



HungaroMet

Magyar Meteorológiai Szolgáltató Nonprofit Zrt.

A megfigyeléseken alapuló homogenizált, rácsponti adatsorok előállítása matematikai statisztikai módszerekkel

Izsák Beatrix, Szentes Olivér, Lukács-Bokros Kinga
HungaroMet Éghajlatkutató Osztály 2026.05.19.

Az éghajlatváltozás hatásainak vizsgálatához szükséges éghajlati adatsorok előállítása:

Az éghajlatváltozás hatásainak vizsgálatához elengedhetetlen a térben és időben jó minőségű meteorológiai alapadatok használata. Célunk, hogy ezeket az alapadatokat a lehető legjobb minőségben, a lehető legrészletesebb időbeli és térbeli felbontásban előállítsuk, folyamatosan frissítsük és a felhasználók számára elérhetővé tegyük.

Feladat

1. 10 állomás adatsorának rögzítése és ellenőrzése az 1901 előtti időszakra.
2. Homogenizált napi rácsponti adatsorok frissítése 2024-ig.
3. 6 óránkénti adatsorok homogenizálása, ellenőrzése és rácsponti adatsorok előállítása.



A meteorológiai adatok és az éghajlat vizsgálatának viszonya?

Az éghajlatra és változására vonatkozó alapvető információt a meteorológiai adatok hordozzák, lényegében ezek játsszák a statisztikai minta szerepét.

1. Az éghajlat, illetve változásának vizsgálatához, jó minőségű térbeli és időbeli adatok szükségesek.

2. Jó minőségű térbeli és időbeli adatok biztosítása nem lehetséges az éghajlat vizsgálata nélkül. (**Statisztikus klimatológia**)

A vizsgálat során kapott eredmények már önmagukban is hasznos információt jelentenek az éghajlatra nézve.



Problémák az adatokkal:

- *A minőség szempontjából: adathiányok, mérési hibák, inhomogenitások (a mérőhálózat változásából következően)*
- *A térbeli reprezentativitás szempontjából: pontonkénti mérések, információk együttes kezelése*

Statisztikus klimatológiai eljárások szükségesek:
adatpótlás, adatellenőrzés, homogenizálás, interpoláció



Matematikai statisztikai módszerek

Csak olyan matematikai statisztikai modellek, módszerek alkalmazhatók, melyek képesek figyelembe venni a valószínűségi eloszlás, azaz az éghajlat változását!

MATEMATIKAI SZOFTVEREINK

- **MASHv3.03**

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

Állomás adatsorok homogenizálása, ellenőrzése és pótlása

Szentimrey, T. (2023). Overview of mathematical background of homogenization, summary of method MASH and comments on benchmark validation. International Journal of Climatology, 1–16. <https://doi.org/10.1002/joc.8207>

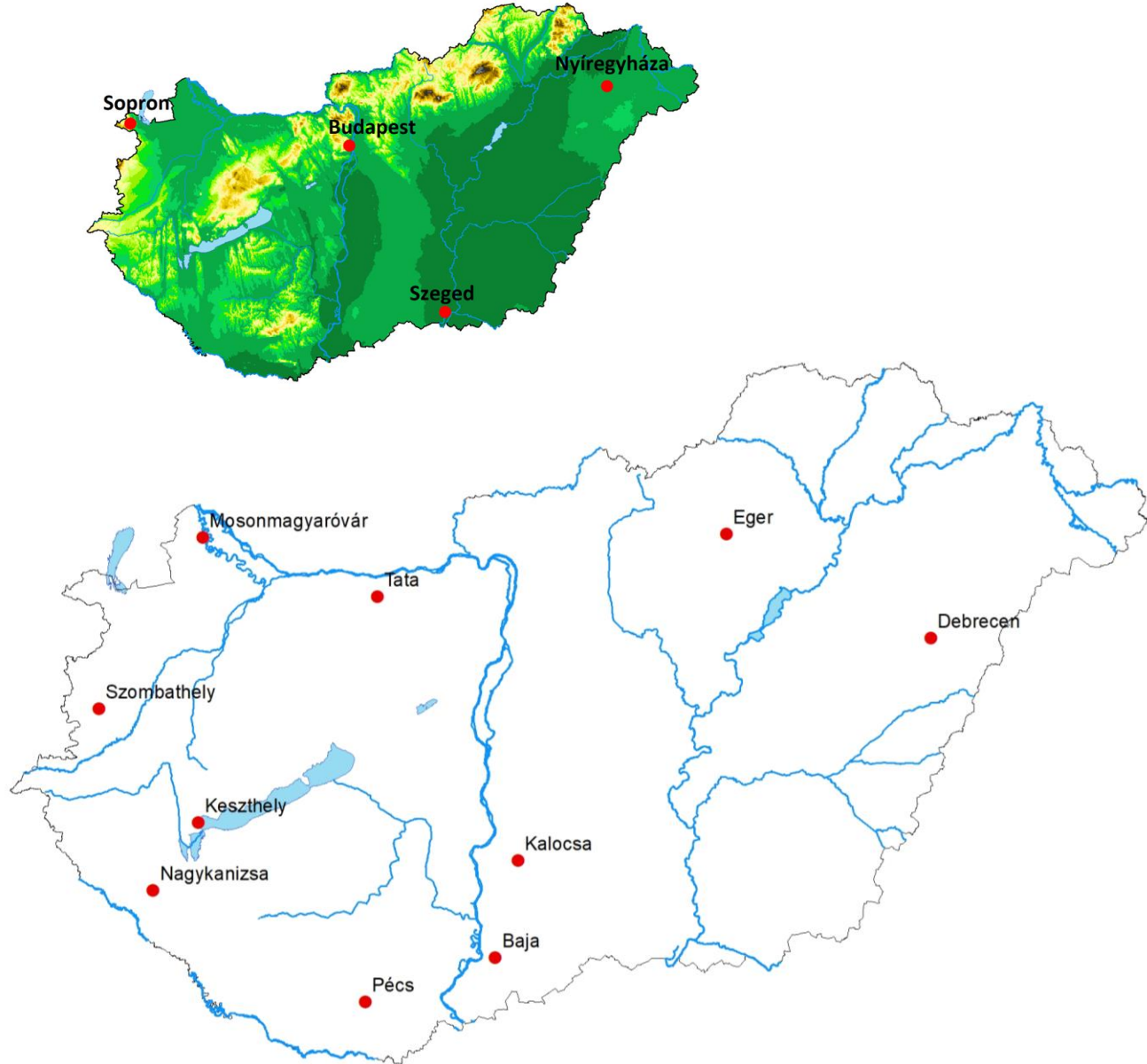
- **MISHv1.03**

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



A mérési adatokkal kapcsolatos fejlesztések

A HungaroMet elődjei már a 19. század második felétől végeztek méréseket, a régi adatok jó része azonban csak papíron érhető el az Éghajlati Archívumban. A projektben bővítettük a régóta működő állomások adatainak **digitalizálását**, és 10 olyan állomás adatát rögzítettük az **1870-es évektől**, melyeken jelenleg is folynak mérések, így már több mint 150 éves időszakkal rendelkeznek: Baja, Debrecen, Eger, Kalocsa, Keszthely, Mosonmagyaróvár, Nagykanizsa, Pécs, Szombathely és Tata „klímakönyveit” dolgoztuk fel.



Javasolt eljárás az archív napi adatok ellenőrzésére (MASH szoftverrel)

- **1. a gyanús adatokat automatikus eljárással keressük meg:**
 - nullhipotézis (H_0): az adat jó minőségű
 - szignifikancia szint, kritikus érték, automatikus eljárás
 - döntés az automatikus eljárás során:
 - ha H_0 elfogadható, az adat jó minőségű,
 - ha H_0 nem elfogadható, az adat gyanús.
- **2. az automatikus eljárás után:**
 - A gyanús adatokat ellenőrizni (évkönyv, makroszinoptikus helyzet stb.)
 - **A hibás és az extrém értékek között statisztikailag nem lehet (más egyéb információ nélkül) különbséget tenni!**

Meteorologische

Beobachtungs-Station *Steinamanger*
Beobachter *Wolf Kunc*

Jahr *1868*
Monat *März*

Tage	Fünftelstunden Ablesung an Barometer				Luftdruck (auf 0° reduzierter Barometerstand) in Paris. Linien 300 +				Temperatur des trockenen Thermometers nach Réaumur				Temperatur des nassen Thermometers nach Réaumur			
	0°	15°	30°	45°	0°	10°	20°	Tages-Mittel	0°	10°	20°	Tages-Mittel	0°	10°	20°	Tages-Mittel
1	28.26	28.22	28.19	28.17	28.29	28.26	28.23	28.24	+5.6	+11.3	+17.3	+23.0	+2.0	+7.0	+12.0	+17.0
2	28.26	28.22	28.19	28.17	28.29	28.26	28.23	28.24	+5.6	+11.3	+17.3	+23.0	+2.0	+7.0	+12.0	+17.0
3	28.26	28.22	28.19	28.17	28.29	28.26	28.23	28.24	+5.6	+11.3	+17.3	+23.0	+2.0	+7.0	+12.0	+17.0
4	28.26	28.22	28.19	28.17	28.29	28.26	28.23	28.24	+5.6	+11.3	+17.3	+23.0	+2.0	+7.0	+12.0	+17.0
5	28.26	28.22	28.19	28.17	28.29	28.26	28.23	28.24	+5.6	+11.3	+17.3	+23.0	+2.0	+7.0	+12.0	+17.0
6	28.26	28.22	28.19	28.17	28.29	28.26	28.23	28.24	+5.6	+11.3	+17.3	+23.0	+2.0	+7.0	+12.0	+17.0
7	28.26	28.22	28.19	28.17	28.29	28.26	28.23	28.24	+5.6	+11.3	+17.3	+23.0	+2.0	+7.0	+12.0	+17.0
8	28.26	28.22	28.19	28.17	28.29	28.26	28.23	28.24	+5.6	+11.3	+17.3	+23.0	+2.0	+7.0	+12.0	+17.0
9	28.26	28.22	28.19	28.17	28.29	28.26	28.23	28.24	+5.6	+11.3	+17.3	+23.0	+2.0	+7.0	+12.0	+17.0
10	28.26	28.22	28.19	28.17	28.29	28.26	28.23	28.24	+5.6	+11.3	+17.3	+23.0	+2.0	+7.0	+12.0	+17.0
11	28.26	28.22	28.19	28.17	28.29	28.26	28.23	28.24	+5.6	+11.3	+17.3	+23.0	+2.0	+7.0	+12.0	+17.0
12	28.26	28.22	28.19	28.17	28.29	28.26	28.23	28.24	+5.6	+11.3	+17.3	+23.0	+2.0	+7.0	+12.0	+17.0
13	28.26	28.22	28.19	28.17	28.29	28.26	28.23	28.24	+5.6	+11.3	+17.3	+23.0	+2.0	+7.0	+12.0	+17.0
14	28.26	28.22	28.19	28.17	28.29	28.26	28.23	28.24	+5.6	+11.3	+17.3	+23.0	+2.0	+7.0	+12.0	+17.0
15	28.26	28.22	28.19	28.17	28.29	28.26	28.23	28.24	+5.6	+11.3	+17.3	+23.0	+2.0	+7.0	+12.0	+17.0
16	28.26	28.22	28.19	28.17	28.29	28.26	28.23	28.24	+5.6	+11.3	+17.3	+23.0	+2.0	+7.0	+12.0	+17.0
17	28.26	28.22	28.19	28.17	28.29	28.26	28.23	28.24	+5.6	+11.3	+17.3	+23.0	+2.0	+7.0	+12.0	+17.0
18	28.26	28.22	28.19	28.17	28.29	28.26	28.23	28.24	+5.6	+11.3	+17.3	+23.0	+2.0	+7.0	+12.0	+17.0
19	28.26	28.22	28.19	28.17	28.29	28.26	28.23	28.24	+5.6	+11.3	+17.3	+23.0	+2.0	+7.0	+12.0	+17.0
20	28.26	28.22	28.19	28.17	28.29	28.26	28.23	28.24	+5.6	+11.3	+17.3	+23.0	+2.0	+7.0	+12.0	+17.0
21	28.26	28.22	28.19	28.17	28.29	28.26	28.23	28.24	+5.6	+11.3	+17.3	+23.0	+2.0	+7.0	+12.0	+17.0
22	28.26	28.22	28.19	28.17	28.29	28.26	28.23	28.24	+5.6	+11.3	+17.3	+23.0	+2.0	+7.0	+12.0	+17.0
23	28.26	28.22	28.19	28.17	28.29	28.26	28.23	28.24	+5.6	+11.3	+17.3	+23.0	+2.0	+7.0	+12.0	+17.0
24	28.26	28.22	28.19	28.17	28.29	28.26	28.23	28.24	+5.6	+11.3	+17.3	+23.0	+2.0	+7.0	+12.0	+17.0
25	28.26	28.22	28.19	28.17	28.29	28.26	28.23	28.24	+5.6	+11.3	+17.3	+23.0	+2.0	+7.0	+12.0	+17.0
26	28.26	28.22	28.19	28.17	28.29	28.26	28.23	28.24	+5.6	+11.3	+17.3	+23.0	+2.0	+7.0	+12.0	+17.0
27	28.26	28.22	28.19	28.17	28.29	28.26	28.23	28.24	+5.6	+11.3	+17.3	+23.0	+2.0	+7.0	+12.0	+17.0
28	28.26	28.22	28.19	28.17	28.29	28.26	28.23	28.24	+5.6	+11.3	+17.3	+23.0	+2.0	+7.0	+12.0	+17.0
29	28.26	28.22	28.19	28.17	28.29	28.26	28.23	28.24	+5.6	+11.3	+17.3	+23.0	+2.0	+7.0	+12.0	+17.0
30	28.26	28.22	28.19	28.17	28.29	28.26	28.23	28.24	+5.6	+11.3	+17.3	+23.0	+2.0	+7.0	+12.0	+17.0
31	28.26	28.22	28.19	28.17	28.29	28.26	28.23	28.24	+5.6	+11.3	+17.3	+23.0	+2.0	+7.0	+12.0	+17.0
Summen von																
1-5	147.12	142.92	141.62	143.90	12.7	23.2	19.4	21.76								
6-10	157.23	153.78	152.14	153.39	6.3	33.7	16.8	20.20								
11-15	157.17	153.28	151.35	152.56	8.8	33.9	16.9	19.87								
16-20	154.36	152.20	152.71	152.76	5.6	31.7	15.6	19.03								
21-25	142.57	140.62	140.10	141.09	6.9	35.5	14.1	18.83								
26-31	177.59	172.80	172.72	173.37	8.7	27.4	12.8	16.40								
1-31	204.70	198.60	198.21	199.62	40.0	149.8	94.5	149.42								
Mittel	6.60	6.41	6.43	6.47	1.29	4.83	3.05	4.82								

Anmerkung 1. Die Herren Beobachter, welche andere Beobachtungsstunden wählen werden ersucht, diese an dem betreffenden Orte anzuschreiben.
Anmerkung 2. Für anderweitige Beobachtungen, Notizen, Anmerkungen n. s. w. ist die folgende Blattseite bestimmt, mit Ausnahme der phänologischen Beobachtungen, welche separat einzusenden sind. Eine besondere Aufmerksamkeit ist den Stürmen zu widmen und sind die Zeiten des Beginnes und des Aufhörens, sowie die Änderungen der Windrichtung zu notiren.
Anmerkung 3. Bei den ersten Beobachtungen ist der Luftdruck, Dunstdruck und Niederschlag auf zwei, die Temperatur auf eine Decimale und Feuchtigkeit, Bewölkung, Windstärke dies in ganzen Zahlen auszurufen. Die Monatsmittel der Feuchtigkeit, Bewölkung und Windstärke auf eine Decimale genau zu berechnen.
Niederschlag wird auf zwei Decimale, die Monatsmittel der Feuchtigkeit, Bewölkung und Windstärke auf eine Decimale genau zu berechnen.
Südt. Luftdruck, 334.37"
Südt. Wärme, +11.3
Südt. Feucht. - - - 322.59"

12.3 19.1 14.6

Mérési hibák mellett lehetnek rögzítési hibák is! Tizedesvessző, előjel, oszlopok felcserélése, régies írásmód miatti téves rögzítés stb.

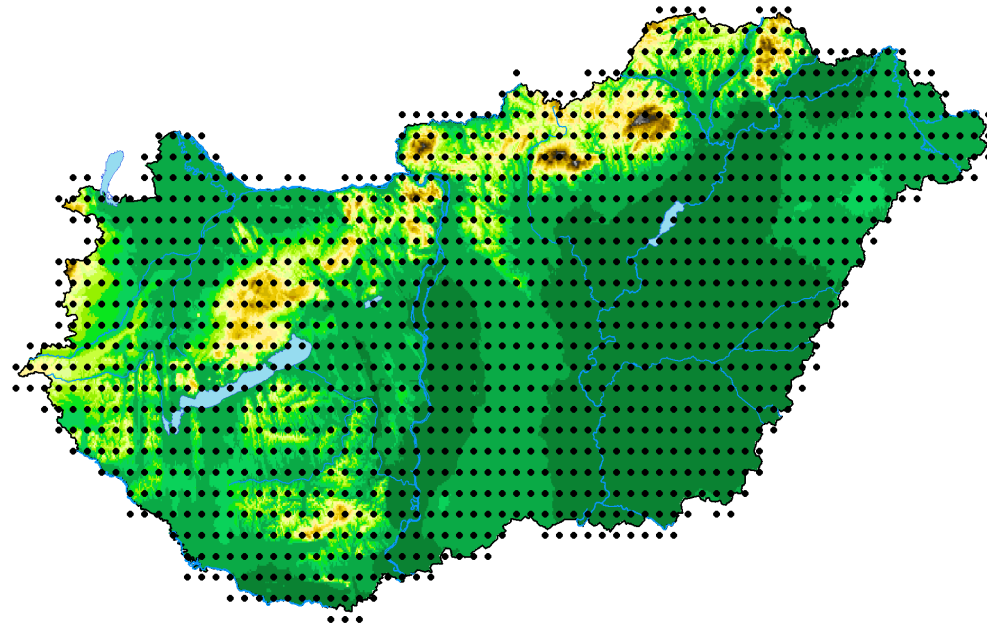
0	9.0	11.4	9.7	10.0	8.9	10.8	9.6	8.4	9.3
4	5.7	14.6	8.8	9.7	5.6	11.4	8.3	6.7	8.1
7	10.4	13.2	12.6	11.0	10.1	12.1	12.2	9.0	9.1
7.2	6.7*	8.9	7.6	6.8	10.3	8.4	7.1	8.1	8.1
5.9	13.0	5.3	8.0	5.5	9.7	4.8	6.5	6.5	6.5

11.7	20.1	14.1
13.2	14.9	11.6
12.2	16.5	12.3
13.3	17.1	13.7
12.9	16.2	12.0
12.5	20.4	16.1
15.7	20.8	17.1
14.4	17.6	15.4
12.3	19.1	14.6

66	62	73	67	70	8	0	6
82	69	89	80	7	8	80	8
92	98	94	94	80	80	80	100
88	99	98	93	80	80	80	100
78	80	84	87	18	7	80	8
11	89	94	91	18	80	80	8
92	85	88	90	80	80	80	8
93	87	91	90	80	7	80	6
89	88	90	76	8	7	80	8
75	67	70	71	5	80	7	7
96	60	76	77	18	7	1	1
91	56	69	72	9	9	80	8
95	69	81	82	1	3	0	0
89	65	78	71	4	7	6	6
68	54	79	69	4	7	80	8
89	54	74	72	0	8	80	8
80	45	70	65	19	8	0	0
85	83	75	71	0	8	9	9

Rácsponti adatsorok Magyarországra

A különböző meteorológiai elemek homogenizált, ellenőrzött és pótoló napi adatsorainak interpolálása MISH-el $0,1^\circ$ felbontású rácshálózatra, ami Magyarország esetén 1233 rácspontot jelent.



Napi rácsponti adatsorok az odp.met.hu-n

https://odp.met.hu/climate/homogenized_data/gridded_data_series/

1971-től:




- hőmérséklet (közép, min, max), csapadékösszeg, légnyomás (állomásszinti), relatív nedvesség átlaga

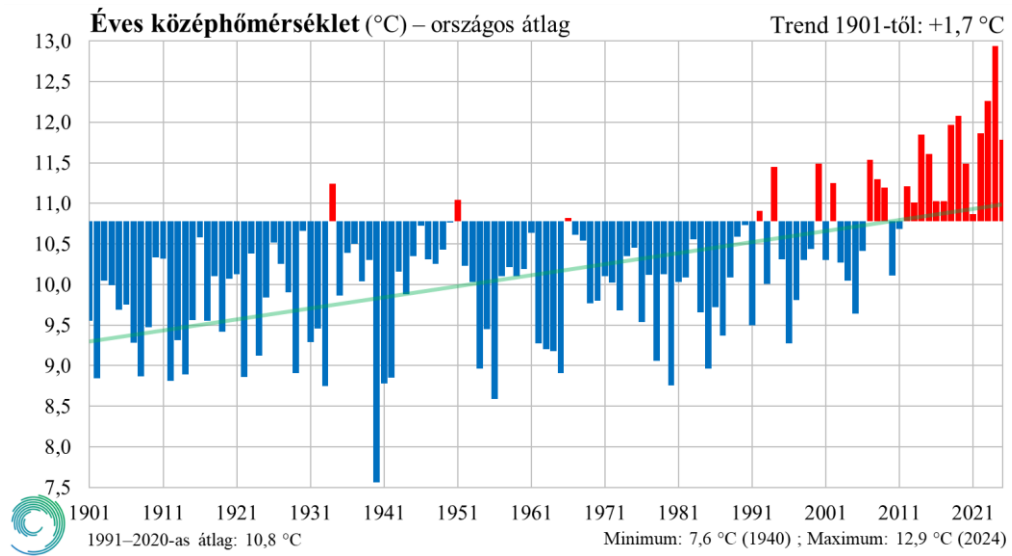
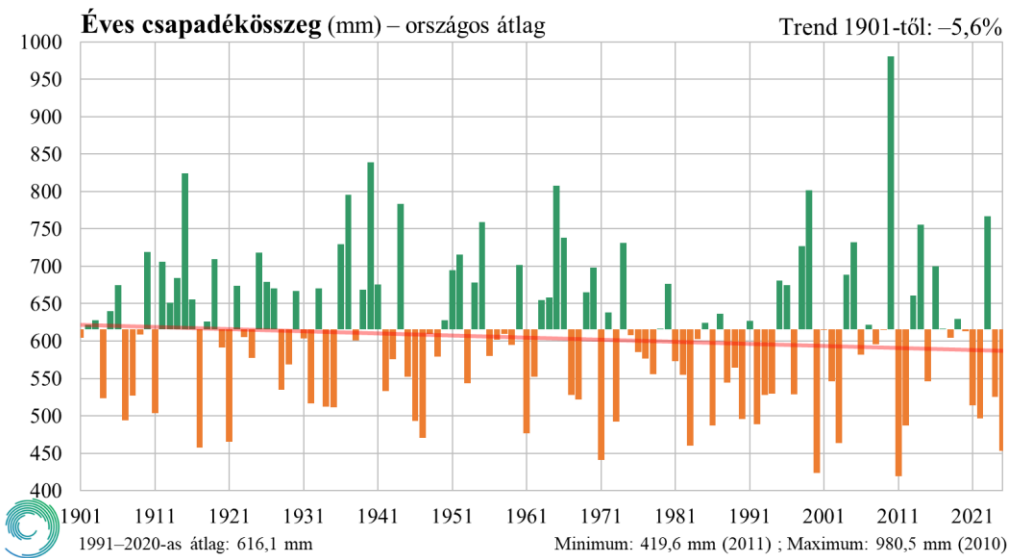
2001-től:


- globálsugárzás összege, maximális szélökés és átlagos szélesebesség



Meteorológiai Adattár

Name	Last modified	Size	Description
 Parent Directory		-	Homogenizált adatsorok
 gridded_data_series/	2023-04-03 11:37	-	Rácsponti adatsorok
 station_data_series/	2023-02-22 07:38	-	Állomási adatsorok



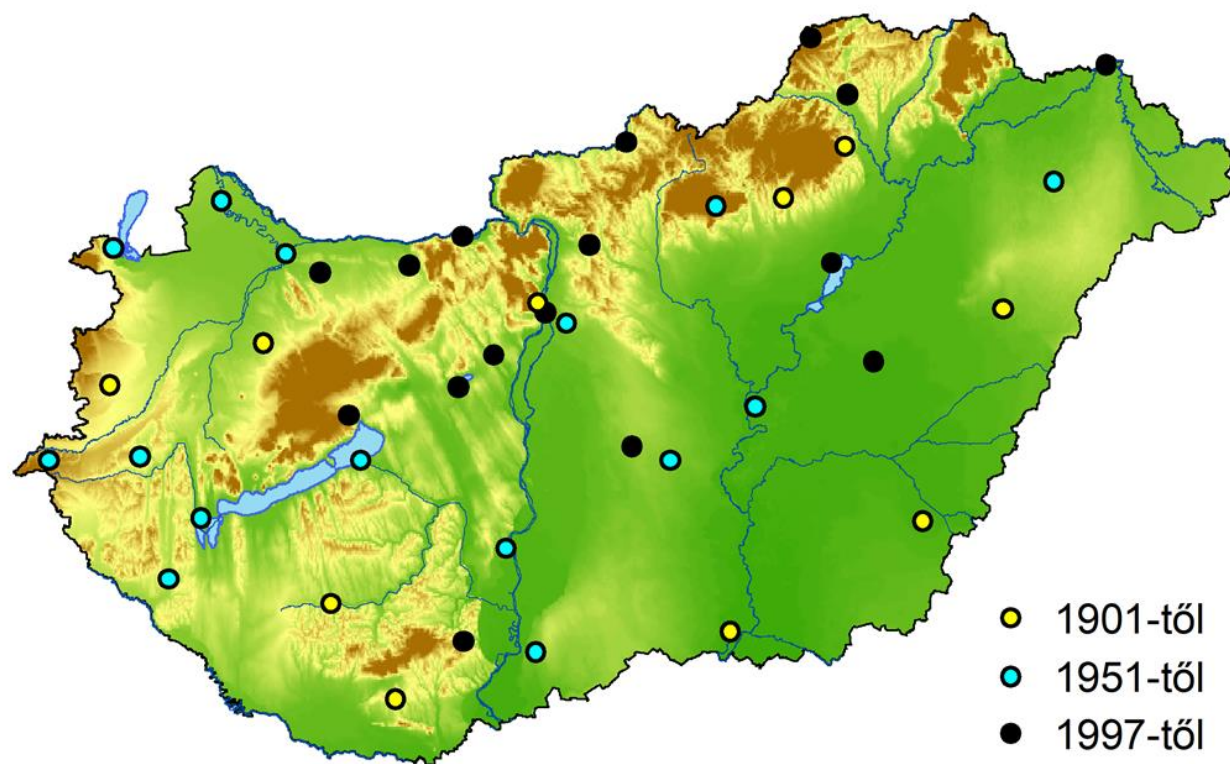


HungaroMet
Magyar Meteorológiai Szolgáltató Nonprofit Zrt.

**Legmelegebb évek
Magyarországon országos átlagban
1901 óta**

1.	2024.	12,94 °C
2.	2023.	12,26 °C
3.	2019.	12,09 °C
4.	2018.	11,97 °C
5.	2022.	11,86 °C
6.	2014.	11,85 °C
7.	2025.	11,78 °C
8.	2015.	11,61 °C
9.	2007.	11,54 °C
10.	2020.	11,49 °C

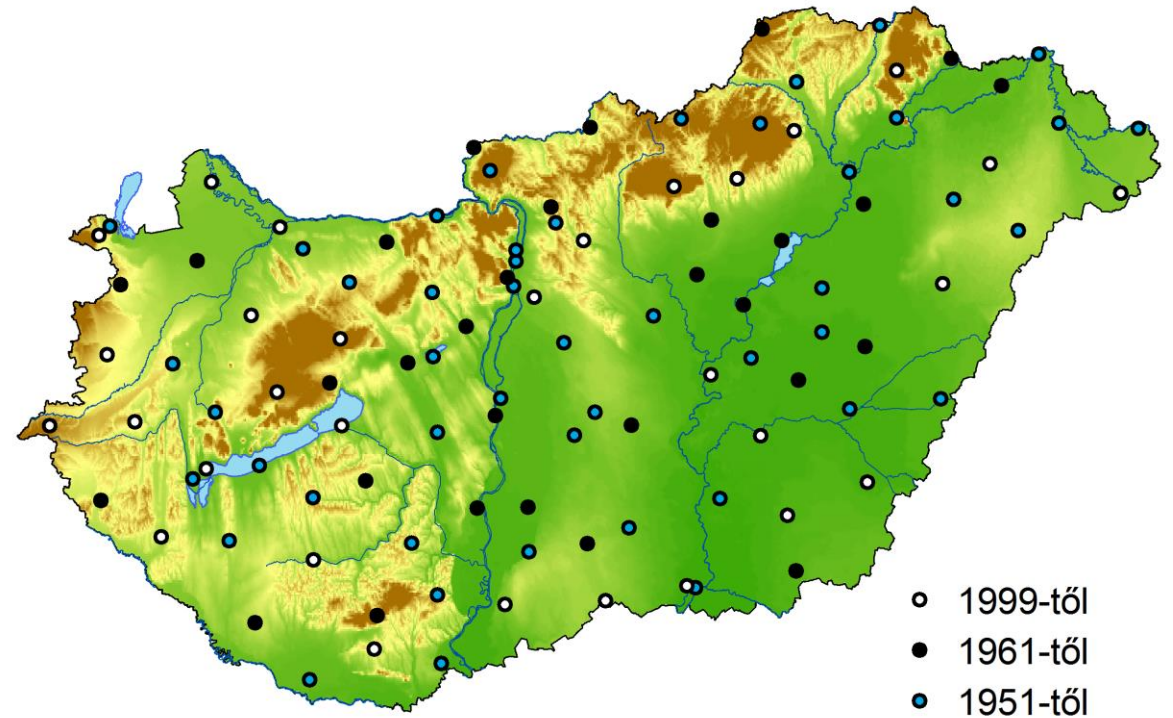
Műszerszinti légnyomás adatok



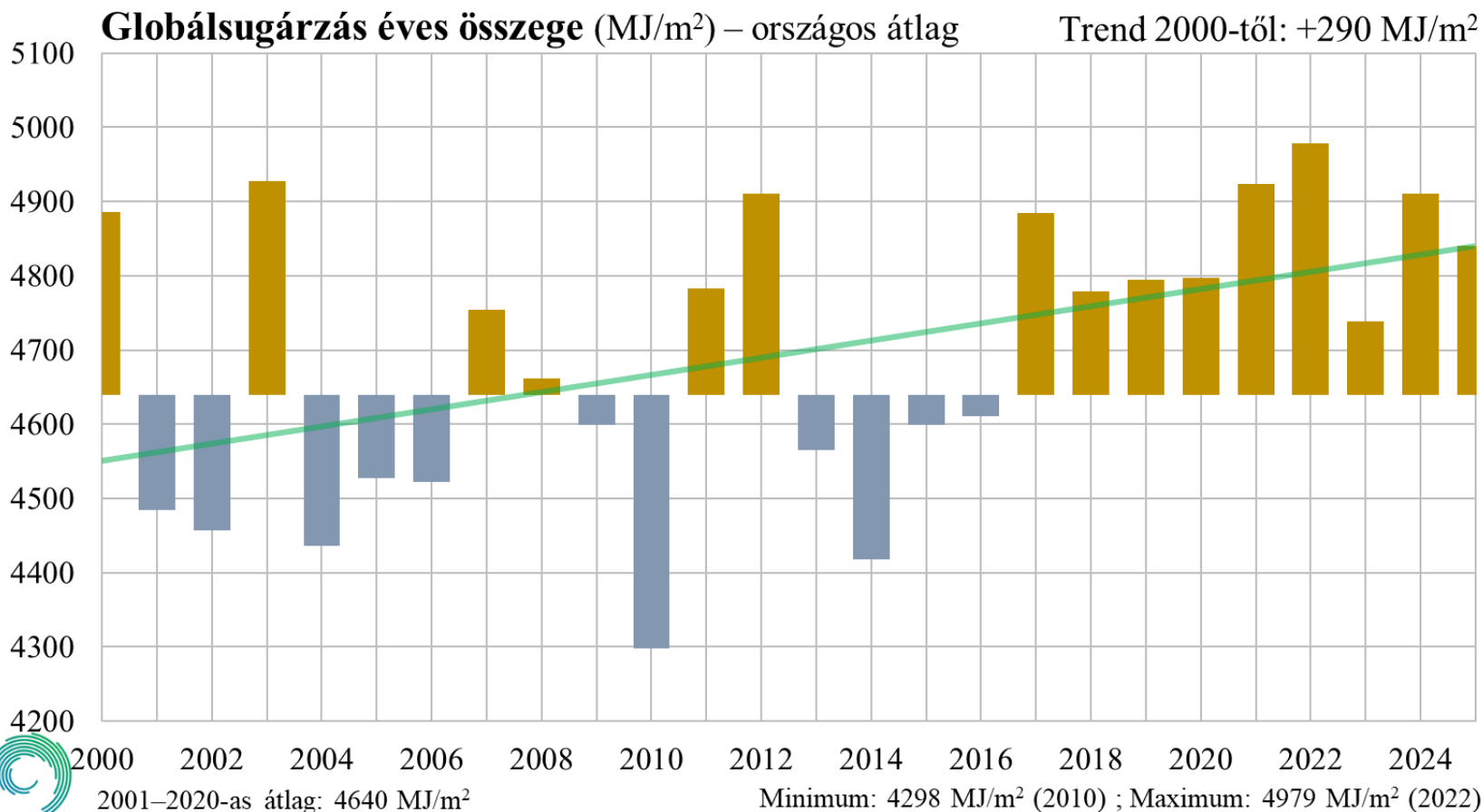
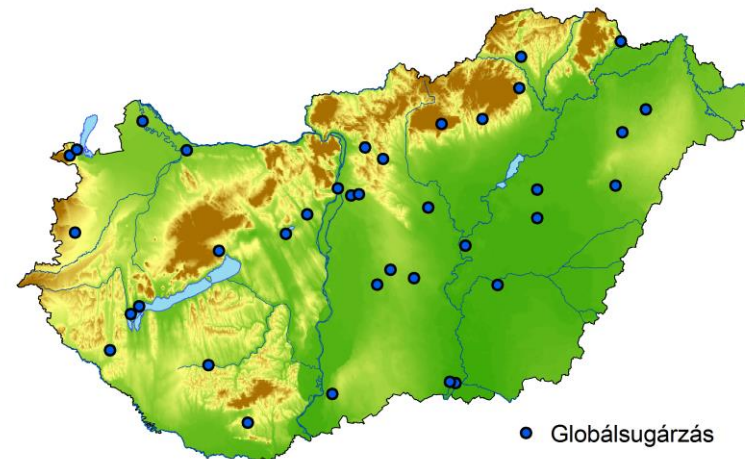
- A **légnyomás** esetében jelentősen bővítettük a homogenizálás és interpoláció során felhasznált állomások számát, így 1997-től a korábbi 22 helyett 41 állomás adatait tudtuk figyelembe venni. Emellett az időszak is jelentősen bővült, hiszen 1951-től 25, míg 1901-től 10 állomás adatait is felhasználva készítettük el a műszerszinti légnyomás adatbázisunkat.

Relatív nedvesség

Relatív nedvesség esetén a korábbi 41 állomási adatsor helyett 107 állomás adatsorát homogenizáltuk és ezen meteorológiai elem esetén is megújítottuk a MISH modellezés eredményét.

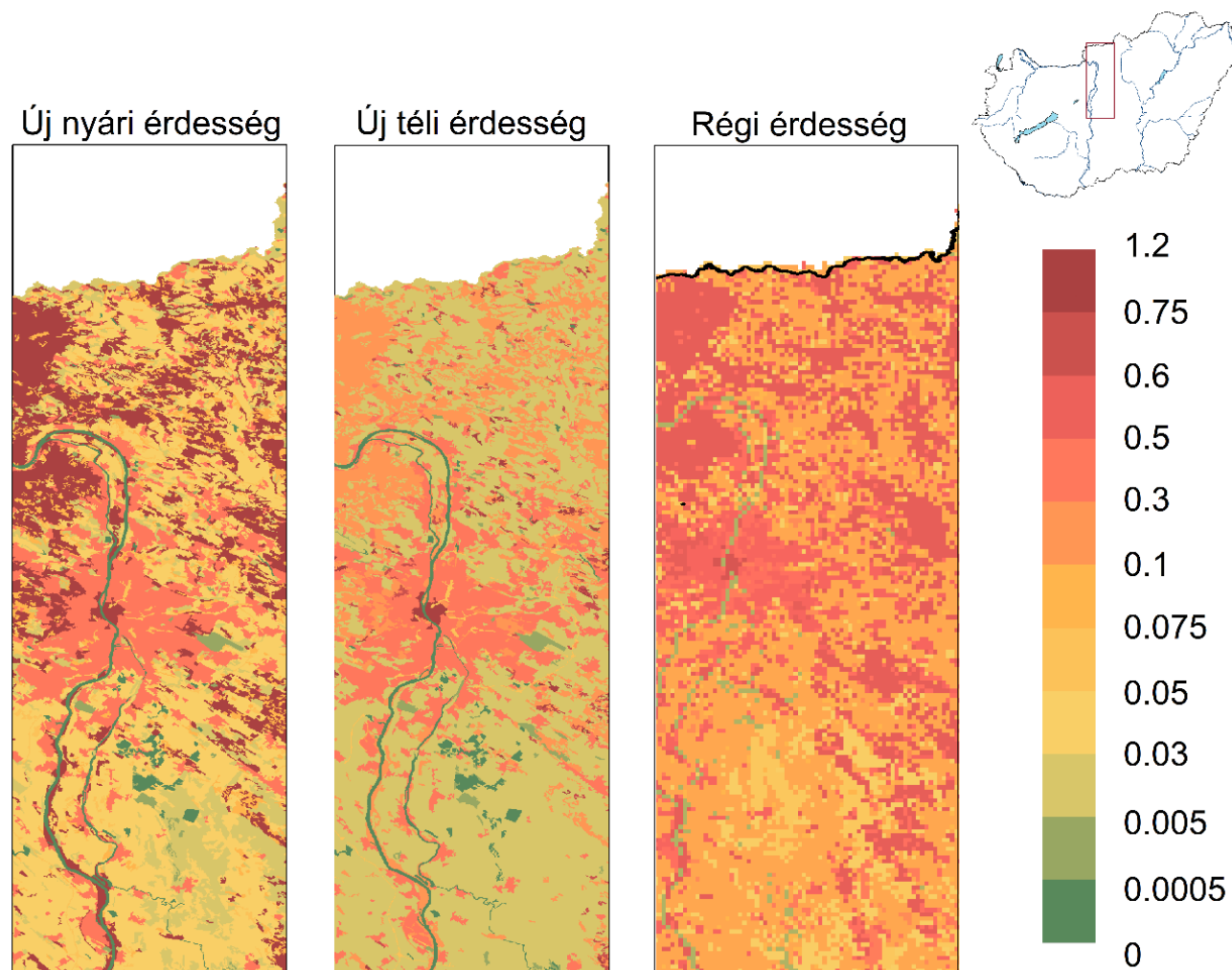


Globálsugárzás adatsorok



Napi átlagos szélesebbesség adatsorok

- A rácsponti **átlagszél** adatsorok minőségének javítása céljából a felszínérdelességi adatbázis megújításával foglalkoztunk. Az érdelességi adatokat a CORINE Land Cover (CLC) legfrissebb, 2018-as verziójának felhasználásával újítottuk meg.

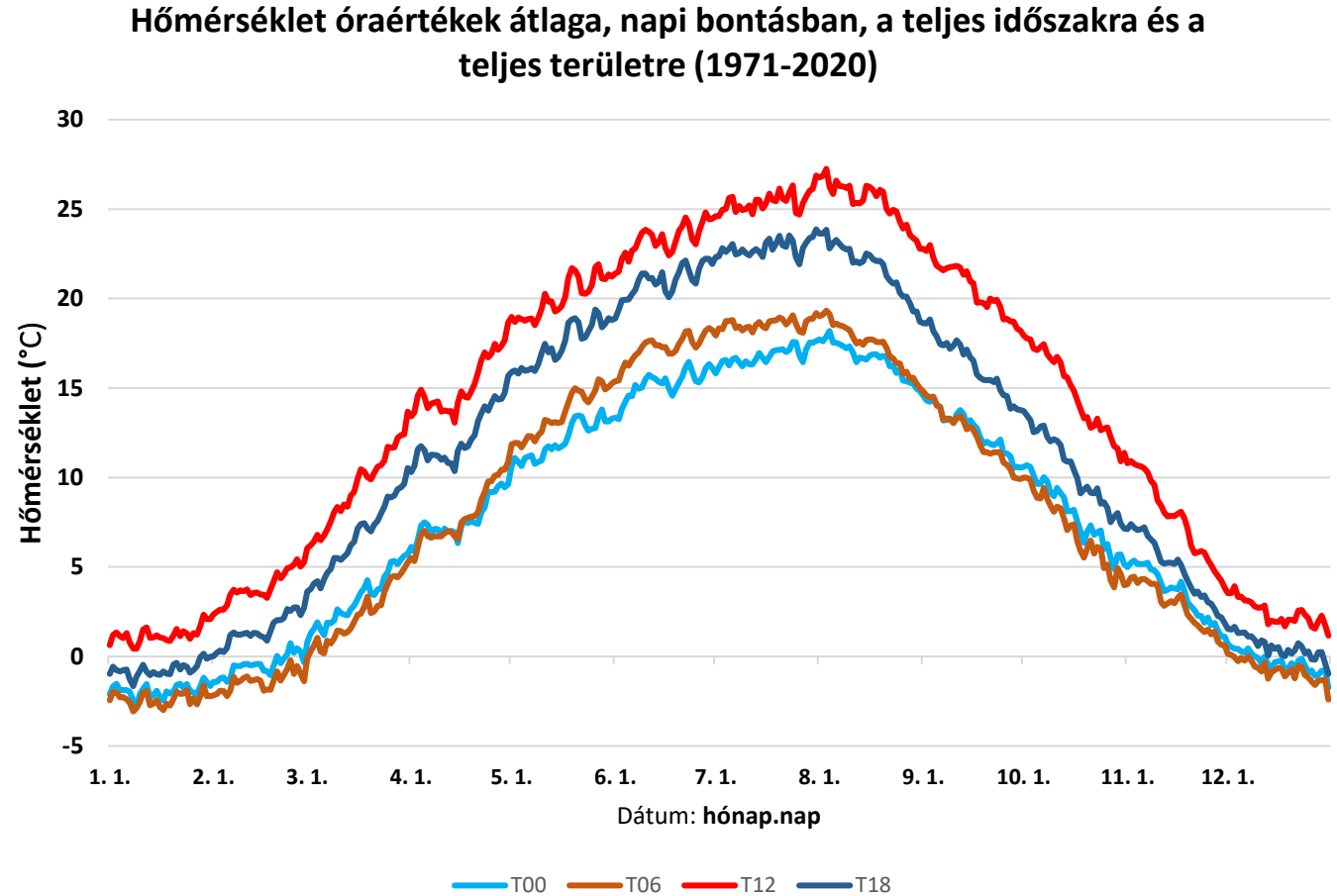




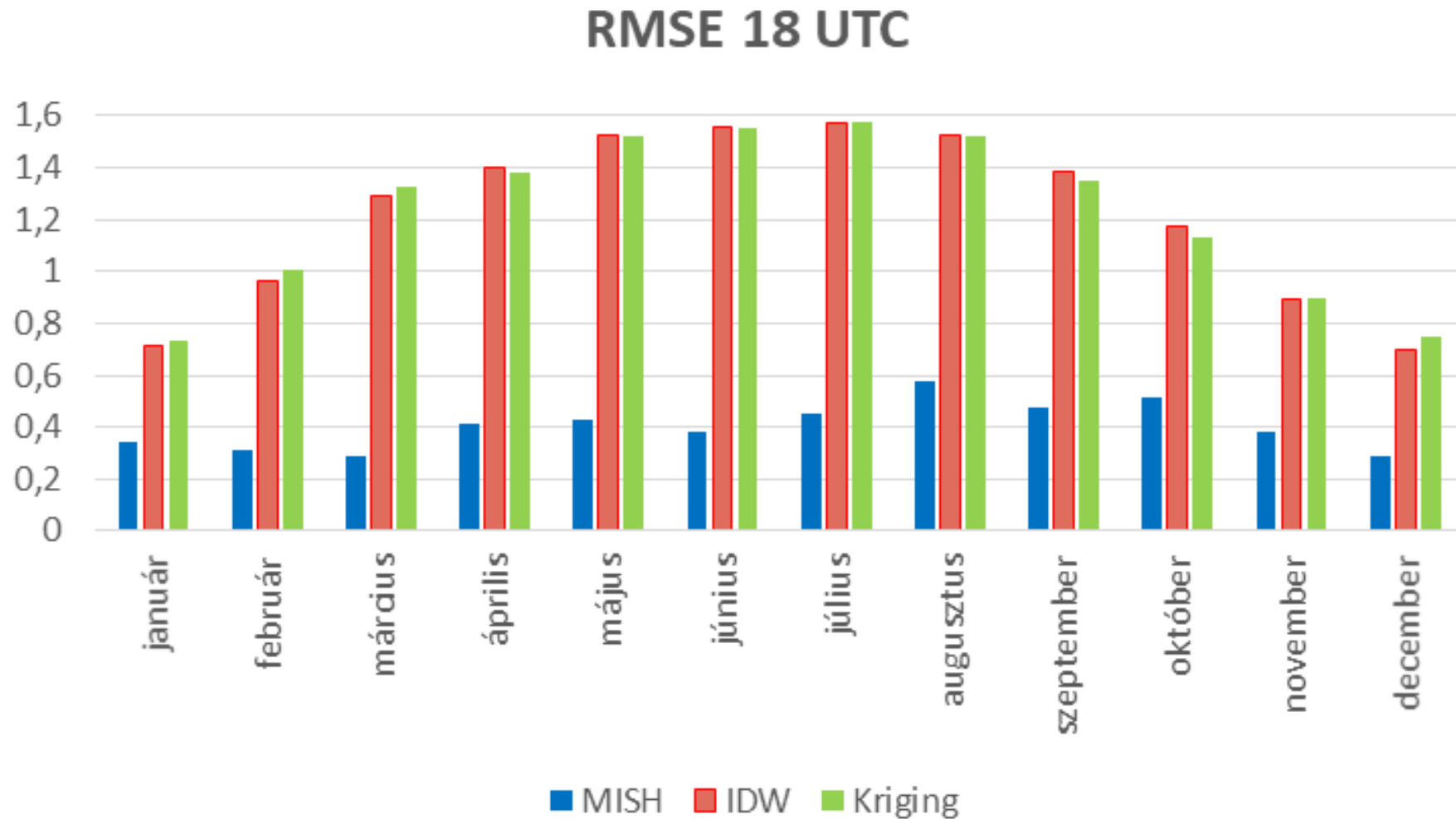
A szélátlag interpolációjának pontosításához az új, 127 állomásból álló homogenizált, pótoló, ellenőrzött állomási napi adatsorok segítségével és az új, szezonálisan differenciált érdeességi adatbázis felhasználásával elkészítettük a klímastatisztikai paraméterek modellezését teljes Magyarország területére, 0,5' felbontással.

6 óránkénti adatsorok homogenizálása, ellenőrzése

A napi adatsorokon kívül elkészült a hatóránkénti (00UTC, 06UTC, 12UTC, 18UTC) állomási adatsorok homogenizálása és a rácsponti adatsorok előállítás is hőmérséklet (1971-2024) és csapadékösszeg (1997-2024) esetén. Ez esetben a homogenizálás során a 4-4 óraértéket egyesével homogenizáltuk a MASH szoftverrel, majd interpoláltuk a MISH rendszerrel.



Óraértékek interpolációs hibái



Összefoglalás

- Reprezentatív adatbázis készítése komplex feladat, mely magába foglalja az adatrögzítés, ellenőrzés, homogenizálás, (modellezés) interpoláció feladatát.
- Csak olyan eljárások, módszerek, szoftverek alkalmazhatóak, melyek kezelni tudják az éghajlat változását.

Köszönöm a
megtisztelő
figyelmüket!

