

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

Földrajz- és Földtudományi Intézet

Meteorológiai Tanszék

Pécs éghajlati idősorának tendencia elemzése

– SZAKDOLGOZAT –



Készítette:

Bors Milán

Földtudományi BSc – Meteorológia szakirány

Témavezető:

Dr. Lakatos Mónika

(Országos Meteorológiai Szolgálat, Éghajlati Osztály)

Tanszéki konzulens:

Dr. Matyasovszky István

(ELTE TTK Meteorológiai Tanszék)

Budapest, 2013

Tartalomjegyzék

Bevezetés	3
1. Pécs éghajlati idősorának mérési körülményei	5
1.1. A weboldal felépítése	5
1.2. Állomástörténet	6
1.3. A műszerek leírása	10
1.4. Napi adatok mérése és számítása	11
2. Pécs éghajlati jellemzői az eredeti adatsor alapján az 1901-2000 időszakban	14
2.1. Hőmérséklet	14
2.2. Csapadék	21
2.3. Napfénytartam	25
3. Az 1901 és 2011 közötti homogenizált adatsor összehasonlítása az eredeti adatsorral	26
3.1. Homogén adatsor készítésének módszere és fontossága	26
3.2. A homogenizált és az eredeti hőmérsékleti sorok összehasonlítása	27
3.3. Trendelemzés	28
3.3.1. Hőmérsékleti tendenciák, szélsőségek változása	28
3.3.2. Csapadék tendenciák, szélsőségek változása	41
Összefoglalás	50
Köszönetnyilvánítás	51
Irodalomjegyzék	52
Mellékletek	55
Nyilatkozat	68

Bevezetés

Egy adott térség éghajlati állapotának megismeréséhez alapvető feltétel, hogy jó minőségű mérések, megfigyelések álljanak rendelkezésre kellően sűrű tér- és időbeli felbontásban (*WMO, 2010*). Az éghajlati állapot leírása mellett a tendenciák ismerete is fontos a változó klímában. Az éghajlatváltozás hatásainak nyomon követéséhez, a trendek vizsgálatához elengedhetetlen, hogy megfelelően hosszúak legyenek az elemzések alapját képező megfigyelési sorok. Mivel a változás térben nem egyenletes, a térbeli tendenciák megismeréséhez több mérőállomás adatait kell feldolgoznunk, hogy részletesebb képet kapjunk a változás térbeli eloszlására is (*Konkolyné et al., 2008*).

Az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) a mérések kezdetétől gyűjti, tárolja, ellenőrzi, esetenként homogenizálja a méréseket, megfigyeléseket (*Lakatos és Bihari, 2011*). Az egyre nyilvánvalóbb éghajlati változások miatt az utóbbi években Magyarországon is egyre nagyobb az igény arra, hogy ez az ismeretanyag elérhető legyen a tudományos közösség és a nagyközönség számára is. A 2000-es évek elejétől Budapest, Szeged, Debrecen és Szombathely napi felbontású meteorológiai adatai már elérhetők a XX. századra vonatkozóan a Szolgálat honlapján (*met.hu*). A nyers adatsorokhoz – ami tartalmazza a napi felbontású adatokat a hőmérsékletre, csapadéokra és napfénytartamra vonatkozóan – grafikonok, állomástörténet, a mérési körülmények leírása és éghajlati elemzés is társul.

Ahhoz, hogy Magyarország éghajlatáról teljesebb képet kapjunk, a Pécs környezetét jellemző adatokat is publikussá teszi az OMSZ, ugyanis a viszonylag egyenletes térbeli fedettséghez a dél dunántúli régióból is indokolt választani egy mérőhelyet a már letölthető négy állomás adatsorai mellé.

Szakdolgozatom célja, hogy a korábban feltöltött sorok mintájára előállítsam Pécs eredeti méréseket tartalmazó éghajlati adatsorát az 1901-2000 időszakra, ezen felül arra is vállalkozom, hogy az eredeti és a homogenizált hőmérsékleti- és csapadékváltozásokat bemutatom Pécs állomás környezetében egy 2011-ig kiterjesztett adatbázison.

A dolgozat készítése során az volt a feladat, hogy a Pécsre vonatkozó meteorológiai adatokat, archív anyagokat, grafikonokat, és az elemzéseimet internetes közlésre alkalmassá tegyem a már publikus sorok mintájára, a html kód önálló

elkészítésével. Továbbá, hogy a hőmérsékleti sorok 2011-ig történő kiterjesztésével és elemzésével a legutóbbi időszakban bekövetkezett tendenciákat is bemutassam. A homogenizált és az eredeti adatsorok összevetése pedig lehetőséget ad arra, hogy rámutassak az adatminőség kiemelt szerepére az éghajlati vizsgálatoknál.

A dolgozat első felében bemutatok, illetve becsatolok minden, az internetről letölthető anyag megértéséhez szükséges információt, például a mérések körülményeit leíró dokumentumokat is, amelyek a korábbi anyagokhoz (Budapest, Debrecen, Szeged, Szombathely) elkészültek. Azért teszem ezt, mert fontosnak tartom, hogy az olvasó – kiváltképp, aki még nem találkozott a már korábban publikussá vált oldalak tartalmával – teljes képet kapjon a letölthető adatokról, kiegészítő dokumentumokról. A forrás megjelölésével, illetve az önálló elemzés, fejlesztés hangsúlyozásával minden fejezetnél elkülöníthetővé teszem a kész anyagokat és az önálló munka eredményét.

Összességében elmondható, hogy a rendelkezésemre bocsájtott napi adatok alapján önállóan készítettem a grafikonokat és az eredeti adatok éghajlati elemzését, ami szigorúan a web-es tartalom mintájára készült, mind a megjelenést, mind pedig a szerkezetet, illetve a terjedelmet tekintve. Az éghajlati elemzés alátámasztására, a napi adatokból származtatott paraméterek kiszámításához Fortran programot fejlesztettem. A teljes web fejlesztést önállóan végeztem a korábbi állomásokra fellelhető html kód alapján. Az angol nyelvű verzióhoz elvégeztem az állomástörténet és az éghajlati elemzés, valamint a képfeliratok angol fordítását is.

A 2011-ig nyúló tendenciaelemzések, a homogenizált és az eredeti sorok összehasonlítása is önálló munka, melyhez az Országos Meteorológiai Szolgálat bocsájtotta rendelkezésemre a kiegészítő évek adatait és a homogenizált (MASH: Multiple Analysis of Series for Homogenization, *Szentimrey, 1999*) idősorokat. A dolgozatban ismertetem a homogenizálás módszerét, céljait és a homogenizált adatokon végzett tendencia elemzések eredményeit is. További következtetések vonhatók le a homogenizált hőmérsékleti és csapadék adatsorok és az eredeti idősorok összehasonlításából, ezek olvashatók az utolsó fejezetben.

1. Pécs éghajlati idősorának mérési körülményei

A pécsi mérések és az idősor elemzése során a weboldal szerkezetét követem, ezért bevezetésként ismertetem annak szerkezetét és a fő tartalmakat. Ebben a fejezetben kitérek azokra az információkra is, amik a weboldal látogatói számára hozzáférhetőek és a dolgot önmagában olvasva kerek egészé teszik.

Pécs éghajlati viszonyainak elemzése előtt fontos megismerkedni a mérések helyszíneivel, hiszen ezek jelentősen befolyásolják a mérési körülményeket. Ebben a fejezetben az állomástörténetet és a műszerek leírását is ismertetem. Az általam fejlesztett weboldal hűen követi a korábbiak szerkezetét, ebbe helyezve mutatom be a pécsi állomástörténetet és az eredeti mérésekből álló éghajlati idősort az elemzésekkel együtt.

1.1. A weboldal felépítése

- Leírások
 - Állomástörténet
 - Műszerek leírása
 - Napi adatok mérése és számítása
 - Adatleírás
 - Éghajlati elemzés
- Adatok
 - Napi adatok
 - Havi adatok
 - Éves adatok
 - Száz éves havi átlagok és szélsőségek
 - Abszolút rekordok
 - Adatsorok letöltése
- Grafikonok
 - Évi középhőmérséklet
 - Évi maximumhőmérséklet
 - A hőségnapok száma
 - Évi minimumhőmérséklet
 - A fagyos napok száma

- A meleg éjszakák száma
- A csapadékok évi összege
- A legnagyobb napi csapadékösszeg az évben
- A havas napok száma
- A napfénytartam évi összege
- Fényképalbum
- További információk
 - Jogi nyilatkozat
 - Irodalomjegyzék
 - Elérhetőségek
 - Köszönetnyilvánítás

A „Leírások” fül alatt található az éghajlati elemzés, és számos egyéb információ, mint például az „Adatleírás” almenü, ami a különböző paraméterek elnevezését és ezek rövidítését közli. Az utóbbi menüpont tartalma az 1. számú mellékletben megtekinthető. Az „Adatok” menüpontban a mért és származtatott értékeket listázhatjuk napi, havi és éves felbontásban. Ezen kívül lehetőség nyílik az abszolút rekordok és a száz éves havi átlagok és szélsőségek megtekintésére is. Az „Adatok” menüpont utolsó pontjában pedig letölthetjük az adatokat és a származtatott paramétereket ASCII formátumban. A „Grafikonok” fül abban segít, hogy a diagramok segítségével szemléletessé tegyük az adatsorokat és alátámasszuk az éghajlati elemzésben leírtakat. A weboldalon találunk fényképalbumot is, ahol a korábbi mérési helyszínekről láthatunk fotókat és megtekinthetjük a jelenleg használatos műszereket is. Az oldalhoz készült angol verzió is, ami nagy segítséget nyújt a külföldi érdeklődők, kutatók számára (2. számú melléklet).

1.2. Állomástörténet

Jóllehet, a XIX. század folyamán a városban többen végeztek hosszabb-rövidebb ideig meteorológiai méréseket, ezek inkább csak történelmi értékűek, mert sem a mérési módszerek, sem a műszerek nem voltak egységesek. Az itt közölt száz éves adatsor első harmadának mérési helyeire vonatkozó alapos, mindenre kiterjedő ismertetése dr. Simor Ferenc geográfus egyetemi tanárnak köszönhető (*Ambrózy, 2011*).



1. ábra
Az Apáca utcai állomás kertje

Az első helyszín Pécs belvárosában, az Apáca utca 14. alatti ház kertje, ahol a mérések már 1898-ban megkezdődtek és 1916. augusztus 31-ig folytak. Az épületekkel és magas téglakerítéssel körbevett kert kimondottan „városi” állomás volt, mint ahogy az 1. ábrán is jól látszik (Ambrózy, 2011).

Ezzel szemben az 1916. szeptember 1-jétől 1918. november 30-ig a városi Fertőtlenítő Telep területén folyó mérések lényegesen szabadabb felállítási körülmények között folytak. A hőmérséklet mérése még itt is ún. bádogernyőben folyt az épület északi oldalán. Ezt követően a város szerb megszállása miatt a mérések 1921. november végéig szüneteltek, kivéve az 1919. január 8. és május 20. közötti időszakot. A pótoltt adatok a Pécshez akkoriban legközelebb működő szálkai éghajlati állomás méréseiből származnak (Ambrózy, 2011).

A városban 1921. november 22-én indultak meg újra a mérések, ezúttal a később egyetemi rangra emelt főreáliskola Rákóczi út 80. alatti ingatlanán. Először itt került a hő- és nedvesség mérése angol típusú hőmérőházba. Rövid működés után 1922. június 26-tól személyzethiány miatt az Apáca utcai Notre Dame Zárda kertjébe



2. ábra
A Notre Dame zárda képe

költözött az állomás (2. ábra), ahol 1924. október 22-ig folytak a mérések, de ekkortól csaknem 20 éven keresztül ismét az egyetem ad otthont az állomásnak. Ugyancsak itt kezdődtek meg a napfénytartam mérések 1925. szeptember 1-jétől (Ambrózy, 2011).

Igen zaklatottak voltak a mérések a háborús években. 1943 júliusa és 1944 novembere között hol az egyetemi, hol pedig az 1931-ben létesült Pius intézeti állomás szolgáltatta az adatokat. Ez utóbbi az Egyetem Ifjúság útja 6. alatti kertjében volt



3. ábra

Az Ifjúság útja 6. szám alatti kert, ahogy ma láthatjuk

(3. ábra). 1944. december 1-jétől az észlelések mindkét helyen megszakadtak. Az 1945. április 30-ig tartó hiányt Szekszárd mérései pótolják. 1945. május 1-jétől ismét az Egyetem Rákóczi úti állomása mért, de mindössze néhány hónapig, mert 1946. február 19-én üzembe lépett a jelenlegi Uránváros területén épült Pécs Mecsekalji Repülőtér, s a mérések már főhiva-

tású észlelőkkel itt folytak egészen 1957. március 31-ig. A kezdetektől eddig számítva minden állomás néhány kilométeren belüli területre esett (Ambrózy, 2011).

Nagy változás történt viszont 1956. július 7-ét követően, amikor a mérések a városközponttól kb. 10 km-re délre elhelyezkedő pécs-pogányi repülőtéren folytatódtak. Ennek tengerszint feletti magassága 200 m (kb. 50 méterrel több, mint a városi állomásoké). A műszerek elhelyezése viszont ideálisnak mondható, ahogy az a 4. ábrán is látható (Ambrózy, 2011).



4. ábra

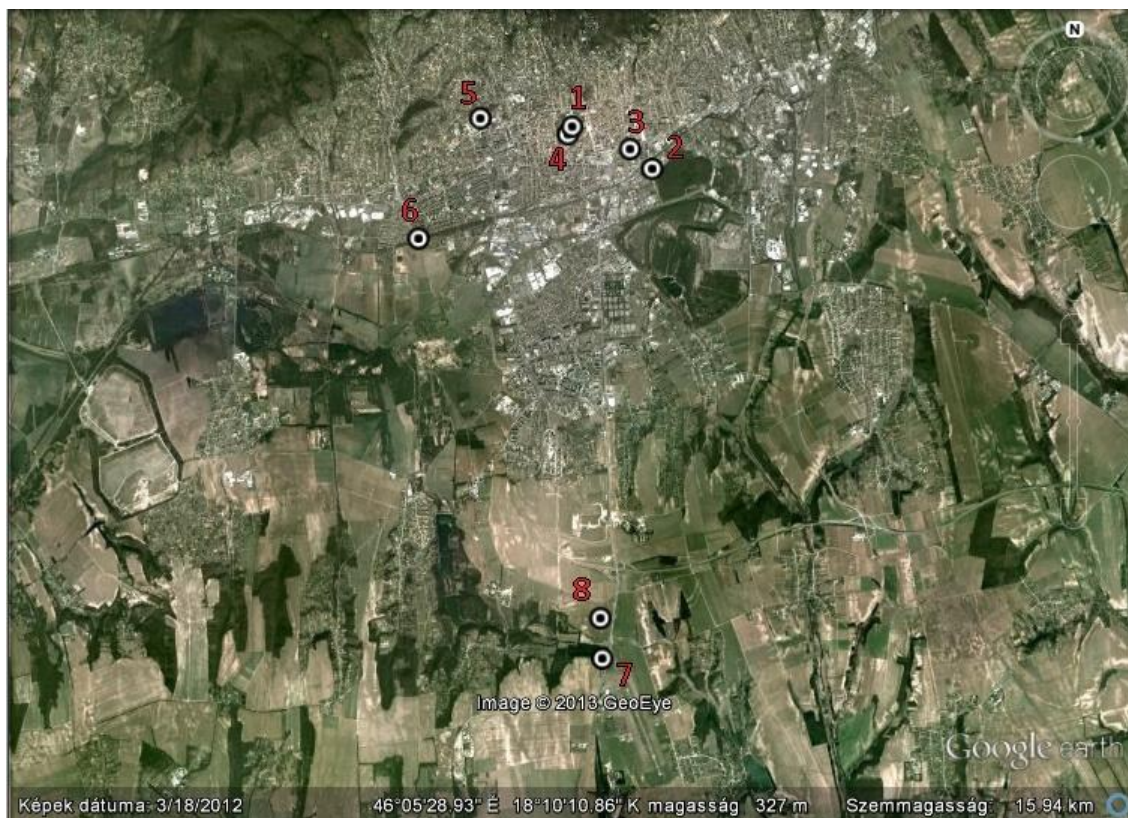
Néhány áthelyezés a repülőtéri állomás esetén is történt. 1969. március 3-ig magán a repülőtéren, ezután 1998. március 24-ig a néhány száz méterre lévő adóház területén, majd ezt követően ismét a repülőtéren folytak a mérések és jelenleg is ott folynak (Ambrózy, 2011).

Az állomások adatai és térbeli elhelyezkedése megtekinthető az 1. táblázatban, illetve az 5. ábrán.

Sor-szám	Állomás neve	Földrajzi szélesség	Földrajzi hosszúság	Időszak kezdete	Időszak vége
1	Pécs; Apáca u. 14.	46°04'37"	18°13'29"	1898. 06. 16.	1916. 08. 31.
2	Pécs; Fertőtlenítő Intézet	46°04'16"	18°14'30"	1916. 09. 01.	1921. 11. 22.
3	Pécs; Főreáliskola (Erzsébet Egyetem)	46°04'26"	18°14'13"	1921. 11. 22.	1946. 02. 18.
4	Pécs; Notre Dame zárda	46°04'33"	18°13'23"	1922. 06. 26.	1924. 10. 21.
5	Pécs; Pedagógiai Főiskola	46°04'40"	18°12'20"	1931. 11. 26.	1963. 02. 28.
6	Pécs; Mecsekalji Repülőtér	46°03'37"	18°11'35"	1946. 02. 19.	1957. 03. 31.
7	Pécs-Pogány; repülőtér	46°00'00"	18°14'00"	1956. 06. 02.	1969. 03. 03.
				1998. 03. 24.	napjainkig
8	Pécs-Pogány; repülőtér (adóház)	46°00'21"	18°13'58"	1969. 03. 03.	1998. 03. 24.

1. táblázat

Az egykori állomások helyzete és működésük időtartama
(forrás: Országos Meteorológiai Szolgálat)



5. ábra

Az állomások elhelyezkedése műholdképen

1.3. A műszerek leírása

Kiegészítő információként hasznos a mérések során használt műszerek leírása, ezért a sorozat korábbi köteteihez hasonlóan a pécsi adatsornál is rendelkezésre áll, itt csak a teljesség kedvéért közlöm. A méréshez használt műszerek ismerete ugyanakkor azért is fontos, mert a műszercserék, különösen az automatizálás, a mérési módszerben jelentős változásokat okozott. Ezek hatása törést, inhomogenitást eredményezhet az adatsorokban.

Ennek a fejezetnek az alapja a már korábban elkészült köteteknél is megjelenő tartalom: http://owwww.met.hu/eghajlat/eghajlati_adatsorok/bp/Navig/Index2.htm.

A hőmérséklet mérését Magyarországon egységesen Celsius fokban mérjük, és alapvetően három műszer használatos erre a célra: az állomási hőmérő, a maximum- és a minimum hőmérő. Mindhárom mérőt két méter magasan kell elhelyezni.

Az állomási hőmérő függőleges helyzetben van, és a pillanatnyi hőmérsékletet lehet leolvasni róla. Működési elve egyszerű, a hőmérő egy kapillárisból (más néven hajszálcsőből) és egy kicsi tartályból áll. A tartály higanyal van megtöltve úgy, hogy az beleérjen a kapillárisba is. A higany térfogata a hőtágulás miatt egyre nagyobb lesz magasabb hőmérséklet esetén. Ennek következtében a hajszálcsőben levő higany felülete egyre magasabbra kerül. A hajszálcső mögött egy 0,2 fokos felosztású skála található, erről lehet leolvasni az aktuális értéket.

A minimum hőmérő vízszintesen van elhelyezve, és azt mutatja, hogy két észlelés között mi volt a legalacsonyabb hőmérséklet. A műszer kapillárisában alkoholvegyület van, a folyadékban pedig egy kék vagy piros pálcika. Csökkenő hőmérséklet esetén a pálcikát az alkohol a felületi feszültség miatt magával húzza, növekvő hőmérséklet esetén azonban a pálcika a helyén marad. Számlapja 0,5 fokos felosztású.

A maximum hőmérő helyzete a minimum hőmérőjéhez hasonló, felső vége azonban kicsit meg van emelve. Felépítésében csak annyiban különbözik az állomási hőmérőtől, hogy a tartályban egy üvegszál található, ami a kapilláris aljában végződik. Mivel a nyílás ezáltal szűkebb, a higany fel tud nyomulni, a tartályba azonban már nem tud visszamenni, mert a higanyszál megszakad.

Manapság egyre szélesebb körben terjednek el az elektromos hőmérők. Ezekben egy platina alkatrész ellenállását mérik, ami a hőmérséklet függvénye. Ebből egy képlet

segítségével kiszámítható a pillanatnyi hőmérséklet. A műszer segítségével 10 perces intervallumokra vizsgálják meg a minimum, maximum és átlaghőmérsékletet, így egy eszköz is elegendő a három érték meghatározásához.

A csapadék mérését ma az ún. Hellmann rendszerű bronzgyűrűs csapadékmérővel végzik, 0,1 mm-es felbontásban. Ennek felfogó felülete 0,02 m², és a ráhulló csapadék egy billenőedényen megy keresztül. Ha az egyik edény megtelik, akkor a csapadék a súlyánál fogva átbillen, ezután a másik edény kezd megtelni. Egy billenés 0,1 mm-nek felel meg. Télen a havat egy fűtőszál segítségével olvasztják, így a csapadék ekkor is mérhető.

A napsütéses órák számát a Campbell-Stokes rendszerű napfénytartam mérővel határozzák meg. Ez egy 96 mm-es átmérővel rendelkező üveggömb, ami a napsugarakat egy papírszalagra, az ún. napszalagra gyűjti össze. Ha süt a Nap, a papír megpörkölődik, vagy kiég. A Nap látszólagos napi mozgása során a napszalagon „végighalad”, így az adott nap végén a kiégetett részek összegzésekor lehetőség van a napsütéses órák számának meghatározására, tized órás pontossággal. A napszalagokat naponta kell cserélni, és három típusa van: beszélhetünk nyári-, téli-, és tavaszi-őszi napszalagról.

1.4. Napi adatok mérése és számítása

Fontos megemlíteni a napi adatok származtatásának elveit, szintén a korábbi kötetekre támaszkodva. A napi adatok származtatása is változott a múlt század folyamán, ami szintén törést eredményezhet a hosszú idősorban.

Ennek a fejezetnek is a fentebb közölt weboldalon található információk képezik az alapját: http://owww.met.hu/eghajlat/eghajlati_adatsorok/bp/Navig/Index2.htm.

Magyarországon a meteorológiai mérések a közép-európai idő (CET) szerint zajlanak, ami a téli időszámítás idején megegyezik a helyi idővel (HLT), nyári időszámításkor azonban ez egy órával kevesebb. A következőkben az 1966-tól alkalmazott módszerekről írok.

1901-től 1965-ig a magyarországi állomáshálózatban a napi háromszori észlelés volt jellemző, 07, 14, 21 órakor közép-európai idő (CET) szerint. A napi középhőmérsékletet nem csupán a három érték átlagaként, hanem a Meteorológiai

Világszervezet (World Meteorological Organization, WMO) ajánlására a 21 órás adatot kétszeres súllyal figyelembe véve számítjuk ($d_{ta}=(t_{07}+t_{14}+2*t_{21})/4$).

1966-tól a középhőmérséklet számítása hazánkban 4 időpont méréséből származik, így a napi átlaghőmérsékletet az 1, a 7, a 13 és a 19 órai mérések alapján számolják ki. Az automata mérések kezdete óta ez egyszerű feladat, korábban azonban a hőmérőről vagy a termográfáról kellett leolvasni az adatokat. Az így kapott napi adatokat két tizedes pontossággal határozzák meg, és a havi, illetve éves adatok számolásakor is ezt használják, azonban az adatfájlokban az egy tizedes jegyre kerekített értékek jelennek meg.

A maximumhőmérséklet meghatározása minden nap 7 és 19 órakor (CET) történik, és a két érték közül a nagyobbik adja a napi maximumhőmérsékletet. Ez az érték nem egy naptári napra szól, hanem egy 19 órától kezdődő 24 órás intervallumra. A homogenitás megőrzése érdekében ez a módszer az automata mérés bevezetésekor sem változott.

A minimumhőmérséklet is egy 24 órás időtartamot jellemez, leolvasása szintén 7 és 19 órakor történik.

A csapadékösszeg meghatározását reggel 7 órakor végzik, tehát az érték az ezt megelőző 24 órára vonatkozik. Abban az esetben, ha egyáltalán nem volt csapadékhullás, akkor az adatfájlban egy pontot találunk, ha viszont volt csapadék, de az nem volt mérhető, akkor az 0.0-ként jelenik meg.

A csapadék mennyisége mellett fontos feljegyezni a csapadékfajtát is. Tíz csapadékfajtát különböztethetünk meg, amihez a számítástechnika ugrásszerű fejlődésekor egy-egy kódot párosítottak (2. táblázat). Minél magasabb számot látunk, annál komolyabb időjárási eseménnyel van dolgunk. Egy napon belül több csapadékfajta esetén mindig a magasabb számú kóddal rendelkező eseményt közöljük.

Kód	Jelentés
0	ködszitalás, szitalás
1	eső
2	ónos eső, ónos szitalás
3	záporosó
4	hó, havaseső
5	hózápor, darazápor
6	jégeső, jégdara
7	zivatar (csapadék nélkül is)
8	hózivatar
9	zivatar jégesővel

2. táblázat
Csapadékfajták kódja és jelentése
(forrás: met.hu)

A napfénytartam meghatározása a mérések kezdete óta változatlanul, naponta történik. Naplemente után a napszalagot megvizsgálva, óránkénti felbontásban az értékeket összesítve kapjuk az adott napra vonatkozó napfénytartam összeget.

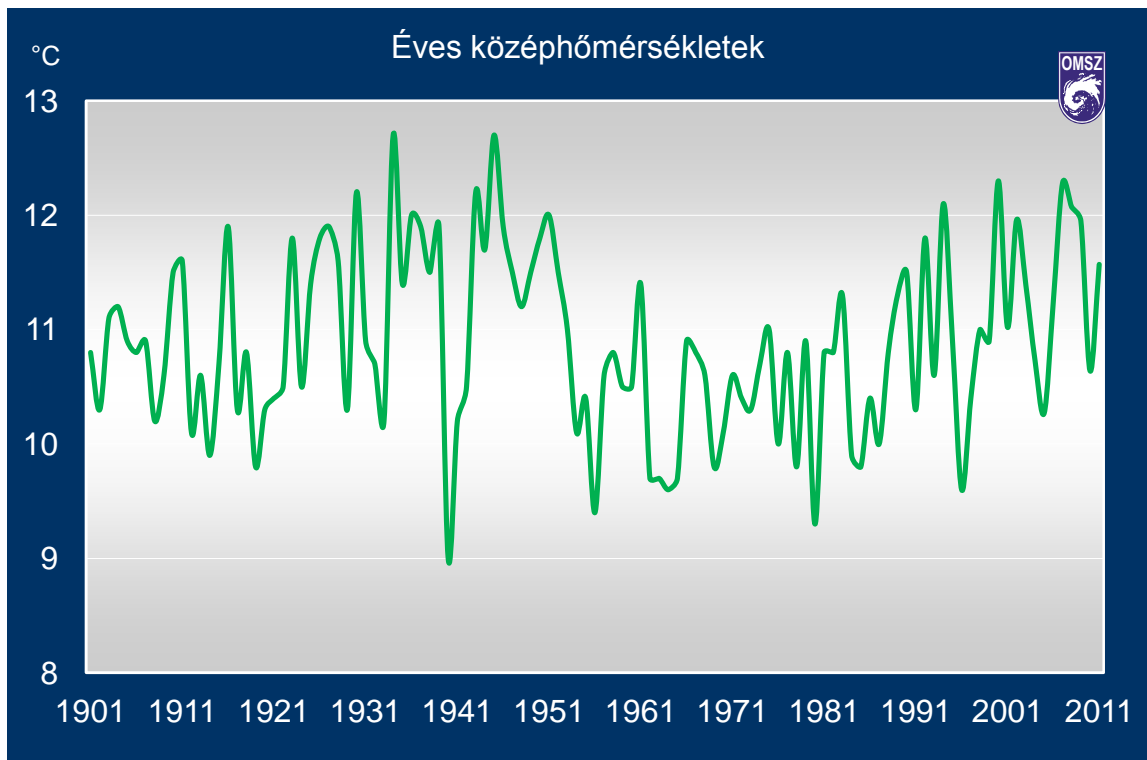
2. Pécs éghajlati jellemzői az eredeti adatsor alapján az 1901-2000 időszakban

A sorozat korábbi köteteihez hasonlóan elvégeztem a letölthető nyers adatok elemzését. Az éghajlati elemzés az alapvető meteorológiai paraméterekre, a hőmérsékletre és a csapadéokra, valamint a napfénytartam mérésekre terjed ki. A napi adatokból kiindulva grafikonokat készítettem, stílusukat tekintve az internetes tartalomhoz híven. Az éghajlati elemzés elkészítéséhez, az éves, évszakos jellemzők kiszámításához Fortran programot fejlesztettem.

2.1. Hőmérséklet

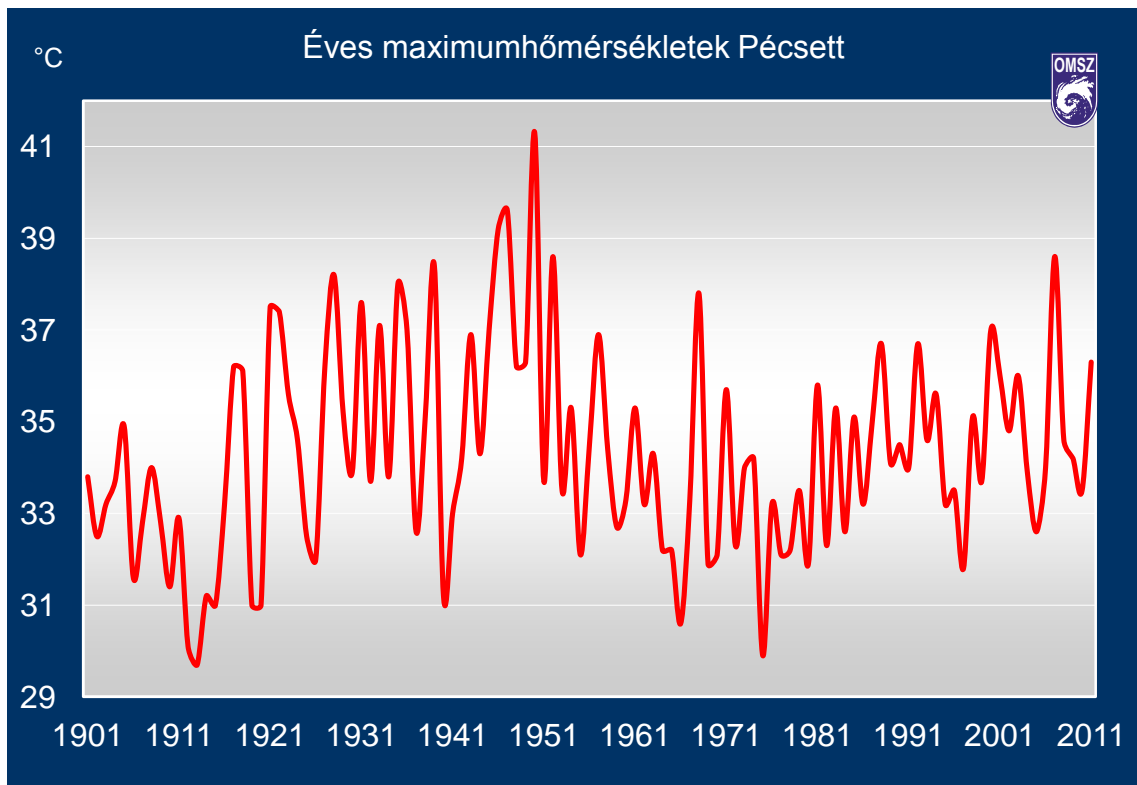
A bemutatott száz év során a pécsi éves középhőmérsékletek sorozata évről évre nagy változékonyságot mutat. A XX. század első felében enyhe növekedés látható, majd az ötvenes évek közepén egy törés jelentkezik az adatsorban. A közel egy fokkal alacsonyabb értékek megjelenése egyértelműen az 1956-os évhez köthető, amikor a mérések a pécs-pogányi repülőtéren folytatódtak, külvárosi környezetben. Ezt követően a hetvenes évek közepéig nem volt jelentős változás, majd ezután egyértelmű növekedés indult a globális trendeknek megfelelően.

Az adatsor alapján Pécsset 1940 bizonyult a leghidegebbnek, ekkor 9 °C volt az éves átlaghőmérséklet. Ezt követi az 1980-as év, amikor ez az érték $9,3\text{ °C}$ -nak adódott. A harmadik helyen az 1956-os év áll, $9,4\text{ °C}$ -kal. Ezzel szemben a két legmelegebb év 1934 és 1945 volt, egyaránt $12,7\text{ °C}$ -os értékkel. A harmadik helyen az adatsor utolsó éve áll, 2000-ben ugyanis $12,3\text{ °C}$ volt a középhőmérséklet (6. ábra). A közép-hőmérsékleti adatsor átlaga az 1971 és 2000 közötti normál időszakban $10,7\text{ °C}$, míg az 1961-1990 közötti 30 éves intervallumban ez az érték $10,4\text{ °C}$. A sorozat utolsó 30 évére (1971 és 2000 közötti időszak) illesztett lineáris trend közel $0,8\text{ °C}$ -os emelkedést mutat.

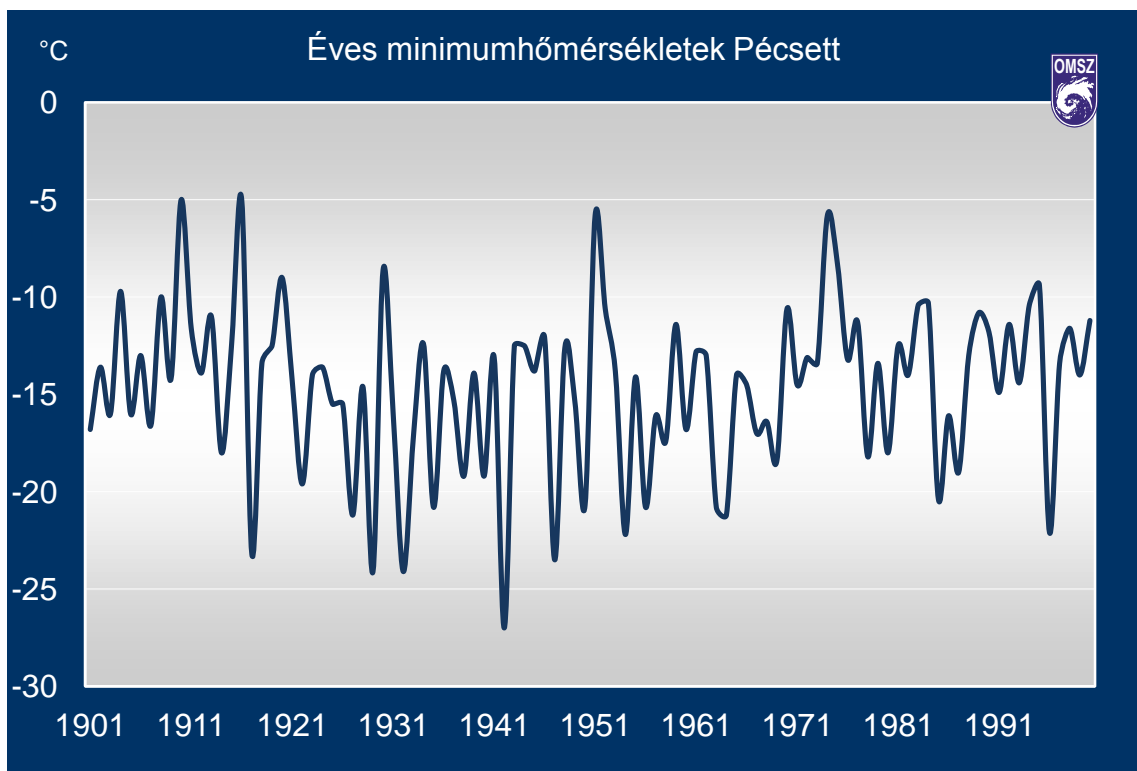


6. ábra
Éves középhőmérsékletek Pécsen a XX. században (eredeti adatok)

Az évi abszolút minimum- és maximumhőmérsékleteket megvizsgálva láthatjuk, hogy évről-évre nagy a változékonyság. Ezek a szélső értékek nem követik a középhőmérsékleti sorozat hullámát, hiszen itt nem átlagos, hanem évi abszolút szélsőértékekről van szó, ezeknek a változékonysága nagyobb. A városias környezet miatt 1920-tól az ötvenes évek közepéig regisztrálták a legmagasabb értékeket. Ebben az időszakban mérték a század legmagasabb hőmérsékletét is Pécsen, ez 41,3 °C volt 1950-ben, ami kifejezetten magasnak számít, hiszen a második helyen álló, 1947-es érték majdnem 2 °C-kal marad el az abszolút maximumtól (39,6 °C). A legalacsonyabb éves maximumot (29,7 °C-ot) 1913-ban mérték (7. ábra). A minimumokat tekintve is nagy a változékonyság, a legalacsonyabb és a legmagasabb éves minimum között 20 °C-nál is nagyobb a különbség. Az abszolút minimum -27 °C-nak adódott, ez 1927-ben következett be. Az 1910-es és 1916-os években mindössze -5 °C-ig hűlt le a levegő, ebben a két évben volt legmagasabb az éves minimumhőmérséklet (8. ábra).



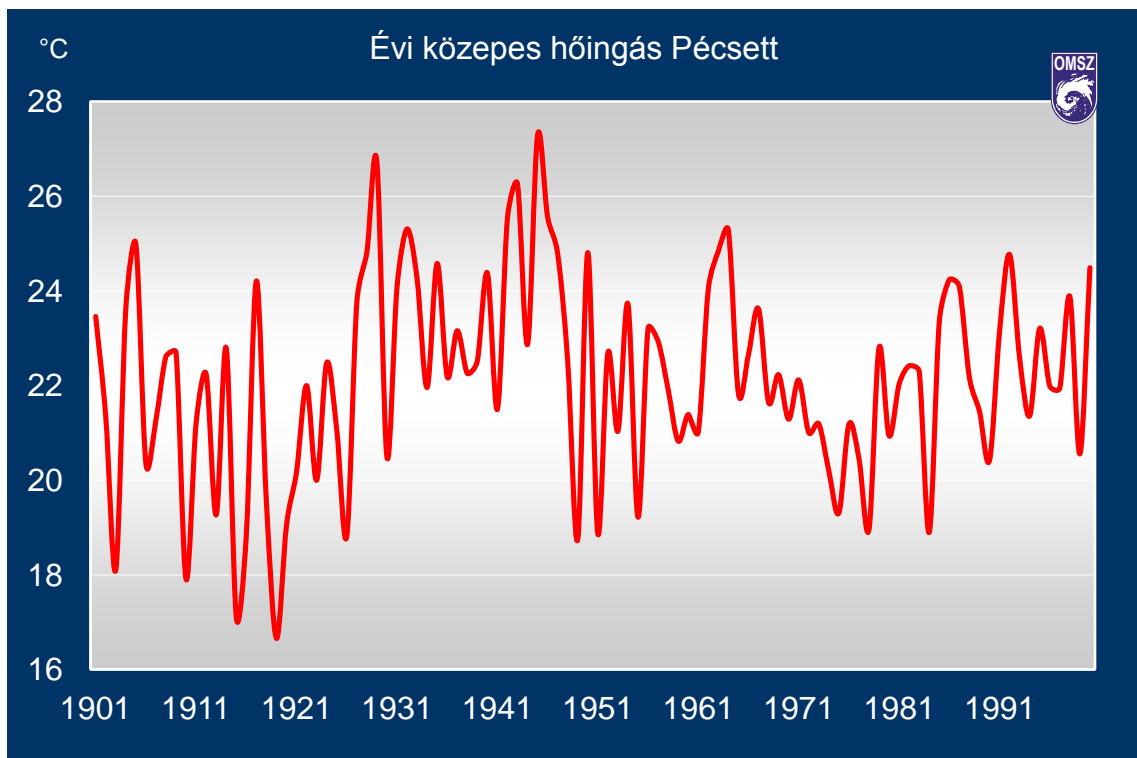
7. ábra
Éves maximumhőmérsékletek Pécsen a XX. században (eredeti adatok)



8. ábra
Éves minimumhőmérsékletek Pécsen a XX. században (eredeti adatok)

Az évi közepes hőingás a legmelegebb és a leghidegebb hónap középhőmérsékletének a különbsége. Pécsen is a legtöbb esetben júliusban van a

legmelegebb, míg a leghidegebb középhőmérsékletű hónap a január. Az éves közepes hőingás értéke 17 és 27 °C közé esik a vizsgált helyszínen. Jellemzően alacsony értékek adódtak az 1930-as évek elejéig, ekkor 25 °C feletti közepes hőingás csak egyszer fordul elő. Az adatok közül a legalacsonyabbat is itt találjuk, 1919-ben 16,7 °C-kal. Ezután, az 1940-es évek végéig nagyobb volt az eltérés a két hónap között, ebben az időszakban 20 és 27 °C közötti közepes hőingást jellemzi Pécs állomás környezetét. A száz év során 27,3 °C volt a legnagyobb évi közepes hőingás, ezt is a negyvenes években, 1945-ben tapasztaltuk. Az 1950-es évek végétől kevésbé változékonyak az értékek, már csak két olyan évet találunk, amikor 25 °C feletti ennek az éghajlati karakterisztikának az értéke (9. ábra).



9. ábra
Évi közepes hőingás Pécssett a XX. században (eredeti adatok)

Fagyos napokról akkor beszélünk, ha a napi minimumhőmérséklet 0 °C alatt alakul. Ilyen nap legtöbbször november és március között fordul elő. Pécssett e napok átlagos száma a 100 éves időszakra 81 nap, de ha az 1971-2000 közötti időszakot nézzük, akkor mindössze 61 napot kapunk, ami jól követi a melegedő tendenciát. A legkevesebb fagyos nap 1916-ban volt, mindössze 39, míg 1956-ban majdnem háromszor ennyi fagyos napot tapasztalhattak Pécssett, hiszen ebben az évben 114 napon süllyedt a hőmérséklet fagypont alá.

Ha a napi maximumhőmérséklet $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál alacsonyabb, akkor téli napról beszélünk. Ezen napok átlagos száma a teljes adatsorra közel 25 nap, ha viszont csak az évszázad utolsó 30 évét elemezzük, akkor ez az érték mindössze 12-nek adódik, ami az előző értéknek alig a fele. A melegedés tehát egyértelműen megnyilvánul a hideg szélsőségek számának csökkenésében. Az évi adatokat tekintve 1963-ban volt a legtöbb, 63 téli nap Pécs környezetében. Ezzel szemben az 1910-es évben állt be a negatív rekord, mindössze egy téli nappal.

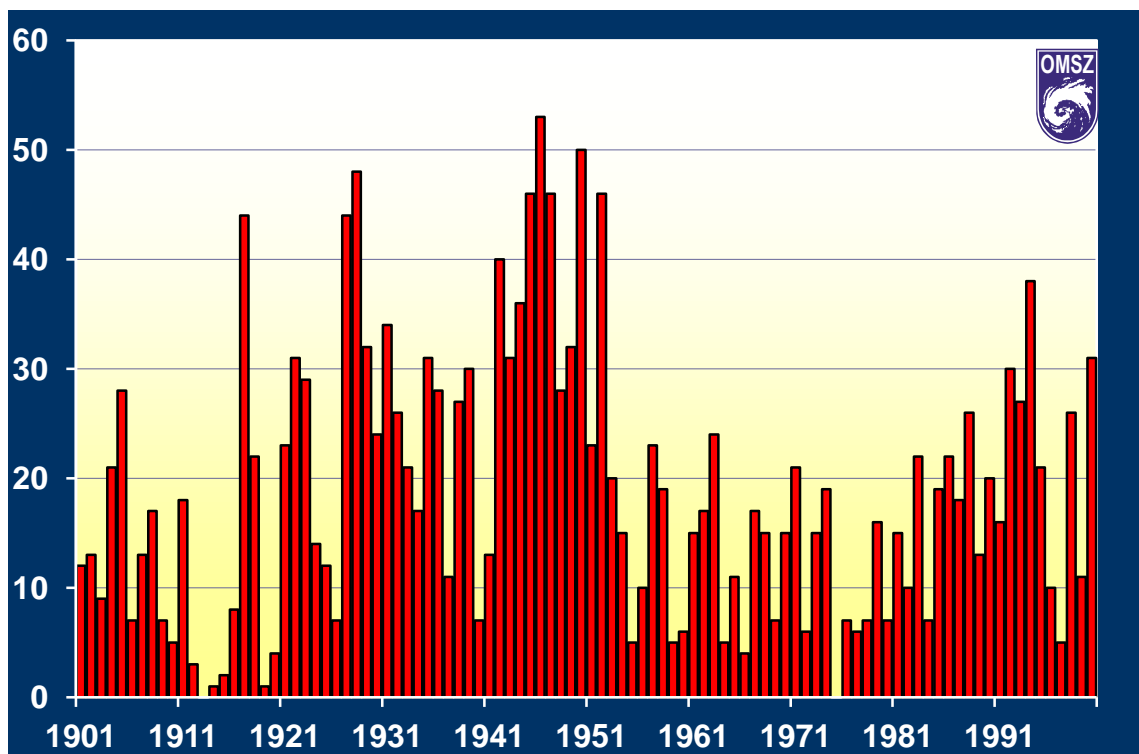
A pécsi telek középhőmérsékletei jellemzően -2 és $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ között ingadoznak, ezek átlagos értéke $1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nak adódik az évszázad során. Mindössze négy téli időszak esik kívül ezen a tartományon. Az 1963/1964-es tél volt a leghidegebb, ekkor $-2,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nak adódott a középhőmérséklet. Ezt követi az 1962/1963-as tél, $-2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal. Két olyan enyhe tél volt Pécsen, amikor a középhőmérséklet $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ felett alakult a leghidegebb évszakban. Az 1901/1902 és 1935/1936-os évek fordulói egyaránt egy tized fokkal haladták meg ezt az értéket. A százéves adatsort és az utolsó harminc évet összehasonlítva nem tapasztalható különbség az évszakos átlagok között. Az 1971-2000 közötti időszakban az adatokra illesztett lineáris trend nem jelez lényeges változást.

A három tavaszi hónapban gyors, határozott éven belüli melegedés a jellemző, a márciusi és a májusi középhőmérsékletek $9,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os különbsége igazolja ezt. Ez az évszak tehát változékony időjárással bír, hiszen kezdetben többször előfordulnak még fagyos napok, míg az időszak végére már egyre több nyári nappal találkozhatunk. A 100 éves pécsi idősorra vonatkozóan a tavaszok középhőmérséklete $10,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nak adódik, de az évek során ettől több fokos eltéréseket tapasztalhatunk. Két alkalommal is előfordult, hogy $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot (1945) vagy ezt meghaladó értéket kaptunk ($14,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 1934-ben). A két leghidegebb tavasz 1988-ban és 1980-ban volt, $8,3$, illetve $8,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal. Valószínűleg az 1930-as évektől nagyjából 20 éven át tartó melegebb időszaknak és az adatokban rejlő inhomogenitásoknak köszönhető, hogy a teljes adatsor tavaszaira vonatkozó átlaghőmérséklete $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal meghaladja meg az 1971-2000 közötti tavaszi átlagot. Az utolsó három évtized tavaszai a lineáris trend alapján $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os emelkedést mutatnak.

A pécsi nyarak átlaghőmérséklete a 100 évre vonatkozóan $19,9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ennél mintegy $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal több adódik a nyári átlagra, 1927-ben és 1952-ben. Ez a két év fogja közre azt az időszakot, ami az átlagnál jellemzően melegebb nyarakkal bír. A legmagasabb értéket is magában foglalja, $23,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal (1945). Hűvös nyarak az 1910-es években és

az 1965-1985 közötti időszakban fordultak elő nagyobb számban. Az előbbi időszakban adódott a két legalacsonyabb érték, 1919-ben 17,4 °C volt a nyári középhőmérséklet, 1913-ban pedig 17,8 °C. Az 1971-2000 közötti időszak középértéke mintegy 3 tized fokkal marad el a teljes időszakétól, de a melegedés így is egyértelműen látszik: a 30 évre illesztett lineáris trend 1,1 °C-os emelkedést mutat.

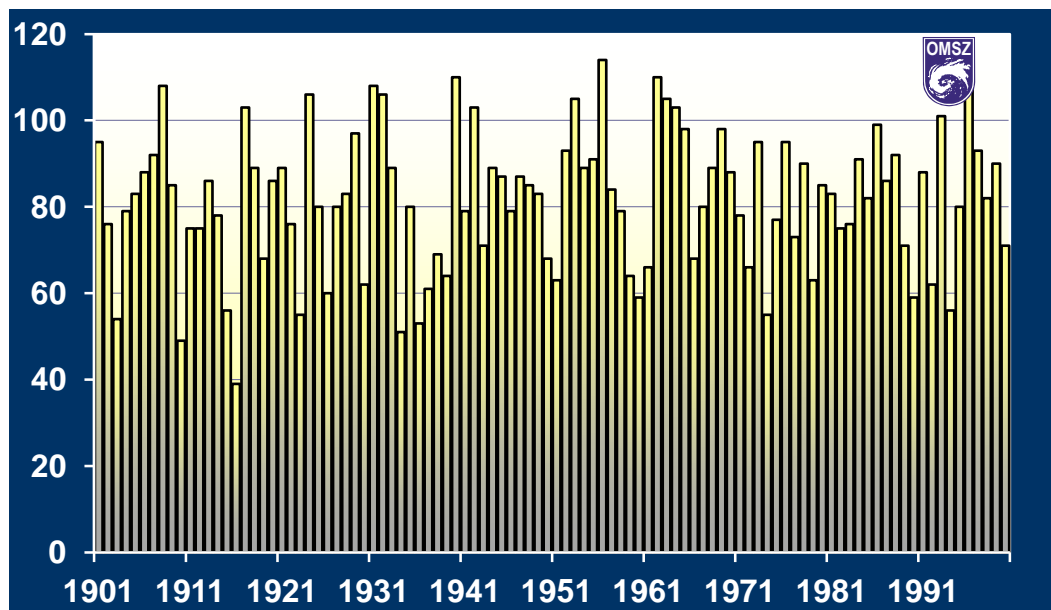
Pécs őszi hónapjait megvizsgálva 11 °C-os középhőmérsékletet kapunk. Az időszak elejétől az 1940-es évek elejéig nagy a változékonyság az adatsorban. Ekkor tapasztalták a három legmelegebb (13,7 °C 1926-ban, 13,2 °C 1923-ban és 13 °C 1943-ban) és a három leghidegebb őszt is (7,6 °C 1920-ban, 7,9 °C 1912-ben és 8,7 °C 1908-ban). Az 1971-2000 közötti idősor átlagos értékei közel 0,5 °C-kal maradnak el a teljes adatsor átlagától, de ebben az időszakban a melegedés jelentős mértékben, majdnem 1 °C-kal jelenik meg az őszyket tekintve.



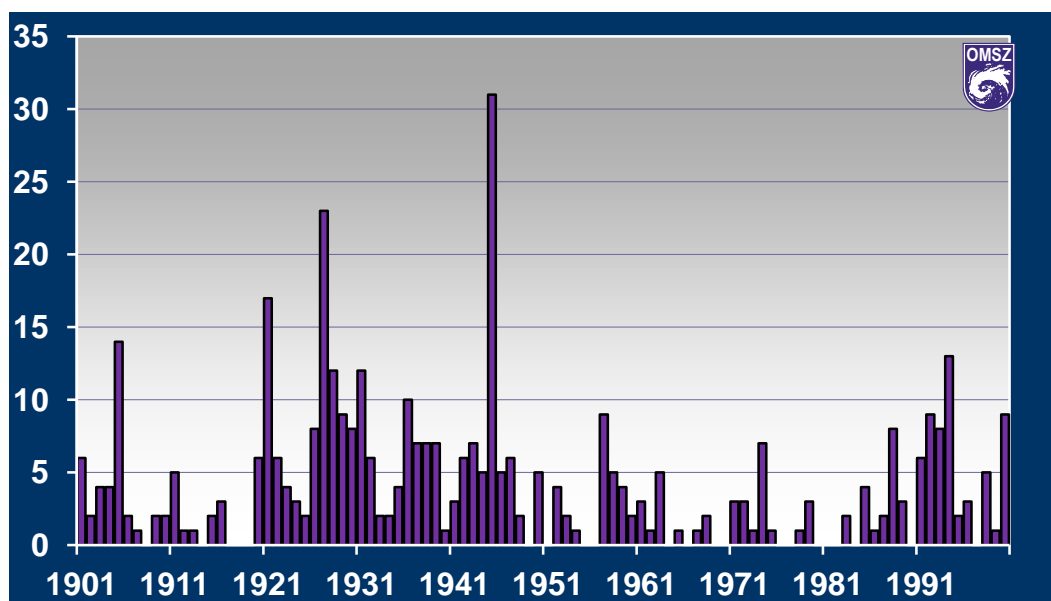
10. ábra
A hőségnapok száma Pécsen a XX. században (eredeti adatok)

A pécsi eredeti adatsorból kapott hőségnapokat vizsgálva látszik, hogy 1915-től kezdődően az 1950-es évek elejéig magasabbak az értékek. A 10. ábrán is látható, hogy csak ebben az intervallumban találunk 40-nél több olyan napot, amikor a maximumhőmérséklet meghaladta a 30 °C-ot.

A minimumhőmérsékletek felhasználásával további klímaindexeket származtathatunk: a fagyos napok és a meleg éjszakák számát. Előbbi azt mutatja, hogy hány olyan nap volt egy időszakban, amikor a napi minimumhőmérséklet fagypont alá csökkent. Ebben az esetben nem lehet kiemelni olyan időszakot, amikor jellemzően alacsonyabb vagy magasabb értékeket kaptunk. (11. ábra). Ha azonban szemügyre vesszük a meleg éjszakák számát (azon napokat, amikor a napi minimum nem csökken $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ alá), akkor feltűnik, hogy az 1920-1950 közötti időszakban fordult elő legtöbbször ilyen. Ezen felül, három olyan év is adódik, amikor kiugrást tapasztalunk (1921-ben 17, 1927-ben 23 és 1945-ben 31 nap) (12. ábra).



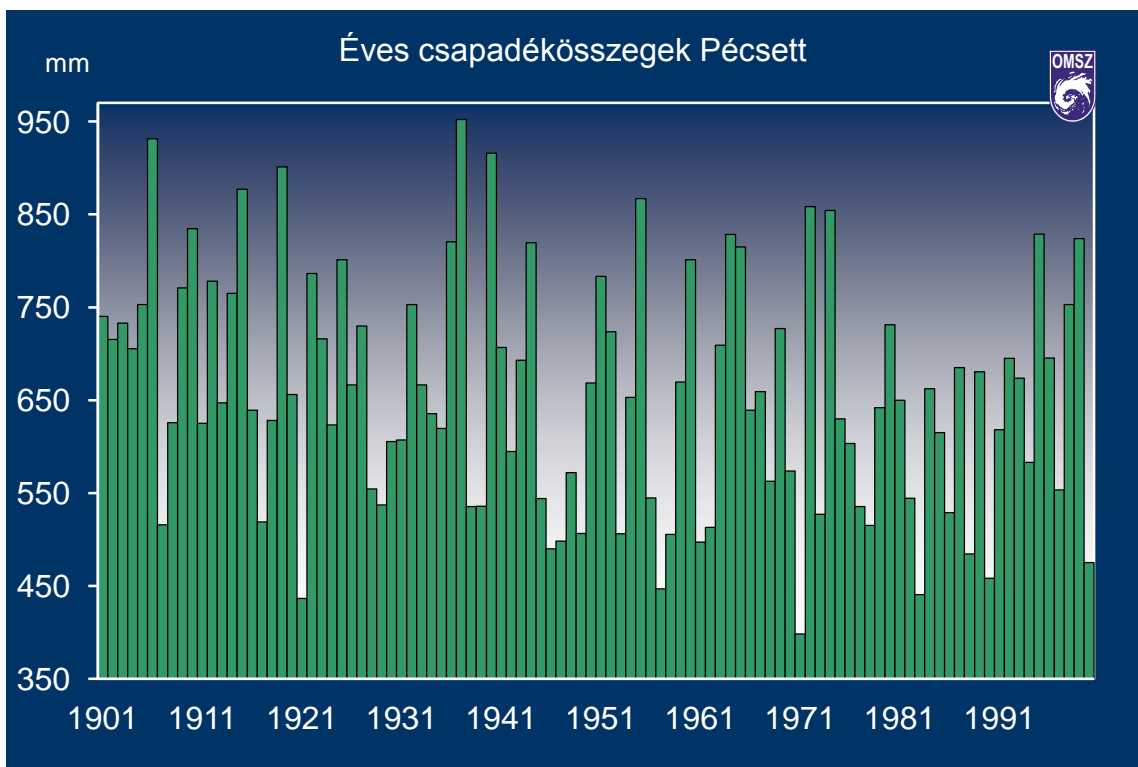
11. ábra
A fagyos napok száma Pécsen a XX. században (eredeti adatok)



12. ábra
Meleg éjszakák száma Pécsen a XX. században (eredeti adatok)

2.2. Csapadék

A pécsi százéves csapadék adatsorban az évenkénti csapadékösszegek átlaga 657 mm. Az adatokra illesztett lineáris trend alapján jelentős csökkenés tapasztalható. A csökkenés abból is látszik, hogy az 1971-2000 közötti időszakban az átlagos éves csapadékösszeg már csak 625 mm. Ha az éves csapadékösszegeket egyenként vizsgáljuk, akkor kiderül, hogy ezek az értékek széles skálán ingadoznak, nagy a szórásuk. 4 olyan év is volt, amikor az éves csapadékösszeg 900 mm felett alakult (1937-ben 952 mm, 1906-ban 931 mm, 1940-ben 916 mm, illetve 1919-ben 901 mm). Szintén négy évben maradt az éves összeg 450 mm alatti (1971-ben 398 mm, 1921-ben 437 mm, 1983-ban 441 mm és 1957-ben 447 mm). Tehát a legkisebb és a legnagyobb mért csapadékösszegek között több, mint kétszeres az eltérés a pécsi sorban (13. ábra).



13. ábra

Éves csapadékösszegek Pécssett a XX. században (eredeti adatok)

A csapadék éves menetében a tél utolsó két hónapjában, illetve márciusban tapasztalható minimum, ekkor a havi összegek jellemzően 40 mm alatt alakulnak. Áprilistól növekedést látunk egészen júniusig, átlagosan ekkor hull a legtöbb csapadék (75,5 mm). Ezután újabb csökkenés következik egészen novemberig, amikor 62,4 mm-rel egy másik csúcsot tapasztalunk. A legcsapadékosabb hónap Pécssett a június, a legszárazabb pedig január. Nem ritkák a szélsőséges események, ezt az is mutatja, hogy e két hónap csapadéka közötti különbség 39 mm.

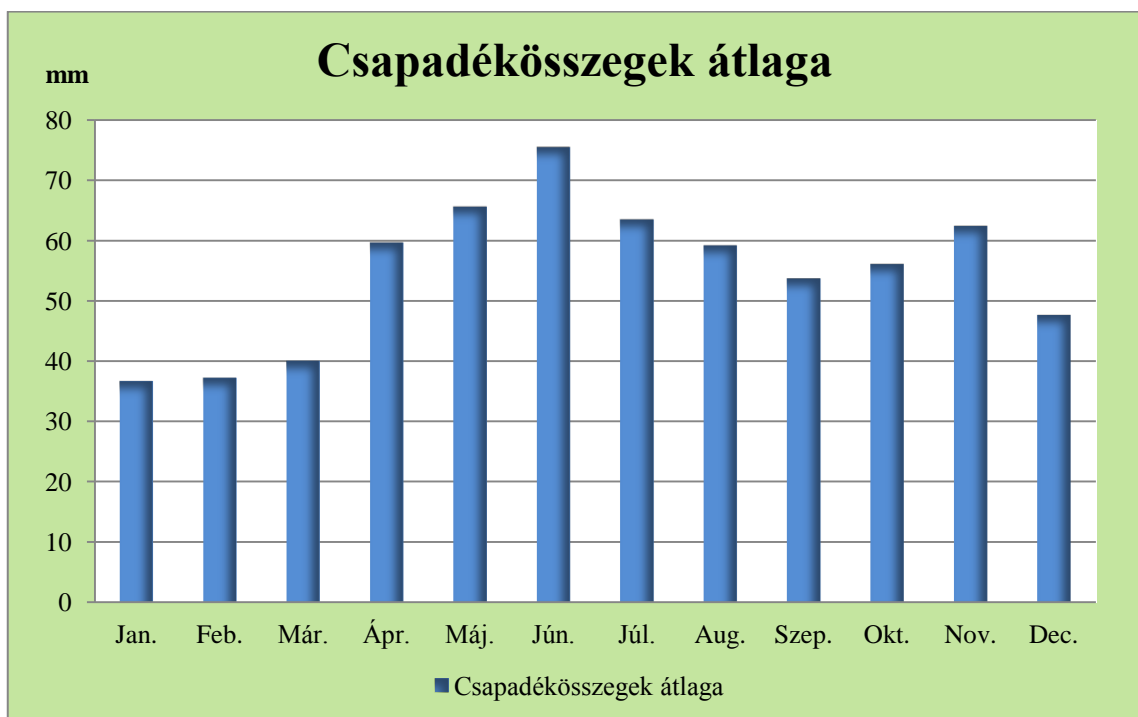
A téli csapadékmennyiségek átlaga az elmúlt évszázadban 121,6 mm, míg az 1971-2000 közötti időszakban 110,6 mm, itt is egyértelműen látszik a csökkenés ténye. Ez abból is kitűnik, hogy a százéves adatsorra illesztett lineáris trend megközelítőleg 18 mm-es csökkenést mutat. Magas csapadékösszegek főleg a század első felében fordultak elő, ekkor mérték a két legmagasabb értéket is 242,8 mm-rel (1909/1910), illetve 240,5 mm-rel (1935/1936). Ezzel szemben, főleg az évszázad második felében fordultak elő kevésbé csapadékos telek. A két minimum értéken kívül (32,6 mm, 1975/1976-ben és 37,1 mm 1948/1949-ben) érdemes kiemelni az 1987/88 és 1992/93 időszakok teleit, amikor mindössze 40 és 80 mm között alakultak az összegek. A három hónap közül decemberben hullik a legtöbb csapadék, ekkor átlagosan 47,7 mm a mért érték. Ezt követi a február 37,3 mm-rel, de a januári átlagos összeg is alig marad el ettől, mindössze 6 tized mm-rel. Az évszázad évváró hónapjait tekintve 1953 decemberében hullott a legtöbb csapadék, 127,1 mm-rel, 1973 decemberében viszont mindössze 1,6 mm esett, ez a legalacsonyabb csapadékmennyiség a téli hónapok közül.

Pécsett a tavaszi csapadékmennyiség 100 éves átlaga 165,3 mm. Ehhez képest itt is csökkenést tapasztalunk, ha összehasonlítjuk az 1971-2000-es időszyakkal, amikor 144,8 mm-es az átlagos érték. Az adatsorra illesztett lineáris trend alapján ebben az évszázadban a legnagyobb a csökkenés. A legcsapadékosabb tavaszok eloszlása az évszázad során egyenletesnek tekinthető, a három legcsapadékosabb tavasz 1932, 1967 és 1964 tavasza Pécsett (rendre 282,1 mm, 269,7 mm, illetve 266,8 mm-rel). A legszárazabb tavaszokat vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a legkevesebb csapadék 1957-ben hullott, 68,7 mm, ezt követi 1979 és 1948, 77,6, valamint 76,5 mm-rel.

A tavaszi hónapokat vizsgálva látható, hogy március az előző két téli hónapnál alig hoz magasabb értéket, az átlagos csapadékmennyiség ebben a hónapban 40 mm. Ezt követően, áprilisban meredeken emelkedni kezd, ekkor 59,7 mm az átlag. Májusban az emelkedés folytatódik, de már kisebb mértékben, ekkor a csapadékösszeg 65,6 mm. A teljes adatsort tekintve a legcsapadékosabb hónap 1911 májusa volt, 170,6 mm-rel. A legkevesebb pedig 1939 áprilisában hullott (1,9 mm).

Nyáron az átlagos csapadékösszeg Pécsett 198,2 mm a százéves adatsor alapján, viszont az utolsó 30 évben – a többi három évszakkal ellentétben – ehhez képest növekedés tapasztalható, erre az időszyakra az átlagos csapadékmennyiség 207,4 mm. A csapadékos nyarak időbeli eloszlása, egyenletesnek mondható, de a három legmagasabb értékkel bíró évet egy 20 éves intervallumon belül találjuk. 1972 nyarán 393,5 mm

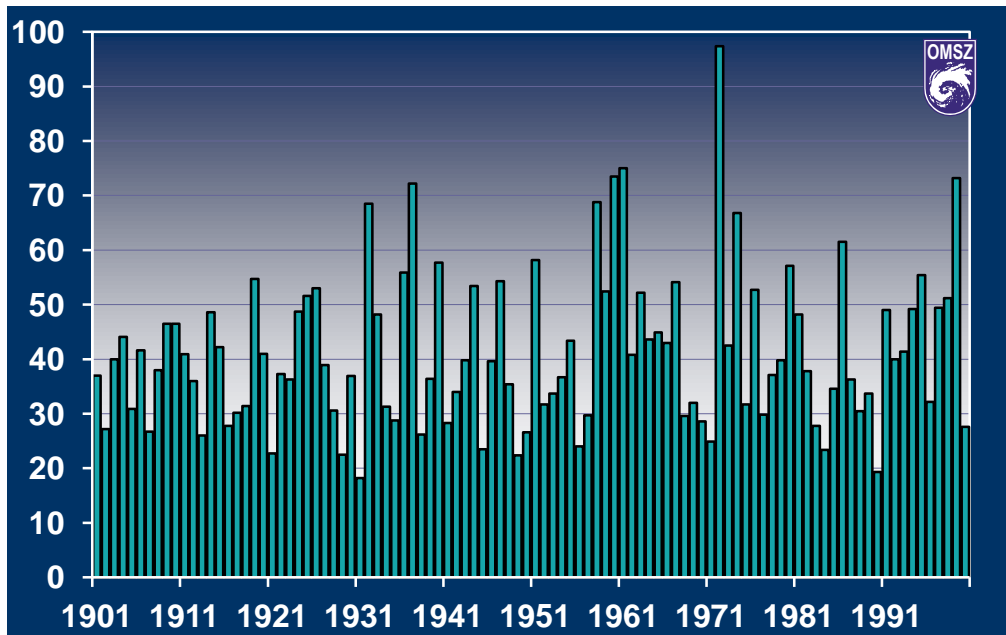
esett, 1955-ben 367,1 és 1974-ben 345 mm. A legszáлыosabb nyarak esetében nem beszélhetünk egyértelműen ilyen időszakról. 1931-ben volt a legszárazabb a nyár 92,2 mm-es értékkel. Utána következik 1947, 99,4 mm-rel és 1971, 105,6 mm-rel. A nyári hónapok közül legtöbbször a június a legcsapadékosabb 75,7 mm-rel, ez az egész évre vonatkozóan is a legtöbb csapadékot adó hónap. Ezután csökkenés indul, ami augusztusig folytatódik (az átlagos júliusi és augusztusi értékek 63,5, illetve 59,2 mm). A százéves adatsor legnagyobb havi összegét 1972 júliusa képviseli 219 mm-rel, 1967 augusztusa volt a legszárazabb nyári hónap 2,6 mm-rel.



14. ábra
Havi csapadékösszegek átlaga az 1901-2000 közötti időszakot tekintve (eredeti adatok)

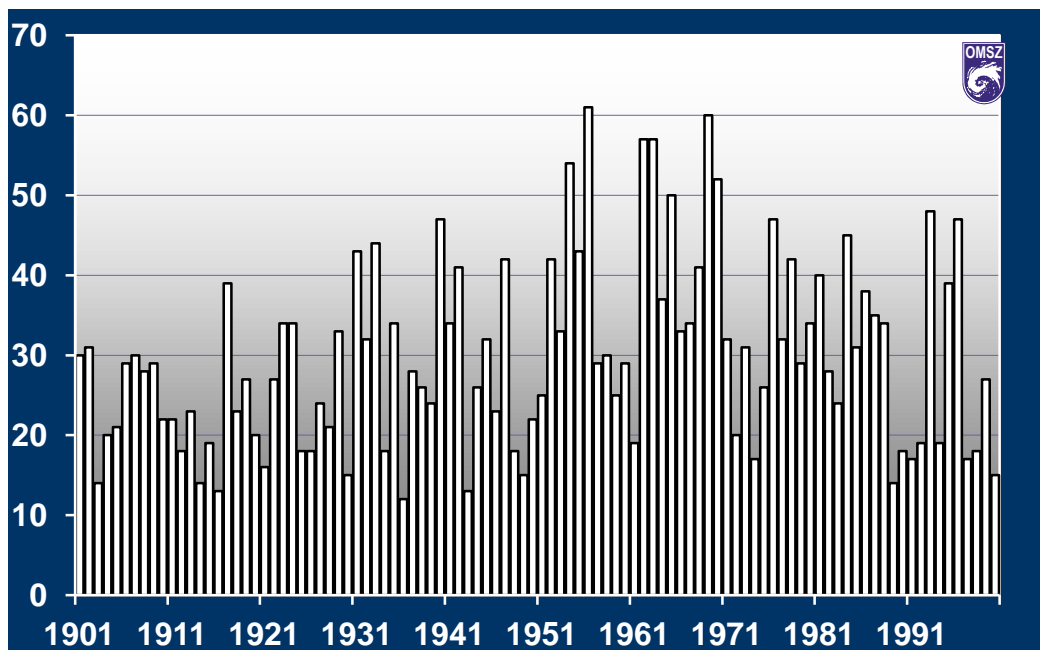
A százéves adatsoron az őszi átlagos csapadékösszeg 172,2 mm, ami 10 mm-rel több az 1971-2000 közötti időszak átlagánál. A legalacsonyabb és a legmagasabb értékek főleg az évszázad első felében fordultak elő, de az utolsó harminc év sem szűkölködött szélsőségekben. A három legtöbb csapadékot produkáló év 1944, 1905 és 1960 volt, rendre 367,9, 345,5 és 332,1 mm-rel. Az adatsorban három olyan ősz is megjelenik, amikor a csapadékösszeg az 50 mm-t sem érte el, ezek: 1953 (33,1 mm), 1920 (46,4 mm) és 1978 (47,6 mm). A nyári hónapok után ősszel is folytatódik a csapadékmennyiség csökkenése, szeptemberben az átlagos érték 53,7 mm. Októbertől növekedés indul, ekkor 56,1 mm az átlag, majd novemberben érjük el az évszak legmagasabb értékét 62,4 mm-rel (14. ábra). A legutóbbi 30 évben a szélsőséges jelleg növekedését támasztja alá, hogy 1995 szeptemberében mérték a legmagasabb őszi havi

összeget, 200,6 mm-rel, míg a legszárazabb őszi hónap 1924 októbere és 1956 szeptembere. Ebben a két hónapban nem hullott mérhető csapadékmennyiség.



15. ábra
A legnagyobb éves csapadékösszegek Pécsen a XX. században (eredeti adatok)

A legnagyobb napi csapadékösszegek évi sorát tekintve, a századelőn alacsonyabbak voltak ezek az értékek. 1930-as évek közepétől kezdődően találunk inkább magas értékeket, ami a szélsőséges jelleg növekedésére utal (15. ábra). A napi rekord 97,4 mm, amit 1972. július 12-én mértek a pécs-pogányi állomáson.



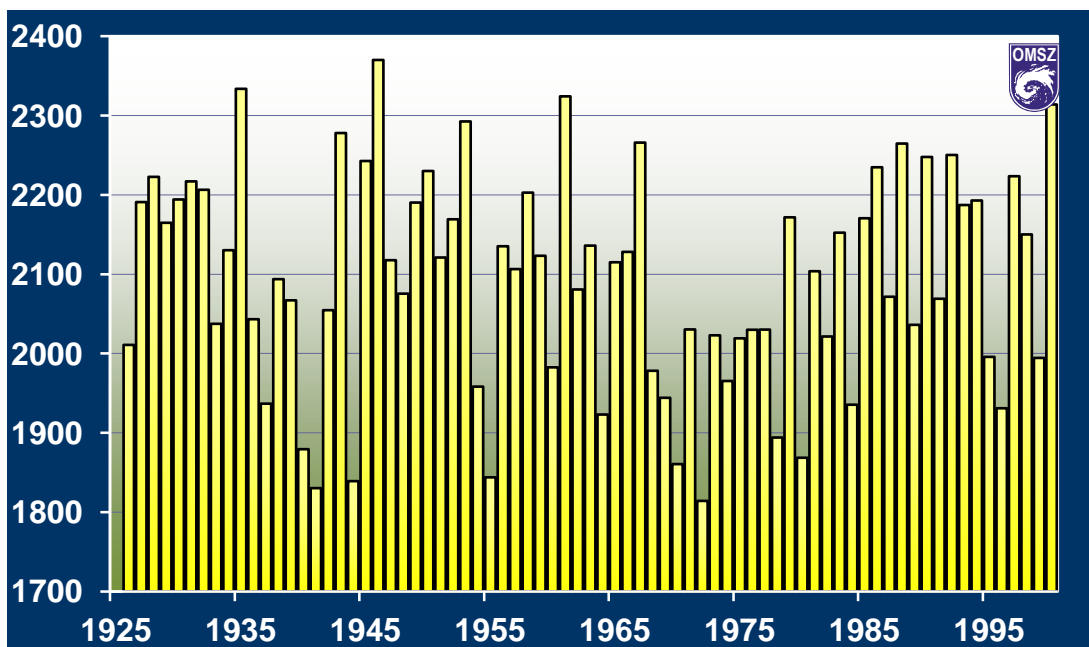
16. ábra
Havas napok száma Pécsen a XX. században (eredeti adatok)

A havas napok száma 1930-ig egyik évben se érte el a 40-et, ezután azonban folyamatosan jelennek meg egyre magasabb értékek. Az 1950-1975 közötti időszakban több olyan év is volt, amikor több mint 50 napon borította hó a mérőhely környezetét (16. ábra).

2.3. Napfénytartam

Pécsett a napfénytartam mérése 1925. szeptember 1-jén kezdődött. Az éves összegek átlaga a 100 éves adatsorra vetítve 2094 óra. A legtöbb napsütés az 1946-os évet jellemezte, ekkor 2370 órát sütött a nap. A legalacsonyabb összeg 1814 órának adódott, amit 1972-ben mértek (17. ábra).

A havi átlagokat tekintve folyamatos emelkedés adódik júliusig, majd ezután egyenletes csökkenéssel elérjük a decemberi minimumot. Az előbbi átlagos értéke 274 óra, az utóbbi pedig 52 órát tesz ki. Az elemzett időszakban a legkevesebbet 1932 decemberében sütött a nap (11 óra). A téli hónapokban gyakran előforduló ködös és párás napok nagyban gátolják a zavartalan napsütést, ezért jóval kevesebb ekkor a napsütéses órák száma a nyári napokhoz képest. Nem meglepő módon a legtöbb napsütést júliusban regisztrálták, a 352 órás érték az 1931-es évhez tartozik.



17. ábra
A napfénytartam évi összege Pécsen a XX. században

3. Az 1901 és 2011 közötti homogenizált adatsor összehasonlítása az eredeti adatsorral

3.1. Homogén adatsor készítésének módszere és fontossága

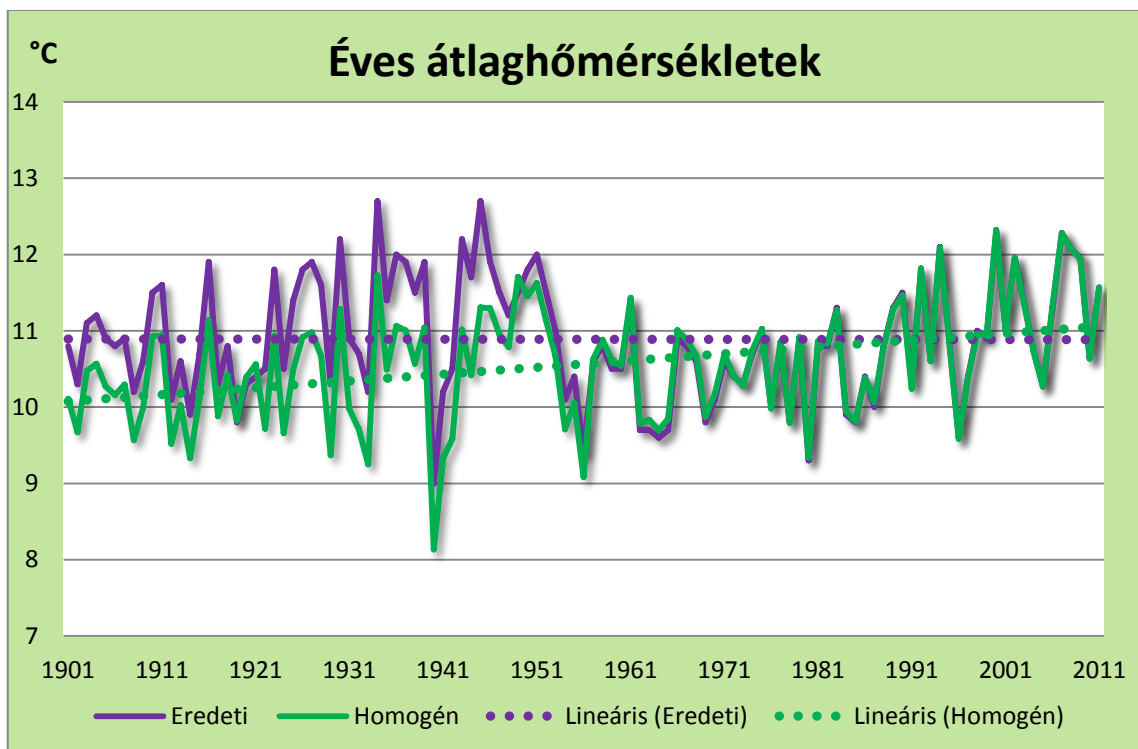
Magyarországon több mint száz éve folynak meteorológiai mérések. Ezen időszak alatt a mérési körülmények nem mindig feleltek meg a mostani elvárásoknak és a Meteorológiai Világszervezet (WMO) jelenlegi ajánlásainak. Az állomások elhelyezése és környezete a WMO ajánlásai szerint (WMO, 2008) világszerte egységes, ennek ellenére egy több évtizedes adatsorban a legtöbb esetben fellelhetők olyan hatások is, amelyek a mérési körülmények változását tükrözik. Az idő múlásával ugyanis az állomások környezete folyamatosan változott, ami ugyanúgy befolyásoló tényező, mint az áttelepítések, illetve az időben nem egyenletes mérési körülmények. Mindezek olyan mérési hibákat, inhomogenitásokat okozhatnak, amik sok esetben összemérhetők az éghajlati változások mértékével (Lakatos és Szentimrey, 2012).

Az éghajlati elemzések során elengedhetetlen tehát, hogy a mérési hibákat és a törések okozta inhomogenitásokat kiküszöböljük (Szentimrey, 2012). Az adatsorok homogenizálása során ez történik. Manapság a meteorológiai szolgálatok többségénél megfogalmazódott az igény homogenizált adatok készítésére, illetve használatára. Több homogenizációs eljárás is létezik, de mivel nehéz ez a problémakör, kevés az olyan ezek közül, ami valóban javít a sorokon. (Venema et al., 2012; Szentimrey, 2013). Az OMSZ Éghajlati Osztályán kifejlesztett MASH (Multiple Analysis of Series for Homogenization, Szentimrey) szoftver egy olyan homogenizáló eljárás, ami szigorú matematikai alapokon nyugszik. Képes arra, hogy korrigálja az adatsorokat, kiszűrje a mérésre ható, zavaró környezeti változásokat az éghajlatváltozás jelének megőrzése mellett.

A dolgozat készítése során a pécsi eredeti adatok kiterjesztése és a teljes homogén sor is rendelkezésemre állt. 1901. január 1-től 2011. december 31-ig. Az összehasonlító elemzéseket a napi hőmérsékleti szélsőségekre és átlagokra, valamint a napi csapadékösszegekre végeztük el. A következő fejezetben összehasonlítom az ellenőrzött, homogenizált adatsort az eredetivel, kifejezetten a tendenciák tekintetében.

3.2. A homogenizált és az eredeti hőmérsékleti sorok összehasonlítása

A pécsi eredeti és homogenizált adatsorok közötti eltérések mértékét több tényező határozza meg, a legfontosabb azonban az állomások korábbi elhelyezkedése. Mivel a homogenizálás során olyan adatsorhoz jutunk, mintha a mérések mindig a jelenlegi mérőhelyen folytak volna, a legnagyobb különbség a két idősor között a múlt évszázad első felében adódik, ami a 18. ábrán is jól látszik. Ebben az időszakban a mérések belvárosi környezetben folytak – többek között az Apáca utcában és Fertőtlenítő Intézetben (Ambrózy, 2011). A városias környezet hatása átlagosan közel 1 °C-kal magasabb értékeket eredményez a nyers adatokban. Az eredeti idősorban az 1937-es és az 1945-ös év a legmelegebb, a homogenizálás után azonban láthatjuk, hogy ez nem egy melegebb időszakot mutat, csupán a mérési körülményekből adódó kiugró értékek jelennek meg. A homogén adatsor értékeit sorba rendezve az öt legmelegebb évet már az 1994 és 2008 közötti intervallumban találjuk. Továbbá, ha az eredeti adatokra vonatkozó teljes időszakra lineáris trendet illesztünk, akkor már nem látszik növekvő tendencia, ami a globális változások mellett elvárható lenne. 1946-tól a mecsekalji repülőtéren folytatódó mérések során ez a különbség jelentősen lecsökkent, majd miután az állomást a pécs-pogányi repülőtérre költöztették (1956-ban), az átlagos eltérés kevesebb, mint 0,1 °C (18. ábra).



18. ábra
Eredeti és homogén adatsorok éves középhőmérsékletei Pécsen

3.3. Trendelemzés

Az eredeti és a homogenizált tendenciák összehasonlításához fontos, hogy azok jellemzőit számszerűsítve is láthassuk, az ábrák által sugallt változásokat alá is kell támasztani trend értékekkel. Ezek alapján megvizsgálhatjuk és összehasonlíthatjuk az éves és évszakos középhőmérsékletek, illetve az éves szélsőértékek változásainak mértékét. Továbbá a homogenizált csapadékadatokra is fontos ezt elvégezni, hogy hitelesebb képet alakíthassunk ki Pécs éghajlatáról.

Számításaimat a Microsoft Excel programban végeztem, az adatsorokra a LIN.ILL függvényt alkalmaztam, és az így kapott adatok segítségével számoltam ki a meredekségből és az időszak hosszából a változást. A szignifikancia vizsgálatához a LIN.ILL függvény alkalmazása során előálló F próba eredményét használtam. A változásokat kiszámoltam a teljes időszakra vonatkozóan, illetve az 1961-2011 és az 1981-2011 közötti intervallumokra is. Az időszakok kijelölése során figyelembe vettem, hogy a teljes sor mellett a legutóbbi fél évszázad és a legmelegebb harminc év tendenciáit is fontos megismerni, hogy a változás irányáról és mértékéről mind több tudással rendelkezünk. Az alábbi táblázatokban kiemeléssel jelöltem azon változásokat, amelyek 95%-os megbízhatósággal szignifikánsak.

3.3.1. Hőmérsékleti tendenciák, szélsőségek változása

Az éves középhőmérsékleti adatokat a teljes időszakra vetítve nagy különbség mutatkozik az eredeti és a homogén idősorok trendje között, hiszen előbbinek az értéke csökkenést mutat, míg utóbbi közel 1 °C-os a növekedést. Ennél nagyobb az emelkedés, ha azt az utolsó 30, illetve 50 évre nézzük. A 3. táblázatban is látszik, hogy összességében az 1961-2011 közötti években a legnagyobb a növekedés.

	Eredeti adatsor	Homogén adatsor
1901-2011	-0,01	0,99
1961-2011	1,41	1,31
1981-2011	1,07	1,06

3. táblázat
Éves középhőmérséklet változása (°C)

Az évszakos adatokhoz tartozó homogenizált trendek az őszi, 1961 és 2011 közötti időszak kivételével mind pozitív értéket adnak. A nyers adatokból képzett

évszakos adatok teljes intervallumra számított trendjei közül a nyár kivételével mindegyik évszak – a vártakkal ellentétben – csökkenő tendenciát mutat (4. táblázat). Ez a már korábban említett adathibák és inhomogenitások következménye.

TAVASZ		
	Eredeti adatsor	Homogén adatsor
1901-2011	-0,03	0,93
1961-2011	1,54	1,20
1981-2011	1,32	0,94

4.a. táblázat
Tavaszi középhőmérséklet változása (°C)

NYÁR		
	Eredeti adatsor	Homogén adatsor
1901-2011	0,25	1,02
1961-2011	1,97	1,40
1981-2011	1,61	1,02

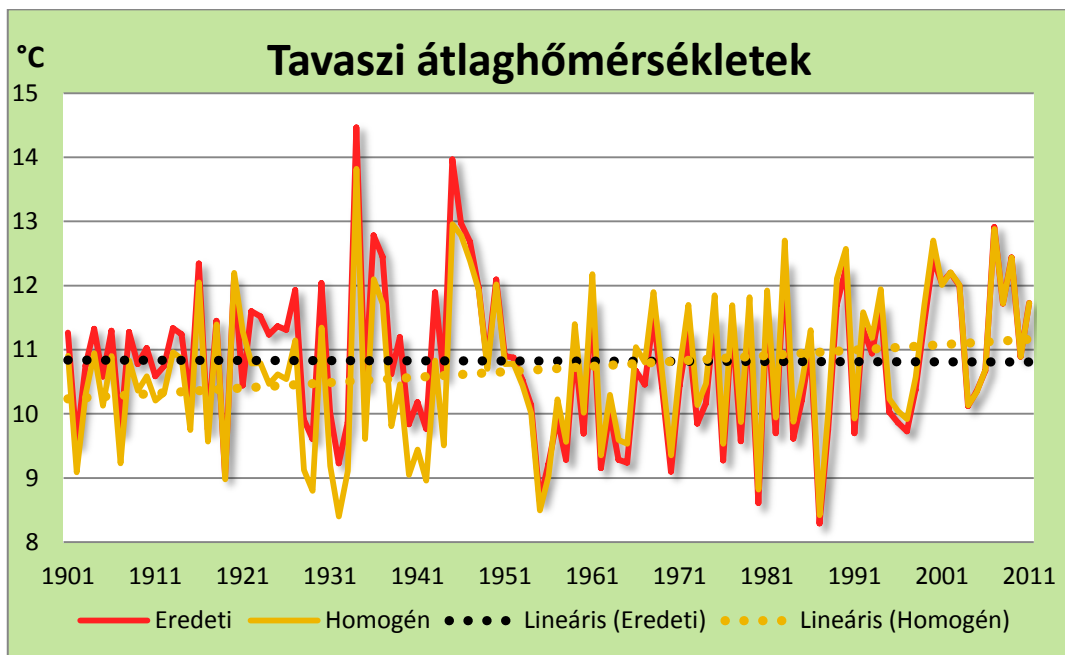
4.b. táblázat
Nyári középhőmérséklet változása (°C)

ŐSZ		
	Eredeti adatsor	Homogén adatsor
1901-2010	-0,11	0,43
1961-2010	0,07	-0,27
1981-2010	0,31	0,01

4.c. táblázat
Őszi középhőmérséklet változása (°C)

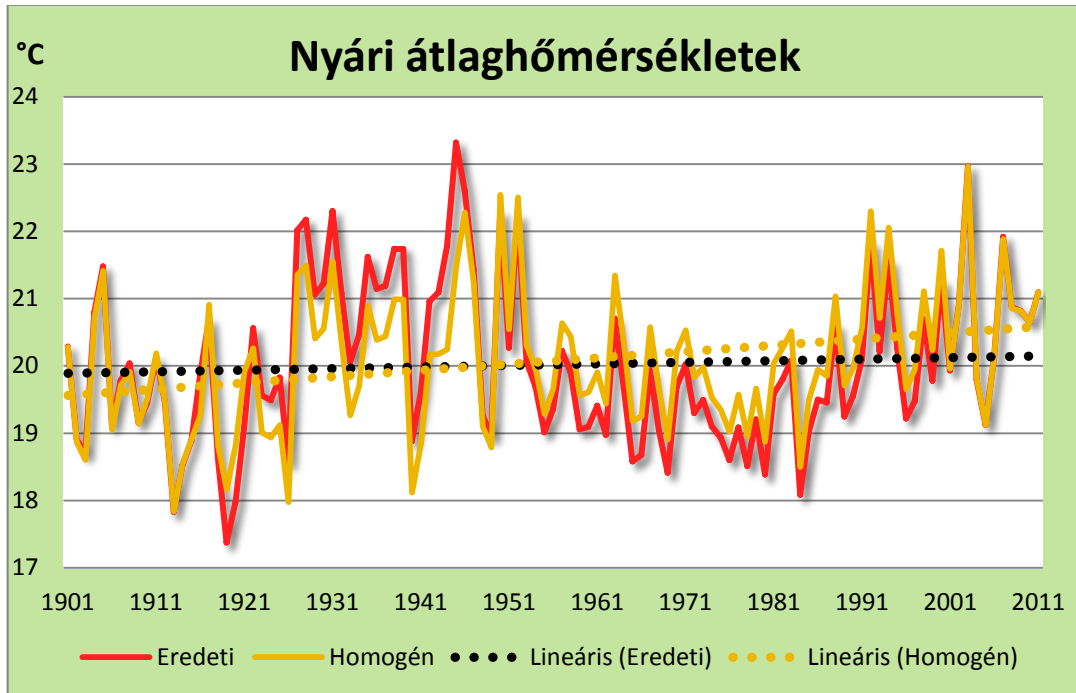
TÉL		
	Eredeti adatsor	Homogén adatsor
1901-2011	-0,56	1,07
1961-2011	1,53	2,17
1981-2011	0,52	1,12

4.d. táblázat
Téli középhőmérséklet változása (°C)



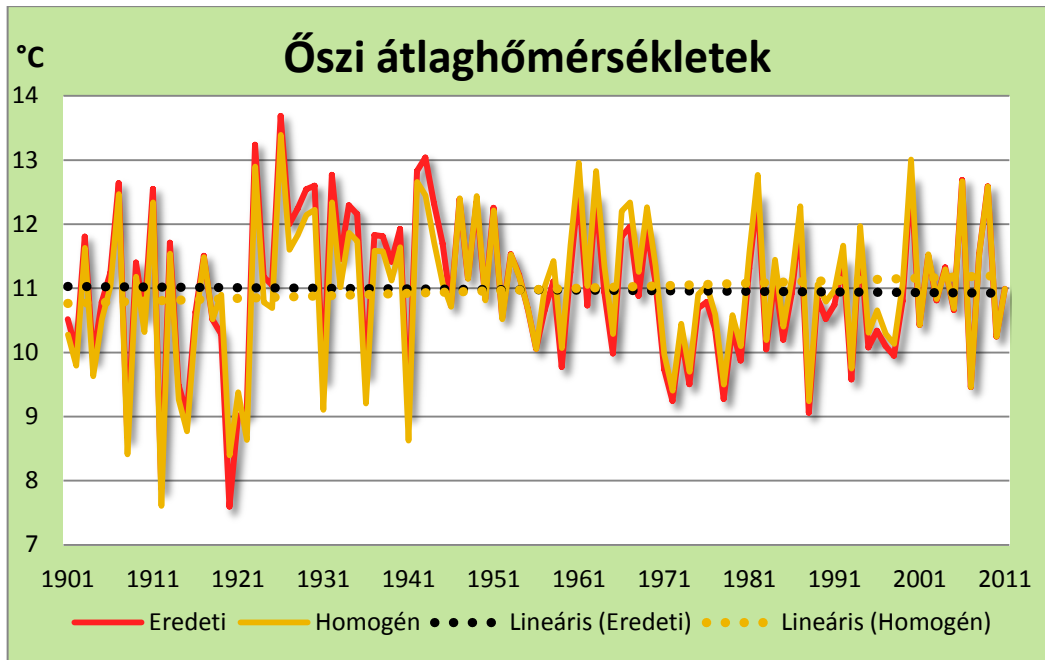
19. ábra
Eredeti és homogén adatsorok tavaszi középhőmérsékletei Pécssett

Pécs környezetében a tavaszi középhőmérsékletekben kettősség adódik, ha megvizsgáljuk az eredeti és a homogén adatsor közötti különbségeket. A homogenizáló eljárás az 1950-es évekig alacsonyabb értékeket ad, míg az ezt követő időszakban az eredeti adatok múlják alul a homogént. Ennek megfelelően a homogén adatsor trendje meredekebben emelkedik a nyers idősoréhoz képest (19. ábra).



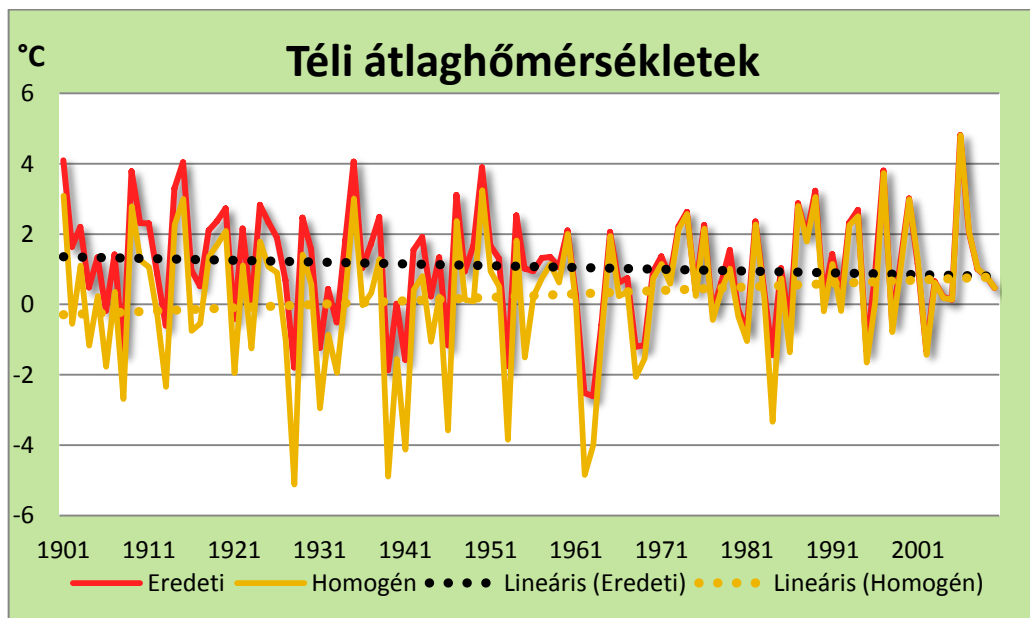
20. ábra
Eredeti és homogén adatsorok nyári középhőmérsékletei Pécsen

A nyári középhőmérséklet eredeti és homogén adatsora közötti eltérésről hasonlókat lehet elmondani, mint a tavaszi évszakéről. Az 1925 és 1945 közötti intervallum azonban külön kiemelendő, hiszen itt az eltérések még szembetűnőbbek. Több olyan év volt, amikor a különbség megközelítette az 1 °C-ot, sőt, két olyan év is volt, amikor jóval meghaladta azt (1944-ben 1,54 °C-kal és 1945-ben 1,84 °C-kal) (20. ábra).



21. ábra
Eredeti és homogén adatsorok tavaszi középhőmérsékletei Pécsen

A két adatsorból számolt őszi középhőmérsékletek esetében a különbség kisebb mértékű, mint a nyáriak esetén, a homogenizálás azonban az eredeti adatsor negatív trendje helyett pozitív eredményezett (21. ábra).



22. ábra
Eredeti és homogén adatsorok téli középhőmérsékletei Pécsen

Az összes évszak közül télen adódtak a legnagyobb eltérések a két adatsor között. Ezt bizonyítandó, nyolc olyan év is volt, amikor a különbség meghaladta a 2 °C-ot, sőt, a két legnagyobb eltérést mutató évben 3 foknál is nagyobb a különbség (1939/1940

telén 3,02 °C, illetve 1928/1929 telén 3,33 °C). Ezzel együtt a két trend között is igen jelentős az eltérés – mind előjelüket, mind értéküket tekintve (22. ábra).

Szembevetendő a homogenizáló eljárás maximum-, illetve minimumhőmérsékletek éves átlagaira gyakorolt hatása. A homogén adatsor vizsgálatokor mindkét szélsőérték változása szignifikáns mindhárom időszakra nézve. Ez nem mondható el az eredeti adatsorról, hiszen a maximumok esetén az utolsó három évtized, illetve a teljes időszak változása sem szignifikáns (5.a. táblázat). Ezen felül, a minimumhőmérsékletek 1901 és 2011 között aligha mutatnak változást (5.b. táblázat).

MAXIMUM		
	Eredeti adatsor	Homogén adatsor
1901-2011	0,28	0,93
1961-2011	1,53	1,46
1981-2011	1,01	1,09

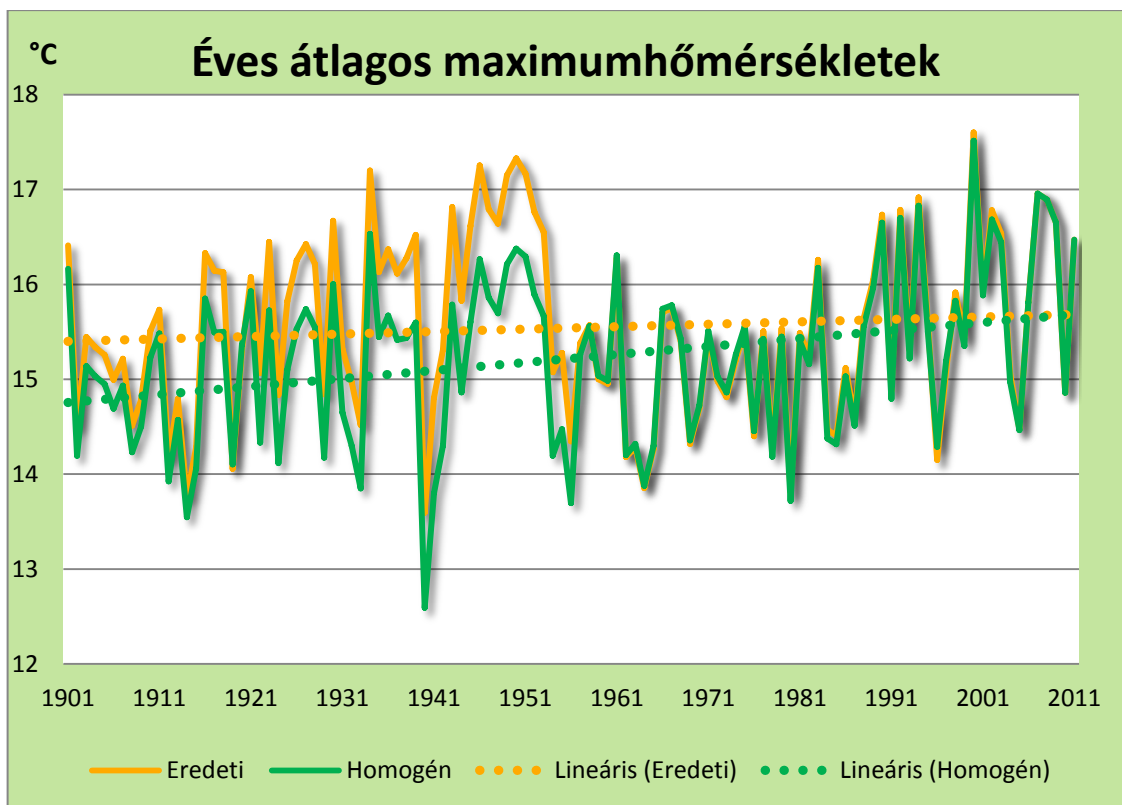
5.a. táblázat
Maximumhőmérséklet változása
(°C)

MINIMUM		
	Eredeti adatsor	Homogén adatsor
1901-2011	-0,03	0,94
1961-2011	1,28	1,22
1981-2011	0,96	0,93

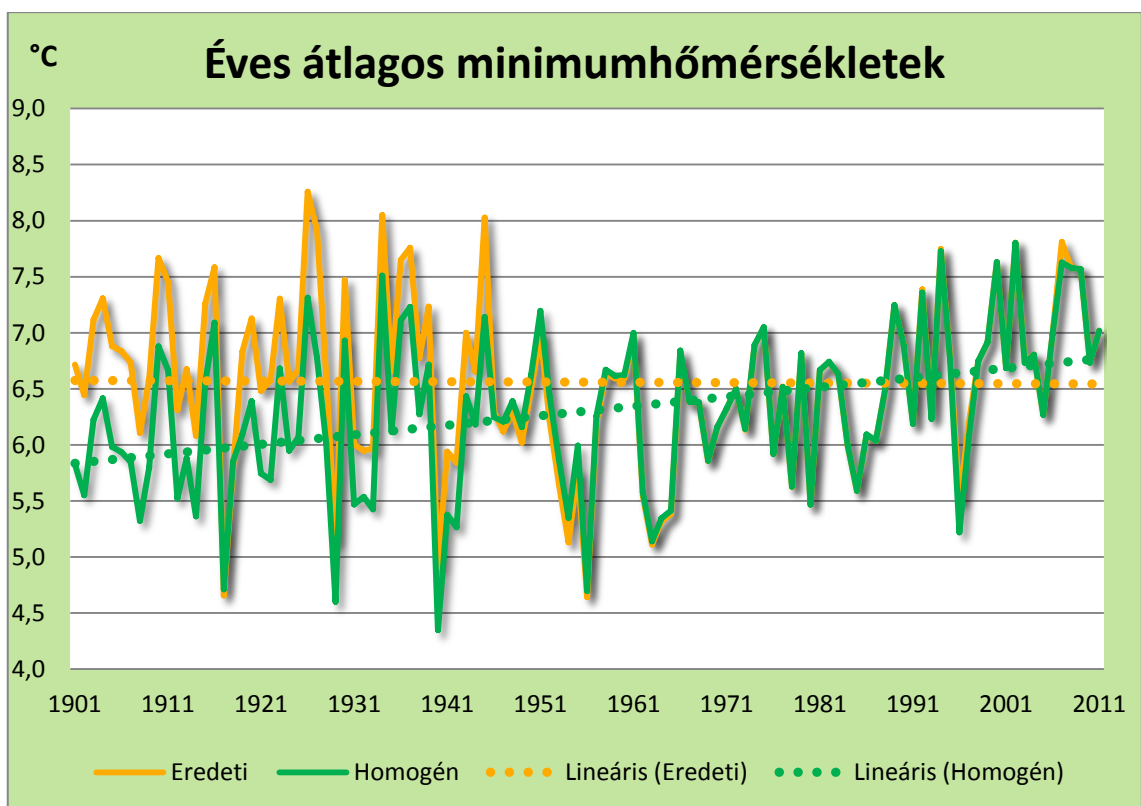
5.b. táblázat
Minimumhőmérséklet változása
(°C)

A két adatsorból számolt éves átlagos maximumhőmérsékletek közötti különbség a már korábban is tapasztaltakhoz hasonló. Az eredeti adatsorokból számolt értékek az 1950-es évek közepéig jóval felülmúlják a homogenizált adatokét. Ennek következtében meredekebb a homogén trendegyenes (23. ábra).

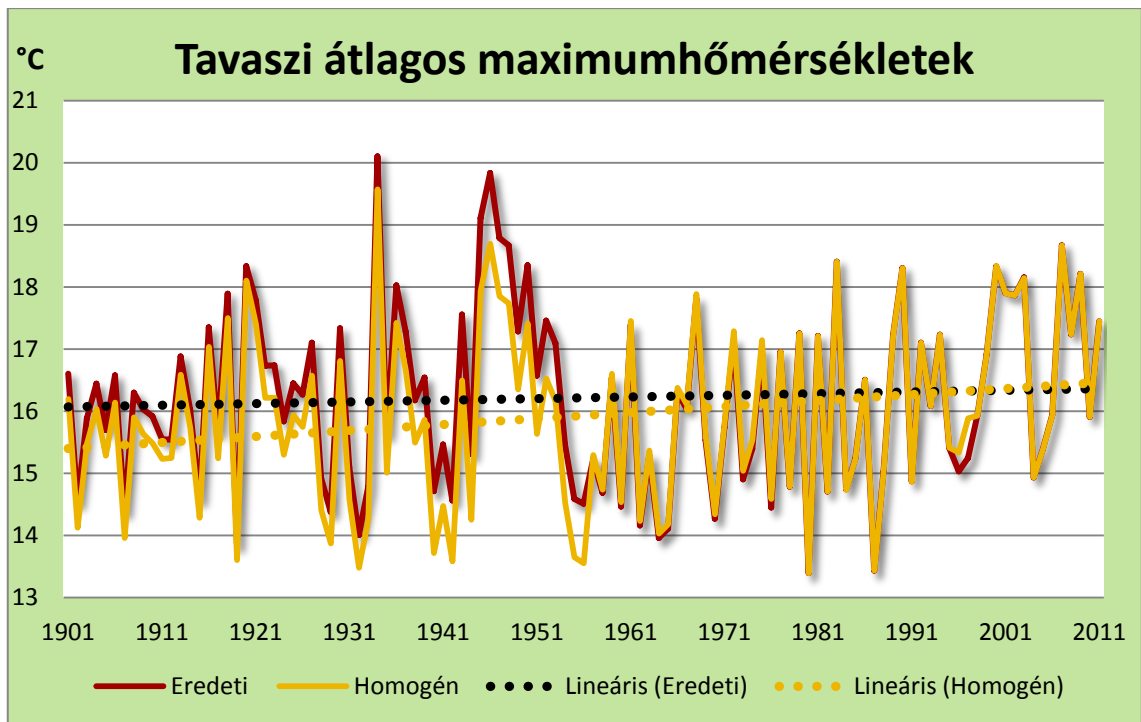
A helyzet a minimumhőmérsékletek esetén is hasonló, jelentősebb különbség a két adatsor között azonban csak az 1940-es évek elejéig tapasztalható. A két trend közötti eltérés viszont nagyobb, mint a maximumok esetén volt, hiszen itt az időszak első néhány évtizedében jellemzően nagyobb eltérések voltak, mint az előbb tárgyalt maximumoknál (24. ábra).



23. ábra
Eredeti és homogén adatsorok átlagos maximumhőmérsékletei Pécsen



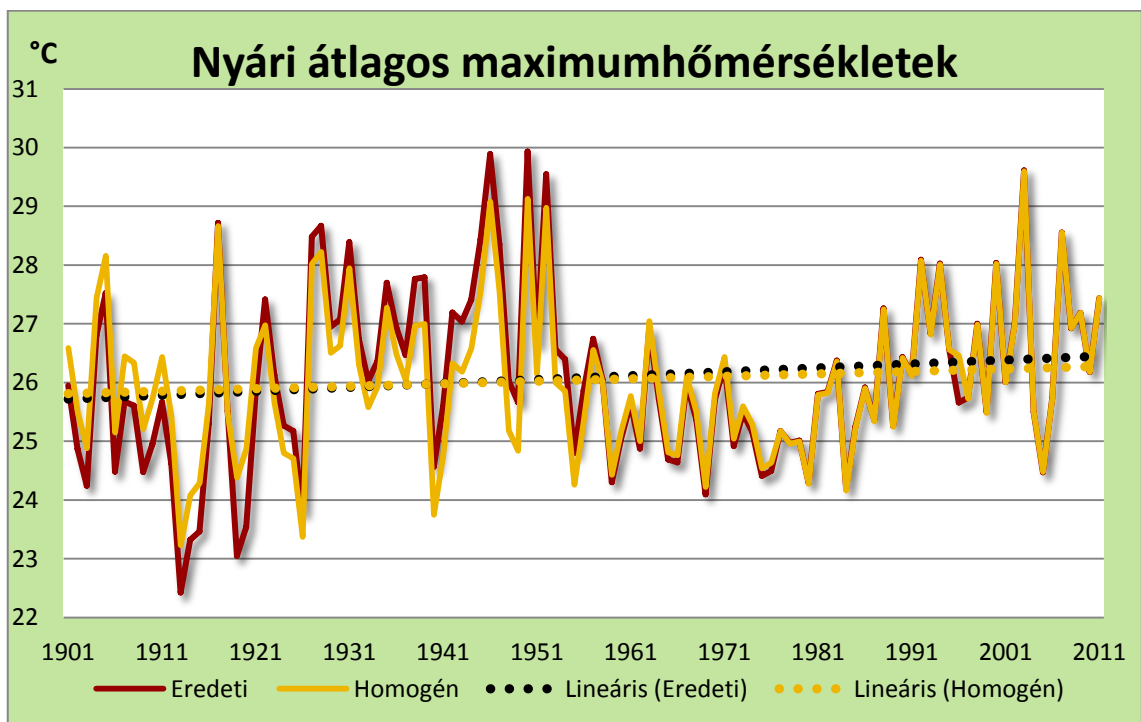
24. ábra
Eredeti és homogén adatsorok átlagos minimumhőmérsékletei Pécsen



25. ábra

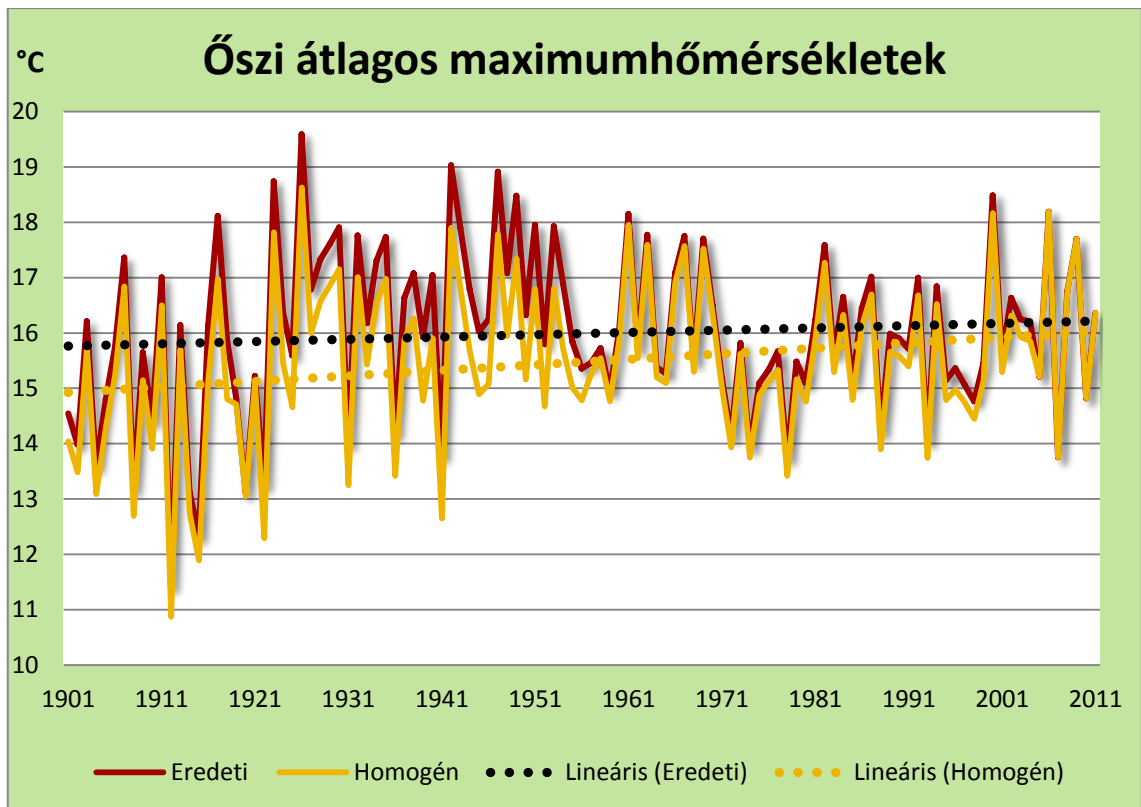
Eredeti és homogén adatsorok tavaszi átlagos maximumhőmérsékletei Pécssett

A tavaszi átlagos maximumhőmérsékletek tendenciái közötti különbség magyarázatára a 25. ábrán láthatjuk a magyarázatot. Mint azt korábban már több esetben láthattuk, az eredeti mérések az időszak első felében magasabbak, mint a homogenizált adatok.



26. ábra

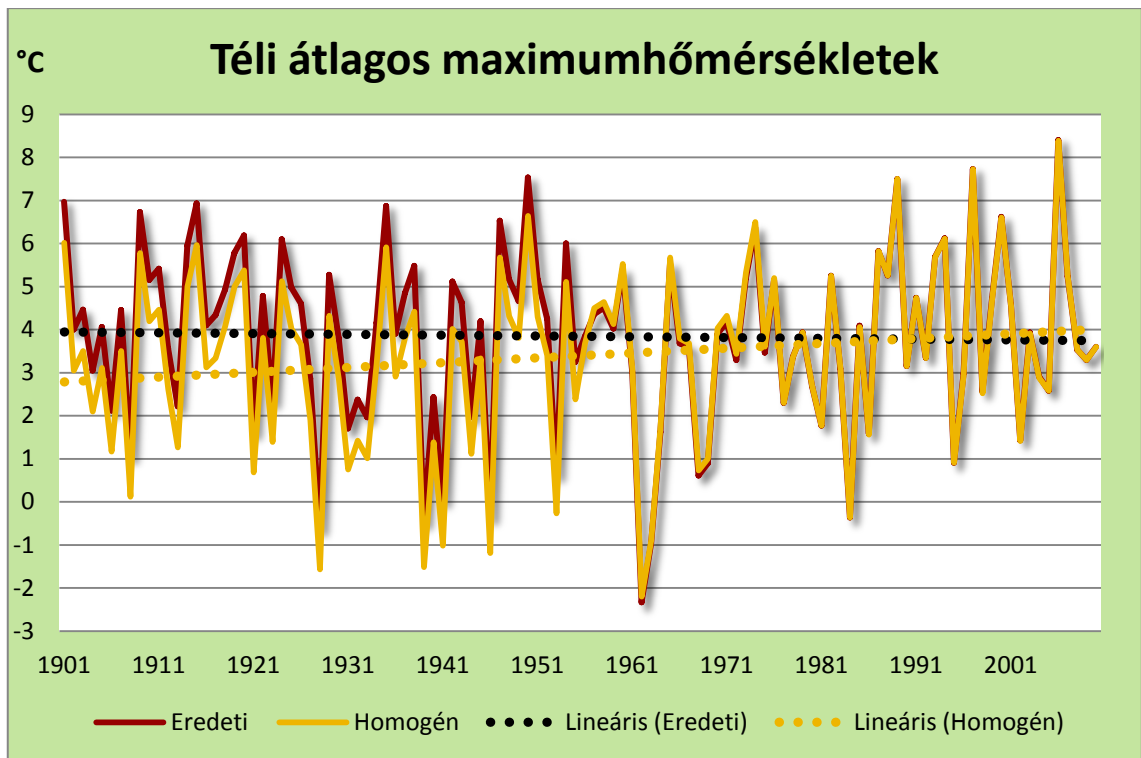
Eredeti és homogén adatsorok nyári átlagos maximumhőmérsékletei Pécssett



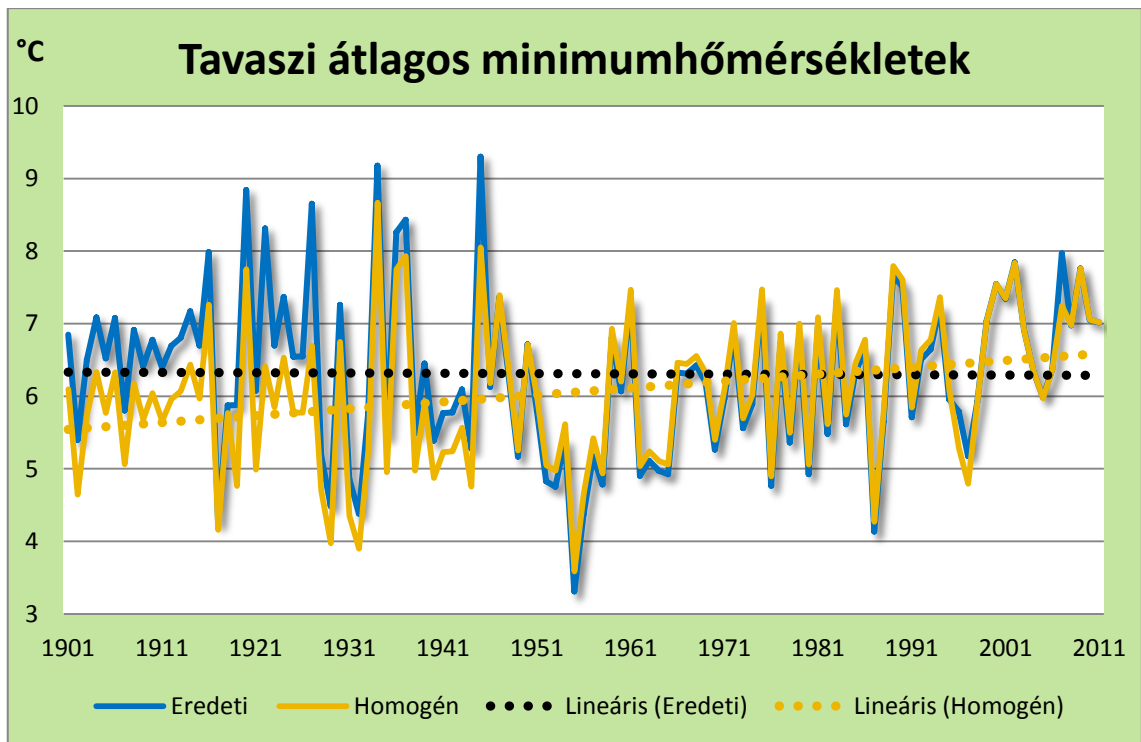
27. ábra
Eredeti és homogén adatsorok őszi átlagos maximumhőmérsékletei Pécsen

A nyári és az őszi átlagos maximumhőmérsékletek közül az utóbbiban találunk nagyobb eltérést, ha összehasonlítjuk az eredeti és a homogénizált adatokat. Ebben ugyanis a homogén adatsor – az 1960-as és a 2000-es éveket leszámítva – a teljes időszakban több tized fokkal elmarad az eredeti adatoktól (27. ábra).

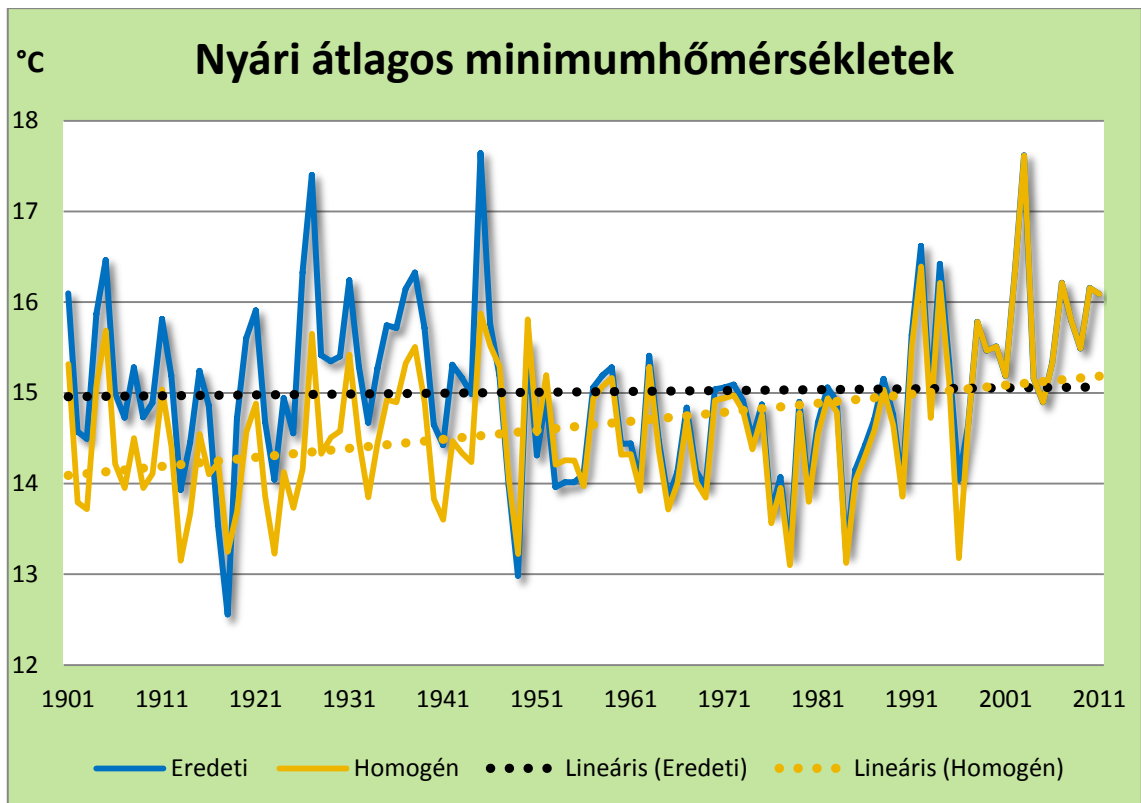
A téli átlagos maximumhőmérsékletek esetén is egyértelmű a homogénizáló eljárás alkalmazásának hatása. Az eredeti sor csökkenő tendenciája ellentétesre fordult, a homogén adatsorból számolt trend ugyanis – az elvárásoknak megfelelően – 1,2 °C-os emelkedést jelent (28. ábra).



28. ábra
Eredeti és homogén adatsorok téli átlagos maximumhőmérsékletei Pécsen



29. ábra
Eredeti és homogén adatsorok tavaszi átlagos maximumhőmérsékletei Pécsen

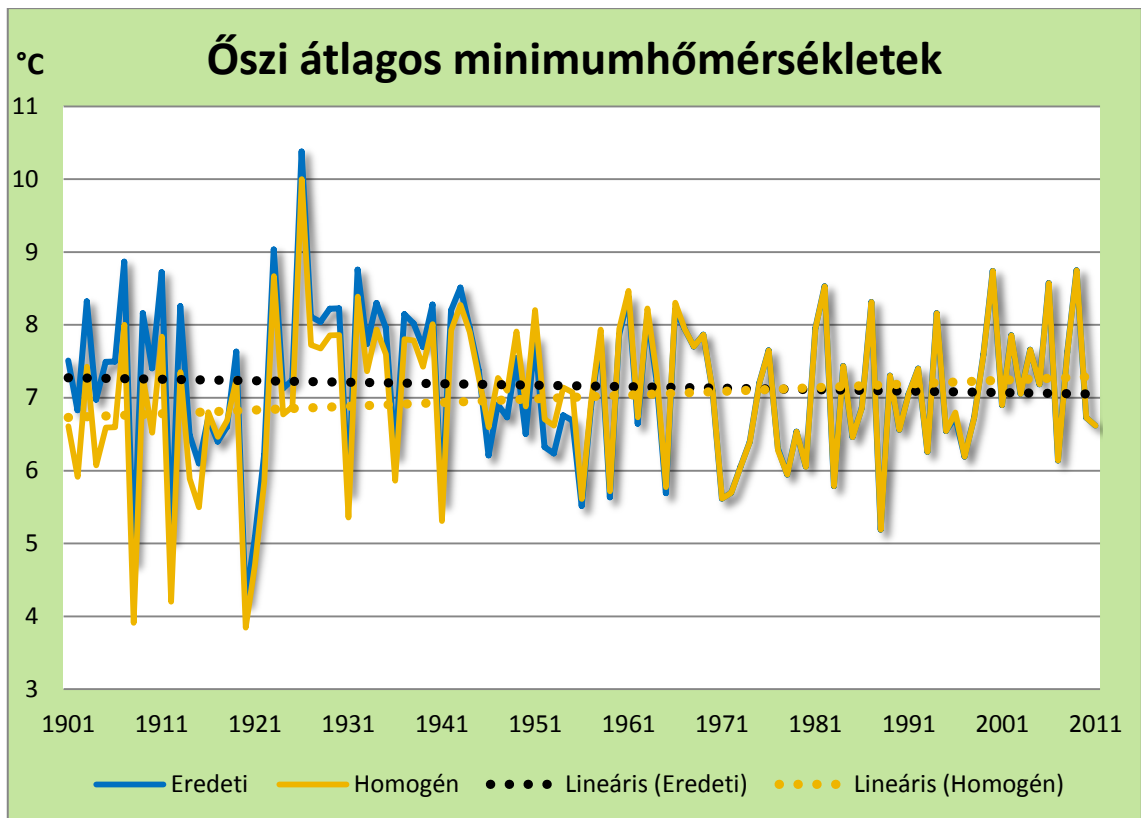


30. ábra

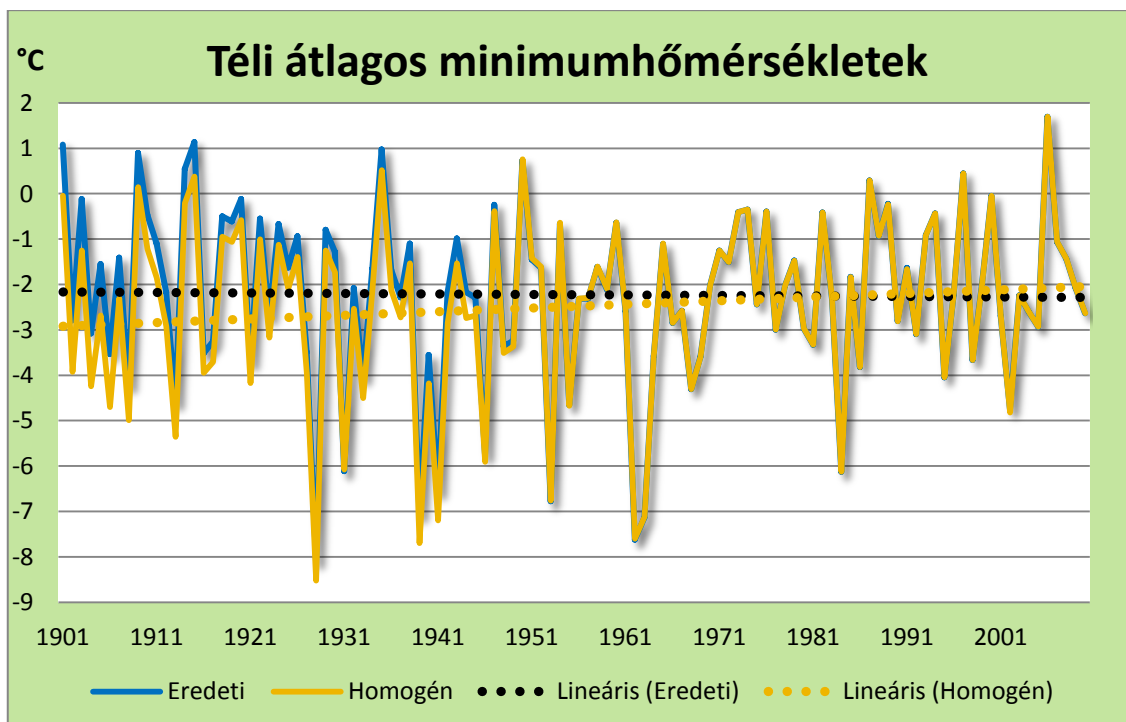
Eredeti és homogén adatsorok nyári átlagos maximumhőmérsékletei Pécsen

A tavaszi és a nyári átlagos minimumhőmérsékleteket vizsgálva (29. és 30. ábra) szintén láthatjuk, hogy az 1950-es évek előtt jelentős eltérések vannak a nyers és a kezelt adatsor között. A nyári adatok különbsége több évben meghaladja az $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot, sőt, 1926-ban a homogén adatsorból számolt érték közel $2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal volt alacsonyabb az eredetinél. Mivel a homogenizáló eljárás az évszázad első felére jóval alacsonyabb értékeket adott, a tendenciákban is jelentős eltérés adódott. Míg az eredeti adatsor trendje alig tér el a nullától, addig ezen érték homogén megfelelője mintegy $0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os emelkedést mutat, akárcsak a tavaszi trendek esetében.

Az őszi és a téli adatsorok (31. és 32. ábra) homogén és eredeti változatai közötti különbségről hasonlóak mondhatók el, azok mértéke azonban csekélyebb, mint az előbb tárgyalt másik két évszak esetében. Ennek megfelelően a trendek közötti eltérés is kisebb, de még így sem elhanyagolható. Az eredeti adatok alapján e két évszak átlagos minimumhőmérsékletének trendje csökkenő tendenciát mutat, míg a homogén trendek mindkét esetben emelkedést jeleznek.



31. ábra
Eredeti és homogén adatsorok őszi átlagos minimumhőmérsékletei Pécssett



32. ábra
Eredeti és homogén adatsorok téli átlagos minimumhőmérsékletei Pécssett

A trendelemzést elvégezhetjük származtatott paraméterekre, úgynevezett extrém klímaindexekre is (Klein Tank et al., 2003). Mint például a hőségnapok (azon napok,

amikor a napi maximumhőmérséklet legalább 30 °C), a fagyos napok (fagypont alatti minimumhőmérsékletű napok) és a meleg éjszakák (azok a napok, amikor a minimumhőmérséklet legalább 20 °C). A változás mértékét ezekre is kiszámoltuk (6., 7. és 8. táblázat). A homogenizáló eljárás már kiszűrte az állomás áthelyezés okozta törések hatását a napi szélsőértékekből. Pécs esetében ez főleg az 1930 és 1960 közötti időszakban igen jelentős. Az ezt követő időszakban az eredeti és a homogén adatsor közötti eltérés jóval alacsonyabb lett. Ez látszik a táblázatokban közölt, 1981 és 2011 közötti időszakra számolt változások értékében is.

HŐSÉGNAPOK SZÁMA		
	Eredeti adatsor	Homogén adatsor
1901-2011	2,64	4,41
1961-2011	16,4	16,01
1981-2011	10,62	11,76

6. táblázat
Hőségnapok változása (nap)

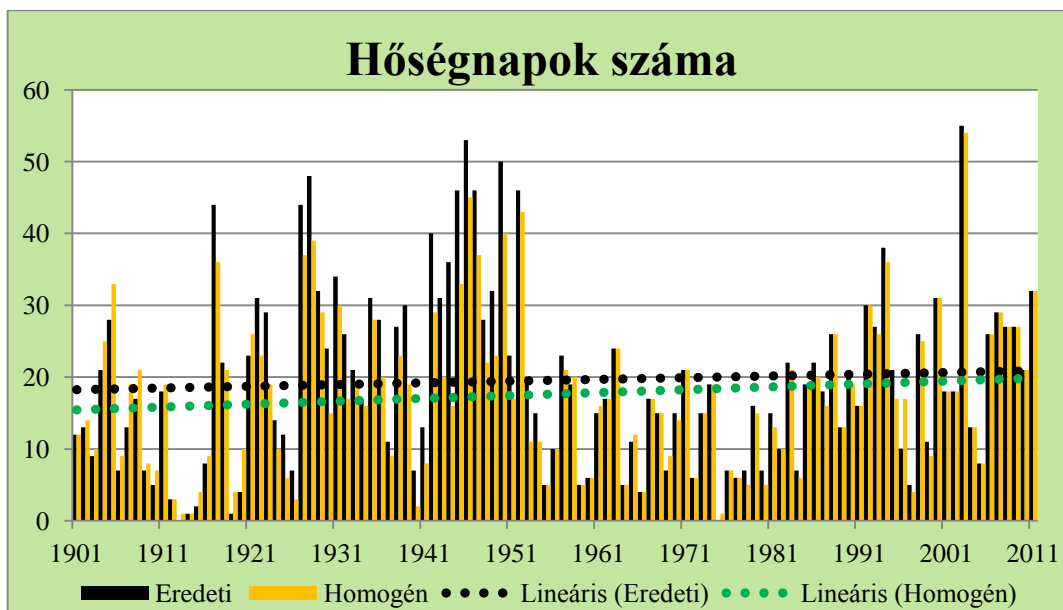
MELEG ÉJSZAKÁK SZÁMA		
	Eredeti adatsor	Homogén adatsor
1901-2011	-0,7	3,01
1961-2011	6,14	6,27
1981-2011	5,08	5,85

7. táblázat
Meleg éjszakák változása (nap)

FAGYOS NAPOK SZÁMA		
	Eredeti adatsor	Homogén adatsor
1901-2011	1,58	-11,9
1961-2011	-10,58	-8,87
1981-2011	-6,88	-3,79

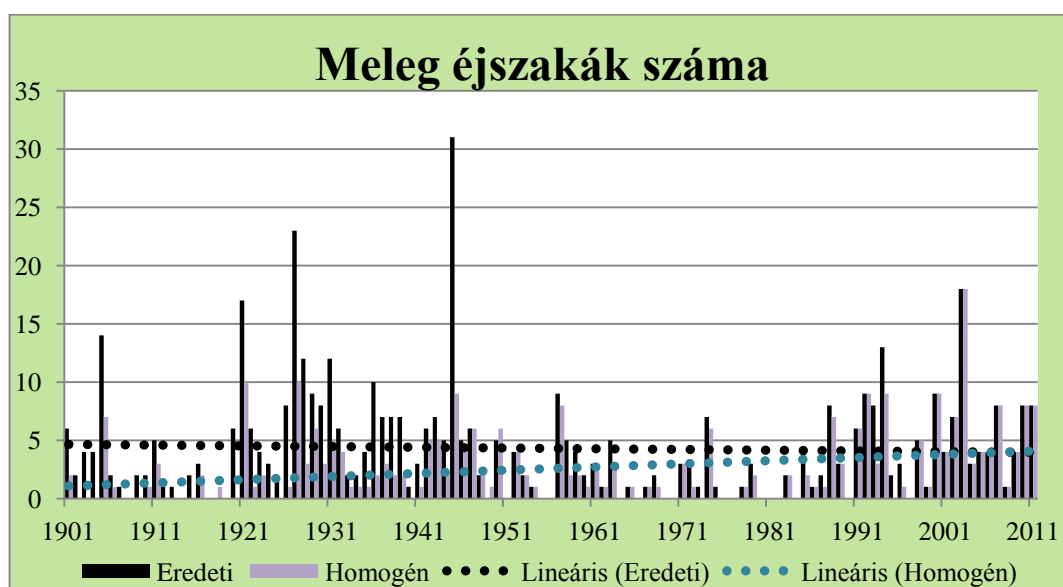
8. táblázat
Fagyos napok változása (nap)

A hőségnapokat külön vizsgálva látszik, hogy a homogén adatsorban 1920 és 1955 között hét helyett már csak kettő olyan év volt, amikor több mint 40 hőségnap alakult ki. Az 1960-as évektől kezdve e napok száma alacsony a többi évhez képest, azonban az 1980-as évek után – a globális trendeknek megfelelően – növekedés indul, és itt találjuk az vizsgált időszak legmagasabb értékét is (2003-ban 54 ilyen nap volt) (33. ábra).

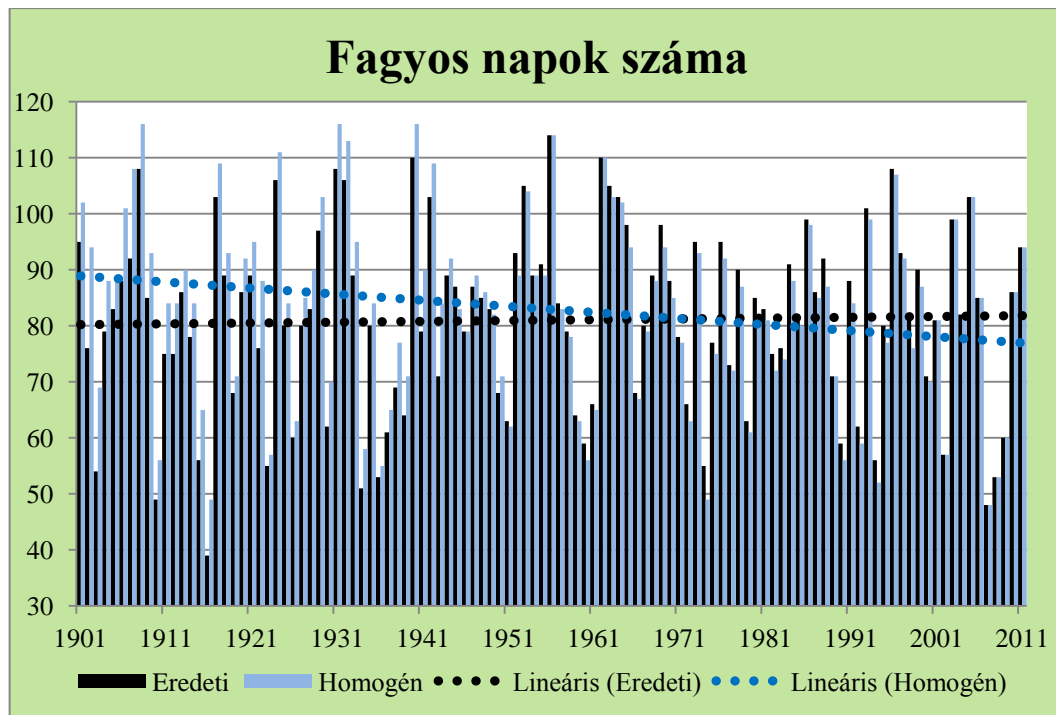


33. ábra
Hőségnapok száma Pécsen az 1901-2011 közötti időszakban homogén adatsor alapján

A meleg éjszakák számában még szembetűnőbb a homogenizáló eljárás okozta különbség. A 34. ábráról leolvasható, hogy az eredeti adatsorban az 1920-tól kezdődő három évtizedben öt olyan esztendő is volt, amiben több mint 10 meleg éjszaka lépett fel, sőt, két kiugró értéket is láthatunk: 1927-ben 23, míg 1945-ben 31 ilyen nap volt az eredeti adatok alapján. A MASH módszer segítségével kapott adatsorban ugyanis mindössze egy olyan év van, amiben e napok száma meghaladja a tízet. A legmagasabb értékeket egyértelműen az 1980-as évek közepétől találjuk, illetve a rekord is ebben az intervallumban van (2003-ban 18 ilyen nap volt).



34. ábra
Meleg éjszakák száma Pécsen az 1901-2011 közötti időszakban homogén adatsor alapján



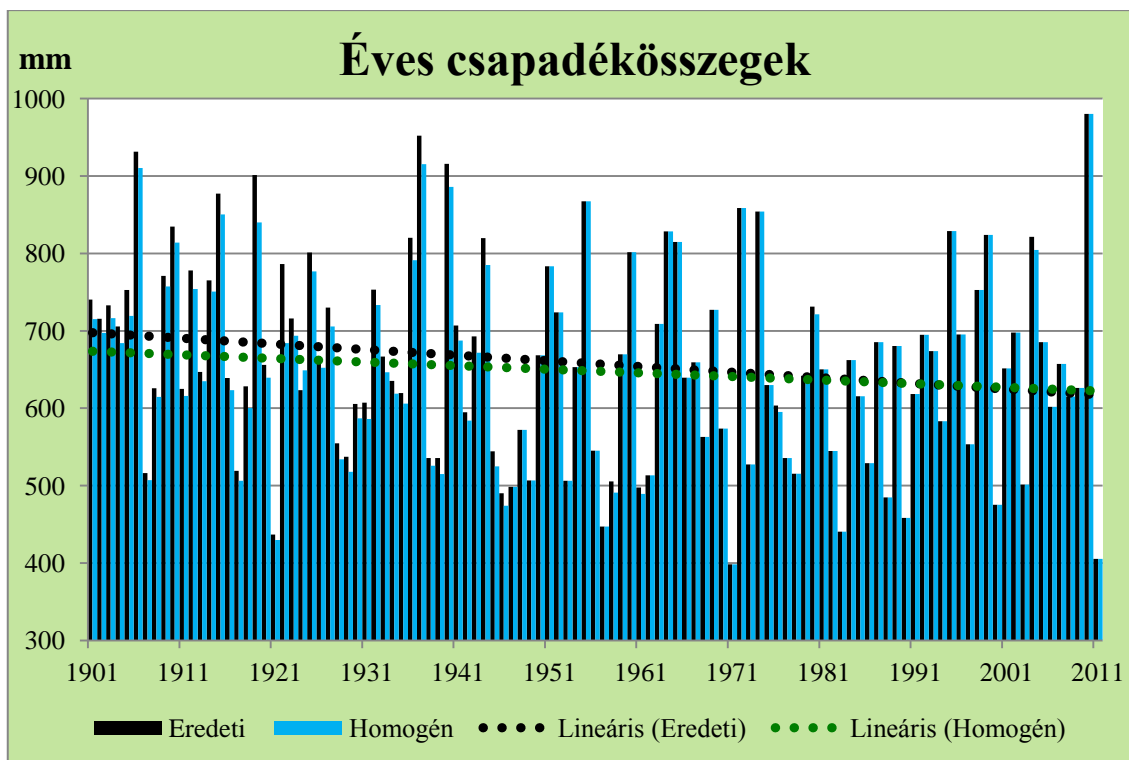
35. ábra

Fagyos napok száma Pécsen az 1901-2011 közötti időszakban homogén adatsor alapján

A fagyos napok számának trendje az eredeti és a homogén adatsor alapján közel sem egyezik meg. Míg az előbbi adat enyhe növekedést mutat, addig az utóbbi szignifikáns csökkenést jelez. Az adatsorokban azt is megfigyelhetjük, hogy az 1990-es évekig minden évtizedben legfeljebb egy vagy kettő olyan év volt, amikor a fagyos napok száma nem haladta meg a 60-at. Az 1990-es, illetve a 2000-es években azonban rendre három, illetve négy ilyen év is volt. A melegedéssel párhuzamosan csökkennek ugyan a hideg szélsőségek, de nem kizárt az előfordulásuk (35. ábra).

3.3.2. Csapadék tendenciák, szélsőségek változása

A csapadékadatok ellenőrzése, homogenizálása jóval nehezebb feladat, mint a hőmérsékleté, nemzetközileg is kevesen vállalkoznak erre (Venema et al., 2012). Éppen a feladat nehézsége miatt a MASH homogenizáló eljárás óvatosan kezeli a töréspontok kijelölését, leginkább az adathibák kiszűrésére szorítkozik (Szentimrey, 2008). Az eredeti adatok és a homogenizált sor eltérése ilyenformán nem annyira markáns, mint ahogy azt a hőmérsékleteknél láttuk. Hibás adatok itt is előfordulnak, fontos tehát az adatellenőrzés, homogenizálás a csapadék esetén is, mielőtt tendenciavizsgálatokat végzünk.



36. ábra
Eredeti és homogén adatsorok éves csapadékösszegei Pécssett

Ahol van különbség a homogén és az eredeti adatsor között, ott legtöbbször az előbbire adódik alacsonyabb érték, mivel a „kilógó” magas értékeket képes kiszűrni, korrigálni az eljárás. 1946 után eltérés már csak mindössze hat évben jelentkezik. Ebben az évben történt ugyanis az állomás áthelyezése a Mecsekalji repülőtér területére. Ebből következik, hogy az eredeti és a homogén adatsorok 1961-2011 és 1981-2011 közötti trendjei közel megegyeznek (36. ábra). A lineáris trend illesztését és a szignifikancia vizsgálatot a hőmérséklet trendelemzésével teljesen megegyező módon és módszerekkel végeztem.

	Eredeti adatsor	Homogén adatsor
1901-2011	-80,52	-51,38
1961-2011	26,31	26,52
1981-2011	98,54	96,9

9. táblázat
Éves csapadékösszeg változása (mm)

Az éves összegek trendjeiben kettősség alakult ki: a teljes időszakra adódó változások mindkét adatsor esetén csökkenő, míg az 1961-2011, illetve 1981-2011 közötti időszakra adódó változás növekvő, értékük azonban egyik esetben sem szignifikáns (9. táblázat).

A két adatsorból készített évszakos összegekben, az előbbieknél megfelelően, szintén csak a teljes időszak trendjeiben van számottevő különbség. Ezeket megvizsgálva látszik, hogy egyedül a nyári évszak mutat növekedést, a többi évszak csökkenő tendenciát jelez. Szignifikáns változást azonban így is csak tavasszal tapasztalunk a teljes időszakban. A két adatsor tendenciái közötti különbség az őszi hónapban szembetűnő csak: az eredeti adatok mintegy tízszer nagyobb csökkenést mutatnak, mint a homogén adatok a teljes időszakot lefedő intervallumban (10.a.-10.d. táblázatok).

TAVASZ		
	Eredeti adatsor	Homogén adatsor
1901-2011	-56,09	56,44
1961-2011	-11,73	-10,77
1981-2011	32,83	32,85

10.a. táblázat
Tavaszi csapadékösszeg változása (mm)

NYÁR		
	Eredeti adatsor	Homogén adatsor
1901-2011	26,43	25,44
1961-2011	0,63	-0,4
1981-2011	33,18	31,52

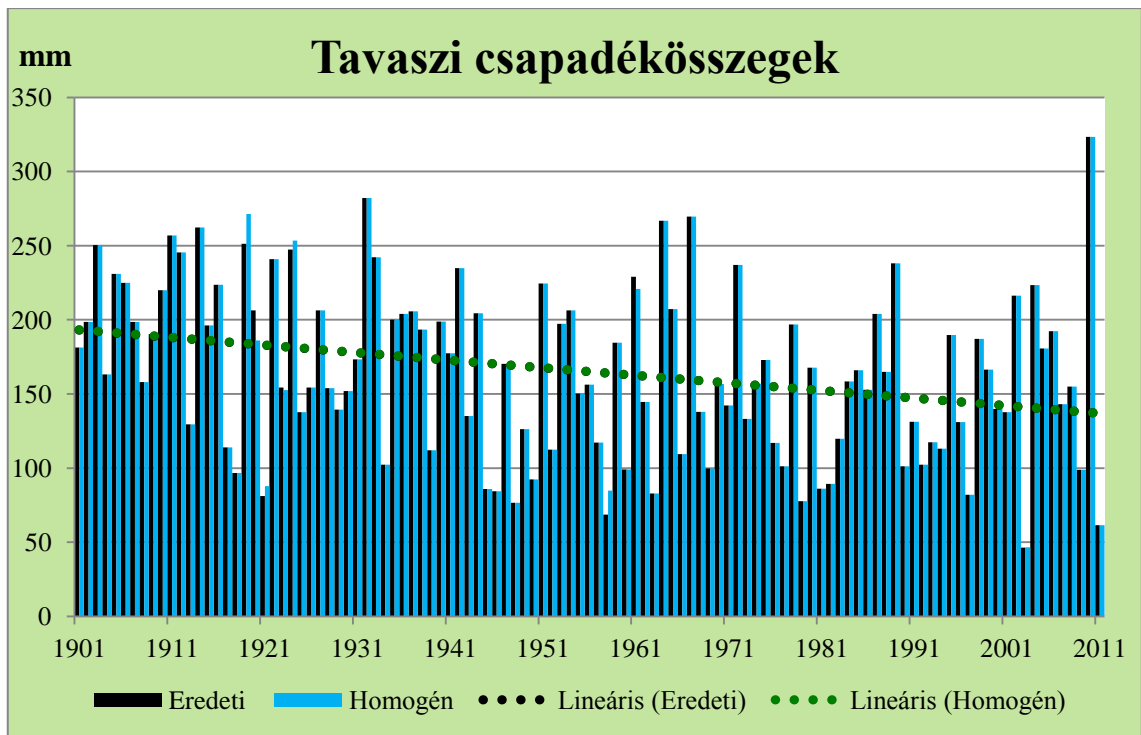
10.b. táblázat
Nyári csapadékösszeg változása (mm)

ŐSZ		
	Eredeti adatsor	Homogén adatsor
1901-2010	-31,35	-3,16
1961-2010	43,12	43,39
1981-2010	29,45	29,45

10.c. táblázat
Őszi csapadékösszeg változása (mm)

TÉL		
	Eredeti adatsor	Homogén adatsor
1901-2011	-18,74	-18,15
1961-2011	-8,47	-11,37
1981-2011	5,1	0,95

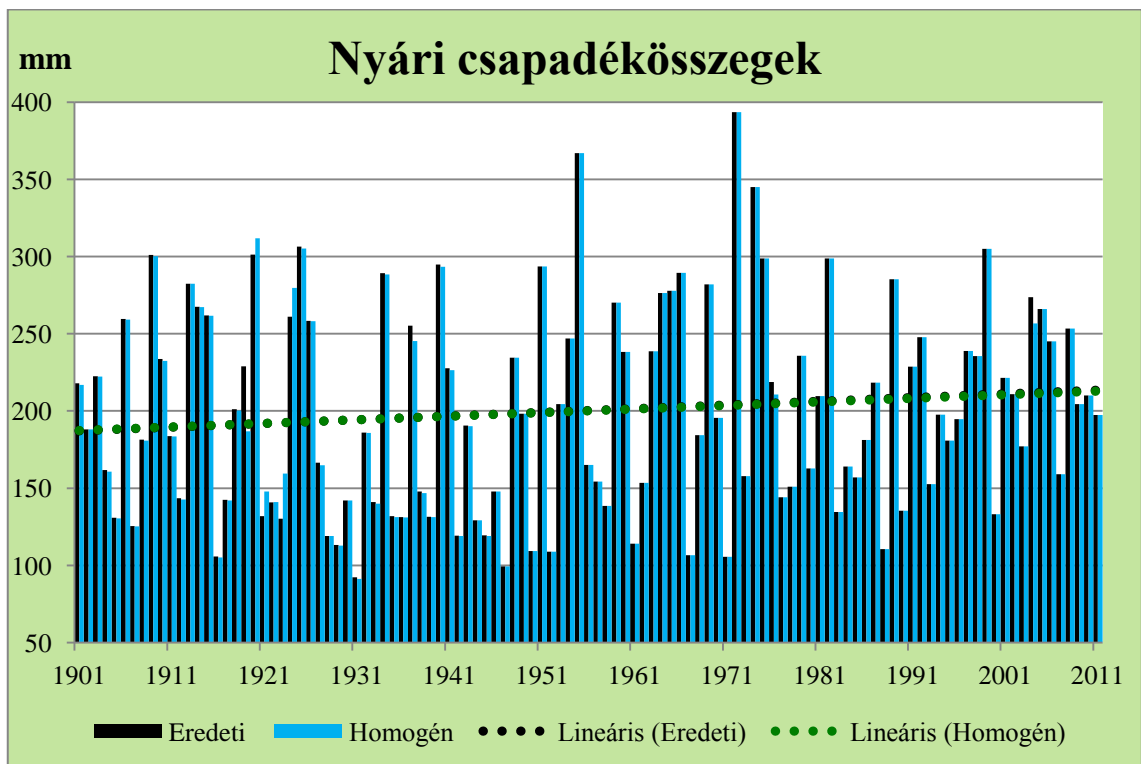
10.d. táblázat
Téli csapadékösszeg változása (mm)



37. ábra

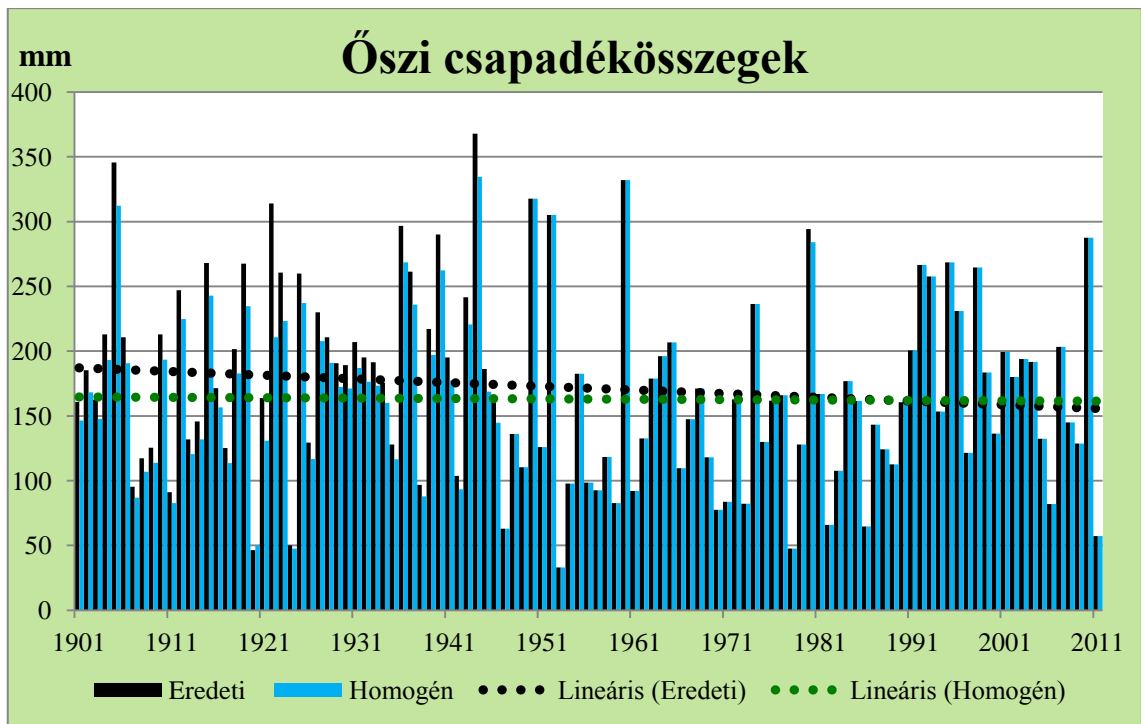
Eredeti és homogén adatsorok tavaszi csapadékösszegei Pécssett

Az éves adatoknak megfelelően a tavaszi adatsorok között sincsen jelentős különbség, többségben van azon évek száma, amikor a két adatsor között nincs eltérés. Ebből következik, hogy két trend között is minimális a differencia (37. ábra).



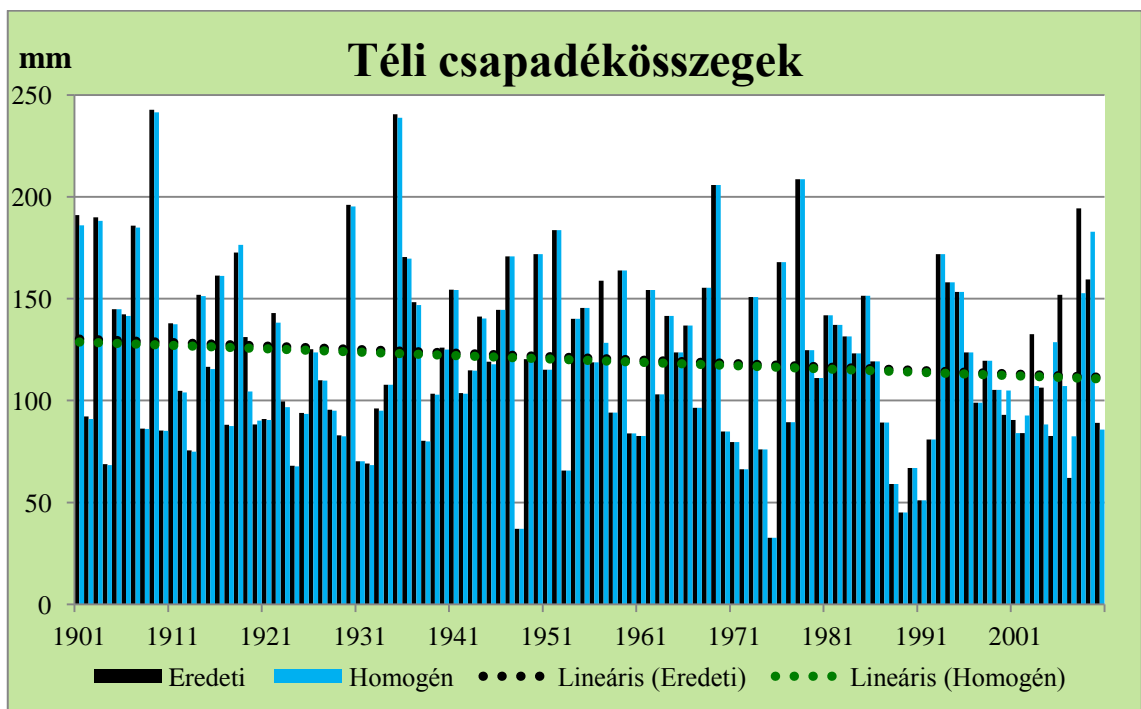
38. ábra

Eredeti és homogén adatsorok nyári csapadékösszegei Pécssett



39. ábra
Eredeti és homogén adatsorok őszi csapadékösszegei Pécssett

Nem meglepő módon, a többi évszak csapadékösszegeinél is hasonlókat tapasztalunk. A legnagyobb, szemmel látható eltéréseket az őszi adatsorokban találjuk. Látszik, hogy az 1940-es évek közepétől fogva ebben az esetben is csak néhány évben találunk eltérést (38., 39. és 40. ábra).



40. ábra
Eredeti és homogén adatsorok tavaszi csapadékösszegei Pécssett

A csapadékadatok jellemzésére, a szélsőségek leírására használhatunk klímaindexeket, hasonlóan, mint ahogy a hőmérséklet esetén tettük. Ilyen például a csapadékos napok száma, ami esetünkben az 1 mm feletti napi csapadékú napokat jelenti. A két adatsor között ebben az esetben is csak a vizsgált időszak első felében látszik különbség (41.ábra). Ennek következtében a homogén éves és évszakos változások az 1961-2011 és 1981-2011 közötti időszakban megegyeznek az eredeti adatok változásaival. Szignifikáns változást csak a teljes időszakra kapunk, ezen belül is csak az éves, a tavaszi és a téli adatokra (11. és 12.a.-12.d. táblázatok).

	Eredeti adatsor	Homogén adatsor
1901-2011	-16,49	-18,72
1961-2011	-3,14	-3,14
1981-2011	3,77	3,77

11. táblázat
Csapadékos napok számának változása

TAVASZ		
	Eredeti adatsor	Homogén adatsor
1901-2011	-6,95	-7,62
1961-2011	-3,8	-3,8
1981-2011	-3,8	-3,8

12.a. táblázat
Csapadékos napok tavaszi számának változása

NYÁR		
	Eredeti adatsor	Homogén adatsor
1901-2011	-1,31	-2,21
1961-2011	0,2	0,2
1981-2011	2,15	2,15

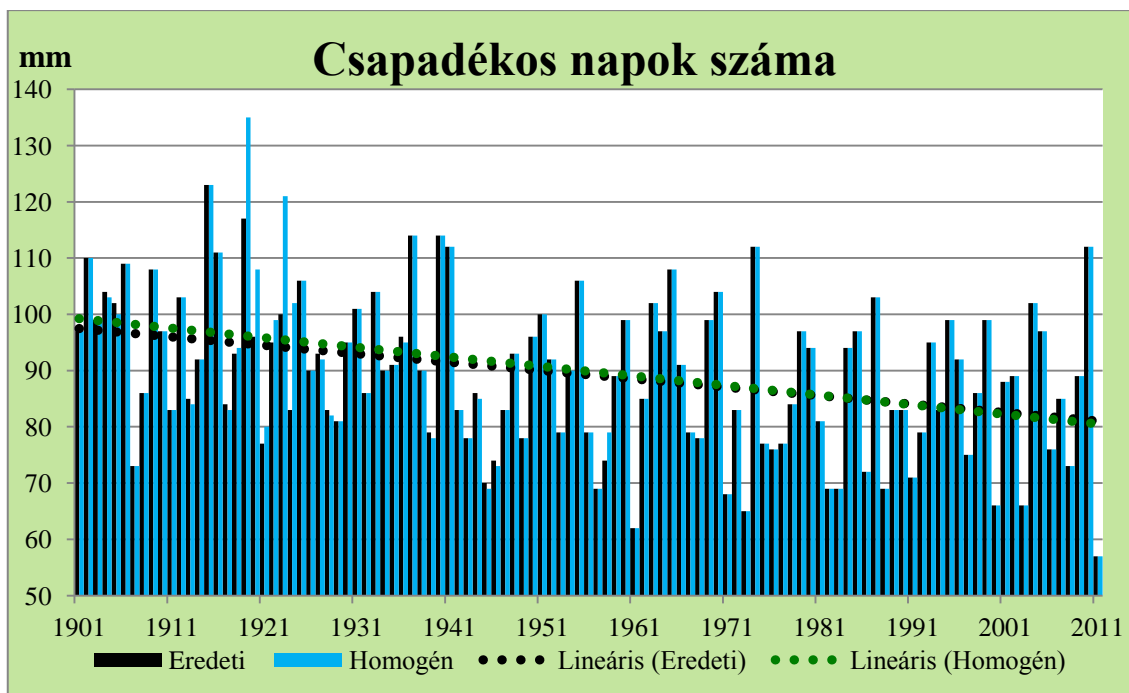
12.b. táblázat
Csapadékos napok nyári számának változása

ŐSZ		
	Eredeti adatsor	Homogén adatsor
1901-2011	-3,93	-3,92
1961-2011	1,41	1,41
1981-2011	1,29	1,29

12.c. táblázat
Csapadékos napok őszi számának változása

TÉL		
	Eredeti adatsor	Homogén adatsor
1901-2011	-4,32	-5
1961-2011	-1,48	-1,48
1981-2011	4,25	4,25

12.d. táblázat
Csapadékos napok téli számának változása



41. ábra
Csapadékos napok száma az eredeti és a homogén adatsor alapján Pécssett

A heves, zivataros időjárási események gyakran jelentős mennyiségű csapadékkal járnak. A nagy csapadékok alakulását nyomon követhetjük azon napok számával, amikor a napi csapadékmennyiség meghaladja a 20 mm-t. Az éves, illetve évszakos trendek közül mindössze egy esetben, az őszi, 1961-2011 közötti időszak tendenciája szignifikáns. A változás a többi vizsgált esetben nem számottevő (13. és 14.a.-14.d. táblázatok), a csapadék tendenciák egyéb vizsgálatok szerint is bizonytalanok térségünkben (Lakatos és Bihari, 2011).

	Eredeti adatsor	Homogén adatsor
1901-2011	-0,33	0,64
1961-2011	1,34	1,34
1981-2011	2,15	2,15

13. táblázat
20 mm feletti napi csapadékösszegek változása

TAVASZ		
	Eredeti adatsor	Homogén adatsor
1901-2011	-0,71	-0,65
1961-2011	-0,06	-0,06
1981-2011	1,13	1,13

14.a. táblázat
Tavaszi, 20 mm feletti napi csapadékösszegek változása

NYÁR		
	Eredeti adatsor	Homogén adatsor
1901-2011	0,68	0,82
1961-2011	-0,24	-0,24
1981-2011	0,92	0,92

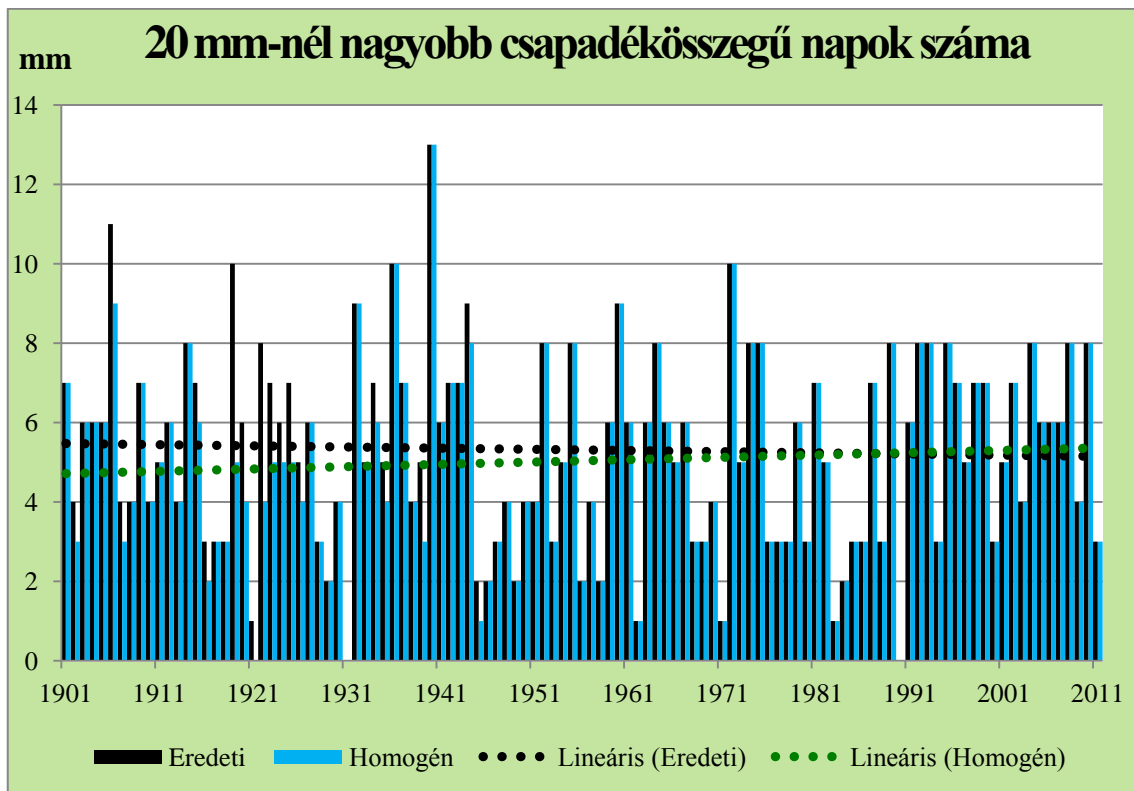
14.b. táblázat
Nyári, 20 mm feletti napi csapadékösszegek változása

ŐSZ		
	Eredeti adatsor	Homogén adatsor
1901-2011	-0,12	0,58
1961-2011	1,78	1,78
1981-2011	0,42	0,42

14.c. táblázat
Őszi, 20 mm feletti napi csapadékösszegek változása

TÉL		
	Eredeti adatsor	Homogén adatsor
1901-2011	-0,13	-0,06
1961-2011	-0,15	-0,15
1981-2011	-0,15	-0,15

14.d. táblázat
Téli, 20 mm feletti napi csapadékösszegek változása



42. ábra
20 mm-nél nagyobb csapadékösszegű napok száma az eredeti és a homogén adatsor alapján Pécssett

A 42. ábra alapján elmondható, hogy a 20 mm-nél nagyobb csapadékösszegű napok számában a XX. század első felében volt szükség nagyobb mértékű korrekcióra. A két adatsor között 1919-ben van a legnagyobb különbség, ebben az évben ugyanis a homogén adatsor 5 ilyen napot eredményez, ami fele az eredeti adatsorból számított értéknek. A homogén sor növekedést jelez, de ez még nem éri el a szignifikáns mértéket.

Összefoglalás

Szakdolgozatom egyik fő eredménye, hogy az Országos Meteorológiai Szolgálat honlapján található budapesti, szegedi, szombathelyi és debreceni 100 éves sorok mintájára, azok forráskódjának felhasználásával kifejlesztettem Pécs állomás sorának webes tartalmát. A dolgozatban az állomástörténeti leírást fotókkal illusztrálom, a műszerek és elemek és napi adatok mérésének és számításának módszereit is bemutatom, ami megkönnyíti az adatok értelmezését. Az eredeti mérésekből származó napi hőmérséklet, csapadék és napfénytartam adatok alapján éghajlati elemzést is készítettem, elemzéseimet grafikonokkal támasztom alá. Az angol nyelvű változathoz lefordítottam az állomás történetet és az éghajlati elemzést is a korábbiak mintájára. Az első két fejezet jól elkülönül a harmadik fejezettől, mivel ezekben a már elkészült állomásokhoz hasonlóan, több esetben megegyezően kellett elvégezni a webes tartalmak kidolgozását.

A másik fő eredmény, hogy elvégeztem az eredeti pécsi mérések és a homogenizált adatok összehasonlító elemzését a napi átlag, a minimum - és a maximumhőmérséklet, valamint a napi csapadékösszegek tekintetében. A homogenizálás kiszűrte az adathibákat és az állomás költözése miatt jelentkező töréseket. Elemzéseim túlnyúlnak az első két fejezet időszakán, kiterjednek egészen 2011-ig. A harmadik fejezetben a vizsgálatok kifejezetten a tendenciákra vonatkoznak. Több időszakra végeztem trendelemzést, 1901-2011-re, 1961-2011-re és 1981-2011-re. Az eredeti és a homogenizált trendek a hőmérséklet esetén nagy különbségeket mutatnak, mivel 1946 februárjáig városias környezetben folytak a mérések, ezután viszont a hűvösebb klímájú Mecsekalji repülőtérre költözött az állomás. Az eredeti sorokban nem szignifikáns a melegedő tendencia, a homogenizált adatok viszont jól tükrözik a nagyobb léptékű hőmérsékleti változásokat, az egyes időszakokra és évszakokra eltérő értékekkel. A tavaszi és a nyári hőmérséklet emelkedés a legszembetűnőbb Pécsen a homogenizált adatok alapján. A hőségnapok és a meleg éjszakák növekedése és a fagyos napok csökkenése a melegedést támasztja alá. A csapadék változások a hosszú időszakra csökkenő, de még nem szignifikáns változást mutatnak az éves összegben. A tavaszi csökkenés az egyedüli szignifikáns változás 1901-től 2011-ig. A csapadékos napok száma ősszel csökkent 1901-től, a nagycsapadékos napokat (20 mm fölötti) is vizsgáltam, a pozitív trend azonban nem szignifikáns ez esetben.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném köszönetemet kifejezni témavezetőmnek, dr. Lakatos Mónikának, dolgozatom megírásához nyújtott körültekintő útmutatásaiért és számos szakmai tanácsáért. Németh Ákosnak köszönöm, hogy segített a fotók kiválogatásában, Gregori Viktornak pedig a html kód felülvizsgálatát.

Köszönet illeti továbbá tanszéki konzulensemét, dr. Matyasovszky Istvánt.

Irodalomjegyzék

- Ambrózy P., 2011: Pécs állomástörténeti leírása. Belső dokumentum. *Országos Meteorológiai Szolgálat*.
- Klein Tank, A.M.G., Können, G.P., 2003: Trends in indices of daily temperature and precipitation extremes in Europe, 1946-99. *J. Climate*, 16, 22, 3665-3680.
- Konkolyné Bihari Z., Lakatos M., Szalai S., 2008: Magyarország éghajlatáról. Változékonyság térben és időben. OMSZ-kiadvány.
- Lakatos M., Bihari Z., 2011: A közelmúlt megfigyelt hazai tendenciái. In: Bartholy J., Bozó L., Haszpra L., Major Gy. (Szerk.), Klímaváltozás – 2011. Magyar Tudományos Akadémia és az Eötvös Loránd Tudományegyetem Meteorológiai Tanszéke, Budapest, 149-169.
- Lakatos M., Szentimrey T., 2011: A klímaváltozással kapcsolatos elemzéseknél az adatminőség kulcsfontosságú! *Légkör*, 56. évf., 3. szám, 116-119.
- Szentimrey, T., 1999: Multiple Analysis of Series for Homogenization (MASH), Proceedings of the Second Seminar for Homogenization of Surface Climatological Data. WCDMP No. 41, World Meteorological Organization, Budapest, 27-46.
- Szentimrey, T., 2008: Development of MASH homogenization procedure for daily data, Proceedings of the Fifth Seminar for Homogenization and Quality Control in Climatological Databases. WCDMP-No. 71, World Meteorological Organization, Budapest, 123-130.
- Szentimrey T., 2011: Éghajlati adatsorok elemzése, homogenizálása. In: Bartholy J., Bozó L., Haszpra L. (Szerk.), Klímaváltozás – 2011. (Klímaszcenáriók a Kárpát-medence térségére). Magyar Tudományos Akadémia és az Eötvös Loránd Tudományegyetem Meteorológiai Tanszéke, Budapest, 38-42.
- Szentimrey T., 2013: Theoretical Questions of daily data homogenization and daily benchmark results for MASH, Proceedings of the Seventh Sixth Seminar for Homogenization and Quality Control in Climatological Databases, jointly

organized with the Meeting of COST ES0601 (HOME) Action MC Meeting. WCDMP-No. 78, World Meteorological Organization, Budapest, 45-55.

V. K. C. Venema, O. Mestre, E. Aguilar, I. Auer, J. A. Guijarro, P. Domonkos, G. Vertacnik, T. Szentimrey, P. Stepanek, P. Zahradnicek, J. Viarre, G. Müller-Westermeier, M. Lakatos, C. N. Williams, M. J. Menne, R. Lindau, D. Rasol, E. Rustemeier, K. Kolokythas, T. Marinova, L. Andresen, F. Acquotta, S. Fratianni, S. Cheval, M. Klancar, M. Brunetti, C. Gruber, M. Prohom Duran, T. Likso, P. Esteban, and T. Brandsma, 2010: Benchmarking homogenization algorithms for monthly data, *Climate of the Past*, 8, 89-115,

WMO, 2010: A Meteorológiai Világszervezet állásfoglalása az éghajlat 2009. évi állapotáról (magyar fordítás OMSZ, 2010)

WMO, 2008: Guide to meteorological instruments and methods of observations, WMO-No. 8

Internetes hivatkozások:

http://owww.met.hu/eghajlat/eghajlati_adatsorok/bp/Navig/Index2.htm

http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/eghajlati_adatsorok_1901-2000

http://www2.meteo.uni-bonn.de/mitarbeiter/venema/articles/2011/2011_cost_home_homogenization_benchmark.pdf

Mellékletek

1. számú melléklet – Adatleírás

Napi adatok (minden adatfajtából 100*365/szökőévekben 366 darab adat)

d_ta	napi középhőmérséklet [°C]
d_tx	napi maximumhőmérséklet [°C]
d_tn	napi minimumhőmérséklet [°C]
d_rs	napi csapadékösszeg [mm]
d_rf	napi csapadékösszeg fajtája
d_ss	a napfénytartam napi összege [óra]

Havi adatok (minden adatfajtából 100*12 darab adat)

m_ta	havi középhőmérséklet
m_tax	a legmagasabb napi középhőmérséklet a hónapban
m_taxd	a legmagasabb napi középhőmérséklet napja
m_tan	a legalacsonyabb napi középhőmérséklet a hónapban
m_tand	a legalacsonyabb napi középhőmérséklet napja
m_txx	havi maximumhőmérséklet
m_txxd	havi maximumhőmérséklet napja
m_txa	a napi maximumhőmérsékletek havi átlaga
m_dtx0	téli napok száma, amikor a maximumhőmérséklet ≤ 0 °C
m_dtx25	nyári napok száma, amikor a maximumhőmérséklet ≥ 25 °C
m_dtx30	hőség napok száma, amikor a maximumhőmérséklet ≥ 30 °C
m_dtx35	forró napok száma, amikor a maximumhőmérséklet ≥ 35 °C
m_tnn	havi minimumhőmérséklet
m_tnnd	havi minimumhőmérséklet napja
m_tna	napi minimumhőmérsékletek havi átlaga
m_dtn0	fagyos napok száma, amikor a minimumhőmérséklet ≤ 0 °C
m_dtn10	zord napok száma, amikor a minimumhőmérséklet ≤ -10 °C
m_dtn20	meleg éjszakák száma, amikor a minimumhőmérséklet ≥ 20 °C
m_rs	a csapadék havi összege
m_rsh	a havazásból esett havi csapadékösszeg

m_rx	a maximális napi csapadékösszeg a hónapban
m_rxd	a maximális napi csapadékösszeg napja
m_dr01	napok száma, amikor a csapadékösszeg $\geq 0,1$ mm
m_dr1	napok száma, amikor a csapadékösszeg ≥ 1 mm
m_dr5	napok száma, amikor a csapadékösszeg ≥ 5 mm
m_dr10	napok száma, amikor a csapadékösszeg ≥ 10 mm
m_dr20	napok száma, amikor a csapadékösszeg ≥ 20 mm
m_dr30	napok száma, amikor a csapadékösszeg ≥ 30 mm
m_dr50	napok száma, amikor a csapadékösszeg ≥ 50 mm
m_drho	havas napok száma, amikor a csapadékfajta kódja 4 vagy 5 vagy 8
m_drjeg	jeges napok száma, amikor a csapadékfajta kódja 6 vagy 9
m_drziv	zivataros napok száma, amikor a csapadékfajta kódja 7 vagy 9
m_dron	ónosesős napok száma, amikor a csapadékfajta kódja 2
m_ss	a napfénytartam havi összege
m_sx	a maximális napi napfénytartam a hónapban
m_sxd	a maximális napi napfénytartam napja
m_dsf20	napok száma, amikor a napfénytartam a csillagászatilag lehetséges 20%-ánál kisebb
m_dsf80	napok száma, amikor a napfénytartam a csillagászatilag lehetséges 80%-ánál nagyobb

Évi adatok (minden adatfajtából 100 darab adat)

y_ta	évi középhőmérséklet
y_tax	a legmagasabb napi középhőmérséklet az évben
y_taxd	a legmagasabb napi középhőmérséklet napja
y_tan	a legalacsonyabb napi középhőmérséklet az évben
y_tand	a legalacsonyabb napi középhőmérséklet napja
y_txx	évi maximumhőmérséklet
y_txxd	évi maximumhőmérséklet napja
y_txa	napi maximumhőmérsékletek évi átlaga
y_dtx0	téli napok száma, amikor a maximumhőmérséklet ≤ 0 °C
y_dtx25	nyári napok száma, amikor a maximumhőmérséklet ≥ 25 °C
y_dtx30	hőség napok száma, amikor a maximumhőmérséklet ≥ 30 °C
y_dtx35	forró napok száma, amikor a maximumhőmérséklet ≥ 35 °C

y_tnn	évi minimumhőmérséklet
y_tnnd	évi minimumhőmérséklet napja
y_tna	napi minimumhőmérsékletek évi átlaga
y_dtn0	fagyos napok száma, amikor a minimumhőmérséklet ≤ 0 °C
y_dtn10	zord napok száma, amikor a minimumhőmérséklet ≤ -10 °C
y_dtn20	meleg éjszakák száma, amikor a minimumhőmérséklet ≥ 20 °C
y_rs	a csapadék évi összege
y_rsh	a havazásból esett évi csapadékösszeg
y_rx	a maximális napi csapadékösszeg az évben
y_rxd	a maximális napi csapadékösszeg napja
y_dr01	napok száma, amikor a csapadékösszeg $\geq 0,1$ mm
y_dr1	napok száma, amikor a csapadékösszeg ≥ 1 mm
y_dr5	napok száma, amikor a csapadékösszeg ≥ 5 mm
y_dr10	napok száma, amikor a csapadékösszeg ≥ 10 mm
y_dr20	napok száma, amikor a csapadékösszeg ≥ 20 mm
y_dr30	napok száma, amikor a csapadékösszeg ≥ 30 mm
y_dr50	napok száma, amikor a csapadékösszeg ≥ 50 mm
y_drho	havas napok száma, amikor a csapadékfajta kódja 4 vagy 5 vagy 8
y_drjeg	jeges napok száma, amikor a csapadékfajta kódja 6 vagy 9
y_drziv	zivataros napok száma, amikor a csapadékfajta kódja 7 vagy 9
y_dron	ónosesős napok száma, amikor a csapadékfajta kódja 2
y_ss	a napfénytartam évi összege
y_sx	a maximális napi napfényösszeg az évben
y_sxd	a maximális napi napfényösszeg napja
y_dsf20	napok száma, amikor a napfénytartam a csillagászatilag lehetséges 20%-ánál kisebb
y_dsf80	napok száma, amikor a napfénytartam a csillagászatilag lehetséges 80%-ánál nagyobb

Százéves havi átlagok és szélsőségek (minden adatfajtából 12 darab adat)

ma_taa	havi középhőmérsékletek 100 éves átlaga
ma_tax	a legmagasabb havi középhőmérséklet 100 évből
ma_taxd	a legmagasabb havi középhőmérséklet ideje
ma_tan	a legalacsonyabb havi középhőmérséklet 100 évből

ma_tand	a legalacsonyabb havi középhőmérséklet ideje
ma_txx	a legmagasabb maximumhőmérséklet
ma_txxd	a legmagasabb maximumhőmérséklet napja
ma_txa	maximumhőmérsékletek 100 éves átlaga
ma_tnn	legalacsonyabb minimumhőmérséklet
ma_tnnd	legalacsonyabb minimumhőmérséklet napja
ma_tna	minimumhőmérsékletek 100 éves átlaga
ma_rs	a havi csapadékösszegek 100 éves átlaga
ma_rsh	a havazásból esett havi csapadékösszeg 100 éves átlaga
ma_rsx	a legnagyobb havi csapadékösszeg 100 évből
ma_rxsd	a legnagyobb havi csapadékösszeg ideje
ma_rsn	a legkisebb havi csapadékösszeg 100 évből
ma_rsnd	a legkisebb havi csapadékösszeg ideje
ma_rx	a legnagyobb napi csapadékösszeg 100 évből havonta
ma_rxd	a legnagyobb napi csapadékösszeg napja
ma_ss	a havi napfénytartamösszegek mérési időszakra vonatkozó átlaga
ma_ssx	a legnagyobb havi napfényösszeg a mérési időszakból
ma_sxsd	a legnagyobb havi napfényösszeg ideje
ma_ssn	a legkisebb havi napfényösszeg a mérési időszakból
ma_ssnd	a legkisebb havi napfényösszeg ideje
ma_sx	a legnagyobb napi napfénytartamösszeg a mérési időszak alatt havonta
ma_sxd	a legnagyobb napi napfénytartamösszeg napja

Abszolút rekordok (minden adatfajtaból az első 10 szélsőség)

ad_tax	legmagasabb napi középhőmérséklet
ad_taxd	legmagasabb napi középhőmérséklet ideje
ad_tan	legalacsonyabb napi középhőmérséklet
ad_tand	legalacsonyabb napi középhőmérséklet ideje
am_tax	legmagasabb havi középhőmérséklet
am_taxd	legmagasabb havi középhőmérséklet ideje
am_tan	legalacsonyabb havi középhőmérséklet
am_tand	legalacsonyabb havi középhőmérséklet ideje
ay_tax	legmagasabb évi középhőmérséklet
ay_taxd	legmagasabb évi középhőmérséklet ideje

ay_tan	legalacsonyabb évi középhőmérséklet
ay_tand	legalacsonyabb évi középhőmérséklet ideje
ad_txx	legmagasabb maximumhőmérséklet
ad_txxd	legmagasabb maximumhőmérséklet ideje
ad_tnn	legalacsonyabb minimumhőmérséklet
ad_tnnd	legalacsonyabb minimumhőmérséklet ideje
ad_rx	legnagyobb napi csapadékösszeg
ad_rxd	legnagyobb napi csapadékösszeg ideje
am_rsx	legnagyobb havi csapadékösszeg
am_rxsd	legnagyobb havi csapadékösszeg ideje
am_rsn	legkisebb havi csapadékösszeg
am_rsnd	legkisebb havi csapadékösszeg ideje
ay_rsx	legnagyobb évi csapadékösszeg
ay_rxsd	legnagyobb évi csapadékösszeg ideje
ay_rsn	legkisebb évi csapadékösszeg
ay_rsnd	legkisebb évi csapadékösszeg ideje
ad_sx	legnagyobb napi napfénytartam
ad_sxd	legnagyobb napi napfénytartam ideje
am_ssx	legnagyobb havi napfényösszeg
am_sxsd	legnagyobb havi napfényösszeg ideje
am_ssn	legkisebb havi napfényösszeg
am_ssnd	legkisebb havi napfényösszeg ideje
ay_ssx	legnagyobb évi napfényösszeg
ay_sxsd	legnagyobb évi napfényösszeg ideje
ay_ssn	legkisebb évi napfényösszeg
ay_ssnd	legkisebb évi napfényösszeg ideje

2. számú melléklet – Egyes aloldalak szövegének angol fordítása

History of the Stations

In the course of the 19th century, more meteorological measurements took place at the same time, but these measurements were not accurate enough, so they are only considered to have historical value. The first 30 years of the data series were collected precisely by Ferenc Simor, dr.

At first, meteorological measurements were performed in the center of Pécs from 1898 in the patio of the house in Apáca street 14. Surrounded by tall concrete walls, it was a typical "urban" station.

From September 1, 1916, measurements were moved to the local Intitution of Disinfection with an open area, providing better circumstances. Temperature was measured by the northern side of the building. In 1918, measurements were interrupted, because the country was occupied by Serbia. Until November 1921, data were refilled by the nearest synoptic station located in Szálka.

Measuring was continued in November 22, 1921. This time, measurements were performed at the building in Rákóczi street 80, which became a university later. One year later, from June 26, 1922, because of the shortage of the staff, the station was moved to Notre Dame Nunnery in Apáca street. After two years, the station was brought back to the university in October 22, 1924, and was used for another 20 years. Measuring of the sunshine duration also began here.

As the war went on, measuring became harder, and from July 1943 until November 1944, its place alternated between the university and the station of Pius Intstitute (founded in 1931). From December 1, 1944, observations were discontinued at both places. Until april 30, 1945, data of the station is Szekszárd were used. From May 1, 1946, the station of the university in Rákóczi street is used, but only for a couple of months, as from February 19, 1946, observations were made at the airport of Mecsekalja until March 31, 1957. From the beginning, all of the stations were located within a one-kilometer radius.

In July 7, 1956, there was a big change in the measurements, because the new station was located 10 km south of the town, in the airport of Pécs-Pogány. Despite the

fact that it was 200 meters above sea level (50 meters higher than the urban stations), the location of the instruments were ideal.

Until March 3, 1969, the airport gave home to the station, but until 24 March, 1998, measurements were continued a couple of hundred meters farther, then it was moved back to the airport.

Number	Name of the station	Latitude	Longitude	Beginning of period	End of period
1	Pécs; Apáca street 14.	46°04'37"	18°13'29"	1898. 06. 16.	1916. 08. 31.
2	Pécs; Intstitution of Disinfection	46°04'16"	18°14'30"	1916. 09. 01.	1921. 11. 22.
3	Pécs; Erzsébet University	46°04'26"	18°14'13"	1921. 11. 22.	1946. 02. 18.
4	Pécs; Notre Dame Nunnery	46°04'33"	18°13'23"	1922. 06. 26.	1924. 10. 21.
5	Pécs; Academy of Pedagogy	46°04'40"	18°12'20"	1931. 11. 26.	1963. 02. 28.
6	Pécs; Airport of Mecsekalja	46°03'37"	18°11'35"	1946. 02. 19.	1957. 03. 31.
7	Pécs-Pogány; Airport	46°00'00"	18°14'00"	1956. 06. 02.	1969. 03. 03.
				1998. 03. 24.	present
8	Pécs-Pogány; Airport (outbuilding)	46°00'21"	18°13'58"	1969. 03. 03.	1998. 03. 24.

Climatic Analyses of Data Series

Introduction

In the description of the history of stations we can see that there were several significant changes in the conditions of measurements. The greatest changes were caused by re-installations of the stations and changes in times and methods of measurements, which resulted in inhomogeneities in the data series. We must emphasise that analyses of climatology and especially climate change is only based on long, homogeneous data series of good quality. The degree of increase on the time series of yearly mean temperature corrected by a homogenization process elaborated at the Hungarian Meteorological Service differ significantly from values based on original measurements even on national average. In case of some stations even the character of tendency changes.

On the CD we issue original, controlled, supplemented data series which are not yet freed from inhomogeneities. The following climatic description has also been prepared based on these data series.

The climate of large cities, depending on their size, differ from the climate of their wider surroundings. Inside the city, temperature is generally higher than in the outskirts, this is the so-called heat island phenomenon.

For characterizing climate, it is necessary to choose a period which is long enough so that the variability of climate will appear only a bit in the climatological characteristics and it will give an overall picture about the climatic characteristics of the region. According to recommendations of the World Meteorological Organization, it is worth preparing climate studies generally on the basis of data of 30-year periods. The length of data series of Pécs makes it possible to take the values measured in the 30-year period between 1971-2000 into account in the analysis. These values are characteristic of the climate mostly. It is especially interesting to compare the means of many years between 1971-2000 with the means between 1961-90.

Air temperature

Yearly mean temperatures in Pécs show a significant fluctuation. Mean temperature rose in the first half of the 20th century, but in the 1950s, it became about 1 °C lower. This sudden change can be explained by the relocation of the station to the airport of Pécs-Pogány in 1956. Until the 1970s, there was no outstanding change in the data series, but mean temperature obviously became higher in correlation to global trends.

According to our data series, 1940 was the coldest year in Pécs with a mean temperature of 9 °C. In 1980, this value was 9.3 °C, making this year the second coldest in the century. This is followed by the year of 1956 with a mean temperature of 9.4 °C. 1934 and 1945 were the two warmest years, both with a value of 12.7 °C. These are followed by the year of 2000 (12.3 °C). In the period of 1971-2000, the average of mean temperatures is 10.7 °C, which is 0.3 °C higher than the 30-year period of 1961-1990. By adding a linear trendline to the last 30 years, we can see an increase of 1 °C.

Examining yearly minimum and maximum temperatures, we can see a significant fluctuation. These extremes don't tend to correlate with the series of mean temperature, because they are not averages. It might be an explanation to the fact that at the end of the century, it does not show signs of warming. Highest values were registered between 1920 and the middle 1950s. It is the period having record maximum temperature of the whole series with 41.3 °C, measured in 1950. It is outstanding, as it is followed by the year of 1947, giving almost 2 °C lower maximum (39.6 °C). 1913 is the year having the lowest maximum with 29.7 °C. Fluctuation is typical of minimum temperatures as the difference between the highest and the lowest value is 20 °C. Absolute minimum temperature is -27 °C measured in 1927. In years 1910 and 1916, lowest registered temperature was -5 °C thus giving the highest minimums.

The annual mean fluctuation of temperature is given by the difference of mean temperatures of the coldest and the warmest months. In Pécs, July is the warmest month while January is the coldest. Annual mean fluctuation is typically between 17 and 27 °C in this case. Until the beginning of the 1930s, it was low, as it was not higher than 25 °C except for the year 1929. Also, we can find the lowest value of the data series with 16.7 °C in 1919. After that, until the end of the 1940s, difference between the coldest and the warmest months became bigger. Annual mean fluctuation in this period alternated in a range between 20 and 27 °C. The only value which is out of this range is 27.3 °C. It was measured in 1945 and it became the highest fluctuation of the century. After the 1950s, difference between yearly data became smaller, as we can find only two years with fluctuation higher than 25 °C.

We can talk about a frost day if minimum temperature goes below 0 °C. In Pécs, the average number of frost days is 81, most of which can be found between November and March. In the period of 1971-2000, average is only 61, which correlates with global trends well. The year with the least frost days is 1916 (39 days), while 1956 gives us almost three times as much with 114 frost days.

If daily maximum temperature is below 0 °C, we get a winter day. Yearly average number of these days is almost 25. Although, if we only examine the last 30 years, the number of winter days will be 12, which is only half of the value given by the whole data series. With this comparison, we can easily see the warming trend from this point of view as well. The most winter days - 63 - were in the year 1963, while 1910 gave us only one day with a maximum below 0 °C.

Mean temperatures of winters in Pécs are typically in a range of -2 and 4 °C, with an average of 1.1 °C. There are only four winters with mean temperatures out of the range. 1963/1964 was the coldest winter with only -2.6 °C. It is followed by 1962/1963, giving 0.1 °C warmer winter. There were two winters with higher than 4 °C mean temperatures. The average was 4.1 °C in both 1901/1902 and 1935/1936. No difference can be found comparing the whole data series to the last 30 years, and no change is shown by adding a linear trendline to the period of 1971-2000 either.

In the three spring months, warming is fast. It is proven by the difference between the mean temperatures of March and May (9.6 °C). This season has various weather conditions, as in the first weeks, presence of frost days is ordinary, while summer days appear in May, or in some cases, even in April. The 100-year mean temperature of spring is 10.7 °C, but we can see fluctuations in yearly data. The two highest values were in 1945 (with 14 °C) and in 1934 (14.5 °C). The two coldest springs, though, were in 1980 and 1988, with values 8.6 °C and 8.3 °C, respectively. The 100-year average is 0.1 °C higher than that of the last 30 years. An explanation to this might be a 20-year warm period from the 1930s until the 1950s. Linear trend added to the period of 1971-2000 shows a rise of 0.5 °C.

100-year mean temperature of summers in Pécs is 19.9 °C. Means were 2 °C higher in 1927 and in 1952. Between these two years is the period with typically warmer summers than the average. The warmest summer of the century was in 1945 with 23.3 °C. Coldest summers were registered in the 1910s and in the period of 1965-1985. The two summers with the record low value is 1919 (17.4 °C) and 1913 (17.8 °C). Average of the last 30 years is only 0.3 °C higher than the mean of the whole data series, but warming is obvious, as the linear trend added to this period shows a rise of 1.1 °C.

Average of the yearly autumn temperatures in Pécs is 11 °C. From the beginning of the century until the beginning of the 1940s, data vary in a wide range. This is the period with the three warmest (13.7 °C in 1926, 13.2 °C in 1923 and 13 °C in 1943) and the three coldest autumns (7.6 °C in 1920, 7.9 in 1912 and 8.7 in 1908). Average of the last 30 years is almost 0.5 °C lower than that of the 100-year data series, but warming in this period appears with 1 °C.

Precipitation

Examining 100-year precipitation data in Pécs, we can see that the average of the yearly sums is 657 mm. Adding a linear trendline to the data series shows decreasing amounts. Sum fall about 100 mm which means a change of -15%. If we calculate the average of the last 30 years, we get 625 mm, so the fact that precipitation amount decreases becomes more obvious. Rainfall can be extreme in Pécs as both flood and drought may occur in any year. It explains that yearly amounts vary in a large scale. There were 4 years with more than 900 mm yearly sum (952 mm in 1937, 931 mm in 1906, 916 mm in 1940 and 901 mm in 1919). Values under 450 mm were also registered four times (398 mm in 1971, 437 mm in 1921, 441 mm in 1983 and 447 mm in 1957). It can be seen that the lowest sums are about half of the highest ones.

The annual course of monthly precipitation amounts shows that January, February and March are the driest months with amounts less than 40 mm. From April, this value increases until June. It is the month with the highest sum (75.5 mm). From July, monthly values decrease again until the second maximum (62.4 mm), which is in November.

The average of winter precipitation sums in the last century is 121.6 mm, but in the period of 1971-2000, it is only 110.6 mm. The linear trendline added to the data series shows a decrease of about 18 mm (18%). Highest precipitation amounts were registered in the first half of the century. It is the period with the two highest values (242.8 mm in 1909/1910 and 240.5 in 1935/1936). In the second half of the century, winters with less precipitation were more often. Sums were less than 80 mm in 1987/1988 and in 1992/1993, but winters of 1975/1976 and 1948/1949 brought even less amount (32.6 mm and 37.1 mm respectively). In average, December is the winter month with the most precipitation with 47.4 mm. It is followed by February which gives only 0.6 mm more than January (37.3 mm and 36.7 mm). Examining winter months one by one, we get December 1953 with the most precipitation. The negative record is 1.6 mm which was measured exactly 20 years later.

The average precipitation amount of spring in Pécs is 165.3 mm. There is a decrease in the data series if we compare it to the average of the last 30 years (144.8 mm). Among the four seasons, spring is the one with the most significant decrease according to the linear trend. No period with exceptionally much precipitation can be

highlighted, as these springs are evenly distributed in the last century. The three years with the most spring rainfall were 1932 (282.1 mm), 1967 (269.7 mm) and 1964 (266.8 mm). The least sums were measured in 1957 (68.7 mm), 1948 (76.5 mm) and 1979 (77.6 mm). Comparing the averages of the three months, we see the increase of the values mentioned above. The mean of March sums is 40 mm, April brings 59.7 mm which is 6 mm less than May's yield. In May 1911, precipitation amount was 170.6 mm, which is the highest value among all the spring months. The least amount of rainfall was in April 1939 with 1.9 mm).

The average summer precipitation amount is 198.2 mm considering the whole data series, but the last 30 years show a slight increase. The linear trend added to the period of 1971-2000 proves an increase of 9% with an average of 207.4 mm. Summers with the most precipitation amount is evenly distributed in the 20th century, but the three years with the record is inside a 20-year interval. Summers of 1972, 1955 and 1974 gave 393.5 mm, 367.1 mm and 345 mm respectively. There is no such an interval in the case of summers with drought. 1931's summer was the driest (92.2 mm) which is followed by 1947 (99.4 mm) and 1971 (105.6 mm). June is the month with the most precipitation amount not only among summer month but considering the whole year (75.7 mm). It is followed by July with 63.5 mm and August (59.2 mm). July 1972 brought the biggest precipitation amount with 219 mm - it is also an absolute record. August 1967, on the other hand, only gave 2.6 mm.

The average autumn precipitation amount in Pécs calculated to the whole data series is 172.2 mm, which is 10 mm more than that of the period of 1971-2000. It is proven by the linear trend added to the 100-year data series which shows a decrease of 20%. Lowest and highest values were measured in the first half of the century, but the last 30 years did not lack extremities either. There were three autumns in the century with a precipitation amount less than 50 mm (1953 with 33.1 mm, 1920 with 46.4 mm and 1978 with 47.6 mm). From September, the average monthly sums begin to increase from 53.7 mm through 56.1 mm (October) to 62.4 mm (November). The month with the highest precipitation amount in autumn was 200.6 mm in September 1995, while there was drought in October 1924 and September 1956 with no measurable rainfall.

The averages of monthly precipitation amounts show that June has the highest value and January has the lowest. The presence of extremities are proven by the fact that the difference of these two averages is 39 mm.

Characteristics of sunshine duration

Measuring of sunshine duration in Pécs began on September 1, 1925. Average yearly value of the data series is 2094 hours, which has decreased 1% in the 75-year period. The year with the highest sunshine duration was 1946 with 2370 hours, while in 1972, this value was only 1814 hours.

Calculating monthly averages, there is an obvious increase from January until July (274 hours). Then, the yearly course is followed by a decrease until the minimum value (52 hours in December). Sunshine is often blocked by foggy weather in winter which explains the low values at this time of the year. The month with the highest sunshine duration was July 1931 (352 hours).

Nyilatkozat

Név: Bors Milán

Eötvös Lóránd Tudományegyetem Természettudományi Kar

földtudományi szak

meteorológus szakirány

Neptun azonosító: HSGPM5

Szakedolgozat címe: Pécs éghajlati idősorának tendencia elemzése

A **szakedolgozat** szerzőjeként fegyelmi felelősségem tudatában kijelentem, hogy a dolgozatom önálló munkám eredménye, saját szellemi termékem, abban a hivatkozások és idézések standard szabályait következetesen alkalmaztam, mások által írt részeket a megfelelő idézés nélkül nem használtam fel.

Budapest, 2013. december 16.

a hallgató aláírása