



Területi Statisztika

Közzététel: 2019. július 25.

A tanulmány címe:

Az éghajlatváltozás egészségkockázatai és népegészségügyi következményei – A hőhullámokkal szembeni sérülékenység területi különbségei Magyarországon

Szerzők:

Uzzoli Annamária Magyar Tudományos Akadémia Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont Regionális Kutatások Intézete E-mail: uzzoli.annamaria@krtk.mta.hu

Szilágyi Dániel Központi Statisztikai Hivatal E-mail: daniel.szilagyi@ksh.hu

Bán Attila E-mail: banattila88@gmail.com

<https://doi.org/10.15196/TS590403>

Az alábbi feltételek érvényesek minden, a Központi Statisztikai Hivatal (a továbbiakban: KSH) Területi Statisztika c. folyóiratában (a továbbiakban: Folyóirat) megjelenő tanulmányra. Felhasználó a tanulmány, vagy annak részei felhasználásával egyidejűleg tudomásul veszi a jelen dokumentumban foglalt felhasználási feltételeket, és azokat magára nézve kötelezőnek fogadja el. Tudomásul veszi, hogy a jelen feltételek megszegéséből eredő valamennyi kárért felelősséggel tartozik.

- 1) A jogszabályi tartalom kivételével a tanulmányok a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. törvény (Sztj.) szerint szerzői műnek minősülnek. A szerzői jog jogosultja a KSH.
- 2) A KSH földrajzi és időbeli korlátozás nélküli, nem kizárólagos, nem átadható, tértítésmentes felhasználási jogot biztosít a Felhasználó részére a tanulmány vonatkozásában.
- 3) A felhasználási jog keretében a Felhasználó jogosult a tanulmány:
 - a) oktatási és kutatási célú felhasználására (nyilvánosságra hozatalára és továbbítására a 4. pontban foglalt kivétellel) a Folyóirat és a szerző(k) feltüntetésével;
 - b) tartalmáról összefoglaló készítésére az írott és az elektronikus médiában a Folyóirat és a szerző(k) feltüntetésével;
 - c) részleteinek idézésére – az átvevő mű jellege és célja által indokolt terjedelemben és az eredetihez híven – a forrás, valamint az ott megjelölt szerző(k) megnevezésével.
- 4) A Felhasználó nem jogosult a tanulmány továbbértékesítésére, haszonszerzési célú felhasználására. Ez a korlátozás nem érinti a tanulmány felhasználásával előállított, de az Sztj. szerint önálló szerzői műnek minősülő mű ilyen célú felhasználását.
- 5) A tanulmány átdolgozása, újra publikálása tilos.
- 6) A 3. a)–c.) pontban foglaltak alapján a Folyóiratot és a szerző(ke)t az alábbiak szerint kell feltüntetni:

„Forrás: Területi Statisztika c. folyóirat 59. évfolyam 4. számában megjelent, Uzzoli Annamária – Szilágyi Dániel – Bán Attila által írt, Az éghajlatváltozás egészségkockázatai és népegészségügyi következményei – A hőhullámokkal szembeni sérülékenység területi különbségei Magyarországon c. tanulmány”

- 7) A Folyóiratban megjelenő tanulmányok kutatói véleményeket tükröznek, amelyek nem esnek szükségképpen egybe a KSH, vagy a szerzők által képviselt intézmények hivatalos álláspontjával.

Az éghajlatváltozás egészségkockázatai és népegészségügyi következményei – A hőhullámokkal szembeni sérülékenység területi különbségei Magyarországon

Health risks and public health consequences of climate change – Climate vulnerability regarding heat waves and its regional differences in Hungary

Uzzoli Annamária

Magyar Tudományos Akadémia
Közgazdaság- és Regionális
Tudományi Kutatóközpont
Regionális Kutatások Intézete
E-mail:
uzzoli.annamaria@rtk.mta.hu

Szilágyi Dániel

Központi Statisztikai Hivatal
E-mail: daniel.szilagyi@ksh.hu

Bán Attila

E-mail: banattila88@gmail.com

A globális éghajlatváltozás hatással van az általános egészségi állapotra, a megbetegedési és halálozási viszonyokra, valamint az egészségügyi ellátórendszer működésére. Az éghajlati sérülékenység társadalmi-gazdasági összetevői miatt egyenlőtlenségek állnak fenn az éghajlatváltozás következményeiben is. A jövőben fel kell készülni a hőhullámok számának, gyakoriságának és időtartamának növekedésére Európában, így Magyarországon is. Kutatásukban a szerzők a hőhullámok egészségkockázatainak és népegészségügyi hatásainak értelmezéséhez a nemzetközi gyakorlatból ismert éghajlatisérülékenység-vizsgálatot alkalmazták. A tanulmány célja a sérülékenységi modell használatához kötődően a kitettség, az érzékenység, valamint az alkalmazkodóképesség mérésére szolgáló indikátorok megnevezése, a számítási módszertan magyarázata, illetve a sérülékenység értelmezési mechanizmusának feltárása.

Az éghajlatisérülékenység-vizsgálat lehetőséget adott a hőhullámokkal szemben leginkább sérülékeny járások körülhatárolására, a sérülékenység tipikus területi mintázatának azonosítására. Összességében megállapítható, hogy vannak olyan országrészek, amelyek nagyobb mértékben kitettek a szélsőséges időjárási körülményeknek és/vagy érzékenyebben reagálnak a társadalmi hatásokra, vagy gyengébb alkalmazkodóképességük miatt sérülékenyebbek az éghajlatváltozás következményeivel szemben, így az egyes sérülékeny területek földrajzilag jól körülhatárolhatóak Magyarországon.

Kulcsszavak:

éghajlatváltozás,
hőhullám,
éghajlati sérülékenység,
egészségkockázat,
területi különbségek

Az éghajlatváltozással összefüggésben a hőhullámok népegészségügyi következményeire való felkészülés és az egészségügyi ellátórendszer alkalmazkodóképességének javítása a jövőben a kiemelt stratégiai feladatok közé tartozik.

Global climate change has an impact on health regarding its morbidity and mortality data as well as on the health care system. The connection between climate change and health has many serious consequences. There are determinative socio-economic inequalities regarding climate vulnerability. The relevant solution of these challenges is an important task for national and local policies.

The number, frequency and period of heat waves will increase in Europe as well as in Hungary in the future. Our project is based on this fact, and the main aim of this research was to apply a climate vulnerability model to analyse health risks and public health consequences of heat waves. This study presents the indicators of exposure, sensitivity and adaptive capacity, and explains the method of climate vulnerability model, too.

Using climate vulnerability examination could help us to define regional differences at micro-regional level, to assign the most vulnerable areas in the country, and to discover typical spatial patterns of climate vulnerability. Summing up, climate vulnerability regarding heat waves has special spatial distribution in Hungary according to the increasing vulnerability among different parts of the country. There are some regions where higher level of exposure goes together with more sensitivity and lower level of adaptive capacity which can result in more or most vulnerability. These regions have special geographical position within Hungary. Stronger climate awareness and improving adaptive conditions will be a priority for making new health care strategies in the near future.

Keywords:

climate change,
heat wave,
climate vulnerability,
health risk,
regional differences

Beküldve: 2019. február 20.

Elfogadva: 2019. május 23.

Bevezetés

„Az éghajlatváltozás a 21. század legnagyobb globális egészségügyi fenyegetése.” Ezzel a mondatlal nyitotta meg a *The Lancet* (2009) nemzetközi orvostudományi folyóirat az éghajlatváltozás egészséghatásaival foglalkozó számát. E folyóirat és az *University College of London* Globális Egészségügyi Intézetének zárójelentése többek között megállapította, hogy a jövőben az éghajlatváltozás már rövid és középtávon is a legszegényebb rétegeket érinti legerőteljesebben, ugyanis a társadalmi következmények kiélezik a fennálló igazságtalan, méltánytalan helyzeteket.

Az éghajlatváltozás egészségkockázatainak és népegészségügyi következményeinek kutatása az utóbbi közel három évtizedben globális és nemzeti szinten egyaránt felértékelődött. Az ENSZ Éghajlatváltozási Kormányközi Testülete (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) 1991 óta rendszeresen, egyre részletesebben foglalkozott a témával jelentéseiben, és 1999-ben prioritásként megjelölte az éghajlatváltozás egészséghatásainak tudományos vizsgálatát (3. Környezeti és Egészség Miniszteri Konferencia London 1999). Az IPCC legutóbbi, 5. jelentésében külön fejezet foglalkozott az éghajlatváltozás és az emberi egészség közötti összefüggések bemutatásával (Smith et al. 2014). A jelentés – a kutatási eredményeik közül a már bizonyított hatásokat, a lehetséges jövőbeli változásokat és alkalmazkodási lehetőségeket kiemelve – megállapította, hogy az éghajlatváltozás a 21. század legnagyobb környezet-egészségügyi veszélye, amely egyaránt érinti a világ országait és a helyi közösségeket (IPCC 2014).

Számos kutatás bizonyította, az éghajlatváltozás okozta sérülékenység egyik formája a hőmérséklet-emelkedéssel összefüggő hőhullámok számának, gyakoriságának és hosszának növekedése, amire az elkövetkezendő évtizedekben még inkább fel kell készülni (például Trenberth et al. 2012, Euroheat 2017 stb.). A hőhullámok száma és gyakorisága jelentősen megnőtt Európa-szerte a 20. század második felében, és 2000 óta több tízezer korai halálesetet okozott a kontinensen. A hőhullámok egészségkockázataival és népegészségügyi következményeivel szembeni védekezés a jövőben jelentős kihívást jelent nemzeti, regionális és helyi szinten egyaránt. Mérséklésük céljából olyan beavatkozásokra és intézkedésekre van szükség, amelyek elősegítik az egészségügyi rendszerek éghajlatváltozással kapcsolatos felkészülését és alkalmazkodóképességének javítását (<https://www.eea.europa.eu/>).

A tanulmány ismerteti az éghajlatisérülékenység-vizsgálat módszertani hátterét, illetve az annak alkalmazásával kapott legfontosabb vizsgálati eredményeket. A várható egészségkockázatokkal és népegészségügyi következményekkel összefüggésben elemzi a lakosság hőhullámokkal szembeni sérülékenységét és annak területi különbségeit.

A tanulmány négy fejezetből áll. A szakirodalmi elemzés az éghajlatváltozás hazai várható egészséghatásaival foglalkozik, amit az alkalmazott sérülékenységvizsgálat részletes módszertani bemutatása követ. Az Eredmények fejezet a járási szinten

elvégzett statisztikai vizsgálat a hőhullámokkal szembeni sérülékenység területi különbségeit ismerteti. A Megbeszélés fejezet ezeket az eredményeket értékeli a kutatási előzmények tükrében. A tanulmány az éghajlatisérülékenység-vizsgálat eredményeinek összegzésével, valamint az egészségügyi ágazati stratégiák fejlesztését elősegítő, illetve a döntéshozatalt támogató javaslatokkal zárul.

Az éghajlatváltozás várható egészséghatásai, különös tekintettel a hőhullámokra – a szakirodalmi előzmények tükrében

Kutatásunkban az éghajlatváltozás várható hazai egészségi és egészségügyi hatásait a hőhullámok példáján keresztül értelmeztük. A korábbi hazai klímaforgatókönyvek és sérülékenységvizsgálatok megállapították, hogy Magyarországon a hőhullámos napok¹ gyakorisága 2021 és 2050 között az ország egész területén 20–70%-kal növekedhet (Bartholy et al. 2010; Páldy–Bobvos 2011).

A globális szintű kitekintések megerősítik azt a feltételezést, hogy a jövőben Európa és egyes nagyrégiói különösen veszélyeztetettek lesznek a hőhullámokkal szemben. Perkins-Kirkpatrick és Gibson (2017) előreszámításaikban azt feltételezik, hogy globálisan a középhőmérséklet 1°C-os emelkedése 2–10 nappal is növelheti a hőhullámos napok számát. Viszont ettől az átlagértéktől számottevő eltérések lehetnek az egyes európai nagyrégiókban. Például Európa középső nagyrégiójában – ahová Magyarország is tartozik – 2050-ig akár 30 nappal is emelkedhet az ilyen napok száma.

Az Európai Bizottság 2007-ben kiadott Zöld könyve, majd a 2009-ben közreadott Fehér könyve megerősíti azt, hogy az éghajlatváltozás súlyos és káros hatásai gyorsan terjednek Európában. A 2008–2012 időszakra ezt bizonyította a Klímaváltozás hatása a régiókra és a gazdaságra című (ESPON 2013) projekt (www.espon.eu), és megállapította, hogy Magyarország a Dél-Közép-Európa éghajlatváltozási nagyrégióhoz tartozik, ahol míg jelentősen növekedett az évi középhőmérséklet és a nyári napok középhőmérséklete, addig szintén nagymértékben csökkent a fagyos téli napok száma és a nyári időszak átlagos csapadékmennyisége (espon.eu/main/Menu_Projects/Menu_AppliedResearch/climate.html; Honvári et al. 2015).

A hőhullámok bizonyított egészséghatásai hőstressz kialakulásával, a keringési rendszeri megbetegedések gyakoribbá válásával és többlethalálózással járnak együtt. A közvetlen és közvetett egészséghatások mindenkit érintenek (1. ábra), azonban vannak olyan társadalmi csoportok, amelyek demográfiai és/vagy társadalmi helyze-

¹ Sem az ENSZ Meteorológiai Világszervezetnek (World Meteorological Organization – WMO), sem pedig Egészségügyi Világszervezetnek (World Health Organization – WHO) nincs hivatalos definíciója a hőhullámra, csak javaslatokat fogalmaznak meg, ugyanis annak küszöbértékei régióként és országokként változnak (Marton 2010). Magyarországon a meteorológiai értelemben vett szélsőségesen meleg időszak (kánikula) egyben riasztási kötelezettséggel is együtt jár (www.met.hu). A hőségriadós napok – amikor is a napi középhőmérséklet eléri vagy meghaladja a 25°C-ot – egymást követő száma az alapja a hőségriasztásnak, amelyről a Nemzeti Népegészségügyi Központ (NNK) tájékoztat.

tükből adódóan az átlaghoz képest nagyobb mértékben veszélyeztetettek, sérülékenyek (például 5 év alatti gyermekek, 60 év feletti idősök, krónikus betegségben szenvedők, komplex módon hátrányos helyzetűek, szabadban dolgozók stb.).

1. ábra

Az éghajlatváltozás egészségkárosodási rizikótényezői Magyarországon és az érintett társadalmi csoportok

Health risks regarding climate change in Hungary and the concerned social groups



Forrás: Páldy et al. (2004a), Kishonti et al. (2007), Pálvölgyi et al. (2011), Anda et al. (2011), IPCC (2014), Csima (2018) alapján saját szerkesztés.

Magyarországon az éghajlatváltozás egészségkárosító hatásaival a 2000-es évek elejétől rendszeresen foglalkoznak. A Nemzeti Környezet-egészségügyi Akcióprogram (1997–2002) volt az első ilyen jellegű nagyobb kutatási projekt, majd a VAHAVA-jelentés (Láng et al. 2007) is számos releváns információval szolgált a témában. A hazai egészséghatás-becslések kvantitatív alapokra épülnek, amelyekben általában demográfiai (például nemek, korcsoportok), mortalitási (például okspecifikus halálozások), morbiditási (például egészségügyi ellátások igénybevétele) és társadalmi (például jövedelemszint) indikátorokat alkalmaztak.

A középhőmérséklet növekedésével együtt járó hőhullámok egészségkockázatainak felmérése alapos és részletes a hazai szakirodalomban, amelyek a nyári időszakban a hőhullámokkal kapcsolatos halálozási és megbetegedési valószínűségek növekedésére hívják fel a figyelmet (például Páldy et al. 2004a, 2004b, Kishonti et al. 2007, 2018 stb.).

Páldy Anna és Bobvos János többször vizsgálta a hóhullámok szerepét a hazai többlethalálozás alakulásában. Például a 2007. évi intenzív hóhullám következtében a többlethalálozás országos mértékét 800–1000 fő közöttire becsülték (Páldy–Bobvos 2008). Kutatásaik további főbb következtetései (Páldy et al. 2004a, b, Kishonti et al. 2007, Páldy–Bobvos 2011, 2013, 2014):

- Hóhullámok az 1990-es évek eleje óta egyre gyakrabban fordulnak elő hazánkban: ez idő alatt a legjelentősebb hóhullámok 12–52%-kal növelték a többlethalálozás mértékét.
- A napi középhőmérséklet 5°C-os emelkedése 6%-kal növeli az összes halálozás és 10%-kal keringési rendszer betegségeinek kockázatát.
- A napi középhőmérséklet 10°C-os emelkedése:
 - 6%-kal növeli nyáron a szív- és érrendszeri betegségek miatti mentőhívások kockázatát a középkorú korcsoportban és a teljes lakosságban,
 - minden korcsoportban körülbelül 30%-kal növekszik a rosszulétek kockázata,
 - minden korcsoportban növeli a balesetek relatív kockázatát, az 5–9 évesek között 40, a 25 évesnél idősebbek között 17%-kal.

Kiemelendő, hogy Páldy Anna (2013) és kutatócsoportja az Országos Közegészségügyi Központban olyan vizsgálati eredményekre jutottak az elmúlt évtizedekben, amelyek beépültek a szakpolitikai döntéshozatalba és a stratégiaalkotásba. Eredményeikre alapozva az Állami Népegészségügyi és Tisztifőorvosi Szolgálat (ÁNTSZ) 2005-ben vezette be a hőségriasztást hazánkban, amely a meteorológiai figyelmeztetési és előrejelző-rendszer része².

Szintén fordulópont az éghajlatváltozás következményeire való felkészülésben, hogy a 2003-as Népegészségügyi Jelentés már megnevezte, hogy az éghajlatváltozás következtében a hóhullámok hatnak a halálozásra (Bakacs–Vitrai 2004). A 2000-es évek közepétől a Klímabarát Települések Szövetségének létrejöttével egyre több település kezdett el foglalkozni a helyi szintű hőségriadótervek készítésével. Ez a tevékenység napjainkra beépült a helyi döntéshozatalba, hisz a megyei és a települési klímastratégiák készítésének egyik eleme a hóhullámok egészséghatásaira való felkészülés és az alkalmazkodás feltételeinek javítása.

² A hőségriasztás fokozatai a következők a meteorológiai küszöbértékek és az intézményi kompetenciáknak megfelelően (www.met.hu, Páldy 2013):

I. fokozat (Tájékoztatósi fokozat): Feltétele, hogy a napi középhőmérséklet az időjárás előrejelzés alapján legalább egy napig elérje vagy meghaladja a 25°C-t. Az NNK saját információkat küld szét megyei szervezeteinek. Az önkormányzatok ez esetben tájékoztathatják a lakosságot a várható időjárásról saját médiacsatornáikon keresztül.

II. fokozat (1. fokú riasztás): Feltétele, hogy a napi középhőmérséklet legalább három egymást követő napon át elérje vagy meghaladja a 25°C-ot. Az NNK értesíti az egészségügyi intézményeket, mentőszolgálatokat, háziorvosokat, illetve a helyi önkormányzatokat a hőségriasztás mértékéről és időtartamáról. Ezután már az önkormányzatok feladatai közé tartozik a lakosság figyelmeztetése, illetve a hőséggel kapcsolatos ártalmak elleni védekezés előkészítése.

III. fokozat (2. fokú riasztás): Feltétele, hogy a napi középhőmérséklet legalább három egymást követő napon keresztül elérje vagy meghaladja a 27°C-ot. Az elvégzendő feladatokon túl tájékoztatni kell a lakosságot a média- és sajtótermékeken keresztül a várható időjárási szélsőségről, illetve a hőártalmak megelőzésének lehetséges módjairól.

A NATÉR-rendszerhez tartozó A klímaváltozás okozta sérülékenység vizsgálata, különös tekintettel a turizmusra és a kritikus infrastruktúrákra (KRITÉR) című projekt keretében végzett kutatás a jelenre vonatkozó és a hőség okozta többlethalálózást, valamint a jövőre vonatkozó és az éghajlatváltozásnak tulajdonítható többlethalálózás változását vizsgálta (<http://www.met.hu/KRITeR/hu/kezd/>). A projekt keretében Páldy Anna és Bobvos János 2015-ben kiszámították a hóhullámos napok száma alatt 1°C többlethőmérséklet-növekedésre számított relatív napi halálózásnövekedés járási értékeit. Ezek az eredmények beépültek a döntéshozatalba, hisz a NATÉR-adatbázisból letölthető és a járásokra vonatkozó többlethalálózás mértékét a legtöbb megye és/vagy település napjainkban is felhasználja a klímastratégiák elkészítésében (Páldy–Bobvos 2015).

Összegzésként megállapítható, hogy Magyarországon számos kutatási előzmény bizonyította a hóhullámok szerepét a megbetegedési és halálózási viszonyok hazai alakulásában. A releváns kutatási eredmények és tapasztalatok – javaslatok és ajánlások formájában – a szakpolitikai döntéshozatal részévé váltak az elmúlt években.

Célok és módszerek

Kutatási projektünk fő célkitűzése volt egyrészt az éghajlatváltozás – különös tekintettel a hóhullámokra – népegészségügyi következményeinek feltárása, másrészt a lakosság sérülékenységének meghatározása az éghajlatváltozás emberi egészségre gyakorolt hatásaival szemben (Uzzoli et al. 2018b). Az eredmények hozzájárulnak az egészségügy – az éghajlatváltozással összefüggésben – mint sérülékeny ágazat meghatározásához, és végső soron elősegítik az éghajlatvédelmi hatásvizsgálatok tervezési és értékelési módszertanának továbbfejlesztését (Uzzoli 2017).

A klímakutatás részeként nagy jelentőségű az éghajlatisérülékenység-vizsgálat, amelynek számottevő előzményei vannak Magyarországon. Ez az alapvetően statisztikai alapú számítási módszertan lehetővé teszi egyrészt a sérülékenység többdimenziós megközelítését számos társadalmi-gazdasági indikátor alkalmazásán keresztül, másrészt a sérülékenység területi mintázatának magyarázatát, harmadrészt a lokális éghajlati hatások társadalmi-gazdasági következményeinek értelmezését.

Az éghajlati vagy éghajlatváltozási sérülékenységvizsgálat célja az egyes térségek és/vagy ágazatok éghajlatváltozással szembeni veszélyeztetettségének feltárása, valamint a kutatási hipotézisek vizsgálatához megfelelő komplex módszertan kidolgozása. A tudományos célkitűzések megvalósítása információkat szolgáltat a döntéshozók számára a nemzeti és a helyi alkalmazkodási stratégiák kialakításához (Pálvölgyi et al. 2011). Az éghajlatisérülékenység-vizsgálat különböző társadalmi-gazdasági indikátorokat integrál, főként regionális és helyi szinten (Selmeczi et al. 2016).

A kutatásunk során járási szintű éghajlatisérülékenység-vizsgálatot végeztünk, amelynek elméleti és módszertani keretét az éghajlatra gyakorolt hatás és a sérülé-

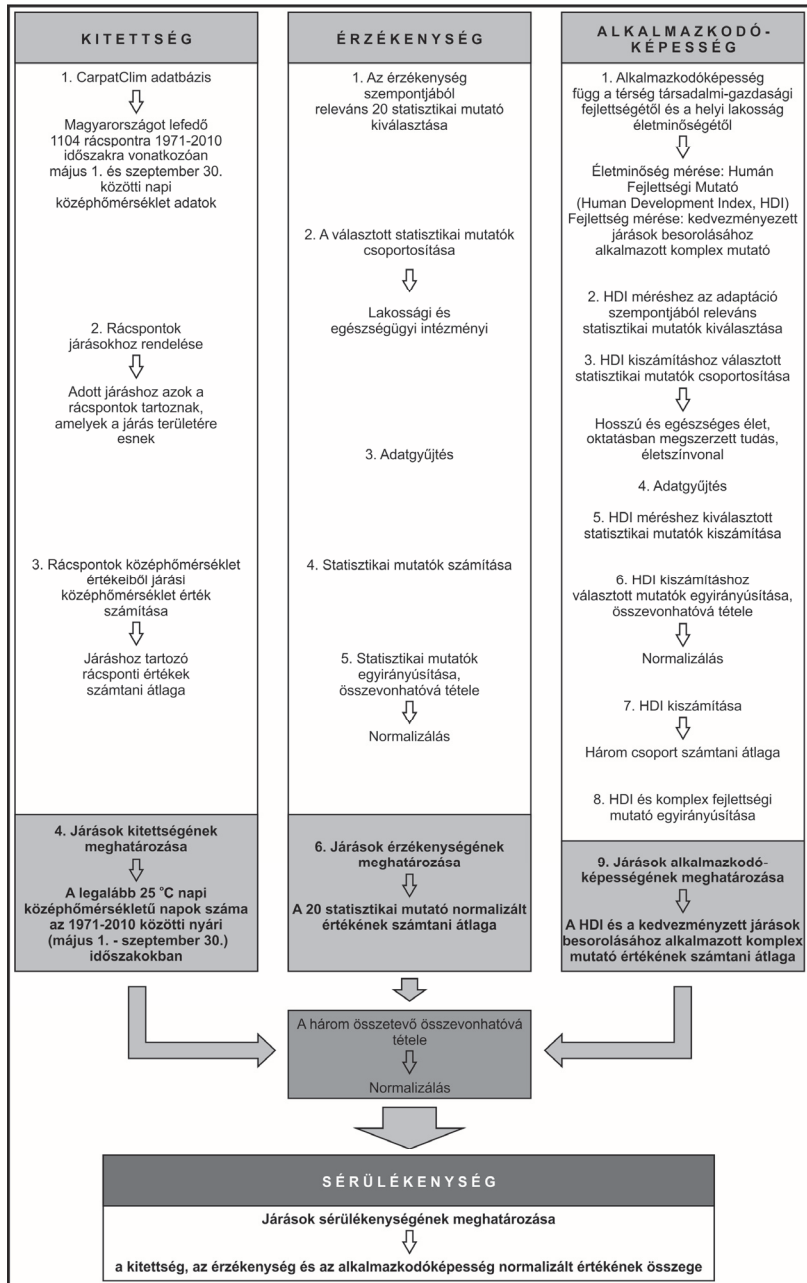
kenység értékelési (Climate Impact and Vulnerability Assessment Scheme – CIVAS-) modellje alkotta (IPCC 2007). A modell részbeni továbbfejlesztésével az éghajlatváltozás hőhullámokkal összefüggő területi hatásait – a kitettség (exposure), az érzékenység (sensitivity), az alkalmazkodóképesség (adaptive capacity) és a sérülékenység (vulnerability) szempontjából – definiáltuk (Pálvölgyi et al. 2011).

A CIVAS-modellt a következő módszertan alapján, egymást követő és egymásra épülő munkaszakaszokban, különböző matematikai-statisztikai műveletek és adatfeldolgozási technikák segítségével alkalmaztuk (2. ábra):

1. Területi vizsgálati szint kijelölése: a 2017. január 1-jei közigazgatási beosztás szerinti járási lehatárolást vettük alapul (174 járás + 23 fővárosi kerület). Budapest kerületeit összevontuk, és a fővárost egy területi egységnek vettük.
2. Az éghajlatváltozás járási szinten releváns kockázati tényezőjének azonosítása: ennek során a nyári hőhullámok népegészségügyi kockázatait definiáltuk, amelyek komplex módon – a természeti, a társadalmi és a gazdasági folyamatok összefüggéseiben – előidézhetik a járások éghajlati sérülékenységét.
3. Kitettség meghatározása: adott földrajzi helyen (járás) adott klímamodellből, a Kárpát-régió éghajlata (Climate of the Carpathian Region – CarpatClim-) adatbázisból származó hosszú idősoros adatok alapján.
4. Érzékenység meghatározása: a hatásviselő (emberi egészség) időjárásfüggő viselkedésének figyelembevételével.
5. Alkalmazkodóképesség meghatározása: járási szinten a hőhullámok egészséghatásaira és egészségügyi következményeire adott válaszok mértékét és milyenségét jelöli, a vizsgált problémakörre jellemző társadalmi-gazdasági indikátorokkal definiálva.
6. Sérülékenység meghatározása: a kitettséget, az éghajlati érzékenységet és az alkalmazkodóképességet integráló komplex mutató, amely a hőhullámok helyi szinten várható egészséghatásainak és egészségügyi következményeinek figyelembevételére épül.
7. Járási szintű sérülékenység területi különbségeinek értékelése: a mérési eredmények vizualizációja (térképi ábrázolás) a komparatív analízis mellett lehetővé tette az éghajlatváltozással összefüggő hőhullámokkal szemben leginkább sérülékeny járások lehatárolását és területi mintázatának értékelését.

2. ábra

A járások (LAU 1) sérülékenységének meghatározásához alkalmazott módszer
 Calculation method of vulnerability at micro-regional level (LAU 1)



A kitettség mérését megalapozó meteorológiai adatokat a nagy felbontású CarpatClim-adatbázisból vettük (<http://www.carpatclim-eu.org/pages/home/>). A kutatásban 1971 és 2010 közötti napi középhőmérsékleti adatokat dolgoztunk fel, amelyek Magyarországot lefedő 1104 rácspontra álltak rendelkezésre (10 km-es rácsháló alapján). A vizsgált problémakör, vagyis a hőhullámok egészségi és egészségügyi kockázatainak értékelését a május 1. és szeptember 30. közötti időszakhoz kötöttük, mert ebben az időszakban a legnagyobb mértékű az emberi szervezetet érő hőhatás az év többi hónapjához képest, és az ennek nyomán kialakuló panaszok, betegségek számottevően növelhetik az egészségügyi ellátások igénybevételét. A kitettséget végső soron azokkal a napokkal mértük, amikor a napi középhőmérséklet elérte vagy meghaladta a 25°C-ot.

A CarpatClim-adatbázisból rendelkezésre álló napi középhőmérsékleti adatokat a járásokhoz (LAU 1) rendeltük: ezt egyrészt úgy tettük meg, hogy adott járás területén található rácspontokat vettük alapul, másrészt az ezekhez tartozó meteorológiai adatok számtani átlagát számoltuk ki, ezzel megkaptuk adott járás vizsgált napra vonatkozó napi középhőmérsékletét.

Az érzékenységet összesen 20 társadalmi-gazdasági mutató felhasználásával határoztuk meg (1. táblázat). Kiválasztásukban részben a szakirodalmi előzményeket (Pálvölgyi et al. 2010, Farkas et al. 2015, 2017), részben azok továbbfejlesztését vettük figyelembe, és olyan mutatókat is beválogattunk, amelyek járási szinten az éghajlatváltozással összefüggő hőhullámok emberi egészségre és az egészségügy intézmények működésére gyakorolt hatásairól tájékoztatnak. Az érzékenység komplex indikátorának kiszámítása különböző mértékegységű mutatókra épült, ezek összevonhatóságát normalizálással végeztük el.

Az éghajlatváltozással kapcsolatban az alkalmazkodóképesség nagymértékben függ az egyéni elhárítási lehetőségektől (például nyári utazás, légkondicionáló beszerelése, kiköltözés a városból), amelyek jelentősen összefüggnek adott térség társadalmi-gazdasági fejlettségével és a helyi lakosság életminőségével. Ebből kiindulva két komplex mutatót alkalmaztunk az alkalmazkodóképesség meghatározására:

1. A fejlettséget a kedvezményezett járások besorolásáról szóló 290/2014. XI. 26. kormányrendelet alapján használt és a járások társadalmi-gazdasági, valamint infrastrukturális fejlettségét mérő komplex mutatóval azonosítottuk, amely összesen 24 statisztikai mutatóból áll.
2. Az életminőséget a humán fejlettségi mutatóval (human development index – HDI) azonosítottuk, amelyet a születéskor várható átlagos élettartam, az alacsony és a magas iskolai végzettségűek aránya, valamint az egy állandó lakosra jutó személyi jövedelemadó-alapot képező jövedelem alapján számítottuk. Végül az alkalmazkodóképességet mérő komplex indikátort a társadalmi-gazdasági fejlettség és az életminőség mérésére szolgáló indexek átlagolásával határoztuk meg.

A sérülékenységvizsgálat utolsó lépéseként a járások sérülékenységének mértékét a kitettség, az érzékenység és az alkalmazkodóképesség normalizált értékeinek egyszerű, súlyozást nélkülöző összeadásával számítottuk. Ezt az eljárást ugyanis korábban már más szerzők is alkalmazták (Obádovics et al. 2014, Pappné Vancsó et al. 2014).

1. táblázat

A járások (LAU 1) sérülékenységének mérésére szolgáló statisztikai mutatók

Statistical indicators measuring the vulnerability of micro-regions (LAU 1)

Összetevő	Példák az alkalmazott statisztikai mutatókra	Adatforrás
Kitettség	25°C vagy annál magasabb középhőmérsékletű napok száma	CarpatClim-adatbázis
Érzékenység	Születéskor várható átlagos élettartam (nő, férfi); 0–4 évesek, illetve a 65 évesek és idősebbek aránya a lakónépességből; Mezőgazdaságban, illetve építőiparban foglalkoztatottak aránya; Nyilvántartott álláskeresők aránya a munkavállalási korú népességből; Légzőszervi, illetve keringési rendszeri betegségben szenvedők ezer lakosra jutó száma; Betöltetlen háziorvosi és házi gyermekorvosi, illetve betöltetlen védőnői állások száma; Lakónépesség; Belterület nagysága; Lakósűrűség belterületen és külterületen; Egy főre jutó zöld- és erdőterület; Komfort nélküli, szükség- és egyéb lakások aránya; 1946 előtt épült lakások aránya stb.	Központi Statisztikai Hivatal (KSH), TeIR, NEAK
Alkalmazkodóképesség	1. Életminőség mérése – HDI: – Hosszú és egészséges élet: születéskor várható átlagos élettartam (nő, férfi), – Oktatásban megszerzett tudás: A 7 éves és idősebb népességből azok aránya, akiknek a legmagasabb befejezett iskolai végzettsége az általános iskola 8. évfolyam; A 25 évesek és idősebbek köréből azok aránya, akik egyetemi, főiskolai stb. oklevéllel rendelkeznek; – Életszínvonal: Egy állandó lakosra jutó személyi jövedelemadó-alapot képező jövedelem. 2. Fejlettség mérése – Kedvezményezett járások besorolásához felhasznált komplex mutató: összesen 24 társadalmi-gazdasági mutató felhasználásával.	KSH

A sérülékenység és összetevőinek mértékéről készült térképek szerkesztésénél egységesen a természetes törésekhez kötődő kategorizálást vettük alapul. Ezzel az volt a célunk, hogy az adatsorban lévő természetes töréspontoknak megfelelően alakítsuk ki a kategóriákat a kismértékűtől kezdve a nagyon erős kitettségig, érzékenységig, alkalmazkodóképességig és sérülékenységig. Korábbi vizsgálatainkban az egyenlő elemszámú kategorizálást vettük alapul, amivel a járásokat az adott sérülékenység értékei alapján ötödökre bontottuk (Uzzoli et al. 2018a, b). Ezzel az egyes

kategóriákhoz nagyobb kiterjedésű homogén területek jelölték ki adott sérülékenységi összetevő területi mintázatát. Az egyenlő elemszámú kategorizáláshoz képest a természetes töréspontokhoz kötődő vizont lehetővé teszi a területi mintázatának részletes értékelését is. A járásokat 5 kategóriába soroltuk, de a kitettség, az érzékenység, az alkalmazkodóképesség és a sérülékenység indikátorának számítási módjai, valamint konkrét értékei különböztek egymástól. Az összehasonlítás érdekében a kategóriákat a hatás mértéke alapján, 5-fokú skálán alakítottuk ki.

2. táblázat

A kitettség, az érzékenység, az alkalmazkodóképesség és a sérülékenység meghatározása, kategóriaértékei és hatásának mértéke
Definition, category values and measure of extent of exposure, sensitivity, adaptive capacity and vulnerability

Összetevő	Meghatározás	Kategóriaértékek	A hatás mértéke
Kitettség	A legalább 25°C napi középhőmérsékletű napok száma az 1971 és 2010 közötti nyári (május 1.–szeptember 30.) időszakokban.	16–126 127–202 203–279 280–371 372–448	Kismértékű Mérsékelt Közepes Erős Nagyon erős
Érzékenység	A 20 statisztikai mutató normalizált értékének számtani átlaga.	19,1–25,0 25,1–28,8 28,9–33,5 33,6–38,5 38,6–50,9	Kismértékű Mérsékelt Közepes Erős Nagyon erős
Alkalmazkodóképesség	A HDI és a kedvezményezett járások besorolásához alkalmazott komplex mutató értékének számtani átlaga.	12,5–37,6 37,7–53,5 53,6–64,4 64,5–72,7 72,8–86,5	Nagyon erős Erős Közepes Mérsékelt Kismértékű
Sérülékenység	A kitettség, az érzékenység és az alkalmazkodóképesség normalizált értékének összege.	31–100 101–137 138–166 167–197 198–252	Kismértékű Mérsékelt Közepes Erős Nagyon erős

Eredmények – a hőhullámokkal szembeni sérülékenység járási értékelése és területi különbségei

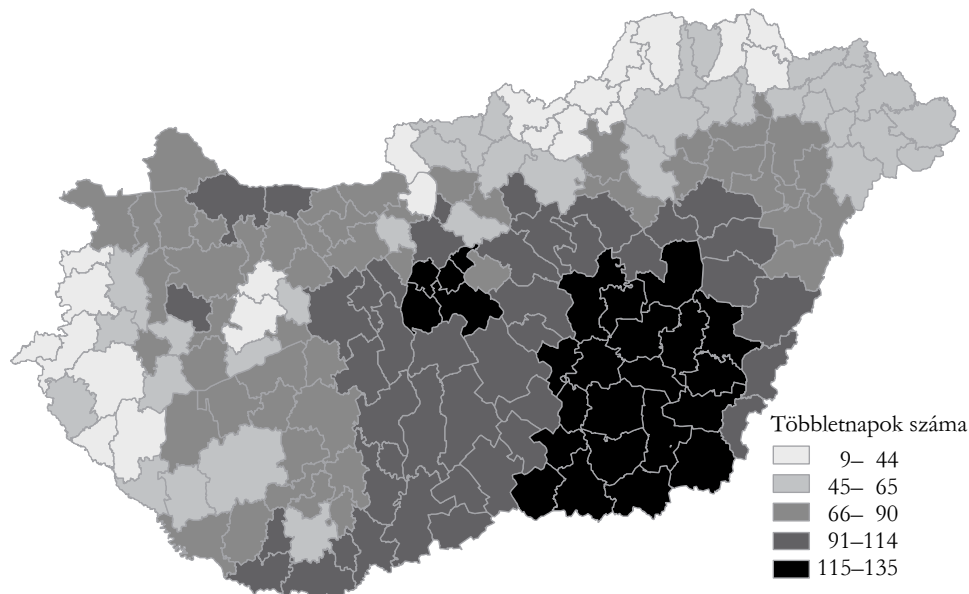
Kutatásunk során az éghajlatisérülékenység-vizsgálathoz alkalmazott CIVAS-modell részbeni módszertani továbbfejlesztése lehetővé tette az éghajlatváltozással összefüggő hőhullámok várható egészséghatásainak értékelését, valamint a területi különbségek térbeli mintázatának feltárását. Ennek megalapozásához, illetve a kitettség értékeléséhez áttekintettük a hőhullámos napok számának 1970 és 2010 közötti változását, valamint elemeztük a területi különbségek alakulását is.

A hóhullám és a hőségriasztás alapját képező 25°C napi középhőmérsékletű vagy annál melegebb napok száma 1971–1980 és 2001–2010 között számottevően nőtt Magyarországon (3. ábra). A CarpatClim-adatbázis elemzése alapján megállapítható, hogy 1971–1980 és 2001–2010 időszak között a legalább 25°C napi középhőmérsékletű napok számának növekedése jelentős területi különbségeket mutatott az országban. A hőségriasztás I. fokozatába tartozó napok száma elsősorban a Dél-Alföld területén növekedett: egyrészt a Duna vonalában, Bács-Kiskun megyében, másrészt a Kőrös–Maros közében, főként Békés megye járásaiban, kisebb részt Csongrád megye járásaiban. Ezeken a területeken több mint 110 nappal emelkedett a 25°C-nál nagyobb középhőmérsékletű napok száma a vizsgált időszakban. Elsősorban a síkvidéki területeken növekedett a hóhullámos napok gyakorisága. Számottevő a 25°C napi középhőmérsékletű és annál melegebb napok számának emelkedése a fővárosban is.

3. ábra

A 25°C napi középhőmérsékletű és annál melegebb napok számának többlete a járásokban 1971–1980 és 2001–2010 között (LAU 1)

Differences in the number of days with at least 25°C average daily temperature at micro-regional level between 1971–1980 and 2001–2010 (LAU 1) (plus days)



Forrás: CarpatClim-adatbázis (1971–2010) alapján saját szerkesztés.

A CarpatClim-adatok elemzése alapján megállapítható, hogy 1971–2010 között Magyarországon számottevő változások következtek be a középhőmérsékletben. Az évszakonkénti középhőmérséklet változása tízéves időszakokhoz kötődően bi-

zonyítja, hogy leginkább az átmeneti időszakokhoz (tavasz, ősz) kötődik a középhőmérséklet-növekedés Magyarországon az elmúlt 40 év során (3. táblázat). Különösen 1980-tól figyelhető meg a középhőmérséklet-növekedés nagyobb mértéke az 1970-es évekhez képest (4. ábra). A középhőmérséklet-növekedés legnagyobb mértéke télen az 1990-es évek időszakában, míg a legnagyobb tavasszal és ősszel a 2000-es években volt megfigyelhető az utóbbi 40 év során.

3. táblázat

**A középhőmérséklet évszakonkénti alakulása Magyarországon
tízéves időszakok alapján**

Seasonal changes in mean temperatures in Hungary
according to 10 years periods

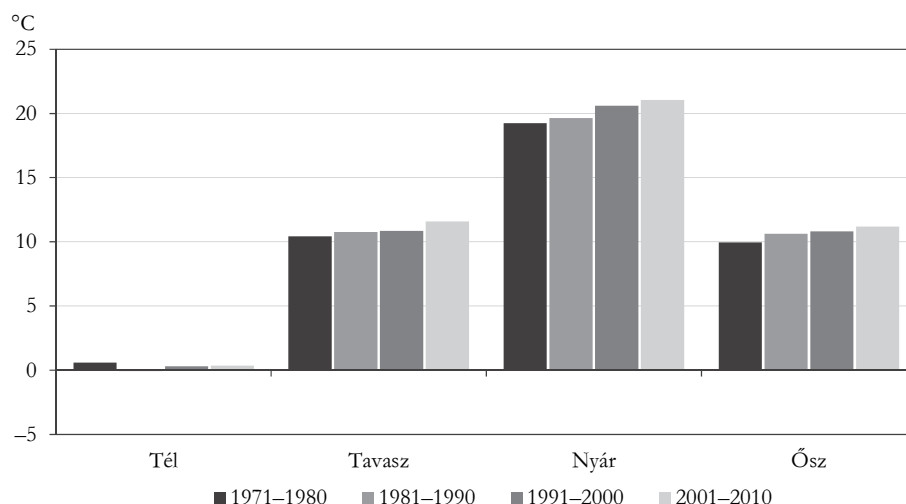
Időszak	Tél	Tavasz	Nyár	Ősz	Összesen
1971–1980	0,6	10,4	19,2	10,0	10,1
1981–1990	-0,1	10,8	19,6	10,6	10,3
1991–2000	0,3	10,9	20,6	10,8	10,7
2001–2010	0,3	11,6	21,1	11,2	11,1

Forrás: CarpatClim-adatbázis.

4. ábra

**Évszakonkénti középhőmérséklet alakulása
tízéves időszakokhoz kapcsolódóan Magyarországon**

Seasonal changes in mean temperature in Hungary
according to 10 years periods



Forrás: CarpatClim-adatbázis.

A 25°C napi középhőmérsékletű vagy annál melegebb napok számának emelkedése alátámasztja azt a feltételezést, hogy a jövőben még inkább fel kell készülni a hőhullámok okozta sérülékenység növekedésére Magyarországon. A járási szintű éghajlatisérülékenység-vizsgálat eredményeinek területi mintázata jelentős különbségeket mutat országon belül.

A nagyobb mértékű kitettség elsősorban az ország délkeleti részére jellemző (5. ábra). Az északi és a nyugati országrészekhez köthető a legkevesebb olyan nap, amikor a napi középhőmérséklet elérte és/vagy meghaladta a 25°C-ot. Közepes, részben erős kitettséggel azonosíthatók a középső országrészek. Megállapítható, hogy a középhegységek területén a legkevesebb, viszont az Alföld középső és déli részén volt a legtöbb a 25°C napi középhőmérsékletű vagy annál melegebb nap 1971 és 2010 között. Budapest erős kitettsége elsősorban a városi hőszigeteléssel függ össze. A kitettség területi mintázatában mind a természetföldrajzi (domborzat), mind a társadalomföldrajzi (beépítettség) adottságoknak szerepük van.

A hőhullámokkal szembeni érzékenység területi mintázata részben a beépítettséggel és az urbanizáltság fokával, részben a hátrányosabb társadalmi-gazdasági helyzettel mutat szorosabb kapcsolatot (6. ábra). A magas urbanizáltságú területeken, illetve a sűrűbben beépített településeken élő népesség érzékenyebben reagál a városi hőszigetelésre. Emiatt erősebb az érzékenység a fővárosban, valamint a nagyvárosi, nagyobb beépítettségű területeken. A hátrányos helyzetű térségekben (például Északkelet-Magyarország, Délnyugat-Magyarország) szintén erősebb a hőhullámokkal szembeni érzékenység. Ugyanakkor kisebb és mérsékelt az érzékenység Nyugat- és Északnyugat-Magyarország magasabb HDI-vel rendelkező járásaiban. Területileg összefüggően kismértékű vagy mérsékelt az érzékenység a Közép- és a Nyugat-Dunántúl járásaiban.

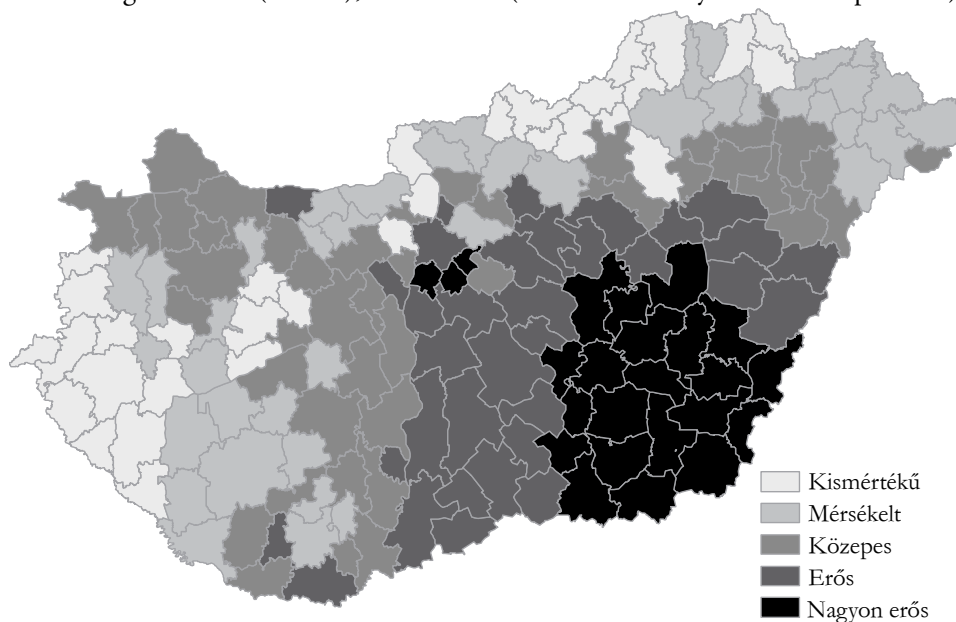
Az alkalmazkodóképesség komplex indikátorának területi különbségei információt szolgáltatnak az egyes országrészek hőhullámokhoz való alkalmazkodásának mértékéről (7. ábra). Ez elsősorban függ az egyéni elhárítási lehetőségektől (mint említettük: nyári utazás, légkondicionáló beszerelése, kiköltözés a városból), illetve az önkormányzatok gazdálkodási lehetőségeitől. Ennek az indikátornak a területi mintázata részben bizonyítja a centrum-periféria (város-vidék) megosztottságot a társadalmi-gazdasági helyzet alapján. Míg a hátrányosabb helyzetű északkeleti és délnyugati területeken kismértékű az alkalmazkodóképesség, addig a városokban, megyeszékhelyeken, a fővárosban és a fővárosi agglomerációban erős, illetve nagyon erős. Összefüggő területen legjobb helyzetűek Nyugat- és Közép-Dunántúl járásai, részben a főváros és agglomerációja. Ez utóbbi délkeleti része egyértelmű hátrányban van a hőhullámok hatásaihoz való alkalmazkodóképesség alapján. Kelet-Magyarország területén a városok és a megyeszékhelyek járásai kedvezőbb alkalmazkodóképességűek környezetükhöz képest. Az alkalmazkodóképesség centrum-periféria reláción alapuló térszerkezetét bizonyítja az északkeleti, keleti, délkeleti és déli határ menti területek – mint földrajzi perifériák – kismértékű vagy mérsékelt alkalmazkodóképesség alapján hátrányosabb helyzete.

Az éghajlatisérülékenység-vizsgálatok eredményeként járási szinten definiált sérülékenység komplex módon jellemzi az egyes területek éghajlatváltozással és hőhullámokkal szembeni kitérttségét, érzékenységét és alkalmazkodóképességét (8. ábra). Egyrészt a területi mintázata nemcsak a nyugat-keleti megosztottságra, hanem a centrum-periféria relációkra is felhívja a figyelmet. Másrészt területileg összefüggően az ország délkeleti része, az Alföld középső és déli része a legsérülékenyebb a hőhullámok kockázataival szemben. Harmadrészt megfigyelhető, hogy a főváros sérülékenyebb, elsősorban a beépítettség és a lakosság nagyobb aránya miatt a kisebb kitérttség és erősebb alkalmazkodóképesség ellenére. Negyedrészt a nagyon erősen sérülékeny járásokban (például Északkelet-Magyarország) legtöbbször a kisebb mértékű kitérttség (középhegységi fekvés) erősebb érzékenységgel és gyengébb alkalmazkodóképességgel párosul (társadalmi-gazdasági hátrányok).

5. ábra

Kitérttség: a legalább 25°C napi középhőmérsékletű napok száma a járásokban (LAU 1), 1971–2010 (május 1. – szeptember 30.)

Exposure: Number of days with at least 25°C daily mean temperature at micro-regional level (LAU 1), 1971–2010 (between 1st May and 30th September)

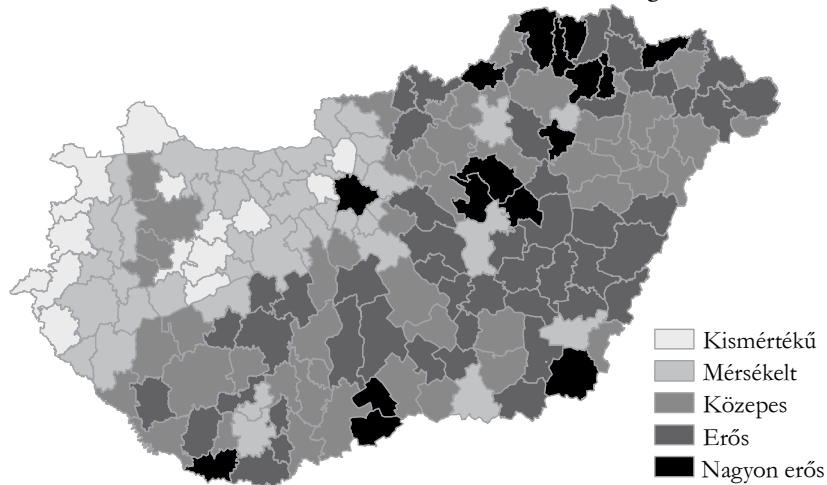


Forrás: CarpatClim-adatbázis alapján saját szerkesztés.

6. ábra

Érzékenység: 20 statisztikai mutató normalizált értékének számtani átlaga alapján számított komplex érzékenységi indikátor a járásokban (LAU 1)

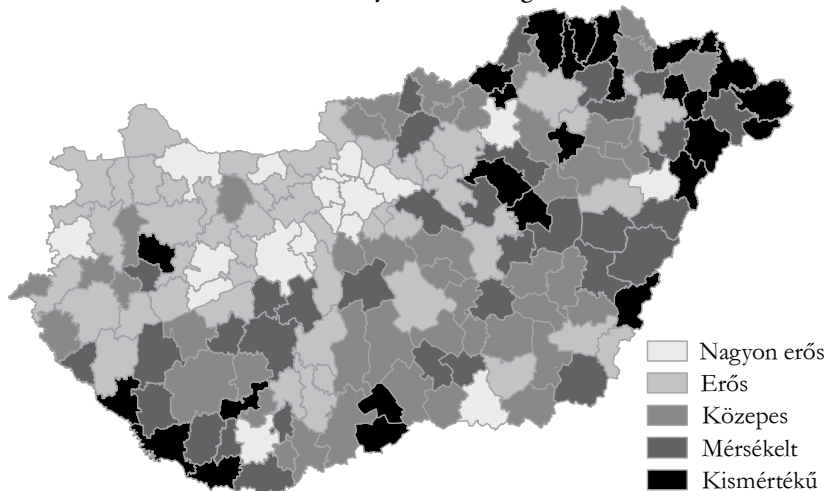
Sensitivity: Complex sensitivity indicator defined on the basis of the arithmetic average of the normalized value of 20 statistical indicators at micro-regional level (LAU 1)



7. ábra

Alkalmazkodóképesség: a HDI és a kedvezményezett járások besorolásához alkalmazott komplex mutató számtani átlagával számított indikátor a járásokban (LAU 1)

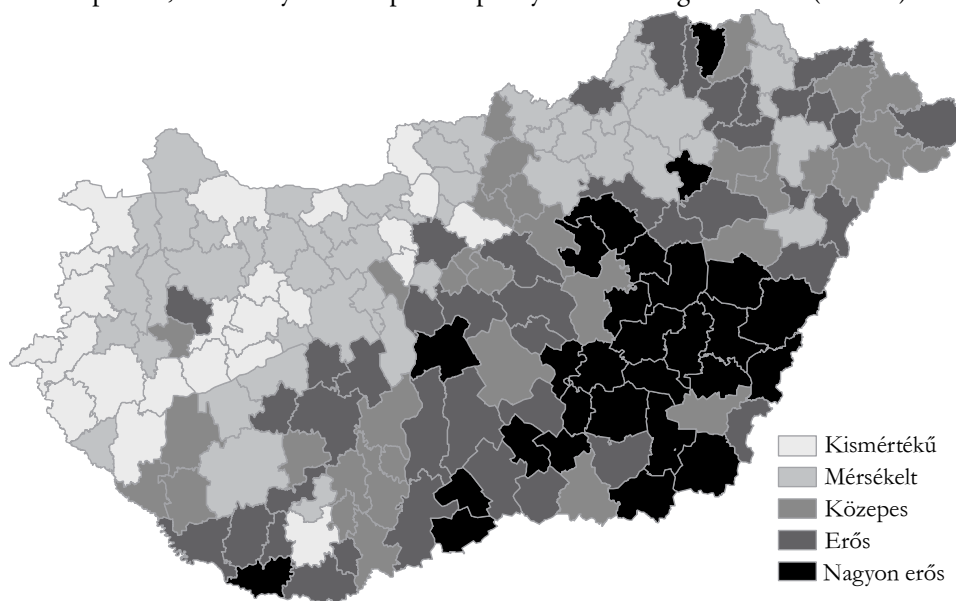
Adaptive capacity: The indicator is calculated by the arithmetic average of the value of the complex indicator applied in the classification of Human Development Index (HDI) and the beneficiary at micro-regional level (LAU 1)



8. ábra

**Sérülékenység: A kitettség, az érzékenység és az alkalmazkodóképesség
normalizált értékének összege alapján a járásokban (LAU 1)**

The indicator of vulnerability is based on the sum of the normalized value of
exposure, sensitivity and adaptive capacity at micro-regional level (LAU 1)



Az éghajlati sérülékenység területi mintázata alátámasztja az ország területi megosztottságát, amelyben természet- és társadalomföldrajzi adottságok egyaránt szerepet játszanak. A középhegységek vonala kettéosztja az országot:

- északnyugaton a kismértékű kitettség, illetve az erősebb érzékenység és az alkalmazkodóképesség mérsékelt sérülékenységet alakított ki,
- délkeleten az erősebb kitettség és/vagy a kismértékű érzékenység és az alkalmazkodóképesség erősebb sérülékenységhez vezetett.

A részben újszerű módszertani elemek alkalmazása az éghajlati sérülékenység vizsgálatában lehetőséget teremthet hasonló vizsgálatok elvégzéséhez és továbbfejlesztéséhez, illetve kiindulási alapot adhat települési szintű számításokhoz is.

Megbeszélés

Napjainkban Magyarországon az éghajlati sérülékenység regionális és helyi szintű vizsgálatai ugyan nem minden esetben elemzik a hőhullámok egészséghatásait, mégis sok esetben valamilyen egészségindikátorral (például születéskor várható átlagos élettartam, mentőhívások száma) mérik a társadalom éghajlatváltozással szembeni sérülékenységét (Obádovics et al. 2014, Farkas et al. 2015). Általános jellemzőjük a

területi különbségek léte, vagyis a hazai sérülékenységvizsgálatok (is) alapvetően elfogadják a térbeliség magyarázó erejét az éghajlatváltozás és az egészség/egészségügy összefüggéseiben.

A hőhullámok tanulmányozása először Pálvölgyi Tamás és kutatócsoportja (2011) által elvégzett sérülékenységvizsgálatban jelent meg Magyarországon. Kutatásukkal azt támasztották alá, hogy délkelet felől északnyugat felé haladva folyamatosan csökken a kistérségek (járások) hőhullámokkal kapcsolatos sérülékenysége, a csökkenés mértéke azonban nem egyenletes. Elsősorban a Dél-Alföld és a Dél-Dunántúl déli összefüggő területein, illetve az Alföld egyéb szigetszerű foltjain várható, hogy az éghajlatváltozás következtében gyakoribbá váló hőhullámok súlyos népegészségügyi helyzeteket idézhetnek elő a jövőben. A hőhullámok egészségkockázatai által kiemelten és fokozottan sérülékeny az ország területének 52, lakosságának 37%-a, és területileg legsérülékenyebb az ország középső, keleti és délkeleti része (Pálvölgyi 2013). Az éghajlati sérülékenység általunk elvégzett vizsgálata is hasonló arányokat mutatott ki: a hőhullámok hatásaival szemben erősen és nagyon erősen sérülékeny az ország területének 42,5%-a, ahol jelenleg a lakosság 39,5%-a él.

A kutatási előzmények és saját eredményeink alapján kiemelendő, hogy a hazai hőhullámok népegészségügyi kockázatai elsősorban az ország északnyugati részétől a délkeleti rész felé erősödnek. Leginkább érintett az ország keleti, északkeleti területe, valamint a déli országhatár menti térség.

A hőhullámok gyakoriságának és hosszának növekedése várható az évszázad közepéig, vagyis az éghajlatváltozás következményeivel szemben legsérülékenyebb országrészekben még inkább fel kell készülni az egészségügyi ellátás fokozott igénybevételére. Már a közeljövőben számolni kell az időskorú népesség részarányának további emelkedésével, amely a krónikus betegek ellátásának növekedését vonhatja maga után (Király 2015). Többek között ez az oka annak, hogy vizsgálati eredményeink és tapasztalataink birtokában néhány olyan javaslatot fogalmazunk meg, amelyek a jövőben felhasználhatók az egészségügyi kapacitástervezésben.

Következtetések és javaslatok

Az éghajlati sérülékenység vizsgálata során szerzett tapasztalatok alapján nemcsak a lakosság, hanem az egészségügyi intézmények sérülékenysége is definiálható, amelynek segítségével az egészségügy felkészülése és alkalmazkodása javítható az éghajlatváltozás okozta egészségkockázatokkal szembeni védekezésben.

A járási szintű éghajlatváltozás társadalmi-gazdasági következményei vizsgálatának az a kiindulópontja, hogy azonosítsuk a környezetben, a társadalmi és a gazdasági folyamatokban jelentkező hatásokat, jelen esetben a hőhullámokkal összefüggésben. A jövőben fel kell készülni a hőhullámok fokozódására, amely révén a sérülékenység növekedése prognosztizálható az ország különböző részeiben. Összességében tehát a helyi szintű hatások jelentkezésével nőhet a területek gazdasági diffe-

renciáltsága, fokozódhatnak a társadalmi különbségek, és ezek akár újfajta egyenlőtlenségek kialakulásához is vezethetnek (Láng et al. 2007).

A jövőben cél az éghajlatváltozásból eredő egészségkockázatok és kedvezőtlen népegészségügyi következmények csökkentése a hőhullámok idején, a felkészülést és az alkalmazkodóképességet javító nemzeti, regionális és helyi intézkedésekkel. Ez alapvetően többszereplős tevékenységek megvalósítását igényli, amelyek csak összehangolt és interszektorális együttműködésekre épülő rendszerben, hálózatban lehetnek hatékonyak (Uzzoli–Bán 2018).

Helyi szinten érdemes nagyobb figyelmet fordítani a hőhullámok idején leginkább sérülékeny társadalmi csoportokra (például gyermekek, idősek, krónikus betegek, hátrányos helyzetűek). Hosszú távon nemcsak az állami intézmények, hanem az önkormányzatok által működtetett közszolgáltatások klímatudatos irányítását is előtérbe kell helyezni, ami magában foglalhatja a hőhullámok elleni védekezési és egészségtervek összeállítását. Az egészségügy számára javaslatokat szükséges kidolgozni arra vonatkozóan, hogy egyrészt a hőhullámok egészség hatásaira való felkészülés és alkalmazkodás hogyan építhető be a stratégiai tervezésbe, másrészt milyen kapacitástervezési előkészületek kellenek hőhullámok idején a megnövekedett igénybevételhez.

Kutatásunk eredményeinek összegzése alapján néhány olyan javaslat fogalmazható meg, amelyek a későbbiekben akár a nemzeti, akár a helyi szintű döntés-előkészítésben és/vagy döntéshozatalban is alkalmazhatók, illetve figyelembe vehetők.

1. Az éghajlatváltozás és a hőhullámok várható egészség hatásaira, népegészségügyi következményeire való felkészülés és az azokhoz történő alkalmazkodás, valamint a kockázatok elleni védekezés egyik lehetséges „felülete”, kerete, eszköze a Nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer (NATÉR). Ennek átfogó célkitűzése egy olyan többcélú felhasználásra alkalmas adatrendszer kialakítása, amely objektív információkkal segíti a változó körülményekhez igazodó, rugalmas döntés-előkészítést, döntéshozást és tervezést (Selmeczi et al. 2016, Selmeczi–Pálvölgyi szerk. 2016).
2. Az éghajlatváltozás kockázatainak mérséklése érdekében az enyhítéssel és alkalmazkodással kapcsolatos intézkedések mellett a jövőben nagyobb figyelmet kell fordítani a szemléletformálásra. Ennek cél- és eszközrendszerével, illetve ágazatközi együttműködésekkel és a hálózatosodás lehetőségeivel szükséges a következő években javítani a lakosok, az önkormányzatok és az egészségügyi intézmények felkészülését és alkalmazkodóképességét az éghajlatváltozás várható helyi hatásaival összefüggésben.
3. Nemzeti szinten egyértelmű szabályozás bevezetése szükséges a hőségriasztás egyes fokozataihoz kapcsolódó tevékenységekről, azok felelős intézményeiről és az intézkedési kompetenciák meghatározásáról, valamint a riasztási rendszer működési mechanizmusairól és szereplőiről. A nemzeti szintű szabályozás mellett a hőségriasztás egyes fokozatai során keletkező többletfeladatok és

intézkedések felelősségi körét – a megyei, járási és/vagy települési szintű szabályozásban – a hőhullámok várható káros hatásainak térbeli jelentkezéséhez lehet kötni.

4. A nemzeti, regionális és helyi szabályozást ki kell egészíteni olyan kommunikációs stratégia kidolgozásával, amely lehetőséget ad a hőségriasztás megnevezett szereplői és intézményei közötti hatékony információáramlás megteremtéséhez, valamint az érintett intézmények és a lakosság hatásos tájékoztatásához. Mindezekhez célszerű az intézmények számára olyan ellenőrző listákat és/vagy útmutatókat kidolgozni, amelyek tartalmazzák a hőhullámos időszakban releváns tevékenységek megszervezéséhez szükséges főbb szempontokat.

Európa egyik legmelegebb nyara a 20. század közepe óta 2003-ban volt, ami felhívta a figyelmet arra, hogy szükség van olyan népegészségügyi tervekre, amelyek hozzájárulhatnak a szélsőségesen magas hőmérsékletekkel járó egészségügyi terhek csökkentéséhez, ugyanis a hőhullámok idején az egészségügy minden ellátási szintjén növekszik az igénybevétel és a betegforgalom (Uzzoli 2015a, b, Kovats–Kristie 2006). Ráadásul ez legtöbbször az egészségügyi szakdolgozók nyári szabadságolási időszakával esik egybe, emiatt működési zavarok léphetnek fel. A hatékony megelőzés érdekében javasolt az egészségügyi szereplők és intézmények – különösen a sérülékeny járásokban – felkészítése a hőhullámok idején várható többletfeladatokra, szakmai kihívásokra. Ez összehangolt kapacitástervezési és forrásallokációs beavatkozásokat igényel, amelyek szabályozása nemzeti, regionális (megyei) és helyi (járási, települési) szinten történhet. Részben a szakirodalmi előzmények alapján a 4. táblázat ismerteti a hőhullámok idején elsődleges teendőket az egészségügyi szolgáltatók, intézmények számára az egyes ellátási szintekhez kötődően.

Az egészségügy számára hőhullámok idején alkalmazható javaslatok közül fontosnak tartjuk kiemelni a klimatizálás szerepét. Hangsúlyozzuk, hogy valóban szükségszerű az egészségügyi intézményekben a betegek ellátásában megjelenő helyiségeket (például kórterem, betegváró, vizsgáló, műtő stb.) légkondicionáló berendezéssel felszerelni, amely nemcsak a hőstressz elkerülésére alkalmas, de feltétlenül elviselhetőbbé teszi a hőhullám kockázati hatásait. Néhány szerző az 1995-ös és az 1999-es chicagói nagy hőhullám idején bekövetkezett többlethalálozás növekedése alapján tartja fontosnak a klimatizálást, illetve az arra irányuló beavatkozásokat a veszélyeztetett társadalmi csoportok védelmében (például Semenza et al. 1996, Naughton et al. 2002). Ezt az álláspontot elfogadjuk az egészségügyi és egyéb közintézmények esetében, amelyek mindenki számára hozzáférhetőek. Ugyanakkor lényeges szempont az is, hogy önmagában a klimatizálás jelentős mértékben növeli az energiafogyasztást, ráadásul a hőhullámok idején gyakori áramkimadások bizonytalanná tehetik a használatot. Véleményünk szerint az időskorú, hátrányos helyzetű, egyedül élő emberek számára más módon is (például szociális szektor felkészítése, közparkok kialakítása stb.) biztosíthatja a szakpolitikai döntéshozatal a hőhullámokkal szembeni egészségvédelmet.

4. táblázat

**Az egyes egészségügyi ellátási szinteken a hőhullámok idejére
javasolt aktuális feladatok**

Proposals for healthcare providers regarding actual tasks
during heat waves

Feladat	Sürgősségi és mentőellátás	Alapellátás	Járóbetegszakellátás	Fekvőbetegszakellátás
Szakhatóságok részéről hivatalos értesítés küldése az érintett egészségügyi intézmények számára a hőhullámok várható egészséghatásairól (figyelmeztetés a felkészülésre).	✓	✓	✓	✓
Intézményi cselekvési terv (intézkedési terv, akcióterv) készítése a hőszegély fokozatai alapján várható egészségkockázatok mérséklésére.	✓	✓	✓	✓
Cselekvési terv alapján kapacitásbővítési lehetőségek kialakítása hőhullámok idejére (például mentőegységek számának növelése, ágykapacitások bővítése sürgősségi ellátásban, megfelelő létszámú szakszemélyzet biztosítása stb.).	✓			✓
Partnerségi együttműködések és hálózatos működés kialakítása (például szociális szektorral, civil szervezetekkel a sérülékeny csoportok felmérésére).		✓		
Fokozott figyelem és gondoskodás az idősek ellátásában.	✓	✓	✓	✓
Fokozott figyelem és gondoskodás a sérülékeny csoportok ellátásában (például speciális ápolási tanácsok).	✓	✓	✓	✓
Hővédelem biztosítása az érintettek (betegek, dolgozók) számára (például potenciális hőstressz elkerülése, szellőztetés, árnyékolás, klimatizálás stb.).	✓	✓	✓	✓
Intézményi hőveszély felmérése és intézkedések a mérséklésre (például technikai megoldás, szervezés, orvosi kontroll stb.).	✓	✓	✓	✓
Szakmai útmutató kidolgozása az egészségügyi szakszemélyzet számára a hő miatti kimerülés és a hóguta tüneteiről és kezeléséről.	✓	✓		✓
Tájékoztatás és tanácsadás az érintettek (betegek, páciensek) számára a hőhullámok egészségkockázatairól.	✓	✓	✓	✓
Sürgősségi gyógyszerkészlet felhalmozása, gyógyszerkészítmények megfelelő tárolása és hűtése.		✓		✓

Megjegyzés: ✓ – a javaslat megvalósítása által potenciálisan érintett egészségügyi ellátási szint.

Forrás: Páldy (2013), EEA (2016), Curtis et al. (2017), EuroHEAT (2017) összegezve és kiegészítve, saját szerkesztésben.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány a KEHOP-1.1.0-15-2016-00007 „NATÉR továbbfejlesztése” c. projekt támogatásával készült.

IRODALOM

- BAKACS, M.–VITRAI, J. (2004): *Népegészségügyi Jelentés 2003* Országos Epidemiológiai Központ, Budapest.
- BARTHOLY, J.–PONGRÁCZ, R.–TORMA, CS. (2010): A Kárpát-medencében 2021–2050-re várható regionális éghajlatváltozás a RegCM-szimulációk alapján *Klíma-21 Füzetek* 60: 3–13.
- CURTIS, S.–OVEN, K.–WISTOW, J.–DUNN, C.–DOMINELLI, L. (2017): Adaptation to extreme weather events in complex health and social care systems: The example of older people’s services in England *Environment and Planning C: Politics and Space* 36 (1): 67–91.
- EEA (2016): *Az éghajlatváltozásból való alkalmazkodás* 9 p. Európai Környezetvédelmi Ügynökség, Koppenhága.
- FARKAS, J. ZS.–RAKONCZAI, J.–HOYK, E. (2015): Környezeti, gazdasági és társadalmi éghajlati sérülékenység: esettanulmány a Dél-Alföldről *Tér és Társadalom* 29 (1): 149–174.
- FARKAS, J. ZS.–RAKONCZAI, J.–HOYK, E. (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.
- HONVÁRI, P.–JÓNA, L.–LADOS, M.–MONOSTORI, Á.–SCHUCHMANN, J.–SZÖRÉNYINÉ KUKORELLI, I.–TÓTH, M. (2015): Európai tapasztalatok a társadalmi-gazdasági modellezésben In: CZIRFUSZ, M.–HOYK, E.–SUVÁK, A. (szerk.): *Klíma-változás – Társadalom – Gazdaság. Hosszú távú területi folyamatok és trendek Magyarországon* pp. 49–66., Publikon Kiadó, Pécs.
- IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (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.
- IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2014): *Climate Change 2014 – Synthesis Report. Summary for Policymakers. 5th Report* (https://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf)
- KIRÁLY, G. (2015): A magyarországi népesség „status quo” morbiditási és mortalitási jövőképe 2016 és 2051 között. In: CZIRFUSZ, M.–HOYK, E.–SUVÁK, A. (szerk.): *Klíma-változás, társadalom, gazdaság. Hosszú távú területi folyamatok és trendek Magyarországon* pp. 167–178., Publikon Kiadó, Pécs.
- KISHONTI, K.–BOBVOS, J.–PÁLDY, A. (2007): A hóhullámok egészségre gyakorolt káros hatásainak ismerete Magyarországon a városi lakosság körében *Klíma-21 Füzetek* 50. 12–27.

- KOVATS, R. S.–KRISTIE, L. E. (2006): Heatwaves and public health in Europe *European Journal of Public Health* 16 (6): 592–599.
- LÁNG, I.–CSETE, L.–JOLÁNKAI, M. (2007): *A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok – A VAHAVA jelentés Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.*
- MARTON, A. (2010): *Hőhullámok vizsgálata Magyarországon a bioklímaindexek alapján* Szakdolgozat. ELTE TTK, Budapest.
- NAUGHTON, M. P.–HENDERSON, A.–MIRABELLI, M. C.–KAISER, R.–WILHELM, J. L.–KIESZAK, S. M.–RUBIN, C. H.–MCGEEHIN, M. A. (2002): Heat-related mortality during a 1999 heat wave in Chicago *American Journal of Preventive Medicine* 22 (4): 221–227.
- NEMZETI KÖRNYEZET-EGÉSZSÉGÜGYI AKCIÓPROGRAM 1997–2002. ÁNTSZ, Budapest. 1996.
- OBÁDOVICS, CS.–HOSCHEK, M.–PAPPNÉ VANCÓS, J. (2014): A társadalom klímaváltozással szembeni sérülékenysége – A társadalom sebezhetőségének komplex vizsgálata a zalai kistérségekben. In: KULCSÁR, L. (szerk.): *Az erdészeti és agrárszektorban történő klímaváltozás gazdasági-társadalmi hatásának elemzése, monitorozása* pp. 25–44., Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron.
- PAPPNÉ VANCÓS, J.–OBÁDOVICS, CS.–HOSCHEK, M. (2014): A társadalom klímaváltozással szembeni sérülékenysége: A sérülékenység vizsgálatok módszertanának fejlődése a kezdeti lépésektől a „Climate Vulnerability Index” kialakulásáig. In: KULCSÁR, L. (szerk.): *Az erdészeti és agrárszektorban történő klímaváltozás gazdasági-társadalmi hatásának elemzése, monitorozása* pp. 14–24., Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron.
- PÁLDY, A. (2013): *Az ÁNTSZ kiemelt szakmai feladatai bőséghullámok esetén* Országos Környezet-egészségügyi Intézet, Budapest.
- PÁLDY, A.–BOBVOS, J. (2008): A 2007. évi Magyarországi hőhullámok egészségi hatásainak elemzése- előzmények és tapasztalatok *KLÍMA-21 Füzetek* 52. 3–15.
- PÁLDY, A.–BOBVOS, J. (2011): A klímaváltozás egészségi hatásai. Sebezhetőség – alkalmazkodóképesség. In: TAMÁS, P.–BULLA, M. (szerk.): *Sebezhetőség és adaptáció – A reziliencia esélyei* pp. 97–114., MTA Szociológiai Kutatóintézet, Budapest.
- PÁLDY, A.–BOBVOS, J. (2013): A klímaváltozás egészségi hatásai In: EMBER, I.–PÁL, V.–TÓTH, J. (szerk.): *Egészségföldrajz* pp. 443–460., Medicina Könyvkiadó Zrt., Budapest.
- PÁLDY, A.–BOBVOS, J. (2014): Health impacts of climate change in Hungary – A review of results and possibilities to help adaption. *Central European Journal of Occupational and Environmental Medicine* 20 (1–2): 51–67.
- PÁLDY, A.–BOBVOS, J.–NÁDOR, G.–ERDEI, E.–KISHONTI, K. (2004a): A klímaváltozás egészségi hatásainak vizsgálata: nemzeti egészségügyi hatásbecslés (http://old.mta.hu/mta_hirei/a-klimavaltozas-egeszsegi-hatasai-felkeszules-a-nyari-hosegre-3251/)
- PÁLDY, A.–ERDEI, E.–BOBVOS, J.–FERENCZI, E.–NÁDOR, G.–SZABÓ, J. (2004b): A klímaváltozás egészségi hatásai *Egészségtudomány* 48 (2-3): 220–236.
- PÁLDY, A.–BOBVOS, J.–MÁLNÁSI, T. (2018): A klímaváltozás hatása egészségünkre és az egészségügyre Magyarországon *Magyar Tudomány* 2018/9.
- PÁLVÖLGYI, T.–CZIRA, T.–BARTHOLY, J.–PONGRÁCZ, R. (2011): Éghajlati sérülékenység a hazai kistérségek szintjén In: BARTHOLY, J.–BOZÓ, L.–HASZPRA, L. (szerk.): *Klímaváltozás – 2011 — Klímaszcenáriók a Kárpát-medence térségére* pp. 236–256., Magyar Tudományos Akadémia, Eötvös Loránd Tudomány Egyetem, Budapest.

- PÁLVÖLGYI, T.–CZIRA, T.–DOBOZI, E.–RIDEG, A.–SCHNELLER, K. (2010): A kistérségi szintű éghajlat-változási sérülékenységvizsgálat módszere és eredményei *Klíma-21 Füzetek* 62, 88–102.
- PERKINS-KIRKPATRICK, S. E.–GIBSON P. B. (2017): Changes in regional heatwave characteristics as a function of increasing global temperature *Scientific Reports* 7.
- 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* pp. 25–29., Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, Budapest.
- SEMENZA, J. C.–RUBIN, C. H.–FALTER, K. H.–SELANIKIO, J. D.–FLANDERS, W. D.–HOWE, H. L.–WILHELM, J. L. (1996): Heat-related deaths during the July 1995 heat wave in Chicago *New England Journal of Medicine* 335 (2): 84–90.
- SMITH, K. R.–WOODWARD, A.–CAMPBELL-LENDRUM, D.–CHADEE, D. D.–HONDA, Y.–LIU, Q.–OLWOCH, J. M.–REVICH, B.–SAUERBORN, R. (2014): Human health: impacts, adaptation, and co-benefits In: Field, C. B.–Barros, V. R.–Dokken, D. J.–Mach, K. J.–Mastrandrea, M. D.–Bilir, T. E.–Chatterjee, M.–Ebi, K. L.–Estrada, Y. O.–Genova, R. C.–Girma, B.–Kissel, E. S.–Levy, A. N.–MacCracken, S.–Mastrandrea, P. R.–White, L. L. (eds.): *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* Cambridge University Press, Cambridge. 709–754.
- THE LANCET (2009): 373 (9676): 1659–1734.
- TRENBERTH, K.–MEEHL, J.–MASTERS, J.–SOMERVILLE, R. (2012): Heat Waves and Climate Change – A Science Update from Climate Communication (https://www.climatecommunication.org/wp-content/uploads/2012/06/Heat_Waves_and_Climate_Change.pdf)
- UZZOLI, A. (2015a): Klímamodellek a társadalmi alkalmazkodásban – A sérülékenységvizsgálatok hazai eredményei és tapasztalatai In: CZIRFUSZ, M.–HOYK, E.–SUVÁK, A. (szerk.): *Klímaváltozás, társadalom, gazdaság. Hosszú távú területi folyamatok és trendek Magyarországon* pp. 109–126., Publikon Kiadó, Pécs.
- UZZOLI, A. (2015b): A klímaváltozás feltételezett egészséghatásai: Előrejelzések 2050-ig In: FERENCZ, Á. (szerk.): *II. Gazdálkodás és Menedzsment Tudományos Konferencia. „A vidék él és élni akar” II. kötet* pp. 525–529., Kecskeméti Főiskola Kertészeti Főiskolai Kar, Kecskemét.
- UZZOLI, A. (2017): Éghajlatváltozás és egészség – A magyar lakosság sérülékenysége a hőhullámokkal szemben In: CSERNY, T.–ALPEK, B. L. (szerk.): *„Bányászat és környezet – harmóniában”* pp. 62–65., Magyarhoni Földtani Társulat, Pécs.
- UZZOLI, A.–BÁN, A. (2018): A hazai települési önkormányzatok adaptációs lehetőségei a klímaváltozás egészséghatásainak kezelésében In: FATA, I.–GAJZÁGÓ, É.–SCHUCHMANN, J. (szerk.): *Regionális folyamatok a változó világban és Magyarországon* Tudományos Mozaik 14. pp. 212–219., Tomori Pál Főiskola, Budapest.
- UZZOLI, A.–SZILÁGYI, D.–BÁN, A. (2018a): Climate vulnerability regarding heat waves – A case study in Hungary *Deturope Central European Journal of Regional Development and Tourism* 10 (3): 51–67.

290/2014. XI. 26. kormányrendelet a kedvezményezett járások besorolásáról.

INTERNETES HIVATKOZÁSOK

- ANDA, A.–BURUCS, Z.–KOC SIS, T. (2011): *Globális környezeti problémák és nébány társadalmi hatásuk*
(http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0032_fenntarthato_fejlo des/ch06.html)
- CSIMA, Z. (2018): *Klíma változás hoz kapcsolódó egészség kihívások a XXI. században* Klímabarát Esték – Előadás. Klímabarát Települések Szövetsége, Budapest. 2018. február 13.
(<https://www.youtube.com/watch?v=edOrcBcKgdY>)
- EUROHEAT (2017): Heating and cooling 8 p. (www.heatroadmap.eu)
- PÁLDY, A.–BOBVOS, J. (2015): *A hőhullámok okozta többlethalálozás vizsgálata a jelenben és a klíma változás következtében* KRITÉR Projektzáró Rendezvény, Budapest. 2015. december 8. (<https://www.met.hu/KRITeR/hu/esemeny/zaro/>)
- PÁLVÖLGYI, T. (2013): *A sérülékenység vizsgálatok a második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégiában*
(<http://docplayer.hu/40286143-Serulekenyseg-vizsgalatok-a-masodik-nemzeti-eghajlatvaltozasi-strategiaban.html>)
- UZZOLI, A.–SZILÁGYI, D.–BÁN, A. (2018b): *Az éghajlatváltozás népegészségügyi következményei – a lakosság sérülékenysége az éghajlatváltozás emberi egészségre gyakorolt hatásaival szemben*
(http://nater.mbfisz.gov.hu/sites/nater.mfgi.hu/files/files/Nepegeszsegugy_NATeR2.pdf)
- www.espon.eu
espon.eu/main/Menu_Projects/Menu_AppliedResearch/climate.html
www.ksh.hu
www.met.hu
www.wmo.int
<http://www.met.hu/KRITeR/hu/kezdo/>
<http://www.carpatclim-eu.org/pages/home/>
<http://www.oep.hu/>
<http://nater.mbfisz.gov.hu/>
<https://www.eea.europa.eu/>
<https://www.teir.hu/>