



# Az éghajlatváltozás magyarországi hatásainak feltérképezése regionális klímamodell-szimulációk elvégzésével és reprezentatív adatbázis fejlesztésével

© 2022 Országos Meteorológiai Szolgálat

Kiadja az Országos Meteorológiai Szolgálat  
1024 Budapest, Kitaibel Pál utca 1.

Szerzők: Allaga-Zsebeházi Gabriella, Bán Beatrix, Kovácsné Izsák Beatrix, Szépszó Gabriella

Elérhetőségek: [klimadinamika@met.hu](mailto:klimadinamika@met.hu), [eghajlat@met.hu](mailto:eghajlat@met.hu)

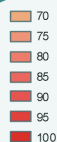
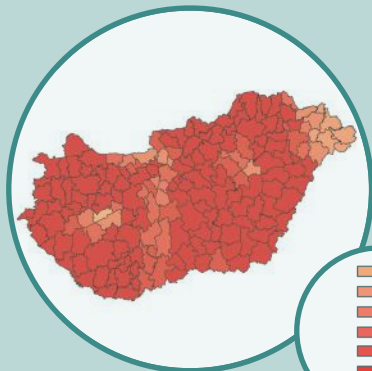
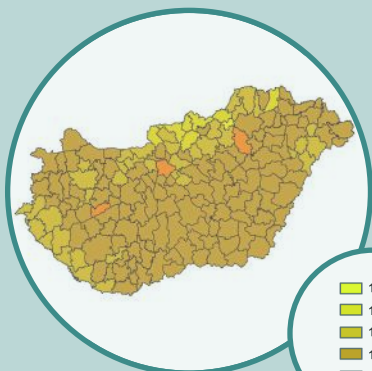
Honlap: <https://klimadat.met.hu>, <https://www.met.hu/klimadat>

Grafika: Suga Réka

**A KlimAdat (KEHOP-1.1.0-15-2015-00001) projektben elvégzett munkát a Kohéziós Alap Környezeti és Energiahatékonysági Operatív Programja támogatta.**

*A borítón és a belső címlapon levő ábra:*

*Bal felső panel: a napi minimumhőmérséklet júliusi átlagértéke (°C) a magyarországi járásokra 1971–2000-ben mérések alapján; jobb felső panel: annak valószínűsége (%) 4 regionális klímamodell-szimuláció eredményei alapján, hogy a napi minimumhőmérséklet júliusban 2 °C-ot meghaladó mértékben növekszik 2071–2100-ra az 1971–2000 időszakhoz képest; alsó bal/jobbs panel: a napi minimumhőmérséklet 2 városi modellszimuláció eredményei alapján 2071–2100-ra várható legkisebb/legnagyobb júliusi értéke (°C) Budapest kerületeire.*



**Az éghajlatváltozás magyarországi hatásainak feltérképezése regionális klímamodell-szimulációk elvégzésével és reprezentatív adatbázis fejlesztésével**



**A KlimAdat projekt eredményei**

## Vezetői összefoglaló

Az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás több forrásból igényel információt a megfigyelt és várható változás meteorológiai vonatkozásairól. Ezeket célszerű olyan rendszerbe szervezni, amely az alkalmazkodás különböző szereplői számára hozzáférhető és értelmezhető. A Meteorológiai Világszervezet iránymutatása szerint ehhez elengedhetetlen, hogy az éghajlati információk szolgáltatói és felhasználói között szoros és folyamatos együttműködés legyen, s a felhasználói igényeket már az információs rendszer tervezésekor figyelembe vegyék. A KlimAdat projekt keretében a fenti szempontok szerint kifejlesztett adatbázist és alkalmazást hoztunk létre, amelyek alapját az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) hiteles mérései és Magyarországra vonatkozó klímamodellszimulációi alkotják.

Magyarország jelenlegi klímájának leírásához, a modellszimulációk eredményeinek validációjához **rácsra interpolált mérési információk** szükségesek. A korábbi években az 1961–2010 időszakra előállított adatbázis 10 km-es felbontásban tartalmazott napi adatsorokat a legfontosabb meteorológiai elemekre. Ezt a lehető legtöbb mérés felhasználásával frissítettük a 2010 utáni adatokkal, előállítottunk egy 6-órás időbeli felbontású, hőmérséklet és csapadék adatokat tartalmazó adatsort.

Megújítottuk az OMSZ **regionális klímamodellszimuláció-együttesét**. Az ALADIN és a REMO regionális klímamodellekkel szimulációkat készítettünk egy Közép- és Kelet-Európát 10 km-es felbontással lefedő tartományon, két (egy közepes és egy magas kibocsátást feltételező) antropogén forgatókönyv alkalmazásával. Az ALADIN eredményeit felhasználva a **SURFEX felszíni modellel** az éghajlatváltozás városi határait vizsgáltuk.

A fejlesztéseket **informatikai beruházások** támogatták. A modellszimulációk elvégzését egy nagyteljesítményű szuperszámítógép beszerzése, valamint az adattároló rendszer bővítése tette lehetővé. A **KLIMADAT térinformatikai rendszer** kifejlesztésére külső vállalkozó bevonásával, illetve adatbázis szerver és szoftverek vásárlásával került sor.

A projekt eredményeként előálló meteorológiai információkat az éghajlatváltozással kapcsolatos hatásvizsgálatok, tervezés és döntéshozatal céljára ajánljuk ki. Annak érdekében, hogy a KLIMADAT térinformatikai alkalmazás kielégítse a hatásvizsgálói igényeket, **konzultációs workshopok** keretében egyeztettünk a felhasználókkal. A klímamodell-eredmények értelmezéséről, felhasználásuk módjáról és korlátairól **kiadványban** adtunk útmutatást.

## 1. Előzmények, fejlesztési célok

Magyarország jelenlegi klímájának leírásához és a modellszimulációk eredményeinek validációjához **rácsra interpolált mérési információk** szükségesek. Az OMSZ a korábbi években a CARPAT-CLIM<sup>1</sup> és a NATÉR<sup>2</sup> programok keretében előállított egy részletes rácsponti adatbázist, mely az 1961–2010 időszakot ölelte fel, 10 km-es (0,1-fokos) felbontásban tartalmazott napi adatsoportokat a legfontosabb meteorológiai elemekre. Az éghajlatváltozás folyamatos nyomon követésére ezt az adatbázist fejleszteni kellett: egyrészt napjainkig kiterjeszteni, másrészt a klímamodellek fejlődésével felmerült az igény a hőmérséklet és csapadék napon belüli jellemzőinek vizsgálatára.

Az OMSZ-ban a jövőben várható éghajlatváltozás vizsgálatára két **regionális éghajlati modellt** alkalmazunk, az ALADIN-Climate és REMO modelleket, melyek eredményei az elmúlt másfél évtizedben számos hazai és nemzetközi együttműködés keretében szolgálták éghajlati hatásvizsgálathoz kiindulásul. A modelleket kezdetben egy Kárpát-medencét lefedő tartományon 10-25 km-es horizontális felbontáson használtuk, az emberi tevékenység leírására az IPCC 3. és 4. jelentésében alkalmazott SRES ki-

bocsátási forgatókönyv-család közepes kibocsátási ütemet feltételező tagjának alkalmazásával. A két szimulációból álló modellegyüttes több szempontból fejlesztésre szorult. Egyrészt a Kárpát-medencét lefedő tartományon készült eredmények nem szolgálhattak kiindulásul például a Duna vízgyűjtő területére vonatkozó hatásvizsgálatokhoz, valamint a részletes hatásvizsgálatokhoz térben is részletes éghajlati információk szükségesek. Másrészt a hosszútávú alkalmazkodási stratégia kialakításához nem elegendő egyetlen forgatókönyvre alapozni.

A projektben az alábbi célokat tűztük ki (1. ábra):

- A **rácsponti megfigyelési adatbázis** kiegészítése a 2010 utáni időszakra és a megfigyelési adatbázisban a napi bontású adatok 6 óránkénti finomítása.
- **Projekciók** készítése az ALADIN-Climate és REMO regionális modellek újabb változataival, két kibocsátási forgatókönyv figyelembevételével, a Duna vízgyűjtő területét 10 km-es felbontással lefedő tartományon.

<sup>1</sup>Climate of the Carpathian Region; 2010–2012, [www.carpatclim-eu.org](http://www.carpatclim-eu.org)

<sup>2</sup>EEA-C11-1, Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer kialakítása; 2013–2016, <https://nater.mbfisz.gov.hu/>

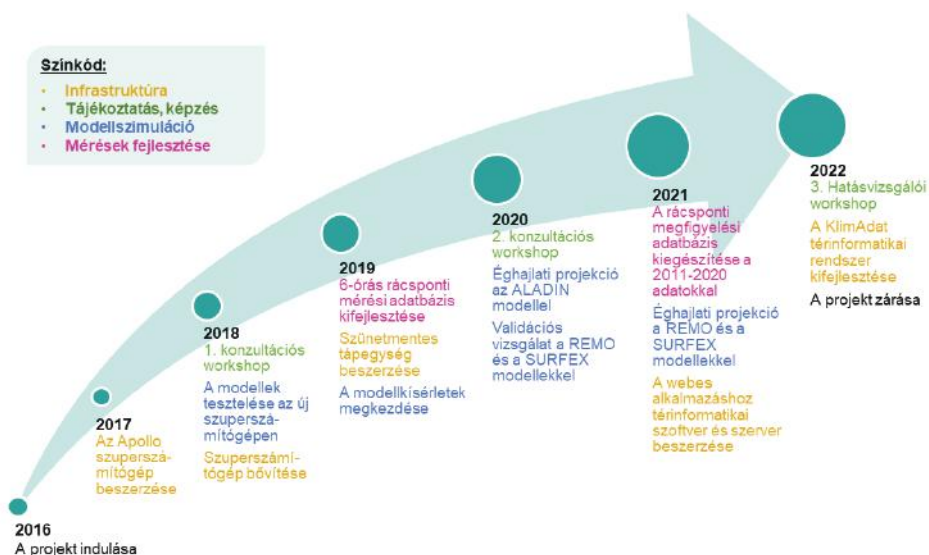
■ **Városi éghajlati modellszimulációk** készítése a SURFEX felszíni modellel 1 km-es térbeli felbontással az éghajlatváltozás nagyvárosokra gyakorolt hatásainak vizsgálatára.

■ A **modelleredmények átfogó kiértékelése**, módszertan kidolgozása a modelleredmények **utófeldolgozására**: a származtatott, döntést és tervezést segítő indikátorok kialakítására, a szimulációs bizonytalanságok hatásvizsgálatokban való figyelembevételére.

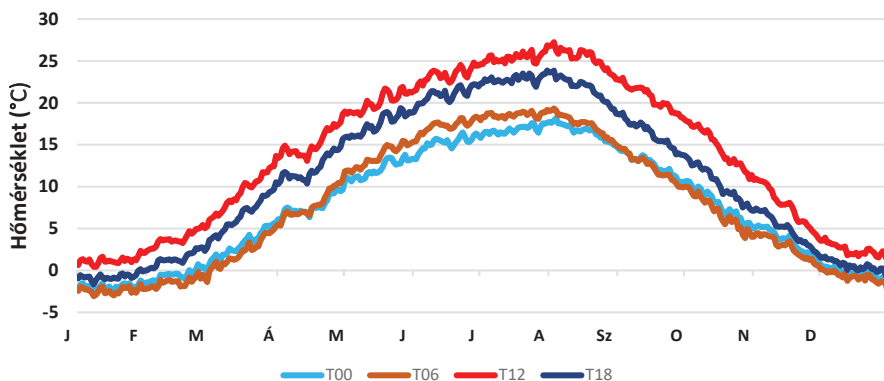
■ **Webes elérhetőségű térinformatikai rendszer** kialakítása.

■ A felhasználói igények megismerése és a **felhasználók képzése, tájékoztatása** a modelleredmények alkalmazásával kapcsolatban.

■ A fenti célok megvalósításához szükséges **számítástechnikai infrastruktúra** fejlesztése.



1. ábra. A projektben megvalósított főbb tevékenységek az egyes években.



2. ábra. Hőmérséklet óraértékek átlaga napi bontásban a teljes időszakra és a teljes területre (1971–2020).

## 2. Eredmények

### 2.1. A megfigyelési adatbázissal kapcsolatos módszertani fejlesztések

Az éghajlatváltozás folyamatos nyomon követésére illetve a hőmérséklet és csapadék napon belüli jellemzőinek vizsgálatára módszertani fejlesztéseket hajtottunk végre. A **napon belüli jellemzők vizsgálatához** a napi rácsponti 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 és MISH szoftverek továbbfejlesztésével** 6 óránkénti (0, 6, 12, 18 UTC időpontbeli) rácsponti megfigyelési adatbázist állítottunk elő a Magyarországot 1233 rácsponttal lefedő terü-

letre, a hőmérséklet (2. ábra) esetén az 1970–2020, a csapadék esetén az 1997–2020 időszakon.

A **hatóránkénti hőmérséklet** adatsorok igen inhomogének, másrészt inhomogenitásaik nem azonosak a napi sorokéval, azaz az inhomogenitásoknál nem tekinthetünk el a napi menettől. Az interpolálás módszertani fejlesztése során a napi értékekre vonatkozó térbeli trendértékeket módosítottuk a napi és óraértékek közötti regressziós együtthatók segítségével (Szentimrey, 2019).

A **hatóránkénti csapadékösszeg** adatsorok a rövidebb időszak miatt kevésbé inhomogének, így az óras adatso-

rokra egy enyhe homogenizálást hajtottunk végre, s napi menet híján a napi összegre vonatkozó eljárást alkalmaztuk az óraérték adatsorok interpolálására.

A fejlesztések eredményeként a projekt végére létrejött a **HuClim megfigyelési adatbázis** (Izsák et al., 2022). A HuClim elkészítéséhez a lehető legtöbb és legrészletesebb állomási adatsort felhasználtuk, ezáltal Magyarország éghajlatáról mind a modellek validációjához, mind a múltbeli éghajlatváltozás nyomon követésére a legpontosabb adatbázisnak tekinthető.

## 2.2. Regionális klímamodellezés

A jövőben várható hazai éghajlatváltozás vizsgálatára az **ALADIN-Climate** és a **REMO regionális éghajlati modellekkel** egy Közép- és Kelet-Európát lefedő tartományra, 10 km-es horizontális rácsfelbontással készítettünk szimulációkat.

Frissítettük a REMO változatát a 2015-ös verzióra, és a további kísérletek tartományának kijelölésére **érzékenységvizsgálatot** végeztünk (Suga et al.,

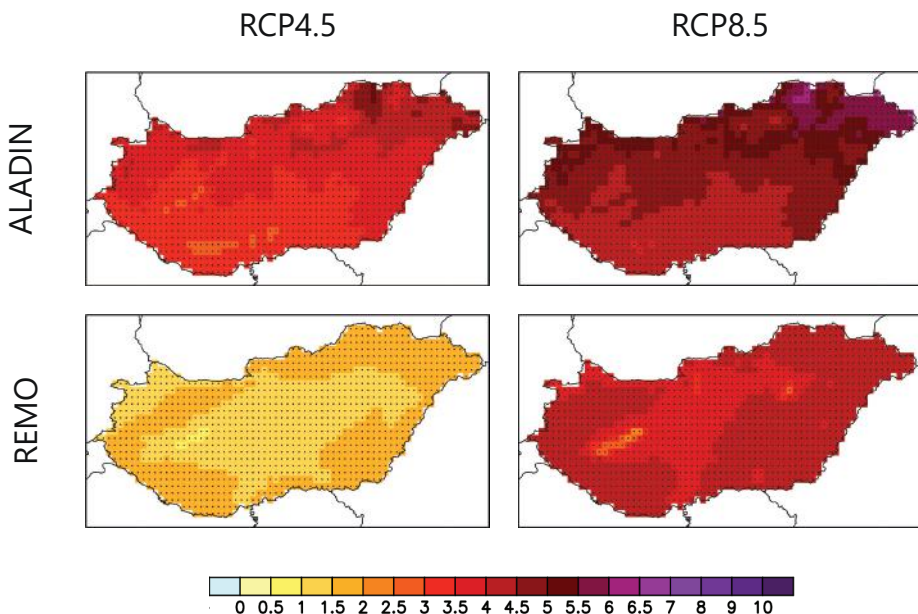
2020). Ezt követően a **validáció** során a modell eredményeit összehasonlítottuk a homogenizált és 0,1-fokos rácsra interpolált CarpatClim-HU megfigyelési adatbázissal az 1981–2000 időszakon, s azt vizsgáltuk, hogy a modell milyen pontossággal képes reprodukálni az időszak éghajlati jellemzőit. A REMO-2015 validációs eredményeit összevetettük az ALADIN-Climate 5.2-es verziójának validációs eredményeivel (Bán et al., 2021).

A jövőre vonatkozó éghajlati szimulációk készítéséhez a természetes éghajlatalakító folyamatok mellett figyelembe kell venni az emberi tevékenység hatását is, melyet üvegházhatású gázok és aeroszol részecskék koncentrációjának különböző, jövőbeli lehetséges menetét leíró forgatókönyvek (ún. szcenáriók) segítségével teszünk meg. A projekt keretében három **éghajlati projekciót** készítettünk a két regionális modellel és két, a sugárzási kényszer megváltozásán alapuló RCP forgatókönyvvel: a REMO modellel a közepes és a magas kibocsátást feltételező RCP4.5 és RCP8.5 szcenáriókkal, az ALADIN-

1. táblázat. Az ALADIN és REMO modellekkel elvégzett kísérletek jellemzői.

Modell	Határfeltétel	Felbontás	Időszak	Forgatókönyv
ALADIN	CNRM-CM5	10 km	1951–2100	RCP4.5
ALADIN	CNRM-CM5	10 km	1951–2100	RCP8.5
REMO	MPI-ESM-LR	10 km	1951–2100	RCP4.5
REMO	MPI-ESM-LR	10 km	1951–2100	RCP8.5





3. ábra. Magyarországi téli átlaghőmérséklet-változás (°C) 2071–2100-ra a négy modellszimuláció alapján. Referencia-időszak: 1971–2000.

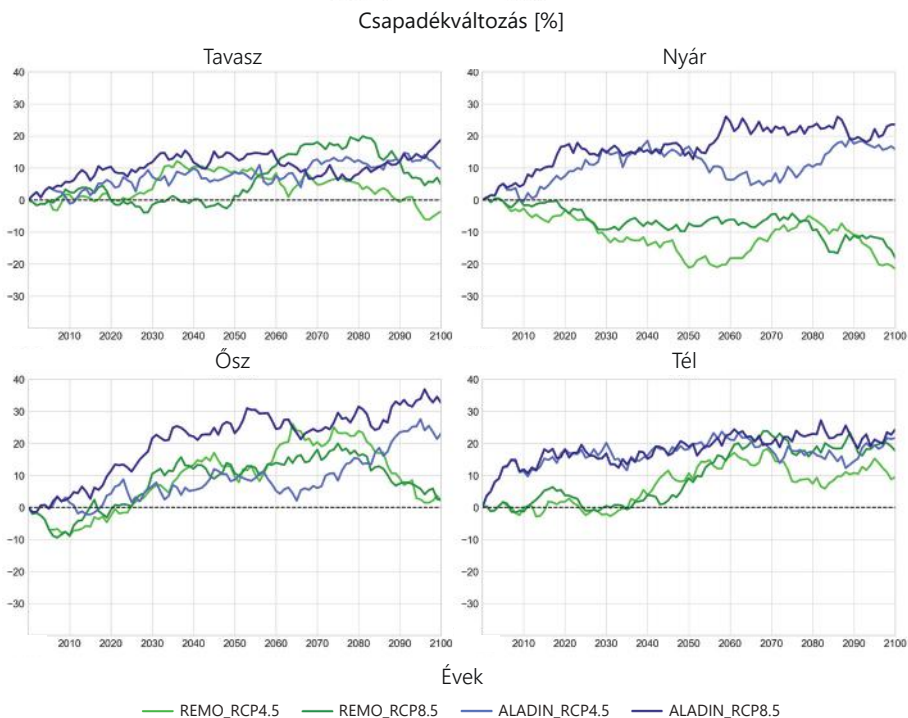
Climate modell RCP8.5 forgatókönyvvel készített szimulációját pedig kiegészítettük az RCP4.5 forgatókönyvvel. A négy szimuláció (1. táblázat) egyaránt megjeleníti a forgatókönyv- és a modellválasztásból eredő bizonytalanságot. Az eredményeket 2021–2050-re és 2071–2100-ra értékeltük ki, s a jövőben várható változásokat az 1971–2000 időszak jellemzőihez viszonyítottuk (Megyeri-Korotaj et al., 2022).

Az eredmények alapján Magyarországon 2021–2050-ben 2 °C alatti **átlaghőmérséklet-emelkedés** várható, mely

az ország egészére szignifikáns (azaz a változás meghaladja a természetes változékonyság mértékét). Az évszázad végére országos átlagban 1,6 és 4 °C közötti emelkedésre számíthatunk, s ekkor már egyértelműen megmutatkozik a különböző forgatókönyvek hatása: minden évszakban a nagyobb emelkedést az RCP8.5 forgatókönyvvel készített kísérletek adják. A **legnagyobb változások nyárra és télre várhatók**, télen a területi különbség is számottevő: két modellszimuláció Észak-Magyarország felett

mutat jelentősebb mértékű (az évszázad végére 4-5 °C-os) melegedést, míg két szimuláció az ország nyugati és keleti szélén is nagyobb változást jelez (3. ábra). A fagyos napok (napi minimumhőmérséklet 0 °C alatti) száma az évszázad végére jelentős, országos átlagban akár 78 %-os csökkenést is elérhet, míg a hőségnapok (napi maximumhőmérséklet eléri a 30 °C-ot) előfordulása 6-27 nappal is megemelkedhet.

A projekciók tavasszal, ősszel és télen a magyarországi **csapadék** növekedését valószínűsítik. Ezzel szemben nyáron már a század elejétől kezdve két modellszimuláció növekedést, kettő pedig csökkenést vetít előre, melynek mértéke a század végére országos átlagban 20% körüli (4. ábra). A csapadékos napok száma (amikor a napi csapadékösszeg eléri az 1 mm-t) 2021–2050-ben a nyár kivételével minden évszakban növekszik, míg nyáron nem egyértelmű a változás irá-



4. ábra. A magyarországi átlagos évszakos csapadékösszeg változásának (%) 30-éves mozgóátlaga a négy modellszimuláció alapján. Referencia-időszak: 1971–2000.

nya. A század végére a nyári bizonytalanság ellenére a száraz időszakok (amikor a napi csapadékösszeg tartósan 1 mm alatti) inkább 3-4 nappal hosszabbá, a 10 mm-t meghaladó napi csapadékösszegű események gyakoribbá válhatnak. Mindez a csapadék **egyenetlenebb éven belüli eloszlását** vetíti előre.

### 2.3 Városi klímamodellezés

Az ALADIN regionális éghajlati modell eredményeit **Budapestre** az 1 km-es felbontású **SURFEX felszíni modellel** finomítottuk az éghajlatváltozás városi hatásainak feltérképezéséhez (2. táblázat). Hasonlóan a regionális éghajlati modellezés folyamatához, a jövőre vonatkozó városi éghajlatváltozási kísérleteket is megelőzte egy **validáció**, amely során felmértük a regionális modell és a felszíni modell együttes hibáit (Zsebeházi, 2020; Zsebeházi és Szépszó, 2020; Zsebeházi és Mahó, 2021). Ezt követően az ALADIN projekciós eredményeit felhasználva két jövőre vonatkozó kísérletet hajtottunk végre

Budapestre az RCP4.5 és RCP8.5 forgatókönyvek alapján (Allaga-Zsebeházi, 2021a,b). A városi éghajlati projekciók tehát a **forgatókönyvek eltéréseiből** származó bizonytalanságokat jelenítik meg. A szimulációs időszak az 1961–2100 időszakot ölelte fel, s a modelleredményeket az 1971–2000 időszak átlagához viszonyítottuk.

A város felett az **átlaghőmérséklet** az egyes évszakok közül **télen emelkedik a leginkább** (2021–2050-ben 1,6-1,9 °C-kal; 2071–2100-ban 3,2-4,3 °C-kal), míg az átmeneti évszakokban a hőmérsékletváltozás gyengébb. A városi beépített és városkörnyéki természetes területek feletti változás csak az évszázad végén, tavasszal és nyáron tér el számottevően: az extrém magas hőmérsékleti értékek felszínborítástól függetlenül növekednek és a beépített területek továbbra is melegebbek lesznek környezetüknél, ugyanakkor a környező vidéki területek fél fokkal nagyobb mértékben melegszenek a városi területekhez képest.

Ennek köszönhetően elsősorban ezekben az évszakokban **az éjszakai hő-**

2. táblázat. A SURFEX felszíni modellel elvégzett kísérletek jellemzői.

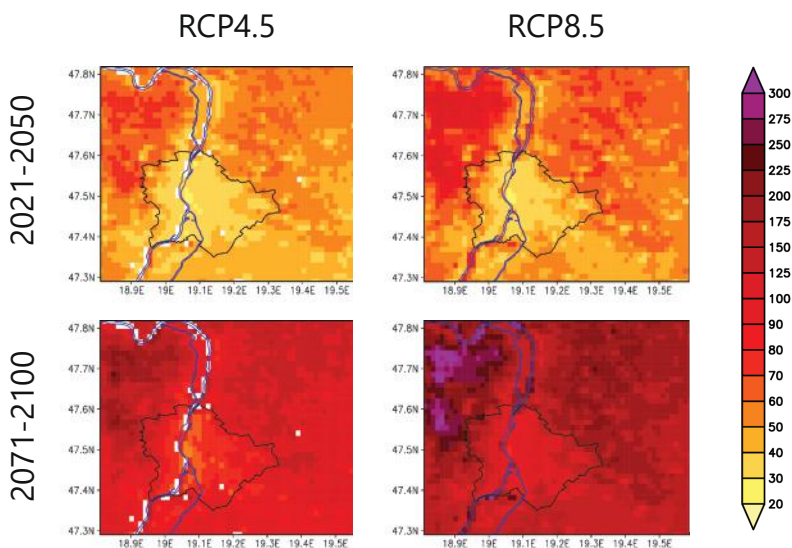
Városi modell	Légköri kénszerek	Horizontális felbontás	Időszak	Forgatókönyv
SURFEX/TEB	ALADIN	1 km	1971–2100	RCP4.5
SURFEX/TEB	ALADIN	1 km	1971–2100	RCP8.5

**sziget-intenzitás** (a beépített és természetes területek közötti hőmérséklet különbség) **gyengülhet**.

A 25 °C-ot elérő napi átlaghőmérsékletű hóhullámos napok száma 2021–2050-ben a város felett 39-43%-kal növekedhet (5. ábra), míg a 0 °C alatti napi minimumhőmérsékletű fagyos napok a jövőben ritkábban fognak előfordulni és a belvárosi területeken fokozottabb csökkenés jelentkezhet a környező természetes területekhez képest. A -10 °C-nál hidegebb minimumhőmérsékletű napok az évszázad végére szinte eltűnhetnek Budapesten.

## 2.4. A KLIMADAT alkalmazás

A projekt keretében fejlesztett mérési és modellezési adatokból számított éghajlati indikátorok lekérdezhetők, megjeleníthetők és letölthetők a <https://klimadat.met.hu> címen elérhető KLIMADAT alkalmazáson keresztül. Az alkalmazásban regionális és városi információk érhetőek el térképesen, továbbá kiegészítő jelleggel grafikonos formában. Jelenleg 22 regionális és 11 városi hőmérsékleti és csapadék indikátor áll rendelkezésre. Mindegyikre lehetséges



5. ábra. A hóhullámos napok (amikor a napi átlaghőmérséklet 25 °C feletti) számának relatív változása (%) 2021–2050-ben és 2071–2100-ban az RCP4.5 és RCP8.5 forgatókönyvekkel készített SURFEX szimulációk alapján. Referencia-időszak: 1971–2000.

az éves átlagértékek megjelenítése, a csapadékkal kapcsolatos változókra az évszakos jellemzők is elérhetők, s néhány esetben a havi átlagokat is megtekinthetjük. Az éghajlati vizsgálatoknál több évtizedet jellemzünk, így az alkalmazás segítségével 30-éves időszakokat tudunk kiválasztani, s azokat 10 évenként tudjuk léptetni.

Az **adatok forrása** eltérő attól függően, melyik időszakot vizsgáljuk. Az 1971–2000, 1981–2010 és 1991–2020 időszakokra **mérési információk** állnak rendelkezésre. A magyarországi térképen megjelenő adatok állomási mérések homogenizációjával és egy 0,1-fokos felbontású horizontális rácsra való interpolációjával álltak elő; míg a városi térképek a 0,1-fokos felbontású mérések és a 0,01-fokos felbontású városi klímaszimuláció által jelzett hősziget-intenzitás kombinálásával készültek. A 2001–2030-tól 2071–2100-ig terjedő időszakokra négy regionális klímamodel-szimuláció illetve két városi modell-kísérlet eredményein alapuló információk jeleníthetők meg (1. és 2. táblázat). A jövőbeli éghajlat jellemzésénél kiemelt fontosságú a **projekciók bizonytalanságának számszerűsítése**, amit speciális megjelenítési formák támogatnak. A **kvantilis típusú megjelenítéssel** az adatbázisban lévő modellszimulációk eredményei alapján az adott változó várható értékének minimumát, maximumát vagy mediánját tudjuk megte-

kinteni. A regionális eredményekre elérhető **valószínűségi térképek** arról adnak információt, mennyi a valószínűsége az adatbázisban elérhető klímamodel-szimulációk eredményei alapján, hogy az adott indikátor jövőbeli megváltozása meghalad egy küszöbértéket. (A címlapon szereplő ábra a napi minimum-hőmérséklet júliusi jellemzőire mutat be néhány eredményt.)

Az adatok többféle **területi lehatárolásban** jeleníthetők meg. A rácspontról értékeket mutató magyarországi nézet mellett lehetőség van a regionális információk megyei és járási átlagok formájában való megtekintésére. A városi klíma nézetben jelenleg Budapestre érhetőek el adatok: megjeleníthetjük a teljes városra vonatkozó rácspontról információkat vagy a kerületekre kiszámított átlagértékeket. A térképek és az azokon szereplő adatok PDF és georeferált TIFF formátumban elmenthetők.

### 3. A felhasználók képzése, tájékoztatás

A projekt előrehaladásáról három konzultációs workshop keretében számoltunk be partnereinknek, a korábbi években kialakított és folyamatosan bővített partneri hálózatra alapozva. A rendezvényeken emellett képzést adtunk az



*Az első hatásvizsgálói konzultációs workshopon készült fotó.*

előálló eredmények felhasználási módjáról és azok korlátairól, valamint felmértük a KLIMADAT éghajlati adatbázissal és megjelenítő rendszerrel kapcsolatos igényeket.

Az **első workshopot** 2018. december 7-én rendeztük meg az OMSZ Székházában. Részletesen bemutattuk a projekt szakmai célkitűzéseit, valamint néhány partnerünk tapasztalatait osztott meg arról, hogyan építik be az éghajlati modelleredményeiket a hatásvizsgálataikba, milyen kihívásokkal néznek szembe és milyen együttműködési lehetőségeket látnak. Kisebb csoportokban irányított kérdések mentén vitattuk meg a felhasználók legfontosabb igényeit a készülő éghajlati adatbázissal kapcsolatban.

A **második workshopra** 2020. február 14-én került sor, ahol a projekt eredményeinek ismertetése mellett meghívott előadók adtak átfogó képet a Copernicus Climate Change Service (C3S) európai éghajlatsszolgáltatási programról, valamint a klímamodell-

eredményekre alkalmazott hibakorrekció hatásáról ökoszisztéma-modellezés során. Az előadásokat követő interaktív szekció során a NATÉR és C3S Climate Data Store éghajlati adatbázisokat vizsgáltuk meg abból a szempontból, hogy egy-egy elképzelt hatásvizsgálói, illetve tervezői, döntéshozói feladatot a felhasználók hogyan tudnak megoldani a segítségükkel. Ennek során a résztvevők többek között értékelték az adatbázisok tartalmát, hiányosságait és használhatóságát.

A **harmadik felhasználói konzultációs workshopot** 2022. február 28-án rendeztük meg a koronavírus-járványra való tekintettel online módon. A szakmai tájékoztatás mellett a rendezvény célja a KLIMADAT adatbázis lekérdező és megjelenítő felületének bemutatása és tesztelése volt. Néhány tipikus példán keresztül a résztvevők kipróbálhatták az alkalmazást, s tapasztalataikról a workshopon, illetve az azt követő hetekben is adhattak visszajelzést.



*A második hatásvizsgálói konzultációs workshopon készült fotó.*

A rendezvények mellett egy kiadványban mutattuk be az éghajlati szolgáltatások során az OMSZ-ban alkalmazott módszertant. A modellezett éghajlati adatok ma egyre szélesebb körben szabadon hozzáférhetők, azonban az információk helyes alkalmazása és értelmezése megfelelő ismereteket igényel.

A „Kisokos a klímamodell-eredmények gyakorlati felhasználására” című kiadvány két jellemző (a hatásvizsgálati modellező és a tervező) felhasználói csoport egy-egy tipikus igényét követve tekinti át az éghajlati modelledmények hatásvizsgálatokba és tervezésbe való beépítésénél felmerülő kérdéseket.



A kiadvány linkje:  
<https://tinyurl.com/2xessby7>



## 4. Informatikai fejlesztések

A nagy számításigényű éghajlati modell-szimulációk reális időn belüli elkészítéséhez szükség volt az OMSZ klímamodell-vezérlési célokra használt **szuperszámítógépének** megújítására, valamint az **adattároló rendszer** és a hozzá kapcsolódó infrastruktúra bővítésére és fejlesztésére. Korábban egy Lenovo Flex System x240 M5 típusú szerveren futtattuk a modelleket, amelynek teljesítménye 2,5 TFLOPS (azaz másodpercenként  $2,5 \times 10^{12}$

lebegőpontos számítást tudott elvégezni). A projekt keretében ezt a szervert egy HPE Apollo 6000 típusú szuperszámítógépre cseréltük, amely közel 6-szor gyorsabb az előzőnél. A szuperszámítógépen a REMO klímamoddellel egy 150-éves éghajlati projekció futtatása kb. 3 hónap gépidőt igényel. A teljes kísérlet az eredmények folyamatos utófeldolgozása és mentése miatt ennél kb. 3-szor hosszabb ideig tartott.

A klímaszimulációkra használt Apollo szuperszámítógép és paraméterei:

- Teljesítmény: 14,1 TFLOPS
- Node-ok száma: 10
- Processzorok száma / node: 40
- Memória / node: 128 GB RAM



A KLIMADAT alkalmazás kifejlesztéséhez **térinformatikai szoftvereket** és egy dedikáltan az alkalmazás futtatására használt **szervert** szereztünk be. Az alkalmazás ArcGIS szoftvereken alapszik,

amihez ArcGIS Enterprise Workgroup Standard, ArcGIS Image Server Workgroup és két ArcGIS Desktop licenceket vásároltunk. Az alkalmazás kifejlesztését a GDİ Magyarország Kft. végezte.

### 5. A projekt képviselete hazai és nemzetközi rendezvényeken

A projekt céljait és eredményeit az alábbi rendezvényeken mutattuk be:

■ 2018-ban az Európai Meteorológiai Társaság (EMS) éves rendezvényén, Budapesten.

■ 2018-ban a „Klímaváltozás és alkalmazkodás” címmel megrendezett 44. Meteorológiai Tudományos Napokon, Budapesten.

■ 2020-ban az EGU online megrendezett éves konferenciáján.

■ 2020-ban a Euro-CORDEX éves találkozóján, Hamburgban (Németországban).

■ 2021-ben a „Globális éghajlati trendek, hazai kutatási kihívások” címmel megrendezett 47. Meteorológiai Tudományos Napon, Budapesten.



## 6. Publikációk és projektbeszámolók

### Publikációk

Allaga-Zsebeházi, G., 2021a: Future temperature and urban heat island changes in Budapest: a comparative study based on the HMS-ALADIN and SURFEX models. *Időjárás*, 125 (4), 675–692.  
doi: 10.28974/idojaras.2021.4.7.

Bán, B., Szépszó, G., Allaga-Zsebeházi, G., Somot, S., 2021: ALADIN-Climate at the Hungarian Meteorological Service: from the beginnings to the present day's results. *Időjárás*, 125 (4), 647–673.  
doi: 10.28974/idojaras.2021.4.6.

Izsák B., Bihari Z., Szentes O., 2021: Éghajlatváltozás: Homogenizált vagy nyers adatsorokat vizsgáljak? *Légkör*, 66 (3), 11–15.

Izsák, B., Szentimrey, T., Lakatos, M., Pongrácz, R., Szentes, O., 2022: Creation of a representative climatological database for Hungary from 1870 to 2020. *Időjárás*, 126 (1), 1–26.  
doi: 10.28974/idojaras.2022.1.1.

Suga, R., Megyeri-Korotaj, O. A., Allaga-Zsebeházi, G., 2021: Sensitivity study of the REMO regional climate model to domain size. *Advances in Sciences and Research*, 18, 157–167.  
doi: 10.5194/asr-18-157-2021.

Zsebeházi, G., Mahó, S. I., 2021: Assessment of the urban impact on surface and screen-level temperature in the ALADIN-Climate driven SURFEX land surface model for Budapest. *Atmosphere*, 12, 709.  
doi: 10.3390/atmos12060709.

Zsebeházi, G., Szépszó, G., 2020: Modeling the urban climate of Budapest using the SURFEX land surface model driven by the ALADIN-Climate regional climate model results. *Időjárás*, 124 (2), 191–207.  
doi: 10.28974/idojaras.2020.2.3.

### Beszámolók

Allaga-Zsebeházi G., 2021b: Az RCP4.5 és RCP8.5 forgatókönyvekkel készített SURFEX városi éghajlatváltozási kísérleteinek közös kiértékelése.

Bán B., Suga R., Megyeri-Korotaj O. A., 2021: Az ALADIN5.2 és a REMO2015 regionális klímamodellek múltbeli időszakra vonatkozó eredményeinek validációja.

Megyeri-Korotaj O. A., Bán B., Suga R., 2022: A REMO2015 és az ALADIN5.2 regionális klímamodellek projekciós eredményeinek közös kiértékelése.

Suga R., Megyeri O. A., Zsebeházi G., 2020: A REMO2015 regionális klímamodell integrálási tartományának megválasztására vonatkozó érzékenységi vizsgálat.

Szentimrey T., 2019: Rácsponi adatbázis hatórási adatokra.

Zsebeházi G., 2020: Az ALADIN-Climate-tal meghajtott SURFEX modellkísérletek eredményeinek validációja.

## Meteorológiai tájékoztatás

Éghajlati hatástanulmányok: eghajlat@met.hu, klimadinamika@met.hu

Éghajlati adatszolgáltatások, feldolgozások: klimaker@met.hu

Előrejelzés és egyéb szolgáltatások: service@met.hu

## Központi elérhetőségek

### Országos Meteorológiai Szolgálat

1024 Budapest, Kitaibel Pál utca 1.

Tel.: (1) 346-4600

Fax: (1) 346-4669

e-mail: omsz@met.hu

### Marczell György Főobszervatórium

1181 Budapest, Gillice tér 39.

Tel.: (1) 346-4600

### Levegőtisztaság-védelmi Referencia Központ

1181 Budapest, Gillice tér 39.

Tel.: (1) 346-4600

### Siófoki Viharjelző Obszervatórium

8600 Siófok, Vitorlás utca 17.

Tel.: (84) 310-466

e-mail: siofok@met.hu

<https://met.hu>

<https://klimadat.met.hu>

<https://legszenyezettseg.met.hu>

<https://aviation.met.hu>

<https://odp.met.hu>



ORSZÁGOS  
METEOROLÓGIAI  
SZOLGÁLAT

