



# Hazai megfigyelt hőmérsékleti és csapadék tendenciák, szélsőségek alakulása a múlt század elejétől

Lakatos Mónika

OMSZ Éghajlati Elemző Osztály

[lakatos.m@met.hu](mailto:lakatos.m@met.hu)

# Vázlat

- Éghajlati adatok forrása, felhasznált adatok
- Éves és évszakos hőmérséklet és csapadék változások különböző időszakokban
- Extrémumok tendenciái az IPCC AR4 megállapításai alapján, eszköz: extrém hőmérséklet és csapadék klímaindexek
- Extrémumok eloszlásának változása, példa: Budapest-Belterület állomás éves maximumhőmérsékletei



# Az éghajlati adatbázis forrása a meteorológiai mérőállomások hálózata

Az OMSZ felszíni mérőhálózata  
(a hagyományos csapadékmérő állomások nélkül)  
2010. április 15.

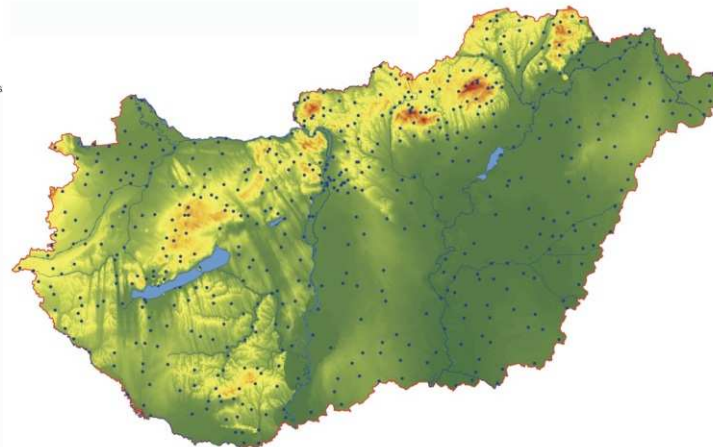


## JELMAGYARÁZAT

- Automata állomás (észlelővel)
- ◆ Automata állomás (észlelő nélkül)
- Hátterszennyezettség-mérő állomás
- Radarállomás
- ◇ Hagyományos klímaállomás
- ☆ Regionális Központ
- ⊕ Viharjelző Observatórium



© Országos Meteorológiai Szolgálat, 2010.  
Készítette: Németh Ákos (OMSZ Éghajlati Elemző Osztály)



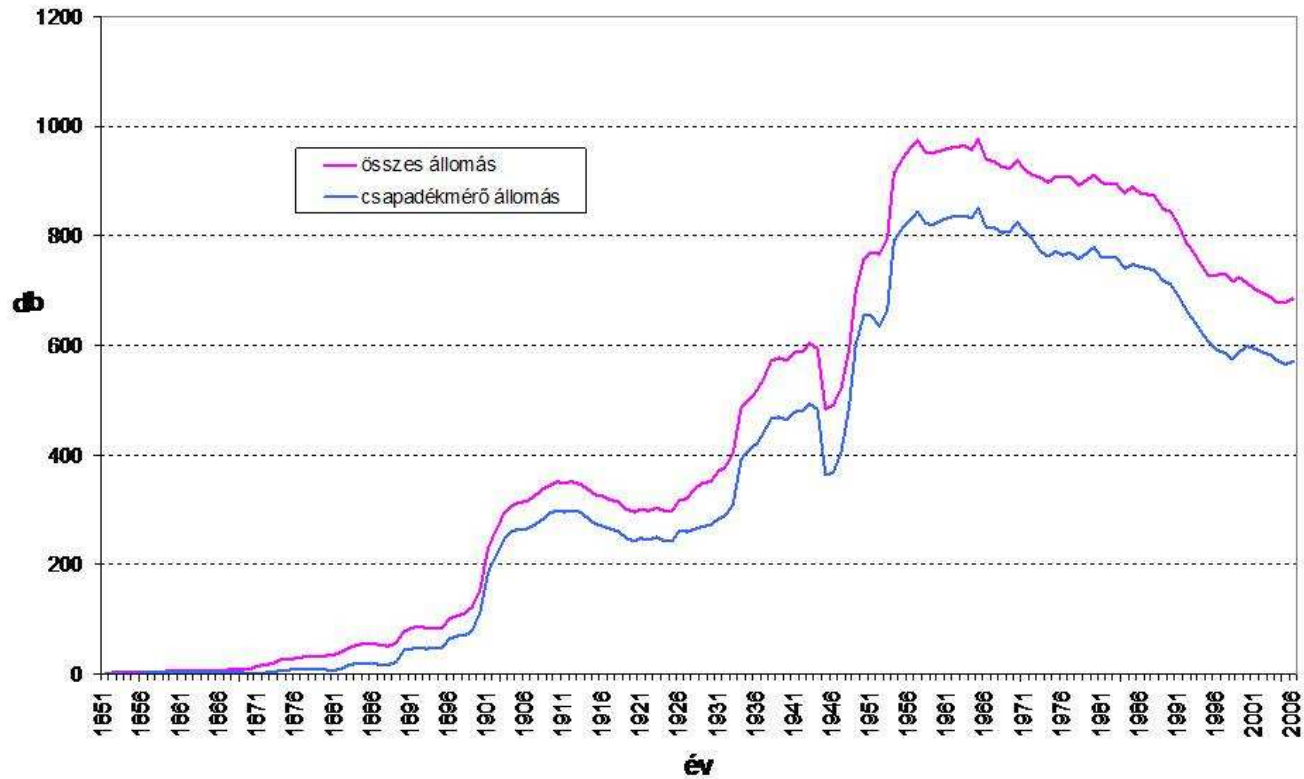
Hagyományos klíma és csapadékmérő állomások



# A mérőállomások számának alakulása 1851-től

Az összes állomás és a csapadékmérő állomások számának alakulása  
(1851-2006)

2. ábra





# Az éghajlati adatok forrása az archívum, majd túlnyomóan 1951-től az elektronikus adatbázis



INDA - [INDA 2.2]  
Window

Kedvenceim  
állomás\_választó Indítás

OMSZ

Adatok

- Időrendben: Választható állomás alapadatai időrendben
- Területre: Választható alapintervallumra (tízperc, óra, nap, hónap) vonatkozó adatok
- Időszakos: Tetszőleges időintervallum (több nap, több hónap) átlagai és szélsőségei
- Területi átlag: Tetszőleges területre vonatkozó átlagok és szélsőségek
- Feldolgozás: Összetett éghajlati feldolgozások
- Szélsőségek: Több évre vonatkozó átlagok és szélsőségek
- Aerológia: Szeged és Budapest aerológiai adatai
- Regionális: Regionális központok adatszolgáltatásai

Adatok

- Adatlétezés: Adatlétezés
- Metaadatok: Állomásinformációk
- Bevitel: Adatok ellenőrzött bevitel
- Homogén: Homogenizált adatok elérése

INDA Interactive Network Database Access

Kilépés

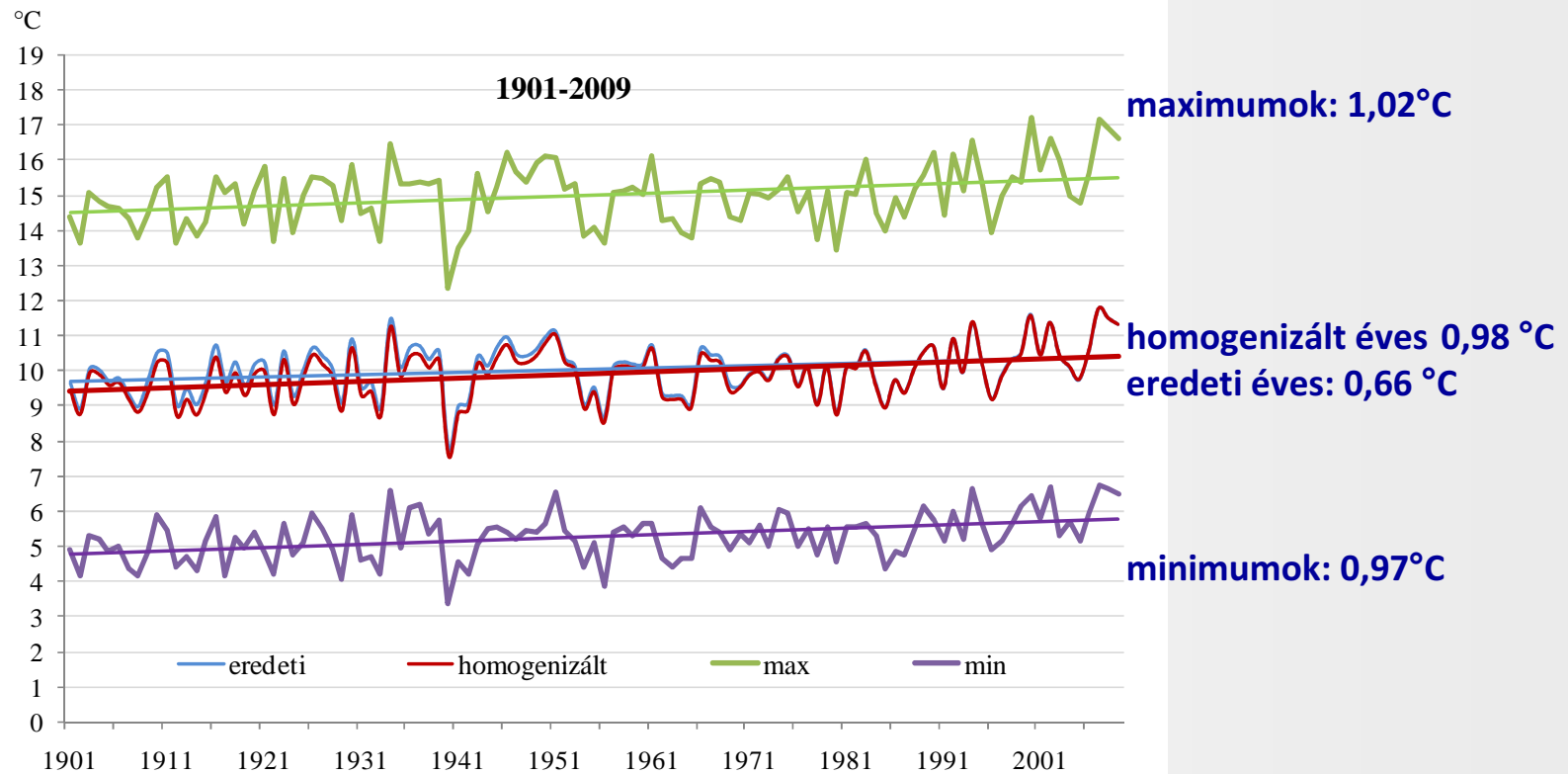
Szolgáltatások

- Kedvencek: Felhasználók és megrendelők
- Üzenetek: Érdekes információk
- Programok
- Elemek
- Kódok: INDA szervíz



## Adatminőség: klimatológiai, különösen éghajlatváltozással kapcsolatos vizsgálatokhoz elengedhetetlen az ellenőrzött, homogenizált adatok használata (Mash, Szentimrey)

Emelkedés mértéke:





# Az országos átlag többféleképpen becsülhető

- állomási átlagok (hány állomás?, domborzati sajátosságok?)
- interpolált rácsponti értékek átlaga (Mish, Szentimrey, Bihari)

Az elemzésekhez felhasznált adatok:

Hőmérséklet:

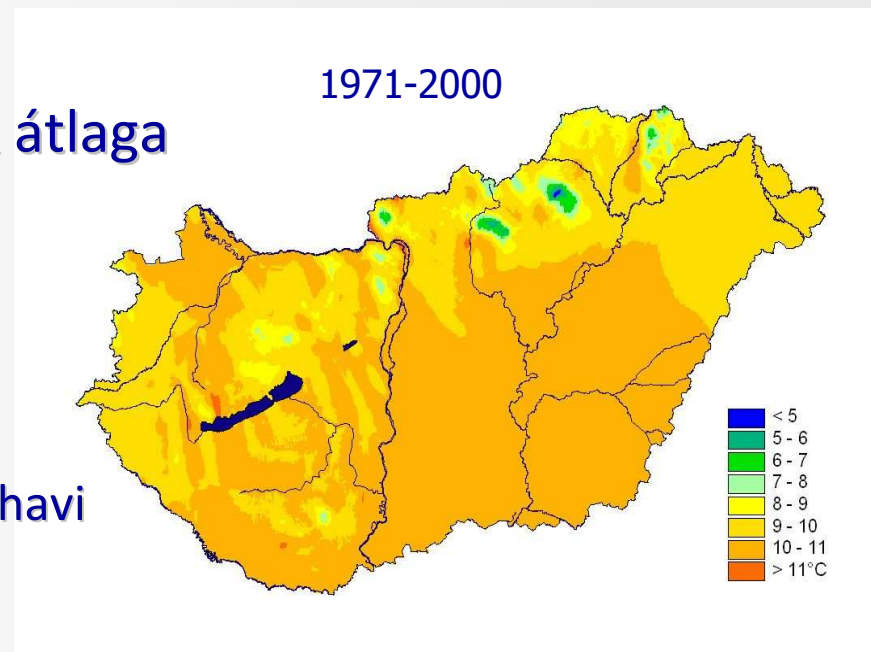
1901-2009 15 állomás, 1971-2009 57 állomás havi

1901-2009 15 állomás napi adatai

Csapadék

1901-2009 58 állomás, 1951-2009 177 állomás havi

1901-2009 58 állomás napi adatai



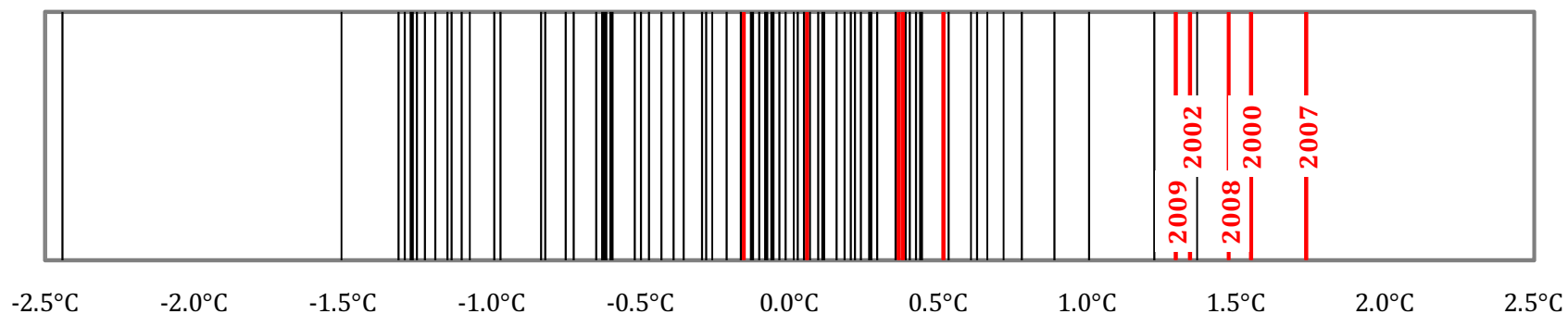
**Homogenizált, interpolált rácsponti átlagok  
év eleji rendszerességgel**



# 1901 óta a legmelegebb dekád zárult a 2009-es esztendővel!



**Az elmúlt  
tíz év átlaga  
10,9°C**



Az 1971-2000-es állaghőmérséklettől való éves eltérések 1901-től 2009-ig

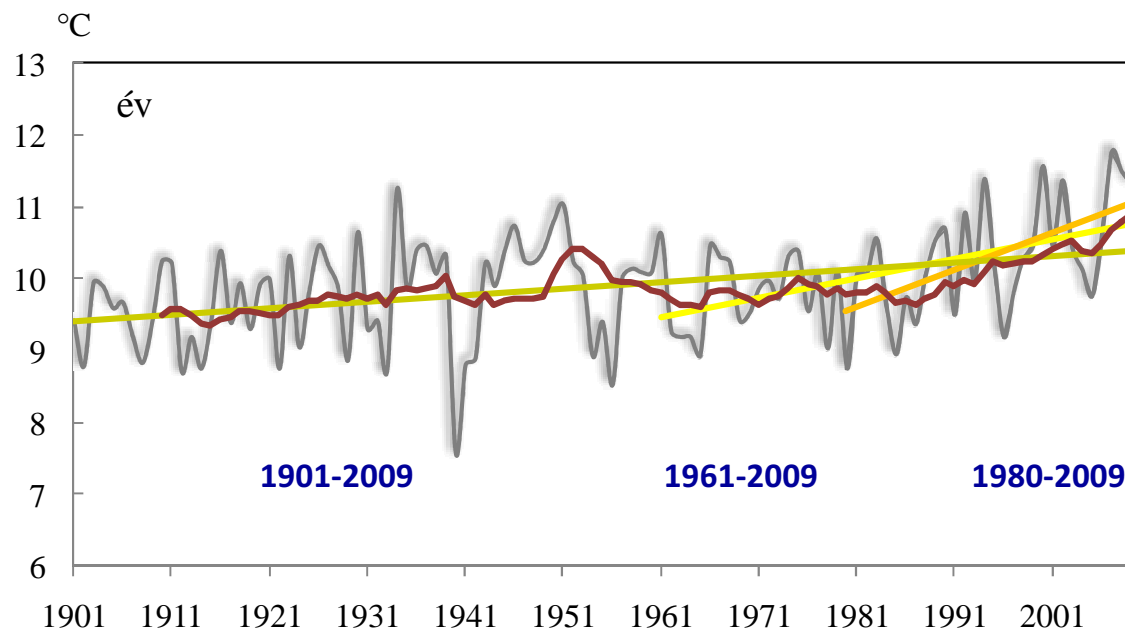




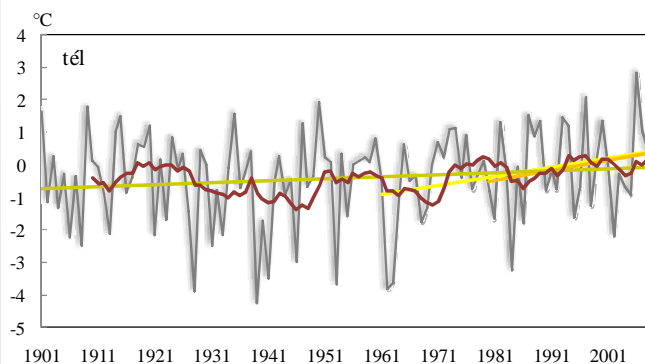
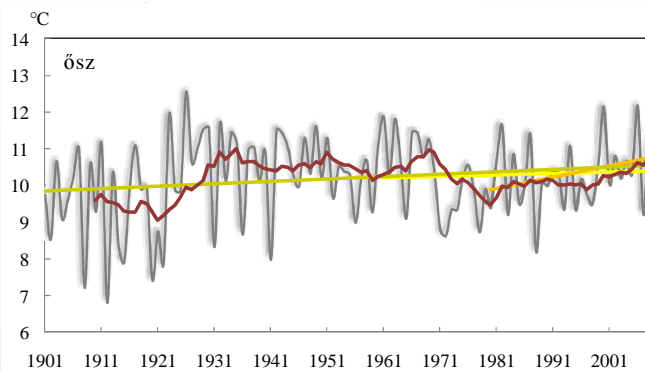
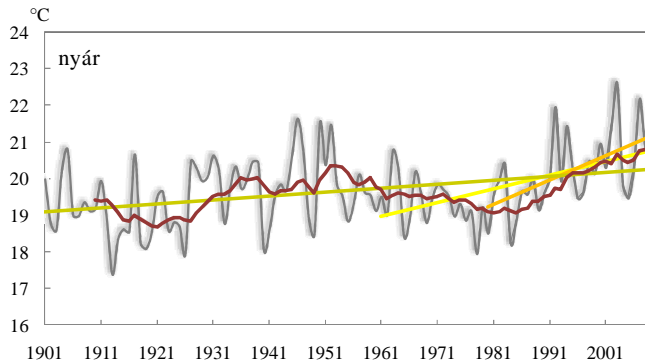
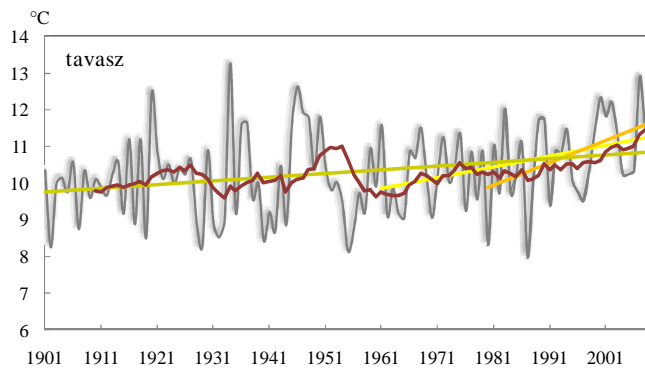
# Megfigyelt hőmérsékleti és csapadék tendenciák



## Országos éves középhőmérsékletek az 1901-2009, 1961-2009 és 1980-2009 időszakokhoz illesztett lineáris trenddel és a tízéves mozgó átlaggal



# Évszakos jellemzők



## Országos átlaghőmérséklet 1901-2009

	változás °C	legalább °C	legfeljebb °C
tavasz	<b>1,08</b>	<b>0,48</b>	<b>1,69</b>
nyár	<b>1,17</b>	<b>0,67</b>	<b>1,66</b>
ősz	<b>0,68</b>	<b>0,06</b>	<b>1,29</b>
tél	0,65	-0,12	1,41
év	<b>0,99</b>	<b>0,61</b>	<b>1,36</b>

## 1961-2009

	változás °C	legalább °C	legfeljebb °C
tavasz	<b>1,42</b>	<b>0,45</b>	<b>2,39</b>
nyár	<b>1,79</b>	<b>1,00</b>	<b>2,59</b>
ősz	0,19	-0,75	1,13
tél	<b>1,35</b>	<b>0,08</b>	<b>2,62</b>
év	<b>1,30</b>	<b>0,70</b>	<b>1,90</b>

## 1980-2009

	változás °C	legalább °C	legfeljebb °C
tavasz	<b>1,75</b>	<b>0,67</b>	<b>2,84</b>
nyár	<b>1,93</b>	<b>1,06</b>	<b>2,79</b>
ősz	0,89	-0,03	1,82
tél	0,90	-0,48	2,28
év	<b>1,51</b>	<b>0,85</b>	<b>2,16</b>

# Legmelegebb és leghidegebb évszakok és évek rangsora



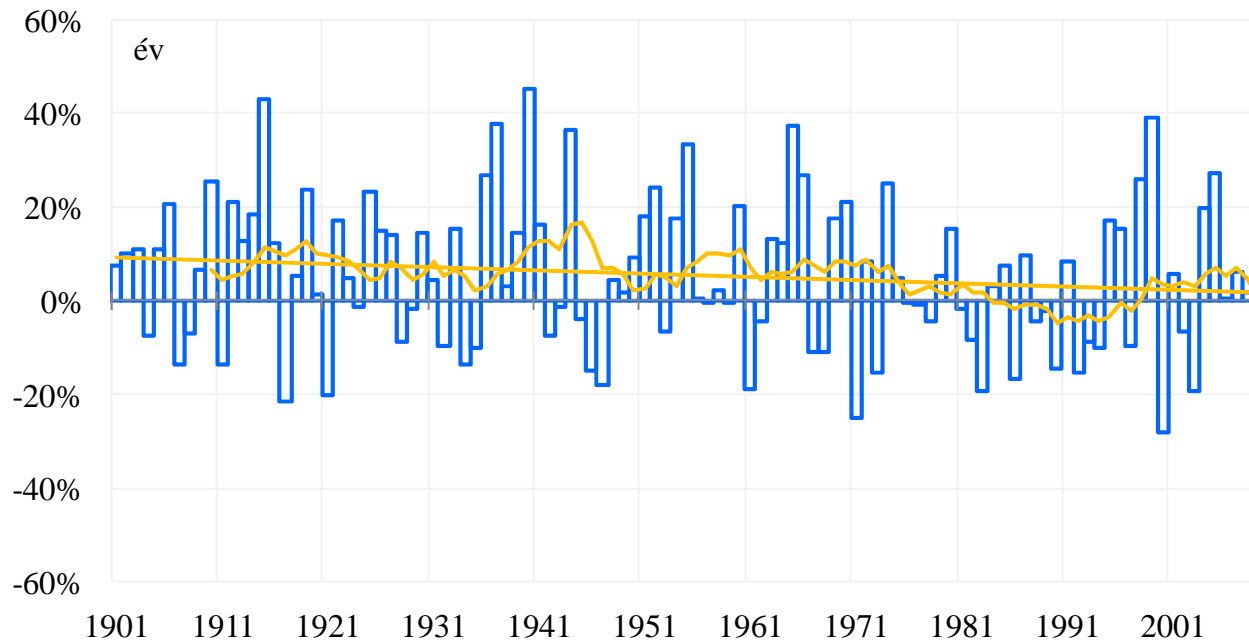
	tavaszi	nyári	ősz	téli	évi				
	°C	°C	°C	°C	°C				
1934	13,3	<b>2003</b>	22,6	1926	12,6	<b>2006</b>	2,8	<b>2007</b>	11,8
<b>2007</b>	12,9	<b>2007</b>	22,2	<b>2006</b>	12,2	<b>1997</b>	2,1	<b>2000</b>	11,6
1946	12,6	<b>1992</b>	22,0	<b>2000</b>	12,2	1950	1,9	<b>2008</b>	11,5
1920	12,5	1946	21,6	1923	12,0	1909	1,8	<b>1994</b>	11,4
<b>2000</b>	12,3	1950	21,5	1961	11,9	1901	1,6	<b>2002</b>	11,4
<b>2009</b>	12,3	1952	21,5	<b>2009</b>	11,8	1935	1,6	<b>2009</b>	11,3
<b>2002</b>	12,2	<b>2002</b>	21,5	1963	11,8	1987	1,5	1934	11,3
1983	12,0	<b>1994</b>	21,4	1932	11,7	1915	1,5	1951	11,0
1947	11,9	<b>2000</b>	21,0	1982	11,6	<b>1993</b>	1,4	<b>1992</b>	10,9
<b>2001</b>	11,8	<b>2009</b>	20,9	1949	11,6	<b>2000</b>	1,4	1950	10,8

	tavaszi	nyári	ősz	téli	évi				
	°C	°C	°C	°C	°C				
1987	8,0	1913	17,4	1912	6,8	1939	-4,2	1940	7,6
1955	8,1	1926	17,9	1908	7,2	1928	-3,9	1956	8,5
1902	8,3	1978	17,9	1920	7,4	1962	-3,8	1912	8,7
1929	8,3	1940	18,0	1922	7,9	1953	-3,7	1933	8,7
1980	8,3	1919	18,1	1915	7,9	1963	-3,6	1914	8,8
1940	8,4	1984	18,2	1941	8,0	1941	-3,5	1922	8,8
1919	8,5	1918	18,3	1988	8,2	1984	-3,2	1980	8,8
1932	8,5	1914	18,4	1931	8,3	1946	-3,0	1902	8,8
1942	8,7	1965	18,4	1914	8,4	1931	-2,5	1941	8,8
1956	8,7	1949	18,5	1902	8,5	1908	-2,5	1908	8,8

# Csapadék tendenciák

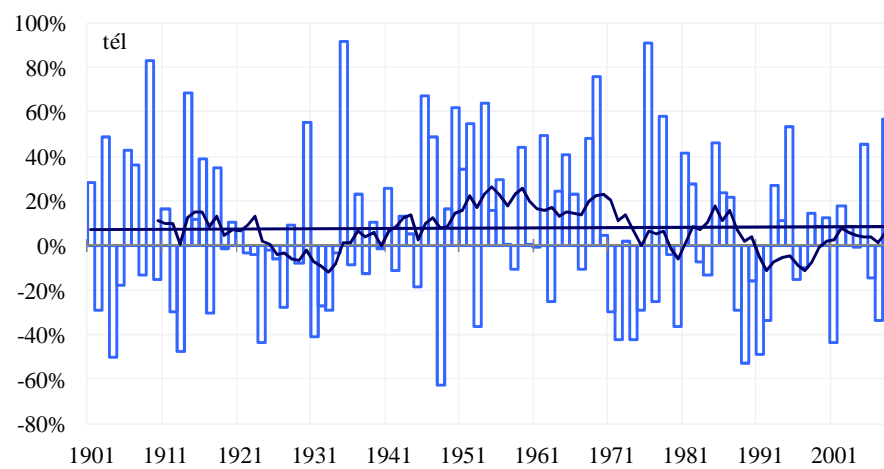
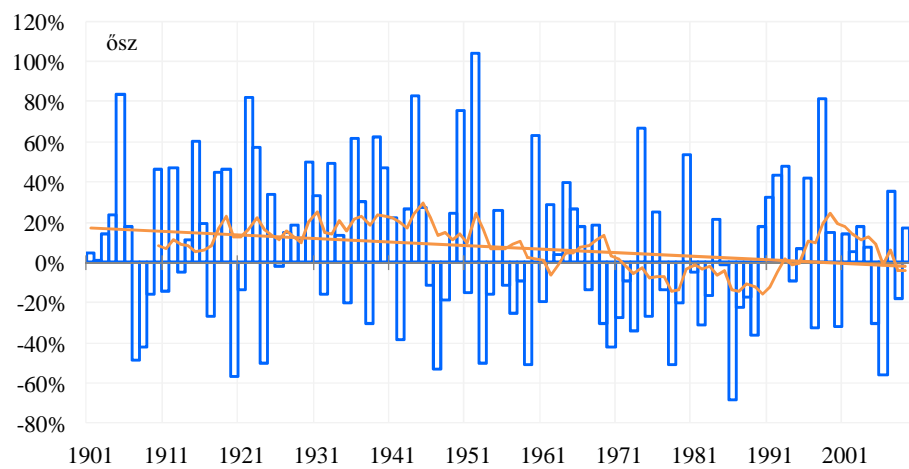
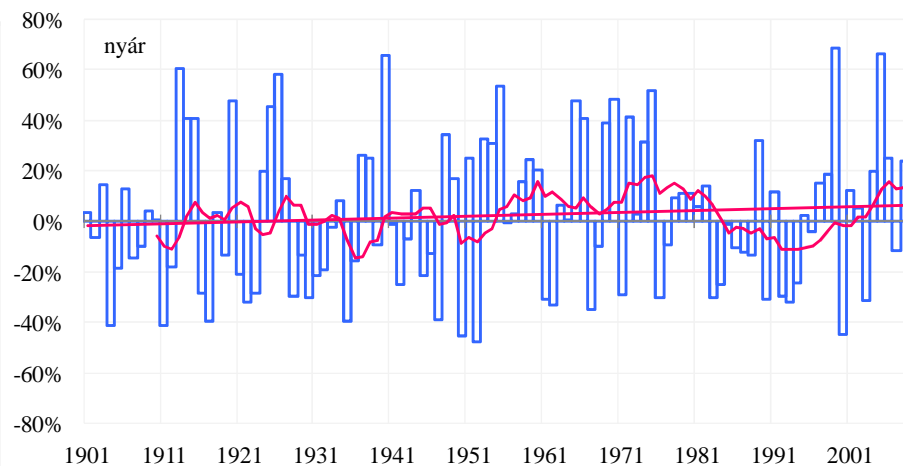
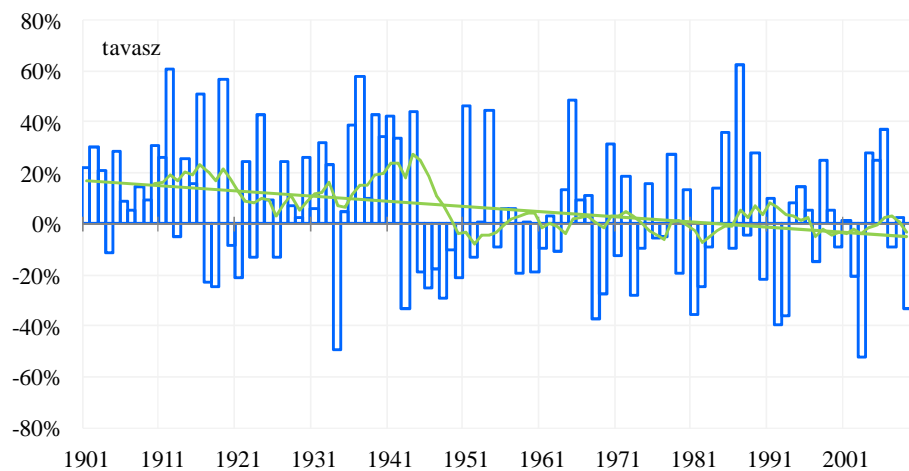


## 1901-2009, homogenizált, interpolált országos átlagok %-os eltérése az 1971-2000-es normáltól





# Évszakos jellemzők





# A csapadékösszeg %-os változás különböző időszakokra országosan és néhány állomásra

A csapadékösszeg %-os változása

1901-2009						
	Országos	Budapest	Debrecen	Szeged	Szombathely	Pécs
tavas	<b>-19,8</b>	<b>-36,6</b>	-2,3	<b>-30,1</b>	-10,3	<b>-32,3</b>
nyár	8,9	1,3	5,4	9,9	-6,0	16,3
ősz	-16,6	-25,0	<b>-28,4</b>	-27,1	-10,0	-1,0
tél	1,4	-19,9	3,9	6,4	-21,7	-12,6
év	-7,0	<b>-20,5</b>	-4,7	-10,1	-10,8	-8,5

1961-2009						
	Országos	Budapest	Debrecen	Szeged	Szombathely	Pécs
tavas	-5,3	-22,0	19,3	-8,4	-17,9	-12,0
nyár	2,1	-6,0	1,5	1,0	2,5	8,2
ősz	3,1	-22,6	19,5	26,8	-20,5	36,0
tél	-2,9	-26,7	-8,6	3,6	-12,2	-3,8
év	-0,3	-17,1	7,3	5,6	-11,7	4,0

1980-2009						
	Országos	Budapest	Debrecen	Szeged	Szombathely	Pécs
tavas	-3,7	-21,5	-20,4	7,8	-8,4	7,2
nyár	22,0	26,9	6,8	10,6	12,3	26,9
ősz	7,1	1,5	12,3	46,1	-30,4	15,3
tél	21,3	2,1	-3,2	37,9	12,2	8,3
év	10,3	-2,2	-1,3	20,6	-4,3	11,8

# Legszárazabb, és legcsapadékosabb évszakok és évek rangsora



tavasz		nyár		ősz		tél		év	
	mm		mm		mm		mm		mm
<b>2003</b>	64,7	1952	99,2	1986	43,6	1948	38,6	2000	408,7
1934	68,9	1950	103,3	1920	60,4	1989	48,8	1971	425,6
<b>1992</b>	81,7	<b>2000</b>	104,3	<b>2006</b>	61,5	1904	51,8	1917	446,0
1968	85,2	1911	110,8	1947	65,8	<b>1991</b>	53,2	1921	454,6
<b>1993</b>	86,6	1904	111,3	1959	68,4	1913	54,2	2003	459,0
1981	87,9	1935	114,0	1978	68,7	<b>2001</b>	58,3	1983	459,4
1943	90,3	1917	114,8	1924	69,2	1924	58,3	1961	462,0
<b>2009</b>	90,5	1947	115,7	1953	69,7	1974	60,1	1947	466,6
1948	96,3	1967	123,1	1907	71,4	1972	60,2	1986	474,3
1973	97,9	1962	127,1	1908	80,3	1931	61,4	1973	481,3

tavasz		nyár		ősz		tél		év	
	mm		mm		mm		mm		mm
1987	220,7	<b>1999</b>	318,9	1952	284,6	1935	199,4	1940	824,1
1912	218,0	<b>2005</b>	314,6	1905	255,8	1976	199,0	1915	814,0
1937	214,3	1940	313,4	1944	255,3	1909	190,6	<b>1999</b>	789,3
1919	213,2	1913	303,8	1922	253,5	1969	183,2	1937	784,1
1916	205,3	1926	299,4	<b>1998</b>	253,4	<b>2009</b>	181,3	1965	781,6
1965	202,2	1955	290,3	1950	245,0	1914	175,6	1944	774,9
1951	198,4	1975	287,1	1974	232,6	1946	174,2	1955	757,1
1954	196,6	1970	280,5	1960	227,8	1954	170,9	<b>2005</b>	722,7
1944	195,9	1920	279,9	1939	226,2	1950	168,4	1936	720,8
1939	194,1	1965	279,2	1936	225,2	1978	164,5	1966	719,3

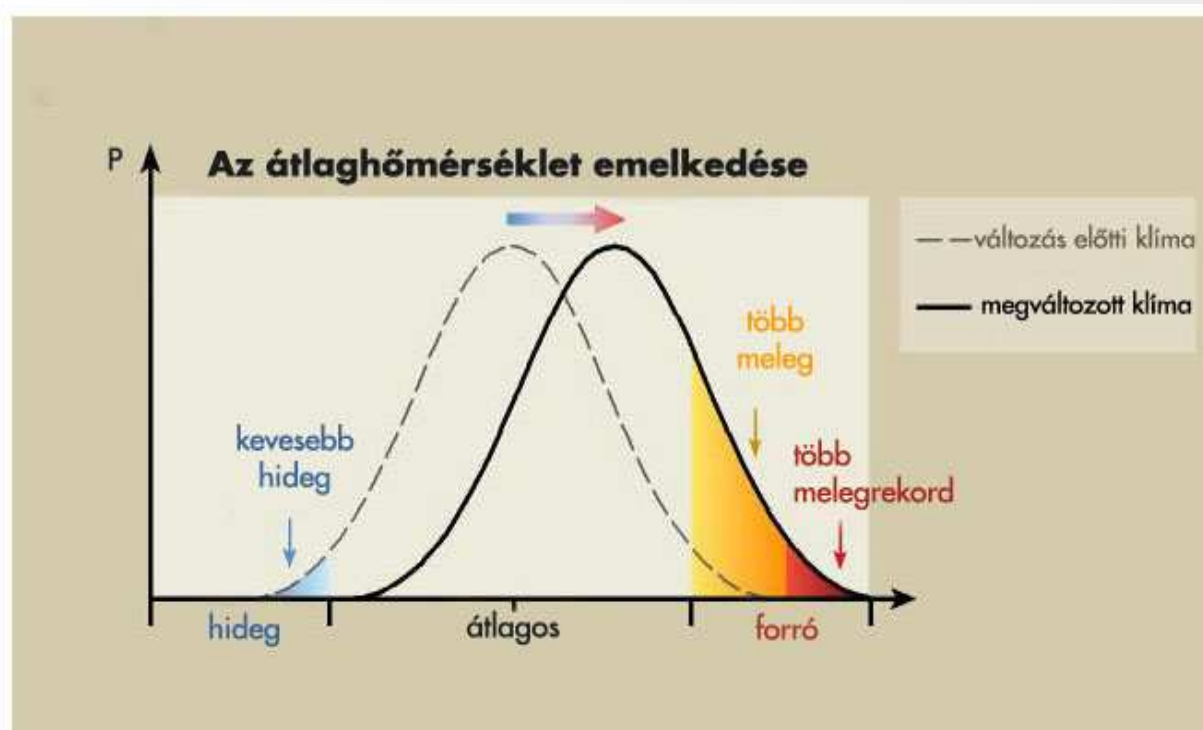




# **A hőmérsékleti és csapadék szélsőségek tendenciái 1901-től**

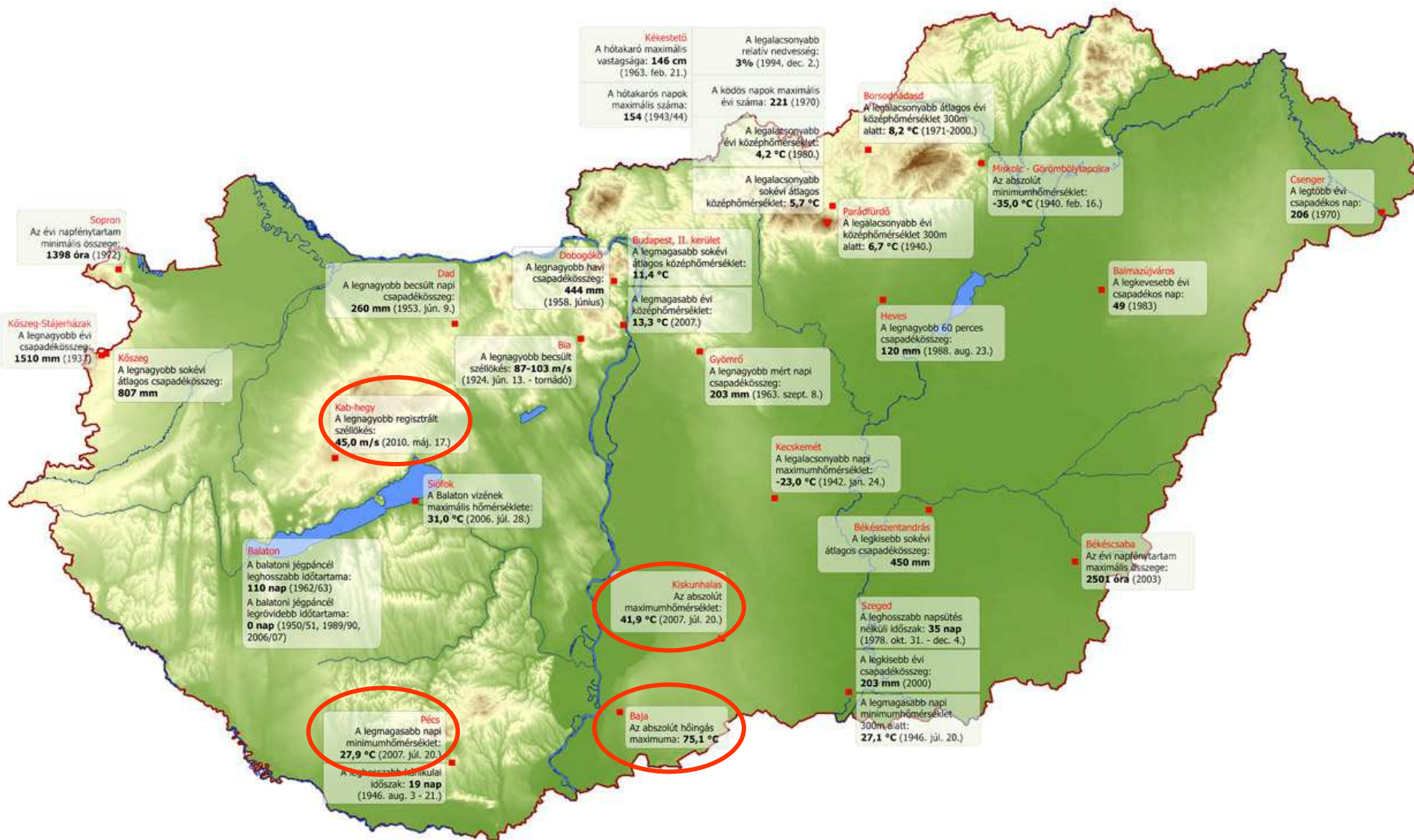


## Az átlaghőmérséklet emelkedése a meleg szélsőségek gyakoribbá válását eredményezi



A hőmérsékletváltozás hatása az extrémumokra (IPCC SYR-FIGURE 4-1 nyomán)

# Időjárási rekordok Magyarországon





# Extrém időjárási események közelmúlt trendjei, IPCC Negyedik Értékelő Jelentése, 2007

Jelenség és a trend iránya	A trend előfordulásának valószínűsége a 20 század második felében (jellemzően 1960 után)	Emberi tényezők hozzájárulásának valószínűsége a megfigyelt trendhez	A jövőbeli trendek valószínűsége a 21. századi előrebecslések alapján
Melegebb és kevesebb hideg nappalok és éjszakák	<b>Nagyon valószínű</b>	<b>Valószínű</b>	<b>Magas</b>
Melegebb és gyakoribb forró nappalok és éjszakák	<b>Nagyon valószínű</b>	<b>Valószínű</b>	<b>Magas</b>
Meleg időszakok /hőhullámok gyakorisága növekszik	<b>Valószínű</b>	<b>Valószínűbb, mint nem</b>	<b>Magas</b>
Nagy csapadékot adó események gyakorisága, vagy a nagy esőzésekből származó csapadék részaránya nő	<b>Valószínű</b>	<b>Valószínűbb, mint nem</b>	<b>Magas</b>
A aszály által sújtott terület nő	<b>Valószínű</b>	<b>Valószínűbb, mint nem</b>	<b>Helyenként magas</b>



## Extrém klímaindexek (WMO-CCL/CLIVAR, 1998) definiálása a klímaváltozás detektálása céljából

extrém hőmérsékleti klímaindexek		
meghatározása, jele	definíciója	mértékegység
Nyári napok száma (TX25)	napi maximum > 25 °C	nap
Forró napok száma (TX30)	napi maximum $\geq 30$ °C	nap
Meleg hullám (HWDI)	leghosszabb, legalább 5 napos időszak, amikor napi maximum > 1961-90-es normál	nap
Hideg nappalok (TX10p)	napi maximum < a hozzá tartozó 1961-1990-es 10%-os percentilis	nap
Meleg nappalok (TX10p)	napi maximum > a hozzá tartozó 1961-1990-es 90%-os percentilis	nap
Fagyos napok száma (DTN0)	napi minimum < 0°C	nap
Hideg éjszakák (TN10p)	napi minimum < a hozzá tartozó 1961-1990-es 10%-os percentilis	nap
Meleg éjszakák (TN90p)	napi minimum > a hozzá tartozó 1961-1990-es 90%-os percentilis	nap



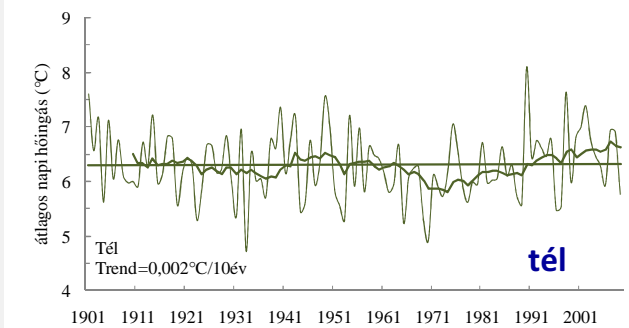
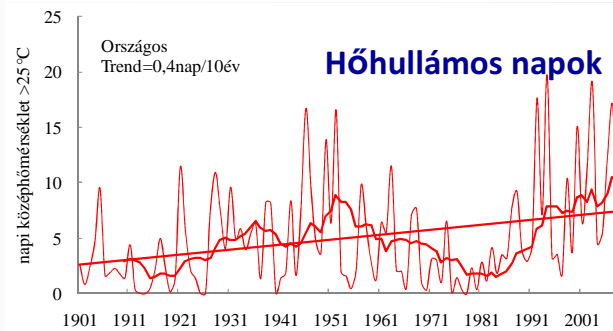
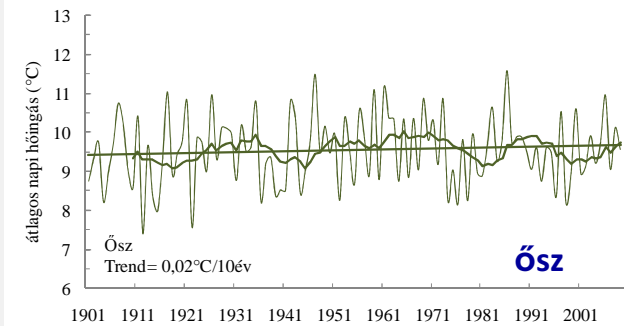
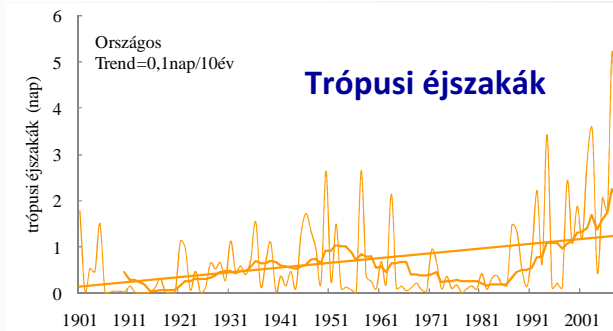
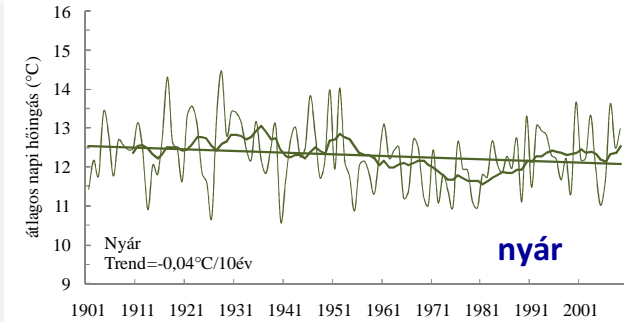
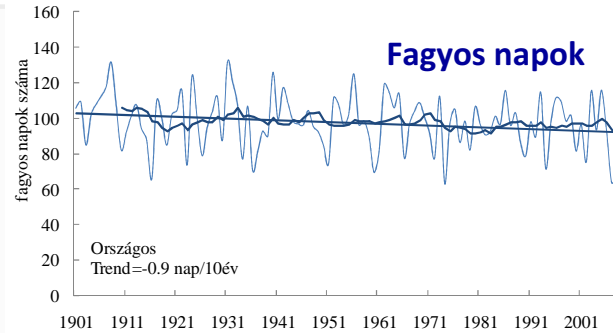
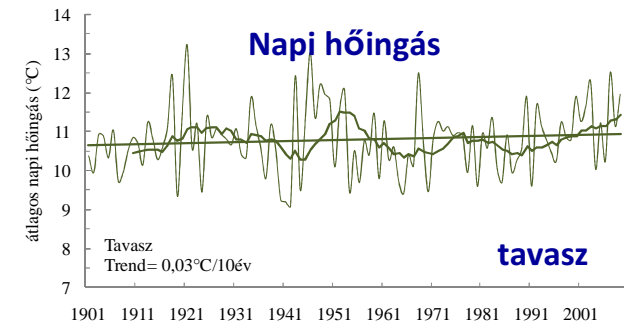
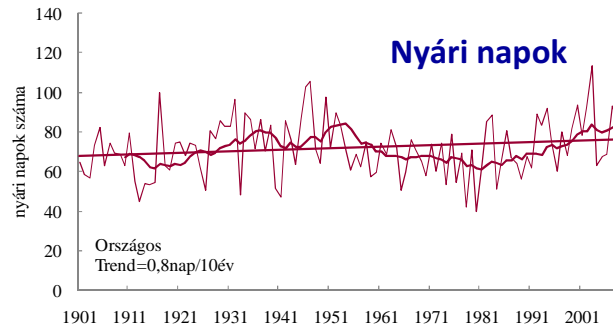
## Extrém klímaindexek (WMO-CCL/CLIVAR, 1998) definiálása a klímaváltozás detektálása céljából

extrém csapadék klímaindexek		
meghatározása, jele	definíciója	mértékegység
csapadékos napok száma (RR1)	napi csapadékösszeg $\geq 1$ mm	nap
átlagos napi csapadékosság (SDII)	csapadékos napok átlagos csapadéka	mm/nap
száraz periódus hossza (CDD)	leghosszabb száraz időszak, a napi csapadékösszeg $< 1$ mm	nap
nedves periódus hossza (CWD)	leghosszabb nedves időszak, a napi csapadékösszeg $\geq 1$ mm	nap
napi összeg $\geq 20$ mm	napi csapadékösszeg $\geq 20$ mm	nap
maximális 1 napos csapadékösszeg (RX1day)	legnagyobb 1 nap alatt lehullott csapadék mennyiség	mm
maximális 5 napos csapadékösszeg (RX5day)	legnagyobb 5 nap alatt lehullott csapadék mennyiség	mm
erősen csapadékos napok csapadékösszege az éves csapadék %-ában (R95pTOT)	éves összeg hány %-a hullott az erősen csapadékon (napi összeg $>$ a hozzá tartozó 95%-os percentilis	%

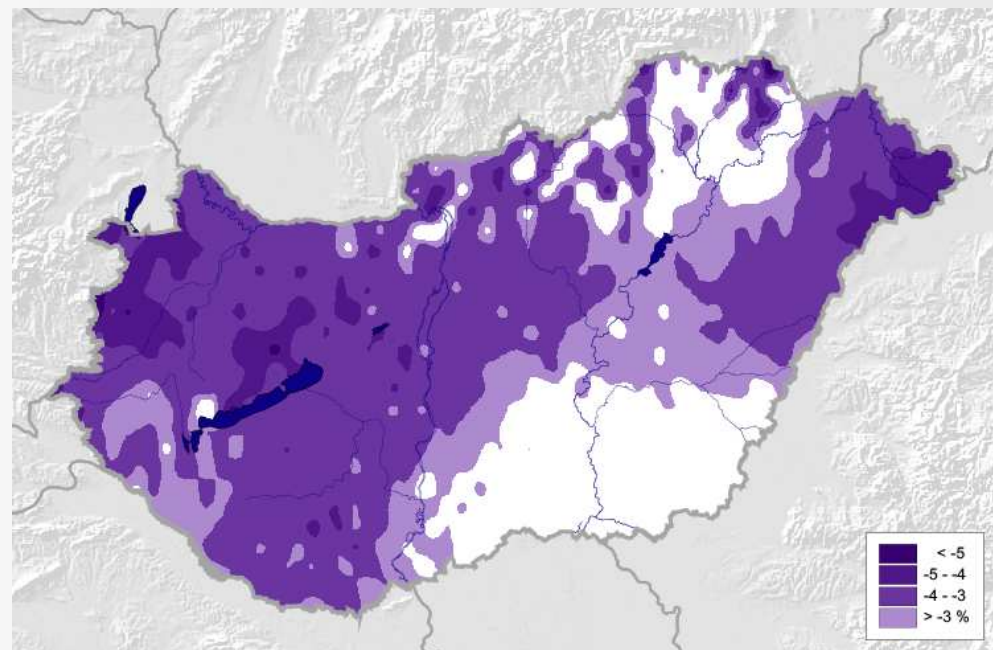
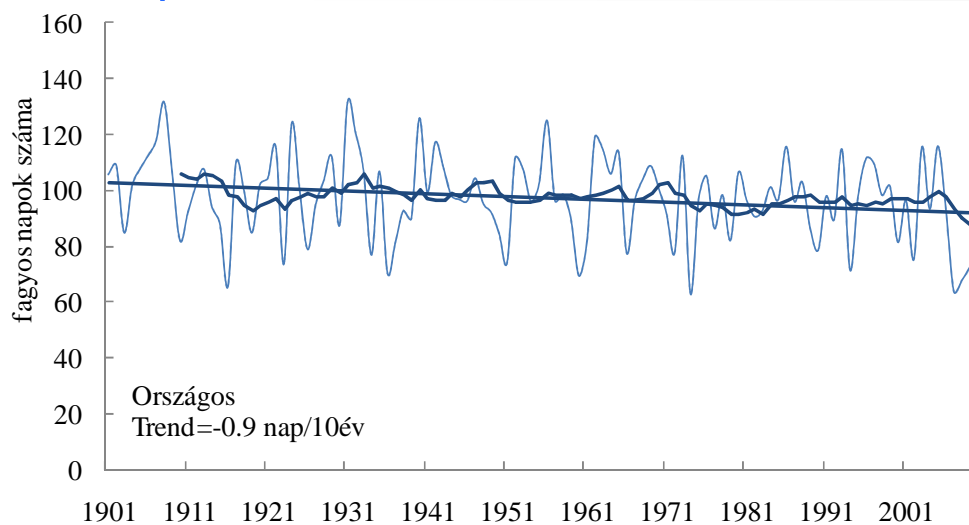
Több nemzetközi projekt keretében vizsgálják ezek alakulását, pl: Cecilia (Central and Eastern European Climate Change Impact and Vulnerability Assessment, 2006-2009) projekt: 131 féle extrém klímaindex



# Extrém hőmérsékleti klímaindexek idősorai 1901-2009



# „kevesebb hideg éjszakák”



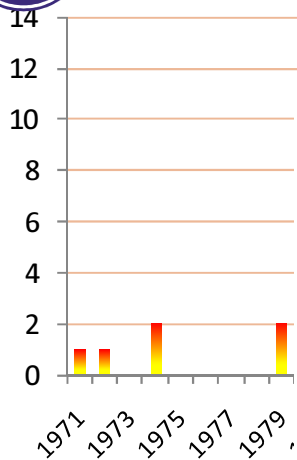
A változás területi jellemzői:  
fagyos napok számának változása  
1961-2009



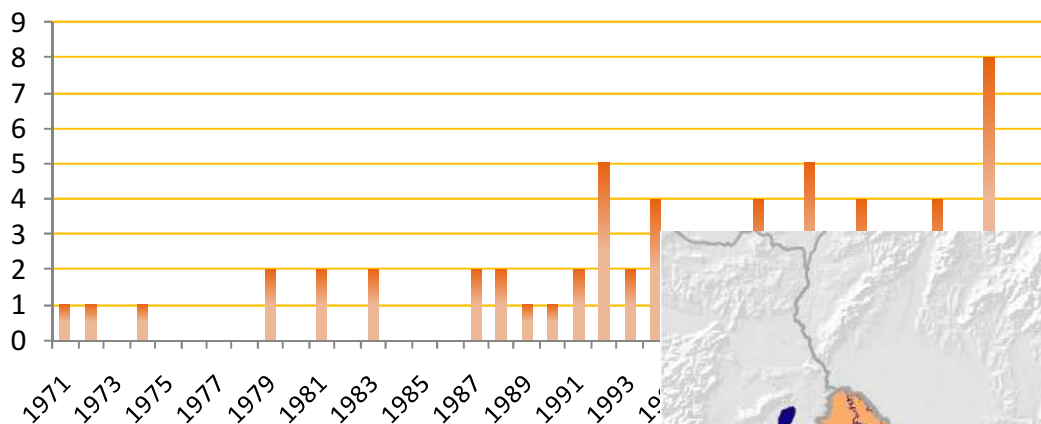
# Gyakoribb hőhullámok



A 27°C -ot elérő középhőmérsékletű napok száma évente  
 Budapest-Pestszentlőrinc, 1971-2009  
 1971-2000-es átlag 3,2 nap

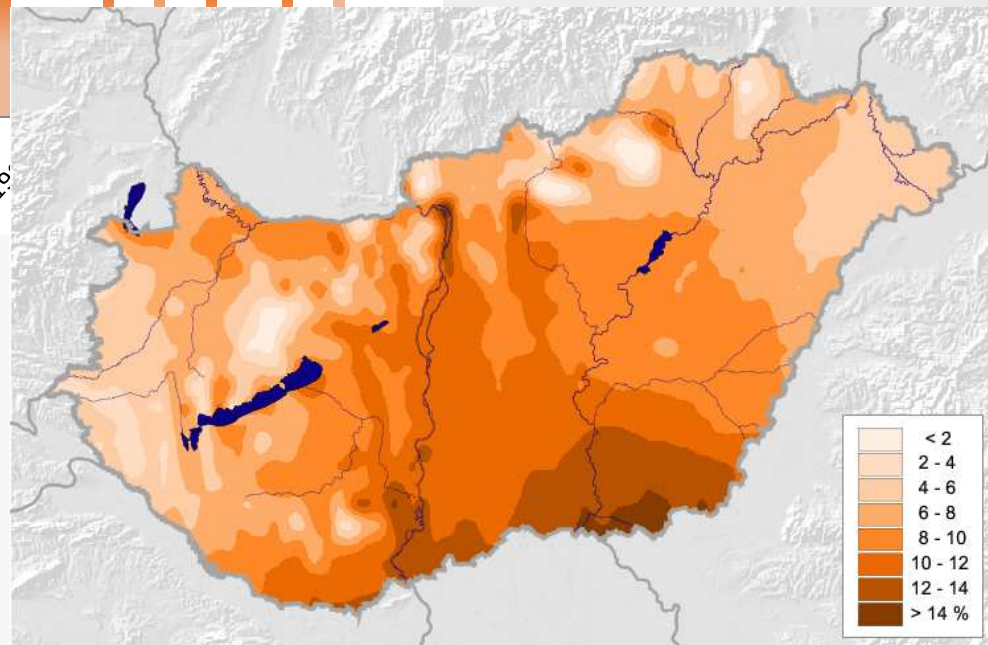


A 27°C -ot elérő középhőmérsékletű hőhullámok maximális hossza évente  
 Budapest-Pestszentlőrinc, 1971-2009  
 1971-2000-es átlag 1,4 nap



2010.07.13	27,6 °C
2010.07.14	28,7 °C
2010.07.15	27,7 °C
2010.07.16	28,5 °C
2010.07.17	28,6 °C
2010.07.18	23,4 °C
2010.07.19	23,4 °C
2010.07.20	25,4 °C
2010.07.21	26 °C
2010.07.22	27,6 °C
2010.07.23	27,7 °C

A hőhullámos napok (napi átlag eléri a 25°C-ot) számának %-os változása 1961-2009



# Gyakoribb aszályok: SPI aszályindex elemzése

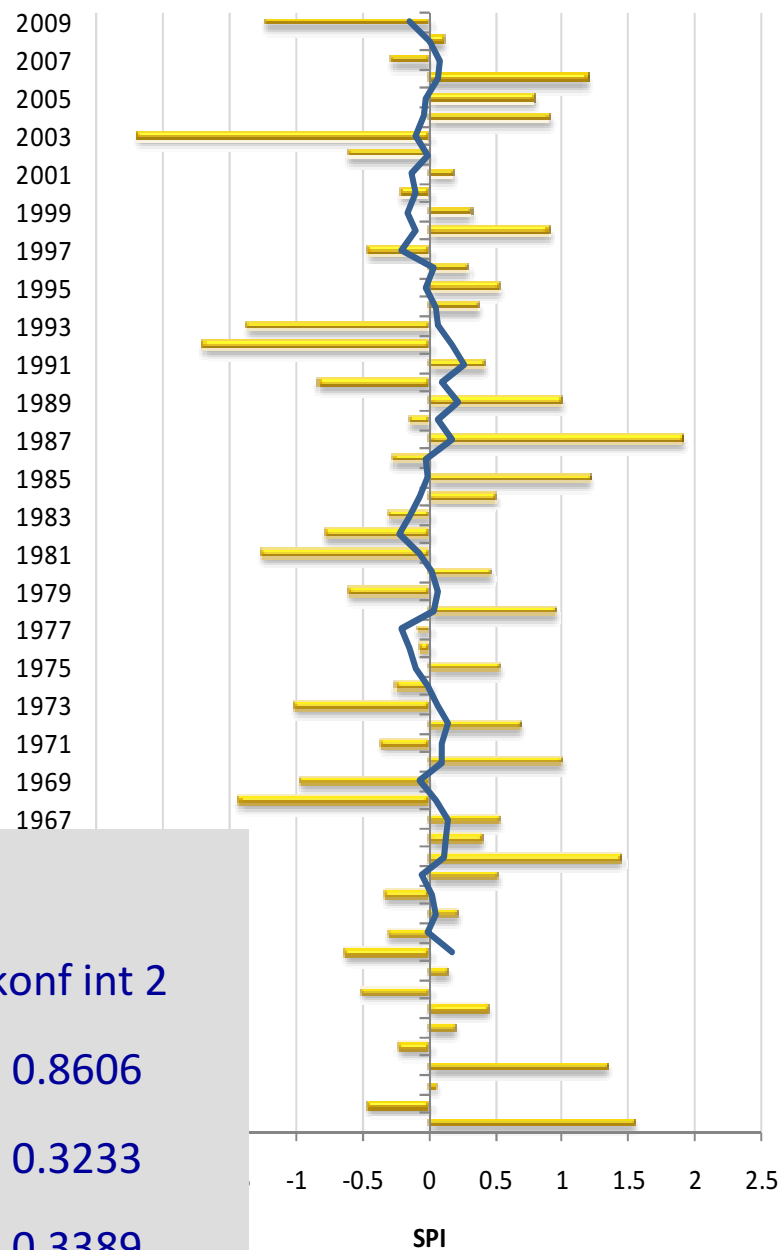
SPI (Standard Precipitation Index) értékek

- 2 és fölötté extrém nedves
- 1,5—1,99 nagyon nedves
- 1,0—1,49 mérsékelten nedves
- 0,99—0,99 közel átlagos
- 1,0— -1,49 mérsékelten száraz
- 1,5— -1,99 erősen száraz
- 2 és kisebb extrém száraz

SPI változása, 1951-2009

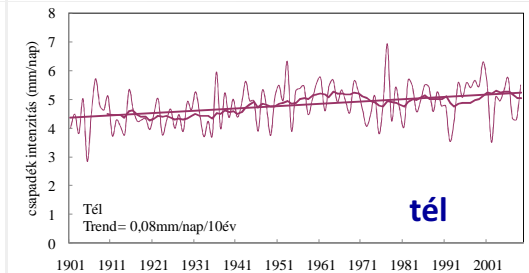
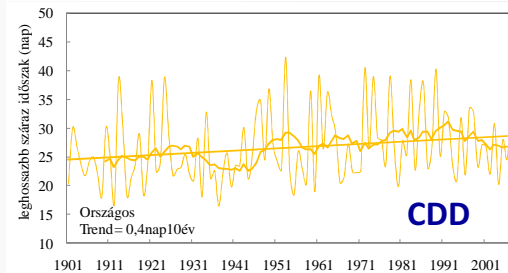
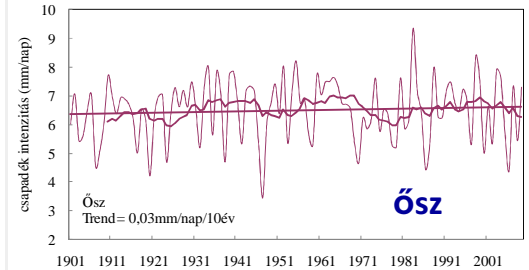
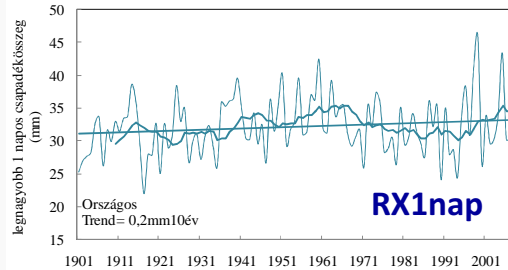
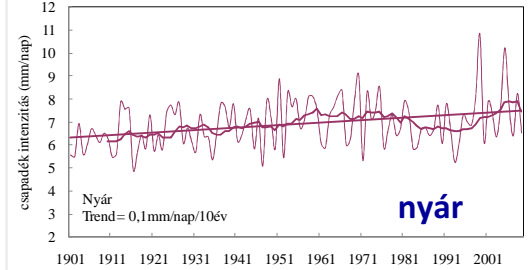
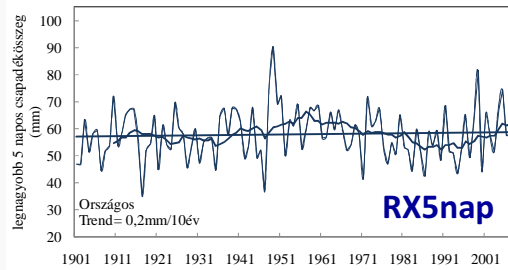
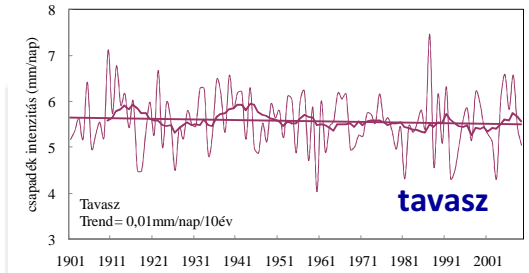
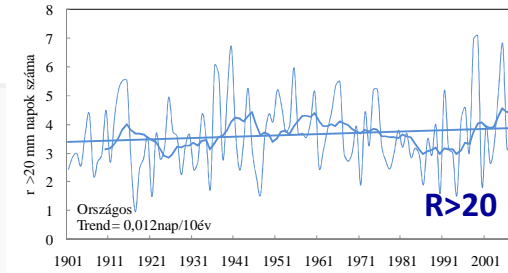
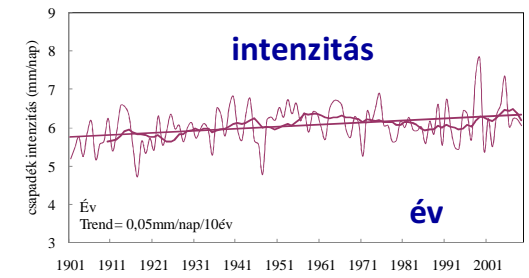
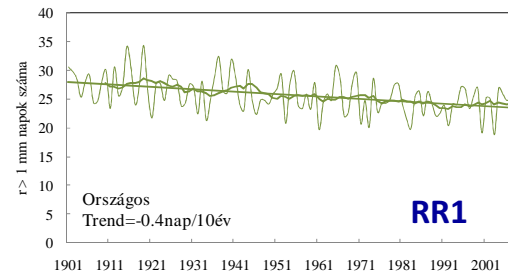
	trend	konf int 1	konf int 2
SPI 1 Március	0.1217	-0.6172	0.8606
SPI 3 Május	-0.2984	-0.9202	0.3233
SPI 6 Augusztus	-0.3248	-0.9886	0.3389

Háromhavi májusi SPI értékek 1951-2009 között, országos átlag



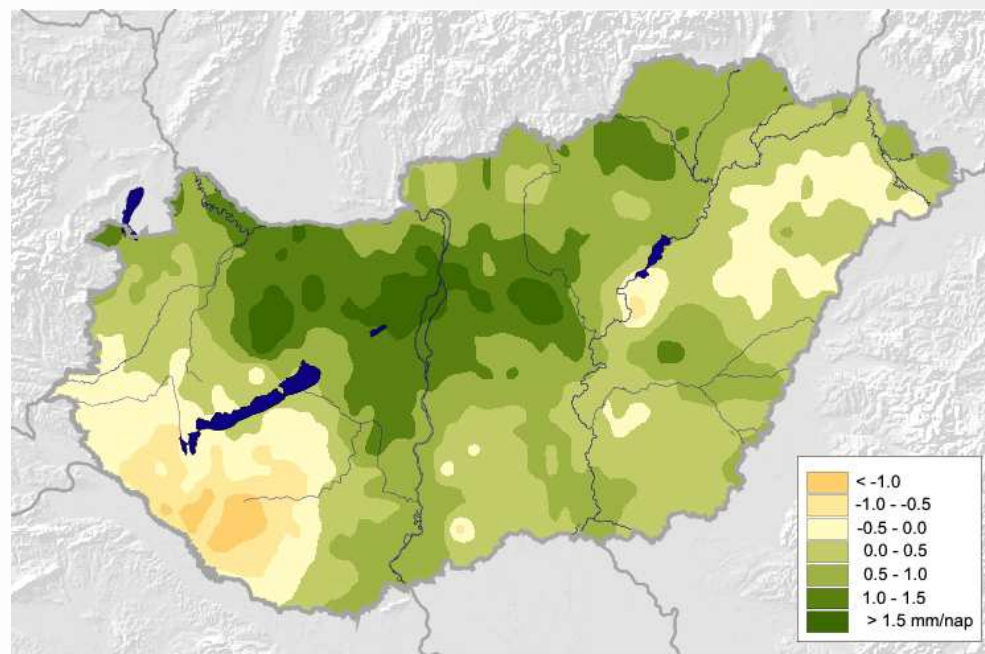


# Extrém csapadék klímaindexek idősorai 1901-2009





# A nyári csapadék intenzitás változása



1961-2009



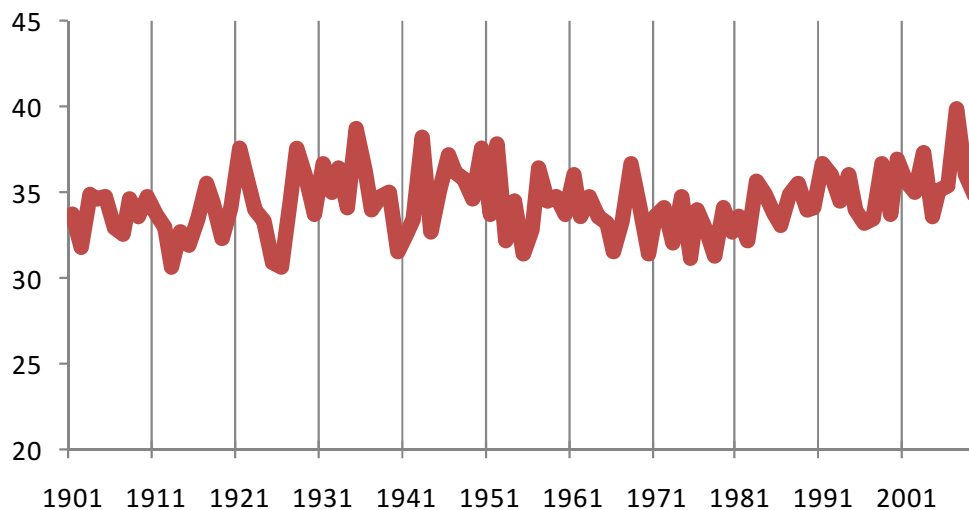
# Extrém időjárási események közelmúlt trendjei, IPCC AR4, 2007

Jelenség és a trend iránya	A trend előfordulásának valószínűsége a 20 század második felében (jellemzően 1960 után)	Emberi tényezők hozzájárulásának valószínűsége a megfigyelt trendhez	A jövőbeli trendek valószínűsége a 21. századi előrebecslések alapján az SRES forgatókönyvek felhasználásával
Melegebb és kevesebb hideg nappalok és éjszakák	<b>Nagyon valószínű</b> ✓	<b>Valószínű</b>	<b>Magas</b>
Melegebb és gyakoribb forró nappalok és éjszakák	<b>Nagyon valószínű</b> ✓	<b>Valószínű</b>	<b>Magas</b>
Meleg időszakok /hőhullámok gyakorisága növekszik	<b>Valószínű</b> ✓	<b>Valószínűbb, mint nem</b>	<b>Magas</b>
Nagy csapadékot adó események gyakorisága, vagy a nagy esőzésekből származó csapadék részaránya nő	<b>Valószínű</b> ✓	<b>Valószínűbb, mint nem</b>	<b>Magas</b>
A aszály által sújtott terület nő	<b>Valószínű</b> ✓	<b>Valószínűbb, mint nem</b>	<b>Helyenként magas</b>



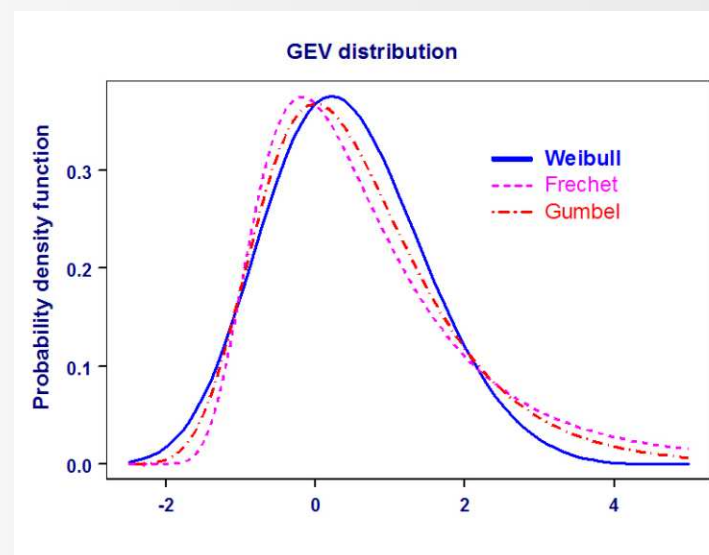
# Extrémumok valószínűségi eloszlása

Budapest-Belt. éves maximum, 1901-2009



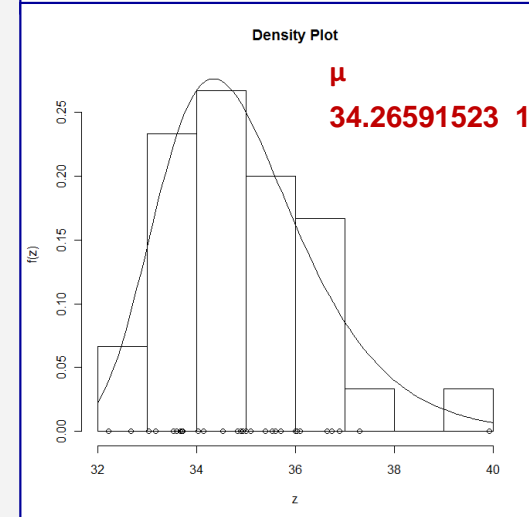
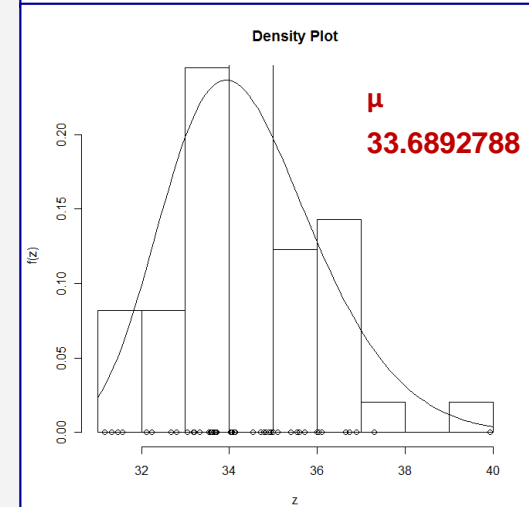
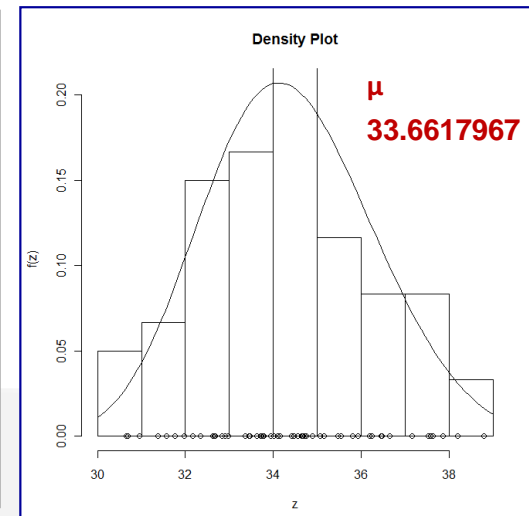
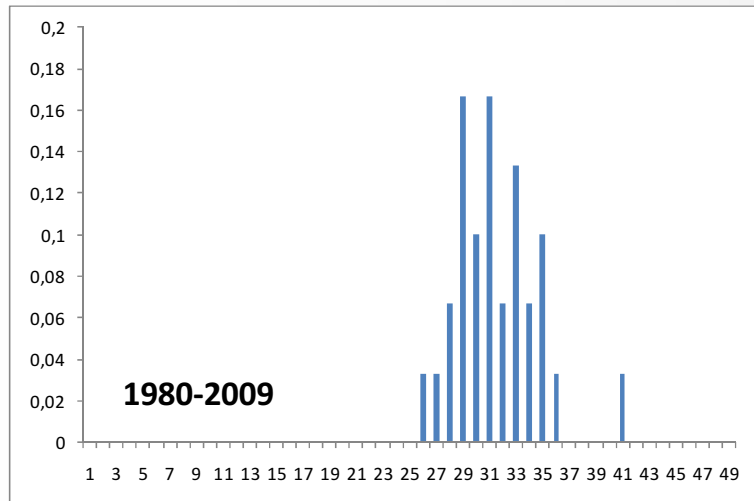
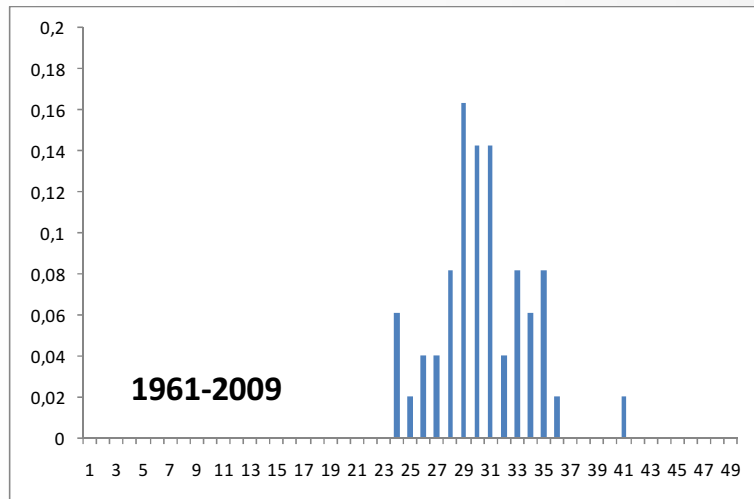
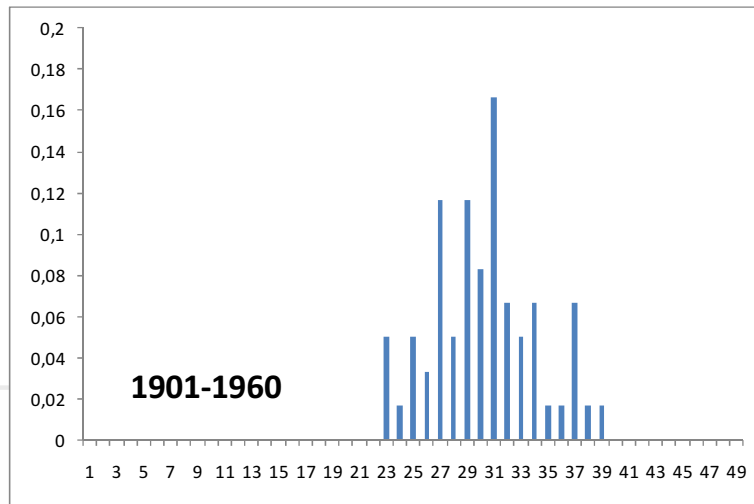
## Aszimptotikus extrém eloszlás függvény

$$F(x; \mu, \sigma, \xi) = \exp \left\{ - \left[ 1 + \xi \left( \frac{x - \mu}{\sigma} \right) \right]^{-1/\xi} \right\}$$





# Maximum-hőmérséletek histogramjai és az illesztett GEV eloszlás





# Konklúzió

- Klímaváltozással kapcsolatos vizsgálatok jó minőségű, hosszú adatsorokat feltételeznek
- Az éves a tavaszi és a nyári középhőmérsékletek melegedő tendenciája mindhárom vizsgált időszakban egyértelmű
- A magasabb hőmérsékletekkel összefüggő meleg extrémumok gyakoribbá váltak
- A csapadék tendenciák változatosabb képet mutatnak időszakonként, a múlt század elejétől a legnagyobb a csökkenés a tavaszi csapadékösszegben
- Az extrém eloszlás illesztést igénylő feladatok megoldása során nem hagyható figyelmen kívül az eloszlásfüggvény megváltozása





**Köszönöm a figyelmet!**