



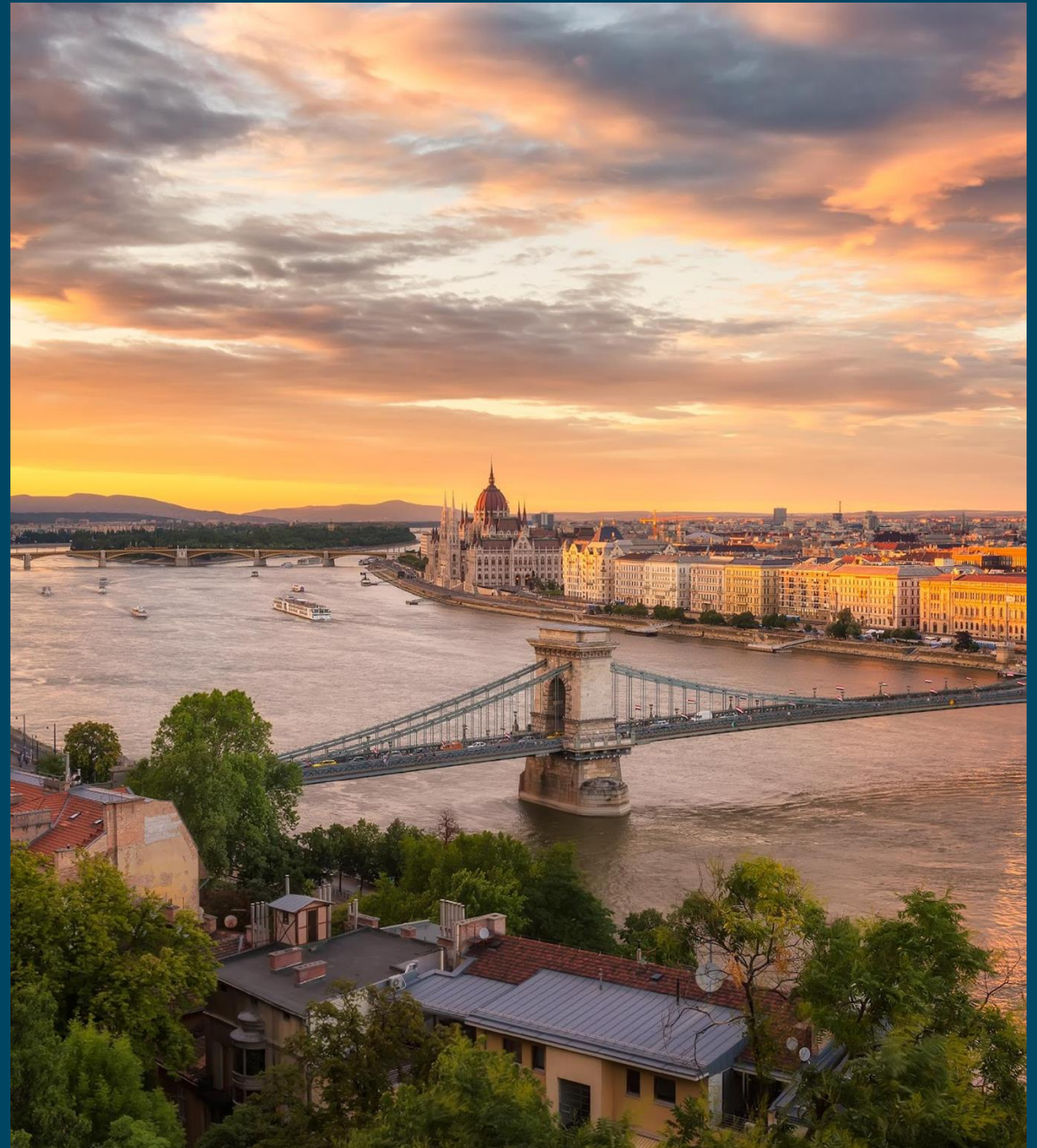
A MAGYAR  
TUDOMÁNY  
ÜNNEPE

MTA

# Meteorológia a társadalom szolgálatában: a kutatástól az alkalmazásig

Jakuschné Dr. Kocsis Tímea

Egyetemi docens





A MAGYAR  
TUDOMÁNY  
ÜNNEPE

MTA

A KESZTHELYI HOMOGENIZÁLT  
HŐMÉRSÉKLETI ADATOK  
ELEMZÉSE  
KÜLÖNÖS TEKINTETTEL  
AZ *ETCW* (20. SZÁZAD ELEJI  
FELMELEGEDÉS) JELEIRE

Jakuschné Kocsis Tímea, Pongrácz Rita, Hatvani István Gábor, Magyar Norbert, Anda Angéla, Kovácsné Székely Ilona

# Az előadás összefoglalója

- Célkitűzés
- Adatok
- Vizsgálati módszerek
- Eredmények
- Konklúzió

# Miért érdekes a kérdésfelvetés?

- Célkitűzés: Felfedezhetők-e objektíven detektálható és statisztikai szempontból szignifikáns változások Kelet-Közép-Európa egyik leghosszabb homogenizált hőmérsékleti adatsorában?
- Az ETCW (20. század eleji felmelegedés) hatásai Európa több területén is kutatott téma, főleg a közvetlenül érintett észak-atlanti partvidék területein.
- Közép-Európára vonatkozó kutatások nem állnak rendelkezésre, bár egészen biztosan voltak kimutatható hatásai.
- Sok kutatás célozza az ETCW során tapasztalt felmelegedés és a 20. század végén végbemenő felmelegedés összehasonlítását.

# Adatok

A Keszthelyen (17°14'K, 46°44'É) mért havi homogenizált középhőmérsékleti idősorok 1871 és 2018 között álltak rendelkezésre.

Az adatokat a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Georgikon Campus Meteorológia és Vízgazdálkodás Tanszéke bocsátotta rendelkezésre a vizsgálatokhoz.

A méréseket az ősi Georgikon területén kezdték meg az agrártudományi felsőfokú képzést biztosító intézmény tanárai, majd az Országos Meteorológiai Szolgálat keretein belül folyták a megfigyelések.

Az adatok homogenizálását a MASH programmal az Országos Meteorológiai Szolgálat végezte el.



# Alkalmazott módszerek 1.

Töréspontok meghatározása:

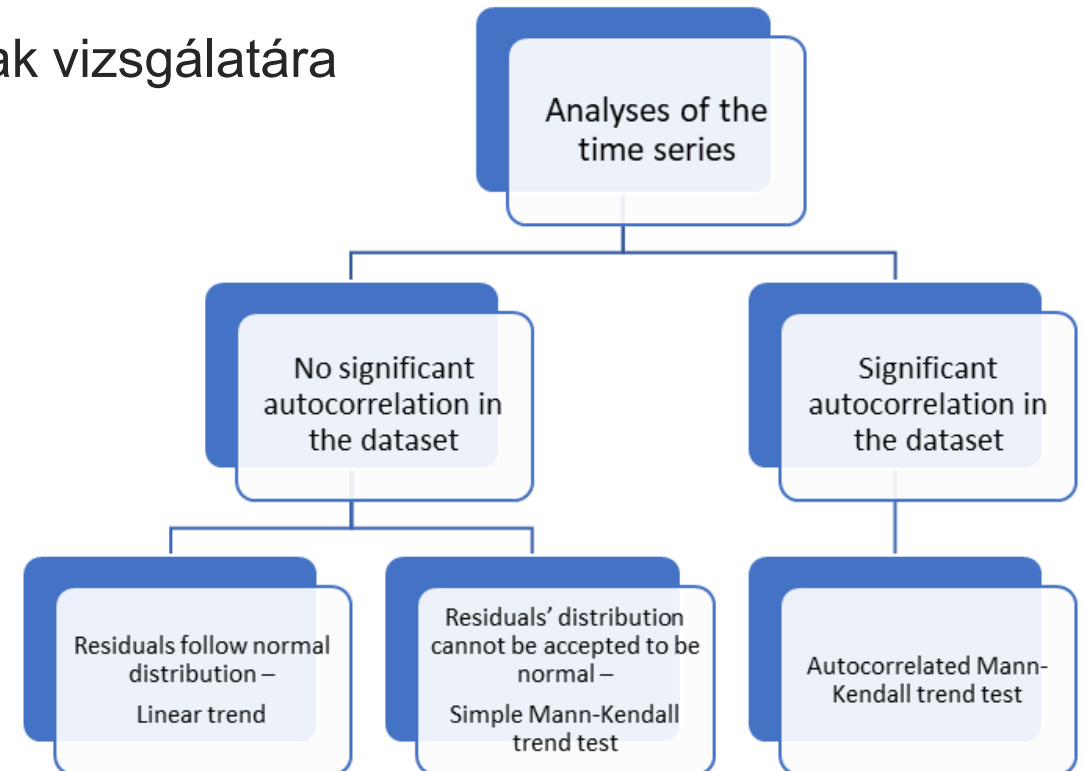
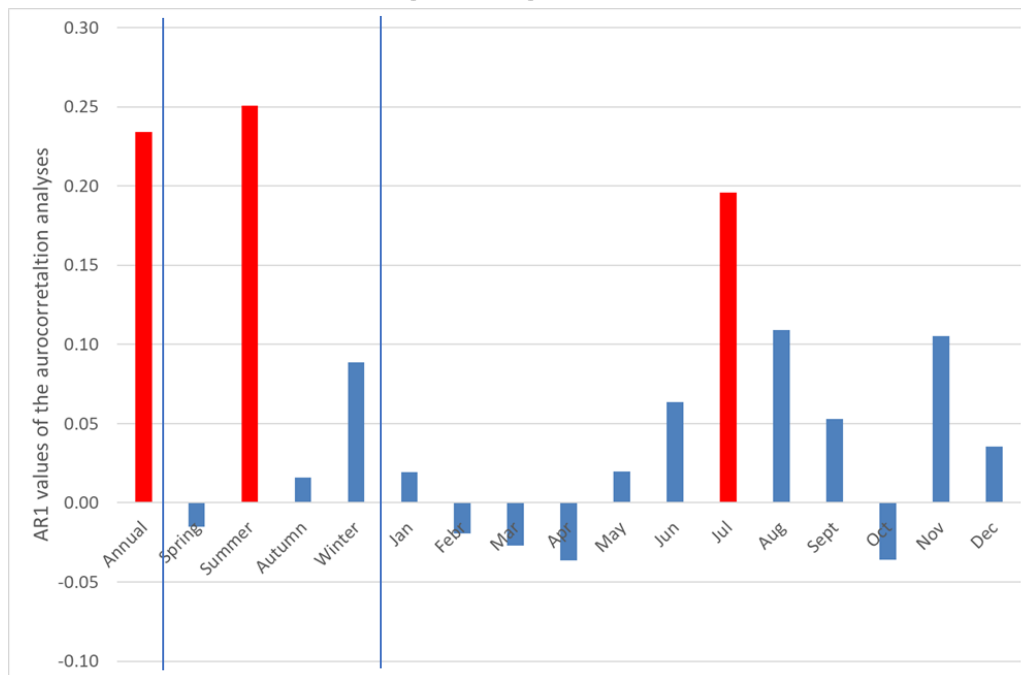
Bayes-i töréspont-vizsgálat, ami a töréspont fennállásának valószínűségét számítja. Segítségével meghatározható az az időegység, ahol a legnagyobb valószínűséggel töréspont következett be az idősor alakulásában.

A módszer részletes leírását Ruggeri (2013), Ruggeri (2018) és Ruggeri et al. (2016) tárgyalja.



# Alkalmazott módszerek 2.

- Lineáris trend
- Shapiro-Wilks teszt a maradéktagok normalitásának vizsgálatára
- Mann-Kendall trend teszt
- Maradéktagok közötti autokorreláció vizsgálata
- Mann-Kendall trend teszt autokorrelált adatokra
- Sen-féle meredekség meghatározása



# Az éves, évszakai és havi idősorok tendenciái

Az autokorrelált MK teszt alapján az **éves** középhőmérsékleti adatsorban **szignifikáns emelkedő tendencia** figyelhető meg (Sen-féle meredekség: 0,004,  $S=1905$ ,  $p = 2,506 \cdot 10^{-2}$ ), ami 0,4 °C/100 év hőmérséklet-emelkedésnek felel meg.

Szignifikáns trend mutatható ki **télen** (Sen-féle meredekség: 0,0084,  $S=1305$ ,  $p = 2,896 \cdot 10^{-2}$ ) az egyszerű MK teszttel, míg **tavasszal** a **lineáris trend** jelez szignifikáns változást (lineáris meredekség: 0,0048,  $t(146)=2,234$ ,  $p = 2,703 \cdot 10^{-2}$ ). A **felmelegedés** mértéke **0,84 °C télen** és **0,48 °C tavasszal 100 évre vetítve**.

Az őszi és nyári középhőmérsékleti adatsorokban nem igazolható tendencia ( $p > 0.05$ ).

A **havi** idősorokban emelkedő lineáris trend figyelhető meg **januárban** (lineáris meredekség: 0,0119,  $t(146)=2,259$ ,  $p = 2,534 \cdot 10^{-2}$ ) és **novemberben** (lineáris meredekség: 0,0086,  $t(146)=2,197$ ,  $p = 2,956 \cdot 10^{-2}$ ).

A változékonyságot az egyes adatok átlagtól vett abszolút eltéréssel jellemeztük.

Az egyetlen szignifikáns trend a változékonyság tekintetében **decemberben** igazolható, ami **a változékonyság csökkenését** jelzi (Sen-féle meredekség: -0,0042,  $S = -1235$ ,  $p = 4,070 \cdot 10^{-2}$ ).

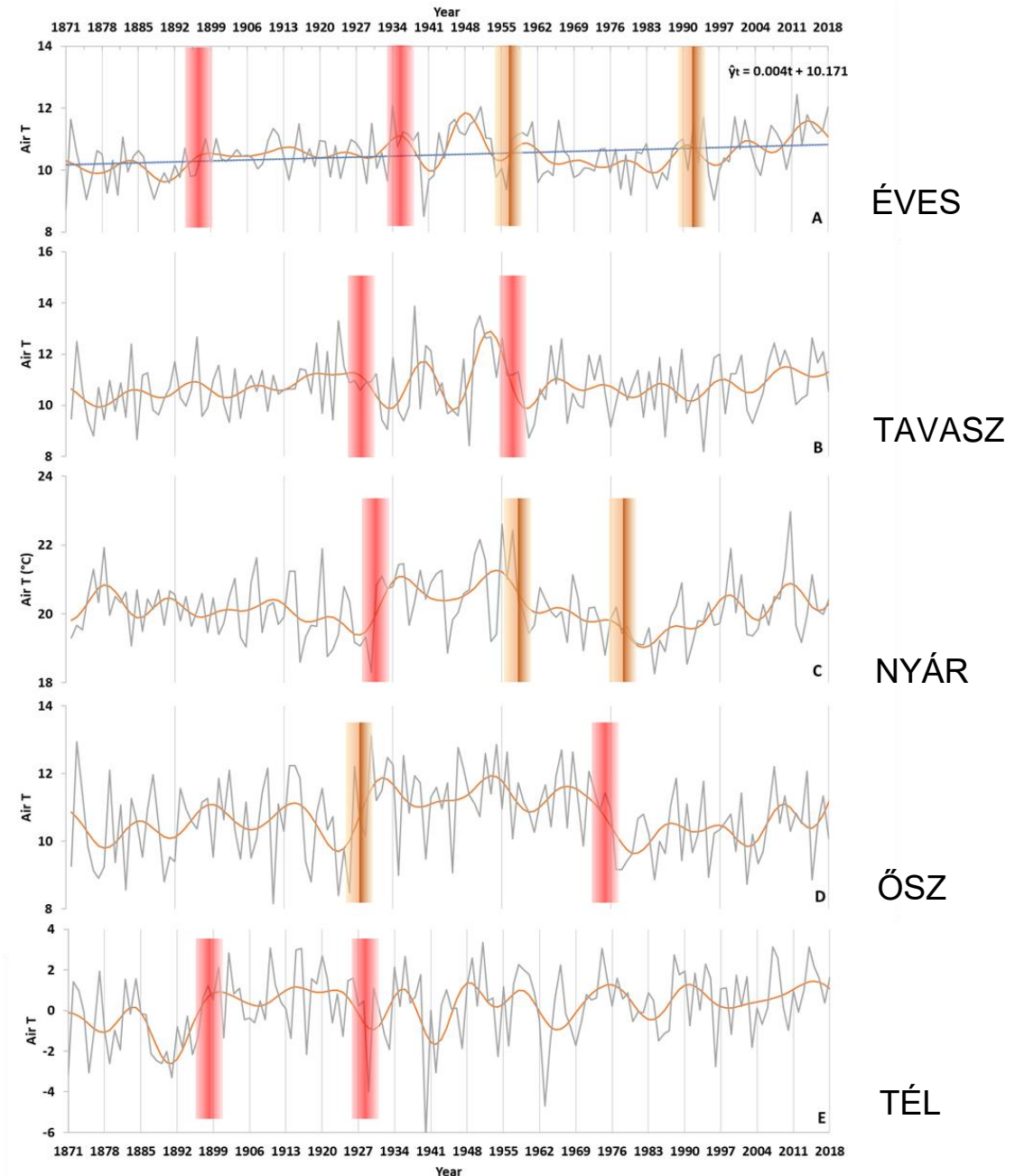


# Töréspontok az idősorokban

Keszthelyi éves (A) és évszakonkénti (B-E) nyers (szürke) és szűrt (narancssárga) hőmérsékleti idősorok 1871-2018 között

A **80-90%** közötti valószínűségű töréspontokat narancssárga, a **90%-nál magasabb** valószínűségűeket piros függőleges oszloppal jelöljük.

A kék vonal az éves idősor **lineáris trendje**.



# Töréspontok

- Az éves középhőmérsékletek idősorában egy 99%-os valószínűségű töréspont jelentkezik 1895-ben, és egy **90% valószínűségű 1931-ben**, ami egybeesik az ETCW időszak kezdetével. 1952-ben csak egy 80%-os valószínűségű töréspont jelentkezik, ami az ETCW periódus végét jelezheti.
- A tavaszi középhőmérsékleti adatokban **1925-ben** egy **99%-os** valószínűségű töréspont jelentkezik. **1927-ben** a nyári adatokban, **1924-ben** a téli adatokban figyelhető meg töréspont. Ősszel 1924-ben csak egy 80% valószínűségű töréspontot láthatunk. A magas (99%) valószínűségű töréspont **1969-ben** következett be.
- Egy másodlagos töréspont található **1952-ben** és **1953-ban** a tavaszi és nyári idősorokban.
- Az ETCW időszaka megjelenik az éves, a tavaszi és a nyári idősorokban, de télen csak a kezdete mutatható ki.

# Szegmentálás és a szegmensek trendvizsgálata

Az idősorokat részekre bontottuk a **min. 80%-os** valószínűségű töréspontoknál.

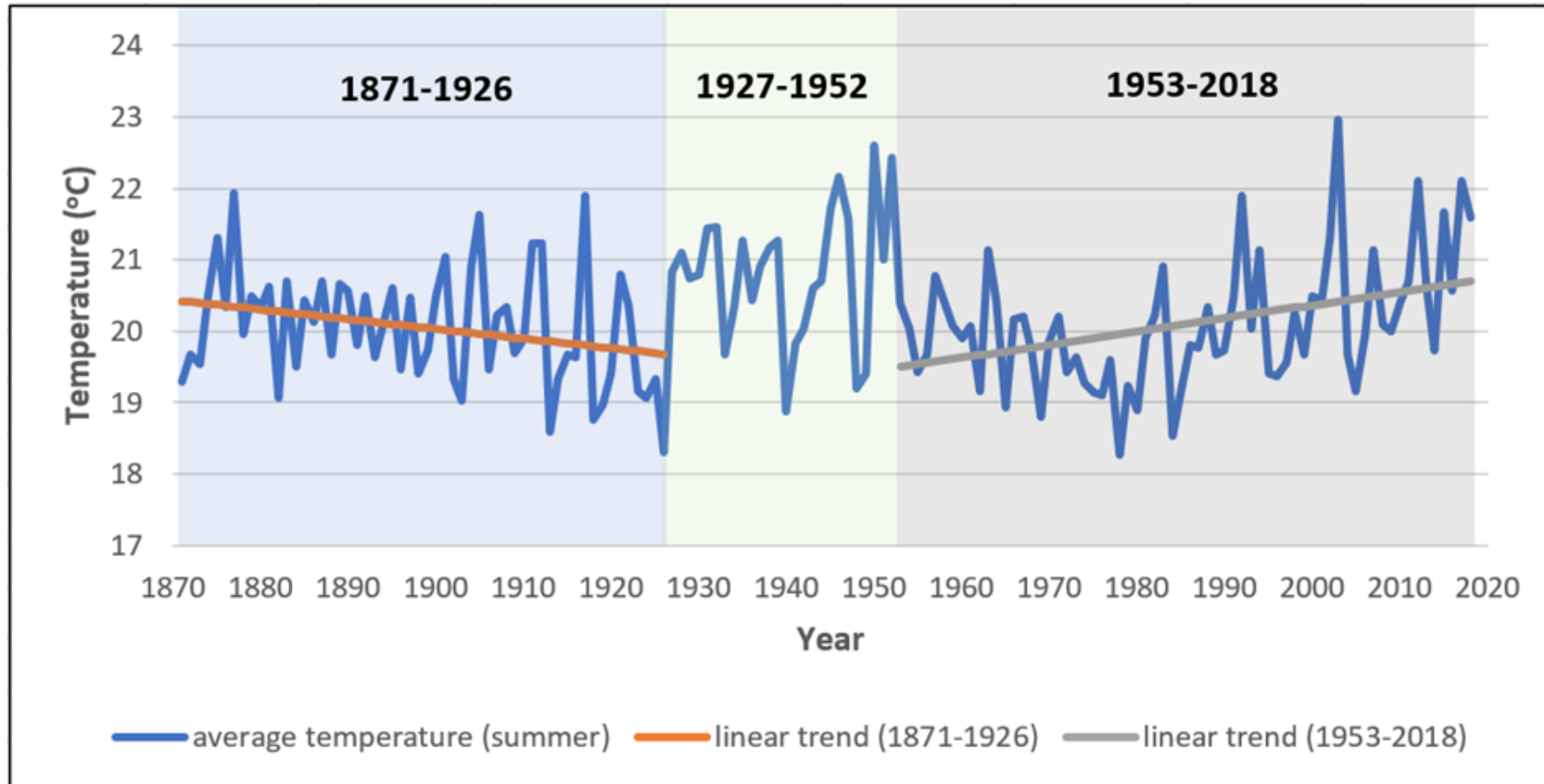
annual	1871-1894	1895-1930	1931-1951** (Sen's slope=0.059)	1952-1984	1985-2018** (slope=0.042)
spring	1871-1924** (slope=0.018)		1925-1951* (slope=0.062)	1952-2018** (slope=0.018)	
summer	1871-1926** (slope=-0.014)		1927-1952	1953-2018** (slope=0.018)	
fall	1871-1923		1924-1968	1969-2018** (Sen's slope=0.024)	
winter	1872-1895	1896-1923	1924-2018		

\*szignifikáns 10%-os szignifikancia szinten, \*\* szignifikáns 5%-os szignifikancia szinten

A szignifikáns trend esetében a lineáris meredekség vagy a Sen-féle meredekség zárójelben került megjelenítésre.

Az éves középhőmérsékleti adatok szegmensei közül **szignifikáns hőmérsékletemelkedés** figyelhető meg 1931 és 1951 között, valamint 1985 és 2018 között.

**Tavasszal** minden szegmens szignifikáns hőmérsékletemelkedést mutat ( $\alpha=10\%$ ). Az ETCW időszakában is szignifikáns változás igazolható. A **nyári** középhőmérsékleti adatok szegmensei esetében az ETCW periódusban nem jelentkezett szignifikáns melegedés. Viszont azt megelőzően egy **hűlési**, majd azt követően egy **melegedési** időszak figyelhető meg.



# A szegmensek leíró statisztikai jellemzői

	Mean (°C) /SD (°C)/ (period)				
annual	10.023 /0.707/ (1871-1894)	10.513 /0.509/ (1895-1930)	10.852 /0.893/ (1931-1951)	10.360 /0.642/ (1952-1984)	10.740 /0.803/ (1985-2018)
spring	10.644 /1.011/ (1871-1924)		11.036 /1.464/ (1925-1951)	10.860 /1.071/ (1952-2018)	
summer	20.053 /0.818/ (1871-1926)		20.829 /0.943/ (1927-1952)	20.009 /0.897/ (1953-2018)	
fall	10.469 /1.215/ (1871-1923)		11.344 /1.009/ (1924-1968)	10.560 /1.194/ (1969-2018)	
winter	-0.975 /2.094 (1872-1895)	0.715 /1.583/ (1896-1923)	0.367 /1.856 (1924-2018)		

A **nyár** és az **ősz** az ETCW időszakban nem jellemezhető szignifikáns trenddel, az **átlag emelkedése** azonban felismerhető.

# Konklúzió

- Az ETCW arktiszi régióban tapasztalható hatásairól szóló számos tanulmány és az európai kontinensre gyakorolt hatásáról szóló szórványos kutatások közötti űrt szeretnénk betölteni a vizsgálatok eredményeivel.
- A globális tendenciához hasonlóan a keszthelyi éves középhőmérsékleti idősorban is azonosítható a huszadik század eleji felmelegedés (ETCW) időszaka 1931 és 1951 között.
- A Mann-Kendall trend teszttel kimutatásra került az 1925 és 1951 közötti évek **tavaszi** felmelegedési időszakában egy **szignifikáns emelkedő tendencia**.
- A **nyár** és az **ősz** ezekben az években nem jellemezhető szignifikáns trenddel, az **átlag emelkedése** azonban felismerhető.
- Közép-Európában ennek az időszaknak a jellemzői némileg eltérnek a szakirodalomban a tágabb környező régióra találtaktól (aszályok).
- Sajnos a Kárpát-medence területére vonatkozóan, az ETCW-re összpontosító kutatásokat nem találtunk, így az eredményeket nem tudjuk összehasonlítani.

A tanulmány teljes terjedelemben az alábbi szakcikkben olvasható:

Kocsis, T. – Pongrácz, R. – Hatvani, I.G. – Magyar, N. – Anda, A. – Kovács-Székely, I. (2024):  
**Seasonal trends in the Early Twentieth Century Warming (ETCW) in a centennial instrumental temperature record from Central Europe**

Hun. Geo. Bull. 73(1): 3-16.

**DOI:** <https://doi.org/10.15201/hungeobull.73.1.1>







A MAGYAR  
TUDOMÁNY  
ÜNNEPE

MTA

# Köszönöm a figyelmet!

2024. november 15.

50. Meteorológiai Tudományos Napok

# MTA

