

## MILYEN MÉRTÉKŰ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS VÁRHATÓ A KÁRPÁT-MEDENCÉBEN?

Az európai éghajlatváltozást vizsgáló PRUDENCE projekt 50 km-es felbontású modellszimulációi alapján készítettünk becsléseket a Kárpát-medence térségére a 2071–2100 időszakra. E cikkünkben a várható hőmérséklet- és csapadékváltozás mértékét elemezzük az A2 és a B2 globális IPCC scenáriók esetére.

### Regionális éghajlati modellezés a PRUDENCE projekt keretében

Az 1990-es évek elejére egyértelművé vált, hogy a globális éghajlati modellekkel készített klímabecslések pontossága regionális térskálán nem megfelelő, s keresni kellett valamilyen módszert, mellyel a globális skálájú modellek eredményeiből kiindulva a regionális leskalázás végrehajtható. Elsőként Giorgi és munkatársai (Giorgi, 1990) fejlesztették ki az ún. beágyazott modellel való szimulációt, amikor a globális modellek eredményeit bemenő paraméterként felhasználva korlátos tartományú beágyazott modellek írják le a finomabb skálájú légköri folyamatokat. A ma használatos regionális modellek felbontása akár már 10–20 km is lehet. A regionális klímamodellezés témakörében a XXI. század elején az V. és VI. EU-keretprogramban számos, az egész kontinenst átfogó program indult (PRUDENCE, STARDEX, ENSEMBLES, CECILIA, CLAVIER). E projektek sorában a legelső a PRUDENCE (<http://prudence.dmi.dk>) volt, mely további kutatásokhoz már 2005-től rendelkezésre bocsátotta a regionális éghajlati szimulációk eredményeit.

A PRUDENCE projektben kilenc Európai Unió országából összesen 21 egyetem, nemzeti meteorológiai szolgálat és kutatóintézet vett részt, a projekt vezetője a Dán Meteorológiai Intézet volt, a résztvevők között többek között megtalálhatjuk a brit Hadley Központot, a hamburgi Max Planck Intézetet, valamint a trieszti Nemzetközi Elméleti Fizikai Központot (Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, ICTP). A regionális modellszimulációk kiindulási- és peremfeltételeihez három globális éghajlati modell (a brit HadAM3, a hamburgi ECHAM5, s a francia ARPEGE) outputjait használták fel. A szimulációk során mindösszesen 10 regionális éghajlati modell került alkalmazásra (Christensen, 2005). A futtatásokban a teljes európai térségre egységesen 50 km-es horizontális felbontást alkalmaztak. Minden esetben az éghajlati szimulációk referencia időszaka 1961–1990 volt, az éghajlati projekciók célidőszaka pedig 2071–2100. A regionális modellek mindegyikét az IPCC-jelentésekben szereplő A2 scenárióra futtatták, s ahol csak lehetőség volt rá, a B2 scenárióra is.

Az A2 scenárió a világ sokféleségének megmaradásával, valamint az emberiség lélekszámának állandó, de lassú növekedésével számol. A gazdasági és technikai fejlődés várhatóan minden földrajzi régióban érvényesül, de az

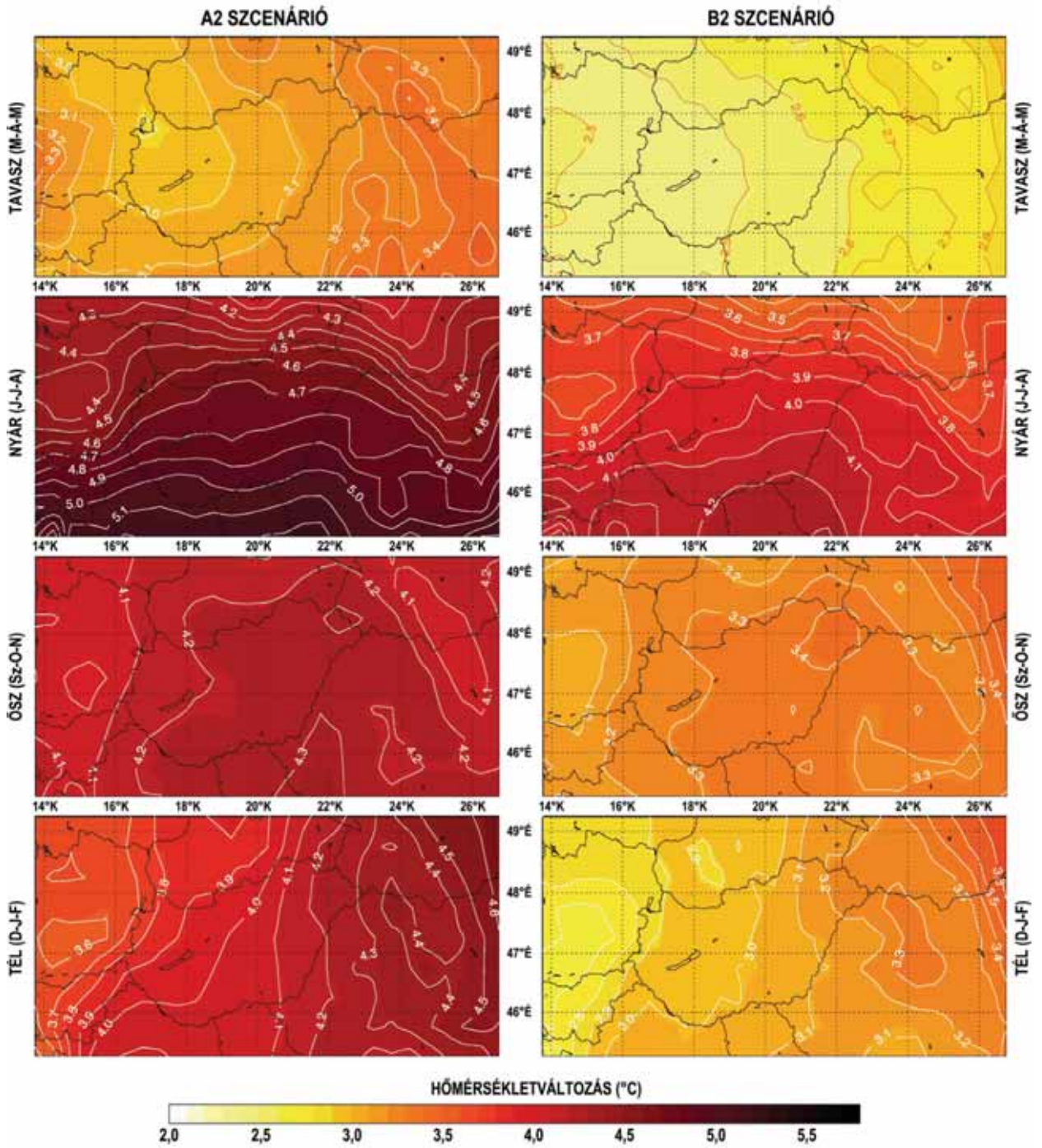
összes forgatókönyv közül ez esetben a leglassabban (IPCC, 2007). Ezt tartják az IPCC-scenáriók közül a legpesszimistábbnak, mivel 2100-ra a globális szén-dioxid szint 850 ppm-re történő növekedését feltételezi, s ez az ipari forradalom előtti légköri mennyiség közel háromszorosa. A B2 scenárió a felmerülő környezeti és társadalmi problémák regionális szintű megoldását helyezi előtérbe. A földi népességszám várhatóan növekszik, de az A2 feltételezésénél lassabban. A gazdasági növekedés közepes ütemű, a technológiai változások visszafogottabbak, ugyanakkor szerteágzóbbak, mint a másik három alapszenárió esetén (IPCC, 2007). Még ez az optimistának tekinthető B2 scenárió is a szén-dioxid globális koncentrációjának 600 ppm-re, vagyis az ipari forradalom előtti szint több mint kétszeresére történő növekedéssel számol a XXI. század végére.

Ebben a cikkben összegezzük a Kárpát-medence térségére a XXI. század végére várható regionális éghajlatváltozási scenáriókat a PRUDENCE modellszimulációk felhasználásával. Az évszakos hőmérsékleti paraméterek várható alakulását elemezzük, majd az évszakos csapadék valószínűsíthető változását mutatjuk be.

### A Kárpát-medencében várható hőmérsékletváltozás mértéke

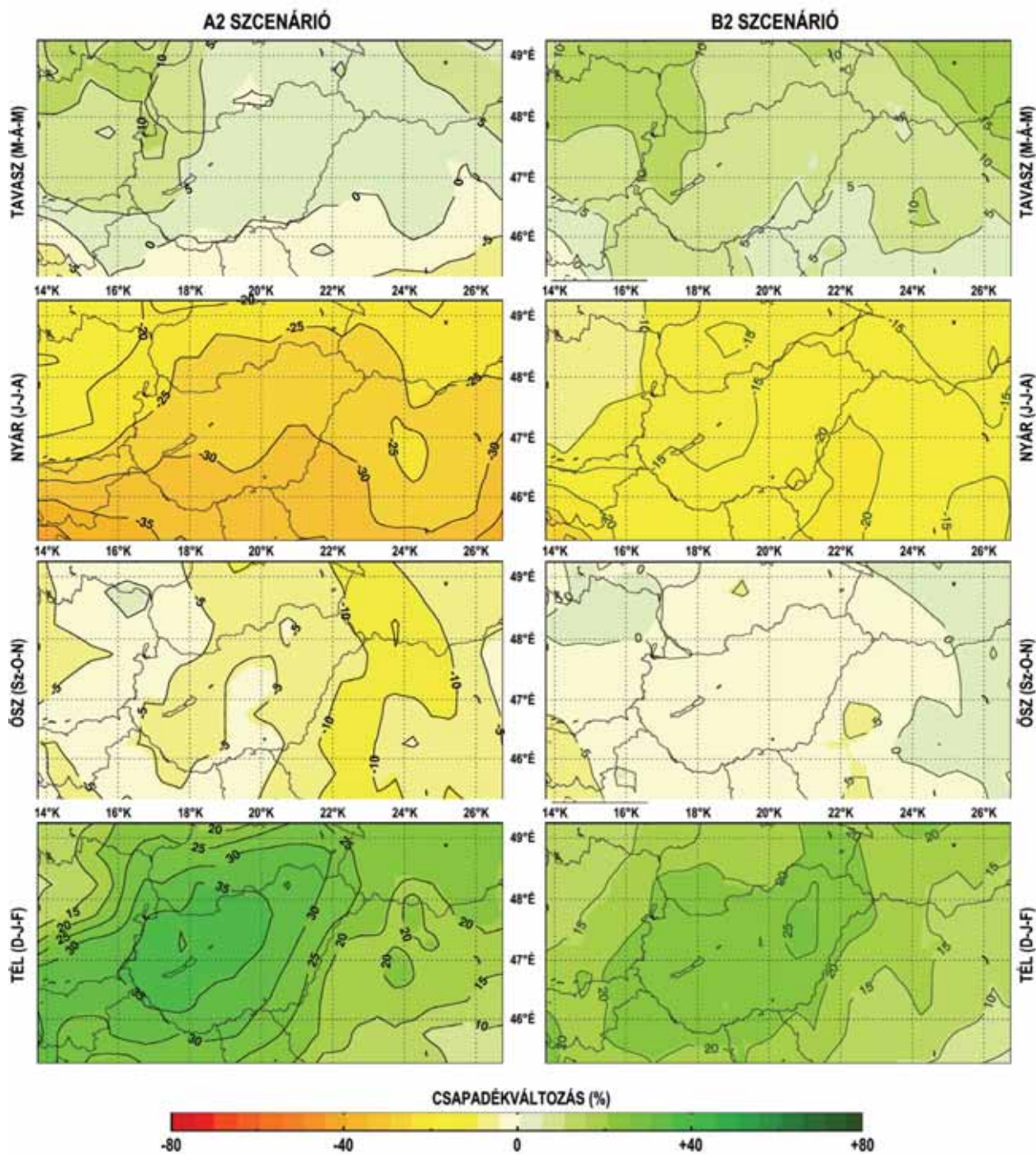
Jelen vizsgálatainkban a Kárpát-medencét reprezentáló területnek a 45,25°–49,25°É és 13,75°–26,50°K által kijelölt térséget választottuk. Elsőként az 1961–1990 közötti referencia időszakra kapott szimulációs eredményeket elemeztük, mely a klímamodellek validálásának hagyományos módja. A PRUDENCE szimulációk értékelésére az ún. CRU adatbázist (New et al., 1999) használtuk fel, melyet a Kelet-Angliai Egyetem Éghajlatkutató Osztálya (University of East Anglia Climatic Research Unit) állított össze földfelszíni meteorológiai mérések alapján. Általánosságban elmondhatjuk, hogy a szimulációk valamelyest felülbecslik a hőmérsékletet a Kárpát-medence térségében, csak a vizsgált terület nyugati és az északkeleti határain figyelhetünk meg csekély mértékű alulbecslést. A legnagyobb felülbecslés az ország déli részén figyelhető meg, de ennek mértéke sem haladja meg a 1,5 °C-ot.

A validálást követően az évszakos átlaghőmérséklet várható alakulását vizsgáltuk a 2071–2100 időszakra. Az 1. ábra kompozitképein (melyeket a rendelkezésre álló különböző modellfuttatásokból kapott várható évszakos változások átlagaként állítottunk elő) mutatjuk be a várható évszakos hőmérséklet-növekedést az A2 (balra), illetve a B2 (jobbra) scenárió esetén (melyhez 16, illetve 8 modellfuttatást használtunk fel). Hasonlóan a globális és európai eredményekhez, a Kárpát-medencére is az A2 scenárió esetén nagyobb melegedés várható, mint a B2 esetén.



1. ábra: A várható évszakos hőmérsékletváltozás mértéke (°C) a Kárpát-medence térségére 16, illetve 8 európai regionális éghajlati modellszimuláció eredményei alapján a 2071–2100 időszakra, A2 (bal oldalon) illetve B2 (jobb oldalon) szcenárió esetére. Referencia időszak: 1961–1990.





3. ábra: A várható évszakos csapadékváltozás mértéke (%) a Kárpát-medence térségében 16, illetve 8 európai regionális éghajlati modell-szimuláció eredményei alapján a 2071–2100 időszakra, A2 (bal oldalon) illetve B2 (jobb oldalon) szcenárió esetére. Referencia időszak: 1961–1990.

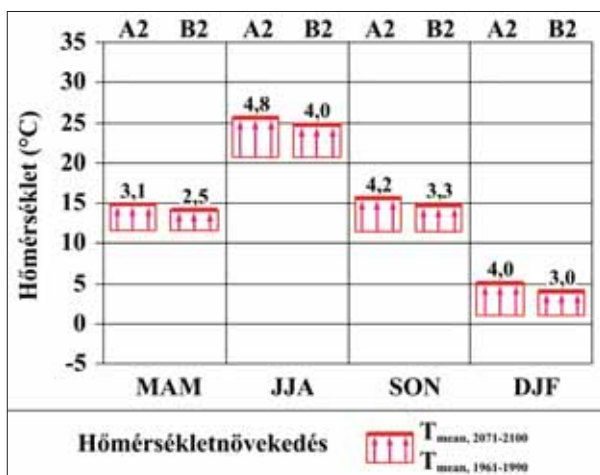
Az 1. táblázatban a Magyarország területére várható melegedés mértékét összegezzük. A melegedés mindkét scenárió esetén nyáron a legnagyobb (4,5–5,1 °C, illetve 3,7–4,2 °C), s tavasszal a legkisebb (2,9–3,2 °C, illetve 2,4–2,7 °C). A hőmérséklet emelkedés mértéke nyáron északról dél felé, míg télen és tavasszal nyugatról kelet felé haladva növekszik. A modellek eredményeiből adódó bizonytalanságot az előrejelzett hőmérsékletváltozás szórásértékeivel jellemezve a legnagyobb szórás nyáron (0,9–1,1 °C) jelentkezik mindkét scenárió esetén (Bartholy et al., 2007).

1. táblázat

Szenárió	Tavasz (MÁM)	Nyár (JJA)	Ősz (SzON)	Tél (DJF)
A2	2,9–3,2 °C	4,5–5,1 °C	4,1–4,3 °C	3,7–4,3 °C
B2	2,4–2,7 °C	3,7–4,2 °C	3,2–3,4 °C	2,9–3,2 °C

A 2071–2100 időszakra Magyarországra várható átlaghőmérsékletváltozás értékei (az A2 scenárió esetén 16 modellszimuláció eredményeit vettük figyelembe, míg a B2 scenárió esetén 8 modellszimuláció eredményei álltak rendelkezésre)

A 2. ábra összegezi az A2 és B2 scenáriók esetén Magyarországra várható évszakos hőmérsékletváltozásokat. Általánosságban elmondhatjuk, hogy a 2071–2100 időszakra a melegedés mértéke mindkét scenárióra és minden évszakra meghaladja a 2,5 °C-ot, de kisebb mint 4,8 °C. A legkisebb eltérés az A2 és B2 scenárió között tavasszal várható (0,6 °C), míg legnagyobb télen (1,0 °C). A melegedés a legnagyobb mértékű várhatóan nyáron lesz, 4,8 °C az A2 scenárió esetén, és 4,0 °C a B2 scenárióra. A legkisebb hőmérséklet-növekedés tavasszal várható: 3,1 °C (A2), illetve 2,5 °C (B2).



2. ábra: A XXI. század végére Magyarországra várható átlaghőmérséklet-változás évszakos értékei (az 1961–1990 közötti referenciaidőszak hőmérsékletei a Budapesten mért értékeket jelzik).

### A Kárpát-medencében várható csapadékváltozás mértéke

A hőmérsékletre hasonlóan, a csapadékra is végeztünk hibaanalízist az 1961–1990 időszakra a CRU adatbázis (New et al., 1999) felhasználásával. A csapadék esetén a modellek inkább felülbecslik a jelen éghajlati viszonyokat,

s csupán a vizsgált terület délnyugati régiójában találunk alulbecslést. Szigorúan hazánk területét vizsgálva a szimulált és mért csapadékváltozások közötti eltérések a -10% és +20% közötti intervallumba esnek.

Mind az A2, mind a B2 scenárió esetén az éves csapadékösszegben nem várható jelentős mértékű változás (Bartholy et al., 2003), de ezt nem mondhatjuk el az évszakos csapadékösszegekről. A regionális klímamodellek által a Kárpát-medence térségére 2071–2100-ra becsült várható csapadékváltozások évszakos kompozitértékeit a 3. ábrán mutatjuk be, balra az A2, jobbra a B2 scenáriót figyelembe véve. Amint jól látható, a csapadékösszegek változásának várható tendenciája nem minden évszakban azonos előjelű. Nyáron (és kisebb mértékben ősszel) a teljes vizsgált térségben a csapadék csökkenésére, míg télen (és kisebb mértékben tavasszal) a csapadék növekedésére számíthatunk.

A 2. táblázatban foglaljuk össze az évszakos csapadékváltozások Magyarországra várható értékeit a két vizsgált scenárióra. A hőmérsékletre hasonlóan az A2 scenárió esetén nagyobb mértékű csapadékváltozások valószínűsíthetők, mint a B2 scenárióra. Az előrejelzett csapadékcsökkenés mértéke nyáron 24–33% (A2 scenárió), illetve 10–20% (B2 scenárió), míg a téli csapadéknövekedés mértéke 23–37% (A2 scenárió), illetve 20–27% (B2 scenárió). A modelleredményekből adódó bizonytalanságot reprezentáló évszakos szórásértékek (Bartholy et al., 2007) alapján a modellek előrejelzésében a legnagyobb eltérések az A2 scenárió esetén nyáron mutatkoznak (amikor a szórásértékek akár a 20%-ot is elérhetik), míg a B2 scenárió esetén tavasszal (amikor a szórásértékek elérik a 16%-ot). A többi évszakban relatíve jó egyezés mutatkozik a modelleredmények között (Bartholy et al., 2007). Természetesen a hőmérsékletben mutatkozó szórásokhoz viszonyítva a várható évszakos csapadékösszegekben nagyobb bizonytalanságot mutatnak a modelleredmények.

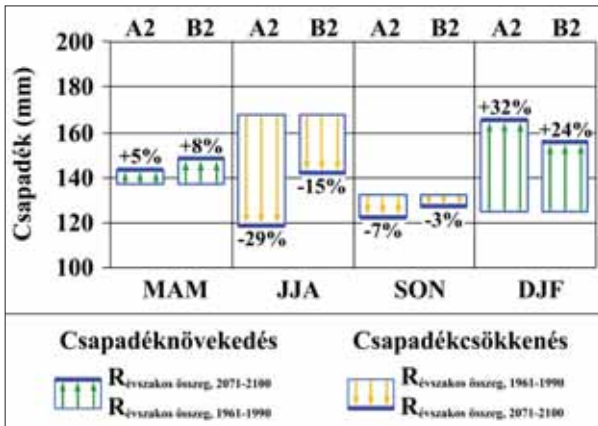
2. táblázat

Szenárió	Tavasz (MÁM)	Nyár (JJA)	Ősz (SzON)	Tél (DJF)
A2	0 - (+10) %	(-24) - (-33) %	(-3) - (-10) %	(+23) - (+37) %
B2	(+3) - (+12) %	(-10) - (-20) %	(-5) - 0 %	(+20) - (+27) %

A 2071–2100-ra várható évszakos csapadékváltozás értékei Magyarországra (az A2 scenárió esetén 16 modellszimuláció eredményeit vettük figyelembe, míg a B2 scenárió esetén 8 modellszimuláció eredményei álltak rendelkezésre).

A 4. ábrán illusztráljuk a magyarországi csapadék éves eloszlásában várható változást az A2 és a B2 scenárió esetén. Az évszakos csapadékcsökkenést sárga, míg a csapadéknövekedést zöld nyilak jelölik. Az 1961–1990 közötti referencia időszakban az átlagosan lehullott csapadékmennyiség alapján az évszakok csökkenő sorrendje: nyár, tavasz, ősz, tél (a referencia-időszak értékeit a Budapesten mért csapadékösszegek alapján tekintettük, ami a sokéves átlagokat nézve nagyjából az országos sorrendnek is megfelel). A modelleredmények valószínűsítik e sorrend teljes átrendeződését a XXI. század végére. A modellek azt





4. ábra: A XXI. század végére Magyarországra várható csapadékváltozás évszakos értékei (az 1961–1990 közötti referencia-időszak értékei a Budapesten mért csapadékösszegeket jelzik).

jelzik, hogy mindkét scenárió esetén a legcsapadékosabb két évszak a tél és a tavasz lesz (ebben a sorrendben). A legszárazabb évszak az A2 scenárió figyelembe véve várhatóan a nyár, míg a B2 scenárió esetén az ősz lesz. A klímaprojekciók alapján a B2 scenárió esetén az évszakos csapadékmennyiségek közötti különbségek szignifikáns csökkenése várható (felére csökken), mely azt eredményezi, hogy az éves csapadékeloszlás kiegyenlítettebbé válik a XXI. század végére. Nem mondható el ugyanez az A2 scenárió esetére, ahol várhatóan továbbra is jelentős mértékben eltér egymástól a téli és a nyári csapadék-összeg, csak a legszárazabb és a legcsapadékosabb évszak felcserélődik.

A Kárpát-medencében várható hőmérséklet- és csapadékváltozás elemzésekor a fentiekben nem vettük figyelembe azt, hogy a múltra vonatkozóan az egyes klímamodellek milyen hibákkal szimulálták az éghajlatot, és persze azt sem, hogy milyen hibák lesznek a jövőre nézve. Ily módon a levont következtetések nem tekinthetők teljesen pontosnak, sokkal inkább kvalitatív becslésként értelmezhetőek, melyek a jellemző várható tendenciákat jelölik ki.

### Az 1 °C-os globális melegedés esetén várható éghajlatváltozás Magyarországon

A PRUDENCE projekt keretében végzett modellfuttatások célidőszaka a XXI. század vége (2071–2100), így a Kárpát-medencére vonatkozó elemzéseinkben mi is ezt az időszakot vizsgáltuk. A klímaváltozások hatásvizsgálatához a közelebbi jövőre vonatkozó előrejelzésekre lenne szükség, melyek egyelőre még nem állnak rendelkezésre. A század-végére (2071–2100) vonatkozó modellbecslések alapján Christensen (2005) meghatározta az 1°C-os globális

melegedéshez tartozó regionális hőmérséklet- és csapadékváltozásokat az európai országokra (az A2, illetve a B2 scenáriók esetén adódó globális melegedés mértékét 1°C-hoz arányosítva). Ehhez az elemzéshez 50 km × 50 km-es ráccsal fedték le egész Európát, és az adott országok területére eső rácsponti értékeket átlagolták. Majd az összes modellfuttatás (25) hőmérsékletre és csapadékra vonatkozó becsléseit összegezték. Ezután az éves és évszakos átlag- illetve szórásértékek alapján egy normál eloszlású valószínűségi függvényt illesztettek, és ez alapján számították a 95., 50. és 5. percentiliseket, melyek mindegyikéhez megadták a 95%-os konfidencia-intervallumot is. Ezeket az eredményeket foglaljuk össze Magyarországra a 3. táblázatban a hőmérsékletre, illetve a csapadékra vonatkozóan, melyek közel harminc rácspont becsléseit veszik alapul. A számszerűsített eredmények összhangban vannak az előző két fejezetben bemutatott térképeken látható becslésekkel.

3. táblázat

	Éves	Tavasz (MAM)	Nyár (JJA)	Ősz (SON)	Tél (DJF)
<b>Hőmérséklet (°C)</b>					
Átlag	1,4	1,1	1,7	1,5	1,3
Szórás	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3
95. percentilis	1,9 [1,8-2,1]	1,6 [1,5-1,8]	2,4 [2,2-2,6]	2,0 [1,8-2,1]	1,9 [1,7-2,1]
5. percentilis	0,9 [0,7-1,0]	0,6 [0,5-0,8]	1,0 [0,8-1,2]	1,0 [0,8-1,1]	0,8 [0,6-0,9]
<b>Csapadék (%)</b>					
Átlag	-0,3	0,9	-8,2	-1,9	9,0
Szórás	2,2	3,7	5,3	2,1	3,7
95. percentilis	3,4	7,0	0,5	1,5	15,0
	[2,2-4,6]	[5,0-9,0]	[(-2,3)-(-3,2)]	[0,4-2,7]	[13,0-16,9]
5. percentilis	-3,9	-5,2	-16,9	-5,3	3,0
	[(-5,1)-(-2,8)]	[(-7,2)-(-3,3)]	[(-19,5)-(-14,1)]	[(-6,4)-(-4,2)]	[1,0-5,0]

Az 1 °C-os globális hőmérsékletnövekedés esetén Magyarországra vonatkozó várható hőmérséklet- és csapadékváltozások 2071–2100 időszakra 25 modellszimuláció eredményei alapján (Christensen, 2005). A percentilisek esetén a zárójelben található értékek a 95%-os konfidencia-intervallumot jelölik.

A hőmérsékletre vonatkozóan egyértelmű melegedő tendencia jelentkezik, mely erősebb az 1 °C-os globális átlaghőmérséklet-emelkedésnél. Az éves 1,4 °C-os hőmérséklet-emelkedésnél nagyobb mértékű változásra számíthatunk nyáron és ősszel (1,7 °C, illetve 1,5 °C), míg télen és tavasszal valamivel kisebb mértékűre (1,3 °C, illetve 1,1 °C).

Az 1 °C-os globális átlaghőmérséklet-emelkedés esetén várható éves csapadékváltozást csekély mértékű negatív tendencia jellemzi. Az évszakos csapadékösszegekben hazánkban jelentős (abszolút értékben átlagosan közel 10%-os) változás a téli és nyári évszakban valószínűsíthető, előbbi esetén növekedésre, utóbbinál csökkenésre számíthatunk. Az átmeneti évszakokban a különböző modellek által adott becslések nem ennyire egyértelműek – némelyeknél csökkenést, másoknál növekedést kapunk Magyarország térségére.

### Következtetések

Az Európai Unió V. keretprogramon belül a PRUDENCE projekt az A2 és B2 scenárióra Európára ad becsléseket a XXI. század utolsó három évtizedére, 50 km-es rácsfelbontással. Ennek eredményei alapján levonható az az általános

következtetés, hogy hasonlóan a globális és európai trendekhez, a Kárpát-medencére is az A2 scenárió esetén nagyobb melegedés várható, mint a B2 esetén. A 2071–2100-ra várható melegedés mindkét scenárió esetén nyáron a legnagyobb (4,8 °C, illetve 4,0 °C), s tavasszal a legkisebb (3,1 °C, illetve 2,5 °C). Nyáron zonális struktúra figyelhető meg, azaz a várható melegedés mértéke északról dél felé növekszik. Télen általában meridionális struktúra várható, azaz nyugatról keletre haladva nő a várható melegedés. A 2071–2100-ra várható éves csapadékváltozást csekély mértékű negatív tendencia jellemzi, mely az egymással ellentétes jelentős mértékű évszakos változásokból adódik: télen növekedő, nyáron viszont csökkenő évszakos csapadékösszeg valószínűsíthető. Az előrejelzett csapadékcsökkenés mértéke nyáron 24–33% (A2 scenárió), illetve 10–20% (B2 scenárió), míg a téli csapadéknövekedés mértéke 23–37% (A2 scenárió), illetve 20–27% (B2 scenárió). Az 1961–1990 közötti referencia időszakban a legcsapadékosabb évszakunk a nyár volt, míg a legszárazabb a tél. A modelleredmények valószínűsítik az éven belüli csapadékeloszlás átrendeződését a XXI. század végére. A modellek azt jelzik, hogy mindkét scenárió esetén a legcsapadékosabb évszak a tél lesz, míg a legszárazabb várhatóan a nyár (A2 scenárió), illetve az ősz (B2 scenárió).

Hangsúlyozzuk, hogy ezen becslések nem pótolják a PRUDENCE keretében alkalmazott dinamikus modellekhez hasonló, ám a XXI. század egészére kiterjedő finom felbontású (akár 10 km-es) regionális klímaváltozási elemzést, mely több globális éghajlati scenáriót vesz figyelembe és számos meteorológiai paramétert tartalmaz. Regionális éghajlati modellek adaptálása Magyarországon jelenleg mind az Eötvös Loránd Tudományegyetem Meteorológiai Tanszékén (Bartholy et al., 2006), mind az Országos Meteorológiai Szolgálatnál (Horányi, 2006) folyamatban van. Amíg ezekből a részletes elemzések elkészülnek, addig az itt bemutatott eredmények tendencia jellegű információkat nyújthatnak minden érdeklődőnek, a klímapolitikusoknak, illetve a nemzetgazdaság többi érintett szektorának. A felhasználhatóságot jelzi az a tény is, hogy a cikkünkben szereplő eredmények a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia meteorológiai részét szolgáltatták.

**Köszönetnyilvánítás.** Kutatásainkat támogatta a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, az MTA TKI Alkalmazkodás a klímaváltozáshoz című, 2006/TKI/246 számú programja, az OTKA T-049824, K-67626, K-69164 számú pályázata, az NKFP-3A/0082/2004 és az NKFP-6/079/2005 pályázat. További segítséget nyújtott az EU VI. keretprogram CECILIA projektje (GOCE-037005). Az éghajlatváltozási modellszimulációk adatbázisát az EU EVK2-CT2001-00132 számú szerződésében támogatott PRUDENCE projekt keretében állították elő.

**Bartholy Judit, Pongrácz Rita, Gelybó Györgyi**  
ELTE Meteorológiai Tanszék

## Irodalom

- Bartholy, J., Pongrácz, R., Matyasovszky, I., Schlanger, V. (2003): Expected regional variations and changes of mean and extreme climatology of Eastern/Central Europe. – In: Combined Preprints CD-ROM of the 83rd AMS Annual Meeting. Paper 4.7, American Meteorological Society. 10p.
- Bartholy, J., Pongrácz, R., Torma, Cs., Hunyady, A. (2006): A PRECIS regionális klímamodell és adaptálása az ELTE Meteorológiai Tanszékén. In: 31. Meteorológiai Tudományos Napok - Az éghajlat regionális módosulásának objektív becslését megalapozó klímadinamikai kutatások (szerk: Weidinger T.) Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest. 99-114.
- Bartholy, J., Pongrácz, R., Gelybó Gy. (2007): A 21. század végén várható éghajlatváltozás Magyarországon. - Földrajzi Értesítő 51: 147-168.
- Christensen, J.H. (2005): Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining European Climate change risks and Effects - Final Report. - DMI, Copenhagen.
- Giorgi, F. (1990): Simulation of regional climate using a limited area model nested in a general circulation model. - Journal of Climate 3: 941-963.
- Horányi, A. (2006): Regionális klímadinamikai kutatások: nemzetközi és hazai áttekintés. In: 31. Meteorológiai Tudományos Napok - Az éghajlat regionális módosulásának objektív becslését megalapozó klímadinamikai kutatások (szerk: Weidinger T.) Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest. 62-70.
- IPCC (2007): Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC. - Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, New York.
- New, M., Hulme, M., Jones P. (1999): Representing twentieth-century space-time climate variability. Part I: Development of a 1961-90 mean monthly terrestrial climatology. - Journal of Climate 12: 829-856.

## ÚJ KÖNYV

Az MTA Történettudományi Intézete új könyvsorozat szerkesztésébe kezdett "Természet-történelem" címmel. A sorozat második kötetének írója Mészáros Ernő,  
címe

### A levegő megismerésének története

A közel 200 oldalas mű első fele időrendben foglalkozik az emberré válástól a 20. századig mindazzal, amit a levegővel kapcsolatban elképzelttek, mértek, bizonyítottak. A második száz oldal a korszerű meteorológia kialakulását tárja az olvasó elé, majd rövid kitekintésben a jövőben megoldandó feladatokat vázolja.