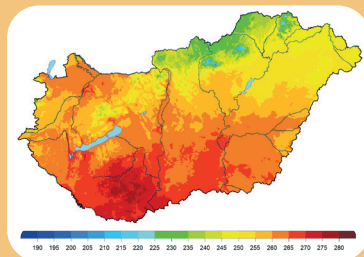
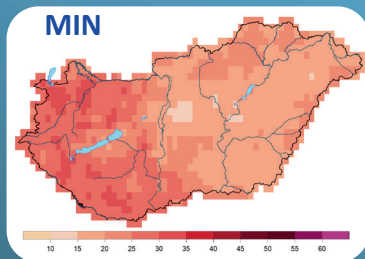


1971–2000

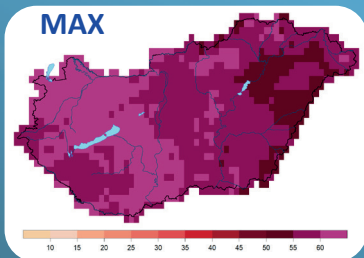


1991–2020

Az éghajlatváltozás hatásainak komplex vizsgálatát támogató információs rendszer



2071–2100



Borítókép fentről lefelé: A vegetációs időszak hossza [nap] Magyarországon 1971–2000-ben és 1991–2020-ban mérések alapján; az indikátor változásának legkisebb és legnagyobb várható értéke [nap] 2071–2100-ra az 1971–2000 időszakhoz viszonyítva 4 regionális modellszimuláció eredményei alapján

© Minden jog fenntartva

Felelős kiadó:

HungaroMet Magyar Meteorológiai Szolgáltató Nonprofit Zrt. | 2026
Szanka Gábor Gyula vezérigazgató

Szerkesztő: Szépszó Gabriella

Szerzők:

Szépszó Gabriella, Allaga-Zsebeházi Gabriella, Bihari Zita, Bordi Sára,
Duics-Korosecz Lilla, Ferenczi Zita, Izsák Beatrix, Lakatos Mónika,
Lukács-Bokros Kinga, Megyeri-Korotaj Otília, Szentes Olivér,
Varga-Balogh Adrienn, Vértesi-Nagy Anita

Grafikai tervezés: Horváthné Domonkos Mónika

Nyomtatás és kötészeti munkák: PrintPix Nyomda
(Tazo Kft.)

ISBN 978-963-9931-27-5

Bevezető

A HungaroMet Nonprofit Zrt. az Éghajlatváltozás Multidiszciplináris Nemzeti Laboratórium keretében az elmúlt években számos fejlesztést végzett a klímaváltozással kapcsolatos tudományos vizsgálatok és a szakmai ismeretterjesztés támogatására.

Az éghajlatváltozás vizsgálatához elengedhetetlen a térben és időben **jó minőségű meteorológiai alapadatok** használata. A HungaroMet feladata, hogy ezeket az alapadatokat a lehető legjobb minőségben, a legrészletesebb időbeli és térbeli felbontásban előállítsa, folyamatosan frissítse és a felhasználók számára elérhetővé tegye. A legfontosabb meteorológiai paraméterekből részletes rácsponti adatsorokat állítottunk elő Magyarország területére mind az elmúlt és a jelen időszakra mérések felhasználásával, mind a jövőre vonatkozóan klíma-modellek eredményei alapján.

A hazánkban már bekövetkezett és a várható éghajlati változások hatással vannak a társadalomra és a gazdaságra is. A **hatások komplex vizsgálatának** támogatására különböző indikátorokat, származtatott produktumokat állítottunk elő a levegőminőségre, a városi alkalmazkodásra, a mezőgazdaságra és további, a klímaváltozás által érintett területekre szabva. Az alapadatok és a belőlük számított éghajlati indikátorok nagy mennyisége megnehezítheti az eredmények értelmezését, ezért a HungaroMet éghajlati portáljának megújítása során kiemelt figyelmet fordítottunk arra, hogy a döntéshozók, a gazdasági szereplők, a különböző szektorok és a lakosság igénye szerint alakítsuk és tegyük közzé az éghajlati információkat.

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 időszorral rendelkeznek: Baja, Debrecen, Eger, Kalocsa, Keszthely, Mosonmagyaróvár, Nagykanizsa, Pécs, Szombathely és Tata „klímakönyveit” dolgoztuk fel (1. ábra).

1. ábra: A Klímakönyv 1879. májusi oldala, Kalocsa

A rögzített állomások adatsoraiban a **MASH¹** (Multiple Analysis of Series for Homogenization) szoftverrel pótoltuk a hiányokat, majd a módszer segítségével adatellenőrzést hajtottunk végre a teljes mérési időszakra. A szoftver által gyanúsnak vélt adatokat szakmai szempontokat figyelembe véve ellenőriztük és javítottuk. A projektben digitalizált és ellenőrzött állomások hozzájárulnak ahhoz, hogy mind a homogenizálás, mind az interpoláció pontosabb legyen, és ezáltal a múlt és jelen éghajlatát pontosan tudjuk leírni.

¹ 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>

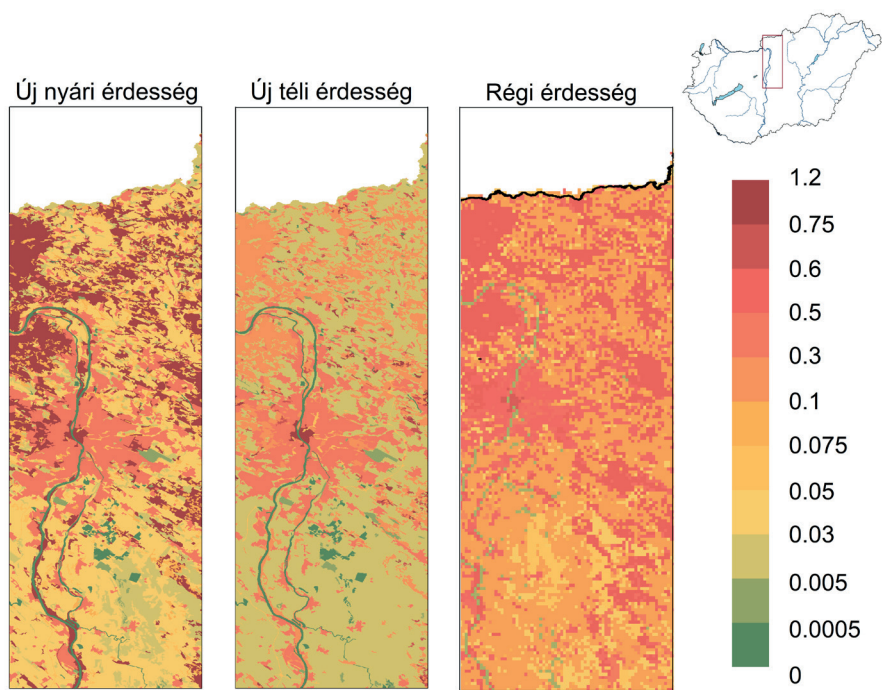
A megfigyeléseken alapuló homogenizált, ellenőrzött rácsponti napi adatsorainkat **rendszeresen frissítettük** az elmúlt évek adataival. Az újonnan digitalizált adatokhoz hasonlóan a HungaroMet digitális adatbázisában elérhető mérési adatsorokban is a MASH homogenizációs módszerrel pótoltuk a hiányokat, majd homogenizáltuk az adatsorokat. A szoftver segítségével kiszűrtük, majd ellenőriztük a gyanús adatokat, majd az így elkészített homogenizált állomási adatsorokat interpoláltuk a **MISH²** interpolációs módszerrel. A projekt eredményeként az alábbi **napi homogenizált, rácsponti adatsorokat** tettük közzé a Meteorológiai Adattárban:

- Az **1971–2024** időszakra: maximum-, minimum- és átlaghőmérséklet, csapadék, átlagos relatív nedvesség, műszerszínti átlagos légnyomás;
- A **2001–2024** időszakra: átlagos szélesség, maximális szélökés, globálsugárzás.

A klímamodell eredmények validációjához elkészült a **6 óránkénti** (0, 6, 12 és 18 UTC-re vonatkozó) állomási adatsorok homogenizálása és a rácsponti adatsorok előállítás is hőmérsékletre és csapadékösszegre.

Az évenkénti frissítés mellett az adatsorok és ezáltal az ezekből matematikai statisztikai modellekkel készülő, az interpolációhoz szükséges paraméter fájlak minőségét is javítottuk. **Meghosszabbítottuk a vizsgált időszakot, és bővítettük a felhasznált állomások számát** a légnyomás, a relatív nedvesség, az átlagos szélesség és a maximális szélökés esetében. A szél interpolációjához a felszín érdességi magasságát is felhasználjuk. A projekt keretében a korábbi, egész évre azonos érdességi paraméterek helyett ezentúl évszakosan változó értékeket használunk (2. ábra).

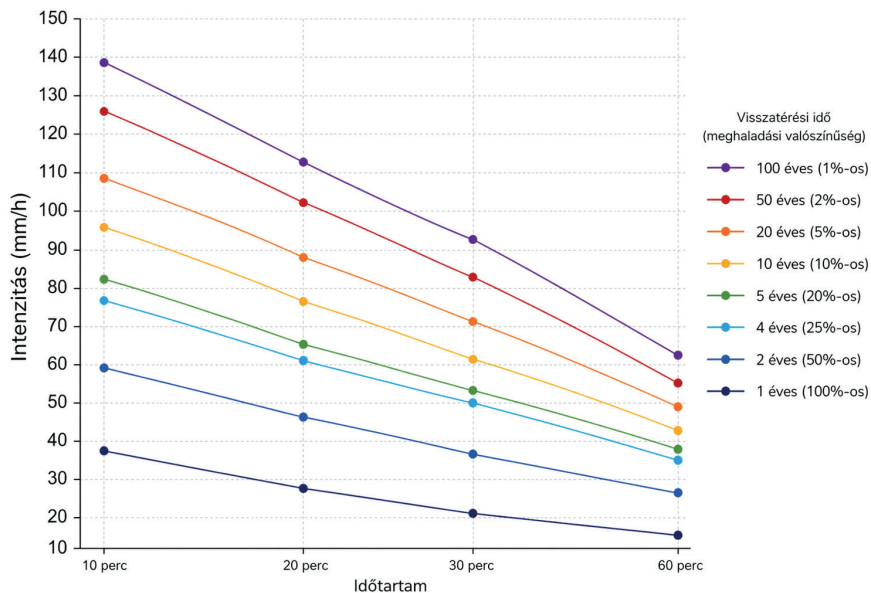
² Szentimrey, T. and Bihari, Z., 2014: Manual of interpolation software MISHv1.03, Hungarian Meteorological Service



2. ábra: Érdességi paraméterek a régi és az új adatbázis alapján

Intenzív csapadékesemények vizsgálata

Az emelkedő hőmérséklet hatására nő a párolgás, ami hozzájárul a **csapadék intenzitásának növekedéséhez** régióinkban. Ez fokozott terhelést jelent a csapadékvíz-elvezető rendszerek számára. A mérnöki tervezést támogató, publikusan elérhető csapadékinтенzitás-szolgáltatásunk (3. ábra) rendszeresen frissül az automata csapadékmérők legutóbbi években mért rövid idejű maximumaival. A 10-, 20-, 30-, 60-perces csapadék részösszegekre vonatkozó 1-, 2-, 4-, 5-, 10-, 20-, 50-, 100-éves tervezési értékek és az előállítás és felhasználás módszertana is letölthető a [weboldalunkról](#).



3. ábra: A csapadérintenzitás, az esemény időtartama és visszatérési értéke közötti kapcsolat Budapest-Belterületre

Az automata csapadékmérők adatai mellett a korábbi időszakok csapadékadatait is vizsgáltuk. A projekt keretében Békéscsaba, Győr, Kálcsa, Kékestető, Keszthely, Nyíregyháza, Pécs, Sopron, Szombathely és Túrkeve 10 perces csapadékadatait rögzítettük a digitális adatbázisunkba ún. **ombrográf szalagokról**. Az így kibővített adatsorok alapján Győr hosszú során, 1925-től elemeztük az 1-, 2-, 3-, 6-, 12- és 24-órás részösszegek éves maximumait, azok éven belüli előfordulását, valamint az 1-, 3- és 6-órás csapadékesemények 5, 10 és 20 mm-es küszöbérték átlépését. A változékonyság mellett az órás részösszegek növekedése jellemző, különösen a 20. század végére, de a 6-órás részösszegek is emelkedést mutatnak hosszútávon.

Határ menti adatcsere

Az éghajlatváltozás nem ismer határokat, hatásai átnyúlnak az országhatárokon, ezért a vizsgálata nemzetközi együttműködést igényel. A határ menti adatcsere révén pontosabbá válik az éghajlati adatok interpolációja az országhatár közelében is, regionális térképek készítésénél pedig segít abban, hogy a politikai határok ne rajzolódjanak ki a meteorológiai változók térképein. A projekt keretében **kétoldalú megállapodásokat** újítottunk meg, illetve kötöttünk a határ menti adatcsere és az éghajlatváltozás kutatása témájában régióink 7 országának (Ausztria, Horvátország, Lengyelország, Románia, Szlovákia, Szlovénia, Ukrajna) meteorológiai szolgálatával.



ARSO VREME



Projekciók fejlesztése

Az éghajlati rendszer emberi tevékenységre adott válaszát modellekkel vizsgáljuk, amelyek a légköri, a felszíni és egyéb fizikai folyamatokat leíró egyenleteken alapulnak. A 100 km-t meghaladó rácsfelbontású globális klímamodellek a Földön zajló nagyléptékű változásokat írják le, míg ezek eredményeit felhasználva a **regionális klímamodellek** egy kisebb térség jellemzőit tárják fel. Ezek a modellek kevesebb számítógépes kapacitással, és így finomabb (tipikusan 10-50 km-es) felbontáson futtathatók, emiatt kisebb országok kutató-központjai is vállalkozhatnak alkalmazásukra.

A jövőbeli emberi tevékenységet a modellezés során kibocsátási forgatókönyvek segítségével számszerűsítjük, s a várható éghajlatváltozás vizsgálatokor több modell eltérő forgatókönyvekkel készült szimulációs eredményeire (azaz projekcióira) támaszkodunk.

A magyar meteorológiai szolgálatnál 2004 óta folynak klímadinamikai vizsgálatok, amihez az alapvető információkat regionális éghajlati modellek eredményei szolgáltatják. Két modellt, az **ALADIN-Climate** és a **REMO** modelleket adaptáltuk és futtattuk egy Közép- és Kelet-Európát 10 km-es felbontással lefedő tartományon az 1950 és 2100 közötti időszakra. Az emberi tevékenység leírására az IPCC 5. jelentésében alkalmazott RCP (Representative Concentration Pathways) forgatókönyv-család közepes (RCP4.5) és magas (RCP8.5) üvegházgáz-koncentráció növekedést feltételező tagjait alkalmaztuk.

Az eredmények számos hazai és nemzetközi éghajlati hatásvizsgálat-hoz szolgálnak kiindulásul és a [KLIMADAT adatportálon](#) is elérhetők. A 2 modellel és 2 kibocsátási forgatókönyvvel készített **4-tagú szimulációegyüttes** (1. táblázat) egyszerre jeleníti meg a fizikai folyamatok és az emberi tevékenység leírásából eredő bizonytalanságot.

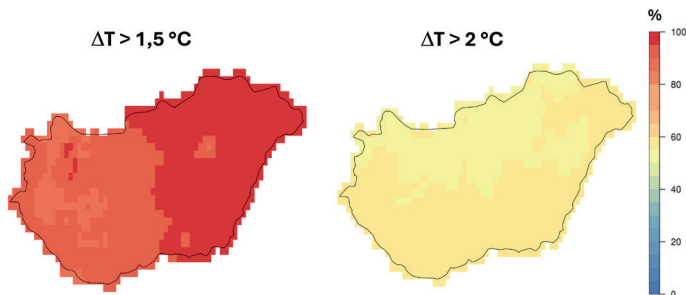
1. táblázat: A HungaroMet regionális klímamodell szimulációi.

Regionális modell	ALADIN-Climate		REMO	
Meghajtó modell	CNRM-CM5		MPI-ESM-LR	
Felbontás	10 km		10 km	
Szintek száma	31		27	
Időszak	1971–2100		1971–2100	
Terület	Kelet-Közép-Európa		Kelet-Közép-Európa	
Forgatókönyv	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5

EURO-CORDEX adatok feldolgozása

A projekciós bizonytalanság teljesebb számszerűsítéséhez további információt szolgáltatnak a **EURO-CORDEX adatbázis** adatai. Az együttműködésben európai klímakutató intézetek egységes szakmai elvek mentén 10-12 km felbontású regionális futtatásokat készítenek Európára, s adataikat publikusan elérhetővé teszik a felhasználók számára. Az említett két kibocsátási forgatókönyv mellett nagyszámú modellszimuláció készült az **RCP2.6 scenárióval**, amelynek segítségével arra a kérdésre kaphatunk választ, hogy zero kibocsátás mellett milyen (elkerülhetetlen) változásokkal kell szembenéznünk.

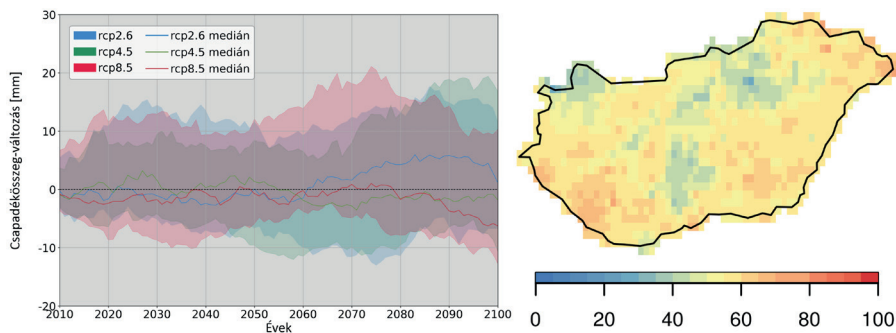
A EURO-CORDEX szimulációk eredményeiből 15 modell adatait dolgoztuk fel. Mivel az egyes modellek nem teljesítenek egyformán jól, először egy validációs vizsgálatot hajtottunk végre az 1971–2000 időszakra, s ennek eredményei alapján kiválasztottuk azokat a modelleket, melyek Magyarország hőmérsékleti és csapadékvizonyait a legjobban jellemezték. A jövőre vonatkozóan **9 kiválasztott modell** adatait vizsgáltuk tovább, melyeknek az említett 3 antropogén kibocsátási forgatókönyvvel készült szimulációs eredményeit dolgoztuk fel.



4. ábra: Az éves átlaghőmérséklet 1,5 °C-os, illetve 2 °C-os növekedésének valószínűsége [%] 2071–2100-ra az 1971–2000 referencia időszakhoz viszonyítva

A 4. ábra alapján annak a valószínűsége, hogy **a 21. század végére az átlaghőmérséklet változása** az 1971–2000 referencia időszakhoz viszonyítva **meghaladja az 1,5, illetve a 2 °C-ot** 80-100, valamint 50-60 % (azaz a 27 modellszimuláció ilyen arányban jelzi az ennél nagyobb hőmérsékletemelkedést). A forgatókönyveket külön vizsgálva megállapítható, hogy az RCP8.5-öt alkalmazó szimulációkban a melegedés egyértelműen eléri az említett mértéket; ugyanakkor az RCP2.6 szcenárióra épülő projekcióknak csak kis része mutat 1,5 °C-nál nagyobb átlaghőmérséklet növekedést.

A **várható csapadékváltozás iránya** hazánkban az egyes évszakokban eltérő: míg tavasszal, ősszel és télen inkább növekedés várható a következő évtizedekben, addig **nyáron** a változás iránya **bizonytalan** (5. ábra). Ez részben annak köszönhető, hogy a modellszimulációk egy része Európa északi tájaira a csapadék növekedését, a déli területekre a csapadék csökkenését mutatja, s a két területet elválasztó zóna az évszaktól és az alkalmazott modelltől függően délebbre vagy északabbra húzódik. Ráadásul a csapadék rendkívüli változékonysága miatt ugyanaz a modell eltérő tendenciákat jelezhet az évszázad közepére és végére.



5. ábra: Az átlagos nyári csapadékösszeg 30-éves mozgóátlaggal simított változása [mm/hónap] az 1971–2000 időszak átlagértékéhez viszonyítva (balra) 3 különböző kibocsátási forgatókönyvvel készült 27 regionális modellszimuláció eredménye alapján; valamint a nyári csapadéksökkenés valószínűsége [%] 2071–2100-ra (jobbra) ugyanezen eredmények alapján

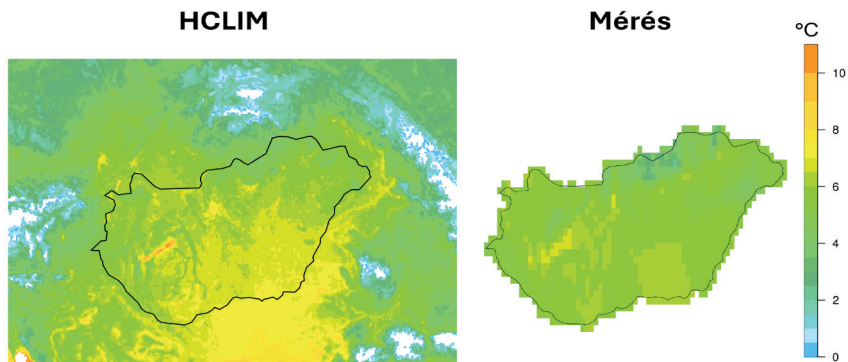
A HARMONIE-Climate modell adaptálása

A csapadékképződéssel kapcsolatos folyamatokat a regionális klíma-modellek nagy része statisztikus-empirikus összefüggéseken alapuló parametrizációk segítségével veszi figyelembe. Ez óhatatlanul egy kevésbé részletes leírását teszi lehetővé azoknak a rövid idő alatt nagy mennyiséggel járó **lokális csapadékeseményeknek**, melyek gyakorisága a térségünkben a jelenlegi becslések alapján várhatóan növekszik.

2024-ben a HungaroMet csatlakozott a **HCLIM konzorciumhoz**, mely nemzetközi együttműködésben fejleszti a **HARMONIE-Climate (HCLIM) modellt**. A modell néhány km-es rácsfelbontáson alkalmazható és a zivatartevékenységhez kötődő folyamatokat ezen a skálán közvetlenül, parametrizáció alkalmazása nélkül számítja. Rövidtávú változatát az időjárás-előrejelzésben már évtizedek óta számos európai országban használják, s a klímamodellezésben is kezd elterjedni.

A finom felbontásból eredő rendkívüli számítási kapacitás igény miatt az ilyen típusú modellekkel egyelőre többnyire csak kisebb tartományokra készítenek szimulációkat, néhány évre vagy évtizedre.

A HungaroMetnél adaptáltuk a modellt, jelenleg 2,5 km-es rácsfelbontáson és 60 szint használatával teszteljük a működését egy Kárpát-medencét lefedő tartományon. Először az 1996–2000 időszakra végeztünk kétféle szimulációt, melynek során a tartományon kívül zajló folyamatok leírását reanalízisek illetve egy globális klímamodell eredményei biztosították. Egy projekciós futtatást is elvégeztünk a modellel 2066–2070-re már az SSP3–7.0 forgatókönyv használatával, mely a legmodernebb forgatókönyvcsaládban egy magas kibocsátású változatot reprezentál. A modell a 10 km-es felbontású regionális szimulációk eredményeihez képest sokkal részletesebben mutatja pl. a domborzat hatását mind a csapadék, mind a hőmérséklet esetében (6. ábra). Vizsgálatainkat hosszabb időszakon folytatjuk, alaposan feltérképezve a modell képességeit.



6. ábra: Éves átlagos minimumhőmérséklet [°C] a 2,5 km-es felbontású HCLIM modell eredményei és a 10 km-es felbontású rácsra interpolált hazai mérési adatok alapján

Hatásvizsgálatok

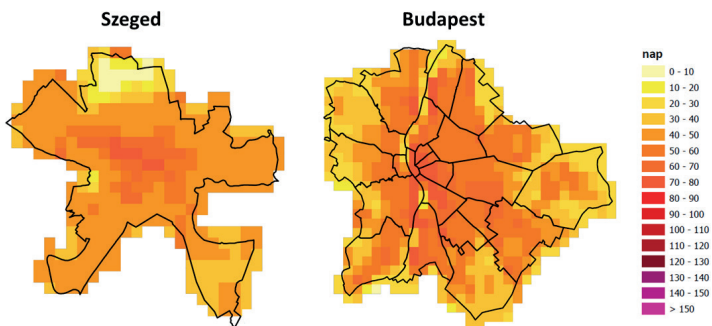
A HungaroMetnél nemcsak az éghajlatváltozás meteorológiai jellemzőinek feltérképezésével foglalkozunk, de a hatások vizsgálatára is végzünk kutatásokat, elsősorban a **modellezés eszközeinek** segítségével.

Városi hatások feltérképezése

A városi légkör a környezeténél átlagosan melegebb, szárazabb és turbulensebb eltérő felszíntulajdonságai miatt. Ezek a hatások az éghajlatváltozás bizonyos jellemzőit felerősíthetik, ezáltal növelve a város éghajlatváltozásnak való kitettségét. A HungaroMetnél a regionális éghajlati modellek eredményeit a városok felett a **SURFEX felszíni modellel** finomítjuk, amely kimondottan a városi felszín és a légkör közötti fizikai folyamatok és kölcsönhatások leírására szolgál. A modell a felszínközeli energia-, áramlási és hőmérsékleti viszonyokról ad részletes, 1 km-es felbontású információkat.

Elsőként az ALADIN-Climate modell két szimulációjának eredményeit felhasználva készültek kísérletek a SURFEX-szel, melyet a projekt keretében kiegészítettünk a REMO modell eredményeit felhasználó további két szimulációval, **Budapestre és Szegedre**. Az eredmények Budapest esetén 1,7 és 3,9 °C közötti átlaghőmérséklet változást mutatnak az évszázad végére, míg Szeged esetén 1,6–3,5 °C-ot. A hőmérsékleti változók közül a minimumhőmérsékletben figyeltük meg a legnagyobb változást mindkét város esetén. Ez hatással van például a meleg éjszakák³ számának alakulására, ami Budapesten az 1971–2000-ben mért átlagosan 3 napról 15–45 nap közé emelkedhet a 2071–2100 időszakra, míg Szegeden 2 napról 17–42 napra nőhet. A 7. ábra alapján a legérintettebb területek a sűrűn beépített városrészek, különösképpen a belváros.

³ Amikor a napi minimumhőmérséklet nem csökken 20 °C alá.



7. ábra: A meleg éjszakák várható éves maximális száma [nap] Szegeden és Budapesten a 2071–2100 időszakban 4 városi modellszimuláció eredményei alapján

Az alap szimulációk mellett **érzékenységvizsgálatokat** is végeztünk a SURFEX-szel arra vonatkozóan, hogy a felszíni burkolat színének és anyagának megváltoztatása miként módosítja a hőmérsékletet Budapesten. Ehhez a modellben az utak és a tetők sugárzás-visszaverő képességét (azaz albedóját) növeltük. Az eredmények a legnagyobb hatást a nyári hónapokban és nappal mutatták a 2-méteres maximumhőmérsékletben és a felszínhőmérsékletben. Az ilyen jellegű modellkísérletek segíthetik a városi döntéshozókat abban, hogy milyen alkalmazkodási lépésekkel érhetik el a legnagyobb hatást a városi hőtöbblet mérséklésében.

Levegőminőségi hatások feltérképezése

A levegőminőséget meghatározza a szennyezőanyagok helyi és regionális eloszlása, amit pedig jelentősen befolyásolnak az időjárás és a kibocsátások térbeli mintázatai. A klímaváltozás levegőminőségi hatásainak vizsgálatához egy francia kutatók által kifejlesztett kémiai transzport modellt, a **CHIMERE**-t használtuk. Ezt a korszerű eszközt több európai országban is alkalmazzák levegőminőségi előrejelzések készítésére. A modell számítási területe a Kárpát-medence egészére kiterjed, 10 kilométeres térbeli felbontással.

Két időszakot hasonlítottunk össze: a közelmúltat (2006–2010), valamint egy jövőbeli időintervallumot (2021–2050). A múltbeli szimulációkhoz az EMEP emissziós leltár adatait használtuk, míg a jövőre vonatkozóan az ún. ECLIPSE_V6b_CLE_baseline forgatókönyvvel számoltunk, amely egy kevésbé optimista kibocsátás csökkentési pályát feltételez a jövőben a klasszikus légszennyezők tekintetében. A modell működéséhez szükséges meteorológiai adatokat az ALADIN-Climate klímamodell RCP8.5 forgatókönyvvel készített szimulációjának eredményei biztosították.

Első lépésként azt ellenőriztük, mennyire megbízható a modell. Ehhez a 2006 és 2010 közötti eredményeket vetettük össze a tényleges mérésekkel. Ez kulcsfontosságú, hiszen csak akkor érdemes a jövőre vonatkozó becslésekben bízni, ha a modell a múltat is jól leírja. Az eredmények alapján a modell jól visszaadja az általános tendenciákat, de az ózon szintjét főleg nyáron túlbecsüli, míg a PM_{10} ⁴ koncentrációt inkább alul becsüli, különösen télen.

Miután meggyőződünk arról, hogy a modell alapvetően használható, lefuttattuk a jövőre vonatkozó szimulációkat is. Az eredmények szerint **a legtöbb szennyezőanyag esetében javulás várható**, ami főként a klasszikus légszennyezők kibocsátásának feltételezett csökkentésének köszönhető. Ez biztató jel, és azt mutatja, hogy a környezetvédelmi intézkedéseknek valóban van hatása.

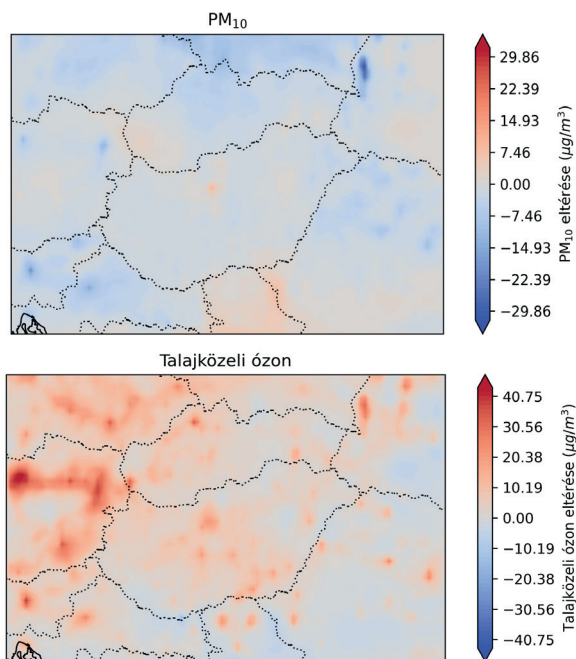
Az ózon azonban kivétel. A számítások szerint ennek a szennyezőanyagnak a **koncentrációja a jövőben növekedhet**. Ennek egyik oka, hogy a melegebb klíma felgyorsítja azokat a kémiai folyamatokat, amelyek során az ózon képződik. Emellett a megváltozó időjárási viszonyok is kedvezhetnek annak, hogy az ózon a felszín közelében feldúsuljon.

⁴ A 10 mikrométernél kisebb aerodinamikai átmérőjű szilárd vagy folyékony aeroszol részecske.

Fontos az is, hogy a **változások nem mindenhol egyformák**. Egyes területeken jelentős javulás várható, máshol viszont bizonyos szempontból romolhat a levegőminőségi helyzet.

Különösen a növényzetet érő ózonterhelésnél látszanak kedvezőtlenebb tendenciák egyes régiókban. Az eredmények térképes megjelenítése (8. ábra) segít áttekinteni a feltárt különbségeket, és könnyebb azonosítani azokat a térségeket, ahol a jövőben nagyobb figyelmet kell fordítani a levegőminőség alakulására.

Összességében elmondható, hogy bár sok szennyezőanyag esetében javulás várható a következő évtizedekben, az ózon továbbra is komoly kihívást jelenthet. A kutatás eredményei hasznos támpontot adnak a döntéshozóknak ahhoz, hogy hatékonyabb lépéseket tehessenek a tisztább levegő érdekében.



8. ábra: A PM_{10} és az ózon koncentrációjában várható változás [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] a 2021–2050 időszakra a 2006–2010 referencia időszakhoz képest

Éghajlatváltozással kapcsolatos tájékoztatás és szolgáltatások

A bemutatott fejlesztések eredményeit többféle módon tesszük hozzáférhetővé a felhasználók számára. A meteorológiai szolgálat 2022-ben nyitotta meg a KLIMADAT alkalmazást, melyet folyamatosan frissítünk a 21. század végéig szóló éghajlati információkkal. A most már többféle adatbázisban, honlapon és alkalmazáson keresztül elérhető információinkat egy éghajlati portálon gyűjtjük egybe, segítve a felhasználók eligazodását közöttük.

A KLIMADAT alkalmazás bővítése

Az alkalmazásban mérési és modellezési adatokból számított **hőmérsékleti és csapadék indikátorok** tekinthetők meg és tölthetők le. A regionális és városi információk az 1971–2100 időszakot 5-évenként léptetett 30-éves átlagokkal fedik le: a mérési adatok legfrissebb időszaka 1996–2025, míg 2001–2030 az első projekciós időszak. A klíma-modell adatok szisztematikus hibáinak kiszűrésére szolgáló statisztikai korrekcióra egy új módszert vezettünk be, melynek segítségével a napi adatokból számított éghajlati indexek eloszlása realisabb lett. Az új módszer alkalmazásával nemcsak a korábbi 22 regionális és 11 városi indikátor értékeit számítottuk úja, de két új indexszel is bővítettük a kört: az elsőfokú hóhullámos napok⁵ valamint a forró napok⁶ számával.

A **regionális és a városi információkat egységes alapra** helyeztük: mindkét esetben az ALADIN-Climate és a REMO modellekkel 2 forgatókönyv használatával elvégzett regionális modellszimulációk, illetve az ezen alapuló SURFEX városi szimulációk adják a számítások alapját. Az adatok felbontása változatlanul 10 és 1 km a két esetben, illetve Magyarországra továbbra is elérhető a vármegyei és járási lehatárolás lehetősége.

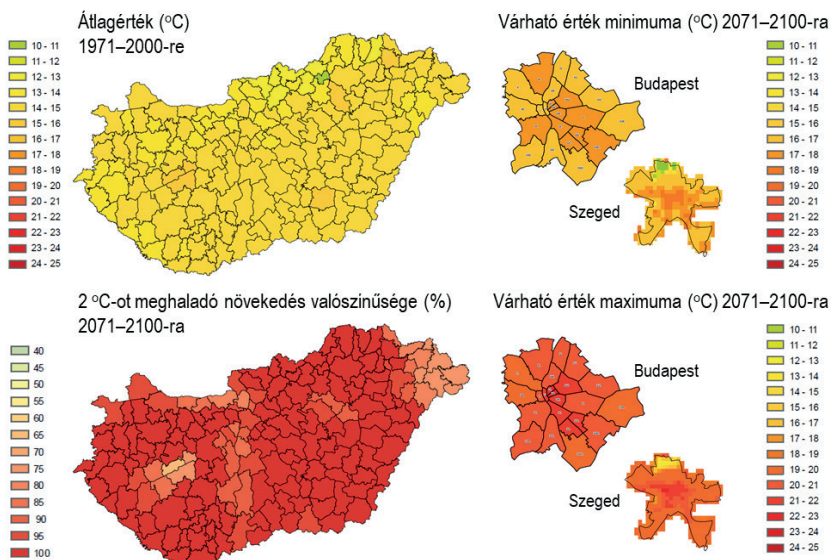
⁵ Amikor a napi átlaghőmérséklet eléri a 25 °C-ot.

⁶ Amikor a napi maximumhőmérséklet eléri a 35 °C-ot.

A városi éghajlatváltozás jellemzőiről Budapesten kívül most már **Szegedre** is lekérhetőek információk, és a következő években ezt tovább tervezzük bővíteni a 90 ezer főnél nagyobb lakosságú városokra vonatkozó eredményekkel.

Egységessé tettük a projekciók regionális és városi léptékhez tartozó megjelenítési formáit is, s mindkét esetben elérhető a valószínűségi térkép (mely adott mértékű változás valószínűségét adja meg a 4 modellszimuláció eredménye alapján; 9. ábra). Az indikátorok jövőben várható **minimum**, **maximum** és **medián** értékei mellett a felhasználók ezentúl ugyanezeket az információkat lekérhetik a **változásra** is (azt minden esetben az 1971–2000 időszak értékeihez viszonyítva) a megszokott georeferált TIFF és PDF formátumokban.

Júliusi napi minimumhőmérséklet



9. ábra: A napi minimumhőmérséklet júliusi átlagértéke [°C] a magyarországi járássokra 1971–2000-ben mérések alapján (bal fent); annak valószínűsége [%] 4 regionális modellszimuláció eredményei alapján, hogy az indikátor 2 °C-ot meghaladó mértékben növekszik 2071–2100-ra az 1971–2000 időszakhoz képest (bal lent); az indikátor 4 városi modellszimuláció eredményei alapján 2071–2100-ra várható legkisebb/legnagyobb (jobb fent/lent) júliusi értéke Budapest kerületeire és Szegedre.

Éghajlati portál kialakítása

A meteorológiai szolgálatnál elérhető éghajlati adatok, információk, szolgáltatások és szakértelem átláthatóbbá tételére egy új éghajlati portált alakítottunk ki, mely a HungaroMet megújuló portálrendszerének első eleme. A látogatók a nyitó oldalról 3 fő irányba tudnak továbbmenni:

1. **Szakmai ismertetőkkel** elégítjük ki az éghajlatváltozás hátterére kíváncsi olvasókat, és mindazokat, akik mélyebben megismernék azokat a tudományos módszereket, amelyeket az éghajlatváltozás vizsgálatára alkalmazunk.
2. Összegyűjtöttük a jelenleg hozzáférhető éghajlati és alkalmazkodási **adatbázisainkat**, így egy helyen elérhető pl. a [Meteorológiai Adattár](#), a [KLIMADAT](#), a [Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer](#). Ezentúl itt jelennek meg rendszeres éghajlati visszatekintőink is. Fontos új eleme a portálnak Magyarország digitális éghajlati atlasza, mely számos meteorológiai elemre és klímaindikátorra mutat információkat (erről részletesebb leírás a keretes szövegben található). Az atlasz kivonatolt, nyomtatható változata is helyet kapott itt.
3. Nyitottunk egy **egyedi szolgáltatásokat** kínáló oldalt, melyen a felhasználók szektoronként leválogatott éghajlati információkat érhetnek el pl. a mezőgazdaságra, turizmusra, vízgazdálkodásra, mérnöki tervezéshez. Az információk hátterét az említett digitális atlaszban szereplő indikátorok biztosítják. Az oldalon egy űrlap kitöltésével egyéni ajánlatkérések is indíthatók.

A fentiekén túl a portálon fognak helyet kapni a kapcsolódó rendezvényeinkről szóló tájékoztatások, klímaváltozással kapcsolatos hírek, tanulmányok, kiadványok és videók.

Magyarország digitális éghajlati atlasza

Az atlaszban mintegy 35 meteorológiai elemre (köztük globálsugárzásra, szélre, relatív nedvességre) és klímaindikátorra érhetőek el információk. A Magyarországra szóló térképek a legtöbb esetben öt 30-éves időszakra tekinthetők meg: 1961–1990-re, 1971–2000-re és 1991–2020-ra homogenizált, 1 km-es felbontású rácsra interpolált mérési adatok alapján, valamint 2041–2070-re és 2071–2100-ra várható változások 10 km-es felbontású regionális klímamodell-szimulációk eredményei alapján. A rácsponti értékek mellett vármegyei átlagok is lekérhetőek, és a térképes megjelenítésen túl az alapváltozókra 1901-től is rendelkezésre állnak információk: pl. az 1901 óta mért 10 legmagasabb vagy legalacsonyabb érték vagy az éves anomália értékek 1901-től 2100-ig. A megtekinthető információkra a borítón több példát is láthatunk.

A megvalósítás során született tudományos publikációk

Barna, Zs., Izsák, B., 2024: Annual and seasonal ANOVA and trend analysis of sub-daily temperature databases in Hungary. *Időjárás* 128, 2, 251–266. DOI: [10.28974/idojaras.2024.2.7](https://doi.org/10.28974/idojaras.2024.2.7)

Bihari Z., Szentes O., 2024: Megfigyelt éghajlatváltozás 30 éves klímanormálok és egy készülő éghajlati atlasz tükrében. *Légkör* 69, különszám, 12–17. DOI: [10.56474/legkor.2024.K.2](https://doi.org/10.56474/legkor.2024.K.2)

Bokros, K., Izsák, B., Bihari, Z., 2024: Analysis of daily and hourly precipitation interpolation supplemented with radar background: Insights from case studies. *Időjárás* 128, 2, 267–286. DOI: [10.28974/idojaras.2024.2.8](https://doi.org/10.28974/idojaras.2024.2.8)

Bordi S., Szépszó G., 2024: Az Atlanti-óceán áramlási rendszerében történő változások hatása az éghajlatra. *Légkör* 69, különszám, 37–42. DOI: [10.56474/legkor.2024.K.6](https://doi.org/10.56474/legkor.2024.K.6)

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. DOI: [10.1002/joc.8270](https://doi.org/10.1002/joc.8270)

Ferenczi Z., 2022: Klímaváltozás hatása a levegő minőségére. Egyetemi Meteorológiai Füzetek 34, ELTE Meteorológiai Tanszék, Budapest, 119–124. DOI: [10.31852/EMF.34.2022.119.124](https://doi.org/10.31852/EMF.34.2022.119.124)

Izsák, B., 2023: Homogenization and interpolation of relative humidity hourly values with MASH and MISH software. International Journal of Climatology, 1–15. DOI: [10.1002/joc.8205](https://doi.org/10.1002/joc.8205)

Izsák B., Szentes O., Bihari Z., Bokros K., Lakatos M., 2024: Reprezentatív meteorológiai adatok biztosítása a múlt és a jelen éghajlatának megismerésére. Légkör 69, különszám, 4–11. DOI: [10.56474/legkor.2024.K.1](https://doi.org/10.56474/legkor.2024.K.1)

Lakatos M., Bokros, K. 2024: A hűtési és fűtési időszakot jellemző éghajlati klímaindexek változása Magyarországon. Scientia et Securitas 4, 3, 121–131. DOI: [10.1556/112.2023.00162](https://doi.org/10.1556/112.2023.00162)

Szentes O., 2023: Szárazság Magyarországon 2022-ben és a múltban. Légkör 68, 9–19. DOI: [10.56474/legkor.2023.1.2](https://doi.org/10.56474/legkor.2023.1.2)

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

Szentes, O., Lakatos, M., Pongrácz, R., 2024: Precipitation conditions in Hungary from 1854 to 2022. Időjárás 128, 2, 171–193. DOI: [10.28974/idojaras.2024.2.3](https://doi.org/10.28974/idojaras.2024.2.3)

Szentes, O., Pongrácz, R., Lakatos, M., 2025: Homogenized and gridded daily surface air pressure data series in Hungary from 1901 to 2023. Időjárás 129, 3, 241–263. DOI: [10.28974/idojaras.2025.3](https://doi.org/10.28974/idojaras.2025.3)

Szépszó G., Allaga-Zsebeházi G., Bordi S., Megyeri-Korotaj O., Schuchné Bán B., Zempléni Zs., 2024: Az éghajlatváltozás hatásainak komplex vizsgálatát támogató információs rendszer fejlesztése. Légkör 69, különszám, 23–29. DOI: [10.56474/legkor.2024.K.4](https://doi.org/10.56474/legkor.2024.K.4)

További információk

Éghajlati adatszolgáltatások, feldolgozások: klimaker@met.hu

Előrejelzés és egyéb szolgáltatások:
service@met.hu

Meteorológiai Adattár:
Ingyenes, szabadon felhasználható meteorológiai információk
odp.met.hu

KLIMADAT alkalmazás:
Térinformatikai rendszerbe szervezett múltra és jövőre vonatkozó éghajlati
indikátorok
klimadat.met.hu

Mindent az éghajlatváltozásról – éghajlati portál:
Éghajlatváltozással kapcsolatos információk, adatok, szolgáltatások,
aktualitások gyűjteménye
eghajlat.met.hu



A kiadványban bemutatott kutatások és fejlesztések az

Éghajlatváltozás Multidiszciplináris Nemzeti Laboratórium

támogatásával készültek

Azonosító: RRF-2.3.1-21-2022-00014

Időtartam: 2022. március 1. – 2026. február 28.

Konzorcium:

Konzorciumvezető: Pannon Egyetem

Konzorciumi tagok: Balatoni Limnológiai Kutatóintézet,
Eötvös Loránd Tudományegyetem, HungaroMet Nonprofit Zrt., Miskolci
Egyetem, Ökológiai Kutatóközpont, Semmelweis Egyetem

A szerződött támogatás összege: 3 571 000 000 Ft

A HungaroMet feladatainak támogatása: 570 200 000 Ft

Támogatás mértéke: 100%

Projekt szakmai vezetője: dr. Gelencsér András

HungaroMet szakértők:

Dr. Szépszó Gabriella szakmai vezető

Konkolyné Bihari Zita, Fejes Edina, alprojektvezetők

Buránszkiné dr. Sallai Márta, projektmenedzser

Honlap: www.met.hu/EMNL