



A MAGYAR
TUDOMÁNY
ÜNNEPE

RRF-2.3.1-21-2022-00014

Éghajlatváltozás Multidiszciplináris Nemzeti Laboratórium



REPREZENTATÍV METEOROLÓGIAI ADATOK BIZTOSÍTÁSA A MÚLT ÉS A JELEN ÉGHAJLATÁNAK MEGISMÉRÉSÉRE

IZSÁK BEATRIX ¹, SZENTES OLIVÉR ^{1,2}, BIHARI ZITA ¹, BOKROS KINGA ¹, HERCSÉNYI LÁSZLÓ ¹,
DR. LAKATOS MÓNIKA ¹, TÓTIVÁN BERNADETT ¹

¹ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT, ² ÚJ NEMZETI KIVÁLÓSÁG PROGRAM


Új Nemzeti
Kiválóság Program


INNOVÁCIÓS ÉS TECHNOLOGIAI
MINISZTERIUM

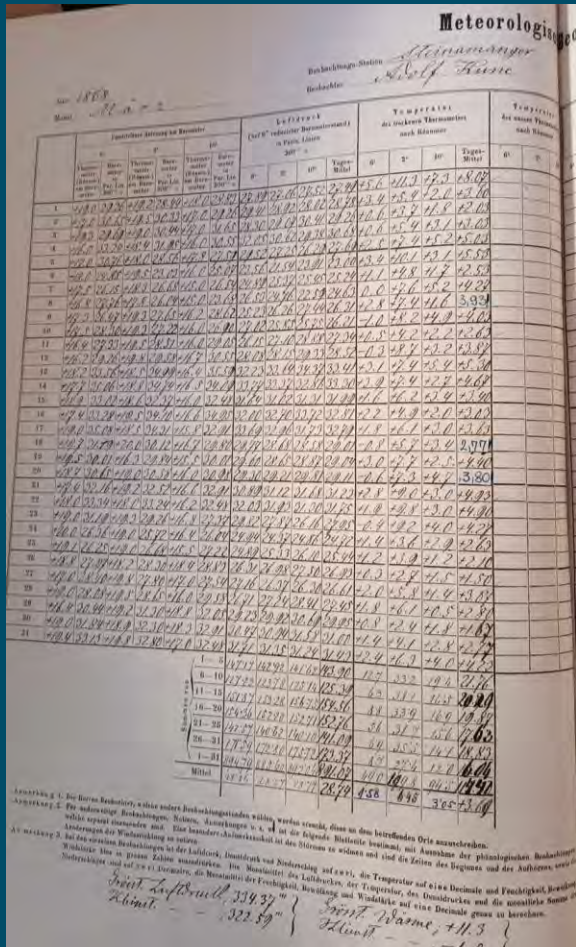

ORSZÁGOS
METEOROLÓGIAI
SZOLGÁLAT


HUNGARIAN NATIONAL
LABORATORY


MAGYAR
TUDOMÁNYOS
AKADÉMIA

Feladat

1. 5 állomás adatsorának rögzítése az 1901 előtti időszakra.
2. Homogenizált napi rácsponti adatsorok frissítése 2023-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>

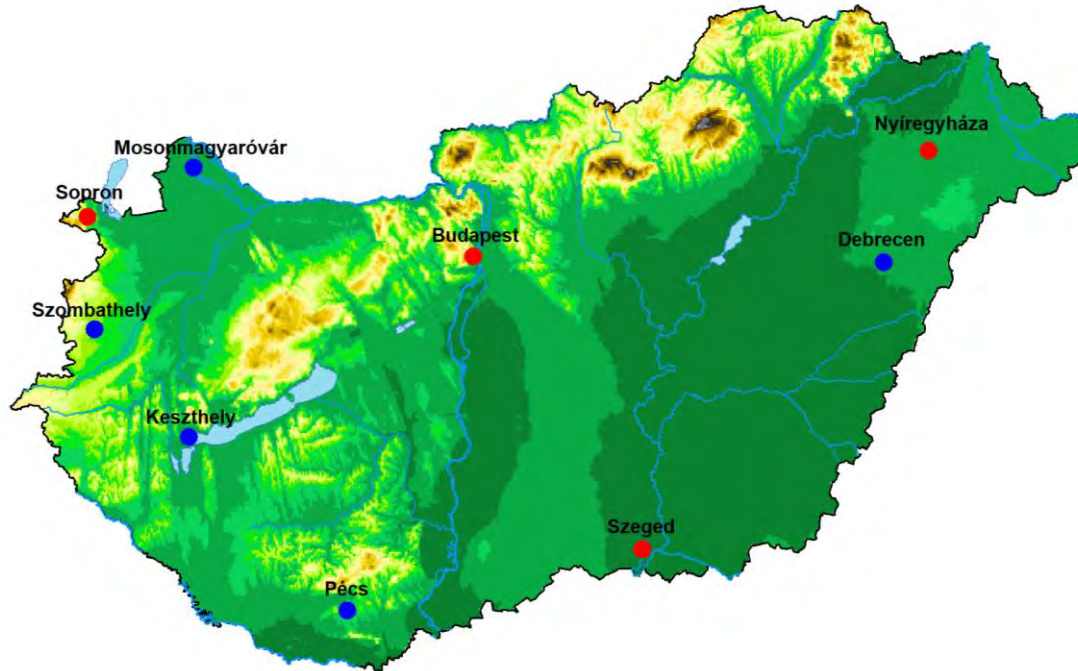
MISHv1.03

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

1.feladat

5 ÁLLOMÁS ADATSORÁNAK RÖGZÍTÉSE AZ 1901 ELŐTTI IDŐSZAKRA:
DEBRECEN, PÉCS, KESZTHELY, SZOMBATHELY, MOSONMAGYARÓVÁR

Adatsorok 1871-től



Meteorologiai

Meteorologische

Mérési időpont	Száras Thermometer (trocken)			Nedvesített Thermometer (nass)			Párányom a t Dunatérnek Millimeter			
	7 ^o	9 ^o	11 ^o	7 ^o	9 ^o	11 ^o	7 ^o	9 ^o	11 ^o	Központi
60.5	-4.2	-5.2	-3.0	-4.3	-2.6	-4.6	-2.2			
62	-3.2	-4.0	-2.8	-3.6	-1.8	-4.3	-1.6			
63.8	-1.4	-4.0	-2.2	-1.1	-1.0	-2.0	-0.2			
64.1	-1.8	-4.8	-0.6	-2.4	-1.6	-4.0	0.4			
64.8	0.4	-1.8	0.8	0.2	0.2	-1.6	0.6			
66	-1.8	-2.6	-0.8	-1.1	-1.4	-0.4	0.2			
67	-2.4	0	-4.4	-2.6	-2.6	-1.0	-4.0			
68	0	6.6	-4.6	-5.8	-6.4	-2.4	-6.2			
69	-1.8	-2.2	6.0	-6.1	-3.4	-2.0	-6.8			
70	-8.6	-9.8	-5.7	-7.9	-8.6	-2.0	-5.4			
71	-7.4	0.6	-4.8	-3.9	-7.4	0.2	-4.2			
72	-4.8	-1.2	-2.6	-2.2	-4.8	-0.4	-0.6			
73	-2.2	-1.0	-4.1	-1.9	-2.4	0.2	-4.8			
74	-5.0	-1.4	-5.0	-3.8	-5.2	-1.8	-5.0			
76	-4.0	-1.0	-2.0	-2.5	-4.6	-1.2	-2.2			
77	-3.2	-1.0	-4.8	-3.0	-3.2	-1.6	-4.8			
78	+4.4	+7.8	+3.6	+5.2	+2.1	+5.6	+2.6			
79	+7.6	+3.1	+2.0	+2.9	+2.2	+3.2	+1.4			
80	+5.6	+6.2	+1.2	+4.4	+4.2	+0.9				
81	+7.8	+5.2	+4.8	+4.3	+1.6	+4.2	+3.1			
82	+7.0	+6.6	+7.9	+7.2	+5.6	+6.4	+7.1			
83	0	+3.6	+3.5	3.0	0	-3.6	+2.3			
84	-0.4	+1.0	-1.2	-0.2	-1.4	+0.6	-1.8			
85	-1.8	+0.2	-3.2	2.5	-2.3	+5.2	-3.8			
86	-0.6	+2.4	+2.4	1.7	0.6	+2.0	+0.6			
87	-0.2	+5.8	+0.2	1.9	-1.2	+4.6	-0.8			
88	-0.8	+5.6	+5.4	2.1						

Központi hőmérséklet
Központi párányom

A barometer számja: 2399 A hőmérő gondozásának megnevezése: 603 5000 1.15 cm Az időmérő feljegyzésének megnevezése: 603 5000 1.49 cm

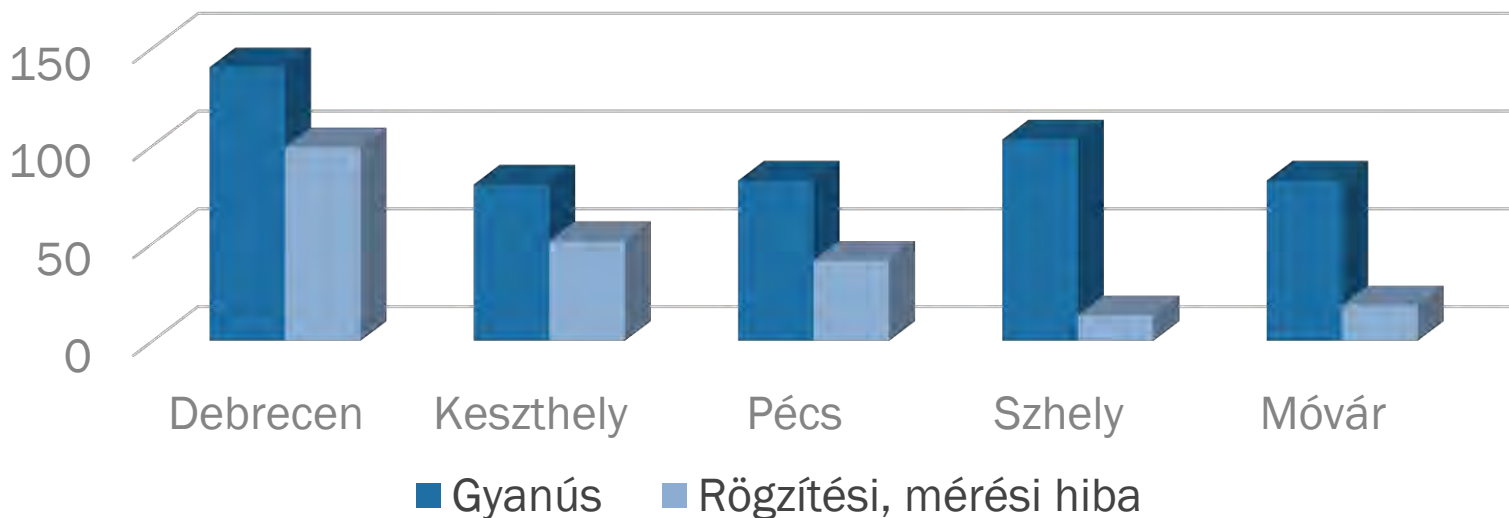
Időpont	Nedvesített Thermometer			Felhőtartalom			Szél sebessége			A légtér hőmérséklete			Csapadék		
	7 ^o	9 ^o	11 ^o	7 ^o	9 ^o	11 ^o	7 ^o	9 ^o	11 ^o	7 ^o	9 ^o	11 ^o	7 ^o	9 ^o	11 ^o
66	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
67	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
68	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
69	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
70	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
71	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
72	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
73	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
74	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
75	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
76	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
77	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
78	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
79	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
80	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
81	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
82	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
83	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
84	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
85	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
86	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
87	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
88	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
89	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
90	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
91	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
92	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
93	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
94	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
95	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
96	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
97	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
98	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
99	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0
100	7.2	7.2	7.2	5	5	5	18.1	22.5	18.1	6.4	6.4	6.4	0	0	0

66	62	73	67	70	8	0	6
82	69	89	80	7	8	80	8
92	98	94	94	80	80	80	80
88	99	98	93	80	80	80	80
78	80	84	87	80	80	80	80
11	89	94	91	80	80	80	80
92	88	90	80	80	80	80	80
93	97	91	90	80	80	80	80
89	90	76	8	80	80	80	80
75	67	70	71	5	80	7	
96	60	76	77	80	7	1	
91	56	69	72	9	9	80	
95	69	81	82	1	3	0	
89	65	78	71	4	7	6	
68	54	79	69	4	7	80	
89	54	74	72	0	8	80	
80	45	70	65	10	8	0	
85	83	75	71	0	8	9	

Statisztikák

Hőmérséklet esetén: 0,2% > a gyanús adatok száma

Hőmérséklet



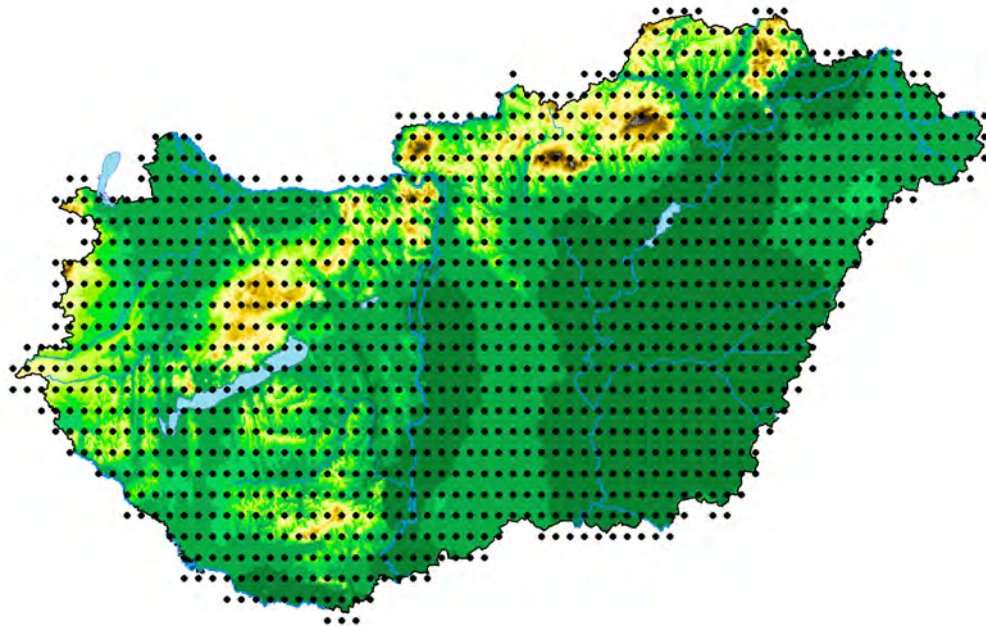
Csapadék esetén: 0,005 % > a gyanús adatok száma

2.feladat

HOMOGENIZÁLT NAPI RÁCSPONTI ADATSOROK FRISSÍTÉSE 2023-IG

Rácsponyi adatsorok Magyarországra

A különböző meteorológiai elemek homogenizált, ellenőrzött és pótoltt 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:

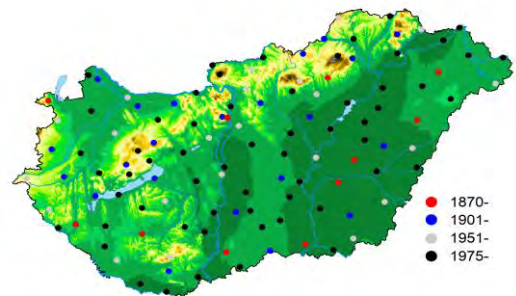
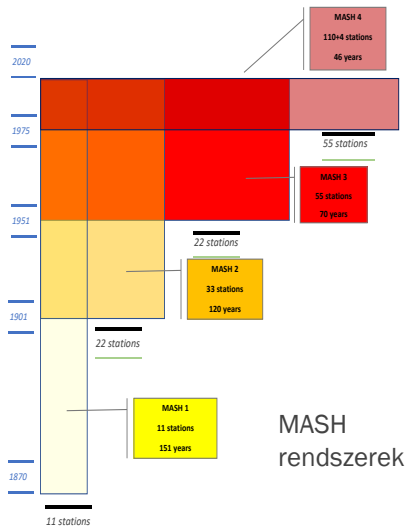
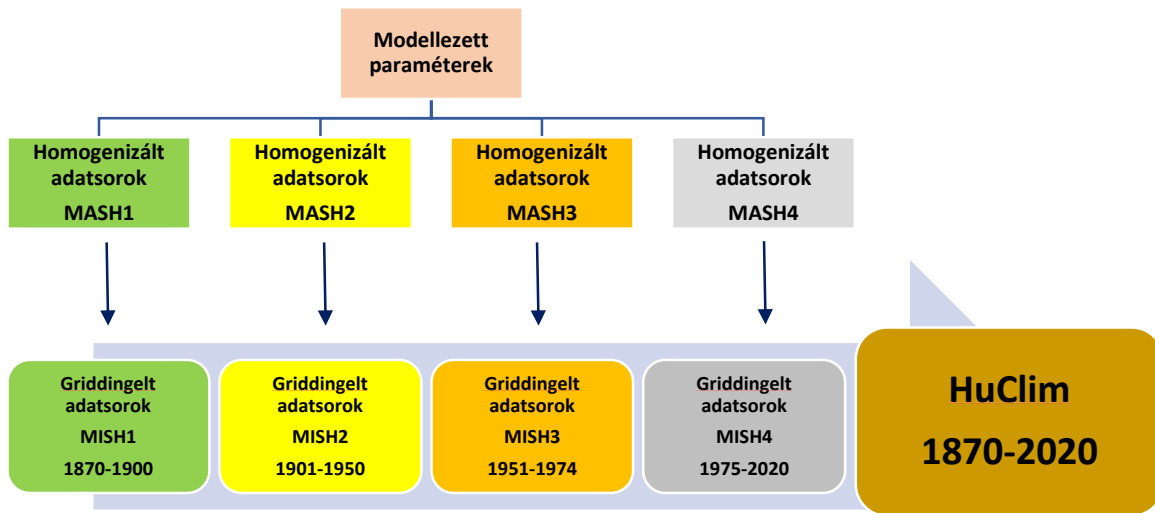
- globálsugárzás összege, maximális szélökés és átlagos szélesebesség



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

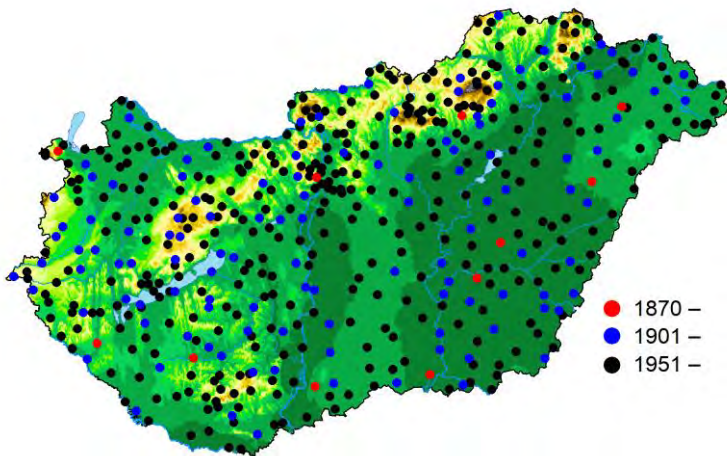
Napi középhőmérséklet



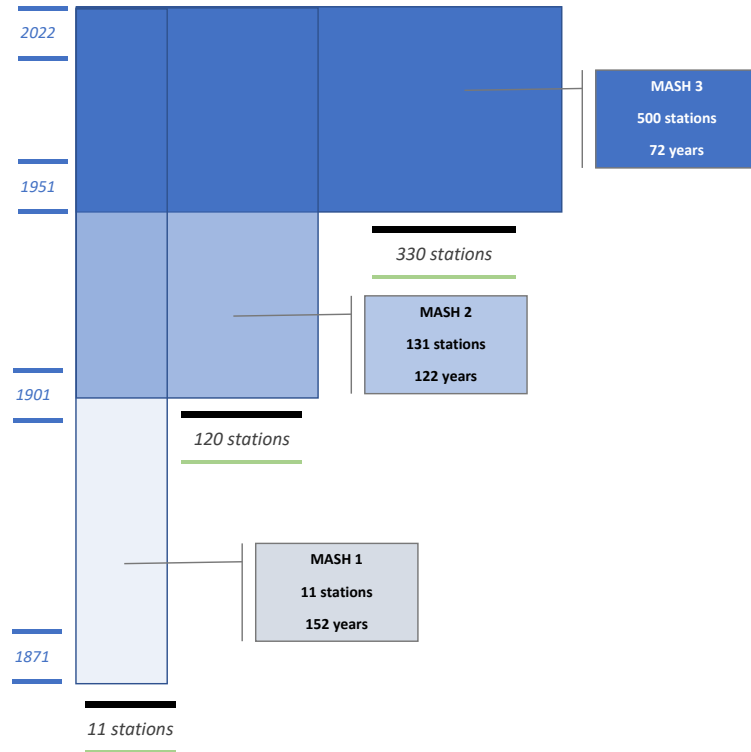
Izsák, B., Szentimrey, T., Lakatos, M., Pongrácz, R., and Szentes, O., 2022: Creation of a representative climatological database for Hungary from 1870 to 2020. *Időjárás* 126, 1–26.

<https://doi.org/10.28974/idojaras.2022.1.1>

Napi csapadékösszeg



2021-ig 1951-től 461 állomás,
jelenleg 500! Az adatszervezés
része az állomások összefűzése!



Szentes, O., Lakatos, M., & Pongrácz, R. (2023). New homogenized precipitation database for Hungary from 1901. *International Journal of Climatology*, 43(10), 4457–4471. <https://doi.org/10.1002/joc.8097>

6 óránkénti adatsorok homogenizálása, ellenőrzése

HŐMÉRSÉKLET ÉS CSAPADÉK ADATSOROK

ADATOK

Hőmérséklet esetén órás értékek a 0, 6, 12, 18 időpontokhoz: T00, T06, T12, T18, 1970-2022, 58 állomásra. Tehát viszonylag hosszú adatsorok álltak rendelkezésünkre, azonban igen sok hiánnyal.

Csapadékösszeg: 6 órás összegek a 6, 12, 18, 24 időpontokhoz, R06, R12, R18, R24, 1997-2022, 89 állomásra. Tehát meglehetősen rövid adatsorok álltak rendelkezésünkre, sőt igen sok hiánnyal.

Homogenizálás

Hőmérséklet

- az órás adatsorok igen inhomogének,
- másrészt inhomogenitásaik nem azonosak a napi sorokéval, azaz az inhomogenitásoknál nem tekinthetünk el a napi menettől.
- a napi adatsoroknál detektált töréspontok meta adatként automatikusan felhasználhatók

Csapadék

- az adott rövid időszakban az órás, napi adatsorok elég homogének,
- nem érdemes a detektált csekély napi inhomogenitásokat az órás adatsorok homogenizálásához felhasználni.

Következésképpen az órás adatsorokon külön-külön hajtunk végre egy enyhe homogenizálást, a szokásos MASH eljárással.

Interpoláció

Hőmérséklet

A napi középhőmérséklet adatokra alkalmazott interpolációs formula (normál eloszlású elemekre):

$$\hat{Z}(\mathbf{s}_0, t) = \sum_{i=1}^M \lambda_i (E(\mathbf{s}_0) - E(\mathbf{s}_i)) + \sum_{i=1}^M \lambda_i Z(\mathbf{s}_i, t)$$

ahol $Z(\mathbf{s}_0)$ (s : hely) prediktandusz,

$Z(\mathbf{s}_i)$ ($i=1, \dots, M$) prediktorok

$\sum_{i=1}^M \lambda_i = 1$ és a λ_i ($i=1, \dots, M$) súlytényezők a sztochasztikus kapcsolatoktól függenek, továbbá $E(\mathbf{s}_i)$ ($i=0, \dots, M$) a térbeli trendértékek.

Ez alapján az órás értékekre, az alábbi interpolációs formulát kell alkalmazni

$$\hat{Z}(\mathbf{s}_0, t) = \sum_{i=1}^M \lambda_i (E(\mathbf{s}_0, t) - E(\mathbf{s}_i, t)) + \sum_{i=1}^M \lambda_i Z(\mathbf{s}_i, t) \quad (t=0,6,12,18)$$

ahol $E(\mathbf{s}_i, t)$ ($i = 0, \dots, M$) az adott időpontokhoz tartozó **térbeli trendértékek**. Az órás térbeli trendértékek modellezésére, az alábbi lineáris modellt választottuk:

$$E(\mathbf{s}, t) = \alpha(t) + \beta(t) \cdot E(\mathbf{s}) \quad (t = 0,6,12,18)$$

ahol $\alpha(t)$ és $\beta(t)$ az óraértékekhez tartozó regressziós együttható.

$E(\mathbf{s}, t)$ ($t = 0,6,12,18$) az adott időpontokhoz tartozó **térbeli trendértékek**.

$E(\mathbf{s})$ napi térbeli trendértékek **térbeli trendértékek**.

Ez esetben az órás értékek interpolációs formulája:

$$\hat{Z}(\mathbf{s}_0, t) = \beta(t) \cdot \left(\sum_{i=1}^M \lambda_i (E(\mathbf{s}_0) - E(\mathbf{s}_i)) \right) + \sum_{i=1}^M \lambda_i Z(\mathbf{s}_i, t) \quad (t=0,6,12,18)$$

Publikációk, az óraértékek statisztikai elemzése

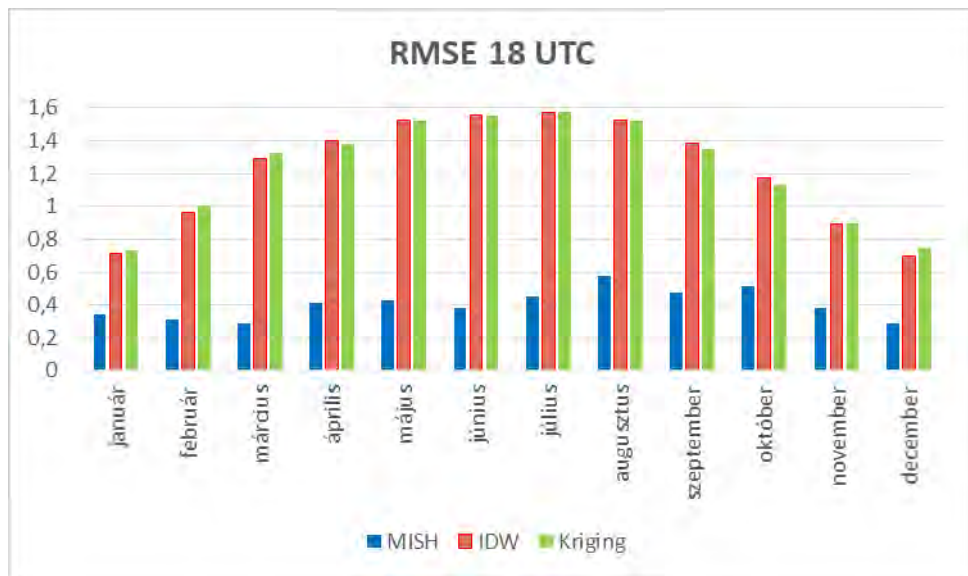
Izsák, B., Szentimrey, T., Bihari, Z., and Barna, Zs (2023): Hungarian development of observation based temperature dataset, 11th Seminar For Homogenization And Quality Control In Climatological Databases And 6th Interpolation Conference Jointly Organized With The 14th Eumetnet Data Management Workshop, Budapest, Hungary 9 - 11 May 2023, DOI:10.21404/11.SemHQC6.ConfSI.11.DMWS2023

Barna, Zsófia és Izsák, Beatrix és Pieczka, Ildikó (2022) *Trendvizsgálat: óraértékek hazai hőmérsékleti trendje = Trend Analysis: National Temperature Trend of Hourly Values*. LÉGKÖR : AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT ÉS A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG SZAKMAI TÁJÉKOZTATÓJA, 67 (3). pp. 122-129. ISSN 0133-3666

Zsófia Barna , Beatrix Izsák , Ildikó Pieczka (2023) : Comparison of interpolation methods for six-hourly temperature data series, , 11th Seminar For Homogenization And Quality Control In Climatological Databases And 6th Interpolation Conference Jointly Organized With The 14th Eumetnet Data Management Workshop, Budapest, Hungary 9 - 11 May 2023, DOI:10.21404/11.SemHQC6.ConfSI.11.DMWS2023

Szentimrey, T., 2019b: Rácsponti adatbázis hatórás adatokra. (Gridpoint database for six-hourly data.) Budapest, OMSZ inner documentation.

RMSE értékek a különböző interpolációs módszereknél, 18 UTC értékekre (°C)



Barna Zsófia: Órás
hőmérsékleti adatokra épülő
rácsponti adatbázisok
létrehozásának módszertana és
az adatsorok összehasonlító
elemzése

Csapadék esetében nincs okunk változó napi menet feltételezésére, mindemellett egy esetleges modellezéshez, megfelelő mintával sem rendelkezünk.

Multiplikatív formula (lognormál eloszlású elemekre használható):

$$\hat{Z}(\mathbf{s}_0) = \vartheta \cdot \left(\prod_{q_i \cdot Z(\mathbf{s}_i) \geq \vartheta} \left(\frac{q_i \cdot Z(\mathbf{s}_i)}{\vartheta} \right)^{\lambda_i} \right) \cdot \left(\sum_{q_i \cdot Z(\mathbf{s}_i) \geq \vartheta} \lambda_i + \sum_{q_i \cdot Z(\mathbf{s}_i) < \vartheta} \lambda_i \cdot \left(\frac{q_i \cdot Z(\mathbf{s}_i)}{\vartheta} \right) \right)$$

ahol $\vartheta > 0$, $q_i > 0$ $\lambda_i \geq 0$ ($i = 1, \dots, M$)

$$\sum_{i=1}^M \lambda_i = 1 \quad (i = 1, \dots, M) \text{ súlytényezők}$$

Napi átlag, napi összeg eltérések a két adatbázisban (napi és órás adatsorok)

- **Hőmérséklet** esetén a napi átlag: 4 vagy 8, 24, 144 mérés, pótlás stb.
- **Csapadék** esetén: az összeg ugyanaz kell hogy legyen! (Vagy mégsem?)
- Pótlás: 89 vagy 500 állomásból?

Csapadék Kékestetőn 2023-ban (nov. 12-ig):

Hagyományos: **1233,4 mm**

Automata: **1159,1 mm**



(különbség: 74.3 mm)

Az óraértékek a napi értékektől eltérhetnek, más típusú állomások összefűzése esetén.

Publikációk

Izsák, B., Bokros, K., and Bihari, Z.: Interpolating intraday precipitation data with radar background information, EMS Annual Meeting 2023, Bratislava, Slovakia, 4–8 Sep 2023, EMS2023-248, <https://doi.org/10.5194/ems2023-248>, 2023.

Izsák, B., Bokros, K., and Bihari, Z.: Analysis of daily and hourly precipitation interpolation supplemented with radar background: Insights from case studies (*Időjárás, bírálat alatt*)

Chimani, B., Bochníček, O., Brunetti, M., Ganekind, M., Holec, J., Izsák, B., Lakatos, M., Tadić, M. P., Manara, V., Maugeri, M., Šťastný, P., Szentes, O., & Zardi, D. (2023). Revisiting HISTALP precipitation dataset. *International Journal of Climatology*, 1–31.

<https://doi.org/10.1002/joc.8270>

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 FIGYELMET!

mta.hu



A MAGYAR
TUDOMÁNY
ÜNNEPE

MTA MAGYAR
TUDOMÁNYOS
AKADÉMIA

