

A 850 hPa-OS NYOMÁSI SZINT LÉGHŐMÉRSÉKLETÉNEK VIZSGÁLATA MISKOLC FÖLÖTT ECMWF ERA-INTERIM REANALÍZIS ADATOK ALAPJÁN

ANALYSIS OF AIR TEMPERATURE AT 850 hPa PRESSURE LEVEL ABOVE MISKOLC BASED ON THE ECMWF ERA-INTERIM DATABASE

Kovács Attila¹, Erdődiné Molnár Zsófia¹, Kovács Gabriella, Rázi András¹

¹OMSZ, Miskolci Veszélyjelző és Szolgáltató Iroda, 3533 Miskolc, Kerpely A. u. 12.
kovacs.av@met.hu, molnar.zs@met.hu, kvgabi@freemail.hu, razsi.a@met.hu

Összefoglalás: Az operatív szinoptikus gyakorlatban az egyik legfontosabb légköri paraméter a 850 hPa-os szint hőmérséklete, ennek segítségével lehet frontzónákat azonosítani, légtömegeket elkülöníteni, és kulcsszerepe van a felszíni maximumhőmérséklet előrejelzésében. Tanulmányunkban az Európai Középtávú Előrejelző Központ által létrehozott ERA-Interim adatbázist fölhasználva egy Miskolc közeli rácspont 850 hPa-os főizobárszint 00 UTC-s hőmérséklet napi adatsorának időbeli változásait vizsgáljuk 1979 és 2013 között.

Abstract: In operational synoptic practice one of the most important atmospheric parameters is the temperature of 850 hPa level. One may identify front lines and separate air masses by the help of it, and it has a key role in the forecast of the surface maximum temperature too. In our study we used the ERA-Interim database created by European Centre for Medium-Range Weather Forecasts. We examined the temporal changes of the daily data series of 00 UTC temperature of 850 hPa isobar level for a grid point near Miskolc from 1979 to 2013.

Bevezetés. A felszíni hőmérséklet előrejelzésében kiemelt szerepe van a 850 hPa-os főizobárszint hőmérsékletének. Bár utóbbi mennyiség nem határozza meg egyértelműen az előbbit, az összefüggés különösen a nyári félév felszíni maximumhőmérsékletével nagyon szoros. Ugyanakkor az operatív szinoptikus gyakorlatban egész évben az egyik legfontosabb légköri paraméter a 850 hPa-os szint hőmérséklete, illetve ennek változása. Ez a nyomási szint nagyjából 1,5 km-es magasságban helyezkedik el, sokszor közvetlenül a határréteg fölött. Térbeli eloszlásának vizsgálata segít frontzónákat azonosítani, légtömegeket elkülöníteni.

A felszín közeli, 2 m-es hőmérsékletéről nagyon sok mérési adattal és az ezekből készített statisztikával rendelkezünk, ez érdekel bennünket leginkább, hiszen itt élünk. Ugyanakkor növekvő érdeklődésre tart számot a fölöttünk lévő légoszlop meteorológiai állapota és hosszabb távú változása. Mérési adatok a magasabb légrétegekből a felszínhez képest nagyságrendekkel kisebb mértékben állnak rendelkezésünkre, ezért jó lehetőséget kínál az ECMWF ERA-Interim adatbázisa mindezek vizsgálatára. Tanulmányunkban ezt az adatbázist fölhasználva egy Miskolc közeli rácspont 850 hPa-os főizobárszintje hőmérsékletének időbeli változásait, statisztikáit, évi járását és hosszútávú trendjeit vizsgáljuk.

Az adatbázis. A Európai Középtávú Előrejelző Központ (ECMWF) honlapján elérhető ERA-Interim adatbázis a legutolsó globális légköri reanalízis, melyet az ECMWF készített. Az 1979-től adatokat tartalmazó adatbázist a korábbi, az ERA-40 reanalízis helyettesítésére hozta létre az ECMWF. Az adatasszimilációs rendszer 4-dimenziós variációs analízissel (4D-VAR) készült 12 órás időbeli, nagyjából 125 km-es horizontális felbontással és 60 vertikális szinttel (Dee et al., 2011.). Az adatbázisból egy Miskolc közeli rácspontra állítottuk elő a 850 hPa-os

szint hőmérsékletének 00 UTC-s napi adatsorát 1979. január 1-től 2013. december 31-ig.

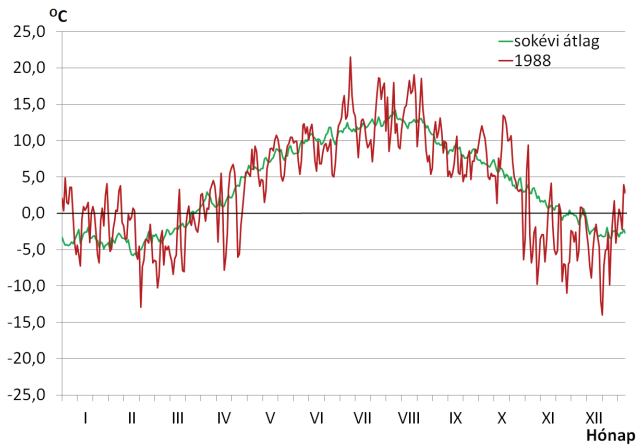
Napi adatok. Az 1. ábrán a 35 év napi átlagainak adatsora látható, illetve példaként az 1988-as év napi adatai, amelyek viszonylag jól követik ezt a sokévi átlagot, de természetesen tartalmaznak nagy kiugrásokat is.

Az átlagokat tekintve (2. ábra) a 850 hPa hőmérséklete február 16-án a leghidegebb, és augusztus 4-én a legmelegebb. Az átlag november 19-től március 24-ig 0 fok alatt van, ezen belül pedig február második harmadában -5 fok alatti. A nyári hónapokban június legelejének kivételével 10 fok fölötti.

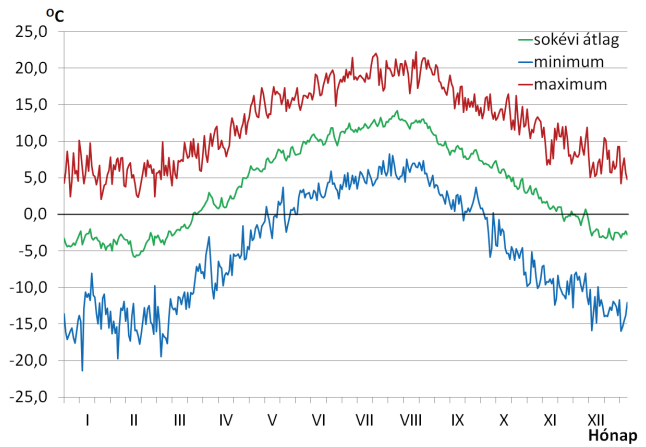
Érdekes megfigyelni, hogy július második felében és augusztusban a 35 év során előfordult leghűvösebb napokon a 850 hPa hőmérséklete hasonló vagy még alacsonyabb is a legmelegebb decemberi, januári és februári értékeknél. Nyáron kisebb a különbség a legmelegebb és a leghidegebb napok 850 hPa-os hőmérsékletei között, mint télen, és ebben a tekintetben a 850 hPa-os hőmérséklet hasonlóan viselkedik, mint a 2 m-es, vagyis a felszíni hőmérséklet, hiszen a felszíni hőmérsékletnek is nagyobb az abszolút hőingása a téli időszakban.

A -20 fok alatti 850 hPa-os hőmérséklet 00 UTC-kor csak egyszer fordult elő a 35 év során (1. táblázat), 1987. január 13-án. 20 fok fölötti 850 hPa-os hőmérséklet július 18. és augusztus 30. között fordult elő. A legmagasabb érték, 22,2 fok, 2008. augusztus 16-án volt. Itt azonban meg kell jegyeznünk, hogy csak a 00 UTC-s adatokat vizsgáltuk, tehát ezek az értékek kissé eltérhetnek, ha sürűbb időbeli felbontású adatsorból indulunk ki.

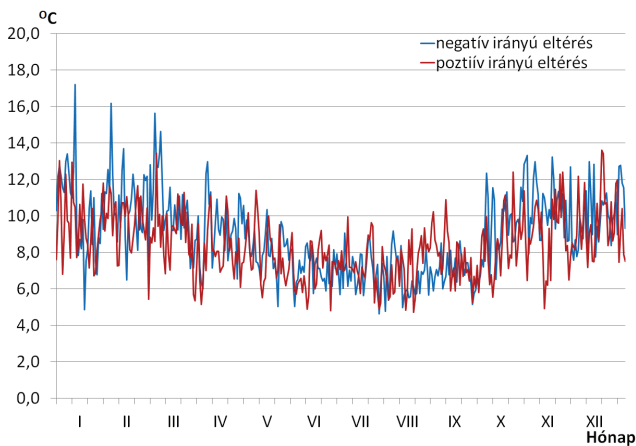
Ahogy azt az előrejelzői tapasztalatok alapján el is várjuk, a 850 hPa-os szint hőmérséklete átlagoltól vett kilen-



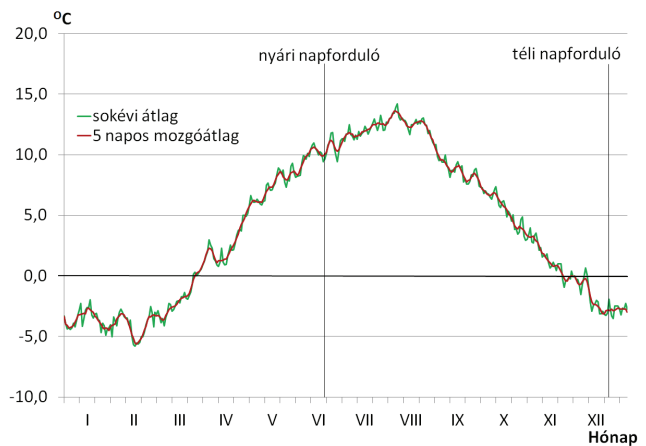
1. ábra: A 850 hPa izobárszint 00 UTC-s hőmérsékletének napi adatok alapján számított átlagos évi menete, valamint egy átlagosnak számító év, 1988. napi adatai



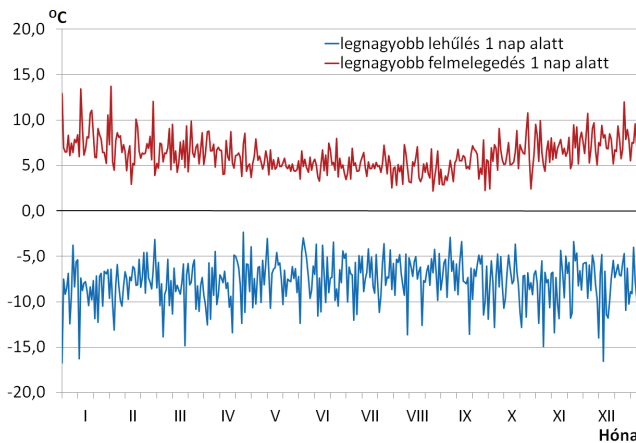
2. ábra: A 850 hPa izobárszint 00 UTC-s hőmérsékletének napi adatok alapján számított átlagos évi menete, valamint az adott nap előfordult legalacsonyabb és legmagasabb értékek évi menete 1979 és 2013 között



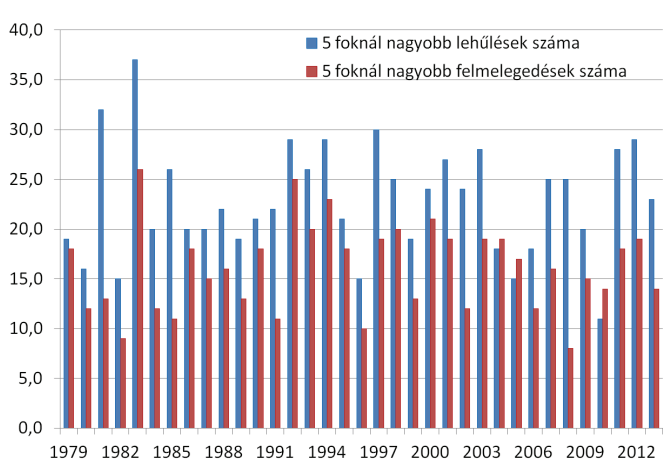
3. ábra: A 850 hPa izobárszint 00 UTC-s hőmérsékletének napi átlagától vett maximális pozitív, ill. negatív eltérése 1979 és 2013 között



4. ábra: A 850 hPa izobárszint 00 UTC-s hőmérsékletének sokévi napi átlagának és 5 napos mozgóátlagának évi menete 1979 és 2013 között a nyári és téli napforduló bejelölésével



5. ábra: A 850 hPa izobárszint 00 UTC-s hőmérsékletének 1 nap alatt előfordult legnagyobb lehülése és felmelegedése 1979 és 2013 között



6. ábra: A 850 hPa izobárszint 00 UTC-s hőmérsékletének 1 nap alatt előfordult 5 Celsius foknál nagyobb mértékű lehüléseinek és felmelegedéseinek évi esetszámai 1979 és 2013 között

gésének jellegzetes éves menete van (3. ábra): a téli fél-évben a legnagyobb, maximuma a tél második felében van (abszolút maximum: 17,2 fok, január 13.). Ekkor alakulnak ki a legnagyobb hőmérsékletkülönbségek Európa peremterületei között, s egy erőteljes déli ill. északkeleti áramlás során térségünkben akár 30 Celsius fokos különbség is adódhat. Legalacsonyabb értékeit nyáron, ill. a sokszor nagyon csendes szeptemberben találjuk.

Érdekesség és a tapasztalatokkal is egybevág, hogy télen a nagyobb értékek negatív irányban vannak, azaz az átlagtól a legnagyobb mértékben a hideg levegő hőmérséklete tér el. Ez nagy valószínűséggel az északkeletről érkező szibériai eredetű légtömegekkel hozható összefüggésbe. Nyáron viszont, bár a télinél kisebb mértékben, de pont fordítva van: a meleg léghullámok hőmérséklete jobban tér el az átlagtól, mint a hidegetöréseké.

A 4. ábrán megfigyelhető, hogy a nyári napforduló után még bő egy hónapig többnyire folyamatosan, fokozatosan növekszik a 850 hPa-os hőmérséklet átlaga, és ma-

1. táblázat: A 850 hPa izobárszint 00 UTC-s hőmérsékletének szélsőségei 1979 és 2013 között

abszolút minimum	-21,4 °C
abszolút maximum	22,2 °C
abszolút hőingás	43,6 °C

ximumát augusztus elején éri el. Augusztus közepétől az átlag meredeken csökken december elejéig. Az első téli hónaptól a hűlés lelassul, a minimumot február közepén, közel két hónappal a téli napforduló után éri el. Márciustól egy áprilisi megtorpanással együtt gyors növekedés jellemzi.

A maximális lehülések a felmelegedéseknél jóval nagyobb mértékűek (2. táblázat), ugyanakkor csak kissé változnak az év során. A legnagyobb előfordult lehülése-

2. táblázat: A 850 hPa izobárszint 00 UTC-s hőmérsékletének 1 nap alatt előfordult legnagyobb lehülése és felmelegedése 1979 és 2013 között

évszak	lehülés, °C	felmelegedés
tavasz	14,8	9,9
nyár	13,6	8,0
ősz	15,0	10,8
tél	16,7	13,7

ket télen találjuk, 15 fokot meghaladó értékekkel, de nyáron is bőven sorjázna a 10 fokot meghaladó lehülések.

Érdekesség 1987. január 12-14. hőmérséklet változása. Ugyanis 12-én -5,1 Celsius fok volt a 850 hPa-os nyomási szint hőmérséklete, 13-án -21,4, 14-én pedig már -7,9

3. táblázat: A 850 hPa izobárszint 00 UTC-s hőmérsékletének 1 nap alatt előfordult 5 illetve 10 Celsius foknál nagyobb mértékű változásának (lehülés és felmelegedés) átlagos esetszáma 1979 és 2013 között

Időszak	10 Celsius foknál nagyobb hőmérséklet változás 24 óra alatt		5 Celsius foknál nagyobb hőmérséklet változás 24 óra alatt	
	Lehülés	Felmelegedés	Lehülés	Felmelegedés
január	0,23	0,14	2,60	2,66
február	0,09	0,09	2,17	1,86
március	0,20	0,00	2,06	1,80
április	0,26	0,00	1,49	1,11
május	0,17	0,00	1,86	0,66
június	0,17	0,00	1,20	0,57
július	0,11	0,00	1,43	0,46
augusztus	0,06	0,00	1,54	0,34
szeptember	0,11	0,00	1,43	0,71
október	0,20	0,03	2,23	1,71
november	0,23	0,03	2,37	1,69
december	0,20	0,06	2,43	2,51
Tavasz	0,63	0,00	5,40	3,57
Nyár	0,34	0,00	4,17	1,37
Ősz	0,54	0,06	6,03	4,11
Tél	0,51	0,29	7,20	7,03
Év	2,0	0,3	22,8	16,1

Éghajlatunk sajátja, hogy akár egy nap alatt is hatalmasat változzon a fölének érkező légtömegek hőmérséklete. Ez a táptalaja a médiában előszeretettel hangoztatott és immár sajnálatosan elterjedt, a „felkonfokban” jópofának és érdekesnek tűnő, de inkább szenzációhajhász megfogalmazások, miszerint már az időjárás sem olyan, mint régen, hiszen ma már nincs átmenet az évszakok között. Az egy nap alatt bekövetkezett maximális felmelegedéseknek évi menete van (5. ábra). Télen, különösen januárban és februárban fordulnak elő nagy, 10 Celsius fokot meghaladó értékek, de 15 fokot megközelítő felmelegedésre is volt példa 24 óra alatt. A nyári időszakban ennek mértéke 5 fok körülire csökken.

fok. Egyik napról a másikra bő 16 fokos lehülés, majd másnapra 13 fokos melegedés következett be.

Első látásra félrevezető lehet a 3. táblázat tanulmányozása. Nagyon alacsonyok ugyanis az értékek, ettől többet várnánk. Azonban ha meggondoljuk, hogy pl. egy markáns hidegfront átvonulásakor a prefrontális meleg maximum, majd a front utáni hideg levegő minimuma nem valószínű, hogy pontosan igazodik a 00 UTC-s mintavételünkhöz, sokkal inkább az a helyzet, hogy ezt figyelembe se veszi. Így mintavételünk fázisai nem esnek egybe a front két oldalán a maximális hőmérsékletkülönbséggel. Ezért valószínűleg nagyobb az 5, ill. 10 fokot

meghaladó mértékű hőmérsékletváltozások átlagos száma a 850 hPa-on egy adott pont fölött.

Azonban mégis vonhatunk le érdekes következtetéseket a fenti adatokból is. A legszembetűnőbb az április viselkedése. Ugyanis ekkor fordulnak elő leggyakrabban a nagyobb lehülések (10 Celsius fokot meghaladó lehülés átlagosan minden 4. évben), míg a kisebb (>5 Celsius fok) lehülések gyakorisága relatíve alacsony. Nem véletlen, hogy az áprilist bolondos hónapnak nevezik, mert ahogy látjuk, nem kifejezetten gyakori a lehülés, de ha van, akkor az meglehetősen markáns.

Azon napok évi esetszámai, amikor 00 UTC-kor a 850 hPa-os hőmérséklet 15 °C fölött alakul, 1979 óta egyértelmű és jelentős növekedést mutatnak (7. ábra). Érdekes megfigyelni a meredeken emelkedő trendet is: ez az esetszám 1979 és 1999 között 3 évben haladta meg a 20 napot, míg 2000 és 2013 között 3 évben nem érte el a 20 napot.

A 20 °C fölötti 00 UTC-s 850 hPa-os hőmérsékletek meglehetősen ritkán fordulnak elő, van úgy, hogy éveken át egyáltalán nem, de e napok esetszámai is növekedést mutatnak 1979 óta.

4. táblázat: A 850 hPa izobárszint hőmérsékletének 00 UTC-s napi adatokból számított havi, évszakos és éves átlagai, az előfordult leghidegebb és legmelegebb időszak, ezek különbsége, valamint az időszakos adatok szórása 1979 és 2013 között

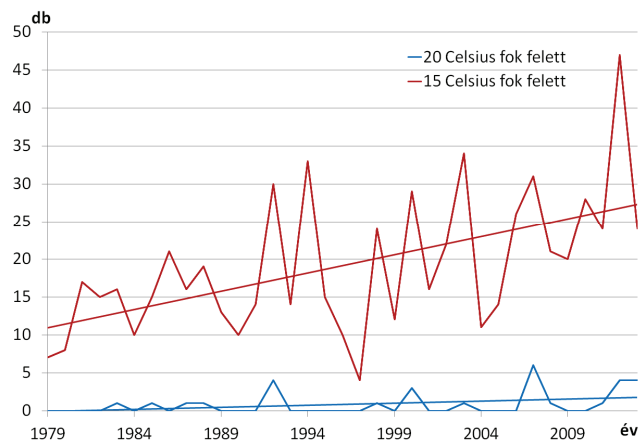
időszak	átlag-hőmérséklet (°C)	előfordult leghidegebb hónap, évszak, év (°C)	előfordult legmelegebb hónap, évszak, év (°C)	előfordult legmelegebb és leghidegebb hónap, évszak, év eltérése (°C)	havi, évszakos, évi átlagok szórása
január	-3,6	-8,1	-0,6	7,5	2,1
február	-4,1	-10,0	0,6	10,6	2,4
március	-1,8	-7,8	1,7	9,5	2,1
április	2,6	-2,2	6,5	8,7	1,9
május	7,4	3,5	11,1	7,6	1,6
június	10,2	7,6	12,7	5,1	1,3
július	12,1	9,1	14,8	5,7	1,5
augusztus	12,3	9,2	16,7	7,5	1,3
szeptember	8,4	4,6	12,0	7,4	1,8
október	5,0	1,2	8,4	7,2	1,7
november	0,8	-4,1	4,3	8,4	2,1
december	-2,3	-6,4	1,2	7,6	1,8
Tavaszi	2,7	0,0	4,7	4,7	1,2
Nyári	11,6	9,5	13,6	4,1	1,0
Őszi	4,8	3,0	7,3	4,3	1,1
Téli	-3,3	-7,0	-0,6	6,4	1,4
Év	3,9	2,5	5,0	2,5	0,7

Korábbi megfigyeléseinkkel egybevégt, hogy a tél a legváltozékonyabb évszak, ekkor fordulnak elő leggyakrabban erős lehülések és felmelegedések is. Kíváncsiak voltunk arra is, hogy megfigyelhető-e a vizsgált harmincöt év során valamiféle trend az egy nap alatt bekövetkező 5 foknál nagyobb változások évi esetszámaiban (6. ábra), hiszen az éghajlatváltozás egyfajta mérőszáma lehet a hirtelen nagy változások gyakoribbá válása. A lehülések és a felmelegedések évi esetszámai egyaránt nagy változékonytságot mutatnak az egyes évek során. Átlagosan másfélszer annyi egy nap alatt bekövetkező 5 fokot meghaladó lehülés fordul elő egy évben, mint ugyanilyen mértékű felmelegedés. Azonban sem a lehülések sem a felmelegedések tekintetében nem sikerült semmilyen trendet megállapítani a 35 év során, egyik irányú változás évi esetszámai sem nőttek, de nem is csökkentek.

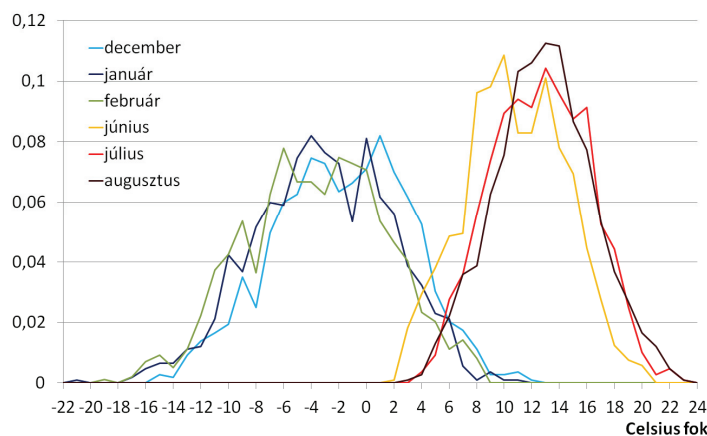
Az, hogy egy adott évben hány napon fordul elő 00 UTC-kor -10 °C alatti 850 hPa-os hőmérséklet, meglehetősen nagy változékonytságot mutat (8. ábra). Például 1985-ben 30, 1990-ben viszont csak 1 ilyen nap fordult elő.

A nagy szórás ellenére is megállapítható, hogy e napok évi előfordulása 1979 és 2013 között kismértékű csökkenő tendenciát mutat. Szintén csökkenés figyelhető meg ezen időszak alatt a -15 °C alatti napok előfordulásában.

Havi adatok. A legmelegebb hónap 1992 augusztusa, míg a leghidegebb 1985 februárja volt 1979 és 2013 között (4. táblázat). Ezen kívül említést érdemel még 1987 márciusa, mely a leghidegebb március volt a 35 év alatt, de azon a télen is ez bizonyult a leghidegebb hónapnak.



7. ábra: 1979 és 2013 között azon napok éves esetszáma és lineáris trendje, amikor 00 UTC-kor a 850 hPa izobárszint hőmérséklete 15 ill. 20 °C fölötti

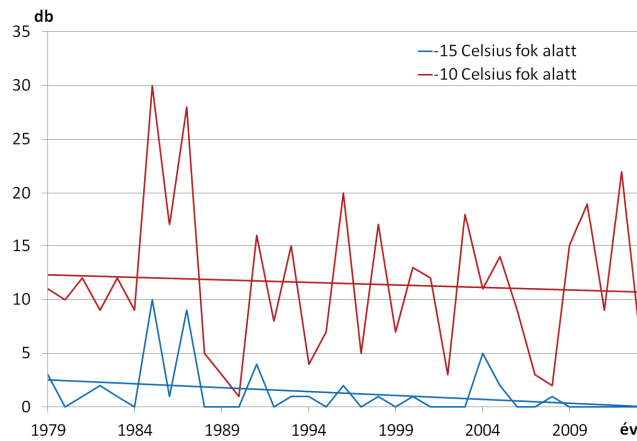


9. ábra: A 850 hPa izobárszint hőmérsékletének 00 UTC-s napi adataiból számított átlagos relatív gyakorisága a téli és a nyári hónapokban 1979 és 2013 között

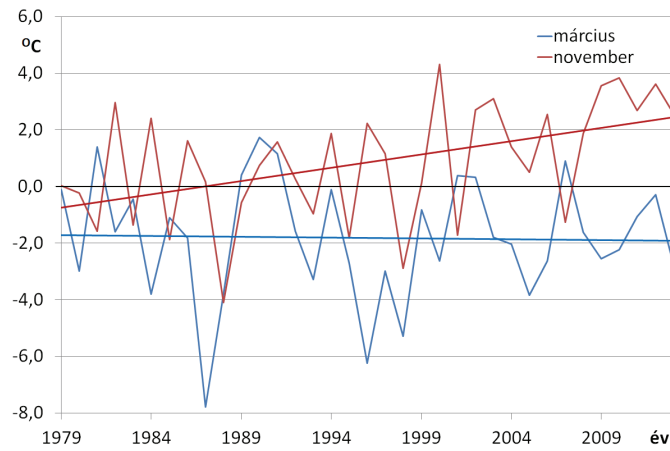
A hőmérséklet tekintetében legváltozékonyabb hónap a február, majd a január, a március és a november, míg az évszakok közül a tél. Az egyes évek havi átlaghőmérsékletei között igen nagy különbségek alakulhatnak ki. A 35 év során előfordult legmelegebb és leghidegebb havi át-

5. táblázat: A 850 hPa izobárszint napi 00 UTC-s hőmérséklete alapján számított havi, évszakai és éves átlagok lineáris trendjei 1979 és 2013 között

időszak	lineáris trend, (°C/10 év)
január	0,30
február	0,22
március	-0,06
április	0,80
május	0,47
június	0,50
július	0,75
augusztus	0,51
szeptember	-0,14
október	0,04
november	0,94
december	0,10
Tavaszi	0,40
Nyári	0,59
Ősz	0,28
Téli	0,14
Év	0,37



8. ábra: 1979 és 2013 között azon napok éves esetszáma és lineáris trendje, amikor 00 UTC-kor a 850 hPa izobárszint hőmérséklete -15 °C és -10 °C alatti



10. ábra: A 850 hPa izobárszint napi 00 UTC-s hőmérséklete alapján számított március és november havi átlagai és az erre illesztett lineáris trendek 1979 és 2013 között

lagok közötti különbség februárban meghaladja a 10 Celsius fokot, mely kétszerese a legalacsonyabb, júniusi értéknek! Egyes évek átlagai között márciusban és áprilisban is közel 10 fokkal különbség fordulhat elő. A havi átlagok abszolút hőingása 26,7 Celsius fok.

A 850 hPa-os főizobárszint 00 UTC-s hőmérsékletének átlagos relatív gyakoriságát vizsgálva (9. ábra) megállapítható a téli hónapok nagyobb változékonysága, az értékek nagyobb szórása, míg nyáron a görbék jóval csúcsosabbak. Télen a leggyakoribb érték -2, nyáron +13 Celsius fok körül alakul. Érdekes megfigyelni, hogy mindkét évszakban egyforma gyakorisággal fordul elő +6 Celsius fok körüli érték.

Hosszú távú változások. 35 év az éghajlatváltozás vizsgálatához meglehetősen rövid időszak, mégis tartogat néhány érdekességet ezen adatok vizsgálata is (5. táblázat). Ugyanis az emelkedés egyértelmű. A legjobban a november hőmérséklete emelkedett ebben az időszakban (2,8 °C 35 év alatt), amit talán az utolsó 6 év átlagon felüli értékei „vittek el” ennyire (10. ábra). E közben a szeptember és a március gyenge lehűlő trendet mutat.

Irodalom

Dee, D. P. et al., 2011: The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system, *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 137: 553–597