



Reprezentatív meteorológiai adatok biztosítása a múlt és a jelen éghajlatának megismerésére

Izsák Beatrix, Szentes Olivér, Bihari Zita, Bokros Kinga, Lakatos Mónika

HungaroMet Magyar Meteorológiai Szolgáltató Nonprofit Zrt., izsak.b@met.hu

DOI: 10.56474/legkor.2024.K.1

A jelen és a múlt éghajlatának megismerése, a változás, változékonyság számszerűsítése csak a meteorológiai mérések, megfigyelések elemzésével lehetséges. Az éghajlati adatbázis forrásai a meteorológiai mérőállomások mérései, ami az utóbbi évtizedekben jelentősen átalakult, köszönhetően az automatizálásnak. A HungaroMet klimatológiai adatbázisa ennek megfelelően a mérések kezdetétől napjainkig, gyakoriságában és minőségében folyamatosan változó adatokat tartalmaz. Emellett a mérések digitalizálása napjainkban is folyamatos. Ezek következtében az adatok ellenőrzése és homogenizálása, szükség esetén pótlása kulcsfontosságú a klíma megismerésével és a megváltozásával kapcsolatos vizsgálatoknál. A homogenizálás során az a cél, hogy az állomások áthelyezéséből és a mérési módszerekben történt változásokból adódó indokolatlan töréseket kiszűrjük az adatsorokból, az éghajlatváltozás jelének megőrzése mellett. A homogenizálás adekvát matematikai statisztikai alapokon történő alkalmazása lehetővé teszi, hogy egy-egy állomás adatsorait úgy vizsgálhassuk, mintha a mérések mindig a jelenlegi helyen, azonos körülmények között folytak volna. Térben reprezentatív adatokhoz matematikailag is megalapozott interpolációval juthatunk.

Providing representative meteorological data to understand past and present climate

Understanding the present and past climate, quantifying change and variability is only possible by analysing meteorological measurements and observations. The source of the climate database is the measurements from meteorological stations, which have changed significantly in recent decades thanks to automation. Accordingly, the HungaroMet climatological database contains data that has been constantly changing in frequency and quality from the beginning of the measurements to the present day. In addition, the digitalization of measurements is still ongoing. As a consequence, data verification, homogenization and, if necessary, completion are crucial for studies on climate understanding and change. The aim of homogenization is to remove unreasonable breaks in the data series due to station relocations and changes in measurement methods while keeping the climate change signal. The application of homogenisation on an adequate mathematical statistical basis allows the data series of a given station to be examined as if the measurements had always been taken at the same location and under the same conditions. Spatially representative data can be obtained by mathematically based interpolation.

1. Bevezetés

Magyarország éghajlatának megismerése és az éghajlatváltozás detektálása csak jó minőségű, térben és időben reprezentatív adatbázist vizsgálva lehetséges. Egy adott térség éghajlatának jellemzésére az események valószínűségi eloszlásait kell megismerni. Amennyiben a matematikai statisztika oldaláról közelítjük meg az éghajlatot, akkor úgy fogalmazhatunk, hogy ha az adott helyen ismerjük a meteorológiai (vektor) változók eloszlását, akkor ismerjük az éghajlatát. Amennyiben ezek a valószínűségi eloszlások változnak, akkor beszélünk éghajlatváltozásról (*Szentimrey, 2011; WMO, 2018; Izsák és mtsai., 2021*). Tehát a statisztikus megközelítésben az éghajlatváltozást a meteorológiai adatokból, vagyis a mérésekből tudjuk becsülni, ezekből lesz a statisztikai minta a vizsgálatokhoz. Ebből következik, hogy csak olyan matematikai statisztikai modellek, módszerek alkalmazhatók, amelyek képesek figyelembe venni a valószínűségi eloszlás, azaz az éghajlat változását (*Izsák és Szentimrey, 2020*). Továbbá az is következik, hogy ezekből az adatokból minden hibás információt el kell távolítani mielőtt vizsgálatoknak vetjük alá (*WMO, 2020*). Ahhoz, hogy a jelen és az elmúlt időszakok éghajlatát vizsgálni tudjunk, elkerülhetetlen a nyers műszeres mérések feldolgozása, az úgynevezett adatszervezés, ami az adatellenőrzést, az esetleges hiányok pótlását, a homogenizálást és az adatok térbeli interpolálását jelenti. Az így előállított homogenizált állomási és rácsponti idősorok alapján történhet a múlt és a jelen éghajlatának térbeli és időbeli vizsgálata, elemzése. Ami a jövő éghajlatának vizsgálatát, előrejelzését illeti, a múltra és jelenre vonatkozó reprezentatív adatbázisnak fontos szerepe van egyrészt a klímamodellek validálásában, másrészt a projekciós eredmények matematikai statisztikai értelmezésében.

Jelen cikkünkben bemutatjuk az alkalmazott szoftvereket és matematikai statisztikai módszereket, hangsúlyt fektetve az Éghajlatváltozás Multidisziplináris Nemzeti Laboratóriumhoz kapcsoló feladatainkról, és ismertetjük a létrehozott adatbázisainkat.

2. Az éghajlatváltozás hatásainak vizsgálatához szükséges éghajlati adatsorok előállítása

Az Éghajlatváltozás Multidisziplináris Nemzeti Laboratórium céljaihoz, azaz az éghajlatváltozás jellemzőinek vizsgálatához és az éghajlatváltozás elemeinek az emberi egészségre, természeti, gazdasági

rendszerre és a társadalomra gyakorolt hatásainak tanulmányozásához térben és időben reprezentatív éghajlati adatbázis szükséges. Az elmúlt időszakok méréseken alapuló éghajlati adatbázisának előállítása a HungaroMet Éghajlatkutató Osztályán valósul meg.

Feladatainkhoz tartozik a digitalizált archív adatok ellenőrzése, a napi rácsponti adatbázis frissítése évente és az óraértékek (hatóránkénti hőmérséklet és csapadék rácsponti adatok) előállítása. Feladatunk tehát jó minőségű, reprezentatív meteorológiai adatokat biztosítani, mégpedig térben és időben egyaránt.

Az adatsorok előállításához két statisztikus klimatológiai módszert alkalmazunk. A MASHv3.03 (Multiple Analysis of Series for Homogenization; *Szentimrey, 2017*) szoftver az adatok homogenizálásán kívül elvégzi az adatpótlást és ellenőrzést is, valamint automatikusan használja az állomástörténeti ún. META adatokat. A MISHv1.03 (Meteorological Interpolation based on Surface Homogenized Data Basis; *Szentimrey és Bihari, 2014*) szoftverrel lehet az éghajlati statisztikai paramétereket modellezni, elvégezni a meteorológiai adatok interpolációját vagy a rácsálózatra történő griddingelését, legvégül pedig itt is lehetőségünk van adatpótlásra. Mivel rendelkezésünkre állnak hosszú adatsorok, így a pótlást és ellenőrzést a MASHv3.03 szoftverrel végezzük, ugyanis így pontosabb adatokat tudunk szolgáltatni.

2.1 MASH

Röviden összefoglaljuk a **MASHv3.03** programrendszerrel kapcsolatos legfontosabb részeit.

Havi adatsorok homogenizálása

- Relatív homogenizálási eljárás.
- Lépésről lépésre történő iterációs eljárás: a sorozat (jelölt, referencia) szerepe lépésről lépésre változik az eljárás során.
- Az adott meteorológiai elem eloszlásától függően additív vagy multiplikatív modell használható.
- Elvégzi a hiányzó adatok pótlását és az adatellenőrzést is.
- Az éves és évszakos adatok homogenizálása.
- Automatikusan használja a metaadatokat (mint lehetséges töréspontok).

A homogenizálás eredményéről és a metaadatokról verifikációs statisztikákat készít.

Napi adatsorok homogenizálása

- A detektált havi inhomogenitásokon alapú homogenizálás a napi adatokra.
- Tartalmaz adatellenőrzést és adatpótlást a napi adatokra is.

2.2 MISH

Röviden összefoglaljuk a **MISHv1.03** programrendszerrel kapcsolatos legfontosabb tudnivalókat. A rendszer tulajdonképpen két részre bontható, nevezetesen modellező és interpolációs részre. Az interpolációs rendszer a modellező rendszer eredményei alapján működik.

Modellező programrendszer (az éghajlati statisztikai paraméterekre)

- Hosszú homogenizált adatsorok és determinisztikus modellváltozók (pl. topográfia) alapján működik.
- A modellezést csak egyszer kell elvégezni az interpolációs alkalmazások előtt.

Interpolációs programrendszer

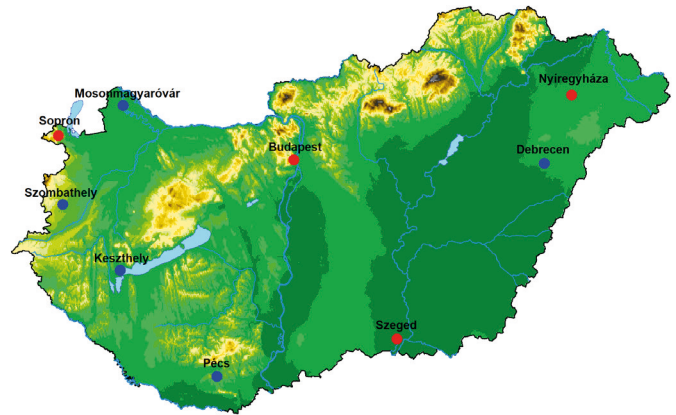
- Napi, havi értékek és sokévi átlagok interpolálhatók.
- Kevés prediktor is elegendő, tekintettel a korábbi modellezésre.
- Becslés az interpolációs hibákra, pontosabban a reprezentativitás értékekre.
- Lehetőség háttérinformáció használatára, pl. műhold, radar, előrejelzés.
- Képesség adatsorok rácspontra való interpolációjára.

3. Archiv adatok ellenőrzése

Éghajlatváltozás Multidiszciplináris Nemzeti Laboratóriumhoz kapcsolódóan 2023-ban öt magyarországi mérőállomás 1901 előtti sorát digitalizálták kollégáink, és a mérések vagy a rögzítés során keletkező esetleges hibák kiszűrését végeztük el. Már 2020-ban közzétettünk négy (Budapest, Sopron, Szeged és Nyíregyháza) magyarországi adatsort, melyeket az *1. ábrán* pirossal jelöltünk, és ehhez kapcsolódóan még öt állomás (Mosonmagyaróvár, Szombathely, Keszthely, Pécs, Debrecen) újonnan rögzített adatsorában végeztük el az adatok minőségellenőrzését. Ezek az *1. ábrán* a kékkel jelölt állomások.

3.1 Adatellenőrzés MASH szoftverrel

A napi adatok ellenőrzése a MASH szoftverrel automatikusan történik. Az adatellenőrzés a standardizált hibasorokon alapul, majd hipotézis vizsgálattal döntünk az adat minőségéről. Több standardizált hibasort készítünk az egyes állomásokhoz, melyekben nincs közös referencia állomás, hogy a vizsgált állomáshoz tartozó hibákat egyértelműen szeparálni

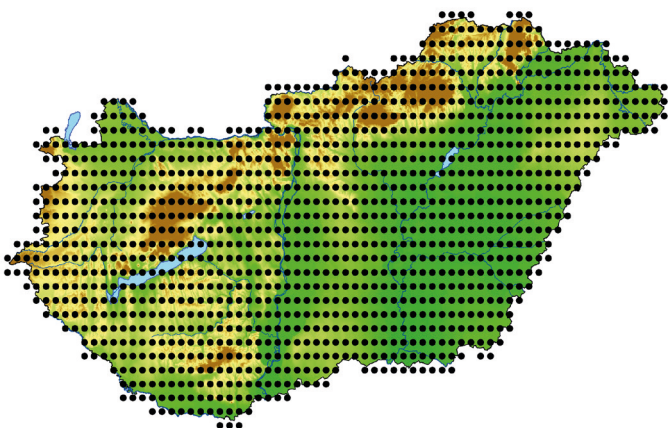


1. ábra. Adatsorok 1871-től.

tudjuk. A hibás adatok korrekciójához konfidencia intervallumot adunk meg. A matematikai leírás a *Szentimrey* (2017) munkájában található. A MASH szoftver által gyanúsnak jelölt adatokat ellenőrizzük az évkönyvek és az egyéb meteorológiai információk birtokában. Fontos megjegyeznünk, hogy a hibás és az extrém értékek között statisztikailag nem lehet (más egyéb információ nélkül) különbséget tenni! A leggyakoribb rögzítési hibák például a tizedesvesztő elhagyása, előjel hiánya, oszlopok felcserélése, de akár a XIX. századi kézírás értelmezése is hibához vezethet (*Szalai és Szentimrey*, 2001). Nem sorolunk fel minden hibatípust, mely méréskor és rögzítéskor keletkezett, de azt mindenképpen megjegyezzük, hogy a MASH szoftver alkalmazása nagyon hatékonyan bizonyult a rögzítési és mérési hibák kiszűrésére. Hőmérséklet esetén átlagosan 50, míg csapadék esetén 10 gyanús adatot ellenőriztünk manuálisan állomásonként. Ezek közül csupán 1–1 olyan esetet találtunk, mely alapján a kilógó érték elfogadható, hiszen az állomáshálózat sűrűsége az időszak elején még nem elegendően nagy. Keszthely esetén például a hőmérséklet értékek akár 2–3 °C-kal eltérhetnek a szombathelyi értéktől bizonyos időjárási helyzetekben, hiszen a Balaton hatását nem lehet figyelmen kívül hagyni. A többi gyanús adat bizonyítottan mérési vagy rögzítési hiba volt.

4. Rácspontra adatsorok évenkénti frissítése

Jelenleg a HungaroMet Meteorológiai Adattárában (odp.met.hu) kilenc meteorológiai elem napi rácspontra adatsora érhető el, Magyarország területére 0,1°-os szabályos rácshálóra interpolálunk, mely 1233 rácspontra jelent (2. ábra). Évenkénti frissítéssel, 1971-től a napi maximum-, közép- és minimumhőmérséklet,



2. ábra. Az 1233 magyarországi rácspont földrajzi elhelyezkedése.

csapadékösszeg, relatív nedvesség és a műszerszínti légnomás, 2001-től a napi szélátlag, szélmaximum és a globálsugárzás adatsorok tölthetők le a HungaroMet adattárából.

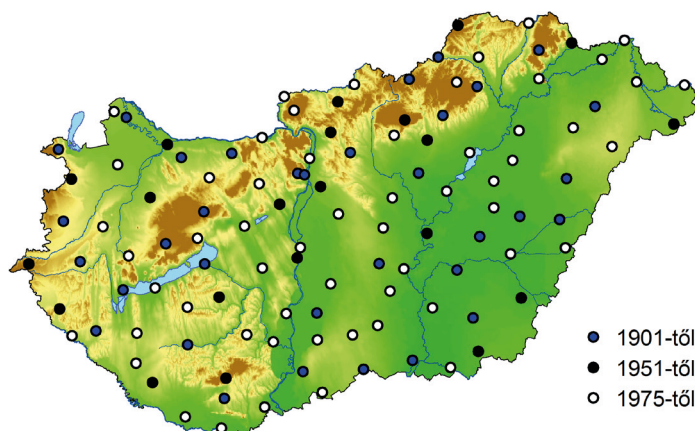
Az így elkészült adatbázis nemcsak az éghajlatváltozás tanulmányozására alkalmas, hanem inputként szolgál a jövőbeli projekciók elkészítéséhez, alkalmas a klímamodell eredmények verifikálására (Allaga-Zsebeházi *et al.*, 2022). Ezekre alapulnak a legújabb, 1991–2020-as klímanormálok, ezáltal Magyarország éghajlati atlaszának megújításához előállt egy reprezentatív éghajlati adatbázis. Azt is meg kell jegyeznünk, hogy a különböző állomáshálózatok reprezentativitás értékei, melyek a MISH eljárás alkalmazása során automatikusan előállnak, hasznos információkat hordoznak a jövőbeli állomások telepítéséhez, azaz optimalizálni tudjuk a tervezéskor a teljes magyarországi állomáshálózatot.

Ezeket a rácsponti adatsorokat minden évben frissítjük az elmúlt év adataival. A MASH szoftver kiválóan alkalmazható a feladatra, mely annak köszönhető, hogy az elméleti háttére klasszikus matematikai statisztikai tételeken, összefüggéseken alapul (Szentimrey, 2023). Relatív homogenizálási elven működik, azaz a környező állomások idősorával veti össze az adott állomás idősorát, ezen kívül adekvát matematikai modell biztosítja annak feltételét, hogy csak olyan töréspontokat detektáljunk az adatsorokban, amelyek nem az éghajlat változékonyságából erednek. Az egyik legfontosabb tulajdonsága, hogy hipotézisvizsgálaton alapul, ez teszi lehetővé, hogy – a korábbi eredményekre alapozva – frissíteni tudjuk a homogenizált adatbázisunkat (Izsák és mtsai., 2022) anélkül, hogy a homogenizálást az egész adatsorra el kellene végezni.

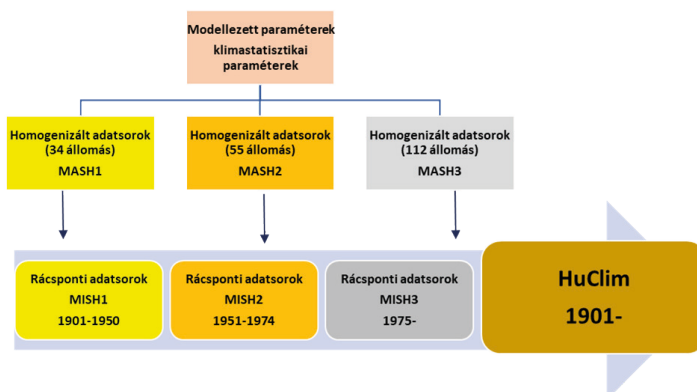
4.1 Hőmérséklet

Napi maximum-, minimum- és középhőmérséklet adatsorainkat azonos állomáshálózat adatainak felhasználásával készítjük el. Alapelvünk, hogy a lehető legtöbb meteorológiai állomás adatsorát, a mérésekben rejlő legtöbb információt használjuk fel.

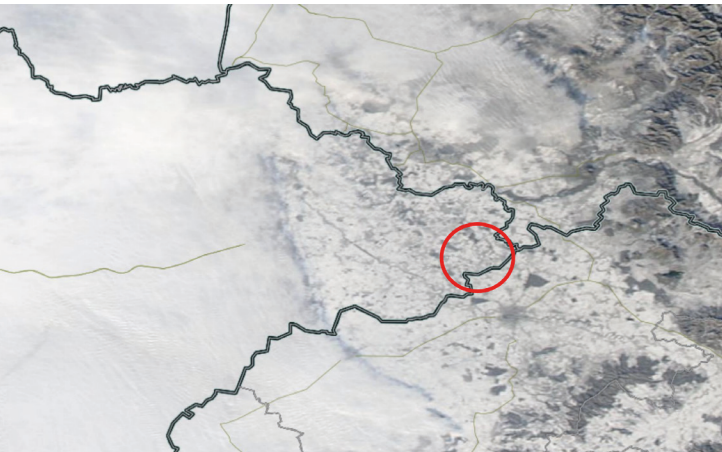
Mivel az állomások száma nőtt az évek során, a vizsgált időszakot 3 részre osztottuk: 1901-től 34, 1951-től 55 és 1975-től 112 állomás napi adatsorait homogenizáljuk, pótoljuk és ellenőrizzük (3. és 4. ábra). Ehhez a három különböző állomáshálózat alapuló homogenizált rendszert egymáshoz harmonizáljuk, így biztosítjuk, hogy mind a közös rész, mind önmagukban a különböző állomásrendszerek homogének legyenek. Természetesen a MASH szoftverrel történő adatellenőrzést is végrehajtjuk, és a hibás adatokat korrigáljuk (Izsák és mtsai, 2022). Vannak olyan helyzetek is, amikor az eredeti érték egyértelműen jó adat.



3. ábra. Az állomások földrajzi elhelyezkedése hőmérsékletmérő állomások esetén.



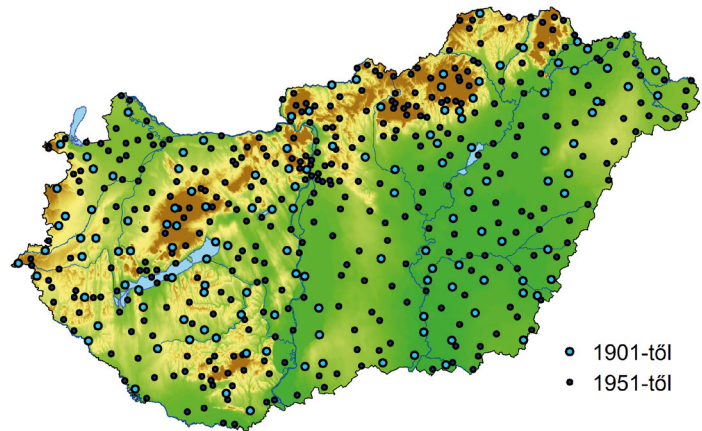
4. ábra. Hőmérséklet rácsponti adatbázis előállításának folyamata.



5. ábra. Műholdfelvétel, 2019.12.05., a piros körrel jelölt területen a legközelebbi állomásokhoz képest nagyon alacsony napi közép-hőmérsékletet mértek.

Például az 5. ábrán bemutatott esetben egy mérési pont jóval alacsonyabb hőmérsékletet mutat, mint a legközelebbi állomások. A műholdképet nézve jól látható, hogy ez a felhőzet és hótakaró hiánya miatt alakult így, így az adat a hibafájlból valódi szélsőség, és nem hiba. Az utófeldolgozás során még megvizsgáljuk az inverziós helyzeteket is, melyeket a szoftver automatikusan gyanús értéként detektál, majd ezeket korrigáljuk.

Ahhoz, hogy az állomási adatsorokat a MISH szoftverrel interpoláljuk, bizonyos klímastatisztikai paramétereket kell modelleznünk. Ugyan ezt csak egyszer kell végrehajtani, és ezeket a továbbiakban felhasználhatjuk, mégis érdemes újra végig csinálni a modellezés lépéseit akkor, ha az állomás hálózat jelentősen bővült. Ezt történt 2021-ben, hiszen az addigi 58 helyett már 112 állomás adatait felhasználva tudtuk modellezni mindhárom hőmérséklet klímastatisztikai paramétereit (Izsák és mtsai, 2022). Az évi frissítés során már nem kell modellezni, hiszen ameddig nem bővül jelentősen az állomás hálózat, addig ezek a segédfájlok felhasználhatóak. A végső griddingelt adatbázis úgy áll elő, hogy minden időpontban a legtöbb állomási adatsorból interpolált értékek kerülnek be az adatbázisunkba (4. ábra). Ezt a homogenizált, ellenőrzött, pótoltt állomási adatsorokon alapuló, 0,1°-os felbontású, magyarországi rácspontokat tartalmazó griddingelt adatbázist nevezzük HuClim-nek. A három hőmérsékleti adatbázist összevetjük, hogy konzisztens rácsponti adatbázisokat kapjunk. Az interpolálással ugyanis kaphatunk az átlagnál magasabb minimumhőmérséklet értéket vagy az átlagnál alacsonyabb maximum értékeket. Ezek főként az októbertől márciusig tartó időszakban előforduló hideg légpárnás esetekben fordulhatnak elő (Izsák és mtsai, 2023).



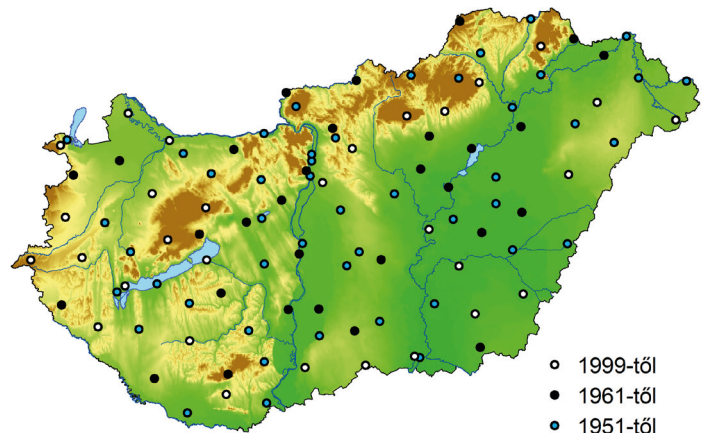
6. ábra. Csapadékmérő állomások földrajzi elhelyezkedése.

4.2 Csapadék

Csapadékösszeg adatsorainkat 1901-től 131, 1951-től 500 állomás méréseinek felhasználásával készítjük el (6. ábra). Ezen adatsorok homogenizálásával készül el. Az adatellenőrzés, pótlás és homogenizálás után állomási adatsorainkat a MISH szoftverrel interpoláljuk. A hőmérséklet adatsorokhoz hasonlóan a rácsponti adatbázist úgy állítjuk elő, hogy minden időpontból a lehető legtöbb állomás felhasználásával interpolálunk a 2. ábrán látható rácspontokba (Szentés, 2023; Izsák és mtsai, 2022).

4.3 Relatív nedvesség

A napi átlagos relatív nedvesség adatbázisunk az elmúlt évben jelentősen megújult. A korábbi állomásrendszer (1961-től 41 állomás) helyett (Izsák, 2023) 1951-től kezdődően 30, 1961-től 60 és 1999-től 107 állomás méréseit használjuk fel (7. ábra). Hasonlóan a hőmérséklet

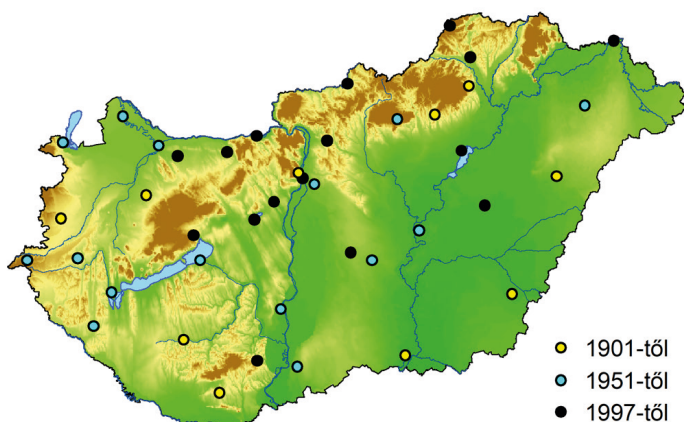


7. ábra. Relatív nedvesség esetén a mérőállomások földrajzi elhelyezkedése.

mérésekhez a relatív nedvesség adatokat is három MASH rendszerrel harmonizáljuk, és az adatellenőrzés részeként az inverziós helyzeteket is megvizsgáljuk.

4.4 Műszerszínti légnyomás

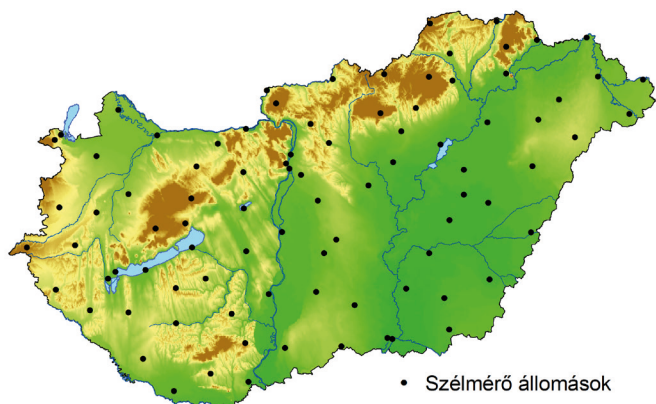
Klimatológiai célú adatbázisunk ezen meteorológiai elem esetében is jelentősen megújult 2024-ben. A korábbi állomásrendszer (1961-től 22 állomás) helyett 1901-től kezdődően 10, 1951-től 25 és 1997-től 41 állomás méréseit használjuk fel (8. ábra). Hasonlóan a hőmérséklet mérésekhez az állomási műszerszínti légnyomás adatokat is három MASH rendszerrel harmonizáljuk.



8. ábra. Légnyomás mérő állomások földrajzi elhelyezkedése.

4.5 Napi szélátlag, szélmaximum, szélirány

A napi szélátlag, szélirány és maximális szélkérés rácsponti adatbázis előállításához 89 szélmérő állomás adatait használjuk fel (9. ábra). Mivel a szélmérő

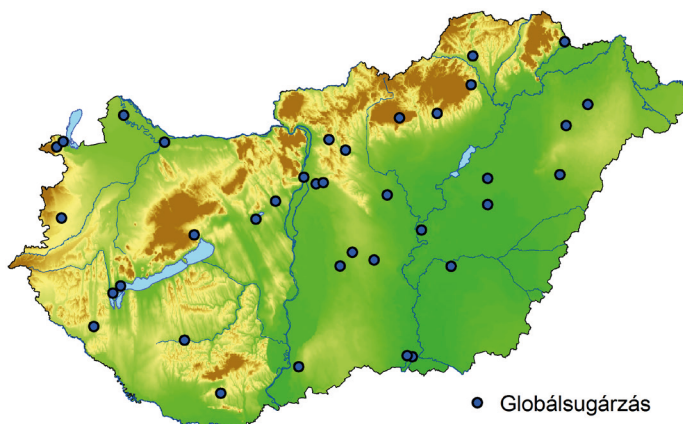


9. ábra. Szélmérő állomások földrajzi elhelyezkedése.

állomások száma nagy mértékben nőtt az elmúlt évtizedben: terveink között szerepel az állomáshálózat kibővítése. Hasonlóan a hőmérséklet, csapadék, relatív nedvesség és műszerszínti légnyomás adatbázishoz, a MISH modellezést is megújítjuk.

4.6 Globálsugárzás

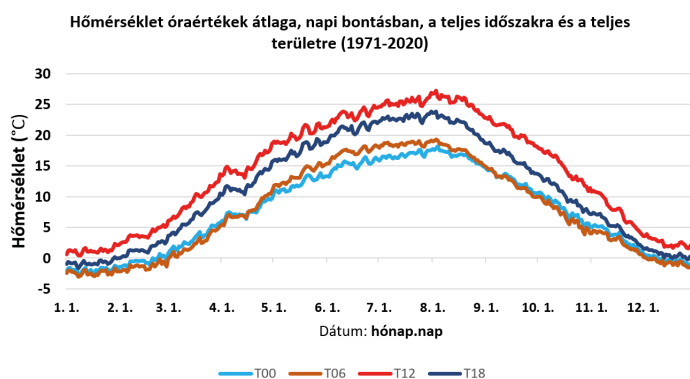
2001-től kezdődő globálsugárzás rácsponti adatbázisunkhoz 37 mérőállomás adatait homogenizáljuk, pótoljuk, ellenőrizzük (10. ábra) és interpoláljuk a HuClim rácsra (2. ábra). A jövőben tervezzük az állomásrendszer megújítását, hiszen az elmúlt években a globálsugárzás-mérő állomások száma is megnőtt.



10. ábra. Globálsugárzás mérő állomások.

5. Hatóránkénti rácsponti adatbázis

A klímamodellek fejlődésével egyre nagyobb igény merült fel a hőmérséklet és a csapadék napon belüli jellemzőinek vizsgálatára, amihez a napi rácsponti



11. ábra. Hőmérséklet óraértékek éves menete.

megfigyelési adatbázist időben finomítani kellett. A hőmérséklet esetén 1970-től 58 állomásra, a csapadék esetén 1997-től 89 állomásra áll rendelkezésünkre napi 4 mérési eredmény. Ezeket felhasználva, a MASH (Szentimrey, 2017) és MISH (Szentimrey és Bihari, 2014) szoftverek továbbfejlesztésével hatórás (0, 6, 12, 18 UTC időpontbeli) rácsponti megfigyelési adatbázist állítottunk elő a Magyarországot 1233 rácsponttal lefedő területre (2. ábra). A hőmérséklet esetén (11. ábra) 1970-től, csapadék esetén az 1997-től kezdődően frissítjük minden évben az elmúlt év adataival az óraértékek homogenizált, rácsponti adatbázisát (Szentimrey, 2019).

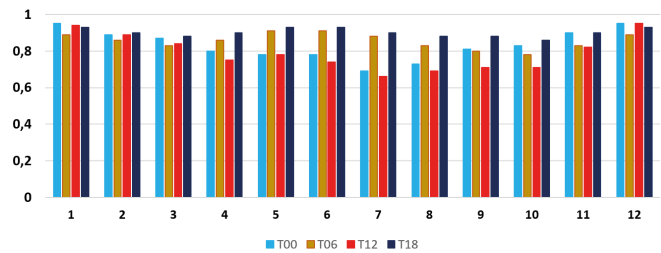
5.1 Homogenizáláshoz és interpoláláshoz kapcsolódó módszertani fejlesztések

A hatóránkénti hőmérséklet adatsorok homogenizálása során azt tapasztaltuk, hogy egyrészt az óras adatsorok igen inhomogének, másrészt inhomogenitásaik nem azonosak a napi sorokéval, azaz az inhomogenitásoknál nem tekinthetünk el a napi menettől. Következésképpen az óras adatsorokat kénytelenek vagyunk külön-külön homogenizálni, a szokásos MASH eljárással. Ugyanakkor az óraérték adatsorok MASH rendszerrel történő homogenizálásánál, a napi adatsoroknál detektált töréspontok metaadatként automatikusan felhasználhatók.

A hatóránkénti csapadékösszeg adatsorok homogenizálása során azt tapasztaltuk, hogy – a rövid időszak miatt is – kevésbé bizonyultak inhomogének, így mind a négy óras adatsorra csak egy enyhe homogenizálást hajtottunk végre.

A MISH interpolációs rendszere a modellező rendszer eredményeinek felhasználásával működik. Azonban ezek a rendszerek napi, havi adatsorok interpolálásához készültek, tehát óras hőmérsékleti adatokra való alkalmazásuk esetén bizonyos fejlesztésekre volt szükség. A probléma a napi menet kérdésével kapcsolatos. A módszertani fejlesztés lényege, hogy a napi értékekre vonatkozó modellezett klímastatisztikai paramétereket használjuk fel az óraértékek interpolálására, a térbeli trendértékeket módosítottuk a napi és óraértékek közötti regressziós együtthatók segítségével. Az nyilvánvaló, hogy nem interpolálhatunk ugyanúgy hajnalban, mint délben – hiszen teljesen

Korreláció a napi átlagok és óraértékek között, havi bontásban (58 állomás átlaga)



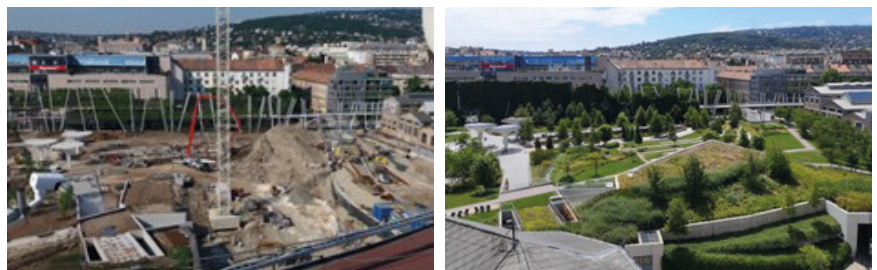
12. ábra. Korreláció a hőmérséklet napi és óraértékei között, havi bontásban, állomásátlag.

különböznek a várható értékek –, és azt is megállapítottuk, hogy a napi és óraértékek között erős, szignifikáns sztochasztikus kapcsolat van (12. ábra) (Szentimrey, 2019; Barna és mtsai, 2022).

Csapadék esetében nincs okunk markáns napi menet feltételezésére, mindemellett egy esetleges modellezéshez megfelelő mintával sem rendelkezünk. Ezért a napi összegre vonatkozó eljárást alkalmaztuk az óraérték adatsorok interpolálására. Ezt megtehetjük azért is, mert a MISH rendszerben alkalmazott alapvetően multiplikatív modell valójában egy vegyes formula, melyben kis csapadékösszeg esetén az additív tag, míg a medián értéknél nagyobb csapadékösszeg esetén tisztán a multiplikatív tag dominál (Szentimrey és Bihari, 2014).

6. Összefoglalás

Cikkünkben bemutatásra került, hogy milyen módszerekkel, mely éghajlati elemekre készülnek a HungaroMet-nél az időben és térben reprezentatív adatbázisok. Bemutattuk az elmúlt évek fejlesztéseit, melynek eredményeképpen pontosabb rácsponti adatbázist tudunk készíteni az éghajlat megismeréséhez (Barna és mtsai, 2023). Azt azonban figyelembe kell venni, hogy ezek a rácsponti adatbázisok ún. dinamikus adatsorok, hiszen minden évben megújítjuk őket. Az újonnan telepített mérőállomások adatait éppúgy



13. ábra. HungaroMet székház környezete (Széll-park) 2019.06.27-én (bal oldali ábra) és 2023.07.06-án (jobb oldali ábra).

felhasználjuk, mint az újonnan digitalizált és ellenőrzött archív adatokat. A homogenizálás során mindig a jelen időszakhoz igazítjuk a múltbeli méréseket (Izsák, 2021) és a homogenizált állomási adatsorok esetén akár 2–3 évente is jelentősebb változás léphet fel, ha a mérőműszer környezetében jelentős változás következett be. Erre jó példa a Budapest belterület állomás homogenizált maximumhőmérséklet adatsora. A környezetben 2020-ra bekövetkező igen drasztikus változással egyértelműen magyarázhatók a homogenizált maximumhőmérséklet adatsorban történt nagyobb módosulások (13. ábra).

A hatórási adatsoroknál figyelembe kell venni, hogy a rácsponti adatbázishoz kevesebb állomást tudunk figyelembe venni, mint a napi adatsorok esetén. Ugyanakkor az interpolációhoz a modellezett paraméterek ugyanazok, tehát kevesebb prediktor is elegendő az interpoláláshoz (Izsák és mtsai, 2022). Órás adatbázisok vizsgálatánál lehetnek eltérések az adatpótlásból és ellenőrzésből adódóan is, de lehetséges, hogy ugyanazon a településen működő több állomás közül – például csapadék esetén – nem ugyanannak az adatsorát használjuk fel az órás vagy a napi értékek interpolálásakor. Jó példa erre, hogy 2023-ban Kékestetőn a hagyományos és az automata csapadékmérővel mért évi csapadékoszeg különbsége 109,2 mm-nek adódott.

Köszönetnyilvánítás:

A cikkben bemutatott kutatás a Széchenyi Terv Plusz program keretében az RRF-2.3.1 21-2022- 00014 számú projekt támogatásával valósult meg.

A Kulturális És Innovációs Minisztérium ÚNKP-23-3 Kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

Irodalomjegyzék

- Allaga-Zsebeházi G., Bán B. és Szépszó G., 2022: Kisokos a klímamodell-eredmények gyakorlati felhasználására. A KlimAdat projekt tájékoztató kiadványa, 28 p.
- Barna, Zs., Izsák, B., and Pieczka, I., 2023: Comparison of interpolation methods for six-hour 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, 2023.05. 9–11.
- Barna Zs., Izsák B., és Pieczka I., 2022: Trendvizsgálat: óráértékek hazai hőmérsékleti trendje, *Léggör* 67, 122–129. <https://doi.org/10.56474/legkor.2022.3.1>

- Izsák, B., 2023: Homogenization and interpolation of relative humidity hourly values with MASH and MISH software. *Int. J. Climatol.* 43., 6285–6299. <https://doi.org/10.1002/joc.8205>
- Izsák B., 2021: Homogenizálás a meteorológiában: Vissza a jövőbe. *Élet és Tudomány* 76, 176–178.
- Izsák B., Bihari Z., és Szentes O., 2021: Éghajlatváltozás: Homogenizált vagy nyers adatsorokat vizsgáljak? *Léggör* 66(3), 11–15.
- Izsák, B. and Szentimrey, T., 2020: To what extent does the detection of climate change in Hungary depend on the choice of statistical methods? *GEM – Int. J. Geomath.* 11, 17. <https://doi.org/10.1007/s13137-020-00154-y>
- 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>
- Szalai S. és Szentimrey T., 2001: Melegedett-e Magyarország éghajlata a XX. században? In (szerk.: Szász G.) Dr. sen. Berényi Dénes születésének centenárius jubileumi tudományos ülése DE-MTA-OMSZ, Debrecen. 203–214.
- Szentes, O., Lakatos, M., and Pongrácz, R., 2023: New homogenized precipitation database for Hungary from 1901. *Int. J. Climatol.* 43, 4457–4471. <https://doi.org/10.1002/joc.8097>
- Szentimrey T., 2011: Éghajlati adatsorok elemzése, homogenizálása. In (Szerk.: Bartholy, J., Bozó, L., Haszpra, L.) Klímaváltozás – 2011, Klímaszcenáriók a Kárpát-medence térségére. MTA és ELTE Meteorológiai Tanszék. 38–43.
- Szentimrey, T. 2017: Manual of homogenization software MASHv3.03, Hungarian Meteorological Service, p.71.
- Szentimrey T., 2019: Rácsponti adatbázis hatórási adatokra. Budapest, OMSZ belső kiadvány.
- Szentimrey, T. and Bihari, Z., 2014: Manual of interpolation software MISHv1.03, Hungarian Meteorological Service, p. 60.
- Szentimrey, T., 2023: Overview of mathematical background of homogenization, summary of method MASH and comments on benchmark validation. *Int. J. Climatol.* 43, 6314–6329. <https://doi.org/10.1002/joc.8207>
- WMO, 2018: Guide to Climatological Practices, WMO TD.No. 100. Geneva, Switzerland. https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=5541
- WMO, 2020: Guidelines on Homogenization. WMO-No. 1245. Geneva, Switzerland.

Letölthető adatbázisok

HuClim database: <https://odp.met.hu/climate/>