



Szokatlan Időjárás Adatvizualizáció – egy tudománykommunikációs eszköz felépítése és módszertana

Mikes Márk Zoltán, Dezső Zsuzsanna, Hollós Roland, Pongrácz Rita

ELTE Eötvös Loránd Tudományegyetem, TTK Földrajz- és Földtudományi Intézet, Meteorológiai Tanszék, mikess@student.elte.hu

DOI:10.56474/legkor.2025.3.2

Napjainkban különösen fontos, hogy a társadalom valós képet kapjon a meteorológiai eseményekről, ám jelenleg sajnos túlsúlyba kerültek a rekorddöntésekre kihegyezett, illetve kattintásvadász cikkek a médiában. Ennek ellensúlyozására létrehoztunk egy olyan webes felületet, ahol a felhasználók egy szakmailag korrekt és komplex eszköztár segítségével fedezhetik fel a múltbeli időjárást. Módszerünk szemléletmódjának fókuszában azon periódusok állnak, amelyek az év adott időszakában meteorológiai értelemben szokatlanok, de nem feltétlenül minősülnek hagyományos értelemben extrémnek. A felhasználók a múltbeli időjárás szélsőségeit az általunk definiált kategóriák segítségével hasonlíthatják össze, illetve elemezhetik részletesen 70 magyarországi helyszínen, 9 szokatlan időjárási jelenségre vonatkozóan. Az itt bemutatott tudománykommunikációs eszközt mind meteorológusok, mind a meteorológia iránt érdeklődő laikusok figyelmébe ajánljuk.

Unusual Weather Visualisation – the design and methodology of a science communication tool

Nowadays, it is particularly important to provide a realistic picture of meteorological extremes to the public, but unfortunately most of the time the media focuses on meteorological record breakings or using clickbait titles. To improve science communication in Hungary, we have created a web-based platform where users can evaluate past weather using a complex set of tools. The focus of our approach is on periods that are considered unusual at a given time of year, but not necessarily extremes in an absolute sense. Users can analyse all past weather periods in great depth, using simplified categories, at 70 locations across Hungary, for 9 unusual weather phenomena. The science communication tool presented here can be beneficial for both meteorologists and people interested in meteorology.

Amikor időjárási vagy éghajlati szélsőségekről beszélünk, a különböző tudományágak sokszor egymástól eltérően definiálják ezeket, ami félreértésekhez vezethet akár a kutatók között is (Broska *et al.*, 2020). A médiában, illetve a köznapai beszélgetésekben álta-

lánban akkor van szó szélsőséges, avagy extrém időjárásról, amikor egy meteorológiai változó meghalad egy előre meghatározott küszöbértéket (pl. a hőmérséklet 30 °C-ot). Nevezhetjük ezeket abszolút szélsőségeknél, melyek potenciálisan nagyobb kockázatot jelentenek

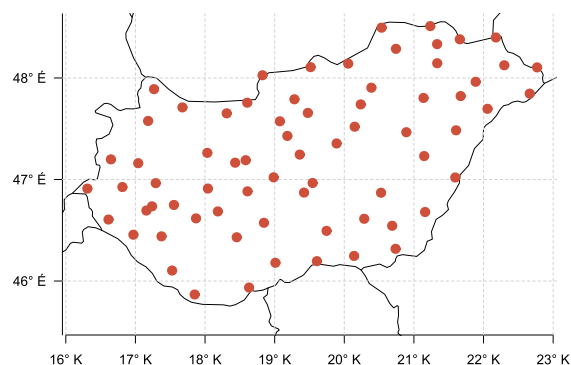
a társadalomra és az infrastruktúrára attól függően, hogy hol vagyunk a Földön és mennyire alkalmazkodott az ökoszisztéma és a lakosság az ilyen szélsőségekhez (IPCC, 2023). Másfelől beszélhetünk ún. relatív szélsőségekről is, amelyek általánosságban kevésbé súlyos következményekkel járnak, viszont hasznosak az éghajlat jobb megértéséhez a Föld különböző régióiban. Az IPCC (2023) legújabb jelentéséből idézve „egy relatív szélsőség az év bármely időszakában bekövetkezhet, és egy ilyen szélsőség hatása az évszaktól függően eltérő lehet”. Ezen szélsőségek meghatározásakor a leggyakrabban alkalmazott megközelítés a percentilisek használata, ahol az eloszlások széleire fókuszálunk, azaz olyan értékekre, amelyek ritkábban fordulnak elő. McPhillips *et al.* (2018) egy 10 éves periódus tudományos cikkeinek áttekintése alapján megállapították, hogy a leggyakrabban a 90. és 99. percentilis, illetve a 100 éves visszatérési időszak jelent meg a vizsgált cikkekben. A percentilis alapú kutatásokban az adott napra vonatkozó küszöbértékeket gyakran 5 napos statisztikai simítással, egy 30 éves referencia-időszakban számítják ki, a WMO ajánlásának megfelelően (Klein Tank *et al.*, 2009). A klímaváltozás gyorsuló üteméhez alkalmazkodva azonban ennél rövidebb referencia-időszak használata is elterjedt az elmúlt években.

Hazai viszonylatban a kutatók széleskörűen alkalmaztak abszolút és relatív szélsőség definíciókat mind a múltbeli események vizsgálata, mind a jövőben várható éghajlat elemzése során. Elsőként a meleg szélsőségekre kitérve Magyarországon főként abszolút indexeket elemeztek (Lakatos *et al.*, 2021a; Bokros *et al.*, 2022) például a forró napokat ($T_{\max} > 30\text{ °C}$), a hőstresszes napokat ($T_{\max} > 35\text{ °C}$) és a trópusi éjszakákat ($T_{\min} > 20\text{ °C}$), illetve ezen felül még olyan átlaghőmérsékletet felhasználó indexeket, amelyek a hőségriadó szintjeivel állnak kapcsolatban (25 °C, 27 °C, 29 °C feletti átlaghőmérsékletű napok). Spinoni *et al.* (2015) egyaránt vizsgáltak hideg és meleg szélsőségeket a Kárpát-medencében percentilis-alapú definíciókat felhasználva, ami alapján a hideg szélsőségek csökkenését és a meleg szélsőségek növekedését tapasztalták. Egy korábbi kutatásunkban (Mikes *et al.*, 2024) a hidegbetörések részletes magyarországi elemzése során szintén ezen extrém hideg periódusok eltűnését, illetve azok évszakon belüli eltolódását írtuk le egy komplexebb, relatív szélsőségeket felderítő definícióval. A csapadék – mint felhasznált meteorológiai paraméter – is több Magyarországot fókuszba helyező kutatásban megjelent. Schmeller *et al.* (2022) a napi csapadékösszegeket (R) három abszolút küszöbérték ($R > 20\text{ mm}$, $R > 30\text{ mm}$, $R > 40\text{ mm}$) segítségével

vizsgálta Pécs térségében, míg Lakatos *et al.* (2021b) az egymást követő csapadékos órákat vizsgálta a napi időskálánál részletesebb szinten. Emellett a csapadék hiányát is számos kutatásban vizsgálták, csak a csapadékon vagy a hőmérsékleten és a csapadékon együttesen alapuló aszályindexek alkalmazásával (Bartholy *et al.*, 2013; Blanka *et al.*, 2013; Spinoni *et al.*, 2013; Kis *et al.*, 2023).

Adatok

A módszertan kidolgozásához a HungaroMet Non-profit Zrt. adattárában [<https://odp.met.hu/>] publikusan elérhető, napi összegzett adatokat használtuk fel, amelyek kiváló minőségűek, és elsődleges adatellenőrzéssel átesettek. Ezen adatsorokból először kiválogattuk azokat, amelyek esetén volt hőmérséklet-, csapadék- és szélmerés is az adott helyszínen a teljes időszakban, illetve adathiány egyáltalán nem fordul elő bennük. Ezen felül csak azokat az idősorokat tartottuk meg, amelyek hossza legalább 20 év volt (az adattárban 2002-től állnak rendelkezésre nagyobb számban olyan adatsorok, amelyek szélmerést is tartalmaznak). Ezen feltételrendszer azonban túl szigorúnak bizonyult, az állomások földrajzi eloszlását Magyarországon belül nagyon inhomogénné téve, így a következő enyhítéseket vezettük be: (1) összesen maximum 2 évnyi adathiányt megengedünk, illetve (2) a mérés folytonosságának megszakadását is megengedjük, ha ez a mérőállomás kisebb áthelyezéséből adódott (ekkor az idősorokat összefűztük). Ez utóbbi művelet természetesen problémát okoz az adatsor homogenitását illetően, de mivel a módszertan célja elsődlegesen nem trendek felderítése, ezt a kompromisszumot elfogadhatónak ítéltük meg. A mérőállomások áthelyezéseinek részletei jelenleg a Szokatlan Időjárás Adatvizualizáció „AdatInfó” oldalán követhetőek nyomon a felhasználók számára.

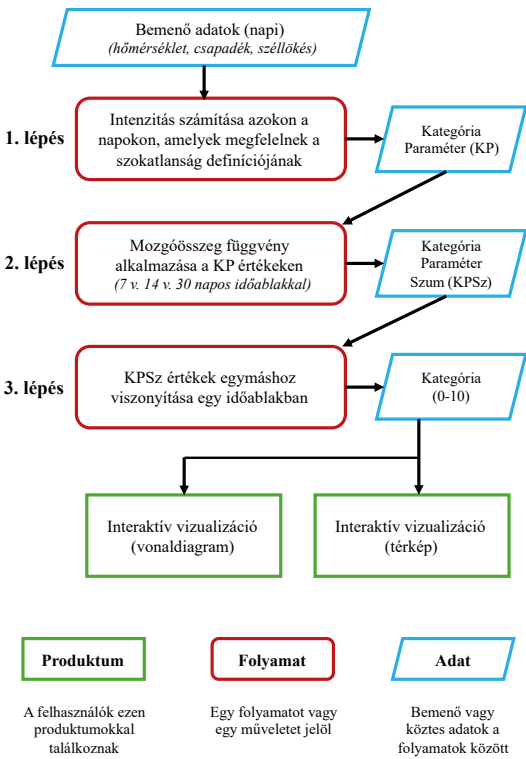


I. ábra. A módszertanhoz felhasznált meteorológiai állomások elhelyezkedése Magyarországon belül.

A fent leírtak alapján összesen 70 meteorológiai állomást választottunk ki a módszertan kifejlesztése és alkalmazása céljából. Ezen állomások eloszlása az országon belül már kellően egyenletesnek bizonyult (1. ábra). Az adatsorokból az alábbi változókat használtuk fel: napi középhőmérséklet, napi minimum-hőmérséklet, napi maximum-hőmérséklet, napi csapadékösszeg, napi legerősebb szélhőkés.

Módszertan

A módszertan három, egymásra épülő lépésből áll. Röviden összefoglalva: az első lépésben minden napra meghatározzuk a szokatlanság mértékét a különböző időjárási jelenségek esetén. A második lépésben egy mozgóösszeg függvényt alkalmazunk, majd a harmadik lépés során kategóriákat rendelünk hozzá a múltbeli periódusokhoz (2. ábra).



2. ábra. A módszertan lépéseit bemutató folyamatábra.

Az 1. lépésben először is el kellett döntenünk, hogy a rendelkezésre álló változók ismeretében mely szokatlan időjárási jelenségek (későbbiekben: jelenség) szerepeljenek a módszertanban. Összesen 9 ilyen jelenséget határoztunk meg, amelyek közül öt a hőmérséklethez, három a csapadékhoz és egy a szélhőkéshez

kapcsolódik (1. táblázat). A jelenségek elnevezése inkább köznyelvi, mintsem tudományos, mivel egyik fő célunk az időjárási szélsőségek könnyebb megértésének biztosítása a társadalom számára.

Jelenség	Kategória Paraméter (KP)	Szokatlanság definíciója (referencia időskálája)
Meleg nap	Napi középhőmérséklet (Ta) és az adott nap átlagos középhőmérsékletének különbsége [°C]	Ta > 90. percentilis (2002-2024 klimatológia, napi)
Hideg nap	Napi középhőmérséklet (Ta) és az adott nap átlagos középhőmérsékletének különbsége [°C]	Ta < 10. percentilis (2002-2024 klimatológia, napi)
Meleg délután	Napi maximumhőmérséklet (Tx) és az adott nap átlagos maximumhőmérsékletének különbsége [°C]	Tx > 90. percentilis (2002-2024 klimatológia, napi)
Hideg reggel	Napi minimumhőmérséklet (Tn) és az adott nap átlagos minimumhőmérsékletének különbsége [°C]	Tn < 10. percentilis (2002-2024 klimatológia, napi)
Hőingás	Napi hőingás (DTR) és az adott nap átlagos hőingásának különbsége [°C]	DTR > 90. percentilis (2002-2024 klimatológia, napi)
Szélhőkés	Napi legerősebb szélhőkés (Wg) és az adott nap hónapjához tartozó havi átlagos szélhőkés különbsége [m/s]	Wg > 95. percentilis (2002-2024 klimatológia, havi)
Napi csapadékösszeg	Napi csapadékösszeg (R) osztva az adott nap hónapjához tartozó havi átlagos csapadékösszeggel [%]	R (≥ 1 mm) > 90. percentilis (2002-2024 klimatológia, havi)
Csapadékos időszak	Egymást követő csapadékos napok (CWD) száma [nap]	CWD (> 1 nap) > 75. percentilis (2002-2024 klimatológia, teljes)
Száraz időszak	Egymást követő száraz napok (CDD) száma [nap]	CDD (> 1 nap) > 75. percentilis (2002-2024 klimatológia, teljes)

1. táblázat. Az egyes szokatlan időjárási jelenségekhez tartozó definíciók.

A jelenségek definícióinak meghatározása során a WMO irányelveit (Klein Tank et al., 2009), a témához kapcsolódó külföldi szakirodalomból átvett definíciókat és a hazai időjárási szélsőségekről megszerzett ismereteinket ötvöztük. Ezen felül a szokatlanság intenzitásának szemléltetésére minden egyes jelenséghez létrehoztuk az ún. „Kategória Paramétert” (későbbiekben: KP), amely az átlagos (megszokott) viszonyoktól való eltérést hivatott szemléltetni. Azon napok esetén, amikor nem detektálható szokatlanság egyik jelenség esetén sem, a KP értékét nullának vesszük. A szemléltetmódunknak megfelelően arra törekedtünk, hogy a jelenségek minden évszakban detektálhatók legyenek (relatív küszöbértékek használata), illetve, hogy a KP kiszámítása során a szezonálitáshoz jól illeszkedő anomáliákat számítsunk ki (referencia időskálájának változtatása). Fontos kiemelni, hogy a küszöbértékek és referenciák minden állomás saját idősora alapján kerülnek kiszámításra, így az eltérő klimatikus tulajdonságú helyszínek esetén is a saját helyszínen szokatlannak számító időjárás kerül detektálásra.

Módszerünk 2. lépésében minden jelenség KP értékeire mozgóösszeg függvényt alkalmaztunk 7, 14 és 30 napos időablakkal. A 30 napos időablakot azért választottuk, hogy a hónapokat (havi időskálát) reprezentálja, míg a 7 és 14 napos időablakok a rövidebb ideig tartó és nagyobb anomáliákat tartalmazó időszakok felderítésére alkalmasak. A mozgóösszeg függvényt jobb oldali összegzéssel használtuk (az összegzés indexét j jelöli), tehát egy adott naphoz (jelölje ezt i) az előző 7, 14 vagy 30 nap (az időablak hosszát k jelöli) KP értékeinek összege társul (1. egyenlet). Az így kapott értékekre a továbbiakban „Kategória Paraméter Szum” elnevezéssel, illetve KPSz rövidítéssel hivatkozunk.

$$KPSz_k(i) = \sum_{j=\max(1, i-k+1)}^i KP_j \quad (1)$$

A 3. lépésben a KPSz értékeket csoportosítva egymáshoz hasonlítjuk (pl. a meleg délutánokat tartalmazó 7 napos periódusokat Budapesten), azzal a céllal, hogy minden KPSz értékhez tartozzon egy kategória 0 és 10 között. Ehhez először meghatározzuk minden csoportban a KPSz értékek maximumát (KPSzMax), amihez 1-es értéket rendelünk. Ezután az összes többi értéket ezen KPSzMax értékekhez hasonlítjuk, így minden KPSz érték kap egy számértéket 0 és 1 között. A kategóriákat egy adott napon (jelölje ezt i) úgy kapjuk meg, hogy ezeket az értékeket megszorozzuk 10-zel, és a legközelebbi egész számra kerekítjük (2. egyenlet). Ezzel a technikával a KPSzMax értékek 95%-át elérő időszakokhoz is 10-es kategóriát rendelünk, míg a KPSzMax értékek 5%-át el nem érő időszakokhoz 0-s kategóriát kapnak. Egy adott napra vonatkozó kategória így információt nyújt arról, hogy az ezt a napot megelőző időszak (az időablak hosszától függően) hogyan viszonyul az adott jelenség megszokatlanabbnak ítélt időszakához a teljes időszakban (2002-2024).

$$Kategor\acute{a}(i) = \left\lceil \frac{KPSz(i)}{KPSz_{Max}} \cdot 10 + \frac{1}{2} \right\rceil \quad (2)$$

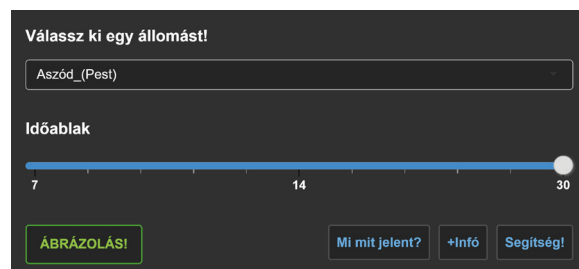
Szokatlan Időjárás Adatvizualizáció web-alapú platform

Ahhoz, hogy a módszertanban kiszámított eredmények eljussanak a célközönséghez, egy vizualizációs felületet hoztunk létre. A felület fő célja, hogy a múltbeli időjárás részletes tanulmányozását lehetővé tegye a felhasználók számára. Mindezt interaktív ábrák biztosítják, amelyek bár komplexnek tűnhetnek, de egyidejűleg több hasznos információt képesek a felhasználók

számára továbbítani, mint a statikus ábrák. A web-alapú platform (későbbiekben: SzIA) fejlesztése R programnyelvben történt, a „shiny” programcsomag (Chang et al., 2024) felhasználásával. Megtekintéséhez és használatához nagyobb felbontású képernyő (számítógép, laptop) ajánlott. A platform a meteor11.elte.hu/szia/ címen keresztül érhető el a felhasználók számára.

A platform felépítése

A SzIA alapvetően különböző felhasználási célú részegységekből (aloldalakból) áll. Ezeket a felhasználók belépés után a jobb oldalon felül található menüpontokban érhetik el, illetve ezek rövid leírásával a főoldalon találkozhatnak. A SzIA használata előtt célszerű elolvasni a „Tudnivalók/Általános” menüpontban található rövid összefoglalást, ami bemutatja a platform lényegét, célját és legfontosabb módszertani elemeit. A felületen elérhető interaktív ábrák használatához a főoldalon található rövid bemutató videó nyújt segítséget a felhasználók számára. További megértést könnyítő információ érhető el a különböző aloldalakon, amelyeket a fekete háttérű, kék szövegszínű gombok megnyomásával lehet előhívni (3. ábra). Az interaktív ábrák minden esetben a zöld színű „ÁBRÁZOLÁS” gomb megnyomásával jelennek meg.



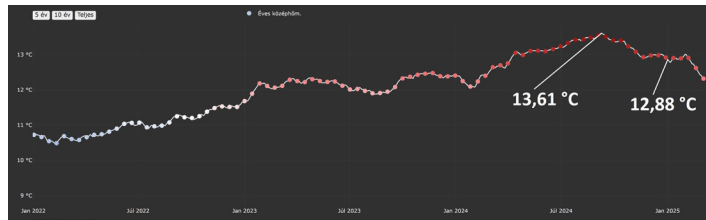
3. ábra. A SzIA „Kategóriák / Állomás” aloldalának kezelőfelülete. A „Mi mit jelent?” gombra kattintva a szokatlan jelenségekről, a „+Infó” gombot megnyomva az aloldal felhasználási lehetőségeiről, míg a „Segítség!” gombra kattintva az interaktív ábrák használatáról tájékozódhatunk.

A „Kategóriák” menüpontban három különböző interaktív felület érhető el, ezek közül az „Állomás” és „Térkép” aloldalakon találkozhatnak a felhasználók a módszertan részeként kiszámított kategóriákkal. Előbbi felületen egy meteorológiai állomáson tekinthetjük át a 9 szokatlan időjárási jelenség kategória-értékeit 2002-től kezdve az utolsó teljes naptári év végéig (jelenleg ez 2024) egy vonaldiagramon. A módszertannak köszönhetően ezen a felületen bármely két szo-

katlan időjárású periódus könnyedén összehasonlítható egymással (függetlenül az évszaktól, amelyben előfordultak). A térképes felületen egy kiválasztott időszakban láthatjuk mind a 70 állomás kategória-értékeit, 9 kisméretű térképen (amelyek a 9 szokatlan időjárási jelenségre vonatkoznak). A térképes felület legnagyobb előnye, hogy a kis kategória-értékek kiszűrésével (3 alatti) rögtön kirajzolódik egy adott időszak időjárási képe az országban (pl. meleg-száraz, szeles-csapadékos, stb.). A felhasználók ezen két aloldalon kiválaszthatják, hogy a három elérhető időablak (7, 14, 30 nap) közül melyikkel történjen a megjelenítés. Ezzel befolyásolható, hogy a szokatlan időjárású napok milyen hosszúságú időintervallumban kerüljenek beszámításra. A harmadik menüpontban a „Múltbatekintő” nevű felületet érhetik el a felhasználók, amelynek célja, hogy betekintést adjon a kategória-értékek mögé, a meteorológiai állomásokon mért értékek grafikus ábrázolásával. Itt – szintén 2002-től kezdve – bármely 14 napos időszak hőmérsékleti méréseit elő tudjuk hívni, illetve a szokatlanul csapadékos vagy szokatlanul szeles napokat egyedi piktogram jelöli.

A SzIA részét képezi az „AdatInfó” nevű aloldal, amely azon felhasználók számára lehet hasznos, akik kíváncsiak a magyarországi meteorológiai mérőhálózat tulajdonságaira. Az itt található térképen több mint 300 mérőállomás közül választhatunk, mely állomások adatai publikusan hozzáférhetők a HungaroMet Nonprofit Zrt. adattárában. Az egyszerűség kedvéért itt havi bontásban jelenik meg, hogy egy adott helyszínen mikor volt adathiány a mérésekben, illetve, hogy a három leggyakrabban mért meteorológiai változó (hőmérséklet, csapadék, szél) közül egyes helyszíneken melyeket mérik rendszeresen.

A felhasználóknak lehetősége van mindezen felül felfedezni a „Labor” menüpontot is, amelyben kísérleti jelleggel a meteorológiai adatokat más irányból dolgozzuk fel (pl. más módszerekkel, ábratípusokkal, színezéssel). Itt érhető el például a „Tetszőleges évkezdett” aloldal a felhasználók számára, ahol az éves középhőmérséklet és éves csapadékösszeg minden nap kiszámításra kerül mozgóátlag, illetve mozgóösszeg függvénnyel 70 magyarországi állomásra. Ezáltal olyan időszakok jelenhetnek meg, ahol a hőmérséklet vagy a csapadékösszeg magasabb/alacsonyabb, mint az éves összesítőkben fellelhető értékek. Kiváló példa erre a 2024-es év, ami Magyarországon 1901 óta a legmelegebbnek számít [1], ám ezen módszer alapján a 2023 szeptember elejétől 2024 szeptember elejéig tartó 1 évnyi időszak még ennél is melegebb volt, egyes állomások esetén több mint 0,5 °C-kal (4. ábra).



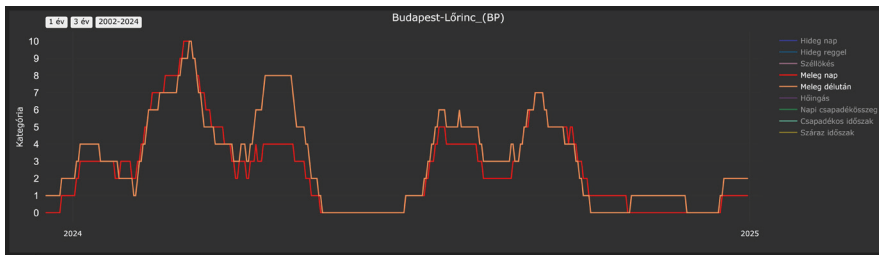
4. ábra. Éves középhőmérséklet mozgóátlag függvénye Csenger állomás esetén 2022 januárja és 2025 márciusa között. Az ország ezen szegletében 0,73 °C-kal volt melegebb a 2023 szeptember elejétől 2024 szeptember elejéig tartó időszak (13,61 °C), mint a 2024-es évre vonatkozó éves középhőmérséklet (12,88 °C).

Legvégül azon felhasználók számára is kiterjesztettük a SzIA funkcióit, akiket jobban érdekelnek a viszonylag aktuális meteorológiai adatok. Erre a célra az „Aktuális” menüpontban az idei és tavalyi évre (jelenleg 2025 és 2024) vonatkozó összefoglaló ábracsálódott hoztuk létre. Ezen ábrák minden nap frissítésre kerülnek (2025 esetében) az előző nap mérési adataival. A hőmérsékleti ábrákon a hideg és meleg anomáliák követhetők nyomon az adott helyszín klimatikus viszonyait figyelembe véve. Megtalálhatjuk ezen felül a napi csapadékösszegeket, a száraz periódusok hosszát, illetve a legerősebb széllekeéseket is a megértést könnyítő színezéssel rendelkező ábrákon.

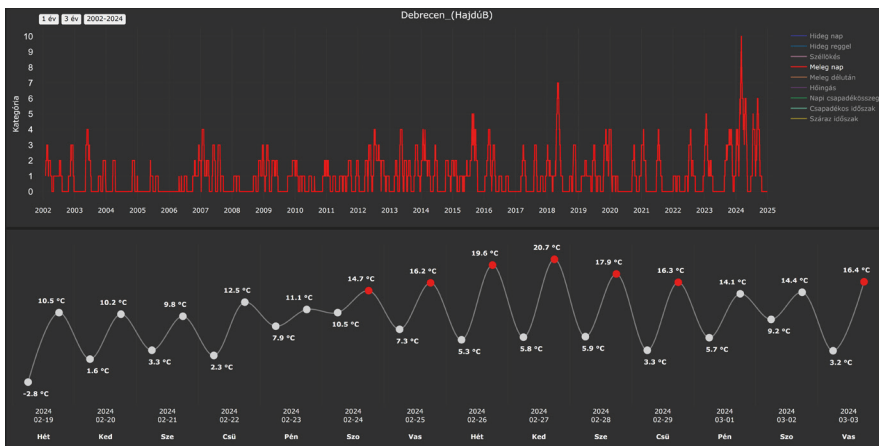
Esettanulmány

A SzIA részletesebb bemutatásához a 2024-es évet választottuk ki esettanulmánynak, ezen év példáján keresztül szeretnénk a platform lehetséges felhasználási formáit bemutatni. 2024 hazai és globális szinten is a legmelegebb évnél bizonyult a mérések kezdete óta (Magyarországon 1901 óta, globálisan pedig az iparosodás előtti átlaghőmérsékletnél több mint 1,5 °C-kal volt melegebb [2]). A továbbiakban az év szélsőséges periódusait három kiválasztott helyszínen (Szentgottárd, Budapest, Debrecen), illetve országosan is értékeljük a SzIA segítségével.

Elsőként a meleg szélsőségekre fókuszálva az 5. ábrán láthatjuk, hogy a 30 napos időablak használata mellett 3-5 szokatlan periódus volt 2024-ben, amelyek legintenzívebb részperiódusait a 7 napos időablakkal jeleníthetjük meg. A legszokatlanabb meleg időszak februárban jelentkezett, amely az ország jelentős részén (köztük Budapesten és Debrecenben) is 10-es kategória-értéket kapott. Ezen időszakban a minimumhőmérséklet rendszerint 5 °C fölött alakult (a szokásos -5 °C és 0 °C körüli értékek helyett), míg a maximumhőmérséklet az időszak nagyobb részében 15 °C körül volt (sőt, Debrecenben 20,7 °C-ot mértek



5. ábra. Meleg napok (piros vonal) és meleg délutánok (narancssárga vonal) kategória-értékei Budapest-Pestszentlőrincen 2024-ben, 30 napos időablakot alkalmazva.



6. ábra. Meleg napok (piros vonal) kategória-értékei Debrecenben 2002 és 2025 között, 30 napos időablakot alkalmazva (felül), illetve a 2024-es februári meleg időszak ábrázolása az „Múltbatekintő” funkció segítségével (alul). A szokatlanul meleg délutánokat pirossal jelöltük, az alsó grafikonon a felső érték a napi maximum-hőmérséklet, míg az alsó érték a napi minimum-hőmérséklet.

február 27-én). Az említett időszakban olyan anomáliák fordultak elő, amelyek alapján egyértelműen ez volt a legszokatlanabb meleg periódus a SZIA által lefedett 2002 óta tartó időszakban (Debrecen esetén például minden más periódus maximum 7-es kategória-értékkel rendelkezik csupán) (6. ábra). A kiemelkedő anomáliát szintén jól jelzi, hogy a február 3. és március 3. közötti 30 napból 23 volt szokatlanul meleg Budapesten és Debrecenben. Február vége a Föld megannyi pontján extrém melegnek bizonyult, nem csak hazánkban [3].

Az ország nyugati részén az említett februári meleg időszak nem mindenhol érte el a 10-es kategóriát, ám az augusztus közepétől szeptember elejéig tartó időszak igen. Ekkor Szentgotthárdon mind a meleg nap, mind a meleg délután elérte a 10-es kategóriát (7. ábra). Egy rövid időszakot leszámítva ebben a periódusban Szentgotthárdon a maximum-hőmérsékletek jellemzően 30 °C és 35 °C között, míg a minimum-hőmérsékletek 15 °C és 20 °C között mozogtak, amely minimumok augusztus végén, szeptember elején már szokatlanul számíthatnak ezen helyszín esetén. A meleg szélsőségeken felül szo-

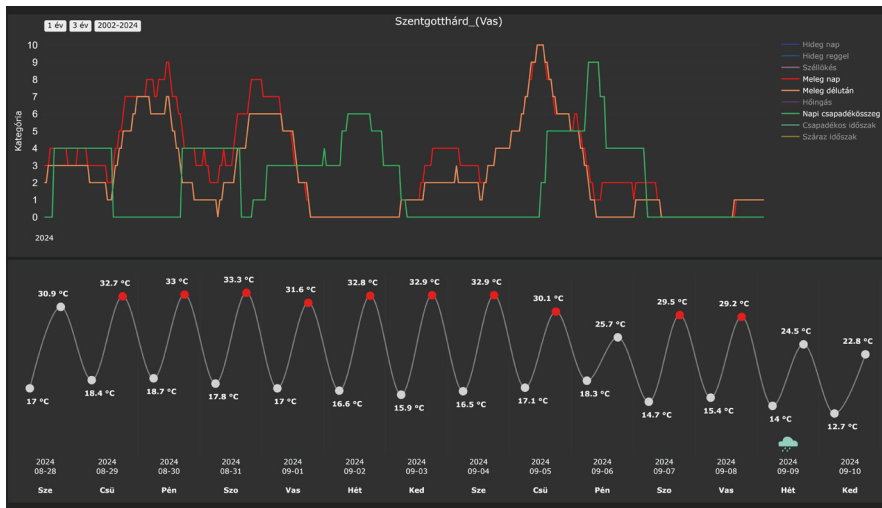
katlan csapadékmennyiségek is előfordultak Szentgotthárdon (pl. május elején és június elején, ami 6-os kategóriájú időszakot jelentett, valamint szeptember elején és október elején, ami viszont már 9-es kategóriájú időszakot eredményezett). A szeptemberi szokatlan csapadékmennyiség oka a „Boris” névre keresztelt ciklon volt, ami Közép-Európában súlyos árvizekkel járt, melynek következtében 27-en életüket veszítették [4].

Az év utolsó harmadában ún. összetett/komplex időjárási események (compound events, Leonard et al., 2014) jelentek meg hazánkban, amikor egynél több szokatlan jelenség fordult elő egyszerre (8. ábra). Októberben a hideg reggelek és a meleg délutánok együttesen magas kategóriákat eredményeztek a hőingás terén. Országosan ekkor 70 meteorológiai állomásból 11 érte el legalább a 6-os

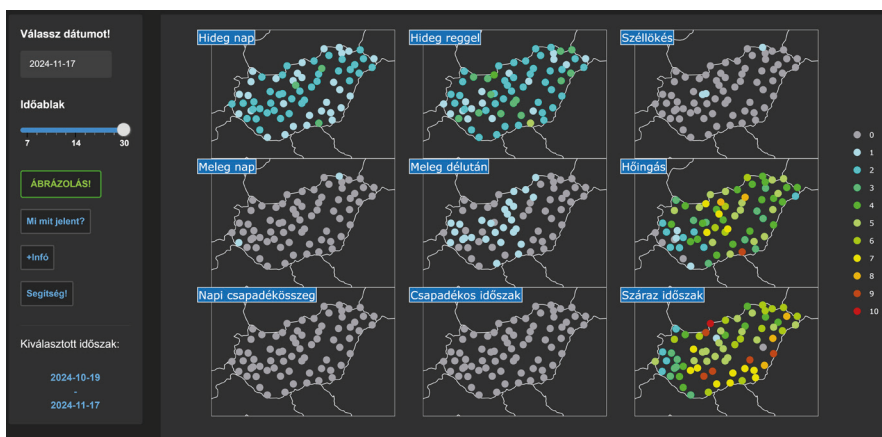
kategóriát a szokatlan hőingást tekintve (Szegeden 30-ból 18 nap volt szokatlan, amely ott 9-es kategóriát jelentett). Mindeközben egy szárazabb időszak vette kezdetét hazánkban, amely az ország középső és keleti részén volt erősebb. A 70 meteorológiai állomásból 50 legalább 5-ös kategóriát ért el a szokatlanul száraz időszak esetén, míg 9 helyszínen fordult elő legalább 8-as kategória-érték. Tésán (Pest megye legészakibb részén) 39 napig nem hullott csapadék, amely így 10-es kategória-értéket kapott. Szentgotthárdon ekkor 33, Budapesten 39, Debrecenben pedig 43 napos száraz időszakot regisztráltak. A rövidebb száraz időszakhoz ebben a példában azért kerülhet magasabb kategória-érték, mivel a módszertanunkban a száraz időszakot definiáló küszöbértékek helyspecifikusak.

Összefoglalás

Ebben a cikkben egy olyan módszertant, illetve egy ehhez kapcsolódó adatvizualizációs felületet mutattunk be, amely hasznos eszköz lehet a múltbeli időjárás



7.ábra. Meleg napok (piros vonal), meleg délutánok (narancssárga vonal) és napi csapadékösszeg (zöld vonal) kategória-értékei a 2024-es évben, Szentgotthárd állomáson, 30 napos időablakot alkalmazva (felül). Az augusztus végi hőhullám hőmérsékleti értékei, illetve egy szeptember 9-i szokatlan csapadékösszeg ábrázolása a „Múltbatekintő” funkcióval (alul).



8.ábra. A 9 szokatlan jelenség együttes ábrázolása a „Térkép” aloldalon. A 2024 október közepétől november közepéig tartó időszakban több helyen fordult elő szokatlanul hosszú száraz időszak, amelyhez a megszokottnál jóval nagyobb hőingás is társult.

megismeréséhez, illetve a meteorológiai szélsőségek jobb megértéséhez. Az általunk definiált módszerben a relatív szélsőségekre helyeztük a hangsúlyt, mivel ezen periódusok, események komoly károkat, kellemetlenségeket okozhatnak a mindennapokban. Ezen felül – szakítva a hagyományokkal – a szokatlan időjárású periódusokat nem a megszokott havi, vagy éves szinten összegeztük, hiszen általában az időjárás sem alkalmazkodik ezen keretrendszerhez. Ehelyett olyan időablakokat hoztunk létre, amelyekkel bármely tetszőleges időszak lefedhető, így elkerülve bizonyos szokatlan időjárású időszakok több részre bomlását.

A vizualizáció egyik fő részeként a szokatlanságot egyszerűsítve, kategória-értékek segítségével jelenítjük meg a felhasználók számára. Reményeink szerint ez könnyíti a megértést, illetve az „Állomás” aloldalon lehetővé teszi a különböző évszakokban előfordult szélsőséges időszakok összehasonlítását. A kategóriákat országos szinten elemezve, a „Térkép” aloldalon a felhasználók látványos képet kaphatnak az egyidőben előforduló különböző szokatlan jelenségekről, illetve ezen jelenségek intenzitásának földrajzi eloszlásáról.

A SzIA a kategóriák bemutatásán túl több olyan vizualizációs funkcióval rendelkezik, amelyek a felhasználók széles körének nyújthatnak hasznos információkat. Interaktív ábrákon keresztül ismerhetjük meg a hazai mérőhálózat tulajdonságait, vagy az idei év meteorológiai méréseit, melyek a statikus ábrákhoz képest sokkal több információt képesek átadni a felhasználók felé.

A platform dizájnjának kialakítása során törekedtünk a minimalizmusra, illetve arra, hogy a megjelenő ábrák színei és a szöveges részek vizuálisan jól elkülönüljenek. Ennek nyomán a SzIA a „sötét mód” elveit követi, amelyben a sötét háttér dominál, fehér szövegszínnel, élénk színválasztással az ábrák esetén.

A platform további fejlesztése során a felhasználók visszajelzéseire tervezünk támaszkodni akár formai, akár tartalmi tekintetben. Erre a célra létrehoztunk egy kérdőívet (a „Tudnivalók/Kérdőív” aloldalon), melynek kitöltése maximum 10-15 percet vesz igénybe. A kitöltéssel egyrészt a SzIA fejlesztésébe kapcsolódhatnak be aktívan az érdeklődők, másrészt a hazai tudománykommunikáció irányelveinek meghatározásában segíthetnek.

Köszönetnyilvánítás

Készült az RRF-2.3.1-21-2022-00014 azonosító-számú „Éghajlatváltozás Multidiszciplináris Nemzeti Laboratórium létrehozása” elnevezésű projektben a Magyarország Helyreállítási és Ellenállóképességi Tervének keretében, az Európai Unió Helyreállítási és Ellenállóképességi Eszközének támogatásával.

Irodalomjegyzék

- Bartholy, J., Pongrácz, R., and Hollósi, B., 2013: Analysis of projected drought hazards for Hungary, In: Advances in Geosciences. 8th EGU Alexander von Humboldt Conference ‘Natural Disasters, Global Change, and the Preservation of World Heritage Sites’ - 8th Alexander von Humboldt International Conference on Natural Disasters, Global Change, and the Preservation of World Heritage Sites, Cusco, Peru, 12-16 November 2012, Copernicus GmbH, 61–66. doi:10.5194/adgeo-35-61-2013
- Blanka, V., Mezősi, G., and Meyer, B., 2013: Projected changes in the drought hazard in Hungary due to climate change. *Időjárás*, 117, 219–237.
- Bokros, K., Lakatos, M., 2022: Hőségperiódusok vizsgálata Magyarországon a XX. század elejétől napjainkig. *Légekör*; 67(3): 130–140. <https://doi.org/10.56474/legkor.2022.3.2>
- Broska, L.H., Poganietz, W.-R., and Vögele, S., 2020: Extreme events defined—A conceptual discussion applying a complex systems approach. *Futures*, 115, 102490. doi:10.1016/j.futures.2019.102490
- Chang W, Cheng J, Allaire J, Sievert C, Schloerke B, Xie Y, Allen J, McPherson J, Dipert A, Borges B, 2025: shiny: Web Application Framework for R. R package version 1.10.0.9000, <https://github.com/rstudio/shiny>, <https://shiny.posit.co/>.
- IPCC, 2023: Climate Change 2021 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 1st ed. Cambridge University Press. doi:10.1017/9781009157896
- Kis, A., Szabó, P., and Pongrácz, R., 2023: Spatial and temporal analysis of drought-related climate indices for Hungary for 1971–2100. *Hungarian Geographical Bulletin*, 72, 223–238. doi:10.15201/hungeobull.72.3.2
- Klein Tank, A., Zwiers, F., and Zhang, X., 2009: Guidelines on Analysis of Extremes in a Changing Climate in Support of Informed Decisions for Adaptation. *Technical Report WCDMP-No. 72, WMO-TD No. 1500, World Meteorological Organization*.
- Lakatos, M., Bihari, Z., Izsák, B., and Szentes, O., 2021a: Globális és hazai éghajlati trendek, szélsőségek változása: 2020-as helyzetkép. doi:10.1556/112.2021.00037
- Lakatos, M., Szentes, O., Cindrić Kalin, K., Nimac, I., Kozjek, K., Cheval, S., Dumitrescu, A., Iraşoc, A., Stepanek, P., Farda, A., Kajaba, P., Mikulová, K., Mihic, D., Petrovic, P., Chimani, B., and Pritchard, D., 2021b: Analysis of Sub-Daily Precipitation for the PannEx Region. *Atmosphere*, 12, 838. doi:10.3390/atmos12070838
- Leonard, M., Westra, S., Phatak, A., Lambert, M., van den Hurk, B., McInnes, K., Risbey, J., Schuster, S., Jakob, D., and Stafford-Smith, M., 2014: A compound event framework for understanding extreme impacts. *WIREs Climate Change*, 5, 113–128. doi:10.1002/wcc.252
- McPhillips, L.E., Chang, H., Chester, M.V., Depietri, Y., Friedman, E., Grimm, N.B., Kominoski, J.S., McPhearson, T., Méndez-Lázaro, P., Rosi, E.J., and Shafiei Shiva, J., 2018: Defining Extreme Events: A Cross-Disciplinary Review. *Earth's Future*, 6, 441–455. doi:10.1002/2017EF000686
- Mikes, M.Z., Pieczka, I., and Dezső, Zs., 2024: Characteristics and observed seasonal changes in Cold Air Outbreaks in Hungary using station data (1901–2020). *Hungarian Geographical Bulletin*, 73, 115–130. doi:10.15201/hungeobull.73.2.1
- Schmeller, G., Nagy, G., Sarkadi, N., Cséplő, A., Pirkhoffer, E., Geresdi, I., Balogh, R., Ronczyk, L., and Czigány, S., 2022: Trends in extreme precipitation events (SW Hungary) based on a high-density monitoring network. *Hungarian Geographical Bulletin*, 71, 231–247. doi:10.15201/hungeobull.71.3.2
- Spinoni, J., Antofie, T., Barbosa, P., Bihari, Z., Lakatos, M., Szalai, S., Szentimrey, T., and Vogt, J., 2013: An overview of drought events in the Carpathian Region in 1961–2010, In: Advances in Science and Research. 12th EMS Annual Meeting and 9th European Conference on Applied Climatology (ECAC) 2012 -, Copernicus GmbH, 21–32. doi:10.5194/asr-10-21-2013
- Spinoni, J., Lakatos, M., Szentimrey, T., Bihari, Z., Szalai, S., Vogt, J., and Antofie, T., 2015: Heat and cold waves trends in the Carpathian Region from 1961 to 2010. *International Journal of Climatology*, 35, 4197–4209. doi:10.1002/joc.4279

Internetes hivatkozások

- [1] <https://www.met.hu/rolunk/hirek/index.php?id=3511>
- [2] <https://climate.copernicus.eu/copernicus-2024-first-year-exceed-15degc-above-pre-industrial-level>
- [3] <https://wmo.int/media/news/february-ends-extreme-and-unusual-heat>
- [4] <https://www.ecmwf.int/en/about/media-centre/focus/2024/storm-boris-and-european-flooding-september-2024>

Az internetes források utolsó hozzáféréseinek dátuma: 2025.03.27.