

# Statisztikus klimatológia

Országos Meteorológiai Szolgálat

Előrejelzési és Éghajlati Főosztály

**Éghajlati Osztály**

**2021 nyári gyakorlat**

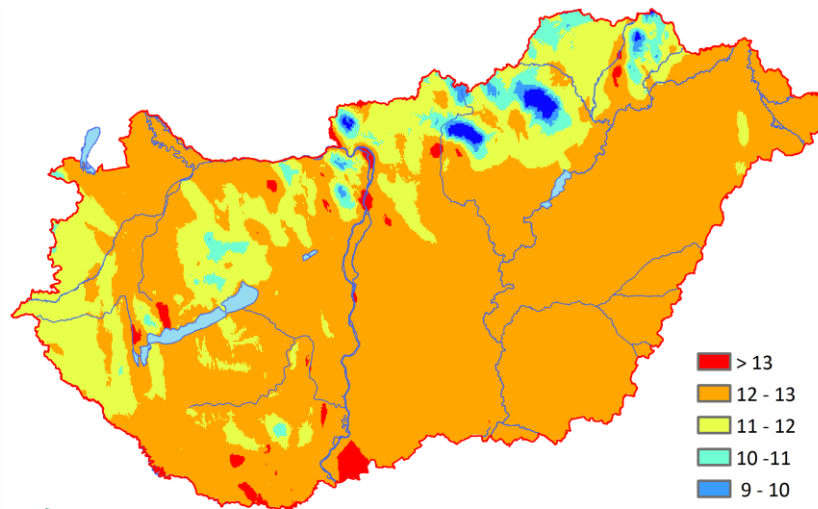


# Éghajlati osztály főbb témakörei

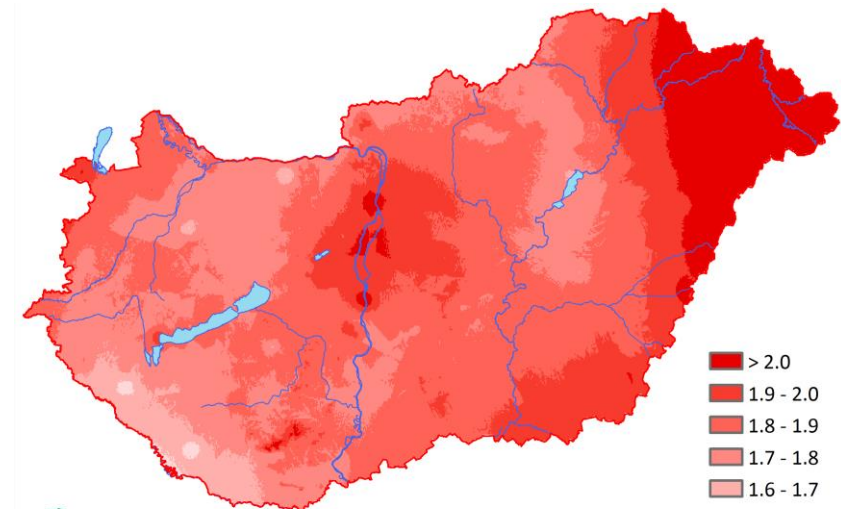
- Magyarország éghajlatának vizsgálata
  - Hosszú adatsorok elemzése
  - Megfigyelt éghajlatváltozás
  - Extrém klímaindexek változása
- Éghajlati szélsőségek vizsgálata
- Kockázat-elemzés
- Részvétel nemzetközi és hazai projekteken
- Alkalmazott klimatológiai vizsgálatok
  - Aszályindexek vizsgálata
  - Agrometeorológia
  - ATLASZ
  - Archivum

# Évi középhőmérséklet 2019-ben és az 1981-2010-es átlagtól vett eltérés

## Évi középhőmérséklet és az eltérés térbeli eloszlása



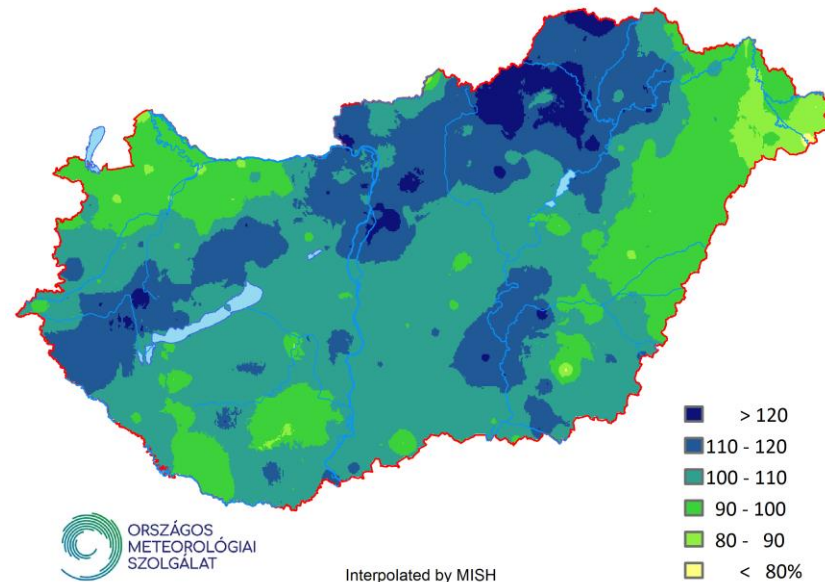
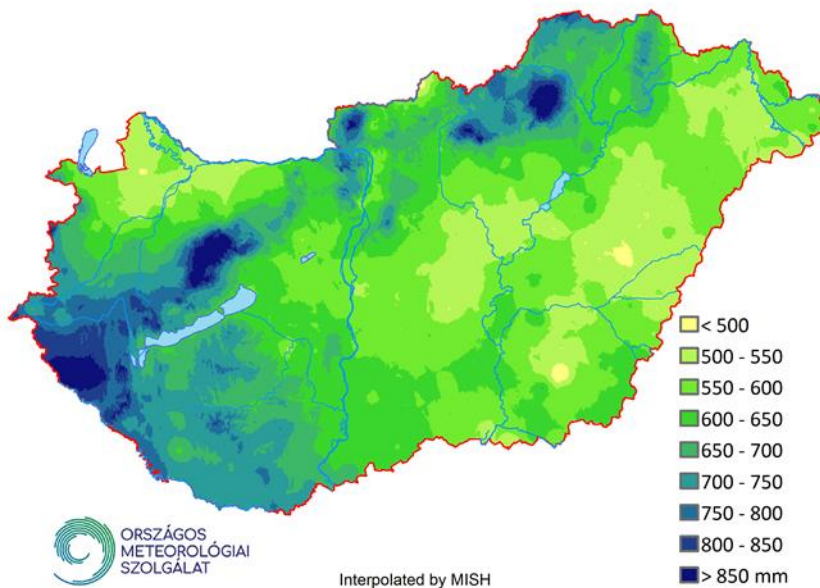
ORSZÁGOS  
METEOROLÓGIAI  
SZOLGÁLAT



ORSZÁGOS  
METEOROLÓGIAI  
SZOLGÁLAT

# Évi csapadékösszeg [mm] 2019-ben és az 1981-2010-es átlagtól vett eltérés [%]

Évi csapadékösszeg és a %-os eltérés térbeli eloszlása



**A legmagasabb évi csapadékösszeg (946 mm) Bakonybél**  
**A legkevesebb évi csapadékösszeg (381 mm) Orosháza**

# AZ ÉGHAJLAT MATEMATIKAI STATISZTIKAI MODELLJE

**Meteorológiai esemény:**  $\underline{X} \in B$  ( $B \subset \mathbb{R}^n$ ),

ahol  $\underline{X}$  meteorológiai (vektor)változó.

**Éghajlat ismerete:** a  $P(\underline{X} \in B)$  valószínűségek ismerete

**Éghajlat változása, módosulása:**

a valószínűségek, valószínűségi eloszlások – feltételezhetően – lassú időbeli változása.

**Az éghajlat vizsgálatának célja:**

valószínűségek, statisztikai paraméterek becslése, modellezése

**A vizsgálat tárgya, eszköze:** adatok, matematikai statisztika

**Cél, tárgy és eszköz együtt:** statisztikus klimatológia

## **Klasszikus klimatológia:**

- elemi statisztika alkalmazása

## **Statisztikus klimatológia:**

- fejlettebb matematikai statisztikai elméletek, eljárások alkalmazása
- új matematikai statisztikai elméletek, eljárások kidolgozása

# Nyers adatsorok (mérések)

- Az állomástörténeti összefoglalókból láthatjuk, hogy a mérési körülményekben több, jelentős változás következett be. A legnagyobb változásokat az állomások áttelepítése, a mérési időpontok és a mérési módszerek változásai okozták, amelyek inhomogenitásokat eredményeznek az adatsorban. Hangsúlyoznunk kell, hogy klimatológiai, de különösen éghajlatváltozási vizsgálatokat kizárólag hosszú, jó minőségű, homogén adatsorokon végezhetünk.

# ADATSZERVEZÉS

## Mi a probléma az adatokkal?

A minőség szempontjából: adatahiányok, mérési hibák, inhomogenitások (a mérőhálózat változásából következően)

A térbeli reprezentativitás szempontjából: pontonkénti mérések, továbbá ezek és rácspontokra adott háttérinformációk (pl. radar, műhold, előrejelzési adatok) együttes kezelése.



**STATISZTIKUS KLIMATOLÓGIA**



# Hogyan oldhatók meg a problémák?

## Klasszikus klimatológia eszköztára nem elegendő

**Statisztikus klimatológiai eljárások szükségesek:**  
adatpótlás, adatellenőrzés, homogenizálás,  
interpoláció térben és időben, adatasszimiláció,  
rácsponti adatbázisok létrehozása.

**Kulcskérdés:** MATEMATIKA+SZOFTVER

# A STATISZTIKUS KLIMATOLÓGIA TÉMAKÖREI

## Adatszerzés

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

## MÚLT és JELEN éghajlatának kutatása

A fentiek alapján, a múlt és jelen éghajlatának térbeli és időbeli vizsgálata, azaz a valószínűségi eloszlás és változásának becslése, matematikai statisztikai elemzése.

## A JÖVŐ éghajlatának modellezése

A numerikus modellezésnél a statisztikus klimatológiának szerepe kell, hogy legyen: a modellek felépítésében és validálásában, a projekciók matematikai statisztikai elemzésében.

# MATEMATIKAI SZOFTVEREINK

[http://www.met.hu/en/omsz/rendezvenyek/homogenization\\_and\\_interpolation/software/](http://www.met.hu/en/omsz/rendezvenyek/homogenization_and_interpolation/software/)

- **MASHv3.03**

(Multiple Analysis of Series for Homogenization; *Szentimrey, T.*)

**Állomás adatsorok homogenizálása, ellenőrzése és pótlása**

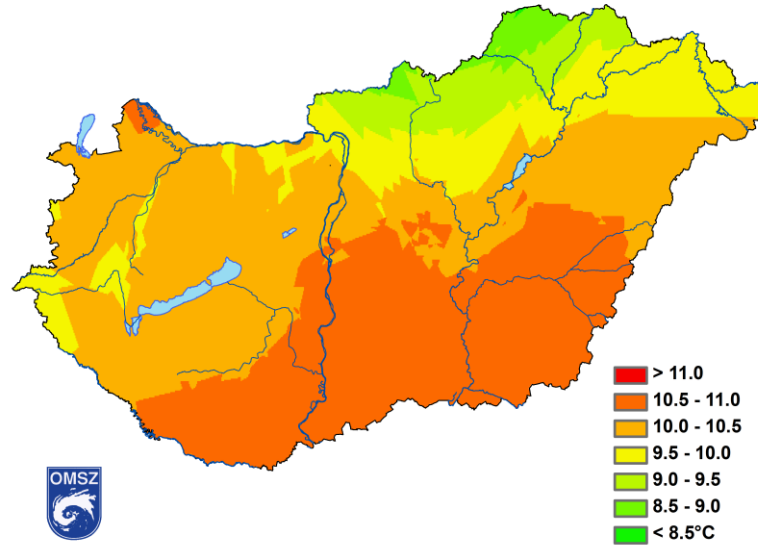
- **MISHv1.03**

(Meteorological Interpolation based on Surface Homogenized Data Basis; *Szentimrey, T. and Bihari, Z.*)

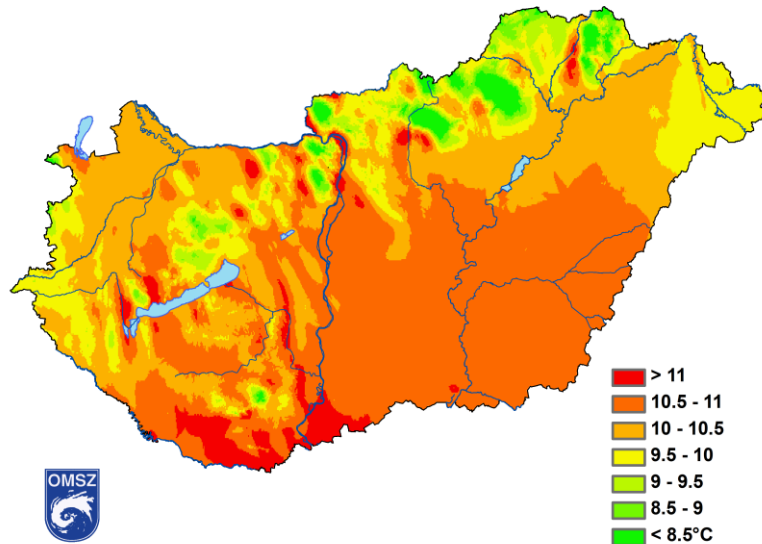
**Éghajlati statisztikai paraméterek modellezése, meteorológiai adatok interpolációja, ellenőrzése és pótlása**

## Pl. CarpatClim

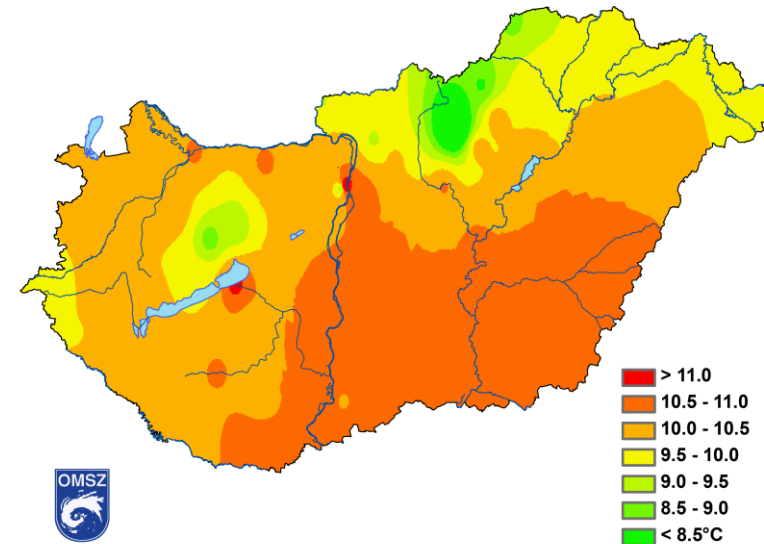
## Közönséges Kriging



## MISH



## Inverz távolság



Módszer: **Cross validation**: training (tanító) és test adatbázis

Interpoláció hibája (**RMSE**)

Hőmérséklet (1981-2010)	IDW	Ordinary Kriging	Mish
Év	0.65	0.69	0.22
Tavas	0.83	0.74	0.18
Nyár	0.85	0.79	0.26
Ősz	0.69	0.70	0.18
Január	0.45	0.43	0.20
Július	1.11	1.14	0.29

Csapadék (1981-2010)	IDW	Ordinary Kriging	Mish
Év	37.48	40.39	16.93
Tavas	8.87	11.12	3.83
Nyár	12.01	13.68	4.84
Ősz	7.57	8.48	3.60
Január	2.93	3.17	1.46
Július	4.36	5.13	2.25

## A homogenizálás problematikája

Inhomogén adatsor: a mérési körülmények változásából következően, megváltozik az adatsor elemeinek valószínűségi eloszlása.

Éghajlatváltozás: időben változik az adatsor elemeinek valószínűségi eloszlása.

**Homogenizálás: úgy korrigálni az elemek valószínűségi eloszlásának inhomogenitását, hogy ne rontsuk el az éghajlatváltozást.**

Mi lett volna, ha azonos körülmények között mértünk volna?

WMO GUIDE (**Guidelines on Homogenization**)

[https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice\\_display&id=21756](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=21756)

# Adatellenőrzés és pótlás

Az adatellenőrzés és pótlás, mint **matematikai statisztikai feladat**, kéz a kézben jár.

Hiszen ha tudunk egy jó becslést mondani az adott földrajzi helyre, akkor tudunk adatot ellenőrizni is, hiszen van mihez hasonlítani a mérést.

## Archív adat ellenőrzése MASH-el

- Miért más a közös időszakra a 120 éves pl. budapesti adatsor, mint a 150 éves?

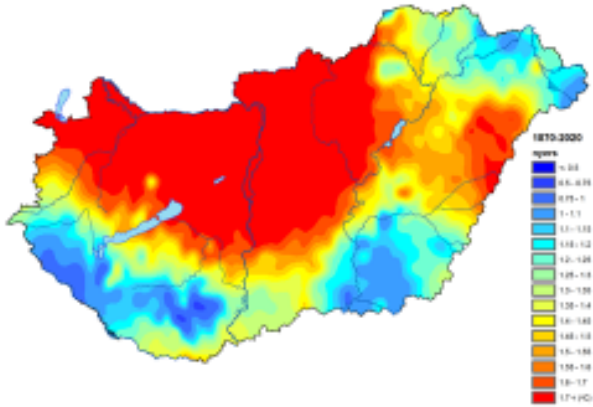
Rögzítési hibák (előjel, tizedesvessző, nem megfelelő dátum, oszlopok felcserélése, mértékegységváltás)

Minél kevesebb információ van a környező állomásokról, annál nehezebb a feladat.

Jelenben van radarkép, műholdas információ, sűrűbb állomáshálózat.

# Éghajlatváltozás ?

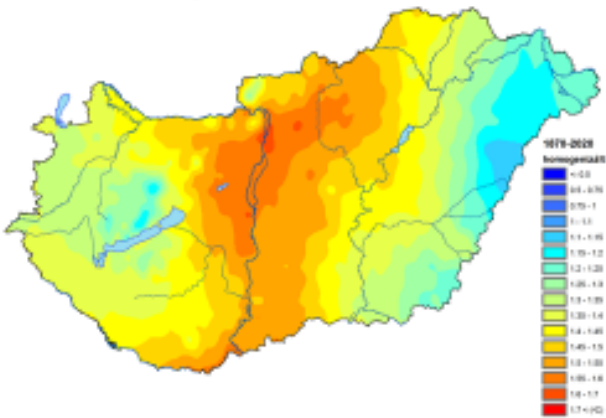
Évi középhőmérséklet változás



- *Nyers adatsorokkal dolgozom*
- *Nem baj, hogy változtak a mérési körülmények*
- *Nem kell adatellenőrzés*
- *Gyorsan publikálom az eredményeket*



Évi középhőmérséklet változás



- *Adatellenőrzést végzek*
- *Pótlom a hiányzó értékeket*
- *Homogénizált adatsorokat elemzek*
- *Adekvát matematikai módszereket és szoftvereket használok*
- *Eredményeket csak ezután publikálom*





# Homogenizálás: a jelen mérési körülményekhez igazítjuk a múltbeli méréseket

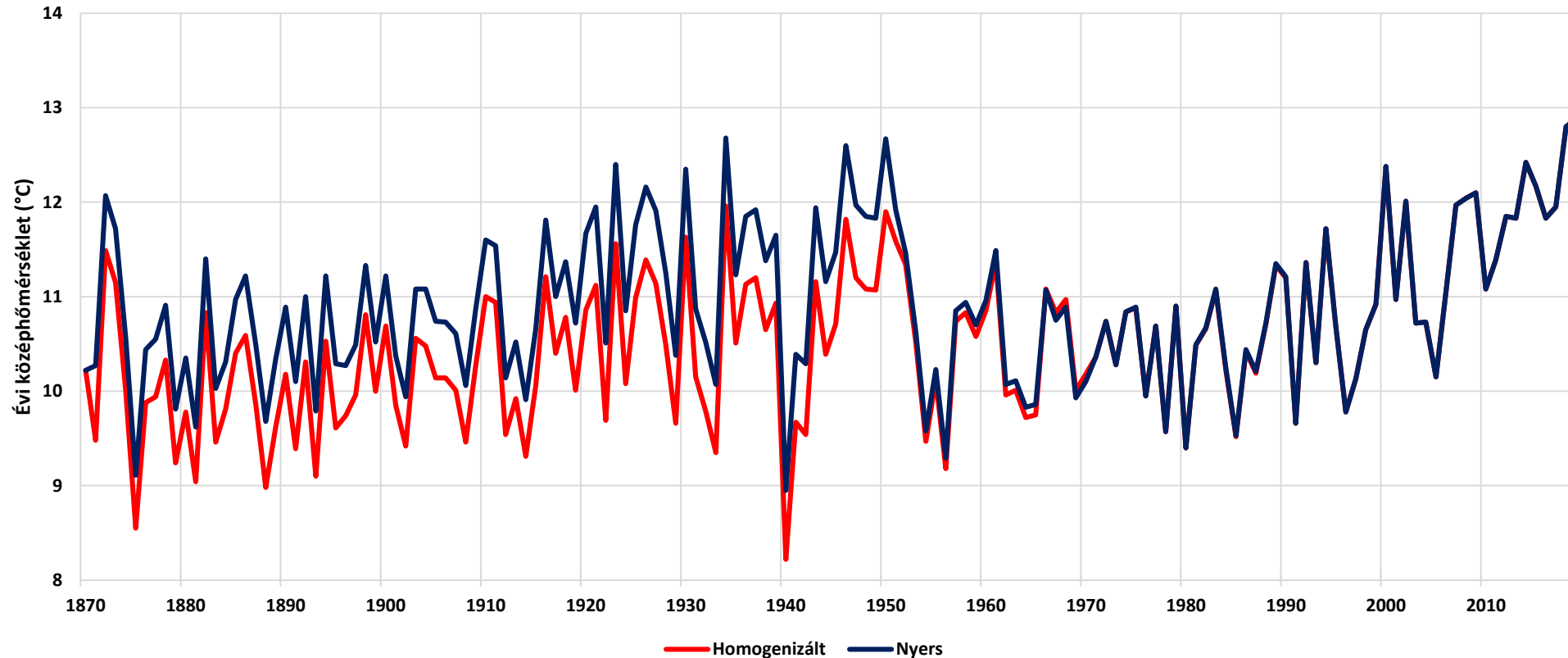
Változott a környezet  
Pl. Budai mérések



Állomás neve	Földrajzi szélesség	Földrajzi hosszúság	Időszak kezdete	Időszak vége
Budapest Víziváros Reáliskola	47°30'17"	19°02'08"	1870.01.01.	1870.12.19.
Budapest Várnegyed Hofhauser Casino	47°29'58"	19°02'04"	1870.12.20.	1872.09.30.
Budapest Kriszfinaváros Novák villa	47°30'20"	19°01'46"	1872.10.01.	1898.12.31.
Budapest Víziváros	47°29'58"	19°02'24"	1899.01.01.	1910.02.28.
Budapest Országút	47°30'41"	19°01'34"	1910.03.01.	1985.03.31.
Budapest belterület, OMSZ Torony	47°30'40"	19°01'41"	1985.04.01	2019.12.31.

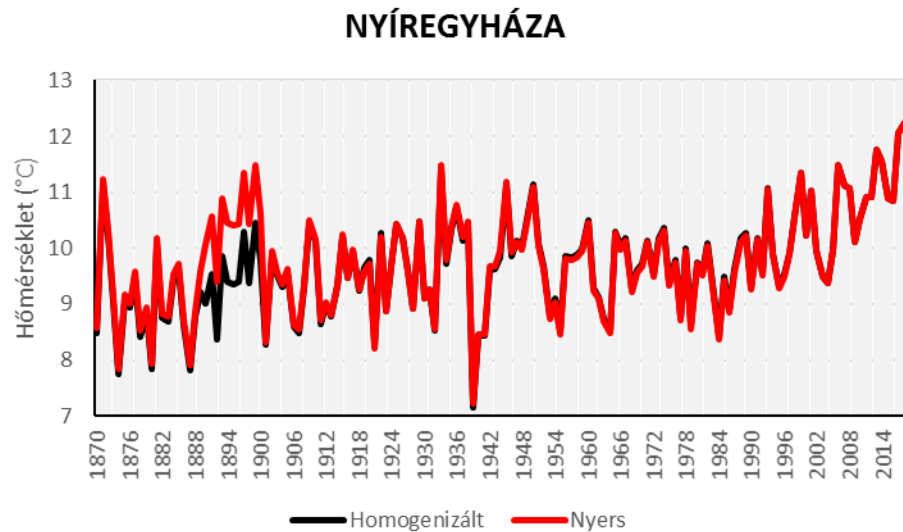
# Szeged: külterületre költöztetés

Szeged



1951 repülőtérre telepítés a belvárosból. Ugyanekkor napi 3 mérés helyett napi 8 mérés.

# Mérési időpontok megváltozása



**Nyers** és **homogenizált** adatsorból számolt évi középhőmérséklet értékek, **Nyíregyháza állomáson**. A grafikonon jól látszik, hogy 1890-1901-ig a homogenizált sor jóval a nyers adatsor alatt halad, melyet az okoz, hogy az észlelések más időpontban voltak. Reggel 1 órával később, az esti mérés 1 órával előbb.

# Módszertani váltás

Napi átlaghőmérséklet?

- $(T_{\min} + T_{\max}) / 2$
- 3 terminus
- 4 terminus
- Szinoptikus állomás: 24 db órás adat
- Automata: 144 db 10 perces adat

# Mértékegység: Celsius- vagy Réaumur-skála ?

Év 1902

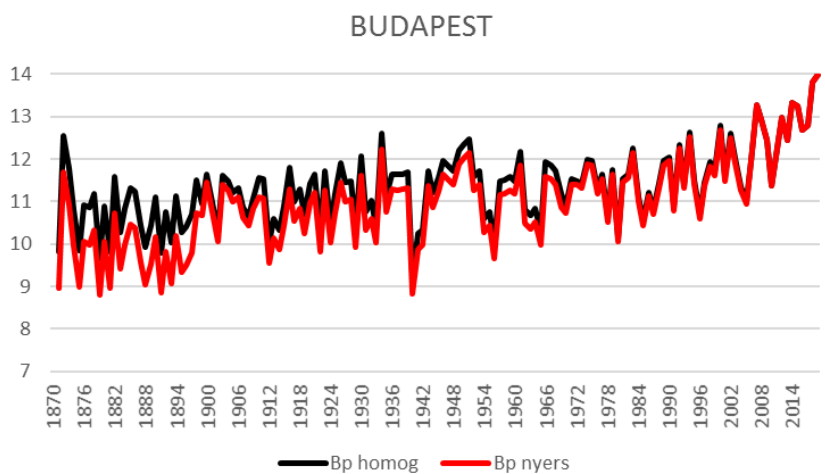
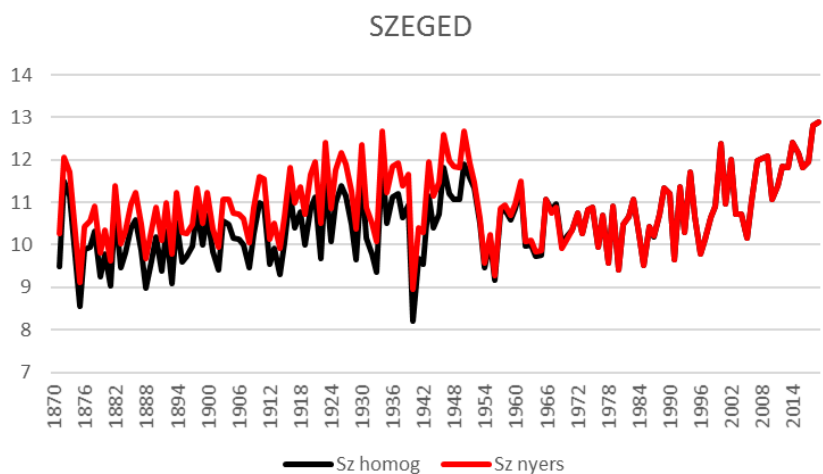
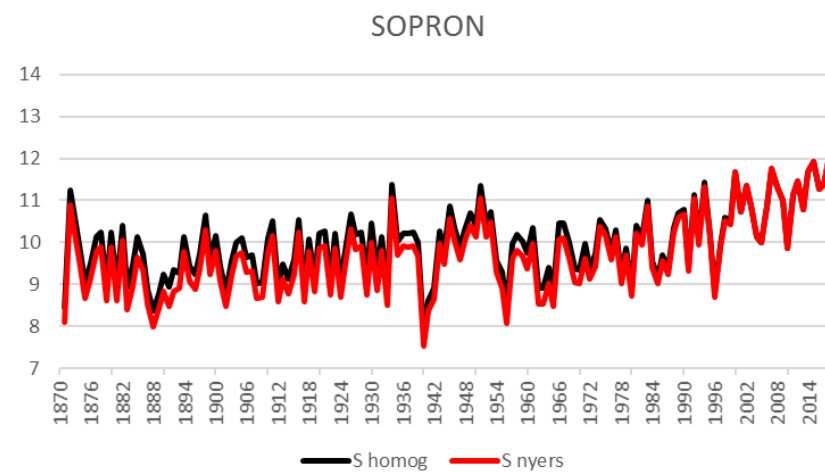
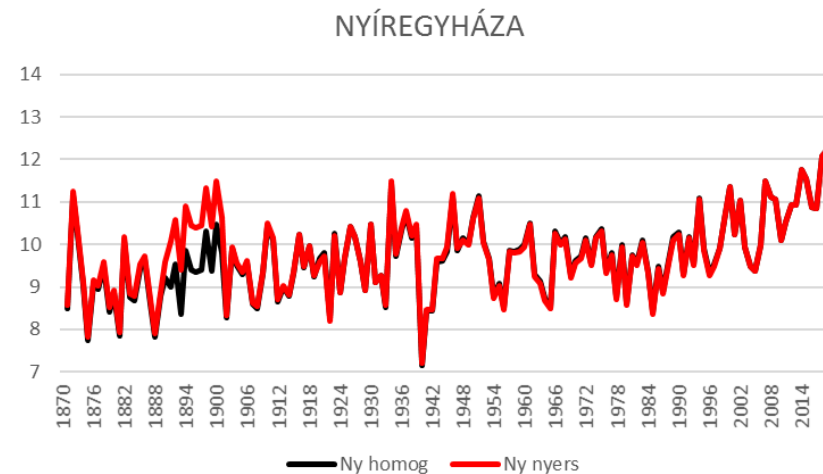
Észlelési állomás Mikolex

Hónap május

Észlelő Toppé F.

Nap	Léghőmérséklet				Felhőzet				Szél iránya és erőssége		
	Celsius szerint				derült = 0 borult = 10				szélcsend = 0 szélvész = 10		
	6	2	8	közép	6	2	8	közép	6	2	8
1	1	11.5	6.2	6.2	6	7	2	5.0	vi	sz	sz
2	4	10	5	6.3	9	9	1	6.3	sz	sz	sz
3	2	14.4	8.5	8.3	0	8	2	3.3	sz	sz	sz
4	7	11.0	9	9.0	10	10	10	10.0	sz	sz	sz
5	8.1	10.7	9.8	9.5	10	10	10	10.0	vi	sz	sz

# Homogenizált és nyers évi átlaghőmérséklet idősorok 1870-2019-ig.



# Mekkora a különbség?

	SOPRON	BUDAPEST	SZEGED	NYÍREGYHÁZA
<b>Homogenizált</b>	<b>1.43</b>	<b>1.69</b>	<b>1.48</b>	<b>1.50</b>
<b>Nyers</b>	<b>1.82</b>	<b>2.53</b>	<b>0.60</b>	<b>1.10</b>
<b>Különbség</b>	<b>-0.39</b>	<b>-0.84</b>	<b>0.88</b>	<b>0.40</b>

Az évi középhőmérséklet értékek teljes időszak alatt változása (1870-2019) lineáris trendbecsléssel kapott értékei homogenizált és nyers állomási adatsorok alapján (az értékek minden esetben szignifikánsak a 0.1-es szignifikancia szinten és °C-ban értendőek)




# Napi rácsponti adatsorok az odp.met.hu-n

[https://odp.met.hu/climate/homogenized\\_data/gridded\\_data\\_series/](https://odp.met.hu/climate/homogenized_data/gridded_data_series/)

- 1971-től:
  - hőmérséklet (közép, min, max), csapadékösszeg, légnyomás (állomásszinti), relatív nedvesség átlaga
- 2001-től:
  - globálsugárzás összege, maximális szélökés és átlagos szélesebesség



Meteorológiai Adattár

Name	Last modified	Size	Description
 Parent Directory		-	Homogenizált adatsorok
 gridded_data_series/	2021-03-30 08:11	-	Rácsponti adatsorok
 station_data_series/	2021-03-30 08:13	-	Állomási adatsorok





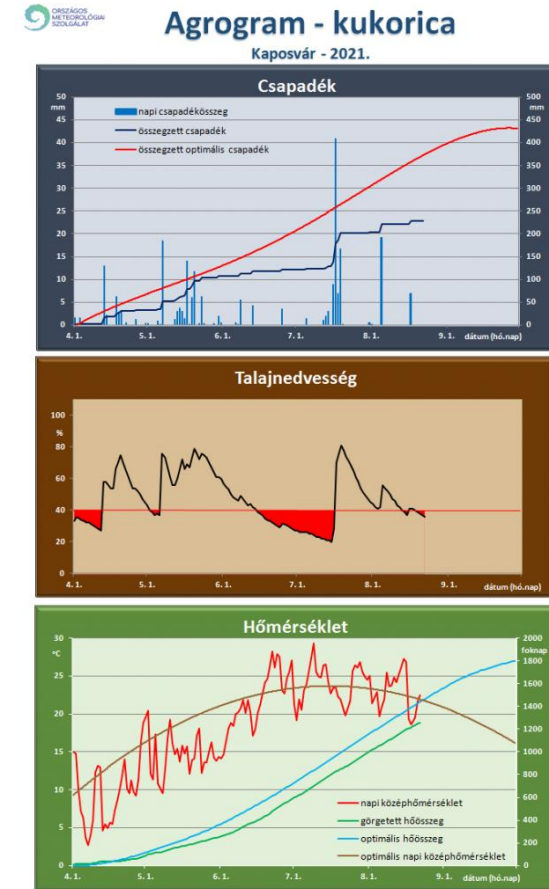
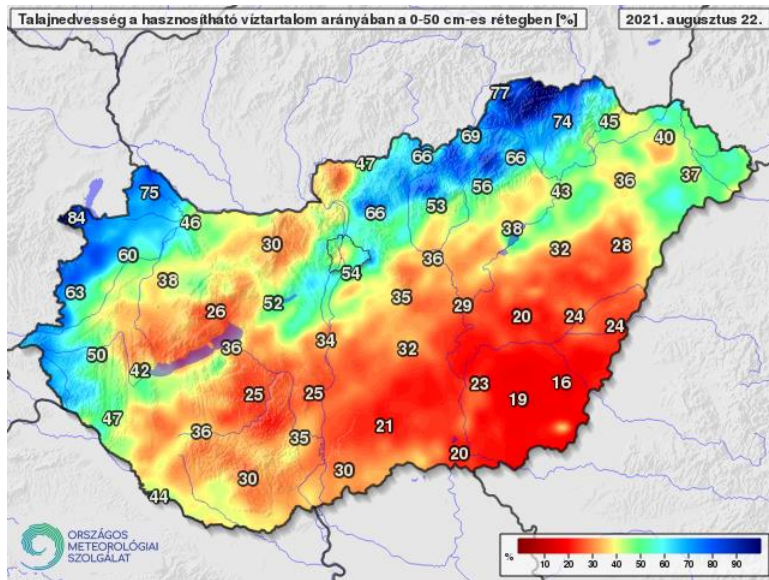
• **Tervezői**  
**segédlet//www.met.hu/eghajlat/csapadekintenzitas/**

Mérőállomás: 57; **Fülöpháza** Koordináták: 46.87 N ; 19.42 E

intenzitás (mm/h)	10 perces	20 perces	30 perces	60 perces
1 éves, 100%-os	31,23	24,90	19,15	12,18
2 éves, 50%-os	59,56	47,36	36,21	21,31
4 éves, 25%-os	77,41	60,52	46,38	26,57
5 éves, 20%-os	82,25	63,96	49,06	27,94
10 éves, 10%-os	95,80	73,25	56,36	31,59
20 éves, 5%-os	107,78	81,06	62,56	34,63
50 éves, 2%-os	121,94	89,80	69,59	37,99
100 éves, 1%-os	131,64	95,46	74,21	40,14

# Agrometeorológia

- <https://www.met.hu/idojaras/agrometeorologia/>



# Hazai éghajlati monitoring információk:

**OMSZ, Éghajlati Osztály**

**[éghajlat@met.hu](mailto:éghajlat@met.hu)**

# Köszönöm a figyelmet!

