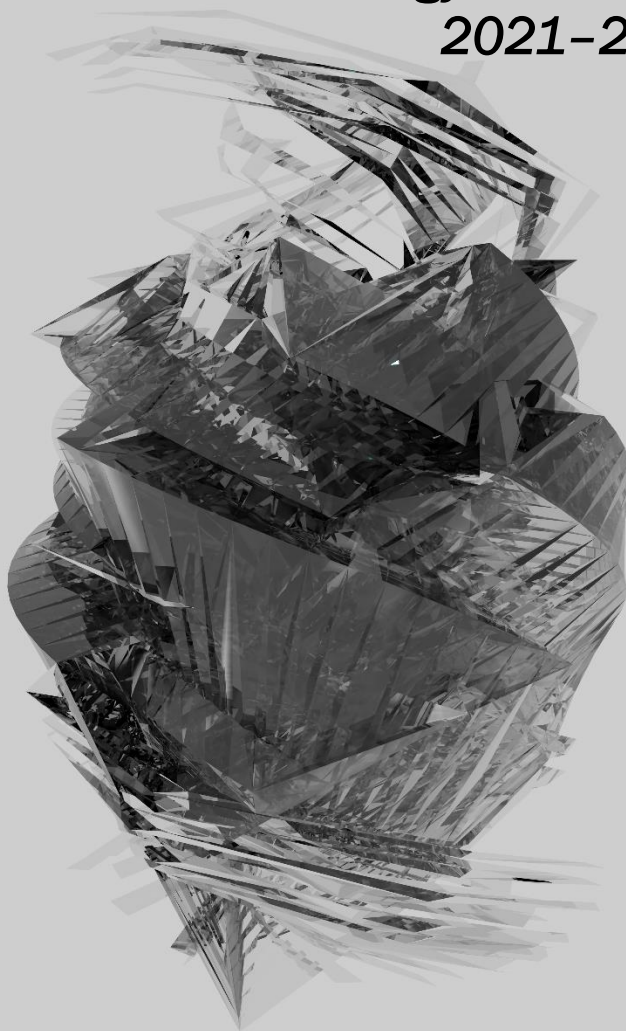


Területi folyamatok
Magyarországon
2021–2023



Területi riport 2.

Sorozatszerkesztő

Koós Bálint

Területi folyamatok Magyarországon 2021–2023



Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont

Regionális Kutatások Intézete

Budapest, 2023

Kötetszerkesztő: Koós Bálint

Szakmai lektor: Nagy Gábor

Nyelvi lektor: Gábrriel Dóra, Németh Krisztina, Váradi Monika Mária

Ábraszerkesztő: Szabó Tamás

Ez a Mű a Creative Commons Nevezd meg! 4.0 Nemzetközi Licenc feltételeinek megfelelően felhasználható.

ISSN 3004-2755 (Nyomtatott)

ISSN 3004-2763 (Online)

ISBN 978-615-5754-52-4 (Online)

ISBN 978-615-5754-53-1 (Nyomtatott)

Kiadja a HUN-REN Közgazdaság- és Regionális Tudományi
Kutatóközpont, Regionális Kutatások Intézete, 1097 Budapest, Tóth
Kálmán u. 4.

A kiadást az MTA támogatta.

Felelős kiadó: Fertő Imre főigazgató

Borítókép: Koós Márton Teher alatt nő a kristály c. műve

Tipográfia: Franklin Gothic Book

Felkészülés a századvégi időjárásra, avagy a hazai klímasérülékenység területi különbségei

Koós Bálint, Lennert József, Vasárus Gábor László

Bevezetés

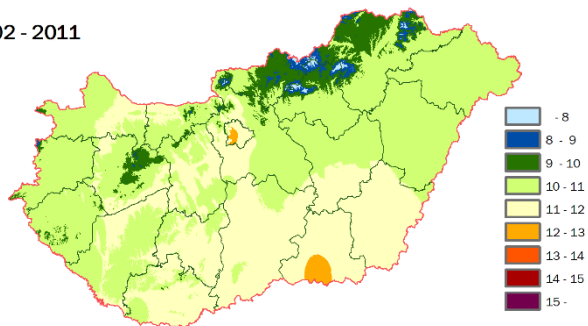
1985-ben a Meteorológiai Világszervezet konferenciáját egy festői osztrák üdülőhelyen rendezték meg. A villachi konferencia történelmi jelentőségű lett, itt mutatták be ugyanis az úttörő globális klímodellezés eredményeit, amely alapján a légköri széndioxid mennyiségének megduplázódása a Föld átlaghőmérsékletének 1,5 – 4,5 Celsius fokos emelkedését eredményezi (WMO 1985, 3.). Azt már a XIX. században is kísérlettel igazolták, hogy a légköri széndioxid mennyisége kihat a klímára (Foote 1856,383), ám a globális szintű adatgyűjtés, az adatok feldolgozása és az irtatlan számításigény sokáig lehetetlenné tette a jelenség tudományos vizsgálatát.

A konferenciát követően ugrásszerű fejlődésnek indult a terület – a korábbiaknál jóval több mérési helyszínen, jóval részletesebb környezeti adatokat rögzítenek, amelyek alapján mind jobban megérhetjük a környezeti folyamatokat, az egyes elemek kölcsönhatásait. A légköri folyamatok jobb megértése révén már nem csupán a Föld átlaghőmérsékletének mind jobb előrejelzésére van lehetőség, hanem a regionális éghajlati modellek révén az is előrejelezhetővé válik, hogy a lokális, megélt terünkben várhatóan milyen változásokra kell felkészülnünk (Buzási, Csizovszky 2021; Christensen, Christensen 2007; Földi et al. 2014; Kovács 2015; Krüzselyi et al. 2011; Lakatos et al. 2013; Pongrácz et al. 2015).

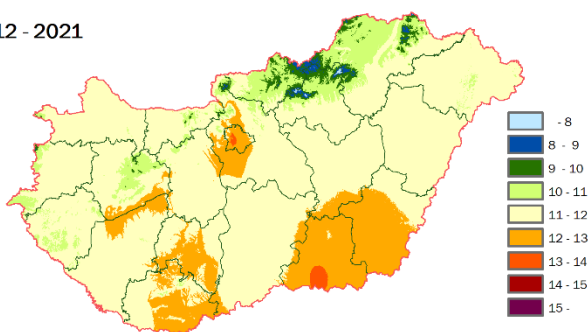
Hazánkban több tudományos műhelyben, az Országos Meteorológiai Szolgálatnál, az Eötvös Loránd Tudományegyetemen és a Szegedi Tudományegyetemen is folytatnak regionális klímodellezést. E kutatások eredményei alapvetően egy irányba mutatnak, a XXI. század végére az átlaghőmérséklet mintegy három fokos emelkedését jelzik előre, amelyet mind enyhébbé váló telek és mind forróbb nyarak fémjelznek.

1. ábra: Az évi középhőmérséklet a 2002-2011 (a) és 2012-2021 (b) időszakban, prognózis a 2071-2100-as klímaablakra (c)

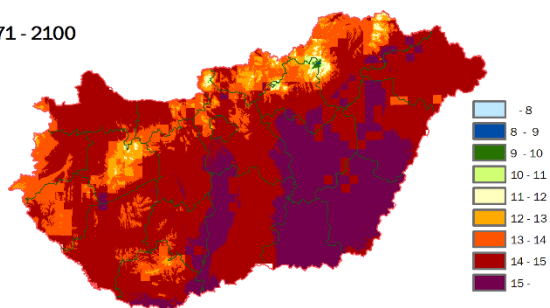
a) 2002 - 2011



b) 2012 - 2021



c) 2071 - 2100



Forrás: saját szerkesztés az OMSZ Meteorológiai Adattár, OMSZ Klimadat adatbázis adatai alapján

A hőmérséklet alakulása tekintetében a különböző regionális klímamodellek meglehetősen hasonló eredményre jutnak (Skarbit, Unger, Gál 2022; Torma 2011; Torma 2019; Zsebeházi et al. 2022).

Az 1. ábra az OMSZ Klimadat legkedvezőtlenebb kibocsátási scenáriót feltételező előrejelzésére építve mutatja be az évi középhőmérséklet várható alakulását Magyarországon.

A mezőgazdaság számára kritikus csapadék előrejelzése tekintetében azonban már szóródnak a becslések: várható az éves csapadékmennyiség csökkenése és éven belüli eloszlásának módosulása. A mezőgazdaság számára kritikus tavaszi és nyári csapadékmennyiség mérséklődését várhatóan a csapadékosabb telek kísérik. A folyamat földrajzi térben meglehetősen differenciáltan jelentkezik: a csapadékmennyiség csökkenése leginkább az ország keleti, délkeleti régiójában valószínűsíthető, ezzel szemben a Kisalföldön és az Alpokalján akár még nőhet is az átlagos éves csapadékmennyiség (Bán et al. 2021; Bartholy, Pongrácz 2017; Bihari 2012; Fekete 2020; Fogarasi et al. 2016; Kovács, Jakab 2021; Kemény, Molnár, Fogarasi 2019; Megyeri-Korotaj et al. 2023).

Az első globális, majd pedig regionális éghajlati modellek eredményeire alapozva nagyon gyorsan megindult a klímaváltozás várható hatásainak feltérképezése. Így kutatások tárgyát képezi az éghajlatváltozás hatása a világ, és egyes területek mezőgazdaságára, a hőhullámok negatív egészségügyi következményei (Bobvos et al. 2017; Cutter 1996; Uzzoli et al. 2019), az éghajlatváltozás várható hatása a vízellátásra (Kovács et al. 2016; Rotárné, Selmeczi, Homolya 2016; Selmeczi, Pálvölgyi, Czira 2016), az árvízvédelemre (Turczi, Homolya, Mattányi 2016), vagy éppen az infrastruktúra elemeire (Pálvölgyi 2008). E felsorolást hosszan lehetne folytatni. Az eltérő megközelítést és szemléletet igénylő vizsgálatok gazdag módszertani eszközkészletet és szerteágazó fogalomkészletet (klímasérülékenység, klímaérzékenység, reziliencia, adaptáció, mitigáció) kitermelődéséhez vezettek (Illy et al. 2015).

Jelen írás célja, hogy CIVAS (Climate Impact and Vulnerability Assessment Scheme) megközelítést alkalmazva nagy területi részletességgel mutasson rá hazánk klímasérülékenységében megfigyelhető területi differenciákra, építve a regionális klímamodellezés eredményeire. A CIVAS módszertan kísérletet tesz arra, hogy a klímaváltozás társadalomra gyakorolt hatásaival

kapcsolatos számos fogalmat egységes keretrendszerben használja fel. A klímaváltozás hatásainak megragadásakor szükséges néhány alapvető fogalom bevezetése:

- ❖ a klímaváltozásnak való kitettség (exposure) alatt valamely éghajlati elem hosszútávú változását értjük (növekvő évi középhőmérséklet, csapadékhullás szélsőségesebbé válása);
- ❖ az érzékenységnek (sensitivity) tekintjük a klímaváltozás hatásának mértékét
- ❖ az alkalmazkodóképesség (adaptation capacity) lehetővé teszi a klímaváltozás következményeinek, az okozott károknak az ellensúlyozását, a változó klíma előnyeinek kihasználását
- ❖ a sérülékenység (vulnerability) pedig a rendszer éghajlatváltozással szembeni sebezhetőségét jelenti, amely függ a kitettségtől, az érzékenységtől s az alkalmazkodóképességtől (IPCC 2007).

A CIVAS megközelítés kellően rugalmas keretet jelent ahhoz, hogy különböző ágazatokra, társadalmi csoportokra fókuszáló sérülékenységi vizsgálatok alapjául szolgáljon (Farkas et al. 2017; Farkas et al. 2023). Mi a lakosság általános klímasérülékenységére és a mezőgazdaság klímasérülékenységére alakítottunk ki egy-egy modellt. E két komponens eredőjeként kirajzolódnak Magyarország olyan területei is, amelyek várhatóan több szempontból is sérülékenyek lesznek a klímaváltozásra.

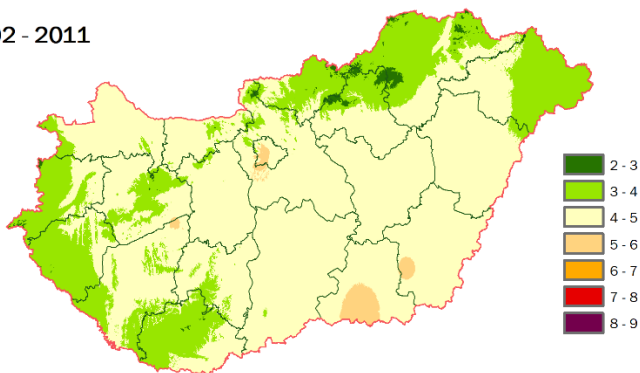
Módszertan

A kitettség megragadására az OMSZ adatait és előrejelzéseit (2002-2021: OMSZ Meteorológiai Adattára; 2071-2100 vonatkozó előrejelzés esetében pedig: Klimadat) használtuk fel. A Klimadat négy klímaszcenárióra tartalmat előrejelzéseket, ezek közül a legkedvezőtlenebbet használtuk fel, amely Magyarország esetében a legalacsonyabb várható csapadékmennyiséget és legmagasabb átlaghőmérsékletet prognosztizálta.

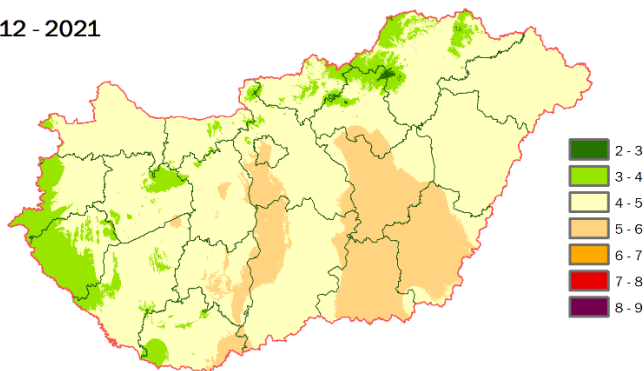
- ❖ A lakossági klímakitettség megállapításakor a települési belterületekre eső értékeket vettük figyelembe, azzal a kiegészítéssel, hogy a városi hősziget hatásra is tekintettel voltunk (nagy beépítettségű területeken magasabb hőmérsékleti maximumok és átlaghőmérséklet jellemző).
- ❖ A mezőgazdasági klímakitettség indikátoraként egy aszályindexet (PaDI) használtunk fel (2. ábra), azokra a területekre, ahol a Corine Land Cover 2018-as felszínborítási adatai szerint mezőgazdasági tevékenység folyt (legelőket nem vettük figyelembe).

2. ábra: A PaDI aszályindex alapértéke a 2002-2011 és 2012-2021 időszakban, prognózis a 2071-2100-as klímaablakra

a) 2002 - 2011



b) 2012 - 2021



Forrás: saját szerkesztés az OMSZ Meteorológiai Adattár, OMSZ Klimadat adatbázis adatai alapján

A klímaváltozásnak való kitettség mellett a módszer kulcsfontosságú eleme a sérülékenység területi különbségeinek vizsgálata is.

A lakosság sérülékenységének vizsgálatai (Páldy et al. 2004; Páldy, Bobvos, Málnási 2018) arra mutattak rá, hogy klímaváltozással összefüggésben a hosszan tartó hőhullámok jelentenek fokozott veszélyt, méghozzá leginkább az idősebb korosztályba tartozókra (65 év felettiek). Azokat a területeket tekintettük lakossági szempontból sérülékenynek, ahol az idősök lakosságon belüli várható aránya (NATÉR népességbecslés) magasabb lesz és ahol a belterületek a Copernicus Land Monitoring Service Imperviousness Density 2018 adatbázisa alapján intenzívebben vannak beépítve.

A mezőgazdaság esetében három érzékenységi szempontot vettünk figyelembe:

- ❖ a talajok aszályérzékenységét az Agrotopográfiai Adatbázis révén (Várallyay 1985).
- ❖ A területre jellemző termékstruktúra klímaérzékenységét, amelyet egyrészt az adott területre jellemző szántóföldi terménykategóriák megoszlása (KSH Agrárcenzus 2020), illetve az egyes terménykategóriák aszályérzékenysége (Lámfalusi, Péter 2021; Péter, Lámfalusi 2022) alapján határoztunk meg. Azaz egy terület mezőgazdaság annál inkább sérülékenyebb, minél nagyobb arányban vannak ott jelen aszályérzékeny szántóföldi kultúrák. A kárhányadi adatok (AKI) alapján a szőlő és gyümölcs területeket rendkívüli mértékben fenyegetik a klímaváltozással összefüggő időjárási szélsőségek, így ezek a legmagasabb klímaérzékenyséű kategóriába kerültek.
- ❖ Az érzékenység harmadik elemeként a mezőgazdaság foglalkoztatási jelentőségét vettük figyelembe az összes foglalkoztatotton belül a növénytermesztés, állattenyésztés ágazatban foglalkoztatottak arányaként (KSH Népszámlálás 2011).

A klímaváltozáshoz köthető potenciális hatások azonban nem feltétlenül válnak érzékelhetővé, hiszen idővel az érintett rendszerek

maguk is adaptálódnak a megváltozott körülményekhez, így a jövőbeli állapot nem okoz majd olyan problémát, mint ha most azonnal jelentkeznének a negatív hatások. Az adaptációs képesség beépítése a CIVAS modellbe az egyik legnagyobb kihívás, hiszen évtizedekre előre gyakorlatilag lehetetlenség előre jelezni az adaptációs lehetőségek alakulását (technikai fejlődés, jövedelmi viszonyok, támogatási politika, jogszabályi környezet...). Így inkább olyan alapvető tényezőket vesznek figyelembe a CIVAS modellezés során, amelyek időben stabilak és befolyásolják az adaptációs hajlandóságot és képességet.

- ❖ A lakosság adaptációs képességének jellemzéséhez a települési humán potenciált (Lipták 2017) alkalmaztuk, amely a jól ismert HDI (Human Development Index) települési szintű adaptációjának tekinthető (amelynek főbb elemei: jövedelemszint, iskolai végzettség és korszerkezet).
- ❖ A mezőgazdasági adaptációs képességének megragadására az egy hektár mezőgazdasági területre eső Standard Termelési Értéket használtuk fel (KSH Területi interaktív atlaszában található 2020 évi Agrárcenzus 5*5 km-es celladatai).

A fentiekben bemutatott összes részindex értékét normalizáltuk és szükség szerint egységesítettük, hogy a legmagasabb érték (1) jelentse a kedvezőtlen helyzetet (pl. adaptációs képesség minimumát, vagy éppen a kiterjedtség maximumát), míg a legkisebb érték (0) a kedvező helyzetet (adaptációs képesség maximuma, kiterjedtség minimuma).

Az ily módon előállított, dimenziótlan, 0 és 1 közé eső indexértékek révén meghatározhatóvá vált az országon belüli, települési szintű klímasérülékenységi mutató is, oly módon, hogy a klíma kiterjedtséget jelző mutatót beszoroztuk az érzékenységet és adaptációs képességet jelző indexértékekkel. Ilyen módon bármely tag (kiterjedtség vagy érzékenység) nulla értéke esetén a sérülékenység is nulla értéket vesz fel. Azaz, ha az adott terület nem kiterjed a klímaváltozásnak, vagy pedig adott területen nem klímaérzékeny tevékenységet folytatnak, akkor az adott terület nem tekinthető sérülékenynek. Minél inkább kiterjed azonban a vizsgált terület a

klímaváltozásnak, illetve minél inkább érzékeny a változásokra, annál inkább sérülékenynek tekinthető az adott terület.

A klímasérülékenység területi mintázatai

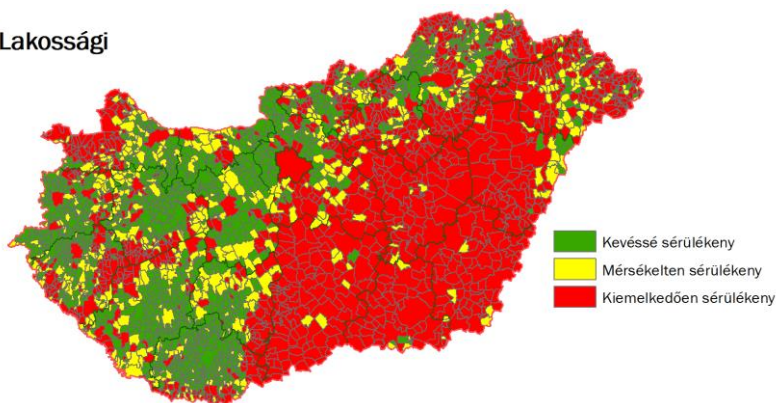
A fentiekben bemutatott módon tehát létrehoztunk egy lakossági és mezőgazdasági sérülékenységi mutatót. E mutatók értékeit aztán minden magyar településre meghatároztuk, majd pedig ezen indexértékek alapján településsötödbe soroltuk őket, klímasérülékenynek tekintve a legkedvezőtlenebb két osztályba tartozókat (azaz a települések 40 százalékát). A klímaváltozás miatt leginkább sérülékenynek tekinthető települések korántsem véletlenszerűen helyezkednek el, meglehetősen jól megragadható területi mintát mutatnak (3. ábra)

A lakosság klímasérülékenységét vizsgálva azt láthatjuk, hogy az Alföld települései szinte kivétel nélkül klímasérülékenynek tekinthetők. Ennek egyik oka a magas kitettség: bár a hőmérséklet várható emelkedése univerzális (2002–2011 és 2012–2021 között közel 0,8 fok, század végéig további 2 fok emelkedés!) az Alföld esetében már a jelenlegi helyzet is nagyobb hőstresszt jelent (3. ábra). Emellett a szelektív elvándorlás miatt a legtöbb alföldi település korszerkezete se kedvező, és az átlagosnál nagyobb településméretük magasabb talajfedettséggel járnak.

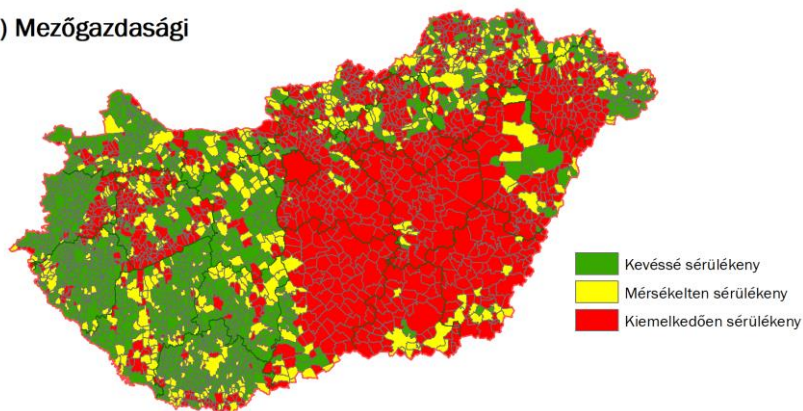
Mindezen tényezők miatt az Alföld lakossága nem csak az átlagosnál kitettebb, de érzékenyebb is a klímaváltozásra. Lakossági klímaérzékenység szempontjából további problémás területeket találunk Észak-Magyarországon (itt a magas érzékenység és az alacsony adaptációs képesség okoz problémát), Győr–Moson–Sopron megyében és a Balaton környékén (itt a jóléti migráció miatt az időskorú lakosság várhatóan magas aránya szintén kiemelt érzékenységet okoz). Budapest esetében pedig a városi hősziget hatása okoz erőteljes kitettséget.

3. ábra: A lakossági (a) és a mezőgazdasági (b) klímasérülékenység területi különbségei

a) Lakossági



b) Mezőgazdasági



Forrás: a szerzők saját szerkesztése

A mezőgazdaság klímasérülékenységét vizsgálva (3. ábra) hasonló térbeli mintázatokra figyelhetünk fel. Mivel a nyugati és keleti országrész jövőképe eltér a csapadék változása tekintetében, az aszálykitettségben megmutatkozó területi különbségek növekedni fognak (3. ábra). Ennek ismételten az Alföld a kárvallottja. Az Alföld mezőgazdasága emellett érzékenyebb is a klímaváltozásra: több tája jellemezhető aszályérzékeny talajokkal (homoktalajok), érzékeny terményszerkezetével (gyümölcsösök), és az agrárnépesség aránya is országosan kiemelkedő. Az Északi-középhegység völgyeiben, bár a

kitettség alacsonyabb, de az érzékenység magas és a mezőgazdaság csekélyebb jövedelmezőképessége miatt az adaptációs képesség alacsony. A Balaton-felvidéket aszályérzékeny talajok és a terményszerkezet aszályérzékenysége teszi kifejezetten érzékennyé a klímaváltozásra.

Az eredmények felhívják a figyelmet a területileg differenciált klímafenyegetettségre. A bemutatott módszertannal durván 1326 települést találtunk, amelyek egyik vizsgált komponens tekintetében sem tartozott a legsérülékenyebb 40 százalékához – s e települések döntően a Dunántúlon helyezkednek el. A népességszámot vizsgálva még kedvezőtlenebb arányokat kapunk az egy szempontból sem kiemelkedően sérülékeny települések az ország népességének 19%-át, míg a két szempontból is erősen sérülékeny települések 43,5%-ot tesznek ki. Ez azonban elsősorban településhálózat regionális eltéréseiből adódik, nem pedig a kis és aprófalvak méretükből adódó védettségére utal.

Az egyenlőtlenségek más módon is megmutatkoznak. Az egy főre eső jövedelem alapján a legjobb ötödbe tartozó települések mintegy harmada egyúttal a lakossági klímasérülékenység alapján is a legkedvezőbb ötödbe esik, és csak egytizede esik a legrosszabb ötödbe. Ezt az egyenlőtlenséget nem csak a módszertan determinálja (a személyi jövedelemadó és az azzal szorosan összefüggő képzettség fel lett használva az alkalmazkodóképességet leíró települési humán potenciál kialakításához) hanem a kitettségbeli különbségek is (Dunántúl kedvezőbb helyzete az Alfölddel szemben).

A klimatikus tényezők a lakóhelyválasztás során is (gyakran indirekt módon) de szerepet kapnak: a fővárosi agglomeráció elsősorban jómódúbb kiköltözők számára elérhető budai oldala klímakitettség szempontjából is kedvezőbb. Az éghajlatváltozás hatásainak erősödésével a klimatikus adottságok szerepe a lakóhelyválasztásban várhatóan erősödni fog, a nagyobb jövedelemmel rendelkezőknek több lehetőséget biztosítva. A klímasérülékenységben megmutatkozó társadalmi egyenlőtlenség környezeti igazságosság hiányának egyik fokmérője, ami a jövőben

vélhetően hazánkban is fokozódni fog (Baranyai, Varjú 2017, Nagy 2021).

Vizsgálatunk során számos korláttal szembesültünk, továbbfejlesztési lehetőséget azonosítottunk. A lakossági és mezőgazdasági klímasérülékenység egyes aspektusait leírni kívánó indikátorok köre korántsem teljes, illetve a használt indikátorok is az elkerülhetetlenül a valóság leegyszerűsítései. Egy példát hozva: egy-egy növényfajnak (búza, kukorica, gyümölcsök) számtalan eltérő tulajdonságú és érzékenységgel rendelkező fajtája lehet, amelyek mind-mind befolyásolják, hogy egy helyi gazdaság mennyire érzékeny az éghajlatváltozásra. Épp ezért az eredmények elsősorban az országon belüli tájak, régiók közötti klímasérülékenyben megmutatkozó különbségek tekintetében mérvadóak. Hasonlóan, a bevont komponensek mellett a vizsgálatot klímasérülékenység további összetevőire is ki lehet terjeszteni (erdőtűz-veszély, villámárvizeknek való kitettség, vegetáció sérülékenysége, ipar klímasérülékenysége, közlekedési infrastruktúra klímasérülékenysége).

Egyes újabb komponensek bevonása akár jelentősen árnyalhatja is a jelen tanulmányban felvázolt területi mintázatot: például a jövőben gyakoribbá váló villámárvizek azon pont azon hegy- és dombvidéki települések egy része számára jelentenek kockázatot (Turczi, Homolya, Mattányi 2016), amelyek lakossági, illetve mezőgazdasági sérülékenysége nem kimagasló.

Köszönetnyilvánítás

Az „Üzemtípusok, kihívások, adaptációs irányok és ezek hatása a magyar vidékre” K 132975 számú projekt a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított támogatással valósult meg.

A tanulmányban ELKH támogatásával megvalósult „A hazai klímaadaptáció lehetőségei” című kutatás eredményei, valamint a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával megvalósult BO/00583/22/10 számú „Új távlatok a magyarországi térfolyamatok

ágens alapú modellezésében” című kutatás eredményei hasznosításra kerültek.

Irodalom

- Bán, B., Szépszó, G., Allaga-Zsebeházi, G., Somot, S. (2021): ALADIN-Climate at the Hungarian Meteorological Service: from the beginnings to the present day's results. *Időjárás*, 125 (4), 647-673. <https://doi.org/10.28974/idojaras.2021.4.6>
- Baranyai N., Varjú V. (2017): A klímaváltozással kapcsolatos attitűdök területi sajátosságai. *Területi Statisztika*, 2., 160-182. <https://doi.org/10.15196/TS570203>
- Bartholy J., Pongrácz R. (2017): A közelmúlt és a jövő országos éghajlati trendjei. A klímaváltozáshoz alkalmazkodó erdőgazdálkodás kihívásai II. *Erdészeti Lapok* 152 (5), 134-136.
- Bihari Z. (2012): *Délkelet-Európai Aszálykezelési Központ – DMCSEE. Összefoglaló a projekt eredményeiről.* Országos Meteorológiai Szolgálat. 42 p.
- Bobvos J., Malnasi T., Rudnai T., Cserbik D., Paldy A. (2017): The effect of climate change on heat-related excess mortality in Hungary at different area levels. *Időjárás* 121 (1), 43-62.
- Buzási, A., Csizovszky, A. (2021): Fenntarthatóság és klímaadaptáció a városfejlesztésben – lock-in elemzés Budapest XVII. kerületének példáján keresztül. *Tér és Társadalom* 35(1), 72-91. <https://doi.org/10.17649/TET.35.1.3291>.
- Christensen, J.H., Christensen, O.B. (2007): A summary of the PRUDENCE model projections of changes in European climate by the end of this century. *Climatic Change* 2007, 81(S1), 7-30. <https://doi.org/10.1007/s10584-006-9210-7>
- Cutter, S. L. (1996): Vulnerability to environmental hazards. *Progress in Human Geography*, 20(4), 529-539. <https://doi.org/10.1177/030913259602000407>

- Farkas J. Z., Hoyk E., Rakonczai J. (2017): Geographical analysis of climate vulnerability at a regional scale: the case of the Southern Great Plain in Hungary. *Hungarian Geographical Bulletin*, 66(2), 129–144. <https://doi.org/10.15201/hungeobull.66.2.3>
- Farkas J. Zs., Hoyk E., Batista de Moraes, M., Csomós Gy. (2023): A systematic review of urban green space research over the last 30 years: A bibliometric analysis. *Heliyon*, 9(2), e13406. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13406>
- Fekete, Á. (2020): A klímaváltozás helyi hatásainak vizsgálata matematikai modellekkel. In: Bíró T. (szerk.): *Környezeti biztonság*. Budapest, Ludovika Kiadó. 71-104.
- Fogarasi, J., Kemény, G., Molnár, A., Keményné, H.Zs., Zubor-Nemes, A., Kiss, A. (2016): Modelling climate effects on Hungarian winter wheat and maize yields. *Studies in Agricultural Economics* 118 (2), 85–90. <https://doi.org/10.7896/j.1614>
- Földi, Z., Uzzoli, A., Sik, A., Perge, K., Horváth, A., Czikoráné Balázs, E. és László, P. (2014): Klímaváltozáshoz kapcsolódó természeti kockázatok helyi léptékű elemzése és a társadalmi felkészültség vizsgálata Közép- és Délkelet-Európában – Egy transznacionális projekt eredményei, *Tér és Társadalom*, 28(4), 40–62. <https://doi.org/10.17649/TET.28.4.2648>.
- Foote, E. (1856): Circumstances affecting the heat of the Sun's rays, *American Journal of Science and Arts*. 22, 382–383.
- Illy, T.; Sábitz, J.; Szabó, P.; Szépszó, G.; Zsebeházi, G. (2015): *A klímamodellekből levezethető indikátorok alkalmazási lehetőségei*. Budapest, OMSZ. 104 p.
- IPCC (2007): *Climate Change 2007. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 976 p.
- Kemény, G., Molnár, A., Fogarasi, J. (2019): *A klímaváltozás hatásának modellezése a főbb hazai gabonafélék esetében*. Budapest, Agrárgazdasági Kutató Intézet. 112 p. <https://doi.org/10.7896/ak1901>

- Kovács A. D. (2015): A klímamodellezés nemzetközi eredményei. In: Czirfusz M., Hoyk E., Suvák A. (szerk.): *Klímaváltozás - társadalom - gazdaság: Hosszú távú területi folyamatok és trendek Magyarországon*. Pécs, Publikon Kiadó. 67-89.
- Kovács, A., Jakab, A. (2021): "Modelling the Impacts of Climate Change on Shallow Groundwater Conditions in Hungary" *Water* 13, no. 5: 668. <https://doi.org/10.3390/w13050668>
- Kovács, A., Marton, A., Tóth, G., Szócs, T. (2016): A sekély felszín alatti vizek klímaérzékenységének országos léptékű vizsgálata. *Hidrológiai Közöny* 9. 21–32.
- Krüzselyi, I., Bartholy, J., Horányi, A., Pieczka, I., Pongrácz, R., Szabó, P., Szépszó, G., Torma, Cs. (2011): The future climate characteristics of the Carpathian Basin based on a regional climate model mini-ensemble. *Advances in Science and Research*, 6., 69–73. <https://doi.org/10.5194/asr-6-69-2011>
- 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, 143–158.
- Lámfalusi I., Péter K. (2021): *A mezőgazdasági kockázatkezelési rendszer működésének értékelése 2019*. NAIK Agrárgazdasági Kutatóintézet, Budapest. 84. p. <https://doi.org/10.7896/ai2101>
- Lipták K. (2017): Települési humán potenciál vizsgálata Magyarországon. *Észak-Magyarországi Stratégiai Füzetek*, 14(2), 55–65.
- Megyeri-Korotaj, O., Bán, B., Suga, R., Allaga-Zsebeházi, G., Szépszó, G., (2023): Assessment of Climate Indices over the Carpathian Basin Based on ALADIN5.2 and REMO2015 Regional Climate Model Simulations. *Atmosphere* 14 (3), nr:448. <https://doi.org/10.3390/atmos14030448>
- Nagy, G. (2021): „Environmental justice and its geographical aspects in Hungary (A környezeti igazságosság és földrajzi aspektusai Magyarországon)”, *Tér és Társadalom*, 35(4), 76–103. <https://doi.org/10.17649/TET.35.4.3373>.
- Páldy A., Erdei E., Bobvos J., Ferenczi E., Nádor G., Szabó J. (2004): A klímaváltozás egészségi hatásai. *Egészségtudomány*, 2–3, 220–236.

- Páldy A., Bobvos J., Málnási T. (2018): A klímaváltozás hatásai egészségünkre és az egészségügyre Magyarországon. *Magyar Tudomány*, 179 (9), 1336–1348. <https://doi.org/10.1556/2065.179.2018.9.7>
- Pálvölgyi T. (2008): Az éghajlatváltozás hatásai az épített környezetre és az infrastruktúrára. In: Fodor I., Suvák A. (szerk.): *A fenntartható fejlődés és a megújuló természeti erőforrások környezetvédelmi összefüggései a Kárpát-medencében*. MTA Regionális Kutatások Központja, Pécs. 111–119.
- Péter K., Lámfalusi I. (2022): *A mezőgazdasági kockázatkezelési rendszer működésének értékelése 2021*. Agrárközgazdasági Intézet, Budapest. 114. p. <https://doi.org/10.7896/ai2202>
- Pongrácz R., Bartholy J., Pieczka I., Szabóné André K. (2015): Regionális klímamodellezés a Kárpát-medencére – érzékenységvizsgálatok különböző csapadéksémák alkalmazásával. In: Pongrácz R., Mészáros, R., Kis A. (szerk.) *Aktuális Kutatások Az ELTE Meteorológiai Tanszékén: Jubileumi kötet - 70 éves az ELTE Meteorológiai Tanszéke*. Budapest, ELTE Meteorológiai Tanszék. 76–81.
- Rotárné Sz. Á., Selmeczi P., Homolya E. (2016): Ivóvízbázisok klímaváltozással szembeni sérülékenységének vizsgálati módszere. In: Pálvölgyi T., Selmeczi, P. (szerk.): *Tudásmegosztás, alkalmazkodás és éghajlatváltozás. A Magyar Földtani és Geofizikai Intézet kutatási-fejlesztési eredményei a Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer létrehozására*. Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, Budapest, 41–48.
- Selmeczi P., Pálvölgyi T., Czira T. (2016): Az éghajlati sérülékenységvizsgálat elemzési-értékelési módszertana. In: Pálvölgyi T., Selmeczi, P. (szerk.): *Tudásmegosztás, alkalmazkodás és éghajlatváltozás. A Magyar Földtani és Geofizikai Intézet kutatási-fejlesztési eredményei a Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer létrehozására*. Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, Budapest, 25–29.
- Skarbit N., Unger J., Gál T. (2022): Projected values of thermal and precipitation climate indices for the broader Carpathian region based on EURO-CORDEX simulations. *Hungarian Geographical Bulletin*, 71 (4), 325–347. <https://doi.org/10.15201/hungeobull.71.4.2>

- Torma Cs. (2011): *Átlagos és szélsőséges hőmérsékleti és csapadék viszonyok modellezése a Kárpát-medencére a XXI. századra a RegCM regionális klímamodell alkalmazásával.* Doktori értekezés, ELTE Bp. 125.
- Torma, Cs. (2019): Detailed validation of EURO-CORDEX and Med-CORDEX regional climate model ensembles over the Carpathian Region. *Időjárás* 123. (2), 217–240. <https://doi.org/10.28974/idojaras.2019.2.6>
- Turczí G., Homolya E., Mattányi Zs. (2016): A magyarországi hegy- és dombvidéki területek villámárvíz veszélyeztetettsége. In: Pálvölgyi T., Selmeczi, P. (szerk.): *Tudásmegosztás, alkalmazkodás és éghajlatváltozás. A Magyar Földtani és Geofizikai Intézet kutatási-fejlesztési eredményei a Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer létrehozására.* Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, Budapest, 49–55.
- Uzzoli A., Szilágyi D., Bán A. (2019): Az éghajlatváltozás egészségkockázatai és népegészségügyi következményei – A hőhullámokkal szembeni sérülékenység területi különbségei Magyarországon. *Területi Statisztika*, 59 (4), 400–425. <https://doi.org/10.15196/TS590403>
- Várallyay Gy. (1985): Magyarország 1:100 000 méretarányú agrotopográfiai térképe. *Agrokémia és talajtan*, 34 (1-2), 243–248.
- WMO – World Meteorological Organization (1985): *Report of the international conference on the assessment of the role of carbon dioxide and other greenhouse gases in climate variations and associated impacts*, Villach, Austria, 9-15 October 1985, WMO- No. 661, 78. p.
- Zsebeházi, G., Bán, B., Kovácsné, I. B., Szépszó, G. (2022): *Az éghajlatváltozás magyarországi hatásainak feltérképezése regionális klímamodell-szimulációk elvégzésével és reprezentatív adatbázis fejlesztésével.* A KlimAdat (KEHOP-1.1.0) projekt zárókiadványa. 20 p. https://www.met.hu/downloads.php?fn=/klimadat/doc/nyit_o/KlimAdat_nyito_leaflet_final.pdf (letöltés: 2023.05.16.)

Egyéb források

OMSZ Meteorológiai Adattára (<https://odp.met.hu/>)

OMSZ, Klimadat adatbázis (<https://klimadat.met.hu/>).

Európai Környezetvédelmi Ügynökség, Copernicus Land Monitoring Service <https://land.copernicus.eu/>

Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer (NATÉR)
<https://nater.mbfisz.gov.hu/>

Barcelona Institute for Global Health <https://www.isglobal.org/en/-/4-of-summer-mortality-is-attributable-to-urban-heat-islands>

<https://telex.hu/tudomany/2023/06/07/balaton-vizszint-eghajlatvedelem-vizpotlas-limnologiai-intezet-klimavaltozas>