

# **49. METEOROLÓGIAI TUDOMÁNYOS NAPOK**

**2023. NOVEMBER 16-17.**

**Multidiszciplináris válaszok az éghajlatváltozás kihívásaira**

**AZ ELŐADÁSOK ÖSSZEFOGLALÓI**

## NÖVEKVŐ ÉS VESZÉLYES KÖRNYEZETI HATÁSAINK

(vitaindító)

**Faragó Tibor**

*Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Környezettudományi Doktori Iskola*

A társadalmi-gazdasági tevékenységek környezeti hatásai rendkívüli mértékben megnövekedtek az ipari forradalom kezdeteitől, majd különösen a múlt század közepétől, a „nagy felgyorsulásként” hivatkozott folyamat felettébb kritikus következményeként. E hatások kiterjednek – egymással is összefüggésben – a természeti erőforrások mind nagyobb ütemű (f)elhasználására, a mind sokrétűbb környezetterhelésre. Az ásványi, biológiai és más erőforrások, a földterületek iránti igények növekedése, majd a környezetszennyező anyagok nagy távolságokra való terjedése jelentős nemzetközi konfliktushoz is vezetett.

A globális jelentőségű környezetkárosító, veszélyes ökológiai és társadalmi hatású folyamatoknak „csak” egyike, de jelenleg vélhetően a legnehezebben kezelhető esete az éghajlati rendszer állapotának – bizonyos emberi tevékenységek akaratlan hatásának betudhatóan – felgyorsult változása. Egyes tudósok már a 19. század végén felvetették ennek lehetőségét, majd az 1970-es évektől jóval több adat és elemzés látott napvilágot, de a tudományos bizonyosság csak lassan erősödhetett. E problémakörben – a hajtóerőket, a hatásokat, az ok-okozati kapcsolatokat, a visszacsatolásokat illetően – ugyanis sokféle természeti és antropogén tényezőt, összefüggést kellett és kell számításba venni, akárcsak a válaszlépéseknél, amelyek e planetáris rendszerbe való, mind kockázatosabb beavatkozásaink mérséklését és a változásokhoz való alkalmazkodást célozzák, anélkül, hogy ezáltal más problémákat súlyosbítanánk. (E vitaindító előadója e témáról először 1979-ben tartott előadást (MTN) és írt 1981-ben (Magyar Tudomány, Időjárás), majd 2016. évi írásaiban (Időjárás, Magyar Energetika) és idén megjelent könyvében (Akadémiai K.) foglalkozott részletesen a klímatudományi és klímapolitikai együttműködés történetével, jelenének értékelésével.)

A „klímaprobléma” nem oldható meg önmagában: a tudomány képviselőinek felelőssége, hogy átfogóan is vizsgálják a globális léptékűvé vált környezeti hatásainkat, elősegítsék a környezet-, társadalom-, gazdaság- és politikatudományi kutatók együttműködését, erre alapozva foglalkozzanak a tudományos kommunikációval és tegyenek körültekintő ajánlásokat a teendőkre, szakpolitikai intézkedésekre.

## AZ IPCC AR6 SZINTÉZIS JELENTÉS FŐ ÜZENETEI

**Ürge-Vorsatz Diána**

*Central European University, Centre for Climate Change and Sustainable Energy Policy, IPCC alelnök*

Az elmúlt közel egy év alatt publikált három IPCC kötet az éghajlatváltozásra vonatkozó legjobb elérhető tudományos ismeretanyag. Legoptimistább forgatókönyvvel számolva a következő évtizedben akár meghaladhatjuk a kritikus 1,5 °C-os globális felmelegedést, ha a jelenlegi kibocsátási trendek folytatódnak, akár 3-5 °C sem kizárt a század végére. Az elszaladó klímaváltozás súlyosbítaná a szélsőséges időjárási eseményeket, és egyre közelebb hozná a visszafordíthatatlan következményekkel járó éghajlati fordulópontokat. A hőmérséklet minden tízed foknyi emelkedése is növeli az éghajlati rendszer kiszámíthatatlanságát és veszélyességét, így minden kibocsátott üvegházgáz mennyiségnek kiemelkedő a jelentősége. Az IPCC szerint kezelhető, hogy ha csak kis mértékben lépjük át az 1,5 °C-os hőmérsékleti küszöböt, még elérhetjük a klímasemlegességet (nettó nulla globális kibocsátás) és stabilizálhatjuk az éghajlatot. A különböző felmelegedési szintek között komoly eltérések vannak: már 1,5 °C felmelegedésnél is jelentős környezeti és társadalmi hatások lépnek fel, míg erősebb felmelegedésnél a kockázatok és veszélyek tovább nőnek.

Az 1,5 °C eléréséhez 2025-ig tetőzni kell a kibocsátásoknak, majd 2030-ig a 2019-es szint közel felére kell csökkenteni őket. Bár van haladás, az erőfeszítések nem elégségesek. Az éghajlatváltozás hatásainak enyhítése gazdaságilag is megtérülő befektetés. Az IPCC szerint gazdaságosan megvalósítható megoldások vannak minden szektorban, pl. nap- és szélenergia, ipari termelés hatékonyságának növelése, épületek energiahatékonyságának növelése, természetes ökoszisztémák megőrzése, metán-kibocsátás csökkentése, valamint a közlekedés terén is.

A klímaváltozás elleni küzdelemben már most fel kell készülni az elkerülhetetlen változásokra. Jelenleg 3,3-3,6 milliárd ember él olyan országokban, amelyek különösen érzékenyek az éghajlatváltozásra. A társadalmi egyenlőtlenségek, konfliktusok, szegénység és gyenge kormányzati rendszer korlátozzák az alkalmazkodó képességet. Az egyéni cselekvések kibocsátás mérséklő hatása nagyban függ az ezeket segítő rendszerszintű változásoktól. A gazdaság alacsony kibocsátású, fenntarthatóbb pályára állítása valószínűleg minden eddigi globális kihívást felülmúl, de a jelen tudományos tényállás szerint nem lehetetlen. Megfelelő átmeneti pályát választva jelentős társadalmi és gazdasági hasznot hozhat, úgy mint csökkenő légszennyezés, élhetőbb városok, javuló egészség és szociális helyzet, kisebb egyenlőtlenségek, mérséklődő szegénység.

## VILÁGSZERTE TÖBB ÉS INTENZÍVEBB IDŐJÁRÁSI SZÉLSŐSÉG?

**Bartholy Judit<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup> Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Meteorológiai Tanszék*

A 2022-2023-ben jelent meg a hatodik „Világjelentés a klíma állapotáról” (AR6 – IPCC), mely alapüzenetei között emeli ki, hogy nem csak a melegedés mértékének változása példanélküli (évszázadok, évezredek óta), hanem a szélsőséges események gyakoriság- és amplitúdó növekedése, illetve azok következményei is drámaian növekedtek világszerre. A melegedéssel arányosan, jelentősen növekednek a szélsőséges időjárási és klíma-események következményei, mind mezőgazdasági, mind városi környezetben. De ugyancsak jelentősek érintik ezek az extrém folyamatok az ökoszisztémák, az óceán, a permafroszt területek világát, vagy a csapadékhoz kötődő szélsőségeket, úgy mint aszály és árvíz/villámárvíz.

Ezen a területeken nem kell megküzdeni a klímaszkeptikusok kételkedésével. Mindenki, nap, mint nap a híradásokból értesül ezekről az eseményekről, klímakatasztrófákról, vagy szembesül azok súlyos következményeivel. A tudomány fontos feladata, mind a közelmúltra vonatkozó adatsorok pontos tendencia elemzése, illetve a jövőre várható események változási tendenciáinak becslése, mely globális, illetve regionális szinten is előkészítheti a felkészülés, az adaptáció folyamatát. Mivel a föld-légkör-óceán fizikai rendszer nagyon bonyolult, ezért a jövőre vonatkozó szélsőségek változásait modellező, előrejelzési feladatok is nagyon komplexek. Az eddigi eredmények alapján elmondható, hogy esetenként egy-egy vizsgált éghajlati indikátor átlagának kisebb eltolódása, elrejtheti egyes extrém folyamatok drámai jövőbeni amplitúdó, illetve gyakorisági változásait. A kutatási eredmények, a várható tendenciák, s a fizikai rendszer visszacsatolási mechanizmusainak jobb megismerése segítheti a regionális felkészülés, védekezés sajátosságainak tervezését.

## ARCCAL A GLOBÁLIS DEKARBONIZÁCIÓ FELÉ – REALITÁS VAGY HIÚ ÁBRÁND?

Gelencsér András<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Pannon Egyetem, <sup>2</sup>ELKH-PE Levegőkémiai Kutatócsoport

2023. tavaszán látott napvilágot az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (IPCC) összefoglaló elemzése, ami különböző scenáriókra vonatkozó modellek alapján – bár egyre kisebb valószínűséggel – még mindig ad reális esélyt az éghajlatváltozás 1,5 °C-on (vagy akár 2 °C-on) belül történő „megállításának”, és ennek kulcsát az üvegházhatású kibocsátásának „valamennyi szektorban és még ebben az évtizedben történő azonnali, határozott és átfogó csökkentésében” véli megtalálni. A globális gazdaságpolitikának is irányt mutató jelentésben a „dekarbonizációs útiter” 2015-től rajzolja fel az ehhez szükséges pályáivet, jóindulatúlag megfelelkezve arról a tényről, hogy az sajnálatos módon az elmúlt 7 évben köszönő viszonyban sincs a valóssággal. 2023. júniusában jelent meg a BP Energy Outlook 2023 több mint 70 éve minden esztendőben kiadott globális jelentése, melynek adatai alapján a fosszilis tüzelőanyagok égetéséből származó globális szén-dioxid kibocsátás 2022-ben újabb 0,9 %-kal növekedett, új rekordot döntött, és a világ teljes energiafelhasználásának 82 %-a még mindig fosszilis alapú maradt. Az OECD országok szén-dioxid kibocsátása ugyan némileg csökkent, de ezt elsősorban az ázsiai térség hatalmas léptékű fejlődéséből származó energiaigény bővülés túlkompenzálta.

Tekintettel arra, hogy a világ energiaigényének 97 %-a a gazdaság és a társadalom működtetésére és fenntartására megy el, ami kizárólag *meglevő* energiatermelési módokkal biztosítható (aminek 82 %-a fosszilis alapú), éppúgy, mint a dekarbonizációs útiter alapján kívánt „megújuló” energiatermelési infrastruktúrák és új eszközök (pl. elektromos gépjárművek) előállítására, továbbá hogy a globális energiafelhasználás közel felét kitevő nehéziparnak (pl. acél-, cement-, műtrágyagyártás), bányászatnak, ércfeldolgozásnak, tengerhajózásnak, közúti teherszállításnak, harcászatnak, repülésnek a mai napig nincs értékelhető „dekarbonizált” alternatívája, az IPCC által lehetségesnek vélt kibocsátáscsökkentési ütem teljességgel elképzelhetetlen. A globális emberi tevékenység léptékét és a GDP-alapú világgazdaság növekedését figyelembe véve már az is kisebbfajta bravúrnak számítana, ha az üvegházhatású gázok antropogén kibocsátásának *növekedése* 2050-ig egyáltalán megállna. Ennek fényében az IPCC jelentés éghajlatváltozásra vonatkozó előrejelzéseiről minél hamarabb érdemes lenne az illúziókat lehántani. A kutatást az MTA Fenntartható Fejlődés és Technológiák Nemzeti Program (FFT NP FTA) támogatta.

## LEHETŐSÉG ÉS KIHÍVÁS: ÉGHAJLATVÁLTOZÁS MULTIDISZCIPLINÁRIS NEMZETI LABORATÓRIUM

**Rostási Ágnes és Gelencsér András**  
*Pannon Egyetem*

Az éghajlatváltozás napjainkban a nemzetgazdaságnak egyre súlyosabb károkat okoz, a gazdaság és a társadalom működését veszélyezteti. Az ország éghajlatváltozással szembeni alkalmazkodóképességének javítása a gazdasági és az emberek egészségében bekövetkező károk mérséklése érdekében szükséges a nemzetközi tudomány alapjain álló, ugyanakkor Magyarország környezeti-gazdasági sajátosságait figyelembe vevő szakpolitikai intézkedések megalapozására szolgáló kutatások folytatása.

Az Éghajlatváltozás Multidiszciplináris Nemzeti Laboratórium a Pannon Egyetem vezetésével hazai egyetemek (ELTE, ME, SE), kutatóhelyek (BLKI, ÖK) és az Országos Meteorológiai Szolgálat szakmai együttműködésével, multidiszciplináris szemléletben, egységes szakmai irányítás mellett valósul meg. A Nemzeti Laboratórium az éghajlatváltozás jellemzőinek vizsgálata és az éghajlatváltozás elemeinek az emberi egészségre, természeti, gazdasági rendszerekre és a társadalomra gyakorolt hatásainak tanulmányozása mellett a technológiai, gazdasági és társadalmi adaptáció területén is végez kutatás-fejlesztési tevékenységet.

A multidiszciplináris szemléletű együttműködés lehetővé teszi az éghajlatváltozás kérdésköréhez kapcsolódó strukturálatlan problémák felismerését és hatékony megoldási módszerek kidolgozását. A Nemzeti Laboratórium keretében folytatott kutatómunka hozzájárul az elkerülhetetlenül bekövetkező éghajlatváltozás által előidézett jelenségek és problémák felismeréséhez, mértékük meghatározásához és az általuk okozott kockázatok mérséklésére teendő intézkedések tudományos megalapozottságú tervezéséhez. A Nemzeti Laboratórium kutatásai közül több közvetlenül vagy közvetve hozzájárul a magyar társadalom egészségi állapotának megőrzéséhez, az egészségügyi kockázatok mérsékléséhez a veszélyt jelentő tényezők azonosításán alapuló tudatosság növelése valamint a digitálisan támogatott prevenció által. A kutatás eredményei emellett segítik az éghajlatváltozáshoz való hatékonyabb alkalmazkodást és a következmények tudatos mérséklését a nemzetgazdaság, a vállalatok és az egyének szintjén egyaránt, hozzájárulva a klímaváltozással szemben reziliens társadalom kialakításához.

A projektet az *Éghajlatváltozás Multidiszciplináris Nemzeti Laboratórium* támogatja (projektazonosító: RRF-2.3.1-21-2022-00014)

## REPREZENTATÍV METEOROLÓGIAI ADATOK BIZTOSÍTÁSA A MÚLT ÉS A JELEN ÉGHAJLATÁNAK MEGISMERÉSÉRE

**Izsák Beatrix<sup>1</sup>, Szentes Olivér<sup>1</sup>, Bihari Zita<sup>1</sup>, Bokros Kinga<sup>1</sup>, Hercsényi László<sup>2</sup>, Lakatos Mónika<sup>1</sup> és Tótván Bernadett<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup> Országos Meteorológiai Szolgálat, Éghajlati Osztály*

*<sup>2</sup> Országos Meteorológiai Szolgálat, Informatikai Alkalmazások Osztálya*

Az éghajlatváltozás hatásainak vizsgálatához szükséges jómínőségű éghajlati adatsorok előállítása kiemelt feladatunk. Ugyanakkor nem csak a jövőre vonatkozóan kell minél pontosabban megismernünk az éghajlatot és annak lehetséges megváltozásait, hanem a múlt és jelen éghajlatának ismerete is elengedhetetlen. Egyrészt azért, hogy a jövőre vonatkozó változásokat értelmezni tudjunk, másrészt pedig ezek az adatsorok szolgáltatják a kezdeti feltételeket a modellezéshez és a validációhoz.

Ha a matematikai statisztika oldaláról közelítjük meg az éghajlatot, akkor úgy fogalmazhatunk, hogy ha az adott helyen ismerjük a meteorológiai (vektor) változók eloszlását, akkor ismerjük az éghajlatát. Amennyiben ezek a valószínűségi eloszlások változnak, akkor beszélünk éghajlatváltozásról. Tehát a statisztikus megközelítésben az éghajlatváltozást a meteorológiai adatokból vagyis a mérésekből tudjuk becsülni, ezekből lesz a statisztikai minta a vizsgálatokhoz. Ebből következik, hogy csak olyan matematikai statisztikai modellek, módszerek alkalmazhatók, amelyek képesek figyelembe venni a valószínűségi eloszlás, azaz az éghajlat változását. Ahhoz, hogy a jelen és az elmúlt időszakok éghajlatát vizsgálni tudjunk, elkerülhetetlen a nyers műszeres mérések feldolgozása, az úgynevezett adatszerzés, ami az adatellenőrzést, az esetleges hiányok pótlását, a homogenizálást és az adatok térbeli interpolálását jelenti.

Előadásunkban ismertetjük a térben és időben reprezentatív adatbázisok létrehozásának módszertanát a nyers adatsorok rögzítésétől a homogenizált, pótoltt, ellenőrzött rácspontri adatbázisok elkészítéséig.

A cikkben bemutatott kutatás a Széchenyi Terv Plusz program keretében az RRF-2.3.1-21-2022- 00014 és az RRF-2.3.1-21-2022-00008 számú projekt támogatásával valósult meg.

## A FORESEE KLÍMAADATBÁZIS: MÚLT, JELEN, JÖVŐ

**Kern Anikó<sup>1</sup>, Dobor Laura<sup>2</sup>, Hollós Roland<sup>3</sup>, Kis Anna<sup>3</sup>, Fodor Nándor<sup>4</sup> és Barcza Zoltán<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>*Eötvös Loránd Tudományegyetem, Földrajz- és Földtudományi Intézet, Geofizikai és Űrtudományi Tanszék*

<sup>2</sup>*Czech University of Life Sciences Prague, Faculty of Forestry and Wood Sciences*

<sup>3</sup>*Eötvös Loránd Tudományegyetem, Földrajz- és Földtudományi Intézet, Meteorológiai Tanszék*

<sup>4</sup>*Agrártudományi Kutatóközpont, Mezőgazdasági Intézet*

A FORESEE egy szabadon hozzáférhető meteorológiai adatbázis, mely interpolált napi minimum- és maximum-hőmérsékletet, illetve napi csapadékösszeg adatokat tartalmaz a Kárpát-medence tágabb térségére az 1951–2100-as időszakra vonatkozóan, megfigyelési, és hiba-korrigált modellezett adatok alapján. A FORESEE adatbázis első verziója 2015-ben került kiadásra  $1/6^\circ \times 1/6^\circ$ -os rácsfelbontással és az ENSEMBLES FP6 projekt A1B scenárióra vonatkozó 10 modell eredményeinek felhasználásával. Ennek a sorozatnak az utolsó verziója a v3.2-es volt, mely 2021-ben lett közzétéve. 2022-ben két új verziót hoztunk létre, melyek immár  $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ -os térbeli felbontással tartalmaznak adatokat egy tágabb területre vonatkozóan (FORESEE v4.0). A végfelhasználók igényeit figyelembe véve létrehoztunk egy csak Magyarország területére vonatkozó változatot is (FORESEE-HUN v1.0). A FORESEE v4.0 illetve FORESEE-HUN v1.0 módszertani újításokat is tartalmaz, és új, jövőre vonatkozó modelleredményeket is felhasznált. Az új verziók jövőbeli éghajlatát az EURO-CORDEX adatbázis 14 regionális éghajlati modellje vetíti előre az RCP4.5 és RCP8.5 forgatókönyveinek felhasználásával. A nagyszámú modelladat alapján a FORESEE alkalmas az éghajlatváltozás mértékének és várható hatásainak *ensemble* alapú, valószínűségi megközelítésre is.

Az alap meteorológiai adatokon túl a FORESEE adatbázis tartalmaz nappali átlagos vízgőz telítési hiányt (VPD, [Pa]), nappali átlaghőmérsékletet [°C], és nappali átlagos rövidhullámú sugárzást [ $W/m^2$ ] is, melyeket az MT-CLIM modell segítségével. Terveink között szerepel a FORESEE évről évre történő frissítése, más scenáriókkal és modellekkel történő kiegészítése, illetve egy felhasználóbarát grafikus lekérdező felület létrehozása is.

A FORESEE adatbázis az ELTE Meteorológiai Tanszék honlapján keresztül érhető el (<https://nimbus.elte.hu/FORESEE/>). A létrehozott adatbázis számos projekt számára szolgáltatott és szolgáltat jelenleg is meteorológiai adattal.

Munkánkat az Éghajlatváltozás Nemzeti Multidiszciplináris Laboratórium (RRF-2.3.1-21-2022-00014), a TKP2021-NVA-29 és a TKP2021-NKTA-06 számú projekt támogatja.



## **AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS HATÁSAINAK KOMPLEX VIZSGÁLATÁT TÁMOGATÓ INFORMÁCIÓS RENDSZER FEJLESZTÉSE**

**Szépszó Gabriella, Allaga-Zsebeházi Gabriella, Bordi Sára, Megyeri-Korotaj Otília, Schuchné Bán Beatrix és  
Zempléni Zsuzsanna**

*Országos Meteorológiai Szolgálat, Modellezési Osztály*

Az éghajlatváltozás hatásaihoz való alkalmazkodás számszerű információt igényel a következő évtizedekben várható meteorológiai változásokról. Az Országos Meteorológiai Szolgálatnál több forrásra támaszkodunk ezeknek az igényeknek a kielégítésére. Az elmúlt években megújítottuk az OMSZ klímaprojekció-együttesét: az ALADIN és a REMO regionális klímamodellekkel szimulációkat készítettünk egy Közép- és Kelet-Európát 10 km-es felbontással lefedő tartományon, egy-egy közepes és magas antropogén kibocsátást feltételező forgatókönyv alkalmazásával, míg a SURFEX felszíni modellel az éghajlatváltozás városi hatásait vizsgáltuk 1 km-es felbontáson. A saját klímaprojekciók mellett az európai modelleredményeket is feldolgozzuk: a EURO-CORDEX adatbázisból különböző regionális és globális modellek kombinációjával, több antropogén forgatókönyv segítségével előállított szimulációk együttesét vizsgáljuk.

A hazai szimulációk eredményeiből létrehoztunk egy adatbázist, ami Magyarországra 10 km-es, Budapestre 1 km-es felbontású éghajlati információkat tartalmaz 2100-ig. A nyers meteorológiai adatokból kiszámított hőmérsékleti és csapadék indikátorok számos szakterület számára adnak kiindulási információt az éghajlatváltozás további hatásainak vizsgálatához és az ezzel kapcsolatos tervezéshez. A felhasználók megjeleníthetik és letölthetik az éghajlati indikátorokat a nyilvános KLIMADAT alkalmazáson keresztül, a klimadat.met.hu címen. A KLIMADAT alkalmazás és a háttérét adó adatbázis fejlesztése folyamatos: mind a regionális, mind a városi projekciókat bővítjük és frissítjük a legújabb modelleredményekkel; megkezdtük az első km-es térskálájú regionális szimulációkat; a városi hatások vizsgálatát több magyarországi városra is kiterjesztjük; további indikátorokkal és speciális megjelenítési eszközökkel támogatjuk a várható változások és azok bizonytalanságának számszerűsítését.

## MEGFIGYELT ÉGHAJLATVÁLTOZÁS 30 ÉVES KLÍMANORMÁLOK ÉS EGY KÉSZÜLŐ ÉGHAJLATI ATLASZ TÜKRÉBEN

**Bihari Zita**

*Országos Meteorológiai Szolgálat, Éghajlati Osztály*

Az éghajlat állapotát a Meteorológiai Világszervezet ajánlása alapján 30 éves átlagokkal, azaz a klímanormálokkal írjuk le legegyszerűbben. A 30 év már elegendő hosszúnak tekinthető ahhoz, hogy az éghajlat változékonyságát kisimítsa, viszont nem túl hosszú ahhoz, hogy az éghajlat változásának jelét elfedje. A jelen éghajlatát célszerű mindig a legutolsó teljes három évtized alapján jellemezni, a klíma modelleknél azonban általában egy korábbi időszakhoz szokták viszonyítani a jövőre várható értékeket, ezért egyidőben több időszakra vonatkozó klímanormál is használatban van.

Az éghajlati atlaszok is jellemzően a legutóbbi normál időszak adataira épülnek, nem csak az átlagértékek, hanem a szélsőségek és különböző éghajlati indexek, szektorspecifikus indikátorok bemutatásával is. Ugyanakkor az atlaszok már a megfigyelt éghajlatváltozás nyomon követésére is vállalkoznak, elsősorban a klímanormálok változásának elemzésével.

Az Országos Meteorológiai Szolgálat is új éghajlati atlasz elkészítésére vállalkozott, az 1991-2020-as időszak adatai alapján. Az éghajlat jelen állapota mellett az atlasz az 1901-2100 időszak megfigyelt és várható éghajlatát is be fogja mutatni mérések és klíma modell eredmények felhasználásával.

Az atlasz elkészítése a Széchenyi Terv Plusz program keretében az RRF-2.3.1-21-2022- 00014 számú projekt támogatásával valósul meg.

## **NEM-HIDROSTATIKUS MODELLEK A HAZAI KLÍMÁVÁLTOZÁS VIZSGÁLATÁBAN: A HARMONIE-CLIMATE MODELL TESZTELÉSE, ELSŐ EREDMÉNYEK**

**Schuchné Bán Beatrix**

*Országos Meteorológiai Szolgálat, Modellezési Osztály*

Az Országos Meteorológiai Szolgálatnál a 2000-es évek eleje óta folyik regionális éghajlatmodellezési tevékenység annak érdekében, hogy feltérképezzük a klímaváltozás várható hatásait a Kárpát-medencében és információkat szolgáltatassunk a magyarországi alkalmazkodási és mérséklési stratégiákhoz. Jelenleg az ALADIN-Climate és REMO modelleket alkalmazzuk egy Közép- és Délkelet-Európát lefedő tartományon, 10 km-es horizontális felbontáson. Ezek a modellek az egyenleteikben a hidrosztatikus közelítést használják, ami a konvektív folyamatok leírását csak parametrizáció útján teszi lehetővé. A közelítés reális eredményeket ad 10 km-es vagy afeletti horizontális ráctávolság esetében, néhány km-es léptékű modellfuttatások azonban nem készíthetők vele.

Várostervezés, út- vagy csatornahálózat-fejlesztés során egyre nagyobb jelentősége van a rövid idő alatt, kis területen lehulló, nagy csapadékmennyiségekre való felkészülésnek. Az ilyen kis tér- és időskálán zajló időjárási események leírására a hidrosztatikus modellek csak korlátozottan alkalmasak. Az igények kielégítésére megkezdtük egy nem-hidrosztatikus klímamodell adaptálását. Az egyenletek nem-hidrosztatikus alakja lehetővé teszi a modellben a mélykonvekció parametrizáció nélküli (explicit) leírását 4 km-nél finomabb horizontális felbontás mellett. 2022-ben csatlakoztunk a HCLIM konzorciumhoz, és adaptáltuk a HARMONIE-Climate regionális éghajlati modellt, amelynek nem-hidrosztatikus konfigurációját alkalmazva lehetőségünk nyílik a Kárpát-medence fölött néhány km-es horizontális felbontású éghajlati szimulációk futtatására és a napon belüli, illetve a lokális csapadékjellemzők részletesebb leírására.

Az előadás keretein belül e modell tesztelését szeretném bemutatni.

## ÖSSZETETT EXTRÉM ESEMÉNYEK VIZSGÁLATA – SZELES ÉS CSAPADÉKOS IDŐJÁRÁS MAGYARORSZÁGON

**Pongrácz Rita<sup>1</sup>, Bordi Sára<sup>1,2</sup> és Szabó Péter<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>ELTE Eötvös Loránd Tudományegyetem, Földrajz- és Földtudományi Intézet, Meteorológiai Tanszék*

*<sup>2</sup>Országos Meteorológiai Szolgálat*

Az éghajlatváltozás és annak hatásai kapcsán egyre több figyelem fordul az ún. összetett események felé. Ezek közé tartozik, amikor több éghajlati változó egyidejű szélsőségesége miatt a kisebb egyedi hatások helyett erőteljesebb környezeti következményekkel kell számolunk. Ebben az előadásban a szeles és egyben csapadékos események elemzésére fókuszálunk, mely különösen nagy kihívást jelent mind a szél, mind a csapadék nagy térbeli és időbeli változékonysága miatt. Az elemzés célja jelentős napi csapadékkal együtt előforduló szélsőséges széllelkések vizsgálata Magyarországra. Ehhez a rendelkezésre álló hazai meteorológiai állomások méréseit, valamint a HUCLIM homogenizált és interpolált adatsorokat tartalmazó 0,1°-os felbontású rácsponti adatbázist használtuk fel a 2001–2022 időszakra. A vizsgálat során a legalább 17 m/s (azaz a Beaufort-skála szerinti 8-as) erősségű széllelkéseket elemeztük azokon a napokon, amikor az összes csapadékmennyiség meghaladta a 10 mm-t. Az eredmények azt mutatják, hogy télen inkább a mérsékeltövi ciklonok hidegfrontjaihoz, illetve erős szélviharokhoz kapcsolódnak az összetett szeles és csapadékos események, nyáron viszont jellemzően a zivatarok velejárójaként tekinthetjük ezeket. A múltra vonatkozó elemzés mellett az EURO-CORDEX adatbázis regionális klímamodell szimulációi alapján kiterjesztettük vizsgálatainkat a XXI. század végéig különböző forgatókönyvek (RCP4.5, RCP8.5) figyelembe vételével. A jövőre kapott eredmények a megfelelő alkalmazkodási stratégiák kidolgozásához nyújtanak fontos kiindulási információt a társadalom és a döntéshozók számára.

A kutatás az Éghajlatváltozás Nemzeti Multidiszciplináris Laboratórium RRF-2.3.1-21-2022-00014 számú projekt, valamint a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap K-129162 számú projektje keretében valósul meg.

## LEVEGŐMINŐSÉG PROJEKCIÓK ELŐÁLLÍTÁSA A CHIMERE KÉMIAI TRANSPORT MODELLEL

**Ferenczi Zita, Tóth Anita és Kövesi-Lázár Krisztina**

*Országos Meteorológiai Szolgálat*

Az emberiség nemcsak üvegházhatású gázok emissziójával zavarja meg a Föld-légkör rendszert, hanem reaktív gázok, vegyületek és aeroszolok kibocsátásával, valamint a földhasználat megváltoztatásával is (pl. erdőirtás, urbanizáció). Mindezek az antropogén hatások és az ezekből eredő éghajlatváltozás módosíthatja a légkör kémiai összetételét. Fontos hangsúlyozni, hogy a klímaváltozásban szerepet játszó folyamatokat meglehetősen nehéz számszerűsíteni, mivel összetett fizikai és kémiai folyamatokat foglalnak magukban. Ez az oka annak, hogy különösen nehéz megbecsülni a légszennyezés éghajlatra gyakorolt hatását és még nehezebb felmérni az éghajlatváltozás hatását a légkör kémiai összetételre, a levegőminőségre. Egy kutatási projekt keretében Magyarországra vonatkozó klíma és kibocsátási projekciók felhasználásával kémiai transzportmodell szimulációk készülnek, amelynek célja, hogy képet kapjunk arról, hogy az említett feltételezések mellett, hogyan fog alakulni a levegőminőség a következő évtizedekben.

Az éghajlatváltozás hatását a levegőminőségre Magyarországon az ALADIN-Climate klímamodell kb.10 km-es felbontású eredményeiből kiindulva, a CHIMERE kémiai transzport modellel végzett számításokra alapozva tervezzük megvizsgálni. A modellel először egy kiválasztott múltbeli időszakra (2000-2005) készítettünk szimulációkat és validációs céllal összevetjük az eredményeket az Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat mérési adataival. A vizsgálat célja, hogy megállapítsuk, hogy a modell rendszerünk mennyire jól tudja reprodukálni a kontroll időszak levegőminőségi állapotát. A jövőre vonatkozó projekciókat a 2021-2050 időszakra vonatkozóan, éves felbontással tervezzük elkészíteni. A számításokhoz a GAINS modell 2020, 2025, 2030, 2040 és 2050 évekre vonatkozó emissziós adatai közül a kevésbé optimista verziót (Baseline scenario) tervezzük használni.

Jelen előadásban a referencia időszakra vonatkozó validálás eredményeit, valamint a kutatás további lépéseit mutatjuk be.

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

## MIT TANULHATUNK AZ EXTRÉM IDŐJÁRÁSI HELYZETEK GYAKORISÁGÁRÓL LABORATÓRIUMI MODELLKÍSÉRLETEKBŐL?

Vincze Miklós

*HUN-REN-ELTE Elméleti Fizikai Kutatócsoport; HUN-REN Földfizikai és Űrtudományi Kutatóközpont*

Az áramlástanban hasonlóság elve lehetővé teszi, hogy a mérsékelt égöv nagyléptékű légköri rendszerének bizonyos fontos alapvető vonásait laboratóriumi modellkísérletek segítségével is tanulmányozhassuk, hasznosan kiegészítve a megfigyelési és szimulációs adatokat. Az ELTE Fizikai Intézetének Kármán Laboratóriumában, valamint az USA-beli Florida State University, illetve a németországi Brandenburg University of Technology környezeti áramlástanban intézeteiben különböző méretű, vízzel töltött, forgatott és differenciálisan fűtött hengeres tartályokban tanulmányozhattuk a baroklin instabilitás kialakulását, a Rossby-hullámok dinamikáját. Az ilyen kísérleti elrendezésekben beállíthatjuk, s variálhatjuk a légkör különböző állapotainak megfelelő áramlástanban hasonlósági paramétereket (a legjelentősebb ezek közül a termikus Rossby-szám), s hosszú idejű kísérleti futtatásokkal „évtizednyi” időskálájú hőmérsékleti adatsorokat nyerhetünk ki a modell-időjárásból.

Kutatásunk során azt vizsgáltuk meg, hogy a meridionális hőmérsékletkontraszt kísérleti megfelelőjét változtatva hogyan módosul e modell-időjárások hőmérsékletfluktuációinak eloszlása, különös tekintettel az extrém magas hőmérsékletekre. Feltártuk, hogy a termikus Rossby-szám és más dimenziótlan paraméterek függvényében hogyan változik az eloszlások szélessége, az idősorok frekvenciaspektrumának néhány alapvető paramétere (s ezzel a rendszer perzisztenciája), valamint a hőmérsékleti szélsőségek gyakoriságát közelítő Általánosított Pareto-eloszlás (GPD) kitevői. Mérési eredményeink hasznos támpontokat adhatnak annak megértéséhez, hogy a sarkvidék-egyenlítő hőmérsékleti kontraszt csökkenése (illetve a „polar amplification”) következtében megváltozó Rossby-hullámok dinamikája önmagában, más hatásoktól leválasztva, milyen módon és mértékben befolyásolná a mérsékelt égövi hőmérsékleti szélsőségeket.

## ALKALMAZKODÁSI LEHETŐSÉGEK VIZSGÁLATA A SURFEX MODELLEL BUDAPESTEN

**Zempléni Zsuzsanna és Allaga-Zsebeházi Gabriella**

*Országos Meteorológiai Szolgálat*

Napjainkban a lakosság több mint fele él városi környezetben, ahol az utcák szerkezete és a jelenlévő mesterséges felszín miatt (mint például a sötét színű, kis albedójú aszfalt) a természetes felszínborítású területektől eltérő, úgynevezett városi klíma alakul ki. Ennek egyik fontos jellemzője a városi hősziget, amely a városban döntően éjszaka megjelenő hőmérséklet-többletet jelenti a környéki, természetes felszínborítású területekhez képest. Mivel a lokális hatások kölcsönhatásban állnak a regionális klímával, így az éghajlatváltozás tovább erősítheti ezeket a jellemzőket. A jövő vizsgálatához a regionális klímaszimulációk térbeli felbontása azonban nem elég részletes a heterogén városi felszínborítás, morfológia és a várost jellemző folyamatok leírásához. Ugyanakkor a városi parametrizációval kiegészített felszíni modellek költséghatékony eszközt jelentenek ilyen jellegű, lokális vizsgálatok elvégzéséhez.

A LIFE – Városi Eső projekt célja a Hegyvidéki Önkormányzat vezetésével és több budapesti önkormányzat együttműködésével a városi klímaadaptáció támogatása. A projekt keretén belül a SURFEX (Surface Externalisée) felszíni modellel és TEB (Town Energy Balance) városi parametrizációval végeztünk érzékenységvizsgálatokat különböző adaptációs stratégiák értékeléséhez. A szimulációk három téma köré épülnek, melyek közül az elsőben azt vizsgáltuk, hogy a jövőben milyen hatást gyakorol a városban a tetők és az utak albedójának növelése a felszíni és a felszínközeli hőmérsékletre, valamint hőmérséklet-alapú indexekre. A másodikban a XII. kerület városi rácspontjaiban vizsgáltuk a „zöldítés” hatását a hőmérsékletre egy nyári időszakban, míg az utolsó kísérletcsoport fókuszában a locsolás és az öntözés napon belüli optimális időpontjának a meghatározása áll. Ezen vizsgálatok eredményei alapján megállapítható lesz, hogy milyen adaptációs módszer alkalmazásával érhető el a legkedvezőbb hatás Budapest tekintetében.

## VÁROSKLÍMA ÉS KLÍMAVÁLTOZÁS

**Gál Tamás**

*Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi és Informatikai Kar, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék*

A közeljövő élıhetőségének szempontjából alapvető feladat az éghajlatváltozás és hatásainak pontos megismerése. Globális és regionális szinten az éghajlatváltozás és annak számos aspektusa pontosan ismert és részletesen kutatott. A városi területek esetén azonban számos nyitott kérdés azonosítható, köszönhetően annak, hogy itt a klímaváltozás mellett a városklíma hatásai is aktívan alakítják a lokális éghajlatot. Annak dacára, hogy a városi területek éghajlati modellezése összetett kérdés és több módszer együttes alkalmazásával lehetséges, fontos kiemelni az itt zajló elemzések fontosságát, hiszen a lakosság jelentős része városi területeken él és így a klímaváltozás és a városklíma együttes hatásaival szembesül napjainkban és a jövőben.

A szegedi városklíma kutatócsoport számos olyan mérésen és modellezésen alapuló vizsgálatot végez, ami segít megérteni ezt az összetett éghajlati rendszert, valamint a városklíma és klímaváltozás interakcióit. Az előadásban ismertetett vizsgálatok a fizikai folyamatok és éghajlati törvényszerűségek feltárásán túl a várostervezés által megfogalmazott kérdésekre is igyekeznek felelni.

A kutatást a NKFI-137801 projekt támogatta.



## HÁZTARTÁSI HULLADÉKOK ÉGETÉSÉNEK HATÁSA A LEVEGŐMINŐSÉGRE

**Hoffer András<sup>1,2</sup>, Meiramova Aida<sup>2</sup>, Tóth Ádám<sup>2</sup>, Jancsek-Turóczy Beatrix<sup>1,2</sup> és Gelencsér András<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*ELKH-PE Levegőkémiai Kutatócsoport*

<sup>2</sup>*Bio-nanotechnológiai és Műszaki Kémiai Kutatóintézet, Pannon Egyetem*

A biomassza égetés mellett a különböző típusú háztartási hulladékok égetése sem elhanyagolható aeroszol forrás a településeken. A hulladékok nyílt téren történő elégetése számos országban elterjedt gyakorlat, különösen ott, ahol a szervezett hulladékgyűjtési rendszer hiányzik, nem működik, vagy drága. Bár a lakossági hulladékégetés a legtöbb országban illegális tevékenység, a szilárd hulladékok jelentős részét mégis a háztartási tüzhelyekben égetik el. Illegális tevékenység lévén a háztartási hulladékégetés mértékének és a levegőminőségre gyakorolt hatásának becslése nagy kihívást jelent. Munkánk során elsőként becsültük meg Magyarország és Románia különböző településein a lakossági szilárd hulladékok égetésének hozzájárulását a környezeti PM10 koncentrációjához a hulladékégetés specifikus nyomjelző vegyületeinek laboratóriumi mérése alapján.

A hulladékégetés potenciális új nyomjelző vegyületeit azonosítottuk GC-MS módszerrel laboratóriumi kísérletekben gyűjtött mintákban. Ezekben a kísérletekben különböző háztartási hulladékokat (műanyag csomagolóanyagokat, bútortápolakat, rongyot, valamint tűzfát égettünk el külön-külön egy hagyományos kandallóban ellenőrzött körülmények között. A hulladékok égetésének más ismert nyomjelző vegyületei mellett új, specifikus nyomjelzőket azonosítottunk, például a sztirol trimert, PET dimerjét és az ABS kopolimer pirolízis termékeit. Meghatároztuk a nyomjelző vegyületek relatív mennyiségét a kibocsátott PM10-hez viszonyítva. Romániában és Magyarországon két fűtési szezonban gyűjtöttünk környezeti mintákat, és mértük a korábban meghatározott nyomjelző vegyületek mennyiségét a mintákban. A nyomjelző vegyületek mennyisége alapján megbecsültük a lakossági hulladék égetésének hozzájárulását a környezeti PM10 koncentrációhoz és vizsgáltuk a jellemző lakossági hulladékégetési gyakorlatokat különböző városi és vidéki településeken.

Ezt a munkát az Éghajlatváltozás Nemzeti Laboratórium RRF-2.3.1-21-2022-00014 számú projektje támogatja.

## A LEVEGŐMINŐSÉG LEHETSÉGES VÁLTOZÁSAI A KLÍMAVÁLTOZÁS HATÁSÁRA

Mészáros Róbert<sup>1</sup>, Leelőssy Ádám<sup>1</sup>, Varga-Balogh Adrienn<sup>1</sup>, Horváth Krisztina Kitti<sup>1,2</sup>, Gula Miklós<sup>1</sup>, Tordai Ágoston<sup>1</sup> és Vincze Csilla<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Eötvös Loránd Tudományegyetem Meteorológiai Tanszék*

<sup>2</sup>*Országos Meteorológiai Szolgálat*

Az éghajlatváltozás számos különböző módon befolyásolhatja a szennyezőanyag kibocsátási trendeket és a légszennyezettségi epizódokat. Az adott időszakokra jellemző légköri változások egyaránt romló, vagy javuló levegőminőséget is eredményezhetnek. Az enyhébb telek kisebb fűtési igénye például csökkentheti a lakossági fűtésből származó emissziót, a hosszabb száraz periódusok ugyanakkor növelhetik a portterhelést, vagy befolyásolhatják a fotokémiai folyamatok során képződő ózon mennyiségét. A változó kültéri levegőminőség mindemellett a beltéri levegőminőségre is hatással lehet. Kutatásaink során különböző modellekkel és mérési adatokkal az éghajlatváltozás lehetséges hatásait és azok mértékét vizsgáljuk a kültéri és beltéri levegőminőségre. A NOAA napi felbontású reanalízis adatainak felhasználásával, egy automatizált, objektív módszer segítségével meghatároztuk a nagytérségű mozgásrendszerek Európa területén, 1836 és 2015 között bekövetkezett változásait, kimutatva a levegőminőséget befolyásoló anticiklonális helyzetek gyakoriságának növekedését a közép-európai térségben. A SHERPA (Screening for High Emission Reduction Potential on Air) forrás-receptor modellel a különböző kibocsátási szektorok emissziócsökkentésének hatásait elemeztük a hazai levegőminőségre. A DO3SE (Deposition of Ozone for Stomatal Exchange) ülepedési modellel a troposzférikus ózon ülepedési folyamatait vizsgáltuk, és az ülepedést befolyásoló tényezőkre trendvizsgálatokat végeztünk a FORESEE klimatológiai adatbázis múltira vonatkozó adatai (1951–2018), illetve az Országos Légszennyezettségi Mérőhálózat méréseiből származó napi felszínközeli ózonkoncentráció-értékek (1992–2018) felhasználásával. A modellszimulációk és mérési adatok feldolgozása mellett kül- és beltéri levegőkémiai méréseket is végeztünk az elmúlt évtizedben világszerte egyre elterjedtebben alkalmazott, ún. low-cost szenzorokkal.

A kutatás az Éghajlatváltozás Nemzeti Multidiszciplináris Laboratórium RRF-2.3.1- 21-2022-00014 számú projekt keretében valósult meg.

# A KLÍMAVÁLTOZÁS IDŐSZAKOS SZIKES TAVAKRA GYAKOROLT HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA MŰHOLDAS TÁVÉRZÉKELÉSEL

**Fierpasz Ádám<sup>1,2,3</sup>, Horváth Zsófia<sup>1,3</sup> és Vad Csaba Ferenc<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>*Ökológiai Kutatóközpont*

<sup>2</sup>*Eötvös Loránd Tudományegyetem*

<sup>3</sup>*Éghajlatváltozás Multidiszciplináris Nemzeti Laboratórium*

Az időszakos szikes tavak, amelyek az egyedi biodiverzitásukról ismertek, világszerte eltűnő félben vannak. A vízzel borított időszakos (hidroperiódusuk) hosszát befolyásolja a felmelegedés, valamint a csapadék mennyiségének, gyakoriságának és intenzitásának változása. Ezek a környezeti tényezők elsődlegesen azok, amelyek hozzájárulhatnak a tavak éves hidroperiódusának fokozatos rövidüléséhez, ami negatívan hat a biodiverzitásra és az ökoszisztéma-működésre. A műholdas távérzékelés segítségével folyamatosan nyomonkövethető ezeknek a vizes élőhelyeknek, valamint környezetüknek a változásai, amelyek segítenek megérteni lokális és regionális szinten is a különböző jelenségek okát. A vizsgált terület a Fertőzugban található, ahol szikes tavak közel 70%-a tűnt el az elmúlt néhány évtizedben. A kutatás során több elérhető műhold (Sentinel-1 SAR, Sentinel-2, Landsat 8, ERA5, GPM) felvételei alapján, sokrétű módszerek és platformok (QGIS, Google Earth Engine) segítségével vizsgáltuk ezeket a hosszú távú trendeket. Az eredmények alapján elmondható, hogy a régióban az elmúlt évtizedben a csapadékeloszlás egyre egyenetlenebbé vált, az éves csapadékmennyiség csökkent, a napi átlaghőmérséklet pedig folyamatosan növekvő éves trendet mutat. Mindezek következtében a szikes tavak vízzel borított területének kiterjedése, valamint a hidroperiódusuk is csökkent. Hosszabb távon, amennyiben az aktuális trendek folytatódnak, akkor számos szikes tó eltűnhet a régióból a következő évtizedben. A távérzékelési és térinformatikai módszerek fejlődése, valamint a nagyfelbontású műholdfelvételek elérhetősége miatt lehetőség nyílik elegendő adat gyűjtésére, hogy a Kárpát-medencében a szikes tavak és időszakos vizek jövőbeli változásait prediktálni lehessen.

## AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS MULTIDISZCIPLINÁRIS NEMZETI LABORATÓRIUM A BALATONI LIMNOLÓGIAI KUTATÓINTÉZETBEN

**Bernát Gábor**

*Balaton Limnológiai Kutatóintézet  
Eötvös Loránd Kutatási Hálózat (ELKH)*

A globális felmelegedés az emberiség előtt álló egyik legnagyobb kihívás, ezért várható hatásainak megismerése fontos társadalmi követelmény. A Balaton Limnológiai Kutatóintézetben (BLKI) változatos megközelítéssel vizsgáljuk a klímaváltozás édesvízi rendszerekre gyakorolt hatásait, beleértve ebbe annak planktonikus szervezetekre, az élővilág sokféleségére, ökoszisztéma funkcióira és ökológiai szolgáltatásaira gyakorolt hatásait is. Ez utóbbiak szorosan összefüggenek, hiszen a biológiai sokféleség megőrzése a természet által nyújtott szolgáltatások fenntartásának záloga.

A BLKI-ban folyó vizsgálatok lényeges részét képezik tavi vizsgálatok, ahol hosszútávú – elsősorban balaton – adatsorokon tanulmányozzuk az alga- és baktériumközösségek hőmérsékletváltozás hatására bekövetkező változásait. Kutatásainkban hangsúlyos szerepet kap modell planktonikus szervezetek környezeti akklimációjának vizsgálata is. Itt változóként nem csak a hőmérséklet szerepel, hanem pl. a fény is, hiszen a klímaváltozás – a jégtakaró hiánya, az időjárásváltozás okozta gyakoribb üledék-felkeveredés és a fitoplankton-sűrűség jelentős változása által – alaposan megváltoztatja a tavi fényviszonyokat is. A téma fontosságát növeli, hogy sekély, eutróf tavak vízminőségének fenntartása szempontjából elengedhetetlenül fontos a bennük élő fototróf mikroorganizmusok fotoszintézisét befolyásoló tényezők minél jobb megértése. Az intézetben folyó meзокozmosz vizsgálatok szintén hozzájárulnak a klímaváltozás sekély állóvizek planktonikus és bentikus közösségeire, ill. azok tápanyagforgalmára gyakorolt hatásainak megértéséhez. A Balaton jelenlegi állapota és a klímaváltozás miatt nagyon fontosak a vázolt kutatások, ui. a belőlük származó információk segítségével jobb esélyünk lehet a várható kedvezőtlen hatások csökkentésére.

Kutatásaink keretében értékeli tovább a tájhasználatban, az élőhelyek minőségében és konnektivitási kapcsolataiban és ezzel együtt járóban az inváziós fajok tér és időbeli dinamikájában bekövetkező változásokat és a klímaváltozás várható hatásait az őshonos fajok állományainak dinamikájára, taxonómiai és funkcionális sokféleségére és ökológia funkcióira is.

## **INNOVATÍV ALKALMAZKODÁSI MEGKÖZELÍTÉS A HIDROLÓGIAI SZÉLSŐSÉGEK KIEGYENLÍTÉSÉRE A FELSZÍNALATTI VÍZÁRAMLÁSOK BEVONÁSÁVAL**

**Mádlné Szőnyi Judit, Trásy-Havril Tímea, Szabó Zsóka, Szijártó Márk,  
Zentainé Czauner Brigitta és Tóth Ádám**

*Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Földrajz- és Földtudományi Intézet, Általános és  
Alkalmazott Földtani Tanszék*

A szélsőséges időjárási események egyre gyakoribbá válásával megnő az egyszerre a felszínre le hulló csapadék mennyisége, ami jelentős lefolyási veszteséget okoz. Mindeközben az utóbbi években leginkább az aszály sújtja az országot és egész Európát, ez pedig növekvő öntözési igényekhez vezet és károkat okoz a mezőgazdaságban. Egyre inkább előtérbe kerül tehát az igény az alkalmazkodásra és a szélsőségek kiegyenlítésére. Erre kínál lehetőséget a felszínalatti térrész, ami számottevő víztárolási kapacitással rendelkezik. Az előadásban bemutatásra kerülő megközelítés természet alapú felszínalatti víztározáson alapul, melynek kidolgozása Magyarország egyik leginkább aszály sújtotta területén, a Duna-Tisza közti hátságon történt meg.

A területen elvégzett numerikus szimuláció alapján a felszínalatti vízszint az éghajlatváltozás hatására a kiemelt hátsági és a folyó völgyi területeken eltérő mértékben csökken, az előbbinél a csökkenés jóval jelentősebb. Ennek oka a felszínalatti vizek lassú mozgása, ami a magasabb domborzati helyzetű területek felől a mélyfekvésű folyó völgyek felé tart. Az alapvetően a kiemelt területektől a folyó völgyek felé tartó felszínalatti vízmozgás mellett sok kisebb, a helyi domborzati magaslatok és mélypontok közötti lokális áramlási rendszer táplálta egykor a hátsági területek vizes élőhelyeit. Mivel az időjárási szélsőségek miatt bekövetkező beszivárgás csökkenés jobban hat a kiemelt területekre, így a lokális rendszerek fokozatosan eltűntek a területről, a vizek több méter mélységben a hátságtól a folyó völgyek felé tartanak és fokozatosan elveszítik kapcsolatukat a felszíni víztestekkel. A numerikus szimulációval vizsgált innovatív alkalmazkodási megoldás lényege, hogy a hátsági magas fekvésű települések tető és lefolyó esővizének felszín alá juttatásával nem csak a település alatt növelhetjük meg a vízszintet, de a lokális felszínalatti vízáramlások rehabilitálásával a vízáramlás irányába eső közeli mély domborzati fekvésű területeken is.

A kutatás az Éghajlatváltozási Nemzeti Multidiszciplináris Laboratórium *RRF-2.3.1-21-2022-00014* számú projekt keretében valósul meg.

**KÉSŐGLACIÁLIS ÉS KORA-HOLOCÉN GYORS KLÍMAVÁLTOZÁSI ESEMÉNYEK  
MECHANIZMUSÁNAK PROXY ÉS MODELL ALAPÚ ÉRTELMEZÉSE A KÁRPÁT-MEDENCÉBEN: A  
8200 ÉS 11900 ÉVES LEHŰLÉSEK**

**Magyari Enikő**

*ELTE TTK, Környezet. és Tájföldrajzi tanszék, ELKH-MTM-ELTE Paleontológiai Kutatócsoport*

A faital driász és 8200 éves gyors lehülési események néhány száz évre megfordították a későglaciális és kora-holocén időszakok progresszívan melegedő tendenciáit Európában. Számos biológiai foszilián alapuló módszer alkalmas ennek a két időszaknak a vizsgálatára, kvantitatív paleoklíma rekonstrukciók végzésére (pl. pollen, kovamoszat, árvaszűnyog), melyek összevethetők kémiai (pl. lipid biomarker, stabil izotóp) alapú kvantitatív rekonstrukciókkal és modellezési eredményekkel. A Kárpát-medencéből és környező hegyvidékekről vizsgált tavi üledékszervények e két időszakban érdekes, évszokosan eltérő klímaváltozásról árulkodnak. Mindkét esemény kapcsán a térség sajátossága, hogy a nyári középhőmérsékletek a biológiai proxik alapján nem, vagy csak kis mértékben csökkennek. A klímamodellek segítik annak megértését, hogy a térségnek ezen sajátossága milyen légközési változásokkal hozhatók összefüggésbe. előadásomban a Balaton és Déli-Kárpáti tavak eredményeit vetem össze klímamodell eredményekkel e két időszakra és azt a kérdést járom körbe, hogy a hideg nyugati szelek légköri blokkolása Skandinávia felett kulcsfontosságú mechanizmus volt, amely rövid és meleg nyarakat eredményezett a kontinentális területeken, és ellensúlyozta az AMOC-lassulás nyáron bekövetkező hűtő hatását.

## A KLÍMAVÁLTOZÁS LEHETSÉGES HATÁSAI A NAGY FOLYÓK VÍZMINŐSÉGÉRE

Liptay Zoltán<sup>1</sup> és Engloner Attila<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Országos Vízügyi Főigazgatóság

<sup>2</sup>Ökológiai Kutatóközpont

Nagy folyóink kiemelt szerepet játszanak a biodiverzitás megőrzésében, továbbá vízkészletet biztosítanak számos, a társadalom számára nélkülözhetetlen területen, többek között az ivóvízellátásban, öntözésben, közlekedésben, energiatermelésben és rekreációban. Ezen funkciók ellátásához elengedhetetlenül fontos a megfelelő vízminőség, amelyet azonban számos antropogén folyamat veszélyeztet. Az urbanizáció, az egyre súlyosabb pontszerű és diffúz szennyezések mellett a klímaváltozás hatásai fenyegetik leginkább folyóink vízminőségét. A hőmérséklet emelkedése és a vízhozam szélsőséges változásai számos, a vízminőség szempontjából meghatározó fizikai és kémiai tulajdonságot befolyásolhatnak károsan.

A Tiszta Ivóvíz Nemzeti Kiválóság Program keretében hosszú idejű, nagy gyakoriságú vizsgálat sorozat monitorozta a Duna, mint kiemelt ivóvízbázis vízminőségének alakulását változó meteorológiai és hidrológiai viszonyok között. A hagyományos és új típusú szennyezőkre egyaránt kiterjedő adatsorokra vízminőségi modellek készültek, amelyek alkalmasak lehetnek különböző klímaforgatókönyvek predikcióinak beépítésére és a folyók vízminőség változásainak hosszútávú előrejelzésére. A vizsgálatok az ivóvízbiztonságot hosszútávon veszélyeztető folyamatok feltárását célozzák.

A projekt az NKFIH „Tiszta ivóvíz: a biztonságos ellátás multidiszciplináris értékelése a forrástól a fogyasztóig” nemzeti kiválóság programjának (2018-1.2.1-NKP-2018-00011) támogatásával valósul meg.

## **RÖVID IDEJŰ, INTENZÍV CSAPADÉKOK VIZSGÁLATA MÉRNÖKI FELADATOK KISZOLGÁLÁSÁHOZ**

**Lakatos Mónika, Izsák Beatrix, Bokros Kinga és Szentés Olivér**  
*Országos Meteorológiai Szolgálat*

Bizonyos, csapadékhullással kapcsolatos szélsőségek intenzitásában, gyakoriságában megmutatkozó tendenciák a változó éghajlat jelei. A vízciklus felgyorsult, a melegebb levegő több nedvességet képes hordozni, ami növeli az övönvízszerű esőzések, felhőszakadások kockázatát. Az intenzívebbé váló csapadékhullás miatt szükségszerű a csapadékvíz elvezető hálózatok tervezésénél alkalmazott, az 1970-es években elkészített csapadékmaximum függvények aktualizálása. Erre reagálva az OMSZ honlapján kialakított felületen csapadékintenzitás adatok tölthetők le csapadékvíz hozam számításához tervezési, méretezési feladatok kiszolgálása céljából. A letölthető mértékadó intenzitás értékeket 101 automata mérőhelyre vonatkozóan 1998-tól, évenkénti frissítéssel közöljük. Ez az időszak már tartalmazza az ezredforduló után gyorsulni látszó éghajlatváltozás klimatikus jellemzőit. A különböző visszatérési periódusokra vonatkozó visszatérési értékek becslése az éves maximális részösszegek sorozatából álló minta alapján GEV (átlánosított szélsőérték eloszlás függvény) valószínűségi eloszlás függvény illesztésével történik.

A hosszabb statisztikai minta növelné a becslés pontosságát, de a korábbi mérési gyakorlatban alkalmazott, a maitól eltérő mintavételezés homogenitási problémákat vet fel. E probléma áthidalásának egyik módja, hogy a 10 perces csapadék részösszegeket leskálázzuk 1 percesre, ezáltal a korábbi mérési gyakorlatnak megfelelően ki tudjuk választani az egyes csapadékesemények során a legintenzívebb 10, 20,30, 60, stb.. perces részösszegeket, összhangban a korábbi mérési gyakorlattal. Erre mutatunk példát az előadásban.

Trendelemzést végeztünk több állomásra a múlt század hatvanas éveitől napjainkig a 60 perces és a 180 perces részösszegekre, ahol a korábbi és az automata mintavételezésből adódó különbség kicsi, illetve becslhető. Megvalósítottunk néhány, a PannEx (Pannonian basin Experiment), a Kárpát-medence hidroklimatológiai feltárását célzó kutatási kezdeményezés során alkalmazott, rövid idejű csapadékokra vonatkozó klímaindexet, ennek eredményéről is beszámolunk.

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



## MITIGÁCIÓ CSÖKKENTÉS ÉS KISLÉPTÉKŰ ALKALMAZKODÁS: IPARI LEHETŐSÉGEK

**Viskolcz Béla**

*Miskolci Egyetem Felsőoktatás Ipar Együttműködési központ*

Az Európai Unióban kiemelt fontosságú a mitigáció csökkentése. A Miskolci Egyetem kutatásai két fő területre fókuszálnak: az építőipari kibocsátás csökkentésre és a különböző tüzeléstechnikai eljárások fejlesztésre. Az építőipari alpanyaggyártás a világ CO<sub>2</sub> kibocsátásának 6-8%-áért felelős. Az építőipari kerámiák esetében új eljárásokkal lehetséges csökkenteni a technológia során alkalmazandó víz mennyiségét, ennek eredményeként az égetett szárított kész termékeknel jelentős energiamegtakarítás érhető el, így az ágazati a CO<sub>2</sub> kibocsátás szignifikánsan csökkenthető.

A különböző égési technológiák közül a pirolízis kiemelt fontosságú a globális hulladék újrahasznosítási eljárásoknál. Az ipari célú technológia esetén az égés és szakaszos elgázosító rendszer segítségével csökkentjük az CO<sub>2</sub> kibocsátást. A pirolízis technológia optimalizálása jelentősen hozzájárul a hatékonyabban működő körkörös gazdasági modellhez. A különböző fűtési technológiák és a szezonális energiatarolási lehetőségek ipari léptékű pilot fejlesztéseit is elkezdtük, szintén jelentős mitigációs csökkentést remélve.

A klímaváltozás hatásai jelentős kihívás elé állítja a nagy vízfelhasználású ágazatokat is. A vegyipar vízigényének biztonságos és fenntartható kielégítése felszíni vizekből a fokozódó vízszint ingadozások miatt egyre nehezebben megoldható. Az ipari szennyvizek másodlagos (vagy akár többszöri) hasznosítása jelentősen csökkentheti egy-egy iparvállalat vízigényét. Egy vegyipari szennyvíztisztító speciális pilotberendezés működési adatai alapján megállapítható, hogy az ipari szennyvíz újrahasznosítása egyes meteorológia helyzetekben gazdaságosabb is mint a felszíni vízkivétel és -kezelés. Bemutatott pilot eredmények alapján, a vegyiparban jelentős, majdnem 20%-os vízmegtakarítás érhető el. A másik energetikai és víztakarékossági alkalmazkodási fejlesztés a felszín alatti kavicstározóknak mint hűtési közegnek a felhasználását célozza meg.

A fejlesztéseket és jó gyakorlatokat ipari vagy ipar közeli léptékben végeztük, a kapott eredmények más ágazati szereplők számára adaptálhatóak, jelentős potenciált látunk az ágazatközi alkalmazási lehetőségekben is.

A projekt egyes elemeit a LIFE-Climcoop projekt is támogatja (LIFE19 CCA/HU/001320).

## **ATMOSZFERIKUS PARAMÉTEREK HATÁSAI AZ AKUT SZÍV ÉS ÉRRENDSZERI BETEGSÉGEKRE - AZ ATROPOCÉN KOR KÖRNYEZETEGÉSZSÉGÜGYI KIHÍVÁSAI**

**Dr. Boussoussou Nora Ph.D.**

*Semmelweis Egyetem, Városmajori Szív- és Érgyógyászati Klinika*

Az antropogenikus környezetváltozás hatásai bizonyított népegészségügyi veszélyt jelentenek. A 21. század egyik legnagyobb egészségügyi kihívása a klímaváltozás, mely több milliárd embert tesz ki nagyobb morbiditási és mortalitási veszélynek. A globális klímaváltozás emberi szervezetre való direkt úton történő hatása az atmoszferikus paramétereken keresztül érvényesül. Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) adatai alapján elmondható, hogy a jövőben egyre nagyobb előfordulási gyakoriságot mutató extrém meteorológiai körülmények leginkább az akut szív- és érrendszeri betegségek számát fogják emelni, melyek jelenleg a világ vezető halálocai közé tartoznak. Ennek következtében kiemelten fontos jelentősége van új szív- és érrendszeri rizikófaktort jelentő meteorológiai paraméterek azonosításának, a hatékonyabb prevenciós stratégiák kidolgozásának érdekében. Ahhoz, hogy az atmoszferikus paraméterek negatív egészségügyi hatásai ellen megfelelő preventív tevékenységekkel lehessen védekezni, az orvoslást az antropocén kor új környezet egészségügyi kontextusába kell helyezni. Ez a produktív fejlődés csak akkor tud megvalósulni, ha új irányvonalat képviselő szemléletmódok is hatnak. Kutatásunk egy ilyen új irányvonalat képvisel, melyben a különböző légköri paraméterek szív- és érrendszeri hatásait vizsgáljuk.

A kutatást az Éghajlatváltozás Nemzeti Laboratórium támogatja (RRF-2.3.1-21-2021)

DOI: 10.21404/49.MTN.2023  
ISBN 978-963-9931-20-6 (online)

Kiadja az Országos Meteorológiai Szolgálat  
1024 Budapest Kitaibel Pál u. 1.  
Telefon: (1) 346-4600, Fax: (1) 346-4669  
E-mail: omsz@met.hu  
URL: www.met.hu

Szerkesztette: Lakatos Mónika és Mészáros Róbert

*Kiadásért felel: Szanka Gábor, az OMSZ elnöke*

Budapest – 2023