

Köszöntő

Köszöntjük „**A sugárzási kényszer változásán alapuló új éghajlati scenáriók a Kárpát-medence térségére**” című projekt második hírlevelének olvasóit! Az RCMTÉR projekt 2014 decemberében indult az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) koordinálásával. A projekt célkitűzéseit az Eötvös Loránd Tudományegyetem (ELTE) Meteorológiai Tanszéke és az OMSZ közösen valósítja meg 2016. február 29-éig. Első, novemberi hírlevelünkben ismertettük a projekt céljait, feladatait és az addig elért eredményeinket.

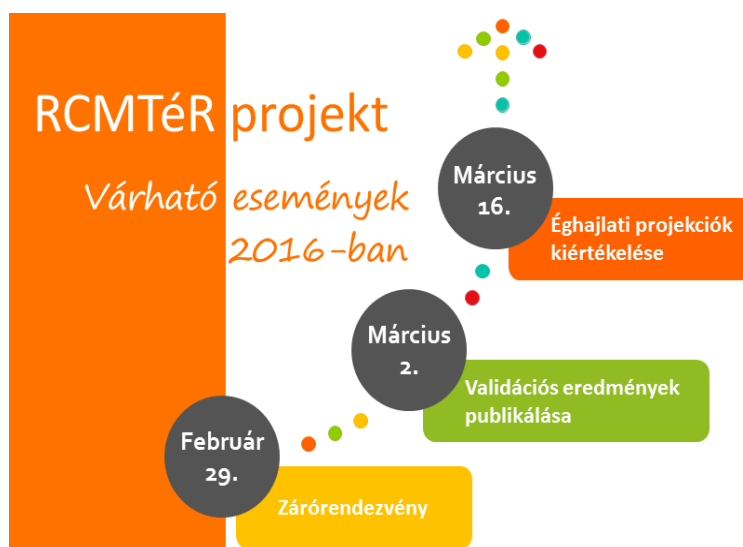
Második hírlevelünkben az eredmények bemutatására koncentrálunk. Beszámolunk arról, hogy a projekt célkitűzéseiből mit valósítottunk meg, s milyen feladatokon dolgozunk a projekt utolsó percéig. Bemutatjuk a projekt egyik legfontosabb szakmai mérföldkövét: az elvégzett klímamodell-szimulációk eredményeinek mérésekkel való összehasonlítását. Hírt adunk a felhasználók számára másodjára szervezett konzultációs workshopunkról, és áttekintjük azokat a hazai és nemzetközi konferenciákat is, amelyeken november óta a projekt képviselőiben részt vettünk, különös tekintettel projektünk „testvérprojektjeinek” rendezvényeire.

Minden olvasónknak hasznos időtöltést kívánunk!

Szépszó Gabriella
projektvezető

Tartalom

Köszöntő.....	1
Az RCMTÉR projekt fejleményei.....	2
Hol tartunk?.....	2
Mi várható még?.....	2
Eredmények.....	3
Hőmérséklet.....	4
Csapadék.....	4
A projekt képviselői rendezvényeken.....	6
Norvég-magyar bilaterális műhelymunka.....	6
Műhelymunka a NATÉR hatásvizsgálatairól.....	6
Az EEA-C12-11 projekt zárórendezvénye.....	6
KRITÉR zárórendezvény.....	6
AGRATÉR zárórendezvény.....	7
RCMTÉR 2. konzultációs workshop.....	7
Nemzetközi rendezvények.....	7
Részvevők.....	8
Impresszum.....	8



Az RMCTÉR projekt fejleményei

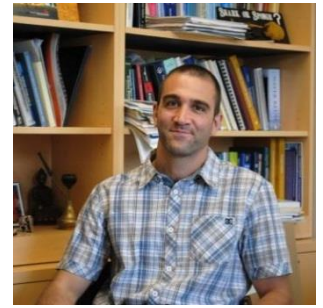
Hol tartunk?

Az RCMTÉR projekt összetett célkitűzések teljesítését vállalta. A magas színvonalú eredményekhez ugyanakkor elengedhetetlen, hogy a megvalósításukhoz szükséges időt rászánjuk. Ezért 2015 novemberében kezdeményeztük a **projekt kiterjesztését** két hónappal. Az engedélyt az *Alkalmazkodás az Éghajlatváltozáshoz* Program vezetőjétől megkaptuk, s 2015 decemberében az OMSZ **új partnerségi megállapodást** írt alá az Eötvös Loránd Tudományegyetemmel, 2016. január 14-én pedig **megújítottuk a projektszerződésünket** a Közép- és Kelet-Európai Regionális Környezetvédelmi Központtal (REC) 2016. február 29-ig.

A projekt célja, hogy a Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer (NATÉR) jelenleg rendelkezésre álló, jövőbeli éghajlatváltozást leíró információit bővítse és fejlessze. Ehhez új regionális éghajlati modelleken és kibocsátási forgatókönyveken alapuló projekciókat készítünk, aminek – az érzékenységi vizsgálatok után – a második fontos lépése a modellek tesztelése egy múltbeli időszakon. Elvégeztük a **modelleredmények validációját** mérésekkel, a főbb következtetéseket a 3. oldalon foglaljuk össze.

A jövőben várható éghajlatváltozást leíró klíma-modell adatok fejlesztése mellett kiemelt hangsúlyt fektetünk az éghajlati projekciók bizonytalanságainak számszerűsítésére, s a felhasználók támogatására és képzésére az eredmények helyes és hatékony alkalmazásában. Ennek érdekében először 2015 júniusában szerveztünk workshopot a felhasználói igények felmérésére, 2016. február 19-én pedig a **második** alkalommal tartottunk **konzultációt**, melyen a modell-adatok hatásvizsgálatokban való alkalmazásának kérdéseiről és kihívásairól esett szó.

Az Európai Gazdasági Térség pénzügyi támogatásának fontos célja a donor országokkal való szakmai kapcsolatok erősítése. 2015. október 21-én az OMSZ-



ba látogatott **Stefan Sobolowski**, a bergeni Bjerknes Központ munkatársa. A találkozón bemutatta a norvégiai éghajlati szolgáltatások és adaptáció klímamodellezési vonatkozásait, illetve beszélgettünk az együttműködés további lehetőségeiről. Terveink szerint 2016 júniusában közösen szervezünk Budapesten egy olyan **nemzetközi workshopot**, amelynek célja, hogy egyrészt bemutassa a közép- és kelet-európai régió képviselői számára az *Alkalmazkodás az Éghajlatváltozáshoz* Program eredményeit, másrészt olyan **hálózatot építsen** ki, amely a témában sikerrel pályázhat nemzetközi projektek megvalósítására. (A részletekről hamarosan bővebb információval is szolgálunk.)

Mi várható még?

A **jövőbeli** változások leírására elvégzett modellszimulációk **eredményeinek kiértékelése** folyamatban van, s az eredményeket összegző elemzést március második felében teszszük közzé (l. a címlapon szereplő ábrát).

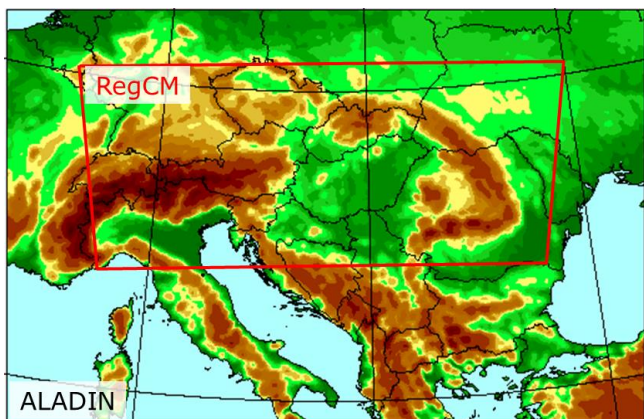
A projekt eredményeit a **zárókiadványunkban** mutatjuk be részletesen, melyet magyar és angol nyelven is elkészítünk. Az angol nyelvű változattal már arra készülünk, hogy a projekt eredményeit és tapasztalatait nemzetközi szinten is hasznosítani tudják.

A felhasználókkal kialakított **kapcsolatainkat** a jövőben is szeretnénk **fenntartani**, ezért örömminkre szolgál, ha továbbra is figyelemmel követik híreinket.

Sábitz Judit, Szépszó Gabriella

Eredmények

Az ALADIN-Climate és a RegCM regionális klímamoddellel 2-2 kísérletet hajtottunk végre, hogy **teszteljük** a modelleket **egy múltbeli időszakon**. Ez a vizsgálat nélkülözhetetlen a modellek viselkedésének és hibáinak megismeréséhez, s a jövőbeli eredmények értelmezéséhez.



2. ábra: Az ALADIN és a RegCM 10 km-es felbontású modellkísérleteinek integrálási tartománya.

Mindkét modellt **10 km-es rácsfelbontáson** futtattuk egy közép-európai tartományra (**2. ábra**) az **1981–2000** időszakra, a tartományon kívül zajló folyamatokat leírására **kétféle határfeltelt** alkalmazva:

1. Az első kísérletben ezt ún. **re-analízisek** szolgáltatatták, melyeket a teljes légkörre vonatkozóan számos (földfelszíni, műholdas stb.) mérés, valamint rövidtávú előrejelzések felhasználásával, adatasszimilációs módszerrel állítottak elő. Mivel a méréseken alapuló re-analízisek csekély hibával közelítik a valóságot, ezért ez a kísérlet azt mutatja meg, hogy a regionális modell milyen pontosan tudja becsülni egy térség múltbeli klímáját.
2. A jövőre vonatkozó szimulációknál a peremfeltételek (mérések hiányában) **globális klímamodellekből** származnak, így meg kell vizsgálni az ezekkel meghajtott

regionális modell viselkedését is. Ezek az eredmények a globális és a regionális modell együttes hibáira világítanak rá.

Az RCMTÉR-ben végrehajtott szimulációknál az első kísérlethez mindkét regionális klímamodell számára az Európai Középtávú Előrejelző Központban előállított **ERA-Interim** re-analízis adatbázis szolgáltatatta a meghajtó feltételeket (Dee et al., 2011). A második kísérletben a peremfeltételeket egy-egy **50 km-es felbontású ALADIN illetve RegCM szimuláció** eredményei biztosították, azaz mindkét esetben egy ugyancsak korlátos tartományú éghajlati szimulációt skáláztunk le finomabb felbontásra. Az 50 km-es felbontású regionális modelledmények számára egy kapcsolt légkör–óceán általános cirkulációs modell mezői szolgáltatatták a külső kényszereket: az ALADIN-Climate esetében az ARPEGE-Climate/OPA, míg a RegCM esetében a HadGEM2 modell (**1. táblázat**).

1. táblázat: Az elvégzett modellszimulációk legfontosabb jellemzői.

Kísérlet	ALADIN_ERAI	ALADIN_ARP	RegCM_ERAI	RegCM_HadG
Felbontás	10 km			
Szintek száma	31		23	
Határfeltétel	ERA-Interim	ARPEGE-Climate/OPA → ALADIN_50	ERA-Interim	HadGEM2 → RegCM_50
Határfeltétel felbontása	80 km	50 km	80 km	50 km

A kísérletek eredményeit két rácsponti megfigyelési adatbázissal is összevetettük:

1. Egy nagyobb európai területre azt vizsgáltuk, a modellek hogyan adják vissza a kontinens nagytérségű éghajlati jellemzőit. Ehhez az **E-OBS v10.0** (Haylock et

al., 2008; van den Besselaar et al., 2011) kb. 25 km-es felbontású adatsorait használtuk referenciaként. Az adatbázis homogenizálatlan, többnyire publikus adatsorok alapján készült. (Hazánkra vonatkozóan ez csak néhány állomást jelent, ezért az E-OBS a tartomány magyarországi részén helyenként nagy eltéréseket mutat a hazai adatoktól.)

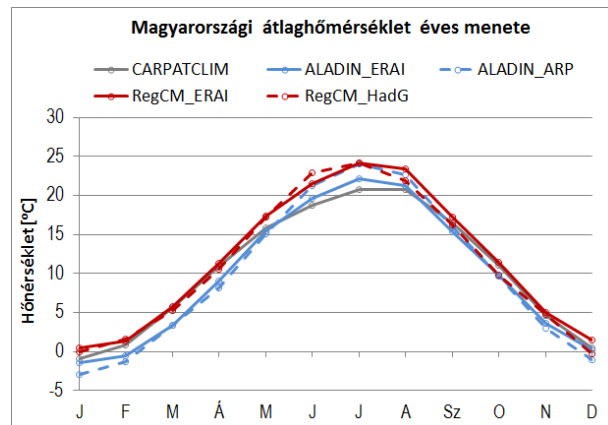
- Magyarország területére külön validációt végeztünk a **CARPATCLIM** megfigyelési adatok (Lakatos et al., 2013) felhasználásával. A napi adatokat tartalmazó adatbázist a hazai és környező országok állomási mérési adatsoraiból speciálisan meteorológiai célokra kifejlesztett homogenizációs és interpolációs eljárás alkalmazásával állították elő egy kb. 10 km-es felbontású rácson.

Hőmérséklet

Megállapítottuk, hogy az **ALADIN-Climate** modell a nyarat kivéve **túl alacsony hőmérsékleti értékeket** ad, s a mérésektől átlagosan 1-2 °C-kal tér el (3. ábra). A kisebb hibák a re-analízis meghajtású szimulációhoz tartoznak, ami azt jelenti, hogy az **éghajlatváltozási kísérletekben** (amikor globális klímamodell szolgáltatja a háttérfeltételeket) a **határfeltétel hibája az ALADIN esetében tovább növeli a bizonytalanságot**. Mindazonáltal az új modellverzióval készített szimulációkban a mérésektől vett eltérés kisebb, mint a NATÉR első változatához információt szolgáltató korábbi ALADIN modellkísérletek esetében.

A **RegCM** eredményeit ezzel szemben többnyire a **hőmérséklet felülbecslése** jellemzi, ami nyáron országos átlagban elérheti a 3 °C-ot is. A tapasztalt hőmérsékleti hibák azokban a rácspontokban statisztikailag szignifikánsak,

ahol meghaladják az 1 °C-ot. A **kisebb hibák a RegCM esetében a HadGEM meghajtású szimulációhoz** tartoznak, ami azt jelenti, hogy a HadGEM és a RegCM gyengeségei valamelyest ellensúlyozzák egymást.



3. ábra: A hőmérséklet magyarországi havi átlagértékei (°C) az 1981–2000 időszakban a CARPATCLIM megfigyelési adatbázis, az ALADIN ERAI, az ALADIN ARP, a RegCM ERAI és a RegCM HadG modellszimulációk eredményei alapján.

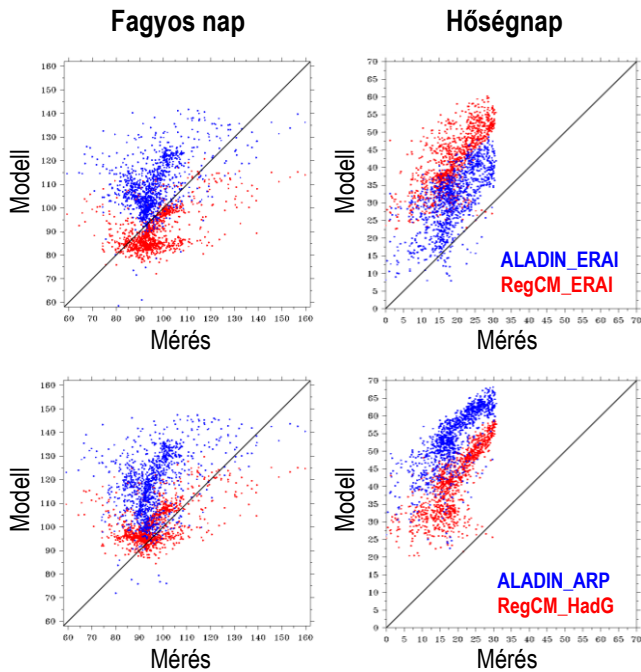
Ugyanezeket a jellemzőket a napi hőmérsékletértékek vizsgálata is megerősíti. Például az ALADIN modell mind a **fagyos napok**, mind a nyári vagy a **hőségnapok gyakoriságát felülbecsli** (4. ábra).

Csapadék

A **csapadékösszeg** esetében gyakori a **felülbecslés**, ami alól a RegCM esetében a nyár, az ALADIN-nál pedig ősszel és télen az ország nyugati tájai képeznek kivételt (5. ábra télre).

A csapadékeredmények értékelésénél szót kell ejteni a referencia-adatbázisok minőségéről, ugyanis a különböző referenciák használata eltérő következtetéseket eredményezhet (5. ábra). Éves szinten az **E-OBS és a CARPATCLIM adatbázis közötti különbség** Magyarországra átlagosan 12-13 %, s a különbség **télen a legnagyobb**. Ebben az évszakban a RegCM esetében Magyarország délnyugati területei nedvesebbnek adódtak az E-OBS adatokkal

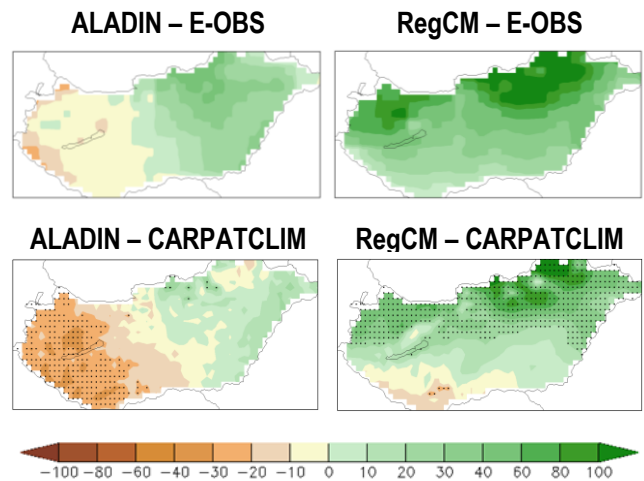
való összevetés során, mint a CARPATCLIM szerint. Az ALADIN-nál a téli átlagos modellhibák előjelükben is eltérnek: az E-OBS-szal való kiértékelés országos átlagban mintegy 10 %-os fölébecslést eredményez, míg a CARPATCLIM-mel 10 %-os alábecslést tapasztalunk.



4. ábra: A fagyos napok ($T_{min} < 0\text{ }^{\circ}\text{C}$) és a hőségnapok ($T_{max} \geq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$) 1981–2000 időszakra vonatkozó átlagos éves gyakorisága a magyarországi rácspontokban a megfigyelési adatok (x-tengely), az ALADIN_ERAI, az ALADIN_ARP, a RegCM_ERAI és a RegCM_HadG modellszimulációk eredményei (y-tengely) alapján.

Nemcsak a csapadék mennyiségében, de a **csapadékos napok** számában és a **10 mm-t meghaladó csapadékú napok gyakoriságában** is **fölébecslés** jellemzi az eredményeket (kivéve az ALADIN nyári és őszi értékeit). Ezzel párhuzamosan a **száraz időszakok** maximális **hosszát** a modellek szinte minden magyarországi rácspontban **alulbecslik**.

A NATÉR első változatához információt szolgáltató korábbi **ALADIN** modellkísérletek esetében tapasztalt nagymértékű **nyári felülbecslés** az új kísérletekben jelentős mértékben **csökkent**, a **RegCM** pedig a **csapadék** korábban gyengén leírt **éves menetét** az új eredményeikben **jobban közelíti**.



5. ábra: Az ALADIN_ARP és a RegCM_HadG modellszimulációk eredményei alapján számított téli csapadékösszeg átlagos eltérése (%) a különböző mérési adatbázisoktól az 1981–2000 időszakban. A CARPATCLIM-mel való összehasonlításnál pontozással jelöltük azokat a rácspontokat, ahol az eltérés szignifikáns.

Dee, D.P., Uppala, S.M., Simmons, A.J., Berrisford, P., Poli, P., Kobayashi, S., Andrae, U., Balmaseda, M.A., Balsamo, G., Bauer, P., Bechtold, P., Beljaars, A.C.M., van de Berg, L., Bidlot, J., Bormann, N., Delsol, C., Dragani, R., Fuentes, M., Geer, A.J., Haimberger, L., Healy, S.B., Hersbach, H., Hólm, E.V., Isaksen, I., Kållberg, P., Köhler, M., Matricardi, M., McNally, A.P., Monge-Sanz, B.M., Morcrette, J.-J., Park, B.-K., Peubey, C., de Rosnay, P., Tavolato, C., Thépaut, J.-N., Vitart, F., 2011: The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system. Q. J. R. Meteorol. Soc. 137, 553–597.

Haylock, M.R., Hofstra, N., Klein Tank, A.M.G., Klok, E.J., Jones, P.D., New, M., 2008: A European daily high-resolution gridded dataset of surface temperature and precipitation. J. Geophys. Res. (Atmospheres) 113, D20119, doi: 10.1029/2008JD10201.

Lakatos, M., Szentimrey, T., Bihari, Z., Szalai, S., 2013: Creation of a homogenized climate database for the Carpathian region by applying the MASH procedure and the preliminary analysis of the data. Időjárás 117, 1, 143–158.

van den Besselaar, E.J.M., Haylock, M.R., van der Schrier, G., Klein Tank, A.M.G., 2011: A European daily high-resolution observational gridded data set of sea level pressure. J. Geophys. Res. 116, D11110, doi: 10.1029/2010JD015468.

Szépszó Gabriella

A projekt képviselte rendezvényeken

Norvég-magyar bilaterális műhelymunka

A Magyar Földtani és Geofizikai Intézet (MFGI) és a REC **2015. október 19-én** műhelymunkát rendezett Szentendrén, melynek célja a **donor partnerek tájékoztatása és tapasztalatcsere** volt a NATÉR program elért eredményeiről. Bemutatásra került a NATÉR projekt és az ahhoz kapcsolódó összes kutatás. A konzultációban a kutatások folytatásának és az európai keretrendszerbe való illesztésének lehetőségeit vitattuk meg, ami a már létező együttműködésekhez (pl. a EURO-CORDEX; I. 7. oldal) való csatlakozás, illetve új projektek útján valósítható meg.

Műhelymunka a NATÉR hatásvizsgálatairól

Az MFGI szervezésében **2015. november 3-án** konzultációra került sor a **NATÉR alkalmazási lehetőségeiről és korlátairól**. Áttekintettük a NATÉR projekt keretében végzett vizsgálatokat a klímaváltozás felszín alatti vizeinkre gyakorolt **hatására**, a villámárvíz-kockázatra, az ivóvízbázis **érzékenységére** és az agro-ökoszisztema **sérülékenységére** vonatkozóan.

Ezt követően Szépszó Gabriella bemutatta, hogyan használhatók fel a klímamodellekből származó információk a hatásvizsgálatokban, s milyen módszerek állnak rendelkezésünkre a modelldatok ezt elősegítő utó-feldolgozására. Ismertette az ún. **delta-módszer** jellemzőit (ennél a hatásvizsgálatokhoz meteorológiai méréseket és a modellek által jelzett jövőbeli változást használnak); a **statisztikai korrekció** előnyeit (a korrekció segítségével a múltra vonatkozó modelldatok hibája kiszűrhető, ami a megnyugtató a felhasználókat) és hátrányait (pl. a különböző meteorológiai változók közötti konzisztencia elvesz, ezért a korrigált adatok olyan

vizsgálatokban nem alkalmazhatók, ahol ezekből kiindulva további dinamikus modelleket futtatnak). Felhívta a figyelmet arra, hogy a legtöbb hatásvizsgálat **egyedi igényeket** mutat fel, így **nincs univerzális módszer** a modelldatok kezelésére, s bátorította a felhasználókat a **modellező szakértőkkel való konzultációra**. Jelezte, hogy a hatásvizsgálatokat nem elég egy modell eredményére alapozni, mert így a projekciók bizonytalanságával nem számolunk, ugyanakkor azt is kifejtette, hogy a NATÉR-ban rendelkezésre álló két modellszimuláció eredményei erre csak korlátozott lehetőséget adnak.

Az EEA-C12-11 projekt zárórendezvénye

Az MTA KRTK Regionális Kutatások Intézete által megvalósított, „**Magyarország hosszú távú társadalmi és gazdasági fejlődési pályájának előrejelzése**” című projekt zárórendezvényét **2015. december 7-én** tartották Budapesten, a Magyar Tudományos Akadémia székházában. A projektben **demográfiai, gazdasági és földhasználati témákban** számszerűsítették különböző földrajzi léptékeken és időtávokon, hogy a társadalmi és gazdasági folyamatok és a klímaváltozás hogyan hatnak egymásra.

KRITÉR zárórendezvény

A **KRITÉR** projekt **2015. december 8-án** tartotta záró

eseményét. A rendezvényen a projektpartnerek bemutatták a klíma-

változás okozta **hőhullámok következtében várható többlethalálozást**, a **szélsőséges időjárási helyzetek közötti balesetekre**, valamint a **klimatikus viszonyok megváltozásának turizmusra gyakorolt hatását**.



AGRATÉR zárórendezvény

Lezárult **2015. december 21-én** az MTA ATK Talajtani és Agrokémiai Intézet által megvalósított **AGRATÉR** projekt. Célja a **NATÉR kiterjesztése** az agrárszektor legfontosabb területeire: **a szántóföldi művelésre, az erdőgazdálkodásra és a gyepgazdálkodásra**. A projekt során egy olyan, az éghajlatváltozás hatásaihoz való alkalmazkodást segítő módszertan került kidolgozásra, mellyel vizsgálható az agrárszektor egyes területeinek kitettsége, sérülékenysége és ellenálló képessége. A projekt eredményeit *Fodor Nándor, Horváth Ferenc, Illés Gábor* és *Molnár András* mutatták be.

RCMTÉR 2. konzultációs workshop

Második alkalommal rendeztünk konzultációs workshopot **2016. február 19-én**, lehetőséget teremtve a klímaváltozás hatásait vizsgáló kutatók, a döntéshozók és a projekt eredményei iránt érdeklődők számára a **klímamodell-eredmények felhasználása során tapasztalt kihívások** megbeszélésére.

Szépszó Gabriella áttekintette a klímamodellek adatainak **utó-feldolgozására használható módszereket**, majd a következő 2 előadás a gyakorlat oldaláról mutatta meg ugyanezt. *Varga György*, az Országos Vízügyi Főigazgatóság munkatársa a **delta-módszert** alkalmazta a **Balaton jövőbeli vízforgalmának becslésében**. *Fodor Nándor* pedig összehasonlította, mekkora **eltérés** mutatkozik a **növénytermesztési eredményekben korrigált és nyers klímamodell-adatok** felhasználásával.

Az előadások után kötetlen szakmai beszélgetésben, meghatározott kérdések mentén haladva felmértük, hogy az egyes szakterületeken milyen módon tesztelik és kalibrálják a hatásvizsgálati eljárásokat, végeznek-e korrekciót a

nyers modelleredményeken, s hogyan interpretálják eredményeiket a végfelhasználók és a döntéshozók felé. Szó esett az örök dilemmáról: miként lehet az **igen-nem típusú** válaszokat előnyben részesítő **döntéshozók** elé tárni a csak **valószínűségi** formában megfogalmazható tudományos **eredményeket**. A résztvevők egyetértettek, hogy ebben nagy szerepe van a **döntés-előkészítő**knak, akik hidat képezhetnek a szakemberek és a döntéshozók között.



Nemzetközi rendezvények

2016 januárjában tartották Európa legfontosabb regionális klímamodellezési együttműködése, a **EURO-CORDEX** szokásos éves ülését. Az OMSZ jelenleg a projekciós bizonytalanságok hátterének feltérképezését célzó vizsgálataival vesz részt a kutatásokban.



2016 februárjában részt vettünk az **UERRA projekt** ülésén, melynek célja nagy-felbontású **regionális re-analízisek** előállítására Európára, mégpedig a bizonytalanságokat is leíró **ensemble módszer** alkalmazásával. A re-analízisek felhasználása a hazai klímamodellezésben széleskörű: azon túl, hogy határfeltételt szolgáltatnak a regionális modellkísérletekhez, validációs referenciaként is használjuk őket olyan éghajlati jellemzők vizsgálatára, amit a felszíni mérések nem tesznek lehetővé.



Sábitz Judit, Szépszó Gabriella

Konzorcium:

Országos Meteorológiai Szolgálat

1024 Budapest, Kitaibel Pál utca 1.



Eötvös Loránd Tudományegyetem

Meteorológiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1./A



A projekt honlapja: rcmter.met.hu

Támogatók:

A projekt Izland, Liechtenstein és Norvégia támogatásával valósul meg az Európai Gazdasági Térség Támogatási Alapján keresztül.

A projekt költségvetése 299 996 euró.



REGIONAL ENVIRONMENTAL CENTER

Impresszum:

Szerzők:

Sábitz Judit, Szépszó Gabriella, OMSZ

Szerkesztette:

Szépszó Gabriella (e-mail: szepszo.g@met.hu)