

KESZTHELYEN MÉRT NAPFÉNYTARTAM ADATOK ELEMZÉSE AZ 1968 ÉS 1999 KÖZÖTTI IDŐSZAKBAN

ANALYSIS OF THE SUNSHINE DURATION DATA BETWEEN 1968 AND 1999 AT KESZTHELY

Kocsis Tímea¹, Jakusch Pál², Szabó Bence³

¹ 8360 Keszthely, Tavasz u. 5., *timea.kocsis@gmail.com*

² PhD hallgató, Pannon Egyetem Georgikon Kar, 8360 Keszthely, Festetics u. 7., *jakusch.pal@gmail.com*

³ környezetgazdálkodási agrármérnök BSc hallgató, Pannon Egyetem Georgikon Kar, *biogie@freemail.hu*

Összefoglaló. A globális klímaváltozással kapcsolatos kutatások általában a csapadék mennyiségének változásával és a hőmérséklet emelkedésével foglalkoznak. Kevés elemzés veszi górcső alá a többi meteorológiai elem változását. Vizsgálatunk célja az volt, hogy a Keszthelyen mért napfénytartam adatokat elemezve megválaszoljuk a kérdést, vajon ebben a meteorológiai elemében bekövetkezett-e változás, és ha igen, az mennyiben áll összhangban a szakirodalomban leírtakkal. A vizsgált 1968-tól 1999-ig terjedő időszakban, az éves adatokban, a téli és a nyári napsütéses órák számában, és havi szinten február és augusztus hónapban találtunk statisztikailag igazolható emelkedő tendenciát.

Abstract. Usually the researches dealing with climate change focus on the modifications in precipitation sums and temperature rise. Just a few of the papers analyses the changes of other meteorological parameters. The aim of our research was to answer the question whether sunshine duration has changed at Keszthely station and if yes, how these results can be compared to the literature. Statistically significant increasing tendencies were found in the yearly data between 1968 and 1999, in winter and summer, and among the monthly data February and August shows significant rise.

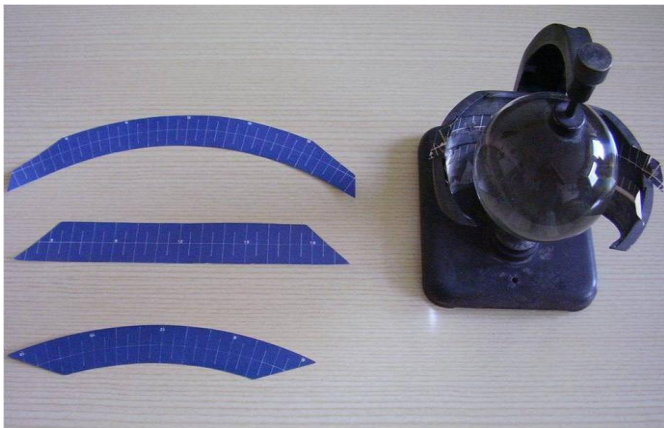
Bevezetés. Napjainkban az emberi tevékenység erős környezetalakító tényezőként tartható számon. Jelenleg szinte nincs olyan pontja a jégmentes földfelszínnek, melyet nem használna az emberiség élelmiszer-előállítás, nyersanyag kitermelés és -felhasználás, a települések és az infrastruktúra kialakítása vagy épp turizmus céljából (*Schulze et al., 2005*). Az emberiség környezetalakító tevékenysége módosítja a globális rendszerek működését, melyek szoros kapcsolatban vannak egymással. Az egyik legégetőbb probléma, ami részben az emberi tevékenységhez köthető, a globális klímaváltozás. A klímaváltozás várható hatásairól számos tanulmány látott napvilágot, hazai következményeinek modellezése pedig folyamatosan újabb eredményeket tár elénk a hőmérséklet és a csapadék valószínű alakulásával kapcsolatban. Mika (1988) számításai szerint kismértékű globális melegedéssel a hazai éghajlat a nyári félévben melegebbé és szárazabbá válik majd. Ennek hátterében az áll, hogy egyidejűleg gyakoribbá válnak az anticiklonok és növekszik a napfénytartam. A nyári félévi csapadék csökkenése, a napfénytartam és hőmérséklet növekedése valószínűsítik a talajnedvesség jelentős csökkenését (*Mika, 2001*). Különböző modellszámítások és egyedi becslések 1,5-3°C globális melegedés esetén a nyári időszakban egyértelmű csökkenést állapítanak meg a felhőzetre vonatkozóan, mely csak néhány százalékos, azonban ebben az évszakban a legmagasabb a napállás, azért ez a pár százalékos felhőzetcsökkenés is jelentős lehet (*Mika, 2005*). *Bartholy et al. (2005)* 16 globális éghajlati modellel végzett vizsgálata alapján 2050-re a nyári időszakban a felhőzet csökkenése várható az 1961-1990-es bázisidőszakhoz képest. *Pongrácz et al. (2011)* legújabb modelleredményei szerint, melyek az ENSEMBLES project keretében láttak napvilágot, a Kárpát-medence térségében szignifikáns hőmérsékletemelkedés várható a jövőben havi és évszagos szinten is. 2021-2050 közötti

időszakra az 1961-1990-es referencia-időszakhoz képest éves szinten 1-2,5°C melegedés várható, míg a 2071-2100-as időszakra 2-5°C-os hőmérsékletemelkedés prognosztizálható. A csapadékmennyiségek tekintetében a téli és az őszi időszakban növekedés várható, míg nyáron erőteljes csökkenés. Az éves csapadékösszeg valószínűleg nem fog szignifikánsan változni (*Pongrácz et al., 2011*).

A legtöbb klímaváltozással foglalkozó tanulmány a hőmérséklet és a csapadékmennyiségek múltbeli és jövőben várható változására koncentrálnak. Kevés tanulmányban találkozhatunk a felhőzet és a napfénytartam említésével. De ha a klíma változik, akkor valószínűleg nem csak a két legfontosabb éghajlati elem mértéke fog változni, hanem az éghajlati rendszer többi eleme is módosulni fog. A felhőzet változása maga után vonhatja a napfénytartam változását, hiszen ezek szorosan összefüggnek. Az éghajlatot alapvetően a földfelszínre jutó napsugárzás alakítja (*Bella, 2009*). Tényleges napfénytartamon azt az időtartamot értjük, amely során a Napból érkező közvetlen (direkt) sugárzás a meteorológiai és orográfiai korlátozások mellett is eléri a földfelszínt. A legjelentősebb korlátozó tényező a felhőzet (*Varga-Haszonits és Varga, 1999*). Hazánkban a sokéves átlagot tekintve a napfénytartam területi eloszlását északnyugat-délkelet irányú növekedés jellemzi, éves összege mintegy 1750 és 2050 óra között változik (*Móring, 2011*). Területi eloszlás szerint általában a Dél-Alföldön és Baranyában éri el maximumát a napsütéses órák száma, míg minimuma az Alpoknál és az ország északkeleti részén van. Az országos átlag 1971-2000 között 1934 óra volt (*Bella, 2009*). Magyarország éghajlati atlasza (2004) szerint Keszthely, vizsgálatunk helyszíne, az 1951-2000 óra éves napfénytartammal rendelkező tartományban foglal helyet az 1961-1990 közötti időszak átlaga alapján. *Varga-Haszonits et al. (2006)* által közzétett térkép szerint az évi napfénytartam

tam Keszthelyen 1900–1960 órának adódott az 1951–1990 közötti időszak átlagában. Az időjárási havi jelentések alapján a napfénytartam a hazai állomásokon általában növekvő tendenciát mutat. 1971 és 2005 között az Északi-középhegységben átlagosan évente 6,4 órával nőtt a napfénytartam (Kékes, Kompolt, Miskolc, Jósvafő és Vámosmikola állomások adatai alapján), ami a borultság mértékének csökkenésével magyarázható Vig (2009) szerint. A napfénytartam növekedésének egyenes következménye a globálsugárzás-összeg növekedése (Vig, 2009). A globálsugárzás és a napfénytartam szoros összefüggésben vannak (El-Metwally, 2005), ezért területi eloszlásuk is hasonló (Anda és Kocsis, 2010). Vig (2009) szerint a napfénytartam éves összege és ezzel együtt a felszín sugárzási egyenlege megnőtt, a lehullott csapadék hasznosulási mértéke romlott, a csapadékmentes időszakokban megnövekedett a párolgatózási kényszer (potenciális evapotranszpiráció).

A napsugárzás helyi változásinak ismerete sok alkalma-

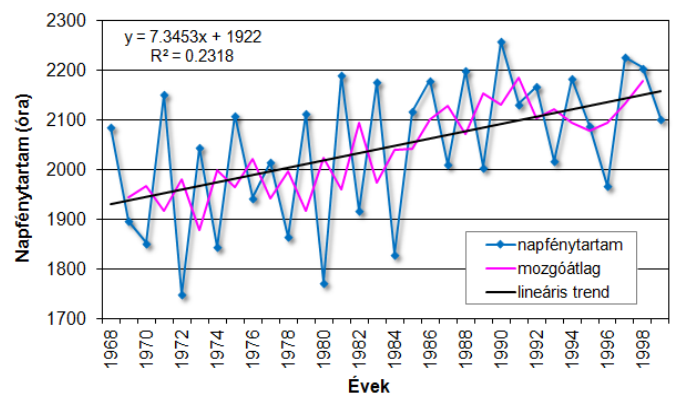


1. ábra: A keszthelyi Campbell – Stokes rendszerű napfénytartam-mérő

zasi terület számára elengedhetetlen, pl. építészeti tervezés, tájolás, napenergia-hasznosító rendszerek tervezése, növénynövekedési modellekben, az evapotranszpiráció meghatározásában az öntözési rendszerek tervezésében (Almorox és Hontoria, 2004). A napsütés módosulása hatással lehet a lokális és a regionális klíma alakulására (Pallé és Butler, 2002). Több helyen vizsgálták a napfénytartam adatok alakulását hosszú idősorok alapján. Kínában 42 állomás adatai alapján Chen és munkatársai (2006) megállapították, hogy 36 állomás esetében az éves napfénytartam csökkent 5%-os szignifikancia szinten. Az éves globálsugárzás-összeg az elemzett 47-ből 35 állomás esetében mutatott csökkenést. A szerzők szerint a globálsugárzás bármilyen szignifikáns módosulása nagy jelentőséggel bírhat a mezőgazdasági termelés szempontjából csakúgy, mint a klímaváltozás vagy a napenergia-hasznosítás szempontjából. Kanadában az 1950-es évektől csökkenő tendencia figyelhető meg az éves átlagos napi sugárzásbevitel adatsoraiban, és nem mutatható ki változás az éves átlagos napi napsütéses órák számában (Curforth és Judiesch, 2007). A szerzők szerint a növekvő üvegházgáz koncentráció a felhőzet csökkenése irányában hat, míg a növekvő aeroszol koncentráció ezzel ellentétes

hatást fejt ki. Pallé és Butler (2002) Írország területén végzett vizsgálatait szerint fokozatos csökkenés tapasztalható az éves napsütéses órák számában 1881–1998 között. Quaa et al. (2004) szerint a megnövekvő felhőzet a globális klímaváltozás ellenében hat, míg a növekvő üvegházgáz koncentráció a felhőzet csökkenését segíti, és így a globális felmelegedést serkenti.

Vizsgálatunk célja az volt, hogy a keszthelyi napfénytartam mérésekből származó adatok segítségével a városra vonatkozóan a meteorológiai adatok korábbi éghajlatstatisztikai vizsgálatait kiegészítsük. Keszthely hosszú idősoros csapadék- (1871–2000) és hőmérséklet (1901–2000) adatait Kocsis (2008) dolgozta fel. Keszthelyen 31 év napfénytartam adata áll rendelkezésre, melyet a Campbell-Stokes féle napfénytartam-mérővel folyamatosan ugyanazon helyen regisztráltak. Célunk volt meghatározni, hogy a vizsgált időszakban (1968–1999) kimutatható-e változás a napfénytartam adatokban, és az mennyiben áll összhangban a korábban leírt irodalmi adatokkal.



2. ábra: A napfénytartam éves összegeinek alakulása Keszthelyen 1968 – 1999 között

Anyag és módszer. A Pannon Egyetem Georgikon Kar Meteorológia és Vízgazdálkodás Tanszéke szolgáltatja számunkra azokat az adatokat, mely vizsgálataink alapját képezték. A Georgikon Kar nagy múltú agrár-felsőoktatási intézmény, mely a hagyományokra nagy hangsúlyt fektet. A vizsgálatainkhoz szükséges adatokat a keszthelyi meteorológiai mérőállomás regisztrátumai szolgáltatták. A Tanszék 1968 és 1999 közötti időszakra vonatkozóan bocsátotta rendelkezésre havi bontásban a napfénytartam adatokat. Az adatelemzéshez ezekből éves és évszakos napfénytartam-összegeket képeztünk a meteorológiában szokásos bontásban (tavasz: március, április, május; nyár: június, július, augusztus; ősz: szeptember, október, november; tél: december, január, február). Az adatok a keszthelyi Observatórium méréseiből származnak azonos módszerrel, változatlan mérőhelyen mérve, így az inhomogenitás problémája elhanyagolható. Ez a meteorológiai állomás 1966-ban kezdte meg működését, viszont a keszthelyi meteorológiai mérések kezdetei 1871-ig visszanyúlhatnak. Az Observatórium a Balaton parthoz közel üzemelt, de a siófoki állomáshoz képest kisebb tavi behatást kapott (Kocsis és Anda, 2006).

A méréseket a Campbell-Stokes rendszerű napfénytartam-mérővel végezték (1. ábra), melynek legfontosabb alkotórésze egy 96 mm átmérőjű, 1,52 törésmutatójú üveggömb, amely a ráeső párhuzamos direkt sugárnyalábót a fókuszfelületének a Nappal átellenes pontjában gyűjti össze. A fókuszfelületnek azon sávjában, ahol az adott helyen és évszakban lehetséges Nap-pályák képződnek le, papírszalagot lehet elhelyezni, amelyen a fókuszált direkt sugárzás égetési nyomot hagy. A napszalagról leolvasható a napsütés ideje, mivel óra-beosztás van rajta. Küszöbérzékenysége 70 és 300 W/m² direkt sugárzás tartományban változik. A pörkölési küszöb színfüggő, valamint a nedvesség is befolyásolja (Szász és Tőkei, 1997). A tényleges napfénytartam a napkelte és a

1. táblázat: Az éves napfénytartam adatsor (1968-1999) néhány statisztikai jellemzője, a minimum- és a maximum érték mellett zárójelben az előfordulásuk éve szerepel

Statisztikai jellemző	Érték (óra)
Átlag	2043,2
Szórás	143,11
Minimum	1748,8 (1972)
Maximum	2257,2 (1990)
Terjedelem	508,4

napnyugta között olyan időszak, amelynek során a nap-sugarak a napfénytartam-mérő műszer szalagján képesek égési nyomot hagyni (Varga-Haszonits et al, 2006).

A rendelkezésre álló adatokat egyszerű leíró statisztikai jellemzőkkel (számtani átlag, szórás, terjedelem) (Péczely, 1979) és az idősor-elemzési technikák közül lineáris trendszámítással valamint mozgóátlagolással jellemeztük. A lineáris trendszámítás (Kardosné és Vargáné, 2000) eredményének értékelését 5%-os szignifikancia szinthez tartozó kritikus R² érték (0,127, minta-elemszám: 31, szabadságfok: 29) alapján végeztük. Az idősor-elemzésnél alkalmazott lineáris trendszámítás nem más, mint olyan lineáris regresszió, ahol az egyik változó az idő (Anda és Kocsis, 2006), így R² determinációs együttható értékét visszavezettük *r* lineáris korrelációs együtthatóra a szignifikancia megállapításához. A mozgóátlagolás egy másik idősor-elemzési módszer, ahol láncolatosan továbbadó számtani átlagokat képzünk. Ezzel a módszerrel „kismítható” az adatsor. A mozgóátlagolást k=3 tagszámmal végeztük vizsgálatainkban.

Eredmények. Az éves napfénytartam adatok elemzése. Az éves napfénytartam adatok elemzését a leíró statisztikai

jellemzők meghatározásával kezdtük, melyeket az 1. táblázat mutat be.

Az adatsorban 1968 és 1999 között bekövetkezett esetleges változást első lépésben a lineáris trend alkalmazásával jellemeztük. A trendvonal illeszkedése R² (0,2318) alapján szignifikáns, vagyis statisztikailag igazolt 5%-os szignifikancia szint mellett a változó tendencia, hiszen az általunk számított R² érték meghaladja a táblázatbeli kritikus R² értéket (0,127). A változás mértéke 7,35 óra/évnak adódott (2. ábra). Az emelkedő tendenciát a mozgóátlagok sora is jól jelzi, mely kisebb ingadozásokkal, de folyamatosan emelkedő tendenciát mutat. Az idősor-elemzés eredménye arra utal, hogy 1968 és 1999 között az éves napfénytartam összegek nőttek, vagyis

2. táblázat: A téli napfénytartam adatok statisztikai jellemzői (1968-1999), a minimum- és a maximum érték mellett zárójelben az előfordulásuk éve szerepel

Statisztikai jellemző	Érték (óra)
Átlag	257,02
Szórás	79,7
Minimum	131,9 (1984)
Maximum	434,1 (1971)
Terjedelem	302,2

napsütésben gazdagabbá vált Keszthely térsége, a felhőzet jelenléte, a borultság feltehetően ezzel párhuzamosan csökkenhetett. Ez egybeesik Mika (2002) kijelentésével, hogy az üvegházhatás erősödésével a hazai éghajlat napfényben gazdagabbá válása várható, legalábbis a melegedés kezdeti, néhány évtizedes tartományában.

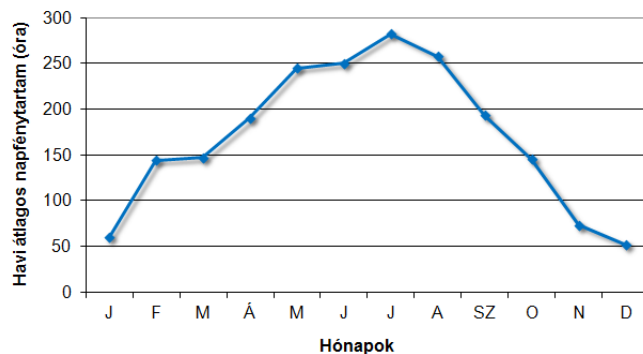
Az évszakos napfénytartam adatok elemzése

A téli hónapok napfénytartam adatainak elemzését szintén a leíró statisztikai jellemzők meghatározásával kezdtük, melyeket a 2. táblázat foglal össze.

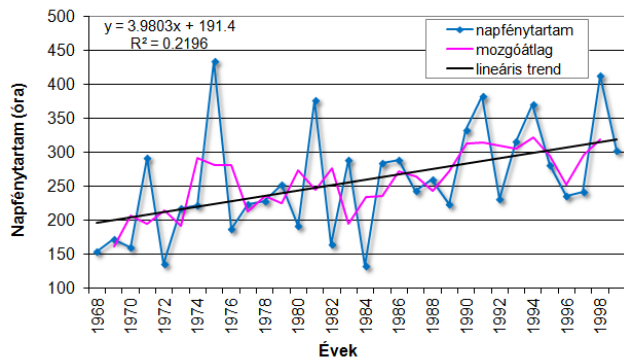
A téli napfénytartam adatok elemzése során szignifikáns lineáris változási tendencia rajzolódott ki. A változás tendenciája a lineáris trendszámítás alapján 3,98 óra/évnak adódott (3. ábra). Ezek szerint a vizsgált időszakban télen növekedett a napsütéses órák

száma. A 3. ábrán láthatjuk a mozgóátlagok sorát is. Ebből is kitűnik az emelkedő tendencia, de megfigyelhető, hogy a vizsgált időszak első felében (1974-1976) is találkozhatunk olyan évekkkel, amelyekben hasonlóan magas értékeket ad a mozgóátlag, mint az időszak második felében (1990-1994).

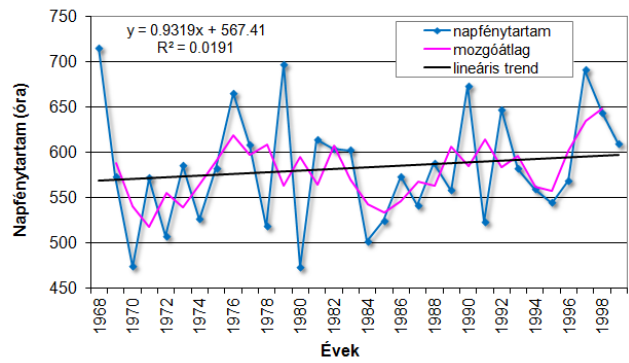
A tavaszi hónapok napfénytartam adatait leíró statisztikai jellemzőket a 3. táblázat mutatja be.



7. ábra: A napfénytartam éves menete Keszthelyen a havi átlagértékek alapján 1968-1999 között



3. ábra: A télen mért évszakos napfénytartamok tendenciája Keszthelyen 1968-1999 között



4. ábra: A tavasszal mért évszakos napfénytartamok tendenciája Keszthelyen 1968-1999 között

3. táblázat A tavaszi napfénytartam adatok statisztikai jellemzői (1968-1999), a minimum- és a maximum érték mellett zárójelben az előfordulásuk éve szerepel

Statisztikai jellemző	Érték (óra)
Átlag	582,8
Szórás	59,4
Minimum	473 (1980)
Maximum	715,7 (1968)
Terjedelem	242,7

4. táblázat: A nyári napfénytartam adatok statisztikai jellemzői (1968-1999), a minimum- és a maximum érték mellett zárójelben az előfordulásuk éve szerepel

Statisztikai jellemző	Érték (óra)
Átlag	791
Szórás	50,9
Minimum	701,6 (1972)
Maximum	900,6 (1988)
Terjedelem	199

5. táblázat: Az őszi napfénytartam adatok statisztikai jellemzői (1968-1999), a minimum- és a maximum érték mellett zárójelben az előfordulásuk éve szerepel

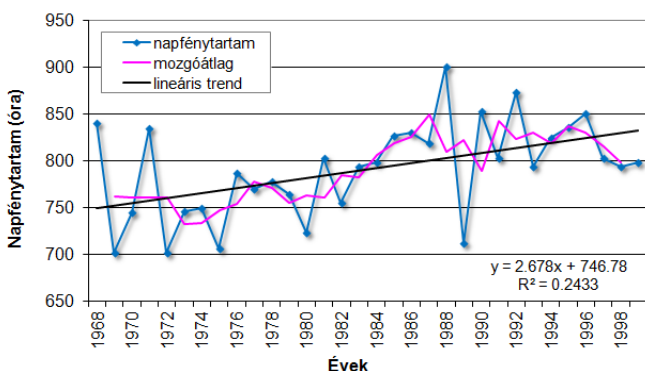
Statisztikai jellemző	Érték (óra)
Átlag	412,4
Szórás	55,4
Minimum	303,5 (1976)
Maximum	510,9 (1989)
Terjedelem	207,4

A tavaszi napfénytartam adatok tendenciája a lineáris trendszámítás alapján 0,93 óra/év emelkedést jelezne, azonban ez az eredmény R^2 értéke alapján nem takar szignifikáns változást. Másképpen megfogalmazva: a tavaszi napfénytartam adatokban nem mutatható ki változás a lineáris trendvizsgálat alapján (4. ábra). A mozgóátlagok sem mutatnak olyan időszakokat, amikor jelentősebb változás látható, leszámítva az adatsor utolsó éveit, ahol a mozgóátlagok folyamatosan emelkednek (1995-1999).

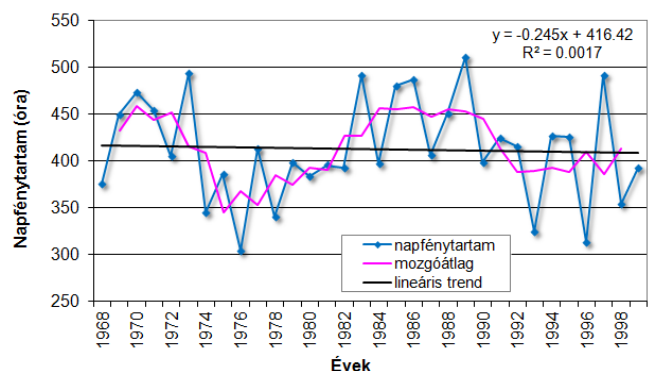
A nyári napfénytartamokat jellemző statisztikai mutatókat az 4. táblázat foglalja össze. Látható, hogy átlagosan 791 óra direkt napsütés volt tapasztalható a nyári hónapok során Keszthelyen a vizsgált időszakban.

A nyári napfénytartam adatok tendenciája a lineáris trendszámítás alapján szignifikáns változást mutat, melynek mértéke 2,68 óra/év (5. ábra). A mozgóátlagok 1983-1987 közötti időszakban folyamatosan emelkednek, de az időszak végére (1995-1999) csökkenés következett be a mozgóátlagok sorában.

Az őszi napfénytartam adatokat jellemző statisztikai mutatók az 5. táblázatban kerülnek megjelenítésre. Az őszi napfénytartam adatok alakulásában nem tapasztalható szignifikáns lineáris változás. A trendvonal a napfénytartamok csökkenését mutatná (-0,25 óra/év), de ez az eredmény R^2 alapján statisztikailag nem igazolt (6. ábra). A mozgóátlagok sora erős csökkenést mutat 1970 és 1981 között, majd emelkedés figyelhető meg (1982-1990), utána pedig újra csökkenés tapasztalható (1991-1999) (6. ábra).



5. ábra: A nyáron mért évszakos napfénytartamok tendenciája Keszthelyen 1968-1999 között



6. ábra: Az ősszel mért évszakos napfénytartamok tendenciája Keszthelyen 1968-1999 között

Havi napfénytartam elemzés. A napfénytartam évi menetét a havi adatokból számított átlagértékek alapján a 7. ábra mutatja be. Ez az évi menet megfelel a Magyarországot jellemző éves menetnek, vagyis a maximum július hónapban következett be. A havi bontású elemzés esetében a lineáris trendek alakulását vizsgáltuk meg. Eredményeinket a 6. táblázat mutatja be. Február és augusztus hónapokban tapasztalható szignifikáns változás, a többi hónap esetében nem mutatható ki módosulás. Februárban 3,01 óra/év, augusztusban 1,68 óra/év emelkedés tapasztalható.

Következtetések. Vizsgálatainkban éves, évszakos és havi bontásban elemeztük a Keszthelyen 1968 és 1999 között mért napfénytartam adatokat egyszerű éghajlat-statisztikai módszerekkel. Eredményeink alapján elmondható, hogy az éves adatokban lineáris növekvő tendencia mutatható ki (7,35 óra/év). Ez egybecseng Mika (1988, 2002) megállapításával, miszerint hazánk éghajlata napfényben gazdagabbá válik, legalábbis a felmelegedés kezdeti szakaszában. Az évszakos bontásban elvégzett vizsgálatok alapján megállapítható, hogy télen (3,98 óra/év) és nyáron (2,68 óra/év) statisztikai értelemben bizonyíthatóan emelkedés következett be a napfénytartam adatokban. A havi adatsorok közül csak február és augusztus hónapban tapasztalható lineáris emelkedő tendencia.

6. táblázat A havi adatok alakulásának tendenciái Keszthelyen (*dőlt felírással jeleztük azokat az R^2 értékeket, amik szignifikáns változást takarnak)

Hónap	Trend egyenes által jelzett változás (óra/év)	R^2
Január	0,5202	0,0377
Február	3,0118	0,2261*
Március	0,483	0,0166
Április	0,0913	0,0012
Május	0,3576	0,0075
Június	0,384	0,0202
Július	0,616	0,031
Augusztus	1,678	0,2076*
Szeptember	0,5649	0,0209
Október	0,2026	0,0045
November	0,6072	0,0434
December	0,4484	0,0414

Az emelkedő napfénytartam a talajfelszín sugárzásbevitelét növelheti, így fokozhatja a párolgást, és a felszín melegítése révén a talaj közeli légréteg hőmérsékletét is emelheti, ami miatt fokozódhat a talajt borító növényzet párologtatása is. Az átlagos éghajlati jellemzők megállapításához elegendő 30 év adatainak elemzése. Annak ellenére, hogy éghajlati szempontból történő elemzéshez éppen elégségesen hosszú adatsor áll rendelkezésre, természetesen az adatsor rövidege miatt messzemenő következtetéseket nem vonhatunk le, azonban az mindenképpen megállapítható, hogy a hazánk területére jelzett változásokkal összhangban állnak a kapott eredmények. Javasolható további vizsgálatok elvégzése, mely kiterjedhetne a globálsugárzás és a felhőzet adatsorokra. A napfénytartam és a globálsugárzás egymásba átszámítható, így hosszabb adatsorhoz juthat-

nánk, amelynek elemzése bővíthetné Keszthely helyi klímájának módosulásában bekövetkező jelenségek elemzéseit.

Köszönetnyilvánítás.

A szerzők köszönetüket fejezik ki Prof. dr. Anda Angélnak, a Pannon Egyetem Georgikon Kar Meteorológia és Vízgazdálkodás Tanszék vezetőjének, az elemzés alapjául szolgáló adatok rendelkezésre bocsátásáért. Jelen publikáció eredményei Szabó Bence szakdolgozatának vizsgálatain alapulnak.

Irodalom

- Almorox, J., Hontoria, C. 2004: Global solar radiation estimation using sunshine duration in Spain. *Energy Conservation and Management*, 45: 1529-1535.
- Anda, A., Kocsis T. 2006: Szemelvények meteorológiából és éghajlattantól alapszakos hallgatók számára. PE-GMK Nyomda, Keszthely
- Anda A., Kocsis T. 2010: Agrometeorológiai és klimatológiai alapismeretek. Mezőgazda Kiadó, Budapest: 195-196.
- Bartholy, J., Mika J., Pongrácz R., Schlanger V. 2005: A globális felmelegedés éghajlati sajátosságai a Kárpát-medencében. In: Takács-Sántha A. (szerk.): Éghajlatváltozás a világban és Magyarországon. Alinea Kiadó – Védegyelet, Budapest:105-139.
- Bella, Sz. 2009: A 2008. év időjárása. *Légkör* 54 (1): 11-14.
- Chen, R., Kang, E., Ji, X., Yang, J., Zhang, Z. 2006: Trends of the global radiation and sunshine hours in 1961-1998 and their relationships in China. *Energy Conservation and Management*, 47: 2859-2866.
- Curforth, H. W., Judiesch, D. 2007: Long-term changes to incoming solar energy on the Canadian Prairie. *Agricultural and Forest Meteorology*, 145: 167-175.
- El-Metwally, M. 2005: Sunshine and global solar radiation estimation at different sites in Egypt. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 67: 1331-1342.
- Kardos, Z.né - Vargáné Dugonics R. 2000: Alkalmazott statisztika, Keszthelyi Akadémiai Alapítvány, Talentum Kft., Budapest
- Kocsis, T. (2008): Az éghajlatváltozás detektálása és hatásainak modellezése Keszthelyen. PhD értekezés
- Kocsis, T., Anda, A. 2006: A keszthelyi meteorológiai megfigyelések története. Kiadó: PE-GMK Nyomda, Keszthely
- Magyarország éghajlati atlasza, 2004: Országos Meteorológiai szolgálat
- Mika, J. 1988: A globális felmelegedés regionális sajátosságai a Kárpát-medencében. *Időjárás* 92, 178-189.
- Mika, J. 2001: Regionális éghajlati forgatókönyvek. Földrajzi Konferencia, Szeged
- Mika, J. 2002: A globális klímaváltozásról. *Fiz. Szemle* 9, 258-268.
- Mika, J. 2005: Globális klímaváltozás, magyarországi sajátosságok. *Agro-21 Füzetek* 41, 7-17.
- Móring, A. 2011: 2010 év időjárása. *Légkör* 56(1): 38-42.
- Pallé, E. és Butler, C. J. 2002: Comparison of sunshine records and synoptic cloud observations: a case study for Ireland. *Physics and Chemistry of the Earth*. 27. 405-414.
- Péczely, Gy. 1979: Éghajlattan, Nemzeti Tankönyvkiadó Rt., Szeged
- Pongrácz, R., Bartholy, J. és Miklós, E. 2011: Analysis of projected climate change for Hungary using ENSEMBLES simulations. *Applied Ecology and Environmental Research* 9(4), 387-398.
- Quaas, J., Boucher, O., Dufresne, J.-L. és Le Treut, H. 2004: Impacts of greenhouse gases and aerosol direct and indirect effect on cloud and radiation in atmosphere GCM simulation of the 1930-1989 period. *Climate Dynamics* 23, 779-789.
- Schulze, E.-D., Beck, E. és Müller-Hohenstein, K. 2005: *Plant Ecology*. Springer, Germany. pp. 627
- Szász, G. és Tökei, L. 1997: Meteorológia mezőgazdáknak, kertészeknek, erdészeknek. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Varga-Haszonits, Z. és Varga, Z. 1999: Agroklimatológia I. (Éghajlat és növénytermesztés). Competitor-21 Kiadó Kft., Mosonmagyaróvár p 98.
- Varga-Haszonits, Z., Varga, Z., Lantos, Zs. és Enzsölné Gelencsér E. 2006: Az éghajlati változékonyság és az agroökoszisztémák. NyME-MÉK, Mosonmagyaróvár
- Vig, P. 2009: Az inszoláció változásának hatása az erdők vízháztartására. *Klíma-21 Füzetek* 57: 83-90.