TÖBBDIMENZIÓS ÉGHAJLATI IDŐSOROK EXTRÉMUMAINAK VIZSGÁLATA

IZSÁK BEATRIX, OMSZ ÉGHAJLATI OSZTÁLY

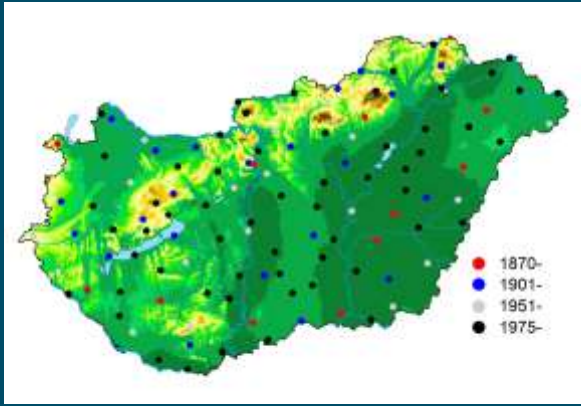
SZENTIMREY TAMÁS, VARIMAX

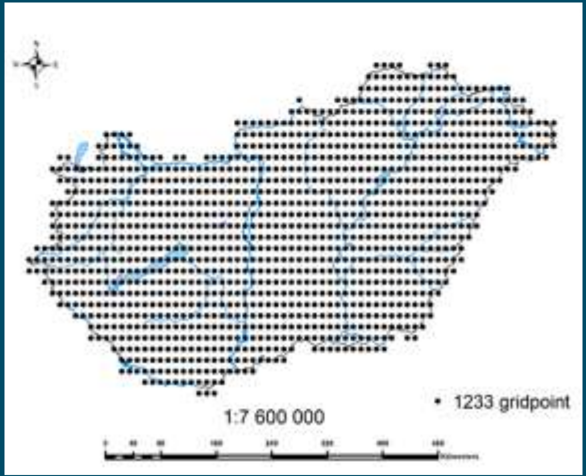
PONGRÁCZ RITA, ELTE METEOROLÓGIAI TANSZÉK

LAKATOS MÓNIKA, OMSZ ÉGHAJLATI OSZTÁLY

METEOROLÓGIAI TUDOMÁNYOS NAPOK

2021. NOVEMBER 18.





Adatszervezés

Jó minőségű, reprezentatív meteorológiai adatok biztosítása, mégpedig térben és időben egyaránt: adatpótlás, adatellenőrzés, homogenizálás, térbeli interpoláció.

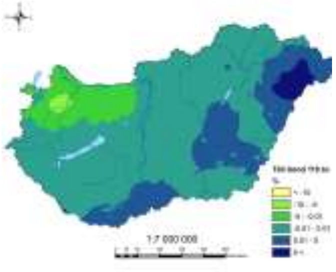
-MASHv3.03 (Multiple Analysis of Series for Homogenization; Szentimrey, T.)
Állomás adatsorok homogenizálása, ellenőrzése és pótlása

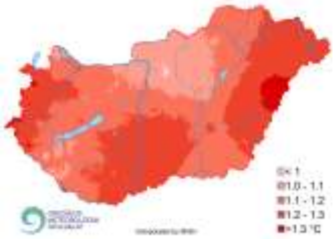
-MISHv1.03 (Meteorological Interpolation based on Surface Homogenized Data Basis; Szentimrey, T. and Bihari, Z.)
Éghajlati statisztikai paraméterek modellezése, meteorológiai adatok interpolációja és pótlása

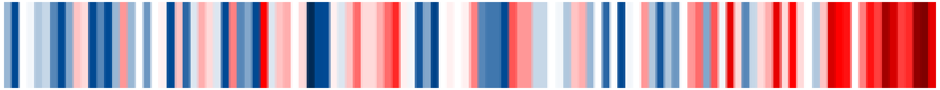
Éghajlati idősorok vizsgálata

Egydimenzióban:
-extrém fogalma ismert (maximum és minimum)
-bekövetkezés időpontja egyértelműen meghatározott
-statisztikai vizsgálat: éghajlatváltozás

	Leghidegebb	Legmelegebb	Legszárazabb	Legcsapadékosabb
1	1940	2019	2011	2010
2	1875	2018	2000	1940
3	1888	2014	1971	1915
4	1881	2015	1983	1965
5	1879	2007	1917	1999
6	1956	1994	2003	1937
7	1871	2000	1921	1944
8	1980	2020	1947	1878
9	1893	1934	1961	1879
10	1870	1872	1986	1955







Kiindulási előzmény: Szentimrey T.: **Többdimenziós éghajlati idősorok extrémumainak vizsgálata,** 1999. Meteorológiai Tudományos Napok

A többdimenziós extrémum értelmezésének problematikája

1. Melyik vektorváltozó tekinthető extrémnek?

2. Az extrémum vizsgálata alapján, hogyan tesztelhető a vektorváltozók azonos eloszlására vonatkozó nullhipotézis?

3. Hogyan magyarázható az extrémitás a komponensek részrendszereivel?

"Alapvető" probléma:
a vektorváltozók eloszlásának becslése, ugyanakkor viszont a komponensek eloszlása, illetve a közöttük lévő korrelációs kapcsolat viszonylag jól becsülhető.

Többdimenziós idősor

- $\boldsymbol{X}(t) = [X_1(t), \dots, X_N(t)]^T \, (t = 1,2, \dots, n)$ **teljesen független, azonos eloszlású valószínűségi vektorváltozók.**
- Az együttes vizsgálatnál viszont lényeges, hogy egyik komponensnek se legyen domináns szerepe, ezért törekedni kell az eloszlások "hasonlóságára".

→ *Transzformáció szükséges*

Transzformált vektorváltozók:

$$\boldsymbol{Z}(t) = \boldsymbol{h}(\boldsymbol{X}(t)) = [h_1(X_1(t)), \dots, h_N(X_N(t))]^T \quad (t = 1,2, \dots, n)$$

feltéve, hogy $P\left(X_j(t) \in \left(a_j, b_j\right)\right) = 1$, és $h_j(x)$ szigorúan monoton növő az $\left(a_j, b_j\right)$ intervallumon $(j = 1,2, \dots, N)$.

- $\boldsymbol{Z}_j(t) \in N(0,\ 1) \ (j = 1,2, \dots, N)$

Példák transzformációra

1. évi csapadékösszeg: $X_1(t) \in \Gamma(p,\lambda)$ t=1,…,n

$Z_1(t) = \Phi^{-1}\left(G\left(X_1(t)\right)\right) \in N(0,\ 1)$ t=1,…,n

Ahol $G(x)$ jelöli a $\Gamma(p,\lambda)$ eloszlásfüggvényét és Φ^{-1} a standard normális eloszlásfüggvény inverze. (SPI)

2. évi középhőmérséklet: $X_2(t) \in N(m,\ \sigma^2)$ t=1,…,n

$Z_2(t) = \Phi^{-1}\left(F\left(X_2(t)\right)\right) = \frac{X_2(t)-m}{\sigma} \in N(0,\ 1)$ t=1,…,n

ahol $F(x)$ jelöli a $N(m,\ \sigma^2)$ eloszlásfüggvényét. (STI)

Együtt: SPTI (Standardized Precipitation and Temperature Index)

Többdimenziós extrémumok

A valószínűségi eloszláson alapuló normamódszer szerint a

$\boldsymbol{Z}(t)$ vektorváltozók $\boldsymbol{R}^{-1}$- normáját számítjuk ki:

$$\|\boldsymbol{Z}(t)\|_{\boldsymbol{R}^{-1}} = \left(\boldsymbol{Z}(t)^T \boldsymbol{R}^{-1} \boldsymbol{Z}(t)\right)^{\frac{1}{2}}.$$

$\boldsymbol{Z}(t_e)$ extrém $: \|\boldsymbol{Z}(t_e)\|_{\boldsymbol{R}^{-1}} = \max_{1 \le t \le n} \|\boldsymbol{Z}(t)\|_{\boldsymbol{R}^{-1}}$

Ahol $\boldsymbol{R} = E\left(\boldsymbol{Z}(t)\boldsymbol{Z}(t)^T\right)$ a korreláció mátrix.

A fenti norma alapján:

Elfogadható, hogy az eloszlásban nincs változás, ha $\|\boldsymbol{Z}(t_e)\|_{\boldsymbol{R}^{-1}} \le \alpha$ ahol α egy adott szignifikancia-szinthez tartozó kritikus érték.

Részrendszerek vizsgálata:

$J = \{ j_1,\ldots, j_L\} \subseteq \{1,2,..,N\}$ indexhalmaz

A részrendszer $\mathbf{R_J}^{-1}$- normáját számítjuk ki.

Extrém részrendszer:

Rögzített t időpontban az összes L elemű részrendszer közül a legnagyobb normaértékkel bíró rendszer lesz az extrém L dimenziós részrendszer, normája: ***STL(t)***

Extrém részrendszerek statisztikáinak sorozata: $(t = 1,\ldots, n)$

$$\max_{1\leq j\leq N} \sqrt{(Z_j(t))^2} = ST1(t) \leq ST2(t) \leq \ldots\leq STN(t) = \|\boldsymbol{Z}(t)\|_{\boldsymbol{R}^{-1}}$$

Kritikus értékek

A 0,1-es szignifikancia szinten két kritikus értéket definiálunk:

- bármelyik *STN*(*t*) (*t* = 1,2,......, *n*) statisztika, 0,1 valószínűséggel érheti el a **cr1** kritikus értéket,
- az *STN*(*t*) (*t* = 1,2,......, *n*) statisztikák maximuma, legfeljebb 0,1 valószínűséggel érheti el a **cr2** kritikus értéket.

A kritikus értékek meghatározásánál feltételeztük a transzformált komponensek normalitását.

Cr2: Kritikus értékek t=150 esetén

Dim. (N)	Cr1	Cr2
2	2,15	3,81
3	2,50	4,12
4	2,79	4,39
6	3,26	4,83
8	3,66	5,20
12	4,31	5,82
24	5,76	7,24

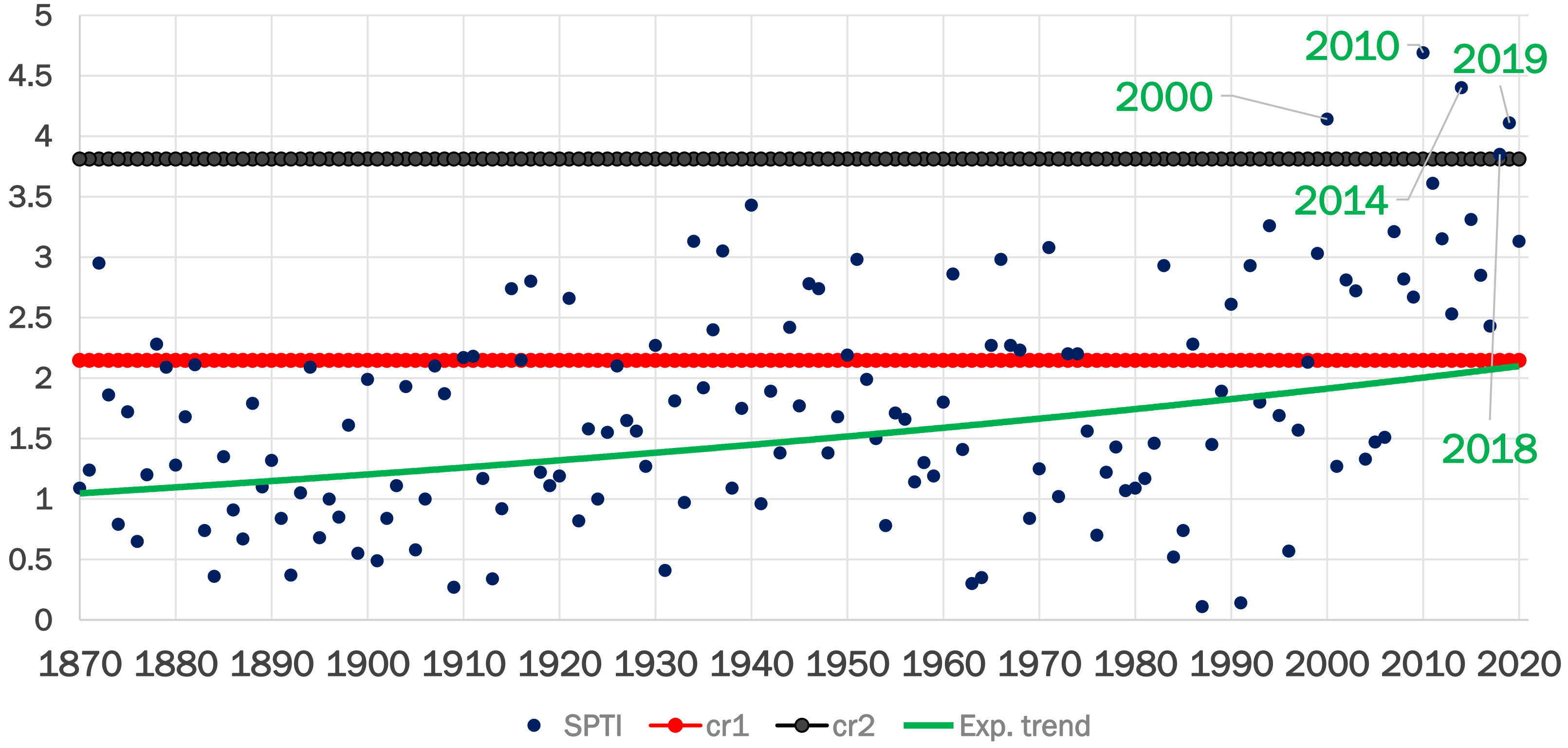
Eredmények

KÉTDIMENZIÓS VIZSGÁLATOK

ÉVI KÖZÉPHŐMÉRSÉKLET ÉS CSAPADÉKÖSSZEG

1870-2020

SPTI értékek országos átlag, kalibrációs időszak 1870-1900



Az SPTI index megváltozását exponenciális trendbecsléssel jellemeztük.
Országos átlagban 100%-kal nőtt ez az index a teljes időszak alatt.
Ez a változás szignifikáns a 0,1-es szignifikancia szinten.

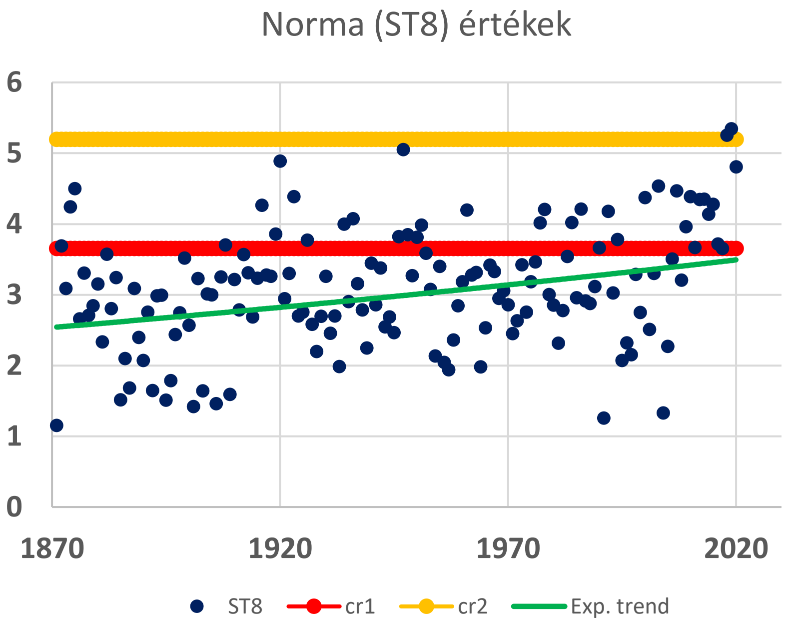
Eredmények

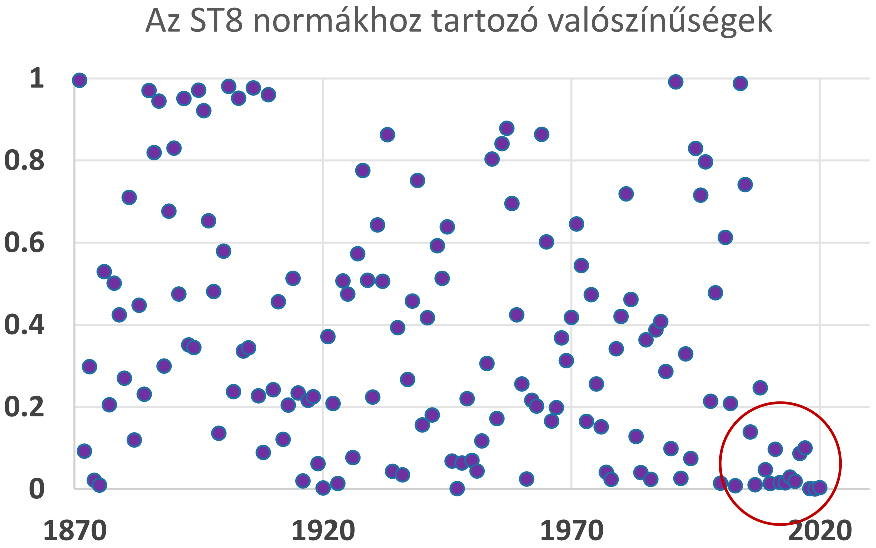
NYOLCDIMENZIÓS VIZSGÁLATOK

NÉGY ÉVSZAK KÖZÉPHŐMÉRSÉKLET ÉS CSAPADÉKÖSSZEG

1871-2020

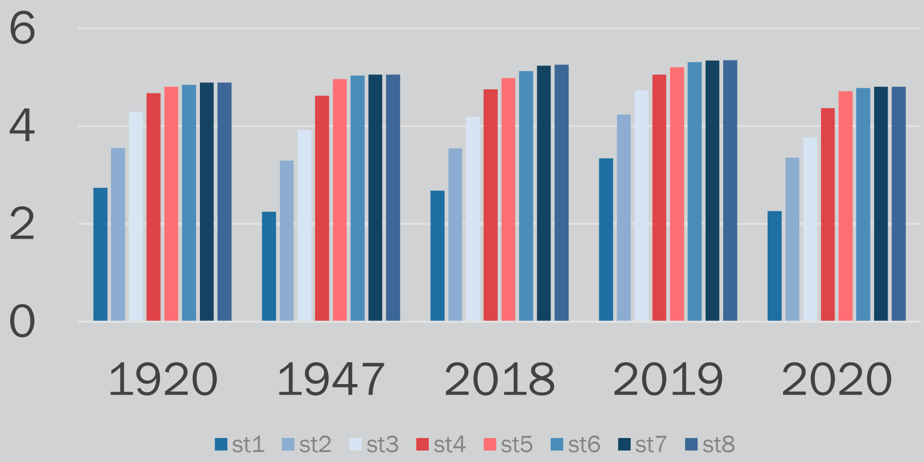
Négy évszak: hőmérséklet és csapadék





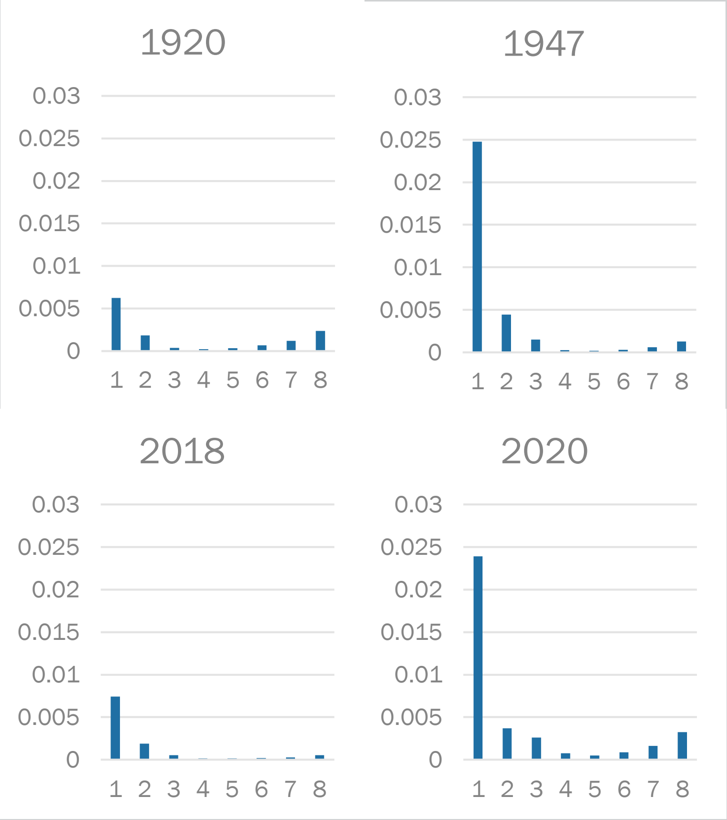
Exponenciális trendbecsléssel 37%-kal nőtt az ST8 index a teljes időszak alatt.
Ez a változás szignifikáns a 0,1-es szignifikancia szinten.

Az ST1-ST8 statisztikákhoz tartozó normaértékek

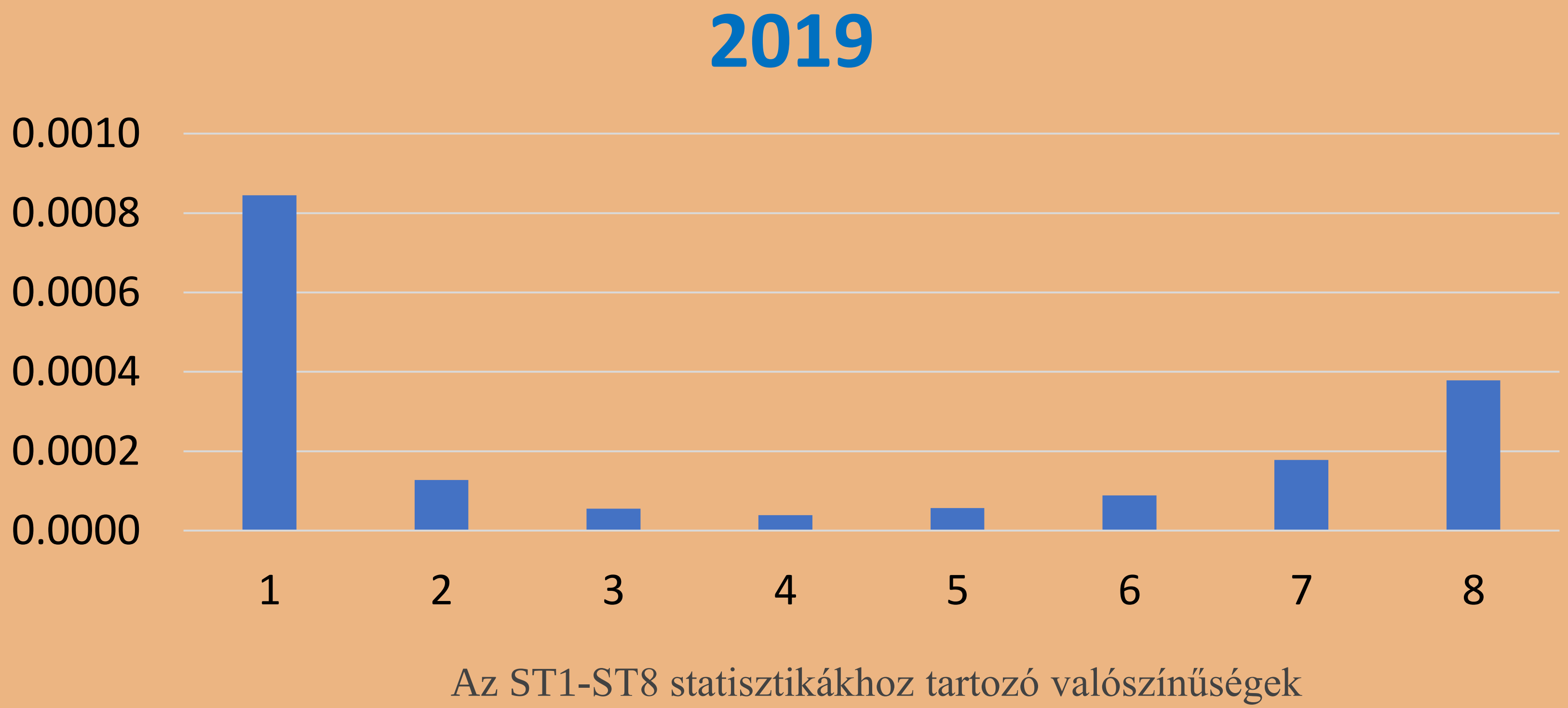


A teljes időszakot és mind a nyolc elemet tekintve a legnagyobb normaértékkel **2003 nyar**ának hőmérséklete bír, míg ugyanezen év tavaszi szárazságával kiegészítve a legextrémebb kétdimenziós részrendszer, az összes többi extrém részrendszer a **2019**-es évhez tartozik.

Az ST1-ST8 statisztikákhoz tartozó valószínűségek



A legkisebb valószínűségi esemény a 2019-es évhez tartozik, ebből is a négyelemű extrém részrendszerhez tartozik ez az érték. **(meleg, száraz nyár, meleg ősz és csapadékos tavasz)**



Összegzés

- Az **évszakos vizsgálatok** kiegészítik az éves vizsgálatokat:
vannak esetek amikor inkább az átlagban,
és vannak esetek amikor inkább a részletekben fedezhetők fel
a rendkívüliségek
- Az évszakos vizsgálatokat lehet **folytatni**,
pl. 6 változó: 3 hónap középhőmérséklete és csapadékösszege
- Vizsgálatok országos átlag helyett **városokra, rácspontokra**
- **Szélsőségek vizsgálata** hatékonyabb eszközt jelent az éghajlatváltozás vizsgálata és jellemzése szempontjából, az ilyen jellegű vizsgálatok kiegészítik az egydimenziós vizsgálatokat.

A MAGYAR TUDOMÁNY ÜNNEPE

Az MTA programsorozata

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA · 1825 ·

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

mta.hu