

BEREGSZÁSZ LÉGHŐMÉRSÉKLETÉNEK VÁLTOZÁSA 1947–2013 KÖZÖTT*

VARGA ANDREA

II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola,
IV. évf. földrajz szakos hallgató

Munkámban a hőmérsékletváltozással foglalkoztam a Beregszászi Meteorológiai Állomás 1947–2013 közötti havi adatai alapján. Az adatok feldolgozására a trendelemzés és töréspontelemzés matematikai módszereit használtam. A vizsgálatok azt mutatták, hogy az átlagos hőmérséklet a városban a megfigyelt időszak alatt 1,2 °C-kal nőtt, valamint feltárták, hogy a felmelegedés elsősorban a nyári hónapokat érinti. Az észlelt töréspontok hőmérsékletemelkedést jeleztek az elmúlt évtizedben.

ABSTRACT

У публікації розглянуто зміни температури повітря у м. Берегово за 1947–2013 роки на основі середньомісячних даних Берегівської метеорологічної станції. Для аналізу використовувались методи математичної статистики, в першу чергу метод лінійних трендів і метод виявлення точок розриву. Проведені аналізи показали, що середньорічні температури повітря у місті протягом періоду спостережень підвищилися в середньому на 1,2 °C. Розкрито, що потепління торкнулося в першу чергу літніх місяців, підвищення температури кожного з яких можна вважати істотним. Виявлені точки розриву свідчать про певну ступінчастість температурних змін у м. Берегово за останні десятиріччя.

BEVEZETÉS

Napjainkban sok kutató foglalkozik a globális felmelegedés folyamatának vizsgálatával. Egyesek tréfásan állnak hozzá, mások erőteljesen próbálnak hangot adni a probléma megoldási lehetőségeinek, amelyekkel csökkenthető a felmelegedést kiváltó okok hatása. Sok kutató és tudós vallja azt, hogy a Föld őstörténetében már voltak felmelegedési és lehűlési időszakok, és ez természetes folyamat, amitől nem kell tartani.

Az utóbbi 25 évben a hőmérséklet emelkedésének átlagos, évtizedes üteme elérte a 0,19°C-ot (The Copenhagen Diagnosis 2009). A felmelegedés nem egyforma mértékben jelentkezik a Földön. Kutatásom során azt vizsgáltam, milyen mértékben nyilvánul meg

a léghőmérséklet-változás Beregszászban, szignifikánsak vagy sem ezek a változások.

BEREGSZÁSZ TERMÉSZETI VISZONYAI

Beregszász Kárpátalja dél-nyugati részén helyezkedik el. Földrajzi koordinátái é.sz. 48° 12', k. h. 22° 38'. Tengerszint feletti magassága 115 m, a második időzónában fekszik, ezért zónaideje UTC+2 (Google Earth 2013).

Az Aliszov-féle osztályozás szerint, ami az éghajlati övek kijelölésénél az uralkodó légtömegeket veszi alapul, Kárpátalja (Beregszász is) a mérsékelt öv mérsékelt kontinentális éghajlati területéhez tartozik. Ezt az éghajlat-típust a mérsékeltövi tengeri, valamint a mérsékeltövi szárazföldi légtömegek váltakozása

* A tanulmányt dr. Izsák Tibor lektorálta.

jellemzi az év folyamán. Télen, időnként a Kárpátok védőhatása ellenére, betörnek ide a sarkvidéki légtömegek, hideg, száraz időjárást eredményezve. Nyáron viszont előfordul, hogy a trópusi szárazföldi (szaharai) légtömegek érik el a térséget, forró, száraz időjárást alakítva ki. A nappalok hossza a nyári napforduló idején 16 óra, a téli napfordulón 8 óra 20 perc.

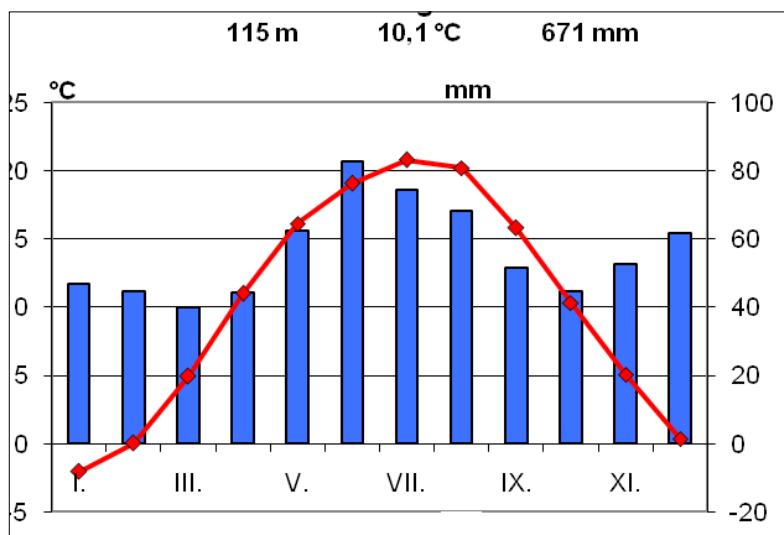
A levegő páratartalma a sok csapadéknak köszönhetően magas. A relatív páratartalom 72–74% körüli (Bodnar 1987).

A felhőképződést elősegítik a helyi adottságok. A felhőborítottság évi átlaga 55% körüli, az augusztus–októberi időszakban 35% környékére csökken, a maximum decemberben figyelhető meg, amikor elérheti a 60–70%-os értékeket is.

3. ADATBÁZIS ÉS MÓDSZEREK

A vizsgálathoz felhasznált adatokat a Beregszászi Meteorológiai Állomás bocsátotta rendelkezésre. A meteorológiai állomás 1947. augusztus 1-jén kezdte el megfigyeléseit a város északi részén. Mai helyére, a város déli részébe 1977. július 5-én került. Amikor odakerült, még nem voltak felépítve környezetében épületek, de körbeépült. Továbbá szeretnék köszönetet mondani Fedinisinec Erzsébetnek, a beregszászi meteorológiai állomás vezetőnöjének, aki rendelkezésemre bocsájtotta az adatokat.

Az adatok elemzésére és a változások megállapításához lineáris trendelemzést használtam. A lineáris trendvonal olyan regressziós egyenes, amelyet egyszerű lineáris adathalmazokhoz használnak. Az adatok akkor lineárisak,



1. ábra. Beregszász éghajlati diagramja

A csapadék évi járása a Kárpát-medencei típusnak felel meg, a nedves-kontinentális éghajlatra jellemző enyhe nyári maximummal. A legcsapadékosabb hónap a június (1. ábra). A csapadék évi átlag összege 671 mm.

A hótakaró nem tartós. Egy tél alatt többször is elolvadhat és újraképződhet (Baranyi 2009).

ha az adatpontok többé-kevésbé egy egyenest alkotnak. A lineáris trendvonal általában valamilyen érték egyenletes növekedését vagy csökkenését mutatja. A trendegyenes képlete:

$$y = mx + b,$$

ahol m a meredekség és b a tengelymetszet (www.office.microsoft.com). A lineáris trend

realitását a korrelációs együtthatóval adhatjuk meg (Péczeley 1996).

Továbbá, töréspontelemzést is végeztem vizsgálatom során. Az évi és a havi csapadékadatok időszoraiban kerestem töréspontokat, azaz olyan időpontokat, ahol ugrásszerű változások mentek végbe. A módszer azon a felvetésen alapul, hogy az ugrásszerű változás időpontjánál elválasztott időszakok átlagainak eltérése nagyobb a más időpontoknál elválasztottakénál. Az átlagok összevetésére a t -értéket használtuk:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}},$$

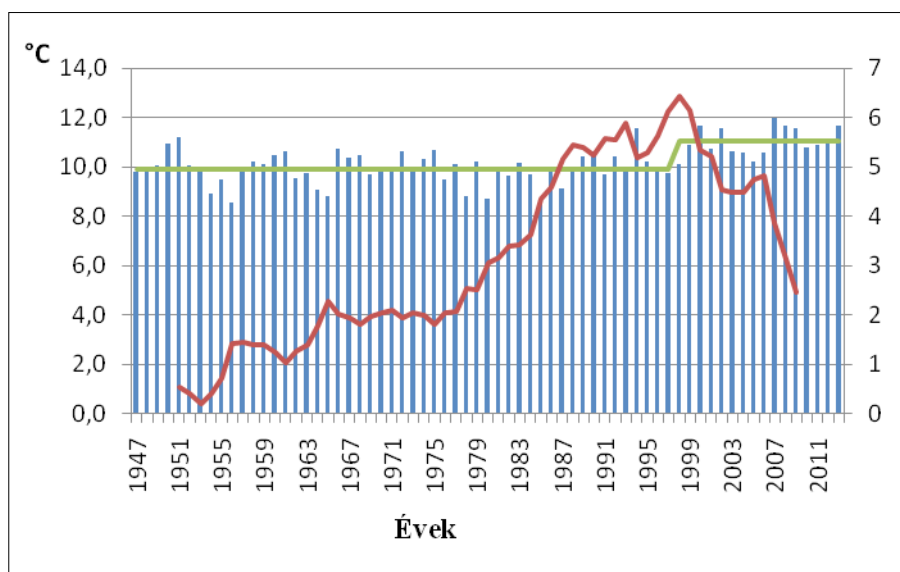
ahol \bar{x}_1 és \bar{x}_2 – a két időszak átlagai, n_1 és n_2 – az adott elemszámok, adott esetben az évek száma az egyes időszakokban, S – a két minta közös szórása, amely a minták σ_1 és σ_2 szórásának és elemszámának az ismeretében az alábbi képlettel számítható ki:

$$S = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)\sigma_1^2 + (n_2 - 1)\sigma_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

A vizsgálat során a havi csapadéértékeket változó hosszúságú két szakaszra bontjuk az elválasztó szakasz csúsztatásával. A szakaszok hosszát öt évben minimalizáljuk.

Kiszámítjuk a t -értéket a két szakasz középértékeinek átlagaira. Ezután a választópontot egyesével léptetjük előre az időben, változtatva a két részidőszak hosszát. Mindig összevetjük az átlagokat a vonatkozó t -értékek alapján (2. ábra).

Az eredményül kapott t -értékek közül a maximális jelzi a két hozzá tartozó részidőszak csapadékösszegek legnagyobb eltérését (Vince 2005).



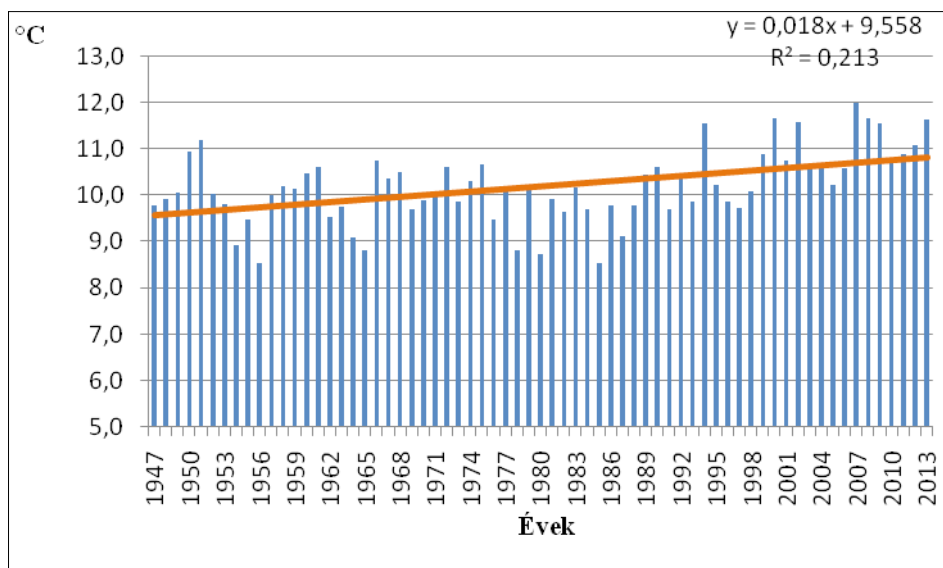
2. ábra. Az évi átlaghőmérsékletek változása 1947–2013 közötti időszakban jelentkező töréspont t -próba segítségével való ábrázolásnak diagramja. Oszlopdiaagrammal ábrázoltam az évi átlaghőmérsékletet, a t -próba értéke (piros vonal, valamint annak változása – jobb oldali értéktengely), a hőmérséklet összeg skálája (bal oldali értéktengely), az egyenes vonal a töréspont által elválasztott részidőszak szakaszátlagait jelöli

EREDMÉNYEK

A kapott eredmények bemutatását először az évi középhőmérsékletek elemzésével szeretném kezdeni.

év az átlaghőmérsékletek alapján 1985, amikor az évi átlaghőmérséklet csak 8,5°C volt.

A trendvonal 1,2°C hőmérsékletemelkedést mutat az 1947–2013-as időszak során (3. ábra).



3. ábra. Az évi átlaghőmérsékletek változása 1947–2013 között
(Beregszászi Meteorológiai Állomás, az adatsorra illesztett egyenes a lineáris trendvonal)

Az 1947-től mért adatok közül 40 olyan évet figyelhetünk meg, amelynek az átlaghőmérséklete meghaladja a 10°C-ot. Ezek közül 20 az elmúlt 23 évben volt. Továbbá 1998-tól 2013-ig minden év átlaghőmérséklete meghaladja a 10°C-ot.

A korrelációs együttható értéke $r = 0,4615$, ami több, mint az adott elemszámra 5%-os valószínűségi szintre vonatkozó kritikus érték. Így az évi középhőmérsékletek beregszászi időszora 95%-os valószínűségi szinten szignifikáns emelkedést mutatott az 1947–2013-as időszakban. A 99%-os valószínűségi szinten is szignifikáns emelkedést mutatott ugyanezen az időszoron.

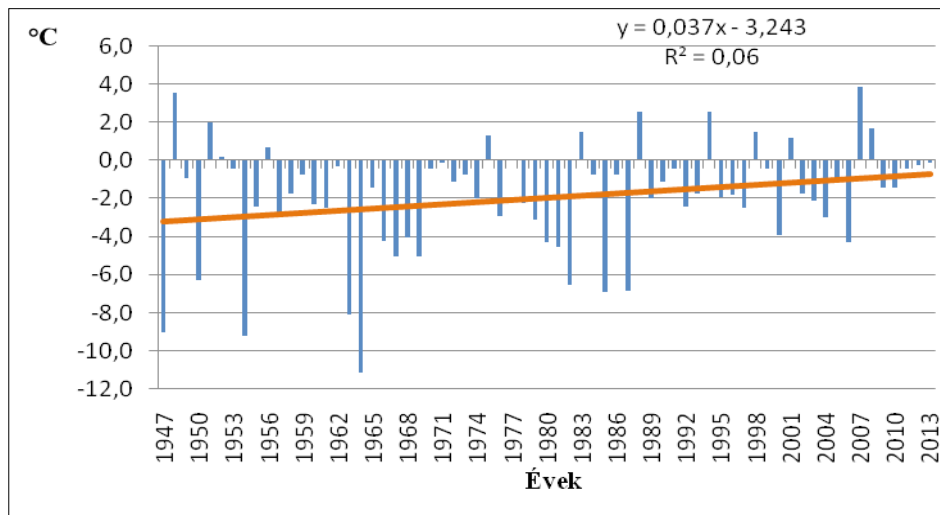
Az évi középhőmérséklet sokéves átlaga 10,2°C volt. A legmelegebb év az évi átlaghőmérsékletek alapján 2007 volt. A leghidegebb

A továbbiakban a havi átlaghőmérsékletek változását vizsgáltam, amelyek közül nem mutat szignifikáns emelkedést a februári, márciusi, áprilisi, szeptemberi, októberi, novemberi és a decemberi hónap. Csak a januári, májusi, júniusi, júliusi és augusztusi hónap mutat szignifikáns emelkedést.

A korrelációs együttható értéke $r = 0,2449$, ami több, mint az adott elemszámra 5%-os valószínűségi szintre vonatkozó kritikus érték. Így a januári hónap átlaghőmérsékleteinek beregszászi időszora 95%-os valószínűségi szinten szignifikáns emelkedést mutatott az 1947–2013-as időszakban. A trendvonal 2°C hőmérséklet-emelkedést mutat (4. ábra), a töréspont (1987-ben) pedig 1,6°C hőmérséklet-emelkedést mutat az 1947–2013-as januári hónap átlaghőmérsékleteinek adatsorán (1. táblázat).

Az 1947–2013-as időszak közötti májusi átlaghőmérsékleti adatok egyike sem éri el a 20°C-t. A legalacsonyabb májusi átlaghőmérséklet 1991-ben volt 13,0°C, valamint 1957-

A korrelációs együttható értéke $r = 0,3224$, ami több, mint az adott elemszámra 5%-os valószínűségi szintre vonatkoztatott kritikus érték. Így szignifikáns emelkedést mutat a

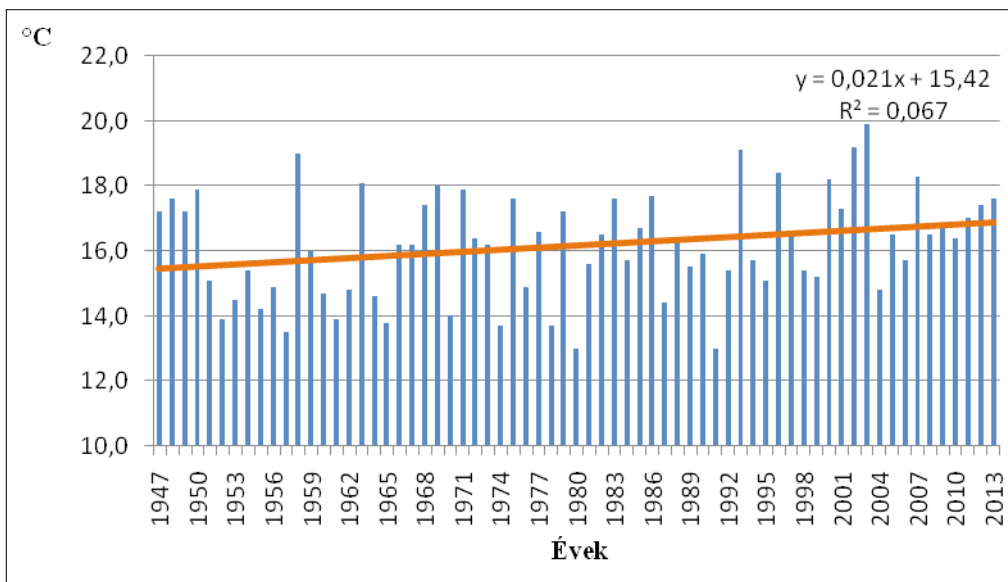


4. ábra. A januári hónap átlaghőmérsékleteinek változása 1947–2013 között

(Beregszászi Meteorológiai Állomás, az adatsorra illesztett egyenes a lineáris trendvonal)

ben 13,5°C. A legmagasabb értékek 2003-ban (19,9°C), valamint 1993-ban (19,1°C) fordultak elő.

májusi hőmérsékletek beregszászi időszora, 95%-os valószínűségi szinten az 1947–2013-as időszakban (5. ábra).



5. ábra. A májusi átlaghőmérsékletek változása 1947–2013 között

(Beregszászi Meteorológiai Állomás, az adatsorra illesztett egyenes a lineáris trendvonal)

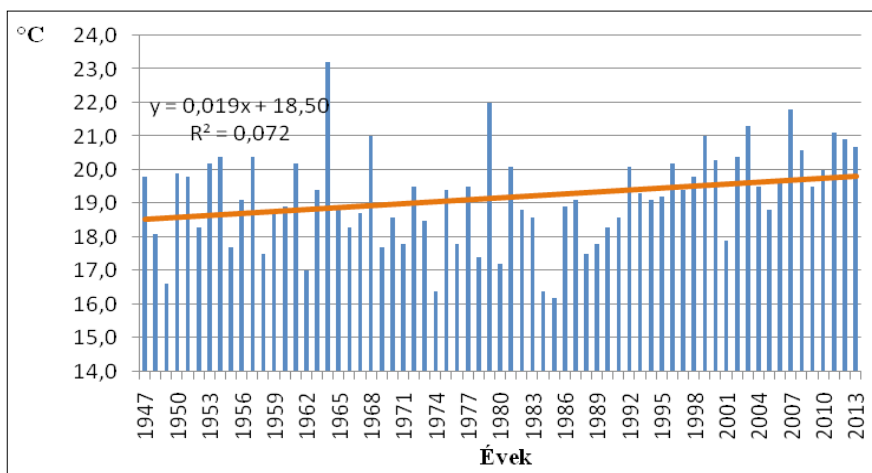
A trendvonal $0,7^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletemelkedést adott a májusi adatsoron (1. táblázat).

A júniusi átlaghőmérsékletek nem estek 16°C alá. Legmagasabbak a júniusi átlaghőmérsékletek, 1964-ben $23,2^{\circ}\text{C}$, valamint 1979-ben $22,0^{\circ}\text{C}$.

A korrelációs együttható értéke $r = 0,3146$, ami több, mint az adott elemszámra 5%-os valószínűségi szintre vonatkoztatott kritikus

szignifikáns emelkedést eredményezett 1947–2013-as időszakban (6. ábra). A trendelemzés $1,3^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletemelkedést adott a júniusi adatsoron. A töréspontnál (1995-ben) $1,3^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletemelkedés figyelhető meg (1. táblázat).

A júliusi hónap sokéves átlaga $20,8^{\circ}\text{C}$ volt. A legmelegebb évek 2002-ben ($23,9^{\circ}\text{C}$), valamint 1994-ben ($23,8^{\circ}\text{C}$) regisztrálódtak. A legkisebb hőmérsékleti értékek 1979-ben

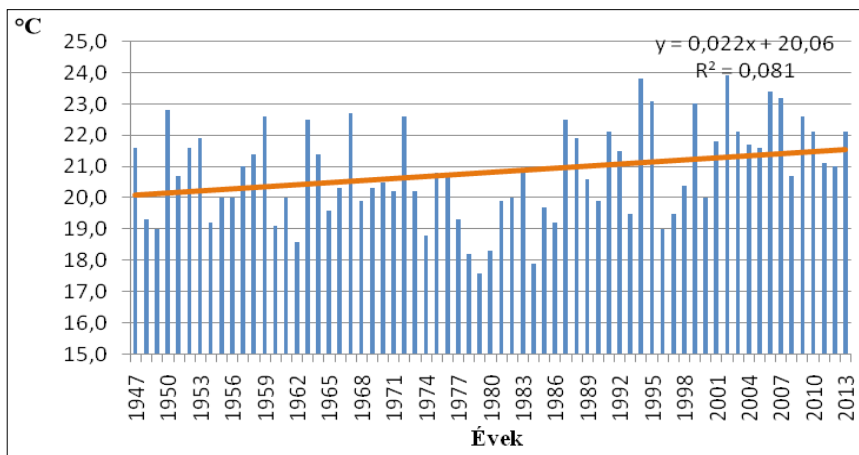


6. ábra. A júniusi átlaghőmérsékletek változása 1947–2013 között

(Beregszászi Meteorológiai Állomás, az adatsorra illesztett egyenes a lineáris trendvonal)

érték. Így a júniusi átlaghőmérsékletek beregszászi időszora 95%-os valószínűségi szinten

$17,6^{\circ}\text{C}$, valamint 1984-ben $17,9^{\circ}\text{C}$ fordultak elő.

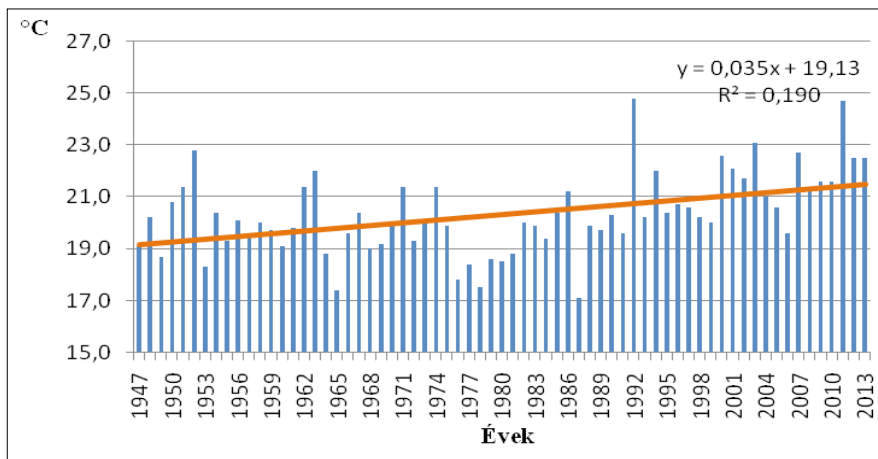


7. ábra. A júliusi átlaghőmérsékletek változása 1947–2013 között

(Beregszászi Meteorológiai Állomás, az adatsorra illesztett egyenes a lineáris trendvonal)

A korrelációs együttható értéke $r = 0,3209$, ami több mint az adott elemszámra 5%-os valószínűségi szintre vonatkoztatott kritikus érték. Így, a júliusi hőmérsékletek beregszászi időszora 95%-os valószínűségi szinten szignifikáns emelkedést eredményezett az 1947–2013-as időszakban (7. ábra).

Az augusztusi hónap átlagainál, a trendelemzés 2°C hőmérsékletemelkedést mutat (8. ábra). Az augusztusi hónapok átlaga $20,3^{\circ}\text{C}$. A töréspontelemzés $1,1^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletemelkedést (1991-ben) mutat az adatsoron (1. táblázat).



8. ábra. Az augusztusi átlaghőmérsékletek változása 1947–2013 között
(Beregszászi Meteorológiai Állomás, az adatsorra illesztett egyenes a lineáris trendvonal)

A trendelemzés $1,5^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletemelkedést adott a júliusi adatsoron. A töréspont (1986-ben) $1,2^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletemelkedést mutat (1. táblázat).

A töréspontelemzés eredményeiben a sokéves átlaghőmérsékletek adatsora, valamint minden hónap szignifikáns változást mutatott, kivéve a szeptemberi hónapot. Átlagosan

1. táblázat. A töréspontelemzések eredményei
(a nyíl a hőmérséklet csökkenését vagy emelkedését mutatja a töréspontnál)

	Hónapok	Szignifikancia	Töréspont éve	Töréspont értéke
	Sokéves átlag	Szignifikáns	1998	$1,1^{\circ}\text{C} \uparrow$
1.	Január	Szignifikáns	1987	$1,6^{\circ}\text{C} \uparrow$
2.	Február	Szignifikáns	1965	$0,7^{\circ}\text{C} \downarrow$
3.	Március	Szignifikáns	1971	$1,3^{\circ}\text{C} \uparrow$
4.	Április	Szignifikáns	1997	$1,2^{\circ}\text{C} \uparrow$
5.	Május	Szignifikáns	1993	$1,2^{\circ}\text{C} \uparrow$
6.	Június	Szignifikáns	1995	$1,7^{\circ}\text{C} \uparrow$
7.	Július	Szignifikáns	1986	$1,2^{\circ}\text{C} \uparrow$
8.	Augusztus	Szignifikáns	1991	$1,1^{\circ}\text{C} \uparrow$
9.	Szeptember	Nem szignifikáns	2004	$0,8^{\circ}\text{C} \uparrow$
10.	Október	Szignifikáns	1959	$0,6^{\circ}\text{C} \uparrow$
11.	November	Szignifikáns	1999	$1,3^{\circ}\text{C} \uparrow$
12.	December	Szignifikáns	1961	$1,5^{\circ}\text{C} \downarrow$

1–1,5°C-ot emelkedtek, vagy csökkentek a hőmérsékletek.

A legnagyobb hőmérsékletemelkedést az júniusi hónap mutatta, ahol 1,7°C-ot emelkedett a hőmérséklet 1995-ben.

KÖVETKEZTETÉSEK

Az eddig leírtakat összefoglalva az évi középhőmérséklet Beregszászban 1947–2013 között 1,2°C-ot növekedett.

Wayne C. Palmer, leírja, hogy 1906–2005 között a földfelszíni léghőmérséklet 0,75°C-ot emelkedett (www.ncdc.noaa.com).

A legnagyobb mértékben a nyári hónapok melegedtek fel, mivel mind szignifikáns emelkedést mutattak.

Töréspont elemzésénél szeptember kivételével mindegyik szignifikáns töréspontot mutatott. A legtöbb töréspont az 1990-es években volt. A téli hónapoknál többségben hőmérséklet-csökkenés figyelhető meg.

IRODALOMJEGYZÉK

BARANYI BÉLA et al.: *Kárpátalja*. Dialógus Campus Kiadó. Pécs–Budapest, 2009.

BODNAR VOLODIMIR (szerk.): *Prirodnyi bagasztva Zakarpattya (Kárpátalja természeti kincsei)*. Uzshorod, Karpati, 1987

<http://www.earth.google.com>

PÉCZELY GYÖRGY: *Éghajlattan*. Szeged. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1996.

The Copenhagen Diagnosis: Updating the World on the Latest Climate Science. I.Allison, N.L. Bindoff, R.A.Bindschadler, P.M. Cox, N. de Noblet, M.H. England, J.E. Francis, N. Gruber, A.M. Haywood, D.I. Karoly, G. Kaser, C. Le Quéré, T.M. Lenton, M.E. Mann, B.I. McNeil, A.J. Pitman, S. Rahmstorf, E. Rignot, H.J. Schellnhuber, S.H. Schneider, S.C. Sherwood, R.C.J. Somerville, K. Steffen, E.I. Steig, M. Visbeck, A.I. Weaver. The University of New South Wales Climate Change Research Centre (CCRC). Sydney, Australia. 60 p. 2009.

VINCE TÍMEA: *Éghajlatváltozások detektálása a Beregszászi Meteorológiai Állomás adatai alapján*. Beregszász, 2005.

<http://www.ncdc.noaa.gov/temp-and-precip/drought/docs/palmer.pdf>