakok, piros szín: pozitív extrém indexű NAO-időszakok)

A **havi csapadékösszeg** esetén viszont már nem láthatjuk azt a jelenséget, hogy a kapcsolat előjele novemberben különbözne a többi hónaptól. A NAO ugyanis hazánk területén jellemzően negatív korrelációban áll a csapadékkal, legalábbis a téli időszakban mindenképpen. Országosan elmondható az, hogy novemberben és decemberben általában gyengébb, a többi hónapban pedig magasabb (de nem túlságosan magas) együttthatók adódtak. Ez utóbbi esetekben is a legjobban kiemelkedőnek Kékestető bizonyult, ott mindhárom hónapban  $-0,4$ ,  $-0,5$  körüli értékek mutatkoznak. Síkvidéken általában  $-0,4$ -nél rosszabbak eme értékek.

A konkrét számokat megvizsgálva mindez azt jelenti, hogy inkább a negatív extrém indexű időszakokban mutatkozik nagyobb anomália, ekkor mind januárban, mind februárban, mind pedig márciusban több helyen is átlagosan 10 mm körüli, vagy azt meghaladó többletcsapadék adódik. Sőt, Kékestetőn december kivételével minden hónapban +20 mm vagy még annál is több az eltérés. Ezzel szemben a pozitív extrém időszakú hónapokban síkvidéken csak egy-egy esetben láthatunk 10 mm-t meghaladó anomáliát, ezekben a helyzetekben a leginkább talán februárban és némileg meglepő módon az egyébként gyenge korrelációjú novemberben érzékelhető a NAO hatása.

### 5.3. A Kelet-atlanti rendszer

A bemutatott hónap: február.

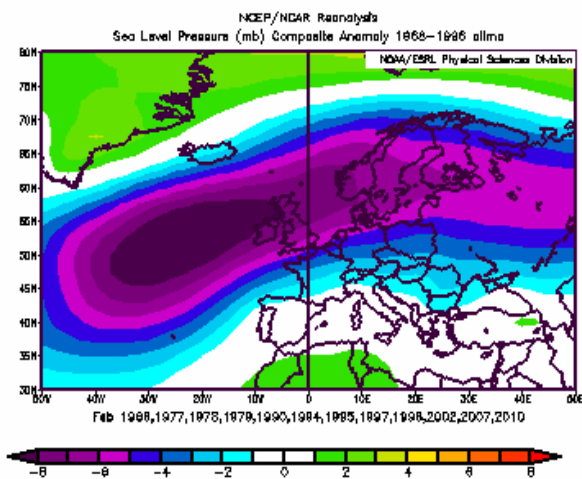
#### 5.3.1. Kelet-atlanti rendszer, pozitív fázis

Az EA a következő évek februárjában vett fel igen magas (nagyobb, mint 0,89) értékeket: 1966, 1977, 1978, 1979, 1990, 1994, 1995, 1997, 1998, 2002, 2007, 2010. Az ezekből a hónapokból képzett átlagos mezőket megvizsgálva a következőket állapíthatjuk meg:

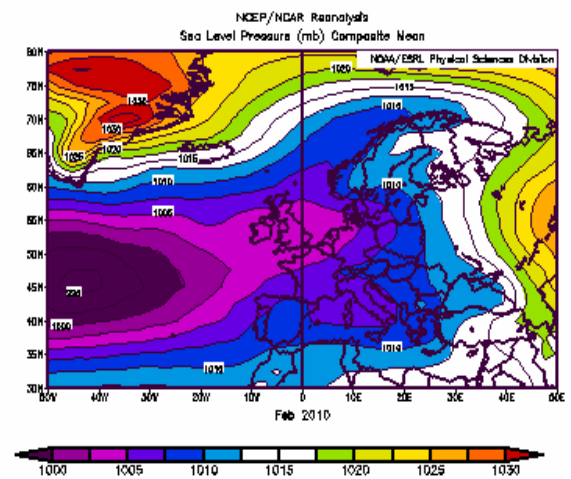
- A tengerszinti légnyomás térképén (5.6/a. ábra) a kontinens legnagyobb részén egy erőteljes, nyugat-kelet irányban húzódó, negatív anomáliájú terület figyelhető meg, amely az Atlanti-óceán é. sz. 30° és 60° közé eső zónától a Brit-szigeteken és Skandinávián keresztül egészen a Kelet-európai-síkságig nyúlik el. Az anomália-központ az óceánon helyezkedik el, itt átlagosan mintegy 7-9 hPa-os eltérés jellemző a megszokotthoz képest. A negatív anomália mértéke az említett sáv peremterületei felé közeledve egyre inkább csökken, de még így is elmondható, hogy – legalábbis az átlagos mezőt vizsgálva – Európában pozitív eltérések szinte egyáltalán nem rajzolódnak ki. Inkább csak Észak-Afrikában, Kis-Ázsiában, illetve az északi részekén, Grönland és a Jeges-tenger vidékén találunk kevéssel a megszokott feletti értékeket.
- A magas EA-indexű időszakokban tehát a kontinens nagy részén a megszokottnál erősebb ciklonaktivitás a jellemző. Így volt ez 2010 februárjában is (5.6/b. ábra): egészen nagy területeken rajzolódik ki alacsony nyomású zóna, 1015 hPa fölötti átlagos havi légnyomási értéket tulajdonképpen nem is láthatunk, csak egészen északon és keleten. Az áramlási kép is ennek megfelelő: Délnyugat- és Nyugat-Európában a ciklonok előoldalán alapvetően nyugati, délnyugati irányítás a jellemző, amely keletebbre haladva mind inkább délire, délkeletire fordul. Ugyanekkor északon, a Jeges-tengertől Skandinávia északi területein át Izlandig északkeleti, északi szél az uralkodó.
- A kialakult áramlási kép azt eredményezi, hogy a ciklonok előoldalán a kontinens déli részén délnyugat felől enyhe levegő áramlik a belső

területek felé. Északon, északkeleten viszont a kialakuló északkeleties áramlás hideg, kontinentális eredetű légtömegeket szállít nyugat felé. Ez különösen igaz, ha a szibériai anticiklon markánsan jelen van. Így tehát a 850 hPa-os szinten az átlagos hőmérsékleti anomália a következőképpen alakul: Dél-, Délkelet- és Közép-Európában a megszokottnál átlagosan mintegy 1,5-2,5 °C-kal, a Brit-szigeteken és a Kelet-Európai-síkságon pedig 0,5-1 °C-kal van melegebb. A szokásosnál hidegebb idő Izlandon, Skandináviában, de különösen az eurázsiai kontinens belsőbb részein tapasztalható. Ez utóbbi részeken 2-3 °C-os negatív átlagos eltérés a jellemző, másutt 0,5-1 °C (5.6/c. ábra).

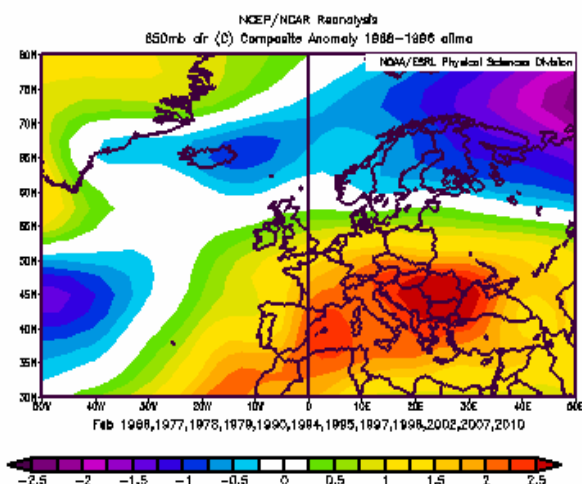
- Az EA erős pozitív fázisának idején a vizsgált tartomány legnagyobb részén a megerősödő ciklontevékenység következtében a megszokottnál több csapadék hullik. Különösen nagy eltérések (havi átlagban 40-60 mm) adódnak az óceán felett, a Brit-szigeteken és Skandinávia déli részén, de a Kelet-európai-síkságon is határozott csapadéktöbblet jelentkezik. Az átlagosnál kissé szárazabb időt a Földközi-tenger medencéjében és Kis-Ázsiában tapasztalunk (5.6/d. ábra).



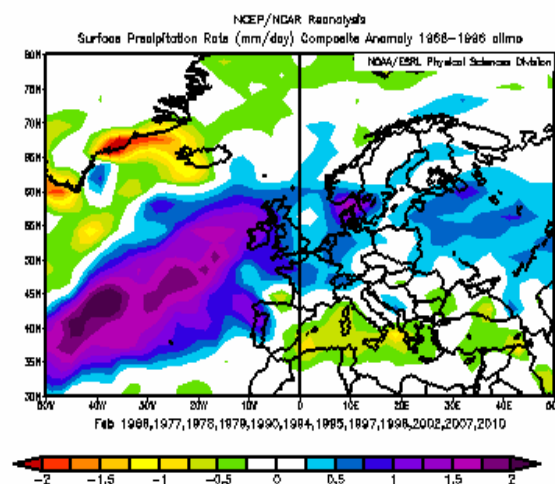
a)



b)



c)



d)

**5.6. ábra:** (a), (c) és (d): az extrém magas EA-indexű februárok átlagos anomáliamezői a következő paraméterekre: tengerszinti légnyomás, a 850 hPa-os szint hőmérséklete, csapadékmennyiség; (b): a 2010. februári átlagos légnyomási mező

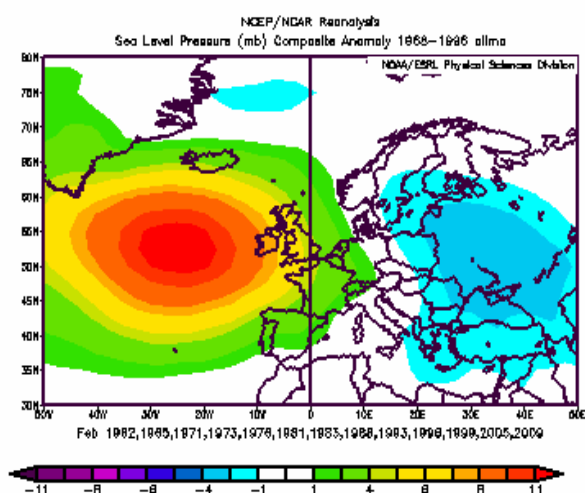
### 5.3.2. Kelet-atlanti rendszer, negatív fázis

A következőkben vizsgáljuk meg a negatív extrém EA-indexű (az index értéke kisebb, mint -0,50) februárokat! Ezek 1962, 1965, 1971, 1973, 1976, 1981, 1983, 1988, 1993, 1996, 1999, 2005 és 2009 februárjai voltak. Az átlagos mezőket ábrázoló térképek segítségével az alábbiakat állapíthatjuk meg:

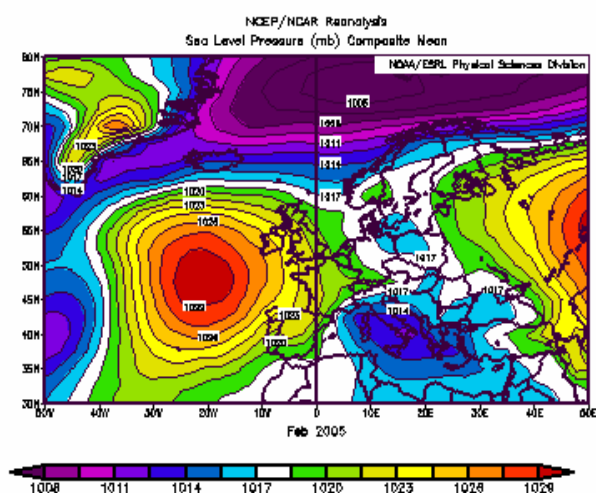
- A légnyomási mezőben (5.7/a. ábra) egy igen erős pozitív anomáliájú területet találunk az óceán felett. Ennek a középpontja nagyjából a Brit-szigetektől nyugatra és Izlandtól délre helyezkedik el. A központi részen a megszokotthoz képest mintegy 10-12 hPa-lal magasabb értékeket tapasztalunk. A pozitív terület a Brit-szigetekig, illetve Franciaország és Spanyolország nyugati partjáig terjed. Ugyanekkor a kontinens belső részein negatív anomáliát láthatunk. Ennek középpontja a Kelet-európai síkságon helyezkedik el, de az ellentétes előjelű centrumhoz viszonyítva sokkal kisebb, mindössze 2-4 hPa a normálistól vett eltérés átlagos

nagysága. Ezen kívül még Közép-Európában, Skandinávia déli felén, valamint Délkelet-Európában is gyenge negatív anomália adódik.

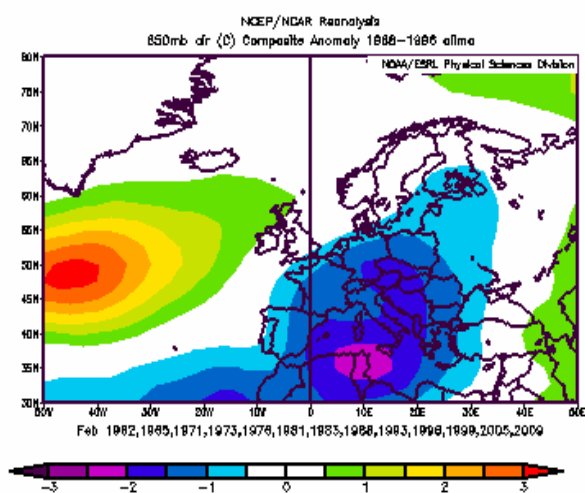
- A fent leírtakból következik, hogy ezekben a hónapokban a Brit-szigetek közelében erős blokkoló anticiklon épül fel, amely megakadályozza az óceáni légtömegek kelet felé történő haladását. Ennek hátoldalán délies, előoldalán pedig északias áramlás alakul ki. A kontinens belső részén egy sekély, a Földközi-tenger vidékén pedig egy kissé mélyebb ciklonális mező található, a Kelet-európai-síkságon pedig már megjelenik a kelet felől benyúló szibériai anticiklon is. Az áramlás ez utóbbi képződmény, illetve a közép- és dél-európai alacsonyabb nyomású zóna közös rendszerében délkeleti, keleti, míg a kontinens északkeleti részén, az anticiklon peremén délire, délnyugatra fordul. Ebben a makroszinoptikus helyzetben tehát a zonális ciklonok nem igazán érintik Európa belső részeit, ellenben a mediterrán térségben intenzív ciklogenezis zajlik. Ez a helyzet állt fenn 2005. februárban is (5.7/b. ábra).
- A 850 hPa-os hőmérsékleti mezőben a kontinens nagyobbik részén negatív anomáliákat találunk. A legnagyobb az eltérés átlagosan a mediterrán térség középső részén – 2-3 °C –, de Délnyugat-, Nyugat- és Közép-Európában is az átlagosnál 1-2 °C-kal alacsonyabb hőmérséklet a jellemző, sőt, még a Kelet-európai-síkság nyugati részén és a Baltikumban is 0,5-1 °C adódik. Ennek oka egyrészt a ciklonrendszer hátoldalán jelentkező északias áramlás, másrészt pedig – a délebbi részeken – a sok felhő és csapadék miatti kevés besugárzás. Pozitív anomáliát egyrészt az óceánon, az é. sz. 40° és 60°, valamint a ny. h. 10° és 50° közötti zónában találunk – itt a központi részen 2-3 °C-os eltérés jellemző –, másrészt pedig Európa legkeletibb részén, a Kaukázus vidékén. Ennek a magyarázata az, hogy ezek a területek rendre az anticiklonok hátoldali áramlási rendszerébe esnek (5.7/c. ábra).
- A csapadék-anomáliát ábrázoló térképen tökéletesen kirajzolódik az óceáni blokkoló anticiklon, illetve a mediterrán ciklonok elhelyezkedése. Az EA negatív fázisainak idején előbbi területen a szokásoshoz képest jelentősen szárazabb, utóbbi régióban pedig csapadékosabb időjárás tapasztalható. Az anomáliák átlagos havi értéke mindkét esetben eléri az 50-70 mm-t is (5.7/d. ábra).



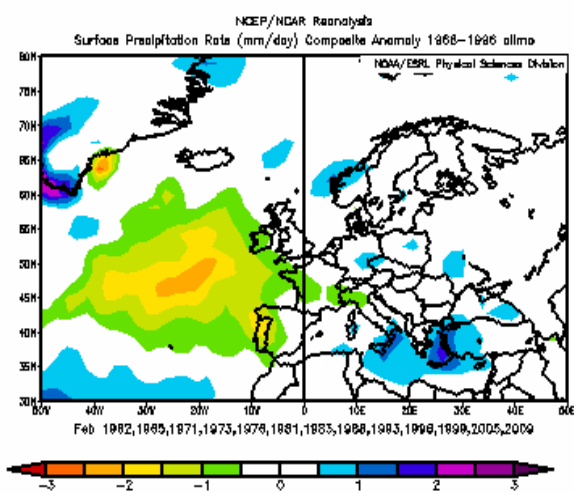
a)



b)



c)



d)

**5.7. ábra:** (a), (c) és (d): az extrém alacsony EA-indexű februárok átlagos anomáliamezői a következő paraméterekre: tengerszintű légnyomás, a 850 hPa-os szint hőmérséklete, csapadékmennyiség; (b): a 2005. februári átlagos légnyomási mező

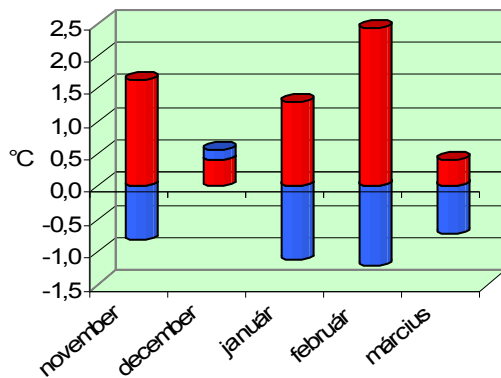
### 5.3.3. A Kelet-atlanti rendszer és a vizsgált paraméterek kapcsolata

Az EA minden hónapban pozitív korrelációban áll a **havi középhőmérséklettel**. Eme számok alapján februárban mondható a legerősebbnek a kapcsolat az ország egész területén. Ekkor általában 0,5 és 0,6 közötti értékek adódnak, de Kékestetőn 0,65 is előfordul. A konkrét számokat tekintve arra a megállapításra jutunk, hogy a pozitív extrém indexű februároknak jóval nagyobb az anomália mértéke, mint a negatívokban, ugyanis előbbi esetben az országban átlagosan 2,2-2,7 °C-kal van melegebb a megszokottnál, míg az utóbbi helyzetekre csak 0,9-1,4 °C-os negatív eltérés jellemző (5.8/a és b. ábra).

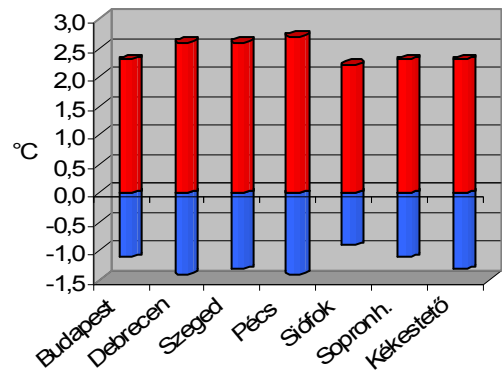
A korrelációs értékek alapján a tél utolsó hónapja mellett november az, amikor az összes állomásra viszonylag magas együtthatók adódnak: Debrecenben és Szegeden 0,4 közeliek, másutt pedig 0,5 körüliek. Ekkor is ugyanaz a helyzet, mint februárban, vagyis az erős pozitív EA-indexű hónapokban sokkal jobban megmutatkozik a rendszer hatása, mint a negatívokéban, hiszen az első esetben 1,5-1,8 °C, míg az utóbbiban 0,6-1,0 °C az átlagos országos anomália mértéke.

Januárban általában 0,3 és 0,4 közötti korrelációs értékeket kaptam, ez alól Kékestető képez kivételt, ahol 0,55 adódott. Ennek ellenére az anomáliák ebben a hónapban is számottevőnek, mindkét irányban jellemzően 1,0-1,5 °C közöttinek bizonyultak. Márciusban és különösen decemberben a korrelációszámítás eredményei nem utalnak túlságosan erős kapcsolatra, és ezt az extrém indexekkel végzett vizsgálat is alátámasztja.





a)



b)

### 5.8. ábra:

(a): az átlagos országos havi középhőmérsékleti anomáliák az egyes hónapokban; (b): az átlagos februári középhőmérsékleti anomáliák az egyes állomásokon (kék szín: negatív extrém indexű EA-időszakok, piros szín: pozitív extrém indexű EA-időszakok)

Mivel a havi középhőmérséklet az EA-indexszel pozitív korrelációban áll, ezért a **fagyos napok** száma esetén nyilvánvalóan negatív a kapcsolat jellege. Ennek a paraméternek az esetében is azt láthatjuk, hogy februárban a legerősebb a – negatív jellegű – kapcsolat. Ekkor öt állomáson is  $-0,6$  alatti a korrelációs együttható értéke (abszolút értékben a legmagasabb Pécsen:  $-0,67$ ), de még a másik két helyen (Budapesten és Siófokon) is  $-0,55$  körüli. Ebben az esetben tehát nem fedezhető fel a fentebb említett, az ország két fele közötti markáns különbség. Az EA-index extrém értékű időszakában viszont – eltérően pl. a NARC-tól – a pozitív és negatív esetben mutatkozó átlagos anomáliák között különbség mutatkozik: amíg a legmagasabb pozitív értékek esetén a februárban megszokottnál jellemzően országszerte 5-6 fagyos nappal van kevesebb, addig az alacsony extrém indexű hónapokban csak 3-4 nap az eltérés mértéke.

A februárinál alacsonyabb, de még mindig szignifikáns korrelációs együtthatókat láthatunk novemberben is. Az ország nagy részén  $-0,4$  alatti értékek adódnak, sőt, Pécsen még  $-0,52$  is előfordul. Itt is megjelenik a kétféle extrém indexű időszakok között meglévő különbség, hiszen amíg a magas EA-indexekkel jellemezhető novemberek esetén átlagosan 4-5 nappal kevesebbszer fagy hazánk területén, addig az ellenkező előjelű helyzetekben csak +2 nap a jellemző anomália.

Az említett két hónapon kívül még januárban fordulnak elő közepesen erős kapcsolatra utaló értékek, igaz, ezek általában  $-0,4$ -nél is gyengébbek. Kivételt képez Debrecen és Kékestető, ezeken a helyeken egyaránt  $-0,51$  adódik. A leghidegebb hónapunkban ezek a korrelációs együtthatók a számok nyelvére lefordítva átlagosan  $\pm 2-3$  napos anomáliát jelentenek.

A **téli napok** esetében az eddigi paramétereknél is jelen lévő, a kétféle extrém indexű helyzetek közötti kisebb eltérések mellett egy másik, igazán érdekes jelenséget is felfedezhetünk. Mégpedig azt, hogy a hegyvidéken sokkal jelentősebb hatása van az EA-nak, mint az alacsonyabban fekvő részeken. Ez már a korrelációs együtthatók értékében is megmutatkozik, ugyanis amíg a hat síkvidéki állomáson valamennyi hónapot figyelembe véve összesen találunk két olyan esetet – februárban, Debrecenre és Szegedre –, amikor  $-0,4$ -nél erősebb kapcsolat adódik, addig Kékestetőn novemberben, januárban és februárban is magas értékek jelentkeznek. Előbbi két hónapban  $-0,5$ , a legutolsóban pedig a kiemelkedően jónak mondható  $-0,64$ . A konkrét számok esetén mindez annyit jelent, hogy az ország legmagasabb pontján ezekben az extrém indexű hónapokban rendre 4-6 téli nappal van több, illetve kevesebb, mint egy átlagos évben. Síkvidéken ugyanezek a számok  $+1$ ,  $+2$  nap, illetve  $-2$ ,  $-3$  nap.

Országos átlagban nézve tehát a téli napok esetében januárban és februárban a legfontosabb eme rendszer szerepe, a többi hónap inkább csak mérsékelt erősségű kapcsolatok a jellemzők.

Hasonló a helyzet a **zord napok** tekintetében is, azaz ezúttal is inkább januárban és februárban jelentős az EA szerepe. Ezt mutatják a korrelációs együtthatók is: általában csak ebben a két hónapban – illetve helyenként novemberben – lépi át a  $-0,3$ -at az érték, Kékestetőn viszont ekkor rögtön  $-0,43$  és  $-0,48$  adódik. Ennél valamelyest beszédesebbek az extrém indexű időszakok számadatai: a pozitív esetben mindkét hónapban átlagosan  $-2$  nap a jellemző anomália, a negatív esetben viszont inkább csak januárról mondható el az ugyanekkora mértékű, de természetesen ellentétes előjelű eltérés.

Ami még figyelemre méltó, hogy a negatív extrém indexű márciusokban Kékestetőn  $+2$  napos anomália jelentkezik.

A **havás napok** számának alakulásában az EA hatása szintúgy februárban jelenik meg a leghangsúlyosabban. Ekkor az ország nagy részén  $-0,5$  és  $-0,6$  közötti korrelációkat találunk. Az utolsó téli hónapban az extrém indexű időszakokban mindkét irányban 3-4 napos anomália a jellemző (5.9/a. ábra). A pozitív esetben ezen kívül még januárban is előfordulnak  $-3$  napos eltérések több állomáson, igaz, ebben a hónapban a korrelációs együtthatók csak  $-0,3$  és  $-0,4$  közöttiek.

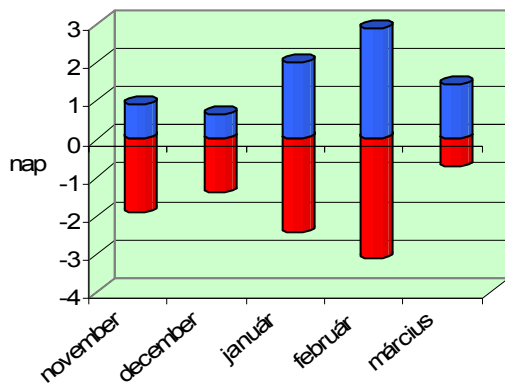
Ezzel szemben novemberben – némileg talán meglepő módon – több helyen is igen erős kapcsolatok adódnak (pl. Siófokra  $-0,54$ , Szegedre  $-0,55$ ), és ez szokás szerint a pozitív extrém indexű hónapokban mutatkozik meg jobban, ekkor országos viszonylatban 2-3 nappal kevesebbszer havazik, mint amennyi a megszokott. Ez a szám természetesen egy téli hónapban nem igazán lenne jelentős, az ősz vége felé azonban még eléggé tekintélyesnek számít.

Hasonló a helyzet márciusban, ugyanis akkor kivételesen nem a pozitív, hanem a negatív esetekben adódik az ország egy jó részén 2 napos anomália, ami tavasszal már úgyszintén nem elhanyagolható.

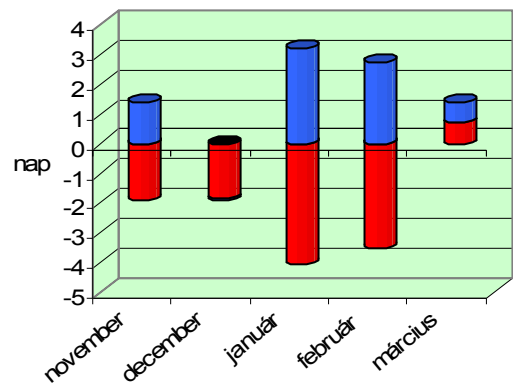
A **hótakarós napokat** vizsgálva azt lehet megállapítani, hogy ebben a helyzetben a korrelációs együtthatók nem túl sokatmondóak. Inkább csak novemberre és februárra, illetve helyenként januárra adódtak szignifikáns értékek, azonban még ezek is rendre  $-0,5$ -nél gyengébbek.

Ehhez képest az extrém indexű időszakok adataiból az derül ki, hogy a pozitív esetet nézve decemberben Debrecen és Szeged kivételével átlagosan 2-4, januárban Szeged kivételével 4-7, februárban pedig országosan 3-5 nappal kevesebbszer borítja a talajt hótakaró, mint egy „normális” évben. A negatív extrém indexű hónapokat tekintve decemberben nem mutatkozik jelentős anomália, januárban és februárban viszont egy-egy állomás kivételével rendre  $+2$ ,  $+5$  nap adódik.

Mindezek mellett a pozitív indexű időszakokban még novemberben is találunk olyan értékeket, amelyeket nem lehet elhanyagolni, hiszen ekkor a megszokottnál síkvidéken átlagosan 2, Kékestetőn pedig 4 hótakarós nappal kevesebbet jegyezhetünk fel (5.9/b. ábra).



a)



b)

### 5.9. ábra:

(a): a havas napok számának átlagos országos anomáliái az egyes hónapokban;  
 (b): a hótakarós napok számának átlagos országos anomáliái az egyes hónapokban (kék szín: negatív extrém indexű EA-időszakok, piros szín: pozitív extrém indexű EA-időszakok)

A **havi csapadékösszegeket** illetően azt lehet megállapítani, hogy novemberben és decemberben általában mérsékelt erősségű vagy gyenge, negatív jellegű korreláció mutatkozik, a többi hónapban pedig nem adódik szignifikáns kapcsolat.

A konkrét számok nyelvén vizsgálva, ezúttal is a pozitív extrém indexű helyzetekben erősebb a kapcsolat. Ekkor ugyanis mindkét említett hónapban síkvidéken általában 10-15, Kékestetőn 15-25 mm-rel kevesebb csapadék hullik, mint egy átlagos évben.

Ezen kívül még egyetlen egy eset érdemel említést: a negatív extrém indexű decemberekben az ország legmagasabb pontján +20 mm-es anomália adódott.

## 5.4. A Kelet-atlanti/nyugat-oroszországi rendszer

A bemutatott hónap: február.

### 5.4.1. Kelet-atlanti/nyugat-oroszországi rendszer, pozitív fázis

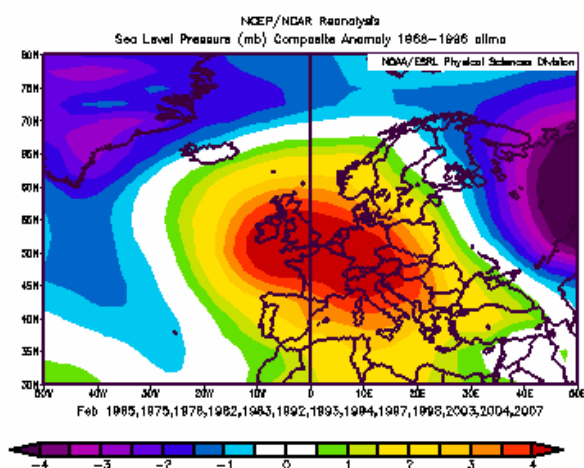
Az EAWR-index a következő évek februárjában vett fel extrém pozitív értékeket (nagyobb, mint 0,66): 1965, 1975, 1976, 1982, 1983, 1992, 1993, 1994,

1997, 1998, 2003, 2004, 2007. Az ezekből a hónapokból készített átlagos mezőkről a következők mondhatóak el:

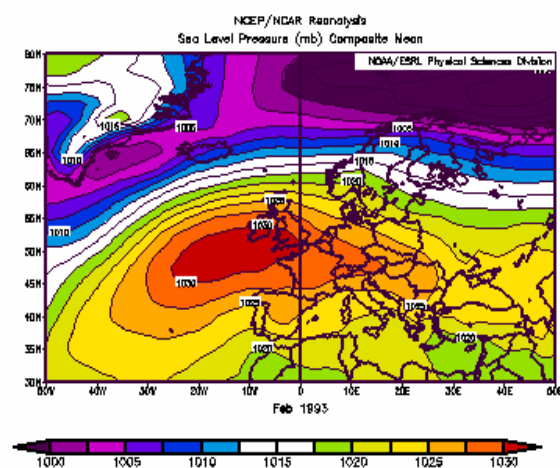
- A tengerszinti légnyomás anomália-térképe (5.10/a. ábra) valamelyest hasonlít az EA negatív fázisában látotthoz. Tehát a kontinens nyugati részén ismét egy nagy kiterjedésű, pozitív anomáliájú zónát találunk – igaz, ebben az esetben ennek középpontja nem az óceánon, hanem a Brit-szigetek, Északi-tenger, Közép-Európa tengely mentén helyezkedik el. Ezeken a részeken a megszokottnál mintegy 4-6 hPa-val magasabb értékek a jellemzők. A pozitív zóna északon nagyjából az é. sz. 65°-ig tart, délen pedig Délkelet-Európára, sőt, a Földközi-tenger medencéjén át még Észak-Afrikára és Kis-Ázsiára is kiterjed. Ezzel szemben a kontinens keleti határainál egy markáns negatív anomáliájú zóna fedezhető fel. Ez a Kola-félszigettől a Kelet-európai-síkságon át a Kaszpi-tengerig húzódik. A középponti terület Oroszország belsejében helyezkedik el, az átlagos anomália ugyancsak 4-6 hPa.
- A vázolt légnyomási elrendeződés lényegében azt jelenti, hogy az EAWR pozitív fázisainak idején Európa nagy részén az anticiklonális hatások dominálnak. Ez történt 1993. februárban is (5.10/b. ábra). A kontinens nyugati részén gyakran helyezkedik el blokkoló anticiklon, illetve az is előfordulhat, hogy az azori anticiklon tartósan északabbra húzódik. Bár a keleti részeken negatív nyomási anomáliát láttunk, ez egyáltalán nem jelenti azt, hogy ott erős ciklontevékenység zajlana, hanem tulajdonképpen csak a kontinentális magasnyomás valamelyest gyengébb voltára utal. Az átlagos szélviszonyokat alapvetően a nyugat-európai anticiklon elhelyezkedése határozza meg: a rendszer hátoldali részén délies, előoldalán pedig északias áramlás az uralkodó. A ciklonok az óceánról észak felé kanyarodva, Grönland, Izland és a Jeges-tenger vidékén vonulnak.
- A 850 hPa-os szint hőmérsékletében ez azt jelenti, hogy a kontinens északnyugati felén a megszokottnál melegebb, délkeleti felén pedig annál hidegebb van ezekben a helyzetekben. Az anticiklon hátoldalán kialakuló délies áramlás miatt a legnagyobb pozitív anomáliát Izland, a Brit-szigetek és az Északi-tenger térségében tapasztaljuk, ezeken a területeken a megszokottnál átlagosan mintegy 1,5-2,5 °C-kal magasabb a hőmérséklet.

Hasonló jelenség zajlik le a keleti területeken, de fordított előjellel: az északias áramlás miatt a Kelet-európai-síkság felől Délkelet-Európán át hideg levegő zúdul le a mediterrán régióba. A legnagyobb eltérés a Fekete-tenger vidékén adódik, itt átlagosan mintegy 2 °C-os negatív anomáliát találunk (5.10/c. ábra).

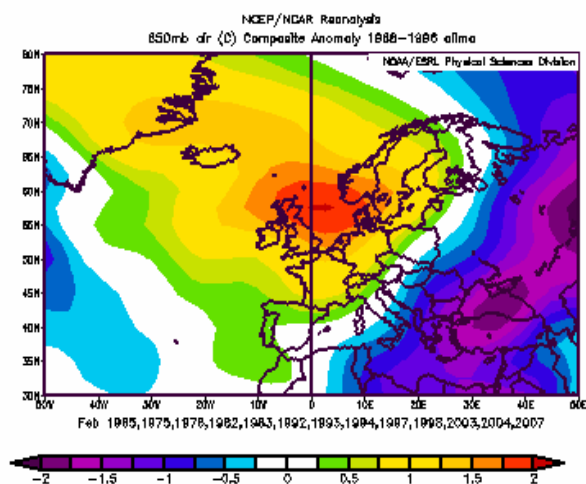
- A nagy területen jelen lévő leszálló légmozgások miatt Európa jelentős részén az átlagosnál kevesebb csapadék hullik. Ez különösen a kontinens nyugati régiójában – az anticiklon középponti területén – mutatkozik meg, de a mediterrán térség középső részén, valamint a Kárpát-medence vidékén és a Balkán-félszigeten is érezhető a magasnyomás dominanciájának hatása. Csapadéktöbblet a ciklonok által jobban érintett vidékeken, vagyis az óceán belső részein, egészen fent északon, és a Földközi-tenger keleti medencéjében fordul elő (5.10/d. ábra).



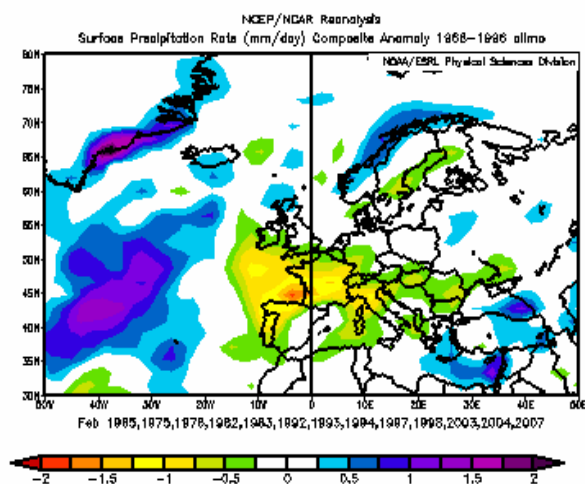
a)



b)



c)



d)

**5.10. ábra:** (a), (c) és (d): az extrém magas EA/WR-indexű februárok átlagos anomáliamezői a következő paraméterekre: tengerszinti légnyomás, a 850 hPa-os szint hőmérséklete, csapadékmennyiség; (b): az 1993. februári átlagos légnyomási mező

#### 5.4.2. Kelet-atlanti/nyugat-oroszországi rendszer, negatív fázis

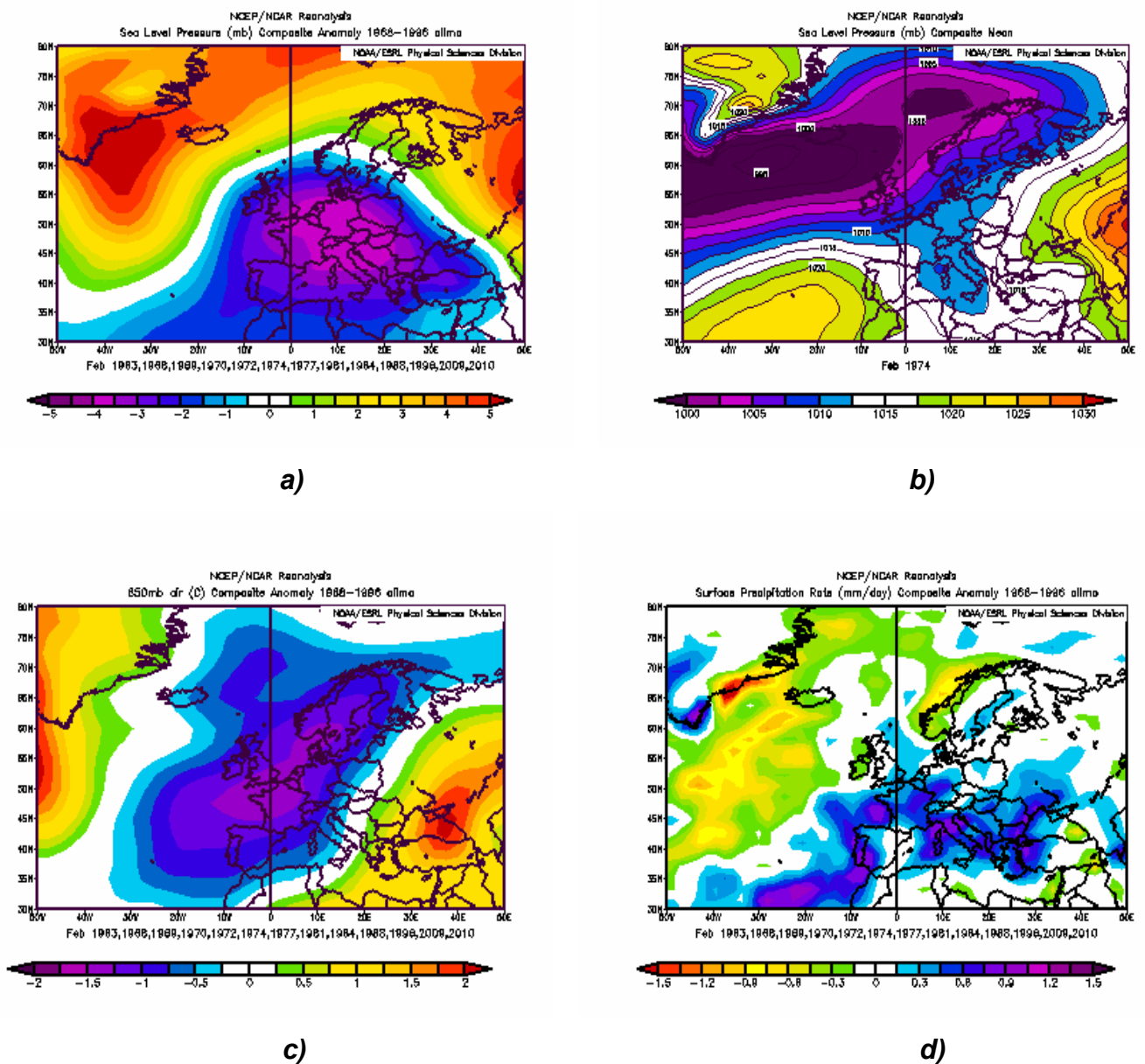
A negatív extrém index (ekkor az EA/WR-index értéke kisebb, mint -0,68) előfordulásának hónapjai: 1963, 1968, 1969, 1970, 1972, 1974, 1977, 1981, 1984, 1988, 1996, 2009 és 2010 februárja. Az ezekből a hónapokból képzett átlagos mezőkre a következők jellemzőek:

- A tengerszinti légnyomási anomália-mezőben ugyanazokon a területeken, ahol az EA/WR pozitív fázisaiban erős pozitív anomália uralkodik, ezúttal hasonlóan erős negatív eltérések adódnak. A középponti rész egy viszonylag nagy kiterjedésű zóna, amely magában foglalja Franciaország, a Benelux-államok, Németország, és Közép-Európa területét, sőt, még az Appennini- és a Balkán-félsziget északi részére is kiterjed. A negatív anomália területe Európa legnagyobb részére kiterjed, a Brit-szigetektől a Fekete-tengerig, illetve az Azori-szigetektől Skandináviáig húzódik. Pozitív anomáliát Grönland és Izland térségében, Skandinávia északkeleti felén, Belső-Oroszországban, valamint a Jeges-tengeren láthatunk. A

középponti részeken a normálistól vett eltérés mértéke ebben az esetben is eléri az 5 hPa-t (5.11/a. ábra).

- Ezekben a helyzetekben tehát Európa nagy részén a szokásosnál alacsonyabb légnyomás, vagyis az átlagosnál intenzívebb ciklontevékenység figyelhető meg. Erre igazán jó példa 1974 februárja (5.11/b. ábra), amikor a vizsgált terület jókora részén 1015 hPa alattinak adódott a havi átlagos érték. Ez tehát azt jelenti, hogy mind az óceán, mind pedig a szárazföld felett gyakori ciklogenezis jellemző. A leszálló légmozgások alapvetően három stabil magas nyomású régióra, vagyis Grönlandra, az eurázsiai kontinens belsejébe, illetve az azori anticiklon területére korlátozódnak, másutt csak rövid ideig jelennek meg. Az áramlási viszonyok a ciklonok által érintett részeken gyakran változnak, hiszen mindig az alacsony nyomású rendszerek aktuális elrendeződésnek megfelelően alakulnak. Délnyugat- és Dél-Európában inkább nyugatias, a Kelet-európai-síkságon pedig délies áramlás a jellemző.
- A 850 hPa-os hőmérsékleti anomália-térkép (5.11/c. ábra) szerint az EAWR negatív fázisában a kontinens teljes nyugati felén a megszokottnál hidegebb időjárás a jellemző. Mindez az ebben a régióban uralkodó erős ciklonaktivitásnak és az ezek hátoldalán megfigyelhető északias áramlásnak köszönhető. Az anomália-központ a Brit-szigetek, Észak-Franciaország, a Benelux-államok és az Északi-tenger területén található, itt 1,5-2 °C-os negatív anomália adódik. Másutt nagy területeken 1-1,5 °C-os eltérés a jellemző. Az átlagosnál magasabb hőmérséklet Kelet-, Délkelet-Európában, Észak-Afrikában, illetve Grönlandon jellemző. Az európai területek közül a legnagyobb eltérés a Fekete-tenger térségében látható, itt – az anticiklon délnyugati peremén – átlagosan mintegy 2 °C-kal van melegebb a szokásosnál, másutt 1-1,5 °C-os anomália adódott.
- Ahogy a légnyomási anomália képe, úgy a csapadékviszonyok alakulása is majdnem egészen pontosan ellentétes a pozitív fázisban látottakkal. A nagy területen jelentkező ciklonális hatások miatt a kontinens nagyobbik részén csapadéktöbblet adódik. Különösen igaz ez – a mediterrán ciklonok gyakorisága miatt – a délebbre eső területekre (Pireneusi-, Appennini- és Balkán-félsziget). A megszokottnál kevesebb csapadék az óceánon, valamint Skandináviában adódik (5.11/d. ábra).





**5.11. ábra:** (a), (c) és (d): az extrém alacsony EA/WR-indexű februárok átlagos anomáliamezői a következő paraméterekre: tengerszinti légnyomás, a 850 hPa-os szint hőmérséklete, csapadékmennyiség; (b): az 1974. februári átlagos légnyomási mező

### 5.4.3. A Kelet-atlanti/nyugat-oroszországi rendszer és a vizsgált paraméterek kapcsolata

Az EA/WR rendszerrel kapcsolatos vizsgálatok elvégzése után arra a megállapításra jutottam, hogy ez a cirkulációs típus – az összes többitől eltérő módon – a dolgozatban figyelembe vett paraméterek legnagyobb részével hazánk területét illetően csak elvétve, egyes hónapok és állomások esetében áll szorosabb kapcsolatban, és a legtöbbször nem játszik számottevő szerepet az időjárás alakulásában. Az egyetlen kivétel a havi csapadékösszeg, amelynek esetében ez a cirkulációs típus viszont igen jónak bizonyult.

A *havi középhőmérséklettel* általában negatív korreláció adódik, de az együtthatók értéke a legtöbbször nem haladja meg a  $-0,2$ -t. Kivételt bizonyos szempontból Debrecen képez, ott három hónapban is  $-0,2$  és  $-0,3$  közötti értékek jelentkeznek. Ami az extrém indexű időszakokat illeti, a pozitív esetben hasonlóan gyengék a kapcsolatok, a negatív helyzetekben viszont egyetlen hónapban ugyan, de találunk szignifikáns összefüggést: januárban az ország egészén  $1,0-1,5$  °C-os pozitív anomália adódik.

A fentiekből következően a *fagyos napokkal* pozitív jellegű korrelációt tapasztalunk. Ennek a paraméternek az esetében helyenként már kissé erősebb kapcsolatok is jelentkeznek, de a legmagasabb értékek még így sem haladják meg a  $0,33-0,35$ -t. Főként a keletebbre eső síkvidéki állomások (Debrecen, Szeged és Budapest) vonatkozásában, a téli időszakban (decembertől februárig) fordulnak elő ezek a magasabb együtthatók. A negatív extrém indexű időszakokat tekintve a december a leghangsúlyosabb, a pozitívokban pedig a február. Előbbi esetben 2-4, utóbbiban pedig 2-3 napos anomáliák fordulnak elő. A leghidegebb hónapunkban, januárban, általában csak 1-2 napos az átlagtól vett eltérés.

Ezzel szemben érdekes viszont, hogy az amúgy gyenge korrelációjú márciusban az ország több állomásán is 2-3 napos anomália jelentkezik. Továbbá az is figyelemre méltó, hogy Kékestető esetében mennyire gyenge hatással bír az EA/WR gyakorlatilag a szezon egészében.

A **téli napok** esetében is általában pozitív, Kékestetőre viszont minden hónapban negatív korreláció áll fönt, de ezek az értékek ezúttal is jellemzően igen gyengék. A legerősebb együttthatók novemberben adódnak, de akkor is csak két állomáson van 0,2 és 0,3 között. A pozitív extrém indexű hónapokban szintén nem adódnak számottevő anomáliák. A negatív extrémek idején januárban láthatók néhány helyen 3-4 napos eltérések, de a többi hónapban ekkor sem jelentős a kapcsolat.

A **zord napok** vonatkozásában szinte szóról szóra elmondható ugyanaz, mint a téli napoknál, vagyis az esetek nagy részében pozitív, de gyenge korreláció áll fönt, és a legerősebb hónapnak – már ha a zord napok esetében egyáltalán lehet annak nevezni az utolsó őszi hónapot – a november bizonyul, akkor 0,2 és 0,3 közötti értékek is adódnak néhány helyen. Ezen kívül az is hasonlóság, hogy az extrém indexek vizsgálatakor egyetlen esetet tudunk kiemelni, mégpedig a negatív EA/WR-indexű januárokat, ekkor a megszokottnál síkvidéken átlagosan 2, Kékestetőn pedig 3 nappal kevesebbszer süllyed a hőmérséklet  $-10\text{ °C}$  alá.

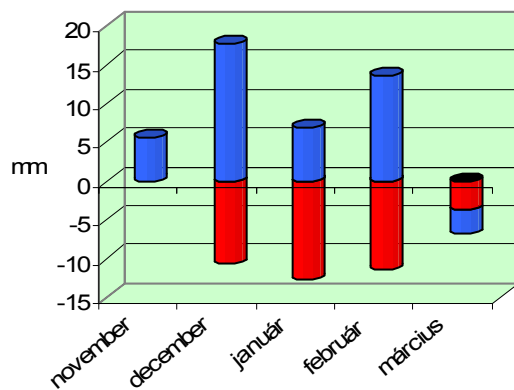
A **havas napok** esetében általában negatív korreláció adódott, de a legtöbbször ezúttal is az eddigiekhez hasonlóan alacsony értékek mutatkoztak. Ez alól kivételt képez az ország legmagasabb pontja, ahol januárban és februárban  $-0,44$ , illetve  $-0,41$  adódott. Ez a számok nyelvén azt jelenti, hogy a pozitív extrém indexű januárokból Kékestetőn a megszokottnál átlagosan hárommal kevesebb havas napot jegyezhetünk fel. Ekkor egyébként még síkvidéken is előfordulnak 2 napos anomáliák.

A másik havas paraméter, a **hótakarós napok** számának esetében negatív és pozitív korrelációs együttthatók egyaránt előfordulnak, de ezúttal szinte minden esetben igen gyenge korreláció a jellemző.

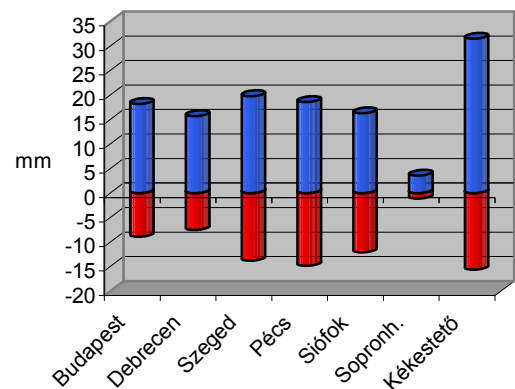
Az EA/WR-rel a **havi csapadékösszegek** negatív korrelációban állnak. A kapcsolat általában decemberben, januárban és februárban jelentős, igaz, nem minden állomás esetében. A három hónapot tekintve a legmagasabb értékeket a síkvidéki állomások közül Budapesten, illetve ezeken kívül pedig Kékestetőn

tapasztaljuk. Előbbi helyen a három téli hónap mindegyikében  $-0,49$  és  $-0,57$  közé esnek az együttthatók, az ország legmagasabb pontján ugyanezek a számok  $-0,54$ ,  $-0,49$  és  $-0,62$ . A többi állomáson, ahol még szignifikáns kapcsolatot találhatunk, általában  $-0,4$  és  $-0,5$  közötti értékek jellemzők. A legkevésbé fontos az EA-WR szerepe Sopronhorpács esetén, itt csak az utolsó téli hónapban kaptam értékelhető összefüggést.

Mindez azt jelenti, hogy az említett hónapok pozitív extrém indexű időszakokban Sopronhorpács kivételével síkvidéken általában átlagosan 10-15, Kékestetőn 15-20 mm-rel kevesebb csapadék hullik a szokásosnál. A negatív indexű esetekben, ha lehet, még nagyobb anomáliák adódnak, ekkor helyenként még síkvidéken is megközelíti vagy eléri a 20 mm-t a havi átlagos csapadéktöbblet, de Kékestetőn decemberben  $+32$ , februárban pedig  $+29$  mm jelentkezik (5.12/a és b. ábra).



a)



b)

### 5.12. ábra:

(a): az átlagos országos havi csapadékmennyiségi anomáliák az egyes hónapokban; (b): az átlagos havi csapadékmennyiségi anomáliák decemberben az egyes állomásokon (kék szín: negatív extrém indexű EA/WR-időszakok, piros szín: pozitív extrém indexű EA/WR-időszakok)

## 5.5. A Skandináv rendszer

A bemutatott hónap: február.

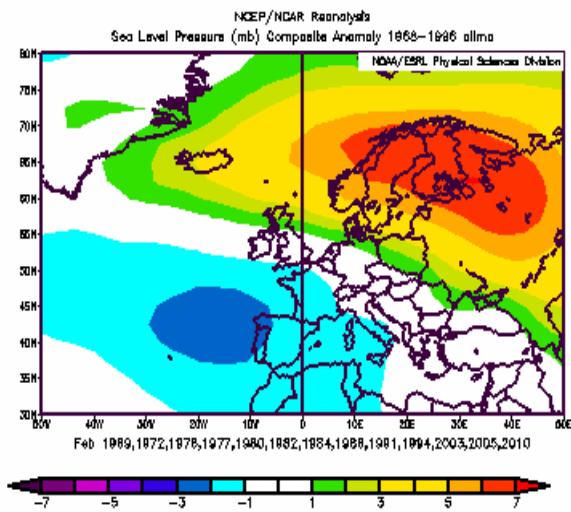
### 5.5.1. Skandináv rendszer, pozitív fázis

Először azokat a februárokat mutatom be, amikor az SCA-index erős pozitív értékeket vett fel, vagyis 0,76-nál magasabb volt. Ez a következők években fordult elő: 1969, 1972, 1976, 1977, 1980, 1982, 1984, 1986, 1991, 1994, 2003, 2005, 2010. Mindezek alapján a következőket lehet megállapítani:

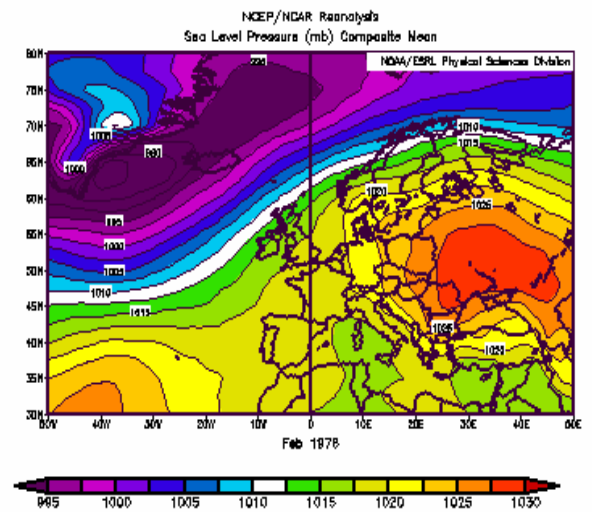
- A tengerszinti légnyomás térképén a kérdéses időszakban Európa északkeleti felén a megszokottnál jóval magasabb értékeket láthatunk. A pozitív anomália zónája Grönland és Izland térségétől Skandinávián és a Kelet-európai-síkságon át északon egészen a Jeges-tengerig, illetve Nyugat-Szibériáig, délen pedig a Kaukázus vidékéig és a Kaszpi-tengerig terjed ki. A középponti terület Norvégia és Svédország északi részeit, Finnországot, a Baltikumot és a Kola-félszigetet foglalja magába. Itt a sokéves átlaghoz képest átlagosan mintegy 6-8 hPa-os pozitív eltérés mutatkozik. Ezzel szemben a kontinens délnyugati felén egy negatív anomáliájú zóna helyezkedik el, amelynek középpontja az Ibériai-félszigettől nyugatra, az óceánon található. Itt azonban az átlagos anomáliák jóval kisebbek, mint az ellenkező előjelű centrumban, csak 3-5 hPa-t tesznek ki (5.13/a. ábra).
- Mindez azt jelenti, hogy azokban az években, amikor az SCA-index magas, az említett erős pozitív anomáliájú részek – például Skandinávia vagy a Kelet-európai-síkság – valamelyikén (vagy akár kiterjedtebb területeken is) tartósan anticiklonális hatások uralkodnak. Ez volt a jellemző 1976 februárjára is (5.13/b. ábra). Ekkor a magasnyomás középpontja nagyjából a mai Ukrajna területén helyezkedett el, de a kontinens nagy részén is 1015 hPa-nál magasabbnak adódott a havi átlagos érték. A poláris ciklontevékenység az északnyugati, északi területekre korlátozódva jelenik meg, továbbá sekély ciklonális mezőket találunk a Földközi-tenger medencéjében is. Ez a nyomási elrendeződés azt is jelenti tehát, hogy a fentebb említett, Délnyugat-Európai negatív

anomália nem erőteljes ciklonális területként rajzolódik ki, hanem csak arra utal, hogy az átlagosan amúgy is magas nyomás valamelyest alacsonyabb lesz. Ez a fajta izobárkép arra enged következtetni, hogy a nyugatias áramlás kiszorul a kontinens nagy részéről, és helyette a keleties irányítás fog dominálni.

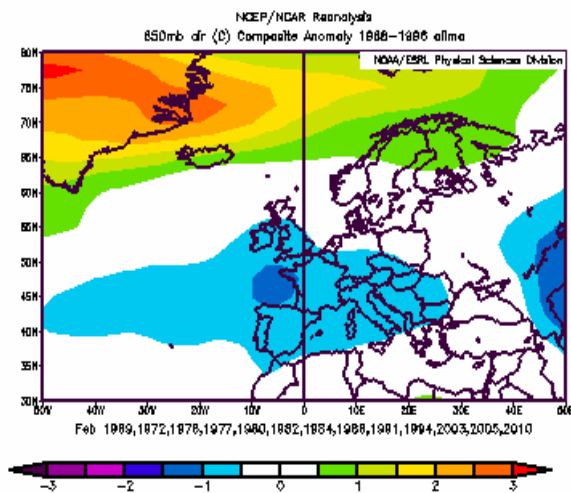
- A 850 hPa-os hőmérsékleti anomália-térképen az eddigi rendszerektől eltérően ezúttal Európában igazán kiugró értékeket nem találunk. Átlagos értéként általában gyenge negatív anomália figyelhető meg, de az eltérések mértéke elmarad az eddig látottaktól. Mindez azzal magyarázható, hogy az egyes pozitív SCA-indexű időszakok között a kontinentális anticiklon elhelyezkedésétől függően igen nagy különbségek alakulhatnak ki: annyi bizonyos, hogy a rendszer hátoldalán délies áramlással enyhe, előoldalán pedig északias, illetve keleties áramlással hideg levegő érkezik, azonban az ezek által érintett térségek időről időre, évről évre váltakoznak. Viszont – mivel ez a téli termikus anticiklon igen masszív, azaz sokszor hosszú időn át egy helyben tartózkodik – egy adott hónapban vagy szezonban egy adott helyen mégis jelentős hőmérsékleti anomáliák tudnak kialakulni. Európán kívül egyébként láthatunk számottevő eltéréseket az átlagos mezőben is: Grönland térségében a megerősödő nyugatias áramlás miatt a megszokottnál 2-4 °C-kal melegebb van ezekben a hónapokban (5.13/c. ábra).
- A csapadéktérképen már erőteljesebben kirajzolódik a nagytérségű elrendeződés hatása, ugyanis a szokásoshoz képest északon, északkeleten szárazabb, délen, délnyugaton csapadékosabb idő uralkodik. Az anomáliák havi átlagos értéke mindkét esetben 30-40 mm körül alakul (5.13/d. ábra).



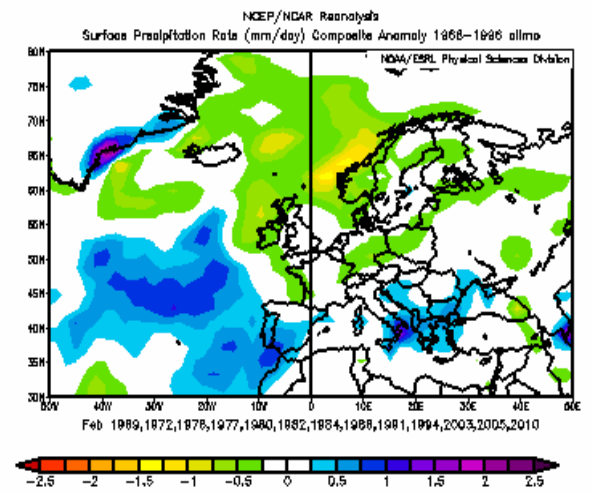
a)



b)



c)



d)

**5.13. ábra: (a), (c) és (d): az extrém magas SCA-indexű februárok átlagos anomáliamezői a következő paraméterekre: tengerszinti légnyomás, a 850 hPa-os szint hőmérséklete, csapadékmennyiség; (b): az 1976. februári átlagos légnyomás mező**

### 5.5.2. Skandináv rendszer, negatív fázis

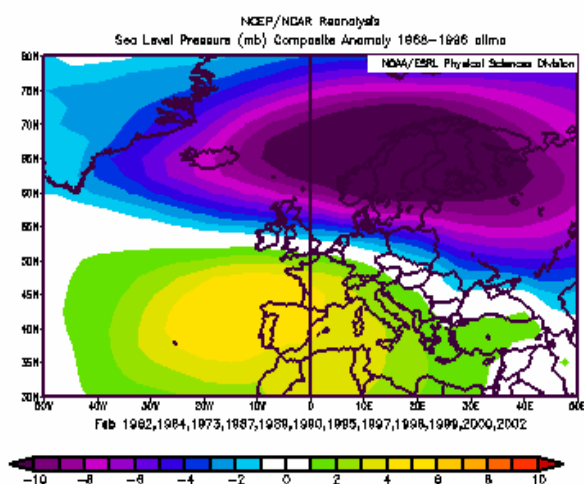
Az SCA-index erős negatív értékeket (kisebb, mint -0,53) vett fel a következő februárokból: 1962, 1964, 1973, 1987, 1989, 1990, 1995, 1997, 1998, 1999, 2000, 2002. Ezek jellemzői:

- A tengerszinti légnyomási mezőben ezekben a hónapokban pontosan fordított a helyzet, mint láttuk azt a pozitív fázisban. A kontinens északkeleti felén negatív, délnyugati felén pedig pozitív anomália jelentkezik. Ezúttal is az északkeleti térségben találunk erősebb eltéréseket: a középponti zónában – Skandináviában, Oroszország északnyugati részén és a Norvég-tengeren – 8-10 hPa-val alacsonyabb a nyomás a szokásosnál. A negatív anomália területe északon kiterjed egészen Grönlandig, délen pedig mélyen benyúlik az eurázsiai kontinens belsejébe. Az ellentétes előjelű zóna középpontja az Ibériai-félszigeten és attól nyugatra található, de itt jóval kisebb, csak 4-6 hPa-s anomália adódik. Ezen kívül pozitív értékeket láthatunk még Nyugat-Európában, a Földközi-tenger medencéjében, Kis-Ázsiában, valamint Észak-Afrikában is (5.14/a. ábra).
- Ebben a makroszinoptikus helyzetben a skandináv térségben, valamint Északkelet-Európában nem épül ki a téli termikus anticiklon (illetve a kontinens belseje felől nem húzódik el idáig), és a ciklontevékenység a megszokottnál erősebb lesz. Ezzel egy időben a kontinens déli részén az azori anticiklon hatása a szokásosnál jobban érvényesül. Mindebből az következik, hogy az SCA negatív fázisa alapvetően egy zonális irányítást hoz magával, vagy pedig ha a délnyugat-európai anticiklon északabbra húzódik, akkor egy ún. fél-zonális vagy fél-blocking szituáció következik be. Ez történt 1973 februárjában is (5.14/b. ábra). Ekkor a nyugati áramlás Nyugat-, Dél- és Közép-Európában gyakorta északnyugatra fordul, míg a kontinens belső részein délnyugati áramlás jellemző. A közép-európai régióban, illetve a Földközi-tenger középső medencéjében az is előfordulhat, hogy az észak-európai ciklonokhoz kapcsolódóan peremciklonok alakulnak ki.
- A negatív SCA-indexű időszakokban Európa szinte egészén a megszokottnál melegebb időjárás uralkodik, legalábbis az átlagos mezőket

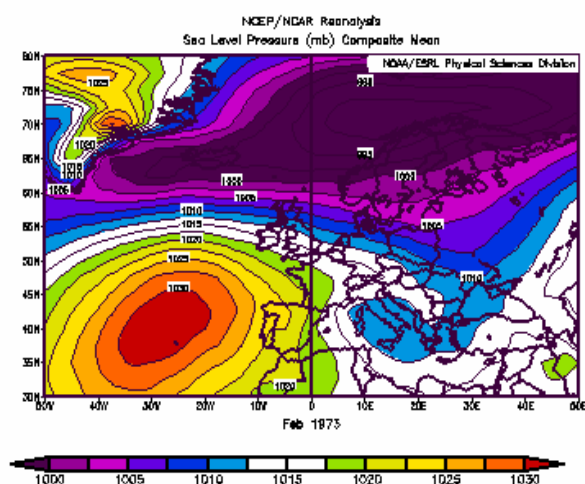


illetően ez mondható el. A pozitív anomália súlypontja egy délnyugat-északkeleti irányú tengely mentén fekszik, ez a vonal az Ibériai-félszigettől Közép-Európán át a Kelet-európai síkságig húzódik. Ennek mentén az átlagoshoz képest jellemzően 1,5-2 °C-kal magasabb a hőmérséklet. Negatív anomália csak a mediterrán térség déli részén, illetve északon, Grönland, Izland és a Jeges-tenger vidékén adódik (5.14/c. ábra).

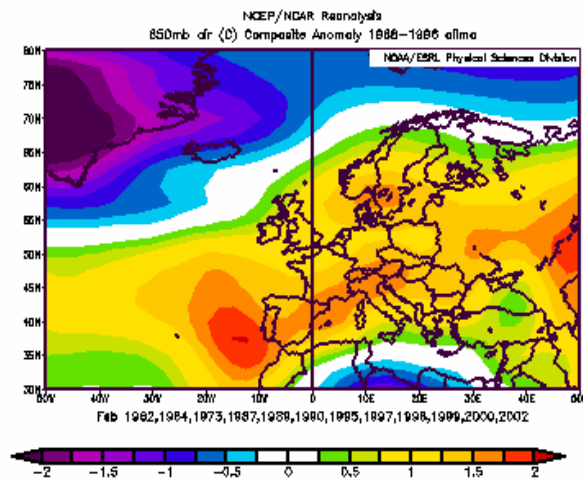
- A csapadék-anomália térképén jól tükröződik az észak-európai megerősödő ciklontevékenység és a dél-európai magasnyomás dominanciája is. Előbbi részeken jelentős – akár havi 60-90 mm-t elérő – csapadéktöbbletet, utóbbi területen pedig ennél kisebb mértékű csapadékhiányt tapasztalunk (5.14/d. ábra).



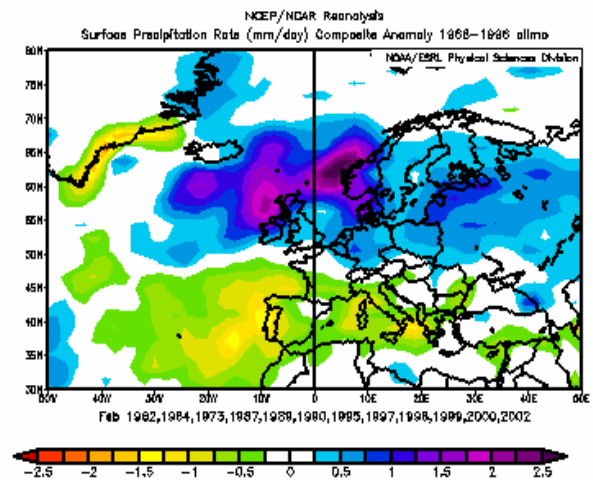
a)



b)



c)



d)

**5.14. ábra:** (a), (c) és (d): az extrém alacsony SCA-indexű februárok átlagos anomáliamezői a következő paraméterekre: tengerszintű légnyomás, a 850 hPa-os szint hőmérséklete, csapadékmennyiség; (b): az 1973. februári átlagos légnyomási mező

### 5.5.3. A Skandináv rendszer és a vizsgált paraméterek kapcsolata

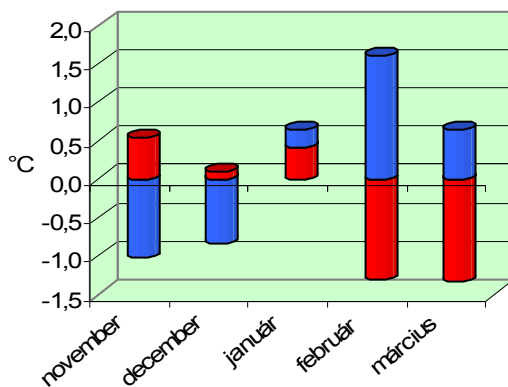
Az SCA és a **havi középhőmérséklet** kapcsolata az eddigi rendszerekétől eltérő képet mutat, ugyanis ebben az esetben rendre az összes állomásra igaz az a megállapítás, hogy novemberben és decemberben pozitív, a másik három hónapban pedig negatív korrelációban áll egymással a kétféle adatsor (5.15/a. ábra). Ez az előjel-váltás aztán majd a többi hőmérsékleti paraméter esetében is látható lesz.

További érdekesség, hogy valamennyi állomás és hónap kombinációját figyelembe véve a legerősebb kapcsolat novemberre tevődik, ekkor Debrecenre 0,52 adódott, de Szegedre és Kékestetőre is 0,44, illetve 0,45. A nyugatabbra fekvő állomásokon az utolsó őszi hónapban általában 0,3 körüli értékeket lehet látni. Ez a területi megosztottság megmutatkozik a konkrét hőmérsékleti anomáliákban is, hiszen a három keleti településre mind a pozitív, mind a negatív extrém esetekben nagyobb eltérések adódnak, mint a többi országrészre.

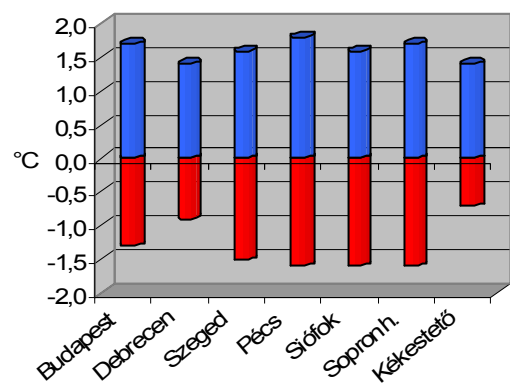
Mindemellett a pozitív esetben nem igazán sokatmondóak ezek a mutatók, hiszen minden állomásra 1 °C-on belül maradnak, a negatív indexű hónapokban fordulnak csak elő az említett három helyen 1,1 és 1,4 °C közötti eltérések.

Decemberre és januárra jellemzően sehol nem kaptam szignifikáns együtthatókat, és ezzel összhangban vannak az anomália-értékek is, mert inkább csak Debrecen és Szeged viszonylatában éri el a +/- 1 °C-ot az átlagos eltérés mértéke – legalábbis decembert illetően a negatív esetben, januárban pedig a pozitívban –, másutt rendre ez alatt marad.

Ezzel szemben februárban már jobb a helyzet. Bár a korrelációs együtthatók országosan nem túl magasak – általában -0,3 és -0,4 közöttiek –, viszont a kiemelkedően magas és alacsony SCA-indexű hónapokban egyaránt 1,5 °C körüli anomália mutatkozik az ország legnagyobb részén (5.15/b. ábra). Meglepő módon a korábbi hónapokban tapasztaltnal ellentétben ezúttal pontosan Debrecen és Kékestető az, ahol a legkisebb hatásúnak bizonyul a rendszer. Márciusban a februárhoz képest még egy kissé erősebb kapcsolatokat találunk, ekkor a korrelációs együtthatók ekkor általában -0,3 és -0,45 közé tevődnek. A negatív extrém indexű hónapokban igazán figyelemreméltó eltérések nem mutathatók ki, a pozitív esetekben ellenben a megszokottnál átlagosan 1-1,7 °C-kal van hűvösebb az országban.



a)



b)

**5.15. ábra:**

(a): az átlagos országos havi középhőmérsékleti anomáliák az egyes hónapokban; (b): az átlagos februári középhőmérsékleti anomáliák az egyes állomásokon (kék szín: negatív extrém indexű SCA-időszakok, piros szín: pozitív extrém indexű SCA-időszakok)

A **fagyos napok** havi számát illetően az SCA ismét novemberben, és ismét az ország keleti részén tűnik jelentősebb hatásúnak. Kékestetőre, Debrecenre és Szegedre is  $-0,4$  és  $-0,55$  közötti korrelációs érték mutatkozik. Ez a pozitív extrém indexű esetekben  $-1$ ,  $-3$  napos, a negatív helyzetekben pedig  $+2$ ,  $+4$  napos anomáliát jelent.

A többi hónapban általában gyengébbek a korrelációs együtthatók, főként csak februárban és márciusban mennek helyenként  $0,3$  fölé. Ennek ellenére az extrém indexű időszakokra nézve az egyes hónapok között túlságosan nagy különbség nem adódik, szinte minden esetben előfordulnak  $\pm 2-3$ , időnként  $4$  napos eltérések a sokéves átlagtól. A legerősebbnek a negatív extrém indexű februárok tűnnek, ekkor 3 állomáson (Budapest, Pécs, Siófok) is  $-4$  napos eltérés jelentkezik.

A **téli napok** tekintetében is novemberben és februárban a legmagasabbak a korrelációs együtthatók, de még ezek az értékek sem érik el a  $\pm 0,4$ -t egyetlen esetben sem. Mindez az extrém indexű időszakokban is nagyon jól megjelenik: mivel novemberben még csak igen kevés téli nap fordul elő jellemzően hazánkban, ezért inkább a február az, ahol számottevő anomáliákat felfedezhetünk, de ezek sem túlságosan magas értékek. Mind a pozitív, mind a negatív esetben egyaránt négy állomáson fordul elő  $+3$ , illetve  $-3$  napos eltérés.

A **zord napok**nál szintén hasonló a helyzet, ezúttal is előfordulnak helyenként  $\pm 0,3$ -nál erősebb kapcsolatok, de összességében nem ez a jellemző. A pozitív extrém indexű időszakok közül a február az, amikor több helyen is adódik  $+2$  napos eltérés, míg a negatív helyzetekben Kékestetőn láthatunk a három téli hónapban egyaránt  $2$  napos anomáliát.

A **havas napok** számának esetében a korreláció az SCA-indexszel általában már csak novemberben adódik negatív jellegűnek, a többi hónapban jellemzően pozitívvá válik. A legerősebb kapcsolatok ennek a paraméternek az esetében is novemberben és a keleti területeken jelentkeznek, ekkor Kékestetőre  $-0,41$ , Debrecenre pedig  $-0,53$  mutatkozik. A többi hónapban csak elvétve láthatunk szignifikáns összefüggést.

Az extrém indexek időszakai közül inkább csak a negatív helyzetek érdemelnek említést. Ekkor novemberben Debrecen térségében a megszokottnál átlagosan 3-mal több havas nap fordul elő, ami az utolsó őszi hónapban eléggé határozott anomáliának minősül. Az ugyanilyen jellegű februároknak ellenben inkább már a nyugatabbra fekvő részekben adódik jelentősebb kapcsolat, ami azt jelenti, hogy Budapesten, Pécsen és Sopronhorpácson is éppen  $-3$  napos az eltérés a sokéves átlaghoz képest.

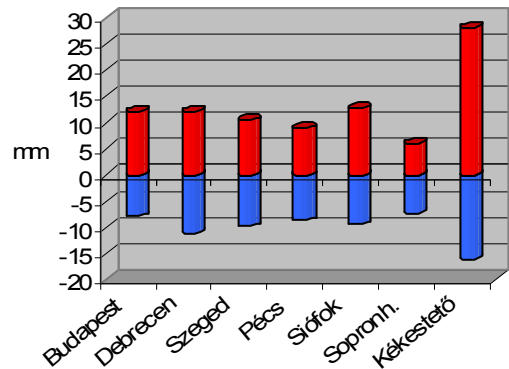
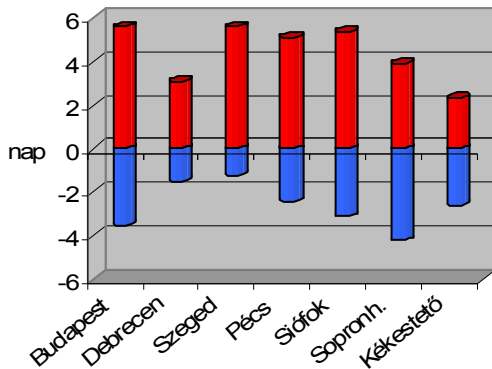
A **hótakarós napok** tekintetében rendre a vizsgált időszak második felében kapunk szignifikáns – pozitív jellegű – kapcsolatokat. Az ország nagy részén februárban a legerősebb az SCA hatása eme paramétert illetően, igaz, a korrelációs együtthatók ezt nem feltétlenül mutatják meg, hiszen az értékek még ekkor is általában  $0,4$  alatt maradnak. Az extrém indexű időszakokban viszont már jelentkeznek kimagasló értékek, hiszen az utolsó téli hónapban az erősebb pozitív fázisokban síkvidéken általában 4-6 nappal többször borítja hótakaró a talajt, mint egy átlagos évben. A negatív fázisokban nem ennyire magasak az értékek, akkor átlagosan csak  $-2$ ,  $-4$  nap a jellemző (5.16/a. ábra).

A felsoroltakon kívül a pozitív esetekben síkvidéken januárban (helyenként  $-3$ ,  $-5$  nap), illetve a hegyvidéken márciusban (7 nap) adódik határozott anomália.

A **havi csapadékösszeggel** hazánk területén az SCA általában pozitív korrelációban áll, vagyis a magasabb index-értékek esetén valószínű a megszokottnál csapadékosabb idő. A korrelációs együtthatók ezúttal is csak elvétve adódnak  $0,3$ , esetleg  $0,4$  fölöttinek, a konkrét számok viszont sokkal árulkodóbbak.

A pozitív extrém indexű november, de különösen december hónapokban síkvidéken több helyen is  $10$  mm körüli vagy azt meghaladó csapadéktöbblet jelentkezik, sőt, Kékestetőn  $28-30$  mm-es pozitív anomália adódik. Februárban szintén előfordulnak  $10$  mm körüli, az ország legmagasabb pontján pedig  $15$  mm-es összegek.

A negatív helyzetekben szintén november és december a legerősebb: ekkor általában  $10$ , de helyenként  $15$ , Kékestetőn pedig  $20-30$  mm-es átlagos csapadékhiány a meghatározó. Ez utóbbi helyen januárban és februárban is  $11-12$  mm-es negatív anomália jellemző (5.16/b. ábra).



a)

b)

**5.16. ábra:**

**(a):** a hótakarós napok számának átlagos anomáliái februárban az egyes állomásokon; **(b):** az átlagos havi csapadékmennyiségi anomáliák decemberben az egyes állomásokon (kék szín: negatív extrém indexű SCA-időszakok, piros szín: pozitív extrém indexű SCA-időszakok)

## 5.6. Az Arktikus oszcilláció

A bemutatott hónap: január.

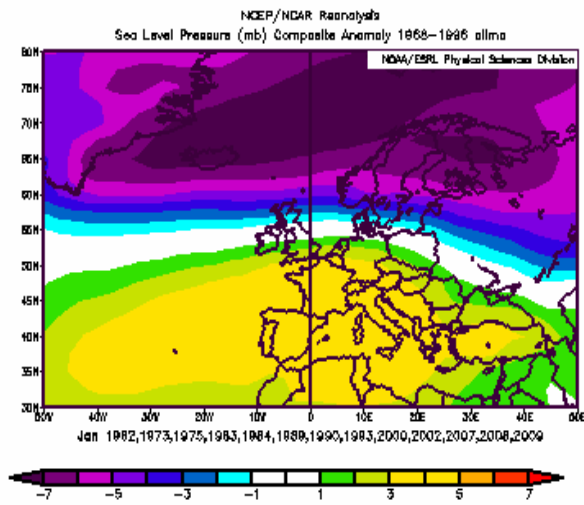
### 5.6.1. Arktikus oszcilláció, pozitív fázis

A vizsgált fél évszázad során a magas AO-indexű (az index nagyobb, mint 0,78) januárok a következő években fordultak elő: 1962, 1973, 1975, 1983, 1984, 1989, 1990, 1993, 2000, 2002, 2007, 2008, 2009. Eme hónapok átlagos jellemzői:

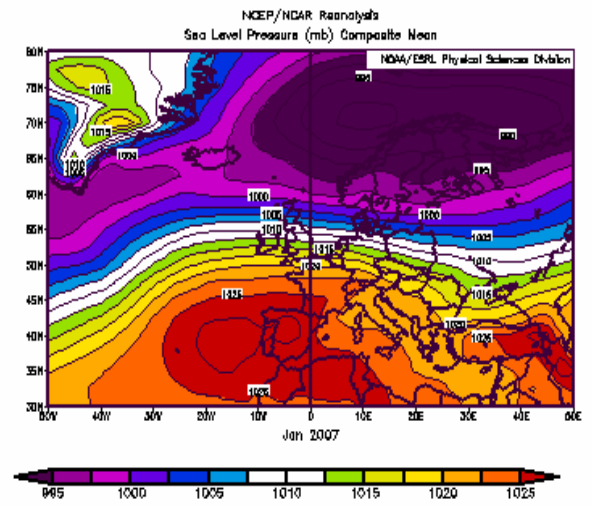
- A tengerszinti légnyomási mező igen sokban hasonlít a NA0 pozitív fázisa esetében látotthoz. Vagyis nagyjából az é. sz. 50-55°-tól északra eső területeken az átlagoshoz képest jelentős negatív, az ettől délebbre eső részeken pedig jelentős pozitív anomáliát láthatunk. Az egyik lényeges különbség az, hogy jelen helyzetben a negatív zóna a kontinens belsejében nem „kanyarodik” fel észak felé, hanem tovább folytatódik keleti irányba. A másik szembevetendő eltérés, hogy a dél-európai pozitív zóna ezúttal a mediterrán térség keleti részén erőteljesebben érezhető

hatását, mint a NAO esetében. Az anomália-központok Izland és a Norvég-tenger térségében (a középponti érték 6-8 hPa), illetve Délnyugat-Európában (3-5 hPa) helyezkednek el (5.17/a. ábra).

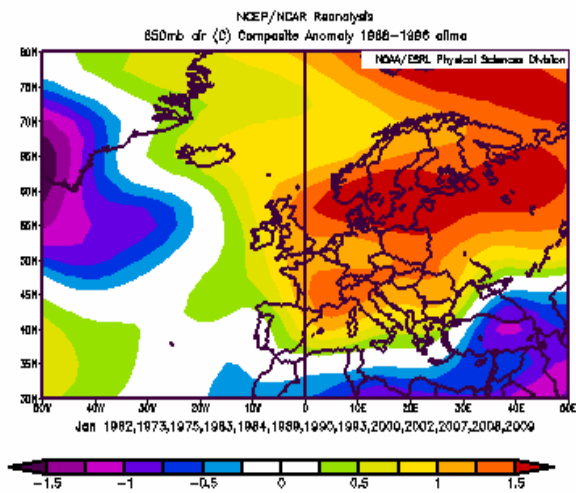
- A fenti helyzetre kitűnő példa 2007 januárja (5.17/b. ábra). Ekkor a Dél-Európában elhelyezkedő magas nyomású zóna és az északon látható ciklonális mező közös áramlási rendszerében az óceán felől tartósan enyhe légtömegek érkeztek a kontinensre. Az áramlás ezért Európa legnagyobb részén nyugatias, egészen pontosan a gyorsan vonuló ciklonok előoldalán délnyugtira, hátoldalán pedig északnyugatira fordul. A NAO-hoz képesti különbség itt is megmutatkozik: az alacsony nyomás területe jobban kiterjed délkelet felé, ugyanakkor a magas nyomás is hangsúlyosabban jelentkezik ebben a helyzetben. Mindez pedig azt jelenti, hogy a nyomási gradiens nagyobbá, az áramlás pedig emiatt erősebbé válik.
- Az előző két ponthoz hasonlóan a 850 hPa-os hőmérsékleti anomália-mező is nagyban hasonlít a NAO pozitív fázisában látottakhoz. Az erős zonális áramlás ugyanis kedvez az enyhe óceáni légtömegek kelet felé való terjedésének, így aztán a kontinens egészén az átlagosnál magasabb hőmérséklet a jellemző. A legfőbb különbség a NAO-hoz képest, hogy a pozitív anomália, ha lehet, egyes területeken ezúttal még erőteljesebben megmutatkozik. Különösen igaz ez északon, északkeleten: Skandinávia, a Baltikum és a Kelet-európai-síkság területén 1,5-2 °C-os eltérés fordul elő az átlagoshoz képest, de például Közép-Európában is jól érzékelhető az AO szerepe. Negatív hőmérsékleti anomáliát most is csak egészen délkeleten, Kis-Ázsia és a Kaukázus térségében, illetve nyugaton, Grönlandon találunk (5.17/c. ábra).
- Az átlagos csapadék-anomáliát ábrázoló térképen a ciklonális és az anticiklonális terület elhelyezkedése ebben az esetben is jól kirajzolódik. A NAO-hoz képesti különbség jól összevethető a tengerszinti légnyomási mezőben látottakkal: mivel a negatív nyomási anomália az AO esetében jobban kiterjed kelet felé, így ott ezzel együtt csapadéktöbblet is jelentkezik. Hasonlóképpen, a délebbi részekén, ahol a pozitív nyomási anomália szintén hangsúlyosabban megmutatkozik, ott a csapadékhiány is jellemzőbbé válik (5.17/d. ábra).



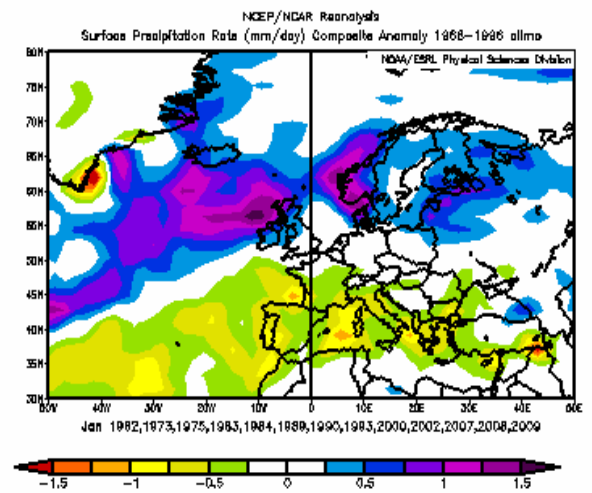
a)



b)



c)



d)

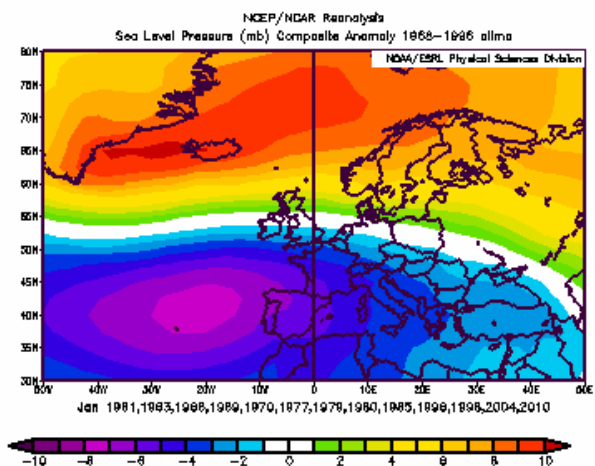
**5.17. ábra:** (a), (c) és (d): az extrém magas AO-indexű januárok átlagos anomáliamezői a következő paraméterekre: tengerszinti légnyomás, a 850 hPa-os szint hőmérséklete, csapadékmennyiség; (b): a 2007. januári átlagos légnyomási mező

### 5.6.2. Arktikus oszcilláció, negatív fázis

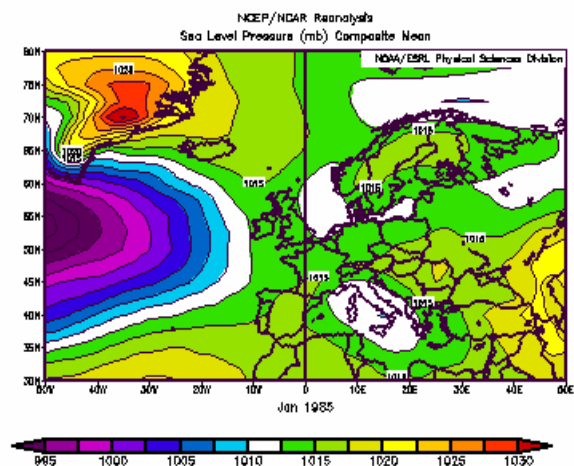
Az AO erős negatív fázisa (az index értéke kisebb, mint -1,19) a következő évek januárjában fordult elő: 1961, 1963, 1966, 1969, 1970, 1977, 1979, 1980, 1985, 1996, 1998, 2004, 2010. Az említett helyzetek átlagos mezőinek jellemzői:



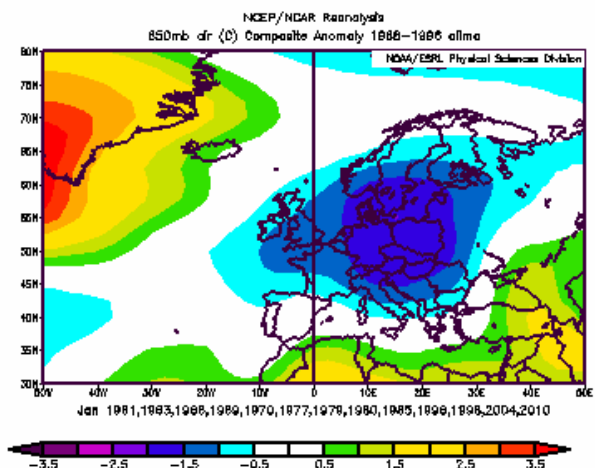
- A tengerszinti légnyomás anomália-térképét vizsgálva, és a látottakat összehasonlítva a NAO negatív fázisára jellemző helyzettel, ugyanarra a megállapításra juthatunk, mint a pozitív fázisok esetében. Vagyis a két erőteljes anomália-mező ezúttal is jól kirajzolódik, de a NAO-hoz képest keletebbre is kiterjed. A vizsgált tartományban tehát az é. sz. 50-55°-tól délre mindenhol negatív, északra pedig pozitív anomália a jellemző. A pozitív zóna középpontja Izland térségében, a negatívé pedig az óceánon, az Ibériai-félszigettől nyugatra található. Ugyanakkor érdekes, hogy a középponti részeken az anomália mértéke az AO negatív fázisában némileg kisebb (5.18/a. ábra).
- A fent leírtak arra utalnak, hogy az AO negatív fázisaiban is egy, a mérsékelt övben „normálisnak” mondhatótól eltérő cirkulációs helyzet alakul ki. Ez történt 1985 januárjában is (5.18/b. ábra). Ekkor a ciklontevékenység főként az Atlanti-óceánra, a mediterrán térségre és a Jeges-tengerre korlátozódott. Azaz Izland és a Norvég-tenger térségében, Skandináviában, valamint Kelet-Európában alapvetően anticiklonális hatások uralkodtak, és ezek a keleties áramlást segítették elő azokon a területeken. A tartós nyugatias irányítás csak az óceánon jellemző ebben a helyzetben.
- A 850 hPa-os hőmérsékleti anomália-mező (5.18/c. ábra) alapvetően egy lényeges dologban különbözik a NAO negatív fázisában látott helyzettől. A kontinens nagy részén most is az átlagosnál hidegebb időjárás jellemző, és a legnagyobb eltérés ezúttal is Skandinávia déli részén és Közép-Európában adódik, itt átlagosan 2-2,5 °C-os anomáliát tapasztalunk. Azonban az AO negatív fázisában Skandinávia északi területein és a Jeges-tengeren nem látható igazán jelentős anomália. Ez minden bizonnyal azért van, mert – ahogy fentebb is említettem – a legészakabbra fekvő részeken mérsékelt erősségű ciklontevékenység mutatkozik, és ez enyhébb levegőt szállít abba a térségbe.
- A csapadék mennyiségének anomáliáiban (5.18/d. ábra) gyakorlatilag semmiféle nagyobb különbséget nem találunk a NAO negatív fázisában tapasztaltakhoz képest. A déli részeken csapadékosabb, az északi területeken pedig szárazabb az idő a megszokottnál.



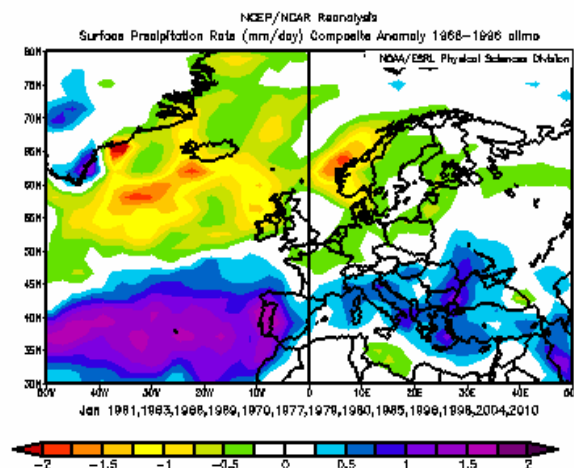
a)



b)



c)



d)

**5.18. ábra:** (a), (c) és (d): az extrém alacsony AO-indexű januárok átlagos anomáliamezői a következő paraméterekre: tengersizti légnyomás, a 850 hPa-os szint hőmérséklete, csapadékmennyiség; (b): az 1985. januári átlagos légnyomási mező

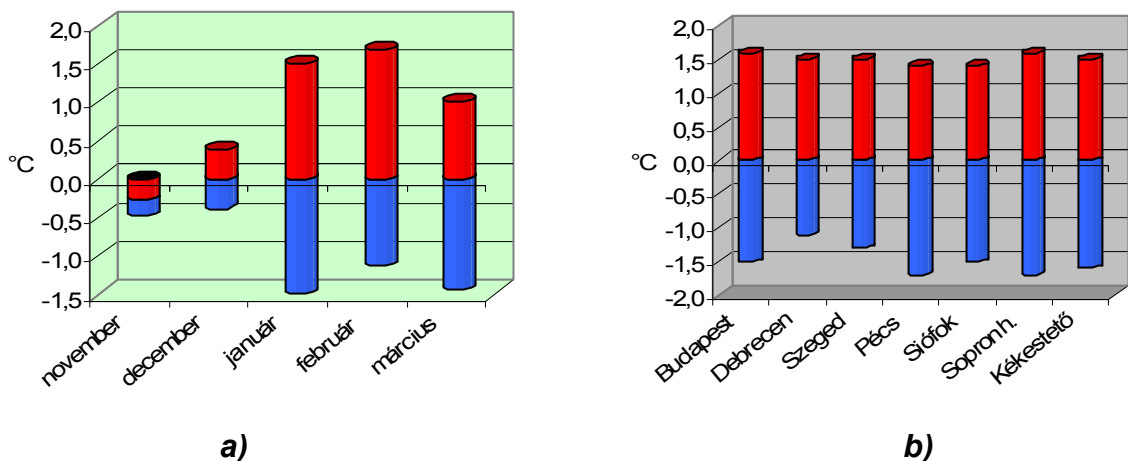
### 5.6.3. Az Arktikus oszcilláció és a vizsgált paraméterek kapcsolata

Az AO a NAO-hoz hasonlóan novemberben általában negatív, a többi hónapban pedig pozitív korrelációban áll a **havi középhőmérséklettel** (5.19/a. ábra). Ennek a rendszernek a hatása jellemzően inkább csak januárban,

februárban és márciusban szignifikáns. Novemberben és decemberben ugyanis az együtthatók a legtöbb esetben még a  $\pm 0,2$ -t sem érik el, és ezekre a hónapokra az extrém indexek módszere is hasonlóan gyenge eredményt ad.

Ezzel szemben januárban általában 0,4 és 0,6 közötti korrelációs értékek mutatkoznak, csak Debrecenben marad ez alatt (0,37). A legerősebb a kapcsolat Kékestetőn, ott 0,57 adódik. Ez a konkrét értékeket tekintve azt jelenti, hogy mind a pozitív, mind a negatív esetben átlagosan mintegy  $1,5\text{ °C}$  körüli eltérést tapasztalunk (5.19/b. ábra). Februárban ugyan minden állomáson gyengébb a korreláció, mint januárban – általában 0,3 és 0,4 közötti, de helyenként még ennél is alacsonyabb értékek adódtak –, viszont a magas AO-indexű hónapokban némileg meglepő módon a januárinál nagyobb anomália a jellemző ( $1,3$  és  $2,0\text{ °C}$  közötti értékek). A negatív extrém indexek esetében ennél kisebb,  $0,8$ - $1,4\text{ °C}$ -os negatív anomália adódott.

Márciusban 0,3 és 0,5 közötti korrelációs értékek a jellemzőek, ennek alapján tehát a kapcsolat erőssége ebben a hónapban a januári és a februári közé esik; előbbinél gyengébb, utóbbinál erősebb. Ennek ellenére a pozitív extrém indexek esetében az átlagos eltérések jócskán a februári alatt maradnak –  $+0,8$  és  $+1,2\text{ °C}$  közé esnek –, a negatív esetben viszont a januárihoz hasonlóan  $-1,5\text{ °C}$  közelében alakulnak.

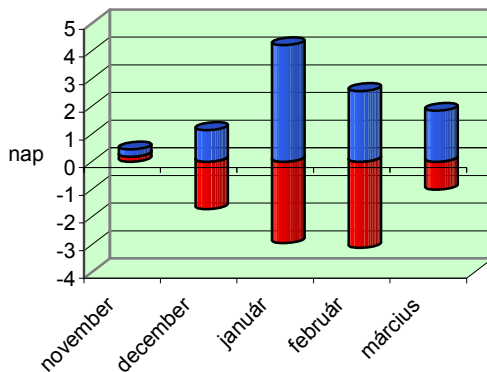


**5.19. ábra:**

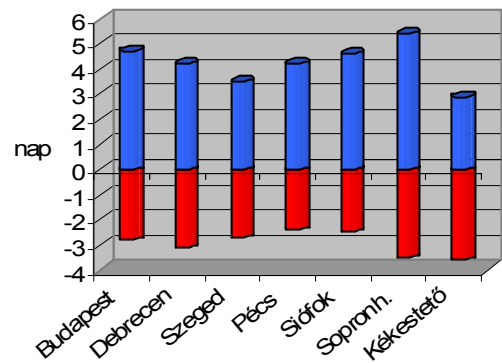
**(a):** az átlagos országos havi középhőmérsékleti anomáliák az egyes hónapokban; **(b):** az átlagos januári középhőmérsékleti anomáliák az egyes állomásokon (kék szín: negatív extrém indexű AO-időszakok, piros szín: pozitív extrém indexű AO-időszakok)

A **fagyos napok** tekintetében az előbbihez hasonló a helyzet: az AO hatása főképpen a vizsgált időszak második felében mutatkozik meg. Szeged és Debrecen kivételével ekkor több helyen is előfordulnak  $-0,3$  és  $-0,4$  közötti értékek, de ennél magasabbak nem. Az extrém indexek esetében is ezekben a hónapokban adódnak  $\pm 2-4$  napos anomáliák. Ami érdekesség, hogy a negatív helyzetekben márciusban nagy területen  $+3, +4$  napos eltéréseket lehet látni.

Az előbbi két paraméterhez hasonlóan a **téli napokat** vizsgálva is azt kapjuk, hogy januártól márciusig mutatkozik meg igazán az AO hatása hazánkban (5.20/a. ábra). Ennek a paraméternek az esetében azonban már magasabb,  $-0,40$  és  $-0,50$  közötti értékek is előfordulnak. Ez a konkrét számok nyelvén azt jelenti, hogy a pozitív extrém indexű helyzetek közül januárban és februárban (sőt, még decemberben is!) országosan 2-3 napos negatív anomália a jellemző, de Kékestetőn  $-4$  nap is látható. A negatív esetben január kiemelkedik, ekkor a hegyvidék kivételével mindenütt 4-5 téli nappal több alakul ki, mint egy átlagos évben (5.20/b. ábra). Februárban 2-4, márciusban pedig 1-2 napos pozitív anomália tapasztalható, de az ország legmagasabb pontján még ekkor is 4 nap adódik.



a)



b)

**5.20. ábra:**

(a): a téli napok számának átlagos országos anomáliái az egyes hónapokban;  
 (b): a téli napok számának átlagos anomáliái januárban az egyes állomásokon  
 (kék szín: negatív extrém indexű AO-időszakok, piros szín: pozitív extrém indexű AO-időszakok)

A **zord napok** esetében a téli napokéhoz hasonló a helyzet, sőt, ezúttal – a keleti területek kivételével – már decemberben is szignifikáns kapcsolatok jelentkeznek. Ez decemberben (de ebben a hónapban még csak a negatív extrém indexű esetekben) 1-2 napos, januárban 2-4, februárban 1-3 napos anomáliákat jelent, illetve még a negatív fázisú márciusokban is átlagosan 1 nappal többször süllyed  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  alá a hőmérséklet, mint egy „normális” évben.

Még tovább erősödik a kapcsolat a **havas napok** esetében, hiszen erre a paraméterre november kivételével általában minden esetben szignifikáns – negatív jellegű – korreláció mutatkozik, és több helyen  $-0,4$  és  $-0,5$  közötti együttthatók is láthatók. Az extrém indexű esetekben ez decembertől februárig mindkét irányban egységesen 2-4, márciusban 1-2 napos anomáliát jelent az ország jellemzően egész területére.

A **hótakarós napokkal** kapcsolatos vizsgálat alapján azt mondhatjuk el, hogy a legerősebb kapcsolatok januárban mutatkoznak. Ekkor Szeged kivételével mindenhol  $-0,4$ -nél erősebb korreláció adódott, sőt, három helyen (Budapest, Pécs, Sopronhorpács) rendre  $-0,5$  alatt vannak az adataink. Ezen kívül még decemberben, februárban és márciusban is előfordulnak magas,  $-0,3$  és  $-0,5$  közötti együttthatók.

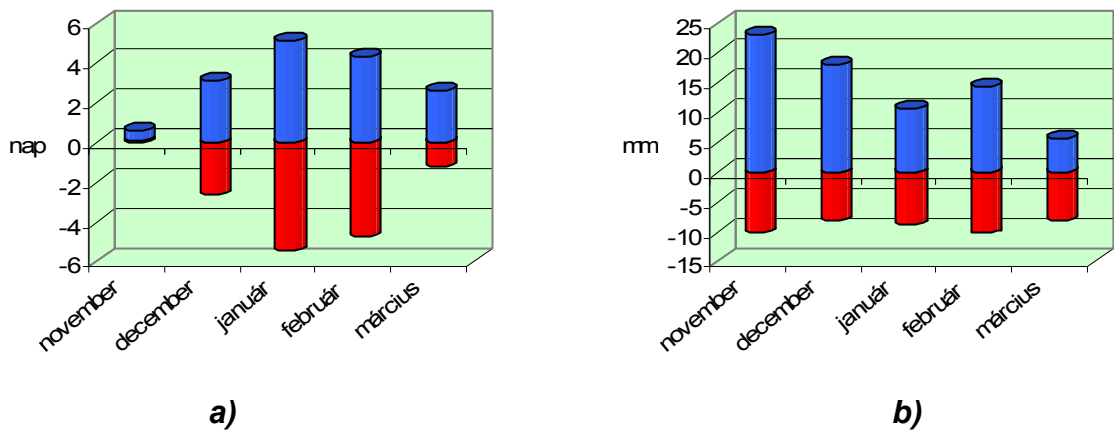
Ez mind a pozitív, mind a negatív extrém időszakokat tekintve januárban és februárban országosan 3-6, decemberben pedig 3-4 napos eltéréseket jelent a sokéves átlaghoz képest. Márciusban a pozitív esetben gyengébb a kapcsolat, mint a negatív fázisokban. Előbbi esetében síkvidéken általában  $-1$ ,  $-2$ , Kékestetőn  $-4$  nap adódik, az utóbbi helyzetekben viszont síkvidéken országszerte  $+2$ ,  $+3$  nap, a hegyvidéken ezzel szemben  $+7$  napos anomália a jellemző (5.21/a. ábra).

Az AO azon kevés cirkulációs rendszerek közé tartozik, amely a **havi csapadékösszegekkel** a vizsgált időszak legnagyobb részében és az ország szinte egészére vonatkozóan jó korrelációt mutat. A kapcsolat minden esetben negatív jellegű.

Különösen Kékestetőre adódnak stabilan magas együttthatók, januárban és februárban  $-0,55$  és  $-0,60$  közötti, de a többi hónapban is  $-0,40$  és  $-0,50$

közötti értékeket láthatunk. A síkvidéki állomásokon főként a leghidegebb hónapokban magasak az értékek, de máskor is előfordulnak  $-0,4$  alatti mutatók. Mindent figyelembe véve a legnyugatibb terület, Sopronhorpács esetében tűnik a legkevésbé fontos szerepűnek az AO.

A konkrét számadatokat tekintve főként a negatív extrém indexű helyzetekben találunk nagyon kifejező értékeket. Ekkor március kivételével stabilan minden hónapra és minden állomásra 10-20 mm közötti, helyenként 20 mm fölötti csapadéktöbblet adódik, sőt, Kékestetőn novemberben 41, decemberben 30 mm a jellemző átlagos eltérés. A pozitív helyzetekben szintén minden hónap és állomás tekintetében láthatunk 10 mm fölötti anomáliákat, de ezúttal gyakrabban tűnnek fel 5-10 mm közötti, vagyis kisebb számok is. Kékestetőn továbbra is magas, átlagosan 10-30 mm közötti anomáliák jelentkeznek (5.21/b. ábra).



**5.21. ábra:**

**(a):** a hótakarós napok számának átlagos országos anomáliái az egyes hónapokban; **(b):** az átlagos országos havi csapadékmennyiségi anomáliák az egyes hónapokban (kék szín: negatív extrém indexű AO-időszakok, piros szín: pozitív extrém indexű AO-időszakok)

## 5.7. Az Észak-atlanti térség télközépi ciklikussága

A bemutatott hónap: január.

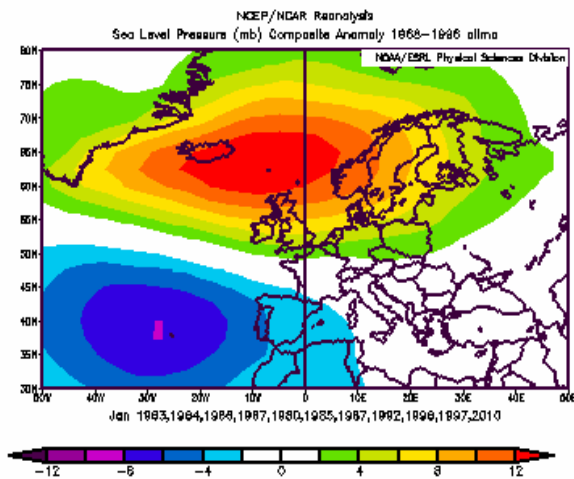
### 5.7.1. Az észak-atlanti térség télközépi ciklikussága, pozitív fázis

A vizsgált időszak során a magas NARC-indexű januárok (amelyekben az index értéke 0,80-nál nagyobb volt): 1963, 1964, 1966, 1967, 1980, 1985, 1987, 1992, 1996, 1997 és 2010. Ezeknek az időszakoknak az átlagos mezőiről a következő állapítható meg:

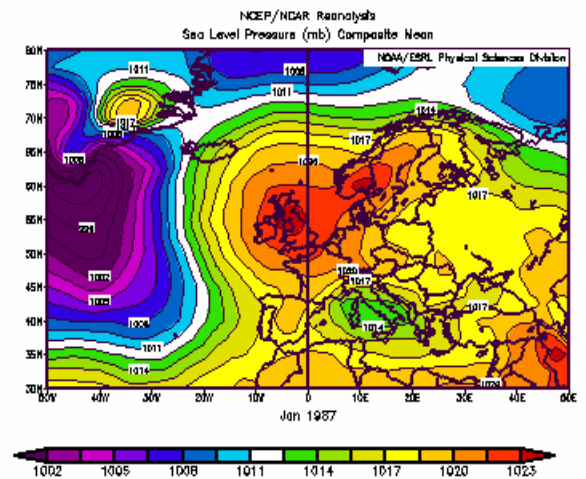
- A tengerszinti légnyomási mező (5.22/a. ábra) nagyban megegyezik a NAO negatív fázisában látott helyzettel, de egy lényegi különbséget mindenképpen tapasztalunk. Ezúttal nem a vizsgált tartomány nyugat-keleti irányában teljesen kiterjedő anomália-mezőkkel van dolgunk, hanem két, sokkal jobban koncentrált zónával. Az átlagos helyzet ugyanis azt mutatja, hogy az Izland, Brit-szigetek, Skandinávia középponttal rendelkező pozitív zóna nyugat felé csak Grönland keleti partjaiig, kelet felé pedig csak a Kelet-európai-síkságig terjed ki. Hasonlóképpen, a negatív terület – amelynek centruma az Ibériai-félszigettől nyugatra található – átlagosan csak a Földközi-tenger nyugati medencéjéig húzódik. Az európai kontinens összes többi részén számottevő anomália nem mutatkozik.
- A fenti légnyomási elrendeződésre jó példa 1987 januárja (5.22/b. ábra). Ekkor Északnyugat-, Észak-Európában egy tartós magas nyomású zóna alakult ki, amely megakadályozta az óceáni légtömegek kontinensre való bejutását. Ezzel együtt viszont a kontinentális anticiklon is erősnek mutatkozott, így a ciklontevékenység jórészt a Földközi-tenger térségére korlátozódott. Ebben a makroszinoptikus helyzetben a vizsgált térségben az északias és keleties irányítás dominál. Nyugati áramlás csak az óceánon, illetve egészen északon, a Jeges-tenger vidékén jellemző.
- A 850 hPa-os szint átlagos hőmérsékleti anomáliáiban túl sok különbség szintén nem adódik a NAO negatív fázisában látotthoz képest. A hideg, sarkvidéki, illetve kontinentális eredetű légtömegek nyugat felé messzire előretörnek, ezért Európa nagy részén az átlagosnál több fokkal hidegebb

időjárás jellemző ezekben a helyzetekben. A legnagyobb eltérések Kelet, Északkelet- és Közép-Európában adódnak (5.22/c. ábra).

- Az átlagos csapadék-anomáliát ábrázoló térképen is a légnyomási mezőnél elmondottak igazak. Vagyis a NAO negatív fázisában látott helyzethez képest annyi a különbség, hogy, mivel a nyomási anomáliák területe kevésbé terjed ki kelet felé, így a csapadékmennyiségi anomália is inkább a nyugatabbra eső részeken jelenik meg jobban. A különbség a leghangsúlyosabb talán Dél- és Délkelet-Európában, ahol a NAO esetében még meglévő jelentős csapadéktöbblet most szinte egyáltalán nem látható (5.22/d. ábra).

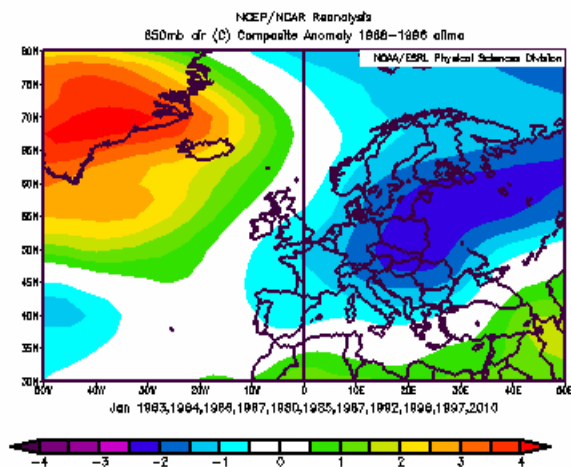


a)

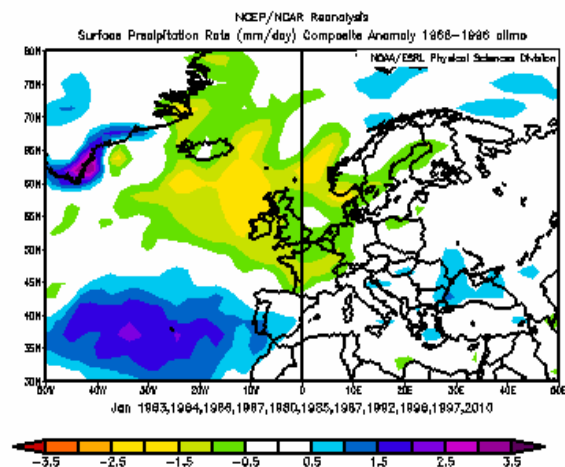


b)





c)



d)

**5.22. ábra:** (a), (c) és (d): az extrém magas NARC-indexű januárok átlagos anomáliamezői a következő paraméterekre: tengerszinti légnyomás, a 850 hPa-os szint hőmérséklete, csapadékmennyiség; (b): az 1987. januári átlagos légnyomási mező

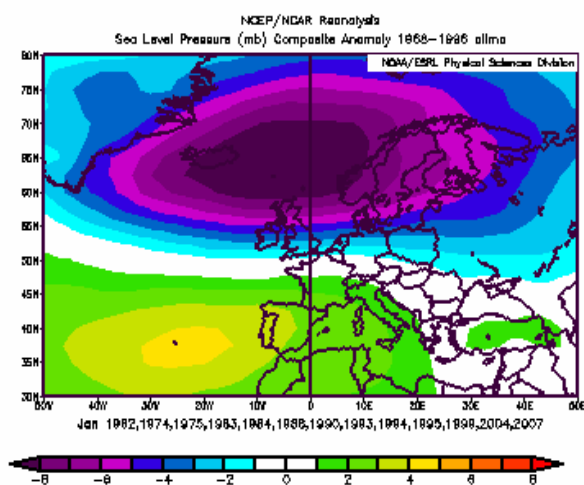
### 5.7.2. Az észak-atlanti térség télközépi ciklikussága, negatív fázis

A NARC erős negatív fázisa (az index értéke kisebb, mint -0,98) a következő évek januárjában fordult elő: 1962, 1974, 1975, 1983, 1984, 1988, 1990, 1993, 1994, 1995, 1999, 2004 és 2007. Az említett helyzetek átlagos mezőinek jellemzői:

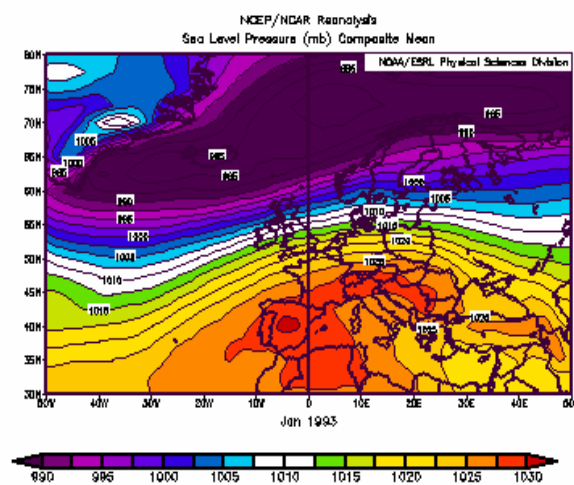
- A tengerszinti légnyomás anomália-térképét (5.23/a. ábra) vizsgálva ezúttal a NAO pozitív fázisával találunk sok hasonlóságot. Sőt, ebben az esetben, ha lehet, még kevesebb eltérés mutatkozik, mint a NARC pozitív fázisában. Az északi területeken egy erős negatív, délen pedig egy gyengébb pozitív anomália-központ látható. Előbbi zóna Grönlandtól Skandinávián át egészen a Jeges-tengerig húzódik, az utóbbi viszont inkább csak az óceánon, Észak-Afrikában, illetve Délnyugat-Európában jelentős.
- A fent leírtak arra utalnak, hogy a NARC negatív fázisaiban, csakúgy a pozitív NAO- és AO-időszakokban, egy erős zonális áramlási helyzet

alakul ki. Ez történt 1993 januárjában is (5.23/b. ábra). Ekkor az enyhe óceáni légtömegek a nyugatias irányítással akadálytalanul haladhatnak kelet felé, az Észak-Európában vonuló ciklonok és a dél-európai anticiklon közös áramlási rendszerében.

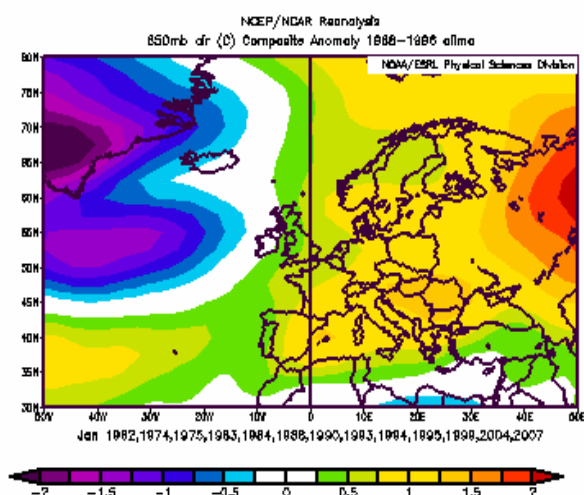
- A 850 hPa-os hőmérsékleti anomália-mező (5.23/c. ábra) a kontinens nagy részén az átlagosnál melegebb időjárásra enged következtetni, ez a zonális irányítás miatt nem is meglepő. Ami a NAO-hoz képest eltérés, hogy az anomália középpontja határozottan a kontinens belsejében található (2 °C vagy annál magasabb értékekkel), ellenben a Jeges-tengeren ezúttal csak mintegy 1 °C-os anomália adódik.
- A csapadék mennyiségének anomáliáiban (5.23/d. ábra) gyakorlatilag semmiféle nagyobb különbséget nem találunk a NAO pozitív fázisában látotthoz képest. A déli részekon szárazabb, az északi területeken pedig csapadékosabb az idő a megszokottnál.



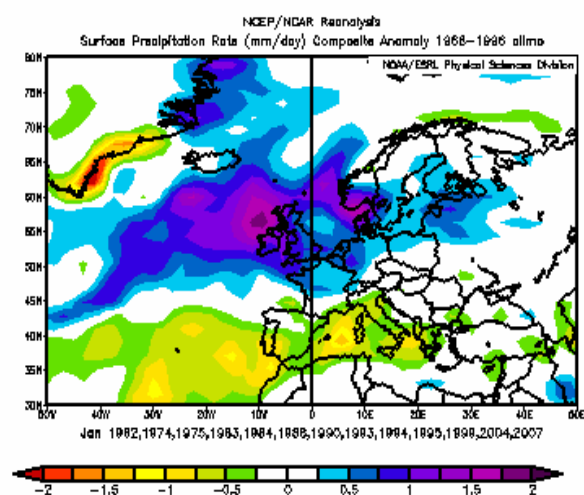
a)



b)



c)



d)

**5.23. ábra:** (a), (c) és (d): az extrém alacsony NARC-indexű januárok átlagos anomáliamezői a következő paraméterekre: tengerszinti légnyomás, a 850 hPa-os szint hőmérséklete, csapadékmennyiség; (b): az 1993. januári átlagos légnyomási mező

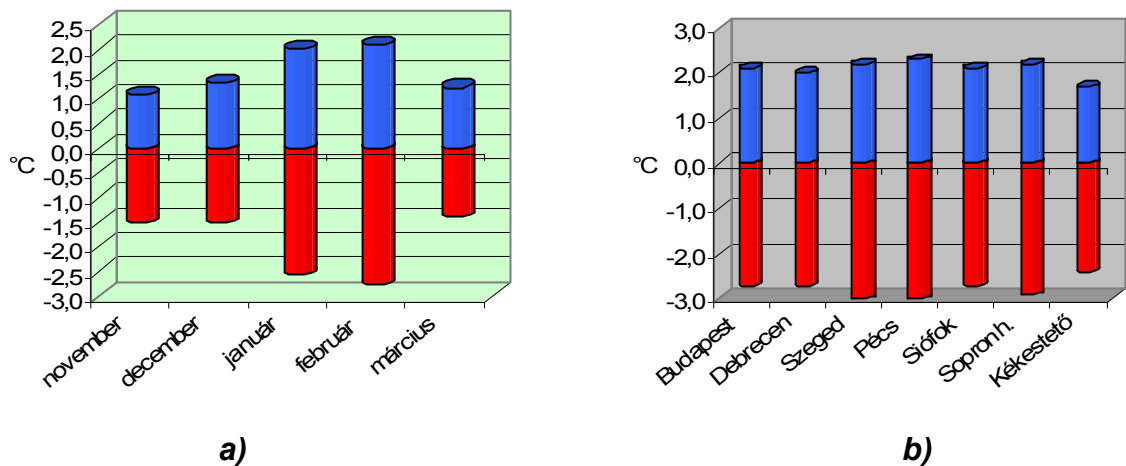
### 5.7.3. Az Észak-atlanti térség télközépi ciklikussága és a vizsgált paraméterek kapcsolata

A NARC minden egyes állomás és minden egyes hónap esetében – de főként januárban és februárban – igen jónak bizonyult a hőmérséklet jellemzésére. A korrelációs együttható értéke minden esetben negatív, vagyis azokban az időszakokban, amikor a NARC-index értéke magas, a **havi középhőmérséklet** valószínűleg az átlagosnál alacsonyabb lesz, és fordítva (5.24/a. ábra).

A legerősebb a kapcsolat januárban, ekkor országszerte  $-0,65$  és  $-0,75$  közötti értékek adódnak. Nem sokkal gyengébbek a februári kapcsolatok sem, ekkor is az állomások mindegyikén  $-0,61$  és  $-0,72$  közötti értékeket láthatunk. Pécs és Kékestető esetében ez utóbbi hónap mutatkozik erősebbnek, minden más állomáson pedig a január. A legnagyobb hatásúnak mindkét hónapban Sopronhorpács, vagyis a legnyugatabbra fekvő település esetében bizonyult a NARC ( $-0,75$ , illetve  $-0,72$ ). Ha a konkrét hőmérsékleti értékeket nézzük, akkor azt találjuk, hogy az extrém negatív NARC-indexű időszakokban mind januárban,

mind pedig februárban az átlagosnál mintegy 2 °C-kal van melegebb hazánkban. Az extrém pozitív indexű januároknak és februároknak még ennél is nagyobb az eltérés mértéke, ekkor országosan 2 és 3 °C közé esik a negatív anomália nagysága. A legkisebb számszerű eltérések pozitív és negatív irányban is rendre Kékestetőn adódnak (5.24/b. ábra).

November, december, valamint március hónapokra szintén országszerte szignifikáns korrelációs együtthatók adódnak, de a fent említettél jellemzően gyengébb a kapcsolat. Novemberben az értékek általában –0,50-nél erősebbek – csak Debrecen képez kivételt, ott –0,48 –, de Pécs, illetve Kékestető esetében még az utolsó őszi hónapban is –0,61-nek adódnak. Decemberben országszerte –0,50 körüli, vagyis közepes erősségű korrelációt láthatunk, ekkor nagy területi különbségek tehát nem mutatkoznak. Márciusban is hasonló a helyzet, az első tavaszi hónapban jellemzően –0,40 és –0,50 közöttiek az együtthatók. Ami az extrém indexű időszakokat illeti, lényegében mindhárom hónapról ugyanaz mondható el, vagyis a magas NARC-értékek idején országos értelemben a megszokottnál jellemzően 1,2-1,7 °C-kal van hidegebb, az ellentétes előjelű helyzetben pedig egy kicsit kisebb az eltérés mértéke, általában 1,0-1,4 °C körüli anomáliák adódnak.



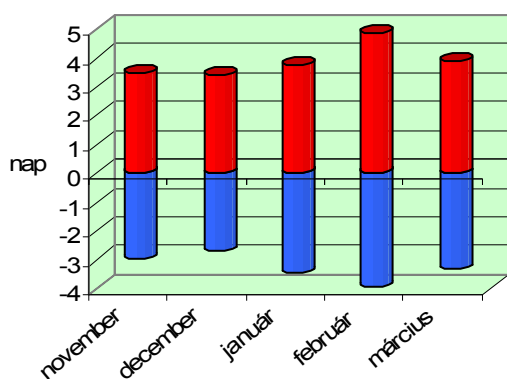
**5.24. ábra:**

**(a):** az átlagos országos havi középhőmérsékleti anomáliák az egyes hónapokban; **(b):** az átlagos februári középhőmérsékleti anomáliák az egyes állomásokon (kék szín: negatív extrém indexű NARC-időszakok, piros szín: pozitív extrém indexű NARC-időszakok)

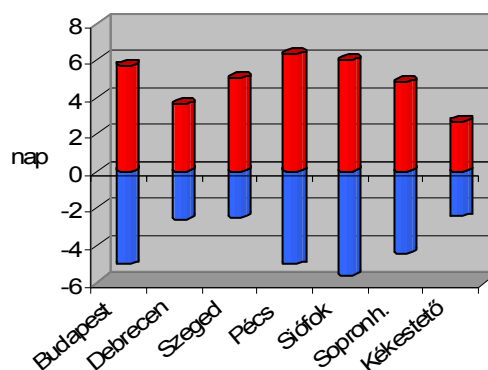
A **fagyos napok** esetében ismét elmondható, hogy az állomások és a hónapok legnagyobb részében erős a kapcsolat, amely ezúttal természetesen pozitív jellegű (5.25/a. ábra). A legmagasabb korrelációs értékeket februárban találjuk, ekkor az ország nagy részén 0,5 és 0,7 közé esik, csak Debrecenben adódik 0,43. A konkrét számok nyelvén kifejezve ez azt jelenti, hogy síkvidéken a pozitív extrém indexű februároknak az átlagoshoz képest 4-6 fagyos nappal több, a negatív extrém indexűekben pedig nagyjából ugyanennyivel kevesebb jellemző. Kékestetőn ennél kisebb az anomália mindkét esetben, nagyjából 2-3 nap (5.25/b. ábra).

Januárban nyugatabbra 0,55 és 0,59 közötti értékek adódnak (a legmagasabb Sopronhorpácsra: 0,59), keleten pedig általában 0,4 körüliek (a leggyengébb Debrecenre: 0,38), tehát ebben a hónapban egy határozott területi megosztottság mutatkozik. Az extrém NARC-indexű januároknak keleten általában 2-4, míg nyugaton 4-5 napos anomáliák adódnak, mind pozitív, mind negatív értelemben. A novemberi helyzet szinte teljes mértékben megegyezik a januárival, tehát nyugaton 0,5 fölötti, keleten 0,4 körüli értékek adódnak. Az extrém esetekben az eltérések ebben a hónapban általában 3-4 napot tesznek ki.

Márciusban is igen erős a kapcsolat a NARC és a fagyos napok havi számának alakulása között. Ráadásul a fentiek tekintetében igazán érdekes az a tény, hogy az első tavaszi hónapban semmiféle különösebb területi jellegű megosztottságot nem találunk, magasságbeli különbséget viszont igen, hiszen az összes síkvidéki állomáson egységesen 0,5 és 0,6 közötti a korreláció mértéke, Kékestető esetében viszont csak 0,29. Az átlagostól vett eltérések a szélső esetekben síkvidéken 3-5 napot, a hegyvidéken 2 napot tesznek ki.



a)



b)

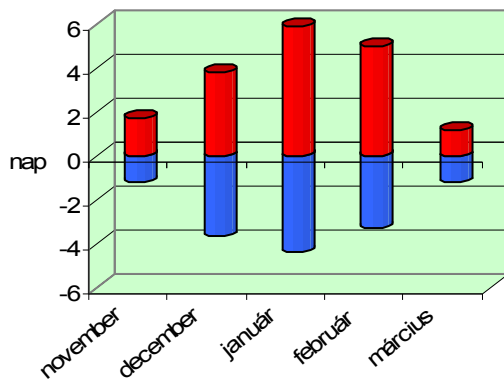
**5.25. ábra:**

**(a): a fagyos napok számának átlagos országos anomáliái az egyes hónapokban; (b): a fagyos napok számának átlagos anomáliái februárban az egyes állomásokon (kék szín: negatív extrém indexű NARC-időszakok, piros szín: pozitív extrém indexű NARC-időszakok)**

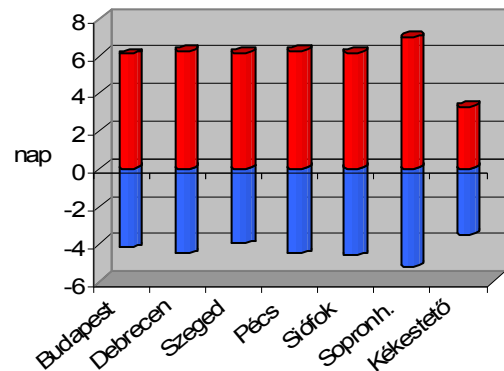
A **téli napok** vonatkozásában is igen jónak bizonyult a NARC. A síkvidéki állomások mindegyikére novembertől februárig rendre 0,4 fölötti, de a legtöbb esetben 0,5 fölötti értékek adódtak, sőt, januárban és februárban az ország nyugati felén 0,6 és 0,7 közötti együttthatókat láthatunk. Kékestetőn hasonló a helyzet, sőt, ott még márciusban is 0,58 adódik.

Ez az extrém pozitív indexű időszakban azt jelenti, hogy a három téli hónap közül decemberben 3-5, januárban síkvidéken 6-7, Kékestetőn 3, februárban pedig 4-6 nappal van több átlagosan, mint amennyi a sokéves átlag lenne. Ugyanezek a mutatók a negatív esetekben mindhárom hónapban az ország egészére nézve 3-5 napnak adódnak (5.26/a és b. ábra).

Novemberben és márciusban ez utóbbi adatokban nagyobb különbség van az alacsonyabban fekvő részek és a hegyvidék között, ami leginkább annak tudható be, hogy a téli napok ekkor síkvidéken már jóval ritkábban fordulnak elő, mint a téli hónapokban. Ekkor tehát mind a negatív, mind a pozitív irányban jellemzően 1 napos anomáliákat láthatunk, Kékestetőn viszont +/- 3-5 nap mutatkozik.



a)



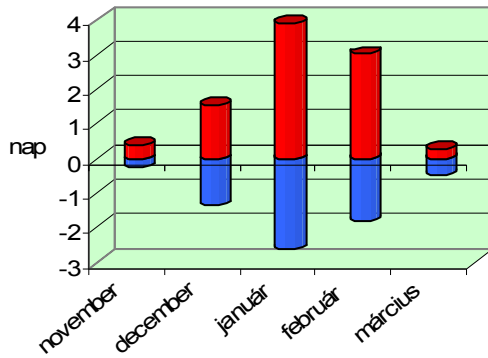
b)

**5.26. ábra:**

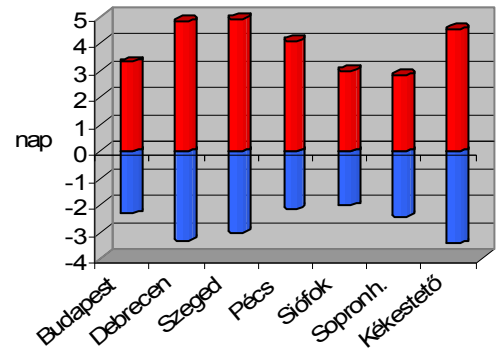
(a): a téli napok számának átlagos országos anomáliái az egyes hónapokban;  
 (b): a téli napok számának átlagos anomáliái januárban az egyes állomásokon  
 (kék szín: negatív extrém indexű NARC-időszakok, piros szín: pozitív extrém indexű NARC-időszakok)

A **zord napokra** decembertől februárig kapunk magas együttthatókat, ezekben a hónapokban általában 0,35 és 0,65 közötti értékeket láthatunk, ezen belül is a legmagasabbakat országszerte januárban tapasztaljuk. Novemberben jellemzően 0,3 és 0,4 közötti együttthatók mutatkoznak, márciusban pedig síkvidéken már nincs szignifikáns összefüggés, Kékestetőre viszont még akkor is 0,39 adódik. (Ez utóbbi megint nyilván azzal van összefüggésben, hogy a zord napok előfordulására márciusban síkvidéken már jóval kisebb az esély, mint a korábbi hónapokban.)

A pozitív extrém indexű esetekben decemberben átlagosan 1-2, januárban és februárban pedig 3-5 napos pozitív anomália a jellemző az ország egészén. Az erősen negatív NARC-indexű téli hónapokban viszont általában csak 1-3 nappal kevesebbszer süllyed  $-10^{\circ}\text{C}$  alá a hőmérséklet hazánkban, mint egy „normális” évben (5.27/a és b. ábra).



a)



b)

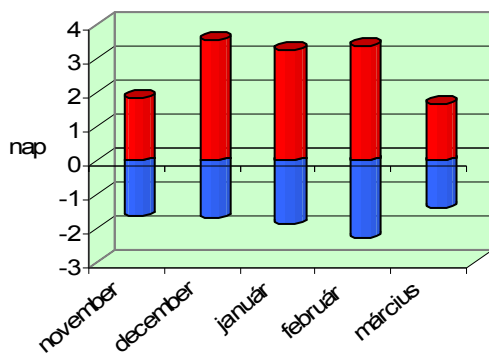
**5.27. ábra:**

**(a):** a zord napok számának átlagos országos anomáliái az egyes hónapokban;  
**(b):** a zord napok számának átlagos anomáliái januárban az egyes állomásokon  
 (kék szín: negatív extrém indexű NARC-időszakok, piros szín: pozitív extrém indexű NARC-időszakok)

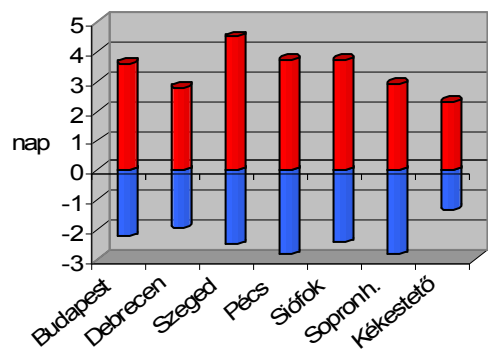
A **havas napokra** ez a cirkulációs rendszer szinte minden hónapban szignifikánsnak bizonyult, legalábbis a síkvidéki területeken (5.28/a. ábra). Kékestetőre ugyanis november és február kivételével gyengébb értékek adódtak, másutt viszont mind az öt hónapban általában 0,35 és 0,60 közötti értékeket láthatunk. A legnagyobb szerepe úgy tűnik, hogy februárban van a NARC-nak (síkvidéken mindenhol 0,5 és 0,6 közötti együttthatók). Márciusban a korábbi időszakokhoz képest azért valamelyest már gyengébb a korreláció, ekkor csak Siófokon közelíti meg a 0,5-öt.

Kékestető kivételével a pozitív extrém indexű hónapok közül télen +3, +5, novemberben és márciusban pedig +2 napos anomália adódik, a negatív helyzetekben ugyanezek a számok a téli időszakban (5.28/b. ábra) –2, –3, a másik két hónapban pedig jellemzően –1, –2 nap.





a)



b)

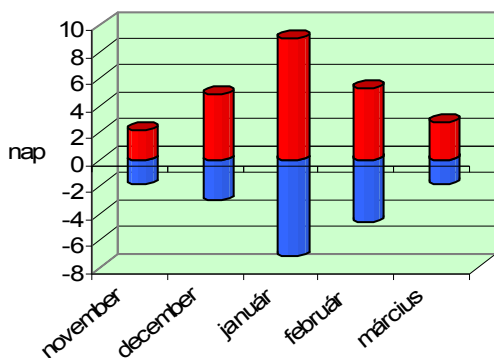
### 5.28. ábra:

(a): a havas napok számának átlagos országos anomáliái az egyes hónapokban;  
 (b): a havas napok számának átlagos anomáliái februárban az egyes állomásokon (kék szín: negatív extrém indexű NARC-időszakok, piros szín: pozitív extrém indexű NARC-időszakok)

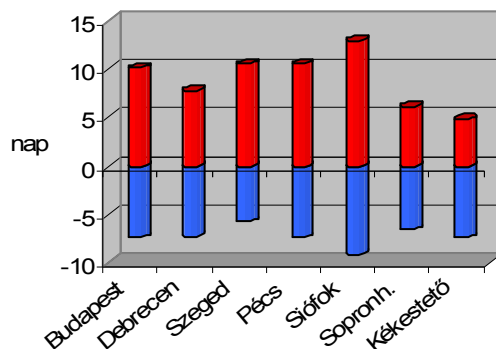
A **hótakarós napok** számának alakulásában a NARC hatása legalább olyan mértékben megmutatkozik, mint amekkora a NAO szerepe (5.29/a. ábra). Januárban ezúttal is magas együttthatókat találunk, majdnem minden állomásra 0,5-nél magasabbakat (a kivétel Sopronhorpács, de még ott is 0,49), sőt, Budapestre 0,62-t, Siófokra 0,66-t. A második legerősebb hónapnak február bizonyult. Ekkor három állomáson 0,5 fölötti, a többi helyen pedig 0,4 és 0,5 közötti érték adódott. Ezután következik – talán kissé váratlan módon – a november, ekkor is egy állomás (Debrecen) kivételével mindenhol 0,4 és 0,5 közötti értéket láthatunk. Decemberben és márciusban szigorúan az együttthatókat vizsgálva gyengébb a kapcsolat, igaz, ezekben a hónapokban is vannak olyan területek, amelyekre a fentiekhez hasonló erősségű korrelációt találtunk.

A pozitív extrém indexű időszakok közül novemberben átlagosan 1-3, decemberben 4-6, januárban 5-13 (5.29/b. ábra), februárban Kékestető kivételével 5-7, márciusban pedig 1-7 nappal többször borítja hótakaró a talajt, mint amennyi a sokéves átlag alapján várható volna.

Ugyanezek a számok – természetesen negatív előjellel – az alacsony NARC-indexű hónapokban átlagosan: novemberben 1-4 nap, decemberben 2-4 nap, januárban 6-9 nap, februárban 3-5 nap, márciusban pedig 1-4 nap.



a)



b)

**5.29. ábra:**

**(a):** a hótakarós napok számának átlagos országos anomáliái az egyes hónapokban; **(b):** a hótakarós napok számának átlagos anomáliái januárban az egyes állomásokon (kék szín: negatív extrém indexű NARC-időszakok, piros szín: pozitív extrém indexű NARC-időszakok)

A vizsgált paraméterek közül a **havi csapadékösszeg** az egyetlen, amelynek esetében hazánkat illetően a NARC szerepe nem egyértelműen kimutatható. Ezúttal általában pozitív korrelációs együtthatókat találunk, de a kapcsolat legtöbbször nem szignifikáns. Csak egyes esetekben adódnak 0,3 körüli értékek, főként novemberben és januárban.

A negatív extrém indexű esetekben ennek megfelelően nem találunk igazán kiugró értékeket, a pozitív helyzetekben azonban egyes hónapokban igen. Novemberben ugyanis az ország legnagyobb részén 10-20 mm közötti, helyenként 25 mm körüli csapadéktöbblet jelentkezik, illetve januárban is adódnak egy-két állomáson 10 mm körüli értékek.

## 6. Összefoglalás

Diplomamunkám célja az volt, hogy bemutassam a nagytérségű cirkulációnak a magyarországi hideg évszakra való hatását. Ehhez az elmúlt 50 év teleinek, egészen pontosan az 1960-61 és 2009-10 közé eső szezonok novembertől márciusig tartó időszakainak hét hazai állomásról származó mérési és megfigyelési adatait hasonlítottam össze az ugyanerre az időintervallumra kiszámított, a különböző cirkulációs rendszerek jellemzésére szolgáló indexekkel.

A vizsgálatok elvégzése után arra a megállapításra jutottam, hogy a hasonló jellegű külföldi kutatások eredményeivel összhangban a makrocirkulációs hatások a téli hónapok időjárásában Magyarországon is kiemelt szerephez jutnak. Ez a hőmérséklettel és a hóval kapcsolatos paraméterekre különösképpen igaz, illetve egyes esetekben a csapadéokra is.

A különböző cirkulációs rendszerek és jelenségek az egyes hónapokban természetesen más és más mértékben befolyásolják a vizsgált régió időjárásának alakulását. A „hagyományos” módon definiált típusok közül a NAO és az AO a havi középhőmérséklet, a téli, valamint a zord napok számát illetően általában decembertől márciusig meghatározó. A fagyos napokkal viszont az időszak nagy részében az EA korrelál a legjobban. A hótakarós napok számának alakulásában a NAO és az AO kiemelkedően jónak bizonyult, legalábbis a decembertől kezdődő időszakban, hiszen novemberben ezúttal is inkább az EA szerepe fontosabb. A havas napok vonatkozásában hasonló a helyzet. Az SCA a fentiekhez képest csak kevesebb esetben rendelkezik számottevő befolyással, akkor is főként a hőmérsékletet illetően. A csapadékmennyiség alakulásával a legerősebb kapcsolatban az AO (az időszak egészében), az EAWR (decembertől februárig) és a NAO (januártól márciusig) állnak.

A kapott eredmények egészét tekintve azonban a NARC bizonyult a legmeghatározóbbnak valamennyi típus közül, ugyanis a csapadék kivételével gyakorlatilag az összes vizsgált paraméterrel – de különösen a hőmérséklettel – igen szoros kapcsolatban áll minden hónapban. Ennek alapján tehát kijelenthetjük, hogy az észak-atlanti térségben kimutatható kváziperiodikus oszcilláció a téli időszakban minden más cirkulációs tényezőnél meghatározóbb és specifikusabb hazánkra nézve.

A dolgozatban kapott eredményeket véleményem szerint a jövőben elsősorban a hosszabb távú, szezonális előrejelzések terén lehetne hasznosítani olyan módon, hogy a modellek által kiszámított nagytérségi légköri folyamatok kisebb régiók időjárására gyakorolt hatását statisztikai módszerek segítségével pontosítsuk.

További kutatási lehetőséget jelent, hogy a felhasznált adatokkal a bemutatotton kívül más jellegű statisztikai vizsgálatokat is elvégezhetünk (pl. autokorreláció-számítás). A legfontosabb kérdés talán mégis az lehet, hogy mi az oka annak, hogy bizonyos esetekben a lokális skálájú folyamatok csak igen gyenge kapcsolatot mutatnak a makrocirkulációs helyzet által determinált forgatókönyvvel. Ehhez részleteiben meg kell ismernünk a pontos ok-okozati összefüggéseket, amelyben nagy segítséget nyújthatnak az egyedi esetekre vonatkozó részletesebb tanulmányok.

## Irodalomjegyzék

- **Ångström, A.** (1935): Teleconnections of climatic changes in present time. *Geografiska Annaler* 17: 243–258.
- **Babolcsay, Gy.** (2004): A budapesti hóviszonyok és nagy havazások szinoptikus-klimatológiai vizsgálata (1953-2003). Diplomamunka, Országos Meteorológiai Szolgálat, Meteorológiai szakkönyvtár.
- **Barnston, A. G.; Livezey, R. E.** (1987): Classification, seasonality and persistence of low-frequency atmospheric circulation patterns. *Mon. Wea. Rev.*, 115, 1083-1126.
- **Bednorz, E.** (2009): Snow cover occurrence in Central European lowlands under Northern Hemisphere circulation patterns. *Acta Climatologica et Chorologica, Universitatis Szegediensis*, Tomus 42-43, 2009, 17-28.
- **Bjerknes, J.** (1969): Atmospheric teleconnections from the equatorial Pacific. *Mon. Weather Rev.*, 97, 163–172.
- **Cazacioc, L. V.** (2007): Spatial differences over Romania of the snow cover variability in relationship to temperature and atmospheric circulation. The 29th International Conference on Alpine Meteorology (ICAM), Chambéry, France.
- **Cazacioc, L. V.; Cazacioc, A.** (2005): Impact of the macro-scale atmospheric circulation on snow cover duration in Romania. The 28th International Conference on Alpine Meteorology (ICAM) and the Annual Scientific Meeting of the Mesoscale Alpine Programme (MAP), Zadar, Croatia.
- **Cheng, X.; Wallace, J. M.** (1993): Cluster analysis of the Northern Hemisphere wintertime 500-hPa height field: Spatial patterns. *J. Atmos. Sci.* 50: 2674-2696.

- **Dévényi, D.; Gulyás, O.** (1988): Matematikai statisztikai módszerek a meteorológiában. Tankönyvkiadó, Budapest, 443 oldal.
- **Domonkos, P.; Kysely, J.; Piotrowicz, K.; Petrovic, P.; Likso, T.** (2003): Variability of extreme temperature events in South-Central Europe during the 20th century and its relationship with large-scale circulation. *International Journal of Climatology*, 23., 987-1010. pp.
- **Fodor, Z.** (2006): Hosszantartó rendkívül hideg időszakok szinoptikus klimatológiai vizsgálata a Kárpát-medencében. Diplomamunka, Országos Meteorológiai Szolgálat, Meteorológiai szakkönyvtár.
- **Fodor, Z.** (2009): Téli előrejelzés. HungaroControl FMET szakmai továbbképzés, Budapest, Magyarország, 2009. november 23-26.
- **Hildebrandsson, H. H.** (1897): Quelques recherches sur les centres d'action de l'atmosphère. *Svenska Vet. Akad. Handlingar*, 36 pp.
- **Hirsch, T.** (1998): Nagy csapadékot adó időjárási rendszerek szinoptikus-klimatológiai vizsgálata a téli időszakban Magyarországon. Diplomamunka, Országos Meteorológiai Szolgálat, Meteorológiai szakkönyvtár.
- **Horel, J. D.** (1981): A rotated principal component analysis of the interannual variability of the Northern Hemisphere 500 mb height field. *Mon. Wea. Rev* 109:2080–2092.
- **Kishcha, P.; Krichak, S.; Alpert, P.; Barkan, J.** (2002): Relationship Between The East Atlantic / West Russian Pattern, NAO and Precipitation In Israel. EGS XXVII General Assembly, Nice, 21-26 April 2002.
- **Kushnir, Y.; Wallace, J. M.** (1989): Low-Frequency Variability in the Northern Hemisphere Winter - Geographical-Distribution, Structure and Time-Scale Dependence. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 46(20): 3122-3142.

- **Lockyer, N.; Lockyer, W. J. S.** (1902): On the similarity of the short-period pressure variation over large areas. Proc. Roy. Soc. London, 73, 457-470.
- **Lockyer, W. J. S.** (1906): Barometric variations of long duration over large areas. Proc. Roy. Soc. London, A78, 43-60.
- **Mo, K. C.; Ghil, M.** (1987): Statistical dynamics of persistent anomalies. J. Atmos. Sci., 44:877–901.
- **National Oceanic and Atmospheric Administration, Climate Prediction Center (NOAA CPC)**, <http://www.cpc.ncep.noaa.gov>.
- **National Oceanic and Atmospheric Administration, National Centers for Environmental Prediction, National Center for Atmospheric Research (NOAA NCEP/NCAR)**, <http://www.esrl.noaa.gov>.
- **Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ)**, <http://www.met.hu>.
- **Réthy, A.** (1962): Időjárási események és elemi csapások Magyarországon 1700-ig. Akadémiai Kiadó, Budapest, 450 oldal.
- **Réthy, A.** (1970): Időjárási események és elemi csapások Magyarországon 1701-1800-ig. Akadémiai Kiadó, Budapest, 622 oldal.
- **Rodriguez-Puebla, C.; Sáenz, J.; Encinas, A. H.; Zubillaga, J.** (2000): Relationships between winter air temperature over South-Western Europe and atmospheric circulation. AGU Chapman Conference, "The North Atlantic Oscillation", November 28 – December 1, 2000, University of Vigo, (Orense Campus), Spain.
- **Rogers, J. C.** (1990): Patterns of low-frequency monthly sea level pressure variability (1899–1986) and associated wave cyclone frequencies, J. Clim., 3, 1364–1379.

- **Sepp, M.; Jaagus, J.** (2002): Frequency of circulation patterns and air temperature variations in Europe. *Boreal Environment Research* 7: 273–279.
- **Seppala, M.** (2005): *The physical geography of Fennoscandia*. Oxford University Press. 119-121. pp.
- **Stankunavicius, G.; Jalinskas, P.** (2003): Atmospheric circulation indices, blocking and the thermal regime in Lithuania. EGS – AGU – EUG Joint Assembly, Abstracts from the meeting held in Nice, France, 6 - 11 April 2003.
- **Tomingas, O.** (2002): Relationship between atmospheric circulation indices and climate variability in Estonia. *Boreal Environment Research*, 7., 463-469. pp.
- **Walker, G.T.** (1924): Correlations in seasonal variations of weather. IX. *Mem. India Meteor. Dept.*, 25, 275–332.
- **Walker, G. T.; E. W. Bliss** (1932): *World Weather V.* *Mem. Roy. Meteor. Soc.*, 4, No. 36, 53-84. [Documents DJF and JJA variability.]
- **Wallace, J. M.; Gutzler, D. S.** (1981): Teleconnections in the geopotential height field during the Northern Hemisphere Winter. *Mon. Wea. Rev.*, 109, 784-812.



## **Függelék**

HAVI KÖZÉP- HŐMÉRSÉKLET (°C)		NAO			EA			EA/WR			SCA			AO			NARC		
		korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.
Budapest	november	-0,19	-0,6	0,2	0,49	1,6	-0,9	-0,17	-0,7	0,5	0,34	0,5	-0,9	-0,08	-0,2	-0,3	-0,56	-1,5	1,1
	december	0,43	0,8	-1,2	0,12	0,4	0,2	-0,01	0,2	0,3	0,11	0,0	-0,7	0,21	0,5	-0,5	-0,50	-1,5	1,3
	január	0,68	1,6	-2,6	0,33	1,3	-1	-0,14	-0,2	1,0	-0,24	0,3	0,4	0,49	1,6	-1,5	-0,72	-2,6	2,1
	február	0,29	1,3	-1,1	0,55	2,3	-1,1	0,00	-0,3	-0,2	-0,35	-1,3	1,7	0,36	1,7	-1,2	-0,67	-2,7	2,1
	március	0,36	1,1	-0,5	0,24	0,3	-0,7	0,02	-0,5	-0,3	-0,36	-1,3	0,7	0,40	1,0	-1,4	-0,44	-1,2	1,1
Debrecen	november	-0,22	-0,7	0,5	0,41	1,6	-0,6	-0,24	-0,8	0,8	0,52	1,0	-1,4	-0,17	-0,6	0,1	-0,48	-1,3	1,0
	december	0,28	0,8	-0,8	0,12	0,1	0,5	-0,22	-0,5	1,0	0,17	0,2	-1,2	0,04	0,1	-0,1	-0,46	-1,5	1,5
	január	0,60	1,6	-2,5	0,41	1,5	-1,2	-0,29	-0,7	1,5	-0,09	0,8	-0,2	0,37	1,5	-1,1	-0,69	-2,7	2,0
	február	0,19	1,0	-0,7	0,59	2,6	-1,4	-0,18	-0,9	0,6	-0,23	-0,9	1,4	0,20	1,3	-0,8	-0,61	-2,7	2,0
	március	0,36	1,2	-0,4	0,21	0,2	-0,6	0,02	-0,5	-0,5	-0,28	-1,0	0,3	0,39	0,8	-1,4	-0,48	-1,4	1,2
Szeged	november	-0,24	-0,9	0,4	0,43	1,6	-0,8	-0,19	-0,9	0,7	0,44	0,8	-1,3	-0,18	-0,5	0,1	-0,51	-1,5	1,1
	december	0,31	0,8	-0,9	0,13	0,2	0,3	-0,14	-0,2	0,6	0,15	0,3	-0,9	0,05	0,2	-0,2	-0,45	-1,4	1,4
	január	0,64	1,6	-2,7	0,34	1,2	-1,1	-0,20	-0,5	1,3	-0,09	1,0	0,1	0,40	1,5	-1,3	-0,69	-3,1	2,1
	február	0,22	1,1	-0,9	0,58	2,6	-1,3	-0,12	-0,8	0,3	-0,35	-1,5	1,6	0,28	1,7	-0,9	-0,66	-3,0	2,2
	március	0,30	1,0	-0,3	0,26	0,5	-0,8	0,00	-0,5	-0,3	-0,33	-1,2	0,4	0,34	0,7	-1,3	-0,47	-1,4	1,2
Pécs	november	-0,24	-0,7	0,4	0,51	1,8	-1,0	-0,19	-0,9	0,5	0,28	0,3	-0,9	-0,09	-0,3	-0,3	-0,61	-1,7	1,3
	december	0,38	0,8	-1,1	0,22	0,5	-0,1	-0,12	0,0	0,5	0,11	0,1	-0,8	0,13	0,4	-0,3	-0,48	-1,6	1,4
	január	0,69	1,9	-2,6	0,34	1,3	-1,0	-0,20	0,1	1,0	-0,19	0,5	0,4	0,48	1,4	-1,7	-0,69	-2,9	2,1
	február	0,29	1,3	-1,3	0,59	2,7	-1,4	-0,12	-0,3	-0,4	-0,39	-1,6	1,8	0,38	2,0	-1,3	-0,71	-3,0	2,3
	március	0,32	1,1	-0,5	0,30	0,6	-0,9	-0,01	-0,5	-0,3	-0,41	-1,5	0,8	0,38	1,1	-1,4	-0,47	-1,5	1,3
Siófok	november	-0,25	-0,6	0,3	0,47	1,5	-0,9	-0,15	-0,8	0,5	0,28	0,3	-0,8	-0,11	-0,4	-0,3	-0,56	-1,5	1,0
	december	0,43	0,8	-1,1	0,15	0,5	0,2	-0,04	0,1	0,3	0,16	0,1	-0,9	0,21	0,5	-0,4	-0,51	-1,5	1,3
	január	0,68	1,7	-2,4	0,29	1,1	-0,9	-0,11	-0,2	1,0	-0,24	0,2	0,3	0,47	1,4	-1,5	-0,72	-2,4	2,1
	február	0,28	1,1	-1,2	0,50	2,2	-0,9	0,02	-0,4	-0,2	-0,38	-1,6	1,6	0,35	1,7	-1,3	-0,66	-2,7	2,1
	március	0,33	1,1	-0,5	0,19	0,3	-0,6	0,01	-0,6	-0,2	-0,43	-1,7	0,9	0,36	1,0	-1,5	-0,49	-1,5	1,3
Sopron- horpács	november	-0,14	-0,2	0,0	0,50	1,7	-0,8	-0,11	-0,8	0,3	0,26	0,2	-0,7	-0,02	0,0	-0,6	-0,56	-1,5	1,0
	december	0,50	1,0	-1,4	0,17	0,5	-0,1	0,11	0,4	0,0	0,13	0,1	-0,6	0,28	0,5	-0,5	-0,49	-1,6	1,2
	január	0,66	1,7	-2,3	0,31	1,2	-1,0	-0,11	-0,2	1,0	-0,32	-0,1	0,6	0,53	1,6	-1,7	-0,75	-2,3	2,1
	február	0,31	1,1	-1,4	0,55	2,3	-1,1	0,04	-0,3	-0,4	-0,38	-1,6	1,7	0,40	1,8	-1,4	-0,72	-2,9	2,2
	március	0,40	1,1	-0,9	0,20	0,3	-0,5	0,05	-0,4	-0,3	-0,45	-1,5	1,0	0,43	1,2	-1,4	-0,51	-1,4	1,3
Kékestető	november	-0,01	-0,1	0,2	0,51	1,6	-0,7	-0,10	-0,4	0,4	0,45	0,7	-1,1	0,03	0,1	-0,1	-0,61	-1,4	1,2
	december	0,42	0,8	-1	0,17	0,6	0,1	0,03	0,1	0,2	0,08	-0,2	-0,7	0,26	0,4	-0,7	-0,50	-1,5	1,3
	január	0,59	1,3	-1,7	0,55	1,5	-1,6	-0,02	0,5	1,0	-0,15	0,2	-0,1	0,57	1,5	-1,6	-0,66	-1,9	1,7
	február	0,25	1,2	-0,7	0,65	2,3	-1,3	0,00	-0,3	-0,1	-0,29	-0,7	1,4	0,35	1,5	-0,9	-0,68	-2,4	1,7
	március	0,36	1,3	-0,5	0,29	0,6	-1,0	0,12	-0,2	-0,6	-0,30	-1,1	0,4	0,45	1,2	-1,6	-0,42	-1,2	1,2

FAGYOS NAPOK HAVI ÖSSZEGE		NAO			EA			EA/WR			SCA			AO			NARC		
		korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.
Budapest	november	0,11	1,1	0,0	-0,47	-3,8	2,3	0,09	1,6	-0,6	-0,26	-0,7	1,9	0,03	0,1	0,6	0,55	3,6	-3,0
	december	-0,27	-1,5	2,6	-0,19	-1,0	-0,3	0,15	0,5	-2,1	-0,04	0,5	1,6	-0,09	-1,0	0,3	0,42	4,0	-2,6
	január	-0,49	-3,5	3,5	-0,32	-2,9	2,3	0,03	0,5	-1,3	0,25	-1,0	-1,7	-0,38	-2,8	2,8	0,57	4,6	-4,7
	február	-0,19	-2,1	1,9	-0,55	-4,9	2,9	0,26	3,2	-1,4	0,27	2,0	-3,5	-0,20	-2,6	1,4	0,65	5,7	-5,0
	március	-0,41	-3,9	2,1	-0,12	0,4	1,3	0,04	2,1	1,0	0,25	2,3	-0,7	-0,38	-2,2	3,2	0,57	4,2	-4,0
Debrecen	november	0,16	2,0	-1,1	-0,34	-3,0	1,7	0,16	1,1	-1,1	-0,47	-2,5	3,6	0,21	1,4	-1,2	0,39	2,4	-2,1
	december	-0,14	-1,5	1,1	-0,26	-0,9	-0,5	0,32	2,4	-3,5	-0,08	0,5	2,9	0,08	0,2	-0,7	0,38	3,0	-2,9
	január	-0,25	-1,0	1,5	-0,51	-2,7	2,6	0,33	1,5	-2,4	-0,07	-2,3	1,0	-0,06	-0,7	0,2	0,38	3,0	-2,0
	február	0,08	-0,1	-0,1	-0,62	-5,1	2,9	0,27	2,2	-1,6	0,09	0,7	-1,5	0,08	-0,4	-0,9	0,43	3,6	-2,6
	március	-0,21	-2,2	0,4	-0,16	-1,3	0,9	-0,03	1,2	1,5	0,25	2,2	-0,6	-0,23	-0,5	2,5	0,52	3,6	-3,6
Szeged	november	0,19	2,2	-0,8	-0,42	-4,0	2,0	0,05	1,3	-0,4	-0,40	-1,7	3,0	0,19	0,7	-1,0	0,47	3,0	-2,8
	december	-0,23	-1,7	1,7	-0,16	-0,1	-0,9	0,27	1,7	-2,5	-0,17	-0,6	2,7	0,03	0,4	-0,3	0,40	3,3	-3,2
	január	-0,32	-1,8	2,4	-0,35	-2,5	1,8	0,19	1,8	-1,6	-0,03	-2,9	0,2	-0,10	-0,4	0,3	0,43	3,7	-2,7
	február	-0,05	-0,5	0,7	-0,60	-4,4	2,6	0,35	3,0	-1,6	0,17	1,4	-1,4	-0,08	-1,4	0,0	0,53	5,0	-2,5
	március	-0,06	-1,8	-0,8	-0,18	-1,4	0,9	-0,03	0,8	1,7	0,19	1,2	-0,7	-0,14	0,1	1,3	0,50	3,4	-3,6
Pécs	november	0,10	0,8	-0,2	-0,52	-4,9	2,9	0,02	1,6	0,1	-0,32	-0,8	3,3	0,05	-0,2	0,4	0,56	4,3	-3,6
	december	-0,27	-2,0	2,3	-0,22	-0,5	-0,2	0,16	1,1	-2,3	-0,09	0,3	2,3	-0,06	-0,5	0,3	0,40	4,1	-3,1
	január	-0,42	-2,3	3,2	-0,40	-3,7	2,7	0,09	1,0	-1,6	0,26	-0,8	-1,5	-0,36	-2,9	2,2	0,57	4,9	-4,4
	február	-0,26	-3,2	2,5	-0,67	-6,4	4,2	0,07	1,9	0,3	0,31	2,9	-3,5	-0,32	-4,3	2,0	0,69	6,3	-5,0
	március	-0,41	-3,3	2,2	-0,07	0,3	0,7	0,02	2,0	1,5	0,33	3,2	-0,9	-0,40	-2,6	3,5	0,59	4,8	-4,0
Siófok	november	0,13	0,8	0,3	-0,49	-3,7	2,3	0,11	1,9	-0,7	-0,24	0,0	2,2	0,08	0,1	0,3	0,55	3,6	-2,9
	december	-0,31	-1,9	3,0	-0,16	-0,8	-0,5	0,08	0,1	-1,4	-0,20	-0,4	3,5	-0,09	-1,2	-0,1	0,39	3,3	-3,2
	január	-0,53	-4,3	4,1	-0,28	-2,7	2,3	0,07	0,7	-1,6	0,20	-1,3	-1,3	-0,34	-2,6	2,9	0,55	4,6	-5,1
	február	-0,23	-2,1	2,4	-0,53	-5,4	2,6	0,14	2,6	-0,3	0,37	3,6	-4,1	-0,29	-3,0	2,4	0,65	6,0	-5,6
	március	-0,35	-2,3	2,2	-0,09	0,5	1,3	0,13	2,7	-0,1	0,32	3,5	-1,1	-0,30	-1,1	3,7	0,51	5,2	-3,3
Sopron-horpács	november	0,02	-0,1	0,8	-0,48	-4,6	2,4	0,04	2,0	-0,1	-0,24	-0,9	1,9	-0,10	-1,2	2,6	0,54	4,4	-3,3
	december	-0,37	-1,6	3,2	-0,25	-1,4	0,8	0,01	0,2	-0,8	-0,02	0,8	1,6	-0,24	-1,7	1,1	0,42	4,1	-2,3
	január	-0,46	-2,8	2,7	-0,35	-2,7	2,1	0,05	0,6	-1,4	0,24	-0,9	-1,2	-0,34	-2,2	2,4	0,59	3,8	-3,7
	február	-0,17	-1,3	1,8	-0,63	-4,8	3,7	0,20	2,4	-0,7	0,30	2,0	-2,9	-0,20	-2,6	1,1	0,61	4,8	-4,4
	március	-0,35	-2,3	2,1	-0,16	0,2	1,3	0,15	2,7	0,2	0,17	1,9	-0,3	-0,29	-1,6	3,0	0,50	3,9	-3,3
Kékestető	november	0,10	1,0	-1,7	-0,44	-4,3	1,8	0,05	0,6	-1,3	-0,55	-3,0	3,8	0,07	0,2	-0,8	0,49	3,0	-3,0
	december	-0,11	-0,3	1,2	-0,19	-1,9	-0,6	0,13	1,0	-1,2	0,02	0,6	0,9	0,04	0,1	-0,1	0,29	2,1	-1,5
	január	-0,32	-1,2	0,9	-0,51	-1,9	1,6	0,06	-0,1	-0,6	0,33	0,3	-0,5	-0,35	-1,4	0,9	0,45	1,5	-1,6
	február	-0,09	-1,0	0,5	-0,65	-4,7	2,4	-0,10	0,3	0,6	0,30	1,6	-2,1	-0,21	-1,4	0,0	0,53	2,7	-2,4
	március	-0,14	-1,8	-0,6	-0,35	-2,5	1,6	-0,23	-0,2	2,5	0,36	2,4	-1,7	-0,30	-1,6	2,3	0,29	2,4	-1,6

TÉLI NAPOK HAVI ÖSSZEGE		NAO			EA			EA/WR			SCA			AO			NARC		
		korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.
Budapest	november	0,03	0,2	0,4	-0,32	-0,9	0,6	0,19	0,9	-0,6	-0,18	-0,2	0,5	0,05	0,3	0,3	0,47	1,4	-0,8
	december	-0,46	-1,8	3,4	0,03	0,4	-1,0	0,09	-0,3	-0,8	-0,13	-0,3	1,8	-0,22	-1,8	0,9	0,50	3,9	-3,0
	január	-0,68	-3,6	6,8	-0,20	-2,5	1,8	0,06	0,2	-2,5	0,15	-1,4	-0,7	-0,47	-2,8	4,7	0,60	6,1	-4,2
	február	-0,25	-1,7	1,0	-0,36	-2,2	1,2	-0,01	0,0	0,5	0,23	1,7	-2,1	-0,32	-2,7	2,3	0,52	4,3	-2,3
	március	-0,28	-0,6	0,5	-0,26	-0,2	1,1	0,00	-0,3	-0,2	0,19	0,7	0,0	-0,29	-0,5	1,3	0,24	0,3	-0,5
Debrecen	november	0,04	0,0	0,4	-0,35	-1,0	0,5	0,22	1,0	-0,4	-0,26	-0,1	1,0	0,11	0,1	0,1	0,44	1,3	-0,8
	december	-0,36	-2,0	3,1	0,03	1,0	-1,6	0,18	0,5	-1,5	-0,11	-0,8	1,9	-0,11	-1,2	0,8	0,45	3,9	-3,7
	január	-0,58	-3,7	6,3	-0,28	-2,9	2,2	0,21	1,2	-4,0	0,03	-1,8	0,7	-0,36	-3,1	4,2	0,58	6,3	-4,5
	február	-0,27	-2,8	1,0	-0,48	-3,4	1,8	0,17	1,5	-0,7	0,21	1,5	-2,9	-0,23	-2,9	1,9	0,56	5,2	-3,0
	március	-0,38	-0,7	1,0	-0,20	0,0	1,1	0,00	-0,2	-0,3	0,13	0,5	0,1	-0,35	-0,6	1,6	0,29	0,5	-0,8
Szeged	november	0,19	0,4	0,1	-0,39	-0,9	0,7	0,10	0,8	-0,2	-0,07	0,2	0,4	0,19	0,3	0,0	0,47	1,1	-0,8
	december	-0,44	-2,2	3,9	0,08	0,7	-1,4	0,04	-1,1	-0,9	-0,10	-0,8	1,7	-0,16	-1,8	0,3	0,42	2,9	-3,7
	január	-0,63	-3,5	6,2	-0,17	-2,0	1,3	0,13	0,7	-2,3	-0,03	-3,2	0,2	-0,37	-2,7	3,5	0,56	6,2	-4,0
	február	-0,24	-2,4	1,1	-0,44	-3,1	1,3	0,09	0,8	-0,9	0,26	2,6	-2,3	-0,26	-3,0	2,1	0,57	5,1	-3,0
	március	-0,35	-0,8	0,9	-0,18	0,1	1,1	-0,02	-0,4	-0,3	0,16	0,8	0,1	-0,33	-0,6	1,5	0,29	0,6	-0,8
Pécs	november	0,19	0,8	0,0	-0,36	-1,3	0,9	0,09	1,4	-0,2	-0,05	0,3	0,6	0,09	0,6	0,4	0,48	1,8	-1,3
	december	-0,43	-2,5	3,3	-0,07	0,1	0,0	0,01	-0,9	-0,6	-0,07	-0,3	1,5	-0,18	-1,5	1,0	0,45	3,3	-4,0
	január	-0,64	-3,9	5,6	-0,18	-1,9	1,4	0,09	0,5	-2,4	0,12	-2,0	-0,6	-0,39	-2,4	4,2	0,61	6,3	-4,5
	február	-0,31	-2,1	2,1	-0,36	-2,5	0,6	-0,03	0,0	0,5	0,31	3,0	-2,4	-0,37	-3,0	3,0	0,62	5,0	-3,2
	március	-0,34	-0,8	1,1	-0,17	0,2	1,3	0,06	0,0	-0,4	0,18	1,0	0,0	-0,28	-0,7	1,4	0,33	0,7	-0,9
Siófok	november	0,13	0,4	0,0	-0,34	-0,8	0,7	0,15	1,0	-0,4	-0,05	0,2	0,3	0,08	0,3	0,0	0,45	1,3	-0,7
	december	-0,52	-2,9	3,4	-0,07	-0,6	-0,2	0,04	-0,7	-0,6	-0,18	-0,5	2,2	-0,28	-2,2	1,3	0,55	3,9	-4,0
	január	-0,66	-4,0	6,1	-0,14	-1,7	1,2	0,06	0,4	-2,2	0,17	-1,2	-0,9	-0,42	-2,5	4,6	0,62	6,2	-4,6
	február	-0,26	-2,2	1,8	-0,34	-2,7	0,8	0,01	0,3	0,5	0,28	2,9	-2,5	-0,32	-2,9	2,9	0,56	4,9	-3,1
	március	-0,30	-0,7	0,7	-0,18	0,0	1,0	0,02	-0,2	-0,3	0,20	0,7	-0,1	-0,30	-0,5	1,3	0,29	0,5	-0,7
Sopron- horpács	november	0,11	0,3	0,7	-0,28	-1,2	0,1	0,27	1,4	-0,7	0,10	0,3	-0,1	-0,09	0,2	0,8	0,54	1,7	-1,1
	december	-0,51	-3,0	4,2	-0,14	-0,6	1,1	-0,07	-1,0	0,2	-0,03	0,3	0,7	-0,31	-2,7	1,5	0,51	4,8	-3,9
	január	-0,66	-4,1	6,4	-0,25	-3,5	2,0	0,13	0,5	-3,1	0,31	0,2	-1,0	-0,50	-3,5	5,4	0,72	7,0	-5,2
	február	-0,40	-2,1	3,1	-0,37	-2,2	1,1	-0,04	0,0	1,2	0,35	3,0	-2,6	-0,46	-3,0	3,5	0,66	4,8	-3,9
	március	-0,37	-0,8	1,4	-0,06	0,6	1,0	0,18	0,5	-0,6	0,16	1,2	0,2	-0,33	-0,7	1,5	0,31	1,1	-0,8
Kékestető	november	-0,07	-0,1	-0,3	-0,50	-3,7	2,7	-0,10	0,0	0,9	-0,36	-1,4	2,7	-0,06	-0,5	0,2	0,57	3,6	-2,7
	december	-0,33	-2,1	2,0	-0,10	-1,1	-1,0	-0,04	-0,3	-0,9	0,04	1,6	1,3	-0,21	-0,8	2,2	0,39	4,2	-3,3
	január	-0,36	-2,8	2,5	-0,50	-4,5	4,8	-0,10	-2,4	-1,5	0,26	0,2	-1,1	-0,45	-3,6	2,9	0,43	3,3	-3,5
	február	-0,32	-3,8	2,8	-0,64	-6,1	3,8	-0,09	-0,3	0,9	0,24	1,2	-3,0	-0,38	-4,3	2,2	0,63	5,7	-4,5
	március	-0,57	-4,4	3,3	-0,10	0,5	1,6	-0,02	2,0	0,7	0,27	3,2	-0,4	-0,50	-3,5	4,3	0,58	4,5	-4,0

ZORD NAPOK HAVI ÖSSZEGE		NAO			EA			EA/WR			SCA			AO			NARC		
		korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.
Budapest	november	-0,22	-0,2	0,2	-0,28	-0,2	0,3	0,29	0,2	-0,2	-0,30	-0,1	0,2	-0,10	-0,1	0,1	0,36	0,4	-0,2
	december	-0,39	-0,3	0,9	0,08	0,0	-0,1	-0,04	0,2	0,3	-0,16	-0,1	0,6	-0,36	-0,5	1,4	0,42	1,3	-0,9
	január	-0,56	-1,9	4,4	-0,27	-1,6	1,2	0,18	0,4	-1,9	0,03	-0,7	0,5	-0,39	-2,2	2,2	0,59	3,3	-2,3
	február	-0,24	-0,6	0,9	-0,09	-0,8	-0,5	0,00	-0,3	-0,1	0,22	1,1	-0,9	-0,31	-1,2	1,8	0,41	2,3	-1,2
	március	-0,20	-0,2	0,1	-0,04	0,2	0,2	0,11	0,1	-0,2	0,07	0,1	-0,1	-0,15	-0,2	0,4	0,06	-0,1	-0,2
Debrecen	november	-0,09	-0,2	0,0	-0,31	-0,3	0,5	0,21	0,4	-0,1	-0,43	-0,2	0,6	0,03	-0,1	0,0	0,27	0,4	-0,3
	december	-0,24	-0,7	1,0	0,15	0,6	-1,1	0,09	0,3	-0,5	-0,21	-1,0	0,9	-0,08	0,5	1,0	0,30	1,5	-1,8
	január	-0,65	-3,2	6,0	-0,31	-2,3	1,9	0,19	0,6	-2,3	0,03	-1,2	0,6	-0,43	-3,3	2,8	0,64	4,8	-3,3
	február	-0,27	-1,2	1,3	-0,35	-1,8	1,0	0,16	0,8	-0,4	0,19	1,5	-0,9	-0,25	-1,8	1,6	0,47	3,3	-2,0
	március	-0,36	-0,4	0,3	-0,07	0,2	0,3	0,01	-0,2	-0,1	0,14	0,4	0,1	-0,38	-0,3	0,8	0,29	0,4	-0,4
Szeged	november	-0,09	-0,2	0,0	-0,30	-0,2	0,4	0,20	0,4	-0,1	-0,31	-0,1	0,4	-0,01	-0,2	0,0	0,30	0,5	-0,2
	december	-0,26	-0,5	0,8	0,01	0,3	-0,5	-0,01	0,1	-0,1	-0,17	-0,8	0,9	-0,10	0,0	0,7	0,34	1,4	-1,5
	január	-0,61	-2,6	5,1	-0,29	-1,8	2,0	0,15	0,1	-2,1	0,01	-1,7	0,3	-0,40	-2,9	2,7	0,60	4,9	-3,0
	február	-0,18	-1,2	0,8	-0,25	-1,6	0,4	0,12	0,7	-0,8	0,23	1,7	-1,1	-0,23	-2,0	1,5	0,45	3,1	-2,0
	március	-0,40	-0,5	0,6	-0,12	0,2	0,5	0,09	0,0	-0,3	0,09	0,3	0,1	-0,34	-0,4	0,9	0,27	0,4	-0,5
Pécs	november	0,09	0,1	0,1	-0,18	-0,2	0,0	0,12	0,3	-0,2	0,04	0,1	0,1	0,03	0,1	0,0	0,36	0,4	-0,2
	december	-0,38	-0,5	1,2	-0,09	-0,4	0,0	-0,05	0,1	0,2	-0,11	-0,4	0,4	-0,31	-0,4	1,3	0,41	1,6	-0,9
	január	-0,56	-1,6	4,3	-0,32	-1,5	1,8	0,18	0,4	-2,1	0,07	-0,8	0,1	-0,38	-1,9	2,4	0,60	4,1	-2,1
	február	-0,25	-0,7	0,8	-0,18	-0,9	-0,1	0,05	0,1	-0,3	0,27	1,1	-1,2	-0,32	-1,4	1,7	0,51	2,8	-1,5
	március	-0,11	-0,3	0,0	-0,12	0,2	0,6	0,08	-0,1	-0,1	0,11	0,4	-0,1	-0,16	-0,3	0,5	0,12	-0,1	-0,3
Siófok	november	-0,06	0,0	0,1	-0,25	-0,1	0,1	0,14	0,2	0,0	-0,19	0,0	0,1	-0,03	0,0	0,1	0,33	0,2	-0,1
	december	-0,39	-0,4	0,9	-0,11	-0,4	0,2	-0,06	0,1	0,2	-0,10	-0,4	0,4	-0,33	-0,4	0,9	0,41	1,1	-0,6
	január	-0,63	-1,9	3,6	-0,23	-0,8	1,0	0,12	0,1	-1,7	0,11	-0,1	0,1	-0,46	-2,0	2,5	0,62	3,0	-2,0
	február	-0,14	-1,0	0,6	-0,11	-1,0	-0,3	-0,01	0,2	0,2	0,28	1,6	-1,2	-0,22	-1,4	1,3	0,36	2,0	-1,5
	március	-0,06	-0,2	-0,1	-0,09	0,1	0,4	0,14	0,0	-0,2	0,12	0,5	-0,1	-0,14	-0,2	0,5	0,05	-0,1	-0,2
Sopron- horpács	november	0,07	0,1	0,1	-0,18	-0,1	0,1	0,17	0,2	0,0	-0,17	0,0	0,1	-0,01	0,0	0,1	0,38	0,2	-0,1
	december	-0,53	-1,3	2,2	-0,08	-0,4	0,0	-0,01	0,0	-0,3	-0,23	-0,8	0,8	-0,24	-0,3	0,6	0,53	1,9	-1,6
	január	-0,63	-2,2	4,3	-0,32	-1,8	1,5	0,06	0,0	-1,6	0,07	-0,8	0,2	-0,51	-2,1	3,3	0,58	2,8	-2,4
	február	-0,27	-1,0	1,4	-0,20	-1,0	-0,1	-0,03	-0,4	0,2	0,28	1,5	-1,0	-0,36	-1,8	1,6	0,49	3,1	-1,4
	március	-0,19	-0,2	0,2	0,01	0,5	0,3	0,20	0,1	-0,3	0,12	0,5	0,0	-0,21	-0,3	0,8	0,17	0,3	-0,3
Kékestető	november	0,00	-0,2	0,1	-0,33	-0,5	0,3	0,16	0,2	-0,2	-0,17	0,0	0,2	-0,05	-0,1	0,1	0,40	0,5	-0,5
	december	-0,56	-1,3	2,9	0,11	0,4	-0,5	-0,16	-0,7	0,8	-0,22	-0,4	1,7	-0,45	-1,8	2,3	0,45	1,8	-2,2
	január	-0,66	-3,5	4,7	-0,43	-2,0	3,0	0,10	-0,7	-3,0	-0,01	-0,7	1,8	-0,52	-3,0	3,9	0,64	4,5	-3,4
	február	-0,31	-2,1	1,5	-0,48	-3,3	1,1	0,15	0,6	-0,8	0,23	0,8	-2,2	-0,28	-2,8	2,4	0,64	4,5	-2,9
	március	-0,33	-1,5	0,9	-0,20	0,3	2,1	0,06	0,4	0,0	0,22	1,5	-0,2	-0,32	-1,0	1,9	0,39	1,0	-1,4

HAVAS NAPOK HAVI ÖSSZEGE		NAO			EA			EA/WR			SCA			AO			NARC		
		korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.
Budapest	november	0,13	0,7	-0,4	-0,39	-1,7	0,7	-0,09	0,2	0,1	-0,08	-0,4	0,7	-0,09	-0,2	0,6	0,53	1,9	-2,0
	december	-0,40	-1,4	2,7	-0,08	-0,4	0,3	-0,01	0,2	0,1	0,22	1,8	-1,0	-0,39	-2,2	2,5	0,50	4,3	-2,3
	január	-0,56	-2,1	4,0	-0,34	-2,7	2,2	-0,16	-1,8	-1,0	0,15	-0,7	-0,1	-0,49	-2,2	2,8	0,44	3,2	-2,3
	február	-0,22	-2,5	0,4	-0,53	-3,2	2,4	-0,15	-0,4	1,4	0,25	1,6	-2,5	-0,36	-3,5	1,3	0,54	3,6	-2,2
	március	-0,33	-1,3	1,4	-0,21	0,0	1,6	0,04	0,6	-0,4	0,05	1,1	0,7	-0,29	-1,2	1,4	0,34	1,5	-1,2
Debrecen	november	0,19	0,8	-0,6	-0,33	-1,8	0,4	0,07	0,8	-0,2	-0,53	-2,2	2,6	0,29	0,9	-0,6	0,34	1,1	-1,3
	december	-0,20	-0,9	2,2	-0,24	-1,6	0,6	0,13	2,2	-0,6	0,20	2,1	-0,5	-0,21	-1,5	1,6	0,37	3,3	-1,2
	január	-0,50	-1,1	3,8	-0,30	-2,2	1,6	-0,04	-0,8	-1,4	-0,14	-2,2	0,8	-0,35	-1,4	2,4	0,32	4,1	-0,7
	február	-0,21	-1,9	0,4	-0,56	-3,1	2,5	-0,09	-0,8	0,2	0,02	-0,2	-1,2	-0,26	-2,6	1,2	0,44	2,8	-1,9
	március	-0,41	-1,9	1,8	-0,21	-0,3	1,6	-0,26	0,0	1,5	0,10	1,0	0,7	-0,36	-2,0	1,5	0,36	1,9	-1,4
Szeged	november	0,18	0,7	-1,1	-0,55	-2,3	1,5	-0,12	0,3	0,4	-0,20	-0,4	1,1	0,10	0,1	-0,4	0,50	1,9	-1,3
	december	-0,32	-1,6	2,4	-0,10	-0,3	0,1	0,13	1,0	-0,1	0,06	0,8	-0,2	-0,25	-2,1	1,7	0,45	3,5	-1,9
	január	-0,57	-1,8	4,6	-0,30	-2,0	1,5	0,04	0,3	-2,0	0,00	-1,7	-0,2	-0,38	-1,6	2,6	0,51	4,8	-1,9
	február	-0,33	-2,8	1,6	-0,61	-3,8	2,7	-0,17	-0,6	1,2	0,25	1,7	-2,3	-0,39	-3,8	2,1	0,56	4,5	-2,5
	március	-0,33	-1,3	1,3	-0,36	-0,8	2,2	-0,09	0,1	0,7	0,30	1,5	-0,5	-0,37	-1,3	1,8	0,41	2,1	-1,5
Pécs	november	0,17	0,9	-0,4	-0,42	-1,9	1,2	-0,12	0,3	0,5	-0,14	-0,7	1,2	0,03	0,4	0,4	0,47	2,3	-1,6
	december	-0,44	-2,3	3,1	-0,31	-2,1	1,5	-0,21	-0,9	0,9	0,13	2,1	-0,4	-0,37	-2,1	2,1	0,43	3,9	-2,3
	január	-0,61	-2,3	4,6	-0,33	-2,1	2,4	-0,11	-1,8	-1,7	0,04	-0,4	0,7	-0,51	-2,4	3,4	0,54	4,5	-2,5
	február	-0,34	-3,3	1,8	-0,59	-3,2	3,0	-0,22	-0,4	2,0	0,29	2,0	-3,0	-0,45	-3,9	2,4	0,59	3,7	-2,8
	március	-0,48	-1,9	2,1	-0,17	-0,4	1,0	-0,03	0,4	0,1	0,15	1,0	0,2	-0,34	-1,3	1,6	0,39	1,9	-1,3
Siófok	november	0,13	0,5	-0,5	-0,54	-1,3	1,4	-0,15	0,1	0,4	0,02	0,3	0,3	0,01	0,3	0,1	0,52	1,5	-1,4
	december	-0,47	-1,9	2,4	-0,24	-1,3	1,1	-0,16	-0,8	0,2	0,15	1,8	0,1	-0,47	-2,4	2,6	0,47	3,7	-2,2
	január	-0,55	-2,4	3,7	-0,40	-3,0	2,3	-0,06	-1,2	-1,5	0,08	-0,3	0,5	-0,48	-2,4	2,6	0,55	3,8	-2,7
	február	-0,30	-2,5	1,8	-0,60	-3,4	2,9	-0,14	-0,2	0,9	0,22	1,8	-1,8	-0,41	-3,0	2,3	0,58	3,7	-2,4
	március	-0,44	-1,6	2,3	-0,22	-0,6	1,2	-0,01	1,0	0,1	0,19	1,5	0,2	-0,45	-1,7	2,4	0,49	2,1	-1,9
Sopron- horpács	november	-0,01	0,3	-0,6	-0,36	-1,5	1,0	-0,26	-0,5	1,4	-0,06	-0,4	0,3	-0,20	-0,4	1,1	0,54	2,3	-1,7
	december	-0,25	-0,9	0,3	-0,21	-1,6	0,6	-0,09	0,5	0,2	0,15	1,9	-0,3	-0,42	-1,4	3,2	0,40	3,2	-1,5
	január	-0,32	-1,6	1,7	-0,37	-3,0	2,2	-0,20	-1,8	-1,3	0,20	0,7	-0,6	-0,48	-1,9	2,9	0,34	2,1	-2,3
	február	-0,27	-1,9	0,9	-0,58	-2,7	3,6	-0,13	0,2	0,9	0,28	1,4	-2,9	-0,40	-3,3	1,5	0,56	2,9	-2,8
	március	-0,16	-0,8	0,4	-0,15	-1,2	-0,1	-0,04	-0,1	0,4	0,32	2,4	-0,2	-0,29	-1,5	1,9	0,40	1,4	-1,6
Kékestető	november	-0,11	-0,5	-0,7	-0,36	-2,9	0,3	-0,20	-0,4	1,1	-0,41	-1,9	1,4	-0,04	-0,6	-0,1	0,46	1,8	-2,1
	december	-0,18	-0,1	1,1	-0,13	-2,4	0,4	-0,14	1,0	1,4	0,25	3,3	-1,0	-0,39	-2,2	3,3	0,24	3,0	-0,4
	január	-0,28	-1,0	1,8	-0,30	-2,1	2,0	-0,44	-3,4	1,2	-0,04	-0,4	0,4	-0,44	-2,2	1,8	0,17	0,4	-0,6
	február	-0,26	-2,7	0,2	-0,48	-2,5	3,1	-0,41	-2,1	2,3	0,13	0,5	-1,1	-0,45	-3,9	1,2	0,37	2,3	-1,3
	március	-0,18	-1,5	0,4	-0,38	-1,5	2,4	-0,24	-0,5	1,3	0,20	2,0	-0,1	-0,30	-2,4	1,5	0,16	0,9	-0,6

HÓTAKARÓS NAPOK HAVI ÖSSZEGE		NAO			EA			EA/WR			SCA			AO			NARC		
		korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.
Budapest	november	0,13	1,0	-0,7	-0,37	-1,7	1,4	-0,05	0,7	0,2	0,05	0,2	-0,1	0,01	0,7	0,3	0,41	2,1	-1,5
	december	-0,33	-1,6	1,6	-0,13	-2,8	-0,3	-0,08	0,0	0,9	-0,09	0,0	1,8	-0,32	-2,8	3,8	0,44	6,2	-3,3
	január	-0,70	-6,2	9,4	-0,22	-4,5	2,5	0,06	-0,2	-3,3	0,12	-1,9	-1,2	-0,51	-6,0	5,5	0,62	10,1	-7,3
	február	-0,32	-4,4	3,6	-0,24	-2,6	1,4	-0,19	-1,2	3,0	0,30	5,6	-3,5	-0,41	-5,6	5,3	0,44	6,1	-4,3
	március	-0,37	-0,7	1,9	-0,05	0,5	0,6	0,09	1,7	-0,6	0,20	1,5	-0,1	-0,30	-0,7	2,0	0,25	0,6	-1,0
Debrecen	november	-0,06	0,1	0,2	-0,45	-1,4	1,2	-0,10	-0,1	0,2	-0,19	-0,5	0,8	0,05	0,2	0,1	0,32	1,3	-0,7
	december	-0,29	-0,8	3,1	-0,14	-0,2	-0,1	0,00	0,9	-0,5	-0,02	-0,1	1,6	-0,23	-2,3	2,6	0,34	4,2	-2,3
	január	-0,68	-7,2	9,6	-0,38	-4,4	4,8	0,10	-0,9	-4,6	-0,02	-3,0	1,1	-0,45	-5,0	5,7	0,55	7,8	-7,2
	február	-0,31	-4,3	3,2	-0,46	-4,8	4,0	0,00	0,1	0,7	0,19	3,1	-1,5	-0,26	-4,4	2,8	0,48	5,1	-4,8
	március	-0,57	-1,6	2,5	-0,11	0,3	0,9	-0,13	-0,3	0,3	0,08	0,7	0,7	-0,41	-1,4	1,8	0,43	2,1	-1,6
Szeged	november	0,19	1,2	-0,6	-0,36	-1,4	1,3	0,00	1,0	0,0	-0,04	0,3	0,4	0,09	0,7	-0,2	0,40	1,7	-1,4
	december	-0,25	-1,7	1,7	-0,06	-0,3	0,0	-0,18	-1,0	2,7	-0,06	-0,1	1,1	-0,29	-2,4	3,5	0,36	3,9	-3,2
	január	-0,64	-5,5	9,0	-0,07	-2,2	1,0	-0,01	-0,4	-1,6	-0,09	-5,3	0,8	-0,38	-4,0	4,1	0,52	10,5	-5,7
	február	-0,32	-3,9	4,5	-0,36	-2,9	2,4	-0,01	0,1	-0,2	0,25	5,6	-1,2	-0,36	-5,1	4,2	0,52	6,9	-5,2
	március	-0,32	-0,8	1,6	-0,07	0,3	1,0	0,10	0,9	-1,0	0,05	0,7	0,9	-0,19	0,1	1,5	0,29	2,0	-1,3
Pécs	november	0,07	1,0	-0,1	-0,40	-1,9	1,4	-0,09	0,5	0,3	-0,01	-0,1	0,1	-0,06	0,2	0,5	0,49	2,7	-1,9
	december	-0,27	-1,9	2,8	-0,19	-2,7	1,2	-0,25	-2,2	2,3	-0,13	-0,4	2,7	-0,34	-3,5	3,6	0,29	3,7	-3,1
	január	-0,69	-5,5	10,5	-0,20	-3,5	2,7	0,02	-1,8	-3,1	0,06	-2,5	-0,9	-0,51	-5,8	5,5	0,58	10,5	-7,3
	február	-0,38	-4,0	5,0	-0,29	-2,5	1,6	-0,13	0,1	2,8	0,28	5,1	-2,4	-0,42	-5,0	5,5	0,50	5,8	-5,0
	március	-0,33	-1,0	2,4	-0,02	1,1	1,3	0,15	1,2	-1,3	0,18	2,3	-0,4	-0,18	-0,9	1,5	0,27	1,8	-1,5
Siófok	november	0,09	0,5	-0,1	-0,43	-1,5	1,0	-0,07	0,6	0,6	0,06	0,4	0,2	-0,07	0,1	0,6	0,48	2,6	-1,5
	december	-0,35	-1,6	3,1	-0,06	-1,6	-0,1	-0,15	-1,1	1,1	-0,12	0,2	2,5	-0,37	-3,0	3,7	0,41	5,0	-3,4
	január	-0,70	-7,1	10,7	-0,21	-3,6	2,0	0,18	0,9	-5,2	0,10	-0,9	-0,6	-0,49	-6,0	6,4	0,66	12,9	-9,0
	február	-0,26	-3,1	3,0	-0,26	-2,9	2,0	-0,13	1,1	2,6	0,26	5,4	-3,1	-0,37	-4,8	5,7	0,41	5,9	-4,4
	március	-0,17	-0,4	0,6	0,02	1,2	0,1	0,11	1,5	0,0	0,39	3,1	-1,2	-0,12	-0,2	1,6	0,34	2,7	-1,3
Sopron- horpács	november	0,14	0,4	-0,2	-0,27	-1,3	0,5	-0,09	1,0	1,2	0,11	0,3	-0,5	-0,08	-0,3	1,0	0,46	2,2	-1,9
	december	-0,09	-0,3	-0,7	-0,03	-1,5	-1,2	-0,10	1,3	0,8	0,07	0,3	-0,6	-0,20	-1,6	3,4	0,28	5,5	-1,6
	január	-0,55	-5,5	6,5	-0,44	-6,6	5,3	-0,02	-1,3	-3,4	0,21	0,8	-0,8	-0,57	-5,4	6,1	0,49	6,1	-6,5
	február	-0,37	-3,5	4,3	-0,42	-3,5	4,8	-0,19	-0,1	3,4	0,33	3,9	-4,2	-0,46	-5,6	5,1	0,56	6,2	-5,3
	március	-0,29	-0,9	1,6	0,04	1,8	0,2	0,17	0,7	-0,5	0,30	3,6	0,2	-0,28	-1,6	2,9	0,45	3,5	-2,0
Kékestető	november	-0,04	-0,2	-2,0	-0,47	-4,4	2,7	-0,08	-0,9	-0,2	-0,17	-0,1	1,6	-0,24	-1,1	1,7	0,46	3,0	-3,5
	december	-0,25	-1,5	4,9	-0,20	-3,6	0,0	-0,12	0,3	0,0	-0,15	-0,7	2,6	-0,15	-2,9	1,0	0,29	5,7	-3,9
	január	-0,49	-4,4	4,6	-0,38	-3,6	4,0	0,06	-0,2	-0,5	0,34	1,5	-2,1	-0,44	-6,0	2,8	0,55	4,8	-7,3
	február	-0,22	-2,0	1,6	-0,46	-5,4	3,0	-0,18	-1,2	1,3	0,40	2,3	-2,6	-0,31	-2,5	1,5	0,43	1,2	-3,1
	március	-0,36	-5,3	1,7	-0,13	-0,1	0,6	-0,01	5,2	1,8	0,39	6,6	-1,8	-0,40	-4,0	6,8	0,40	6,5	-3,6

HAVI CSAPADÉK- ÖSSZEG (mm)		NAO			EA			EA/WR			SCA			AO			NARC		
		korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.	korr.	poz.	neg.
Budapest	november	-0,24	-10,3	9,6	-0,20	-14,9	6,9	-0,14	0,0	5,1	0,30	13,0	-17,8	-0,44	-12,1	30,7	0,30	27,8	-3,0
	december	-0,18	-0,1	5,7	-0,16	-13,6	7,2	-0,50	-8,9	18,2	0,19	12,2	-8,0	-0,42	-4,5	18,9	0,07	5,1	0,1
	január	-0,30	-0,1	8,0	0,01	-2,8	1,4	-0,49	-14,5	11,2	0,25	8,3	-5,6	-0,52	-10,0	10,0	0,22	4,0	-3,7
	február	-0,38	-7,8	9,2	0,08	1,4	-3,7	-0,57	-11,6	16,0	0,19	6,9	-6,9	-0,48	-11,6	14,6	0,10	7,9	-0,4
	március	-0,15	0,9	5,0	0,05	1,0	-0,4	-0,10	-6,3	-3,6	0,08	1,7	-4,4	-0,23	-5,4	3,1	-0,21	-4,6	1,9
Debrecen	november	-0,18	-5,6	3,9	-0,28	-13,2	5,2	-0,03	3,5	0,8	0,15	6,0	-4,0	-0,35	-4,2	20,9	0,37	22,1	-6,8
	december	-0,15	-2,1	4,4	-0,11	-7,3	7,4	-0,41	-7,5	15,7	0,28	12,1	-11,1	-0,39	-8,3	11,6	0,01	4,2	-0,5
	január	-0,39	-0,6	13,9	-0,17	-5,4	2,9	-0,40	-11,8	6,8	-0,04	-3,2	-0,2	-0,48	-9,5	7,2	0,16	3,0	-1,3
	február	-0,32	-5,7	5,5	0,03	3,8	-0,2	-0,49	-8,5	6,7	0,04	3,3	-0,4	-0,41	-9,2	10,3	0,09	5,8	0,7
	március	-0,31	-8,0	9,4	0,06	5,3	3,7	-0,10	-2,9	-1,9	0,08	0,6	-4,5	-0,40	-12,7	7,7	-0,13	-5,5	1,0
Szeged	november	-0,19	-3,7	0,2	-0,27	-7,6	10,5	-0,06	-0,4	-0,2	0,10	5,0	-3,2	-0,24	-3,4	9,3	0,25	17,5	-5,3
	december	-0,22	-2,4	5,5	-0,05	-8,2	5,8	-0,46	-13,8	19,8	0,20	10,4	-9,9	-0,45	-12,0	17,2	0,08	7,9	0,8
	január	-0,46	-4,8	14,9	0,05	-1,5	-1,2	-0,41	-11,5	4,0	0,10	3,0	-3,9	-0,55	-11,7	9,8	0,31	10,9	-3,8
	február	-0,29	-6,1	5,4	0,00	2,8	-1,5	-0,45	-9,1	9,9	0,15	11,9	-2,5	-0,45	-8,5	10,6	0,17	7,4	-0,6
	március	-0,35	-0,3	9,1	0,05	2,0	1,2	-0,26	-5,9	-2,2	0,02	2,5	4,2	-0,30	-5,8	7,6	-0,05	-1,8	1,3
Pécs	november	-0,14	-3,0	2,5	-0,04	-5,2	-4,8	-0,12	-2,9	2,9	0,13	0,9	-8,0	-0,26	-0,2	15,5	0,12	16,6	4,9
	december	-0,06	5,7	4,4	-0,03	-10,1	4,4	-0,42	-14,8	18,6	0,14	8,9	-8,7	-0,41	-10,7	15,8	-0,08	4,6	6,3
	január	-0,33	-3,0	13,2	0,01	-2,0	1,6	-0,50	-13,1	9,9	0,13	3,9	-7,3	-0,45	-7,1	10,3	0,15	5,3	1,1
	február	-0,24	-3,7	4,4	-0,03	2,6	0,3	-0,49	-10,6	9,2	-0,06	1,1	0,0	-0,33	-5,2	10,0	0,07	5,7	2,8
	március	-0,36	1,5	13,9	0,08	6,4	-0,7	-0,18	-4,2	-3,6	-0,06	-1,1	2,1	-0,22	-4,1	6,1	-0,15	-0,6	2,3
Siófok	november	-0,24	-14,9	7,6	-0,21	-13,8	3,4	-0,15	3,6	10,2	0,32	13,2	-18,4	-0,48	-14,8	31,6	0,30	23,1	-3,4
	december	-0,13	0,6	4,9	-0,02	-12,7	4,0	-0,45	-12,1	16,3	0,21	12,7	-9,4	-0,45	-9,7	21,6	0,06	4,9	1,6
	január	-0,37	-4,3	12,8	-0,05	-5,0	3,7	-0,37	-10,6	5,8	0,27	7,4	-3,2	-0,41	-4,8	10,3	0,29	10,2	-2,0
	február	-0,38	-9,3	10,3	0,01	2,3	0,5	-0,51	-10,9	15,4	0,16	7,2	-6,5	-0,49	-10,0	16,4	0,18	7,1	-1,6
	március	-0,24	1,7	10,0	0,00	3,6	0,9	-0,04	-0,5	-3,4	0,07	4,4	-4,7	-0,21	-7,7	2,9	-0,06	0,8	-1,0
Sopron- horpács	november	-0,07	-5,7	7,7	-0,06	-4,2	0,3	-0,23	-2,7	10,2	0,24	1,4	-14,6	-0,21	-7,6	13,2	0,10	8,9	4,3
	december	0,03	0,3	-1,9	0,06	-9,4	-2,3	-0,14	-1,1	3,6	0,19	6,1	-7,3	-0,21	1,5	11,8	0,04	2,1	-0,2
	január	-0,25	-4,2	6,3	-0,30	-6,1	8,6	-0,08	-6,8	-3,5	0,18	8,3	3,0	-0,29	-4,4	5,1	0,18	0,4	-2,8
	február	-0,30	-5,4	4,6	0,03	0,8	1,7	-0,48	-7,6	9,2	0,23	5,0	-7,0	-0,46	-8,5	10,9	0,20	3,0	-3,0
	március	-0,08	0,9	8,2	-0,01	-0,9	-0,8	-0,07	-8,9	-4,1	0,05	-0,5	-6,1	-0,06	-3,6	-2,3	0,02	-4,4	-3,6
Kékestető	november	-0,29	-26,2	20,8	-0,21	-17,9	9,0	-0,17	-0,8	9,5	0,41	29,8	-31,0	-0,46	-28,8	41,0	0,20	27,0	-1,0
	december	-0,26	-6,2	11,0	-0,29	-23,4	20,1	-0,54	-15,6	31,5	0,29	28,3	-16,2	-0,45	-13,7	30,3	0,09	7,4	-3,4
	január	-0,54	-8,9	27,3	-0,02	-4,0	6,3	-0,49	-21,4	14,6	0,22	9,0	-10,8	-0,59	-14,2	22,3	0,33	14,0	-11,0
	február	-0,40	-10,6	19,1	0,00	0,1	0,8	-0,62	-21,4	29,0	0,23	15,4	-11,5	-0,56	-18,9	27,1	0,17	12,5	-2,8
	március	-0,49	-9,9	19,8	-0,09	2,0	3,3	0,00	2,7	-3,4	0,12	3,6	-6,1	-0,46	-17,4	14,4	0,09	0,1	-7,1



