

# A Kárpát-medence hőmérséklet változásai és ennek épületenergetikai következményei



DIAN Csenge <sup>(1)</sup>, PONGRÁCZ Rita <sup>(1)</sup>, BARTHOLY Judit <sup>(1)</sup>, TALAMON Attila <sup>(2)</sup>  
 (1) ELTE Földrajz- és Földtudományi Intézet Meteorológiai Tanszék  
 (2) ÓE Ybl Miklós Építéstudományi Kar

E-mail (ORCID): diancsenge@gmail.com (0000-0001-9622-1884), prita@nimbus.elte.hu (0000-0001-7591-7989), bartholy@caesar.elte.hu (0000-0002-3911-7981)

## ÖSSZEFOGLALÓ

Napjainkban az energiafelhasználás csökkentése az egyik legfontosabb cél a globális felmelegedés mérséklésének érdekében. Európai felmérések szerint az energiafogyasztás közel 40%-át az épületek teszik ki. Az épületek energiafogyasztása egyértelműen függ a kültéri levegő hőmérsékletétől, ezért elengedhetetlen ennek a kapcsolatnak a vizsgálata, valamint a klímaváltozás hatására valószínűsíthető módosulások áttekintése. A közép-hőmérsékletű múltbéli idősorok alapján az épületenergetikában alkalmazott szabványhőmérsékletek előfordulása is változott a globális éghajlatváltozás következtében. Budapesten az extrém hideg napok esetén 100 év alatt 1,9 °C-os melegedés mutatható ki, míg az extrém meleg napok esetében 2,2 °C ez a melegedés. A detektált eloszlásváltozás mellett a jövőbéli változások megismerése nagy jelentőséggel bír az épületenergetikában, továbbá fontos az országon belüli területi eltérések meghatározása is. Ezen változások áttekintésére különböző regionális klímamodell szimulációk állnak rendelkezésre, különböző éghajlati forgatókönyvekre vonatkozóan. A rendelkezésre álló különböző szimulációk összehasonlításával lehetőség nyílik a modellekből származó bizonytalanság számszerűsítésére. Ezek felhasználása új szemléletet ad az épületenergetikai tervezésekhez.

## Adatok és módszertan

### Jövő – Modell adatok

- RegCM szimulációk: Regionális klímamodell szimulációk
- ELTE Meteorológiai Tanszék meglévő futtatásainak felhasználásával
- Térbeli felbontás 0,1°
- Globális meghajtó modell: HadGEM2
- Éghajlati forgatókönyvek: RCP4.5 és RCP 8.5
- Szimulált napi középhőmérsékletek

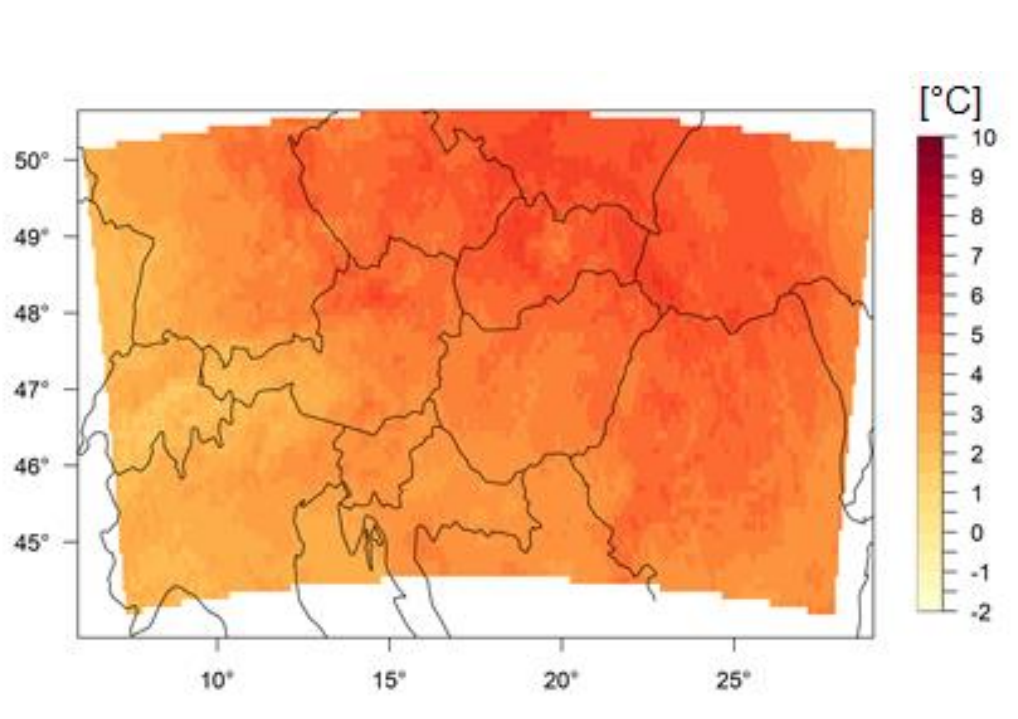
### Múlt – Állomási adatok

- OMSZ állomási középhőmérséklet adatsorok 5 nagyvárosra
- 1901–2019 közötti napi adatok
- Összehasonlítás más adatbázisokkal:
- Okoztak-e változást a műszeráthelyezések az adatban?
- E-OBS, CarpatClim, CRU
- Éves leghidegebb és legmelegebb 5-5%-ának vizsgálata

## Kárpát-medence hőmérséklet változásai 30 éves átlagokra

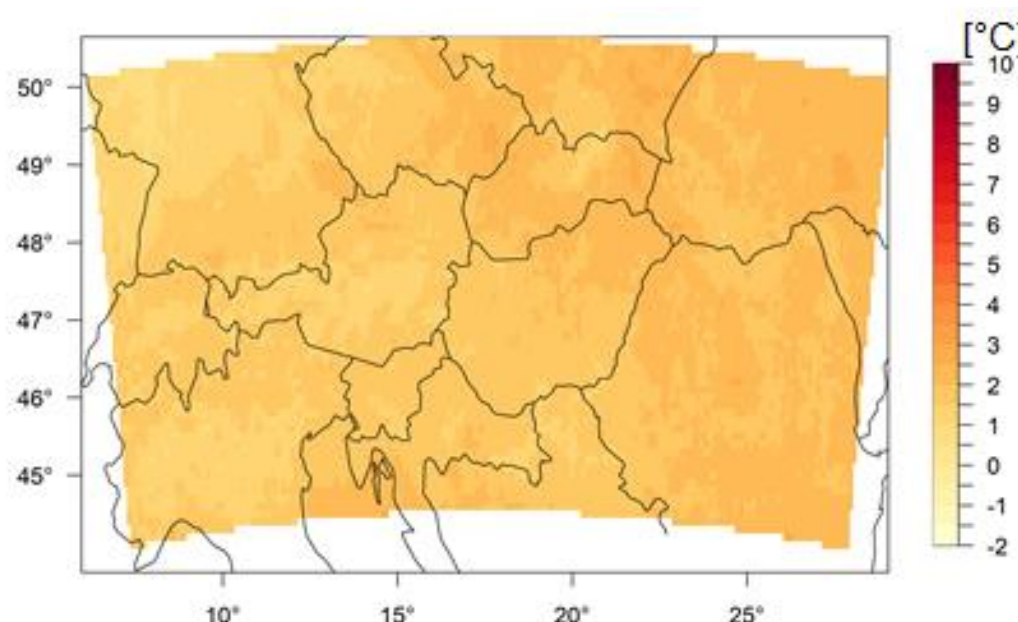
Referencia időszak: 1961-1990

95. percentilis	2021-2050		2069-2098	
	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5
Január	1,31	1,38	2,91	4,25
Február	0,99	1,03	1,80	3,54
Március	1,43	1,89	2,60	3,63
Április	2,32	1,94	2,68	4,48
Május	2,29	1,49	3,08	5,68
Június	1,93	2,29	3,37	6,53
Július	2,74	2,27	3,82	6,98
Augusztus	2,88	3,73	3,92	7,00
Szeptember	2,50	2,81	4,64	6,39
Október	2,18	3,01	3,09	5,16
November	0,66	1,76	2,49	4,19
December	1,83	1,85	3,59	4,49



A hideg napok (5. percentilis) átlagértékének eltérése a referencia időszaktól az évszázad végén (2069-2098) az RCP4.5 scenárió esetén februárban.

5. percentilis	2021-2050		2069-2098	
	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5
Január	1,67	1,52	2,26	5,55
Február	3,66	3,73	4,14	5,93
Március	1,95	1,62	2,22	4,26
Április	2,33	2,51	3,03	4,93
Május	1,41	1,18	2,35	3,28
Június	1,93	1,51	2,25	3,67
Július	2,14	2,78	3,11	5,53
Augusztus	1,43	2,82	3,31	5,53
Szeptember	1,72	2,87	3,19	6,01
Október	2,47	2,55	3,84	6,19
November	1,73	3,11	3,43	5,24
December	2,94	2,36	3,12	6,26

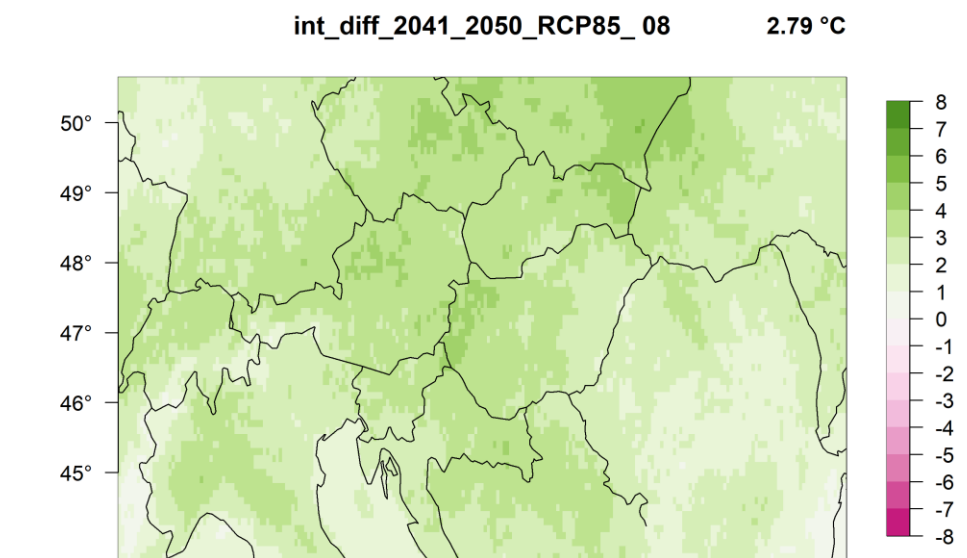


A meleg napok (95. percentilis) átlagértékének eltérése a referencia időszaktól az évszázad végén (2069-2098) az RCP4.5 scenárió esetén februárban.

## Kárpát-medence átlaghőmérsékletének és napi hőingásának változásai 10 éves átlagokra

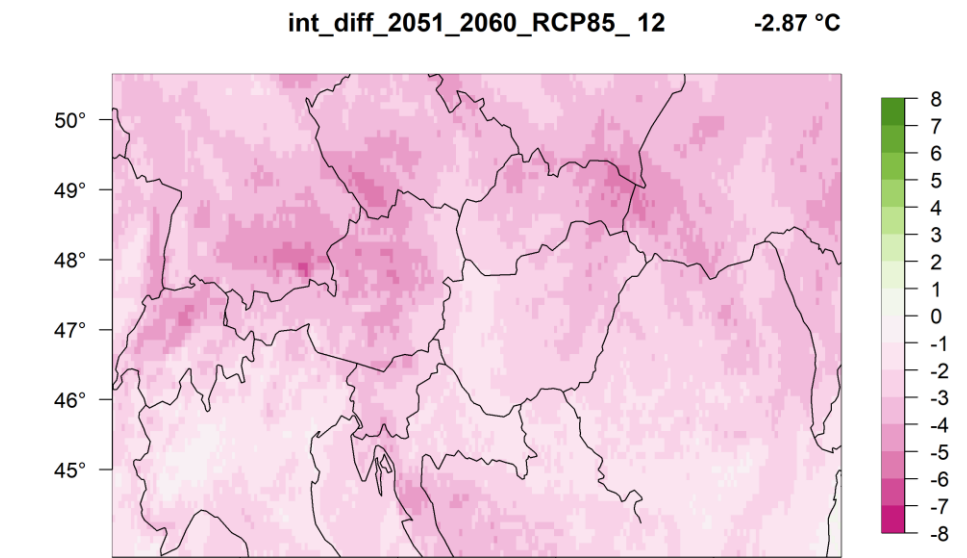
Referencia időszak: 1991-2000, RCP8.5 scenárió esetén

Legnagyobb intervallum tágulás



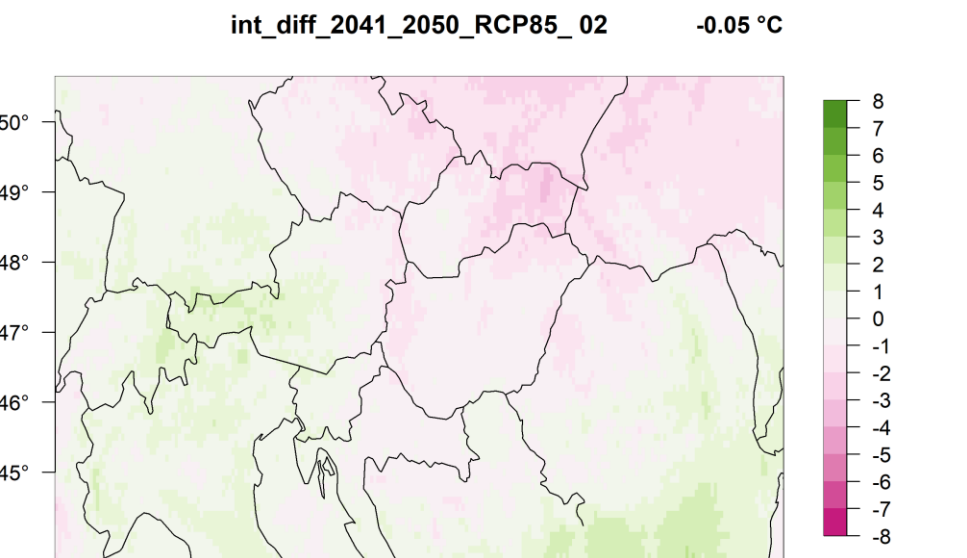
A meleg (95. percentilis) és hideg (5. percentilis) napok átlagértékének eltérése a referencia időszaktól 2041-2050 augusztusában.

Legnagyobb intervallum szűkülés



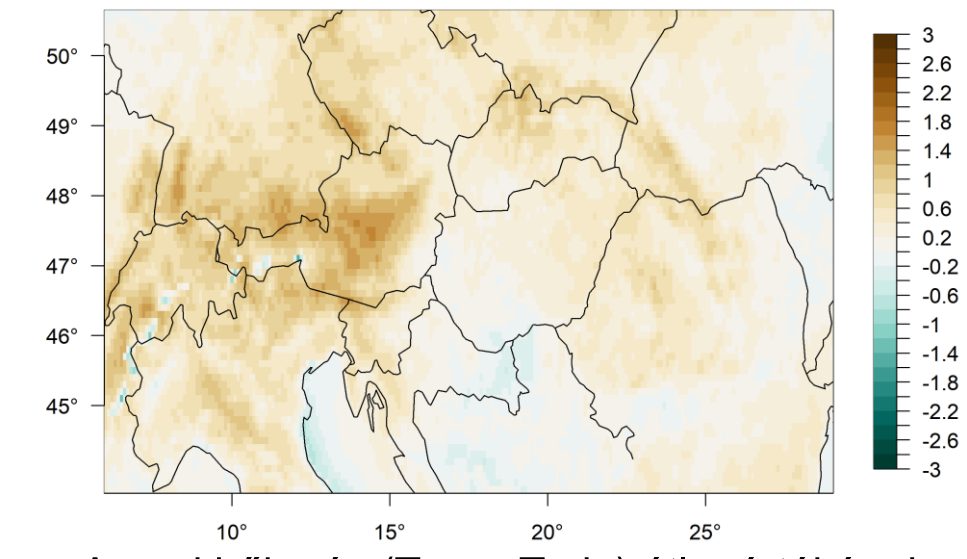
A meleg (95. percentilis) és hideg (5. percentilis) napok átlagértékének eltérése a referencia időszaktól 2051-2060 decemberében.

Legkisebb intervallum változás



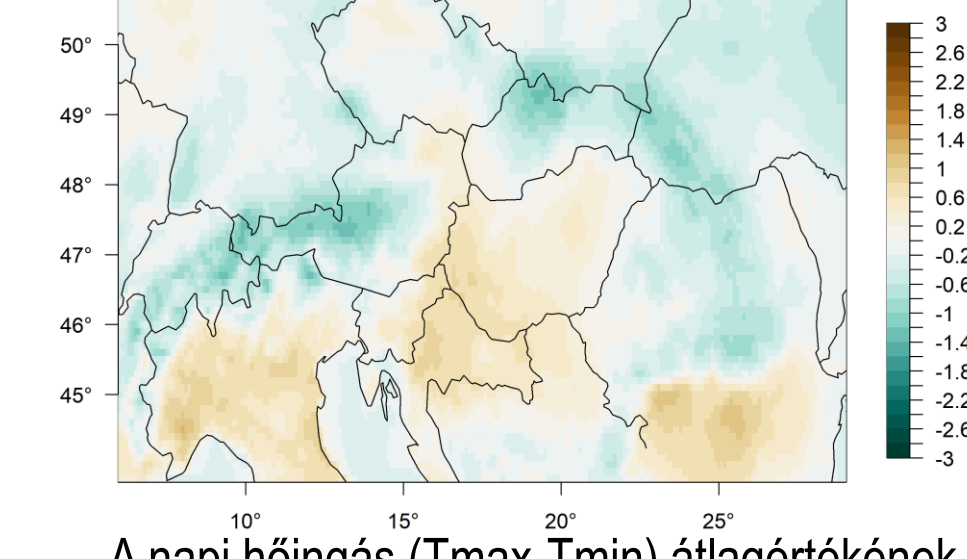
A meleg (95. percentilis) és hideg (5. percentilis) napok átlagértékének eltérése a referencia időszaktól 2041-2050 februárjában.

Legnagyobb intervallum tágulás



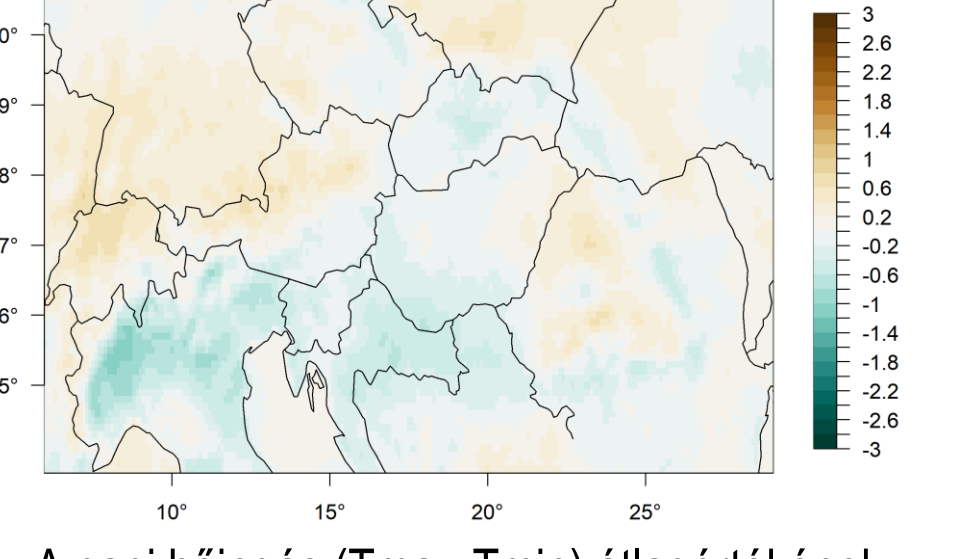
A napi hőingás (Tmax-Tmin) átlagértékének eltérése a referencia időszaktól 2041-2050 augusztusában.

Legnagyobb intervallum szűkülés



A napi hőingás (Tmax-Tmin) átlagértékének eltérése a referencia időszaktól 2051-2060 decemberében.

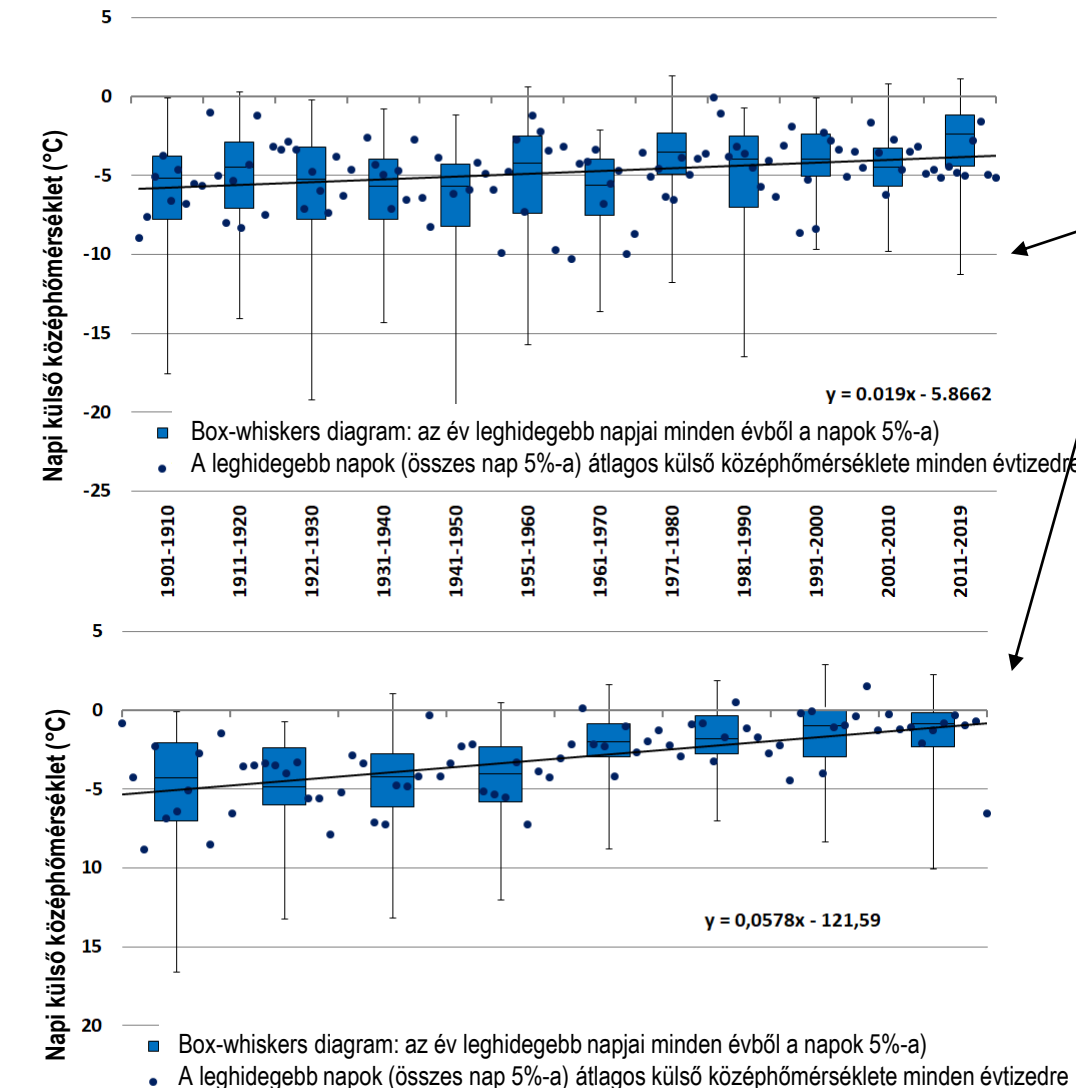
Legkisebb intervallum változás



A napi hőingás (Tmax-Tmin) átlagértékének eltérése a referencia időszaktól 2041-2050 februárjában.

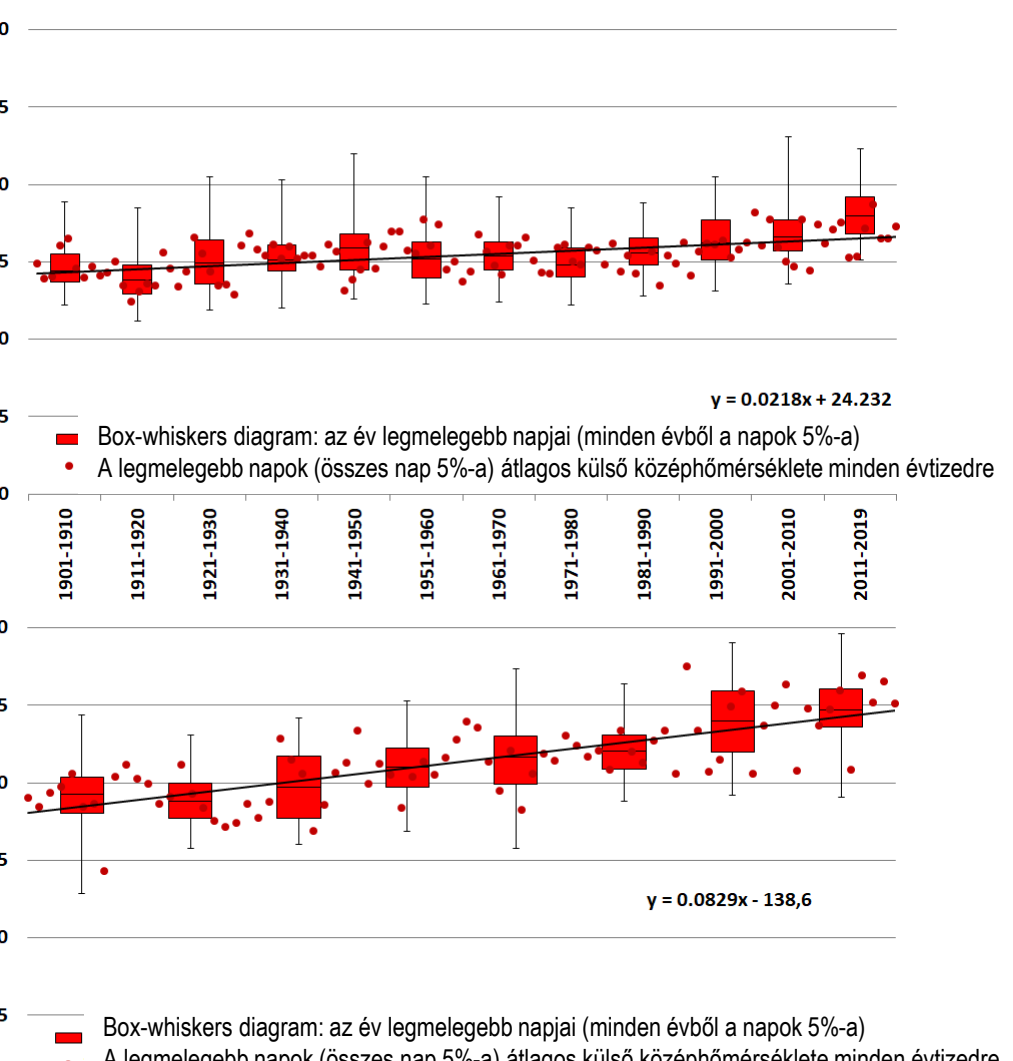
## Hőmérsékletváltozás alkalmazása az energetikában – a múltra és a jövőre vonatkozóan

### Hideg szélsőségek eloszlása (minden évben a napok 5%-a)



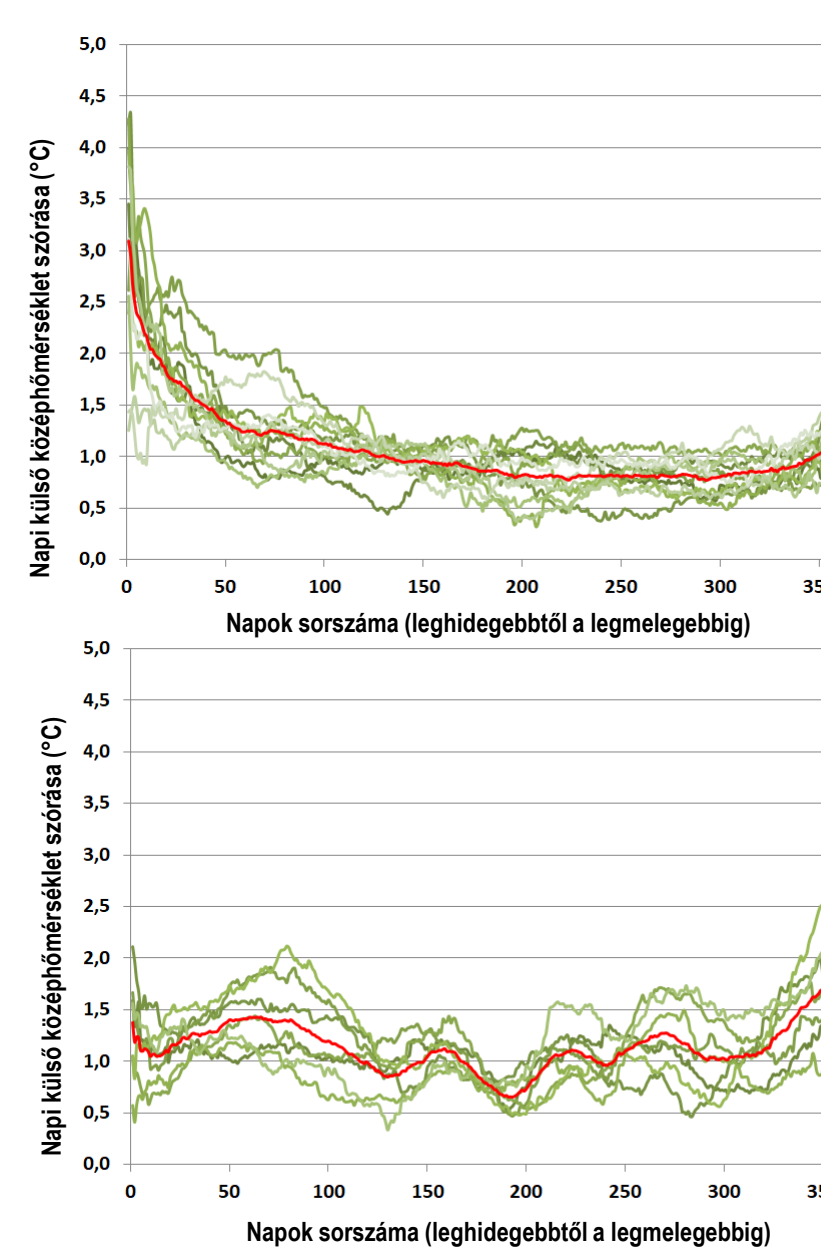
Az extrém hideg napok esetén a múltban és a jövőben is melegebb tendencia.

### Meleg szélsőségek eloszlása (minden évben a napok 5%-a)



Az extrém meleg napok esetén szintén melegebb a tendencia. Az intervallumok szűkebbek, mint a hideg napok esetén.

### Éves szórásgörbék

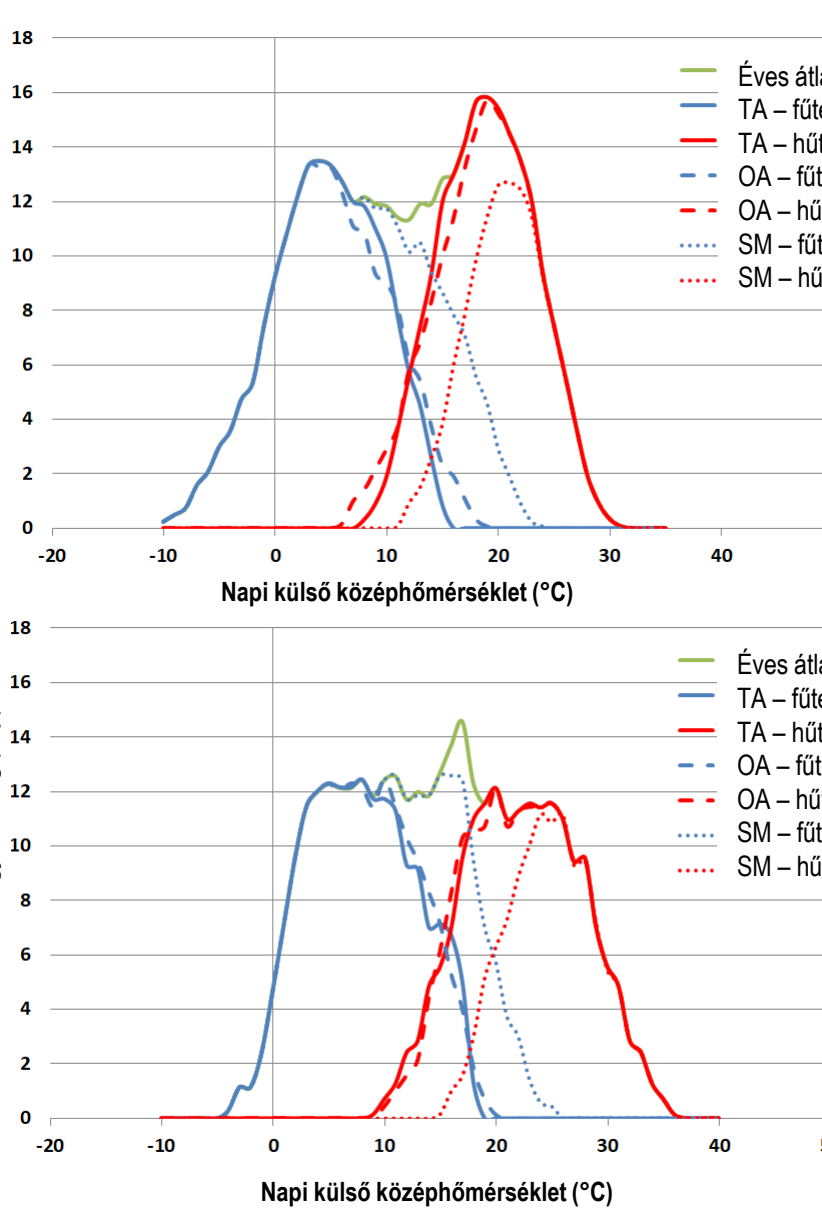


Múlt: 1901-2019 A leghidegebb napok átlagos szórása (~3 °C) nagyobb, mint a meleg napoké (~1,3 °C)

Nyár kisebb változékonyságú, ezért erre kell tervezni.

Jövő: 2021-2090 (RCP8.5) A meleg napok szórása nő a jövőben, a hideg napoké csökken.

### Fűtési és hűtési ideny definíciók



TA (Talamon, 2014) definíció: virtuális fűtési és hűtési ideny külső napi középhőmérséklet alapján

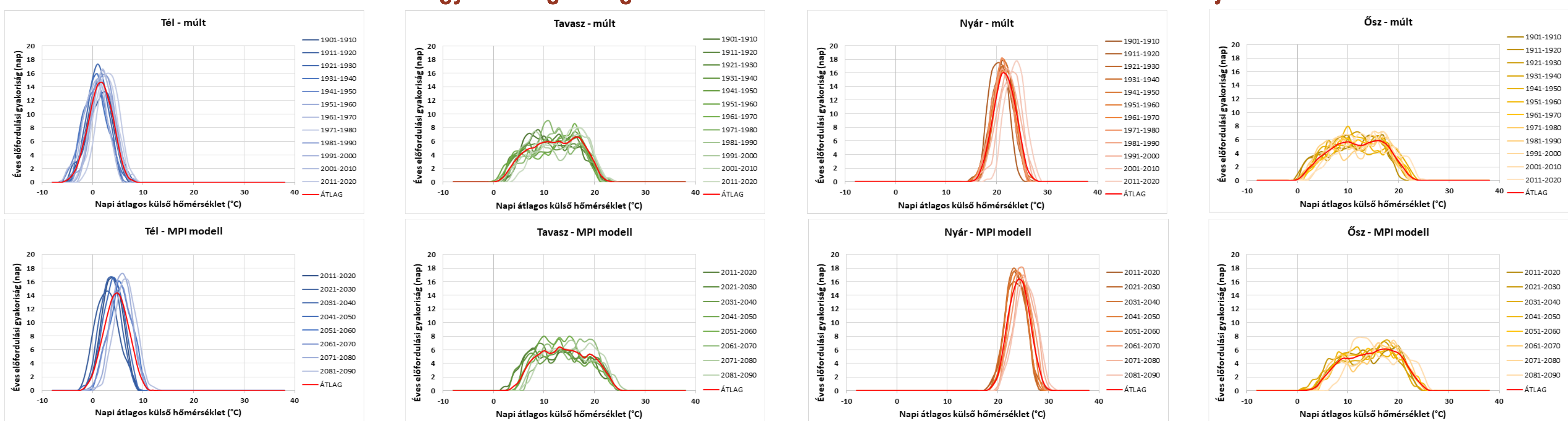
OA (Október-Aprilis) definíció: fűtési ideny: október 15. – április 15. hűtési ideny: április 16. – október 14.

SM (Szeptember-Május) definíció: fűtési ideny: szeptember 15. – május 15. hűtési ideny: május 16. – szeptember 14.

Múlt: 1901-2019 Téli és nyári maximum. TA – hőmérsékleten alapuló fűtési és hűtési ideny Hasonló a naptári alapúhoz (OA).

Jövő: 2021-2090 A két múltbéli maximumhely értéke egyenlő lett. Közepes értékek száma nőtt.

## Hőmérsékletek éves előfordulási gyakoriságának görbéi évszakos és évtizedes bontásban a múltra és a jövőre vonatkozóan



## IRODALOMJEGYZÉK

- Bartholy J., and Pongrácz R. 2007: Regional analysis of extreme temperature and precipitation indices for the Carpathian Basin from 1946 to 2001. *Global and Planetary Change*, 57 (1-2), 83-95. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2006.11.002>
- Bokwa, A., Geletić, J., Lehnert, M., Žuvela-Aloise, M., Hollósi, B., Gál, T., Skarbit, N., Dobrovolný, P., Hajto, M.J., Kielar, R., Walawender, J.P., Štafny, P., Holec, J., Ostapowicz, K., Burianová, J. and Garaj, M., 2019: Heat load assessment in Central European cities using an urban climate model and observational monitoring data. *Energy & Buildings* 201, 53–69. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.07.023>
- Cho, S.H., Kim, W.T., Tae, C.S., and Zaheeruddin, M., 2004: Effect of length of measurement period on accuracy of predicted annual heating energy consumption of buildings. *Energy Conversion and Management* 45, 2867–2878. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2003.12.017>
- Dian, Cs., Talamon, A., Bartholy, J., Pongrácz, R. 2019: BUDAPEST NAPI KÖZÉPHŐMÉRSÉKLETÉNEK ENERGETIKAI CÉLÚ VIZSGÁLATA, Egyetemi Meteorológiai Füzetek vol.31., doi:10.31852/EMF.31.2019.016.022
- IPCC, 2013: Summary for policymakers of Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Jacob, D., Petersen, J., Eggert, B., Alias, A., Christensen, O.B., Bouwer, L.M., Braun, A., Colette, A., Déqué, M., Georgievski, G., Georgopoulou, E., Gobiet, A., Menut, L., Nikulin, G., Haensler, A., Hempelmann, N., Jones, C., Keuler, K., Kovats, S., Kröner, N., Kotlarski, S., Kriegsmann, A., Martin, E., van Meijgaard, E., Moseley, C., Pfeifer, S., Preusschmann, S., Radermacher, C., Radtke, K., Rechid, D., Rounsevell, M., Samuelsson, P., Somot, S., Soussana, J.-F., Teichmann, C., Valentini, R., Vautard, R., Weber, B., You, P., 2014: EURO-CORDEX: new high-resolution climate change projections for European impact research. *Regional Environmental Change* 14, 563–578, doi: [10.1007/s10113-013-0499-2](https://doi.org/10.1007/s10113-013-0499-2).
- Meehl, G.A., and Tebaldi, C., 2004: More intense, more frequent, and longer lasting heat waves in the 21st century. *Science*, 305, 5686, 994–997. <https://doi.org/10.1126/science.1098704>
- Roberts, S., 2008: Effects of climate change on the built environment. *Energy Policy* 36, 4552–4557. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.09.012>
- Seneviratne, S.I., Lüthi, D., Litschi, M. and Schär, C., 2006: Land-atmosphere coupling and climate change in Europe. *Nature*, 443, 205–209. <https://doi.org/10.1038/nature05095>
- Short, C.A., Lomas, K.J., and Woods, A., 2004: Design strategy for low-energy ventilation and cooling within an urban heat island. *Building Research & Information* 32(3), 187–206. <https://doi.org/10.1080/09613210410001679875>

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatásokat támogatta az OTKA K-129162 és K-120605 számú projektek. A kutatás további támogatója az UNKP 2020-21-es pályázata.