

Városaink, az energiaigények, a közlekedés és az egészségünk érzékenysége az időjárás szélsőségeivel és a klímaváltozással szemben

Farkas Andrea¹ – Mika János²

Absztrakt:

Tanulmányunk fókuszában két szakértői összesítés található arról, hogy az időjárási szélsőségek és az éghajlatváltozás hazánkban milyen hatással van a városi települések, az energia-igények és a közlekedés, valamint az emberi egészség folyamataira. A 12 időjárási szélsőséget és 9 éghajlati változást számláló táblázat bemutatása előtt jellemezzük az időjárási szélsőségeket, végül rámutatunk arra, hogy az időjárási és éghajlati károk terén mit jelent a kitettség és a sérülékenység, és hogyan lehet azokat csökkenteni.

Kulcsszavak: városi települések, energia, közlekedés, egészség, időjárási szélsőség, klímaváltozás.

Abstract:

Two expert's summaries are in the focus of the study about the impacts of extreme weather conditions and climate change in Hungary concerning urban settlements, energy sector and transport, as well, as the human health. Before the Tables, counting 12 weather extremes and 9 local features of climate change, the most important weather extremes are characterised. Finally, the other factors determining the degree of harms, commonly called exposure and vulnerability, are indicated together with the possible actions to mitigate the harms.

Keywords: urban settlements, energy, transport, human health, weather extremes, climate change.

¹Nemzeti Köszolgálati Egyetem, Hadtudományi Doktori Iskola,
e-mail: andrea.farkas@klimaklub.hu, ORCID: 0000-0002-1820-7988

²Eszterházy Károly Egyetem, e-mail: mika.janos@uni-eszterhazy.hu ORCID: 0000-0002-0413-4618

Bevezetés

Egy régi mondás szerint tudományos ismereteink háromféle szerkezetűek: Hipotézisek („így is lehet”), diagnoszisek („így van”, esetleg „így volt”) és bizonyítások („így kell lennie”). Az éghajlatváltozások tekintetében a hipotéziseken túl vagyunk, a változásról szóló diagnosziseink is meglehetősen egyértelműek, ám a bizonyításhoz birtokában kell lennünk a hatótényezők alakulása mellett, az éghajlati rendszer működése ismeretének is.

Ez utóbbi feltétel teljesüléséhez kínálnak kulcsot az ún. éghajlati modellek, amelyek a fizika alaptörvényeit, tehát a tömeg, az impulzus és az energia megmaradását matematikai formulákkal öntik egyenletekbe. Ezek közül a fenti célt elsősorban a minden folyamatot egyben kezelő (de az időjárási jelenségek és szélsőségek terén kevésbé pontos) globális éghajlati modellek képesek teljesíteni. Ezeket a modelleket *kapcsolt óceán-légkör általános cirkulációs modelleknek* (OAGCM) nevezzük. E modellek térbeli felbontása még napjainkban is csak száz km körüli, ezért gyakori, hogy ezeket a modelleket finomabb, 10-25 km-es rács-távolságú, ún. regionális modellekkel kombinálják. E kombináció azt jelenti, hogy a teljes Földre vonatkozó, globális modell (OAGCM) rács-hálózatának egy részén megjelenő adatokat az e területre beágyazott regionális modell peremfeltételének tekintik. Ilyen peremfeltételekre azért van szükség a belső modell minden egyes számítási időpontjában, hogy a vízszintes irányú differenciálhányadosokat (gradienseket) a belső terület peremén is képezni tudjuk.

Gyakori, hogy az időjárási és az éghajlati szélsőségeket is a klímaváltozás számlájára írjuk, pedig ezek állandó éghajlat mellett is előfordulnának. A szélsőségek és az általuk okozott károk szakmai áttekintései főleg a viszontbiztosítóktól származnak (pl. Hoeppe, 2006)

Tanulmányunk a továbbiakban négy fejezetre tagozódik. Először röviden bemutatjuk magukat a szélsőségeket, majd írásunk egyik fő mondanivalójához, a hazánkban jellemző 12 szélsőség okozta hatások fejezetének szakértői gyűjtőtáblázatához érkezünk. E táblázat után az IPCC SREX (2012) alapján rámutatunk, hogy miért független az időjárási szélsőség definíciója attól a pusztítástól, amit okozni tud, és arra is, hogy milyen intézkedésekkel lehet a károkat enyhíteni, illetve a védekezésre jobban felkészülni. A következő, egyben záró fejezet a klímaváltozás 9 hazai következményét exponálja a címben jelzett négy (az energiát és a közlekedést együtt elemezve, három) hatáscsoportban.

Időjárási és éghajlati szélsőségek

A következő bekezdések tartalmazzák a hazánkban előforduló legfontosabb négy szélsőséges időjárási eseményt, Gyuró és munkatársai (2007) nyomán. A felsorolás a hosszabb időtartamú eseményektől a rövidebb időtartamúak felé halad.

Aszályok: Magyarország a Kárpát-medencében található, hegyektől övezve, azonban dél felé nyitott. Ez a földrajzi helyzet hozzájárulhat ahhoz, hogy a csapadéktendencia Magyarországon a Földközi-tenger régiójához hasonló. Továbbá, a csapadékosabb területeken az utóbbi évtizedekben nagyobb mértékű csapadékcsökkenés észlelhető. Így, az ország szinte teljes területét gyakori vízhiány sújtja. A havi csapadékmennyiség szinte bármelyik hónapban és régióban elérheti a 200 millimétert, azonban bármely évszakban előfordulhatnak olyan hónapok, amikor egy csepp csapadék sem esik. Előfordul, hogy ugyanabban a régióban és ugyanabban az évben árvíz és aszály is bekövetkezik. Az éves és évszagos csapadékhözam idősorai csökkenést mutatnak, egy kivétellel. A nyári csapadékmennyiségben nincs egyértelmű tendencia, de a vízmérleg ekkor is romlik, mivel ritkábban, de esetenként nagyobb intenzitással érkezik a csapadék, továbbá a felmelegedés miatt erősödő párolgás is rontja a vízmérleget.

Hőhullámok: Az 1961 és 1990 közötti normál időszakban a nyári átlaghőmérséklet 19,6°C volt (Gyuró és munkatársai, 2007: 152. o.). Azóta mind az átlag, mind az attól való eltérések jelentősen megváltoztak. A globális felmelegedéssel egyidejűleg a nyári hőmérséklet lineáris emelkedése (amely az évszakok közül a legmeredekebb) az 1901 és 2006 közötti időszakban Magyarországon kb. 1,0°C (Gyuró és munkatársai, 2007: 153. o.). Magyarország éghajlatán gyakran előfordulnak nyári hőhullámok, ezért vezették be 2004-ben hazánkban is az operatív hőségriadó rendszert. A magyarországi hőségriadók tapasztalatai szerint, amennyiben a napi átlaghőmérséklet legalább három egymást követő napon keresztül meghaladja a 25°C-ot, akkor az egészségügyi kockázatok 15 százalékkal nőnek (Gyuró és munkatársai, 2007: 153. o.). Amennyiben a napi átlag legalább három egymást követő napon keresztül 27°C felett van, a kockázat növekedése már 30 százalék. A hőségriadó elrendelésének rendtartása szerint, az Országos Meteorológiai Szolgálat jelzi annak indokoltságát az Országos Mentőszolgálatnak és az Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálatnak. Az éghajlati statisztikák szerint a 25°C-os napi középhőmérsékletű forró időszakok gyakorisága 1901 és 2006 között közel 6 nappal nőtt, a 27°C feletti erős hőhullámok gyakorisága 3 nappal emelkedett (Gyuró és munkatársai, 2007: 153. o.).

Felhőszakadás okozta villámárvizek: A regionális éghajlatváltozással kapcsolatos előzetes vizsgálatok azt jelzik, hogy a gyakoribb magyarországi aszályok mellett a rövid távú csapadékintenzitás is egyre valószínűbb a finom felbontású modellek és tapasztalati elemzések szerint. Például, 2005. április 18-án heves villámárvíz sújtotta Mátrakereszttest. A közeli (Mátraszentlászló) csapadékmérő

két óra alatt 111 millimétert mért. Ezzel egy időben mintegy 40-50 percen keresztül jégeső esett. Ebben a két órában a csapadékmennyiség nagyobb volt, mint a bármelyik 2005. előtti havi átlag, a csapadékos hónapokat is beleértve. Az OMSZ radarmeteorológusai kalibrált csapadék-archívumot készítettek, amely immár több mint 15 évre nyúlik vissza, és 15 perces területi átlagokat jelenít meg 2x2 km-es felbontásban. A térképek adott esetben segítenek a káresemények dokumentálásában és a kártérítésben. Általánosságban, irányt mutatnak a helyi döntéshozóknak rugalmas figyelmeztetőrendszerek kidolgozására és jövőbeli alkalmazására, ezen belül a károk enyhítését szolgáló proaktív intézkedések kidolgozására.

Szélviharok: A Kárpát-medencében sem ritkák az erős viharok. Ezek a legtöbbször mérsékeltövi ciklontevékenységgel járnak együtt. Magyarországon szélviharok részben télen fordulnak elő, amikor nagyon erős ciklonba ágyazódnak. A nyári viharok a hosszú nappali felmelegedést kísérő, erőteljes légköri feláramlások nyomán alakulnak ki. A gyorsan haladó hidegfrontok, zivatarláncok és szupercellák 30 m/s-nál (108 km/h) erősebb szélöklést okozhatnak. 2006. eleje óta az OMSZ hivatalos időjárási figyelmeztetéseket ad ki szélvihar, erős csapadék, erős havazás, köd, jégképződés, vihar, hóhullámok és túl alacsony hőmérséklet esetén. Az e jelenségekre vonatkozó, 24 órás előzetes figyelmeztetést illetve az aktuális veszély-jelzéseket az OMSZ továbbítja az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóságnak is.

A következő részben további szélsőséges események is szerepelnek majd. Ilyenek a szélsőségesen hideg nappal és éjszaka, a különálló, forró napok, az erős havazás és a hótorlaszok kialakulása, egyenletesen világos napok, az erős széllel és jelentős esőzéssel, valamint a villámlással és dörgéssel járó viharok, a hosszú hűvös napok, a pára és a köd, valamint az ónos eső és a felszíni jegesedés.

E pont végén megjegyezzük, hogy a meteorológiai szélsőségek nemcsak önmagukban jelentenek kockázatot, hanem olyankor is, amikor más eredetű katasztrófa-helyzet fenyeget. Például, ipari szennyeződés levegőbe kerülésekor, vagy szmog-helyzeteknél a szél iránya, sebessége, a légrétegződés a védekezés számára fontos információ. Árvízi veszély esetén a végleges vízállást és a védelmi munka körülményeit befolyásoló csapadékhullás, illetve ellenkező előjellel, a napos idő (erős párolgás, járható földutak) a legfontosabb információ.

A szélsőséges időjárás hatásai

Ebben a fejezetben az egyes időjárási szélsőségek hatásait mutatjuk be a címben jelzett hatásterületek biztonsági kockázataira nézve. A szélsőségeket a Meteorológiai Világszervezet megfigyelési kódjaiból (http://www.srh.noaa.gov/jetstream/synoptic/ww_symbols.htm) gyűjtöttük ki, hazánk éghajlatának figyelembe vételével. A kiválasztott 12 szélsőség képezi az 1. táblázat sorait, míg

Városaink, az energiaigények, a közlekedés és az egészségünk érzékenysége az időjárás szélsőségeivel és a klímaváltozással szemben

az oszlopokban felsorolt hatások a következők: városi települések, az energiaigények és a közlekedés, valamint az emberi egészség.

E tényezők kiválasztására a legutóbbi IPCC (2014) jelentés összes fejezetében felsorolt szárazföldi hatások összegyűjtésével került sor, majd ezek egy részét egyesítettük azért, hogy ne képezzünk túlságosan nagyszámú kockázati tényező, amelyekben számos ablak hiányozna. Az IPCC (2014) által közölt hatásokat kiemelték a hazai média által tükrözött események, illetve operatív éghajlati tapasztalatok is. Az 1. táblázat így szakértői összesítésnek és kiemelésnek tekinthető.

Időjárási szélsőségek	A releváns szektorok		
	Városi települések	Energia és közlekedés	Emberi egészség
Szélsőségesen hideg nappal és éjszaka	Váratlan energiaigény	Fokozott fűtés, technikai problémák	Veszélyben lévő életek
Szélsőségesen forró nappal és éjszaka	Hőségriadó, vízellátási problémák	Fokozott hűtés, utak, sínek megolvadása	Veszélyben lévő életek
Hosszú hőhullám	Hőségriadó, vízellátási problémák	Fokozott hűtés, veszélyben lévő munkások	Veszélyben lévő életek
Súlyos aszály	Lehetséges vízellátási problémák	Vízenergia, vízforgalom korlátozása	Ivóvíz
Erős esőzés, hosszú esős időszak	Csatornázási problémák	Alacsonyabb szintű utak károsodása lehetséges	Reuma, szabadtéri tevékenységek kockázata
Erős havazás, hótorlasz	Túlságosan nagy terhelés lehetséges	Veszélyben az utakon és vasúton történő szállítás	Élelmiszer-hozzáféréssel kapcsolatos kockázat
Egyenletesen derült nap	Fotokémiai szmog lehetséges	Váratlan olvadás, autók korlátozása lehetséges	több UV és ózon
Vihar, villámlás, jégeső	Mechanikai és villámkár	Mechanikai és villámkár	Villámlás, szívkokázatok
Viharos szél, pl. tornádó	Lehetséges mechanikai károsítás	Lehetséges mechanikai károsítás	Mechanikai veszély
Hosszan tartó szélcsend	Légszennyezettség fokozódása lehetséges	Motorok alkalmazásának csökkenése lehetséges	Légszennyezés kockázata
Köd, szmog, párásság	Londoni típusú szmog lehetséges	Csökkent sebesség, a motorhasználat korlátozása	Légszennyezés kockázata
Ónos eső, felszíni jegesedés	Autóbusz és autós szállítás veszélyben	Elektromos vezetékek veszélyben, utakon történő szállítás veszélyben	Láb- és kartörés kockázata

1. táblázat: Az időjárási szélsőségek és a választott szektorokban okozott kockázati tényezők

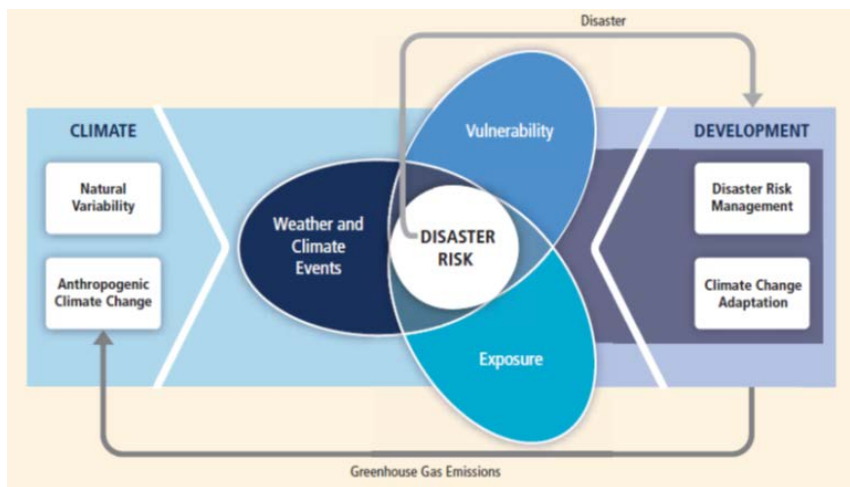
Ily módon a szélsőséges időjárás hatások mátrixa 12 hatást tartalmaz 3 szektorban, azaz összesen 36 cellát, amelyek néha 2-3 önálló hatást is tartalmaznak, amelyeket ugyanaz a szélsőség fejthet ki, ugyanarra a szektorra.

Természetesen a 36 cellában felsorolt hatás nem egyformán veszélyes az ország teljes területén. Ezek relatív súlya a terület éghajlatától függ (a ritkább események általában súlyosabb hatáshoz vezetnek), de a nem éghajlati feltételektől is, amelyeket a következő pontban kitértségként és sérülékenységgként különböztetünk meg (IPCC SREX, 2012). Röviden, a kitértség: „emberek, javak, környezeti szolgáltatások és források, infrastruktúra, illetve gazdasági, társadalmi vagy kulturális értékek előfordulása olyan helyeken, amelyeket káros hatás érhet.” A sérülékenység: „hajlam és fogékonyság a káros hatások elszenvedésére.” E két fogalom viszonyát az időjárás szélsőségeihez a következő pontban illusztráljuk. Az időjárás szélsőségekkel, illetve a városi hőszigeteléssel és levegőtisztasággal kapcsolatos védekezési lehetőségek tekintetében ajánljuk a Városklíma (2011) kiadványt, amit annak idején a szerzők minden hazai önkormányzathoz eljuttattak.

Az időjárás kockázatokat meghatározó további tényezők

Bár a feladatok fenti felsorolásának számos pontja segít a szélsőséges események okozta veszteségek minimalizálásában is, az időjárás kockázatok éghajlatváltozáshoz való viszonyát tágabb vonatkozásban, az IPCC, SREX (2012) szerint is bemutatjuk. Ez a dokumentum áttekinti, hogy az időjárás és éghajlati *kockázatok* való *kitértség és sérülékenység* hogyan hat a katasztrófa kockázatára (1. ábra).

Városaink, az energiaigények, a közlekedés és az egészségünk érzékenysége az időjárás szélsőségeivel és a klímaváltozással szemben



1. ábra: A meteorológiai szélsőségekhez vezető természeti és antropogén tényezők alapkonceptiója, valamint a kockázatokat és a társadalom reakcióját meghatározó feltételek (Forrás: IPCC SREX (2012: Fig. SPM.1, magyarra fordítva).

Az IPCC, SREX (2012) jelentés azt is vizsgálja, hogy a katasztrófa kockázatának kezelése és az éghajlatváltozáshoz való adaptáció hogyan csökkenti a szélsőséggel szembeni kitettséget és sérülékenységet. A jelentés ilyen megállapításait a 2. táblázatban tüntetjük fel.

A 2. táblázat a védekező képesség erősítésének lépéseit tükrözi. Az ilyen lépések sora igen sok elvi lehetőséget tartalmaz, amelyekből a táblázat csak a legfontosabbakra utal. A köztük való választás – ideértve a táblázatból hiányzókat is – a megvalósítás minőségétől, teljességétől is függ. Különösen fontos a kommunikáció jellege és tartalma a veszélyek és a lehetséges döntési alternatívák ismeretése során. A táblázat középső oszlopa a még éppen elfogadható kockázat tennivalóit listázza. Az első két oszlop a kockázatcsökkentés tennivalóit mutatja be, külön-külön a sérülékenység, illetve a veszély és a kitettség mérséklésére. Végül, a két záró oszlop a fennmaradó kockázatok és bizonytalanságok kezelését biztosító intézkedéseket foglalja össze.

Városaink, az energiaigények, a közlekedés és az egészségünk érzékenysége az időjárás szélsőségeivel és a klímaváltozással szemben

Kockázatcsökkentés		Elfogadható kockázati küszöb	Fennmaradó kockázatok és bizonytalanságok kezelése	
A sérülékenység csökkentése	A veszély és a kitettség csökkentése	Kockázat-felmérés, átadás, megosztás	Hatékony felkészülés és válasz	A „meglepetések” leküzdését célzó kapacitás növelése
<ul style="list-style-type: none"> • A szegénység csökkentése • Egészségi állapot javítása • A szolgáltatásokhoz és eszközökhöz hozzáférés fokozása • Megélhetés-diverzifikálás • A döntéshozatalhoz hozzáférés fokozása • Közösségi biztonság javítása 	<ul style="list-style-type: none"> • A kockázatkezelés beépítése a fejlesztésbe • Építési előírások és igazítások • Védő infrastrukturális és környezeti pufferek • Földhasználat tervezése • Vízyerők, más ökoszisztémák kezelése • A kitettséget csökkentő akciók ösztönzése 	<ul style="list-style-type: none"> • Kölcsönös és tartalékalapok • Pénzügyi biztosíték • Szociális hálózatok és társadalmi tőke • A kockázatátadás alternatív formái 	<ul style="list-style-type: none"> • Korai figyelmeztetés és kommunikáció • Evakuációs terv • Humanitárius: segélycsomagok • Katasztrófát követő megélhetés támogatása és helyreállítás 	<ul style="list-style-type: none"> • A döntéshozatal rugalmassága • Adaptív tanulás és menedzsment • Magasabb szintű ismeretek és készségek • A rendszer átalakítása az idő folyamán

2. táblázat: A megfigyelt és előrejelített katasztrófa kockázatokkal szembeni kiegészítő válaszingedmények a tájékozott döntéshozatalra való megfelelő intézményi és egyéni kapacitás alapján. (IPCC, SREX, 2012: 6-3. ábra)

Még ha az éghajlatváltozás nem befolyásolja is egyértelműen magukat a meteorológiai szélsőségeket (Mika, 2013), azok gyakorisága és kártételei a jelenlegi éghajlat mellett elég magasak ahhoz, hogy ezeket a lehetőségeket, valamint ezeknek az éghajlat hosszabb távú változásaihoz való alkalmazkodás kapcsán felmerülő szinergiáit figyelembe vegyük.

Megjegyezzük, hogy az éghajlatváltozás és az ehhez való alkalmazkodás legfrissebb európai összefoglalója (EEA, 2017) kitér a megfigyelt tendenciákra és a klímaváltozás előrejelzéseire is, hét éghajlati körzetre osztva Európa szárazföldi területeit. Az összefoglaló láttán aligha marad kétségünk, hogy az éghajlatváltozás Európában is megkezdődött.

Városaink, az energiaigények, a közlekedés és az egészségünk érzékenysége az időjárás szélsőségeivel és a klímaváltozással szemben

A klímaváltozás miatt várható hatások

Ez a fejezet foglalja össze a klímaváltozás várható hazai hatásait a címben jelzett szektorokra. A klímaváltozás hazai sajátosságait az IPCC legutóbbi jelentésében (IPCC, 2013) és annak mellékleteiben szereplő térképek alapján választottuk ki. Egy, beágyazott modelleken alapuló, későbbi összesítés ugyancsak megerősíti ezeket a térképeket Jacob, et al. (2014)

Ezt a kilenc éghajlati változást a 3. táblázat soraiban mutatjuk be, míg az oszlopok, azaz a feldolgozott tájtényezők e táblázatban is a városi települések, az energia és a közlekedés, valamint az emberi egészség.

Várható éghajlati változások	Releváns szektorok		
	Városi települések	Energia és közlekedés	Emberi egészség
Minden évszakban magasabb hőmérséklet	A hősziget-felesleg magasabb hőmérséklettel indul	alacsonyabb energiaigény a fűtéshez, de több a hűtéshez	Új kártevők, vektorok által terjesztett betegségek
Kevesebb szélsőségesen hideg nappal és éjszaka	Kevesebb szigetelés elegendő a falakhoz és ablakokhoz	Kevesebb energiaellátási és szállítási kihívás	Jó a betegeknek, de több kórokozó él túl
Több szélsőségesen meleg nappal és éjszaka	Több hőszéregiadó, vízellátási és vízminőségi problémák	Több energia szükséges a hűtéshez, a járda és a sínek megolvadása	Betegek és egészségesek számára fokozódó kockázat
Hosszabb hőhullámok nyáron	Erősebb szigetelés szükséges, veszélyben a vízellátás	Túlmelegedett energia- és szállítási infrastruktúra kockázata	A betegek számára fokozódó kockázat, a pollen-súcs eltolódása
Kevesebb eső az év melegebb felében	Kiseb vízellátás és nedves ülepedés, magas koncentráció	Kevesebb vízenergia áll rendelkezésre, több száraz nap az utakon	A pollensúcs eltolódása, kevesebb járvány
Hosszabb száraz időszakok, több aszály	Vízellátási és minőségi problémák, több légszennyeződés	Kevesebb vízenergia és szállítás lehetséges	Levegő- és vízminőségi kockázatok
Több erős esőzés, akár felhőszakadás	Fokozódnak a csatornázási igények és a villámlással szembeni biztonsági elvárások	Több időleges és tartós közúti közlekedési probléma	A szív-érrendszeri betegek veszélyeztetettsége az elektromos mezőben
Kevesebb hóesés nap, rövidebb ideig meglévő hótakaró	A városi tömegközlekedés és higiénia javulása	Jó a közúti közlekedés számára, több fűtés az elmáradó tetőszigetelés miatt	Kevesebb szennyezett, fekete hó
Több napsütés (kevesebb felhő) nyáron	Több nyári szmog és napenergia	Több napenergia, de gyakoribb a járda és sínek megolvadása	Az UV-sugárzás fokozódása, járulékos hőtöbblet

3. táblázat: Az éghajlatváltozás hatásai a választott biztonsági tényezőkre.

Ily módon a hatások és az ezek okozta behatások jövőbeli változásainak mátrixa (3. táblázat) 9 hatást foglal magába a 3 tényezőre. Az összesen 27 cella néhány esetben 2-3 hatást is tartalmaz, amiket ugyanaz a változás fejthet ki ugyanarra a kockázati tényezőre.

Természetesen, a 27 cellában felsorolt jövőbeli behatások nem egyformán veszélyesek az ország egyes régióiban. Ezek relatív súlya a terület éghajlatától függ, azonban más feltételektől is, amint ezt az előző pontban a kitettség és a sérülékenység kapcsán is vázoltuk. E pont végén megjegyezzük, hogy az anticiklonokhoz kapcsolódó, téli levegőminőség romlás megállapítása a cirkulációs típusok és a légszennyező anyagok koncentrációi között megfigyelt kapcsolatokon alapszik (Makra et al., 2007)

Összefoglalás

Tanulmányunkban röviden áttekintettük a legfontosabb hazai időjárási szélsőségeket. Szakértői összegzésként megadtuk 12 szélsőség hatását a városokra, az energiafelhasználásra és a közlekedésre, valamint közvetlenül ez emberi egészségre. Az IPCC legújabb jelentése egyik táblázatának felhasználásával bemutattuk, hogy az egyének és a felelős intézmények milyen intézkedésekkel javíthatják az érintettek ellenálló képességét az időjárási szélsőségekkel szemben. Végül, a záró fejezetben megadtuk, hogy az éghajlat várható magyarországi változásai miként hatnak a fentebb jelzett szektorokra.

Természetesen, ezek a megállapítások minőségi jellegűek, és fontossági sorrendet sem állapítottuk meg közöttük. Ilyen sorrendet nem könnyű meghatározni, mert ez az országon belül változhat attól is függően, hogy milyen az egyes védendő objektumok sérülékenysége és kitettsége az egyes szélsőségekkel, illetve a klímaváltozás eltolódásaival szemben.

Írásunk szükségképpen nem foghatta át az időjárás és az éghajlat valamennyi biztonsági vonatkozását. E témában további olvasmányként ajánljuk Padányi és Halász (2012) átfogó tanulmányát.

Felhasznált irodalom

- EEA (2017): Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report. European Environment Agency, 419 pp.
- Gyuró, Gy., Á. Horváth, M. Lakatos, S. Szalai and J. Mika (2007): Battling extreme weather under a temperate climate – Hungary, In: Elements for Life. World Meteorological Organization, Geneva, 152-153
- Hoeppe, P. (2006): Trends of Natural Disasters – the Role of Global Warming. Geo Risks Research, Munich Reinsurance Company, 1-17 pp.
- IPCC SREX (2012): Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.
- IPCC (2013): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- IPCC (2014): 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 [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 1132 pp.
- Jacob, D., Petersen, J., Eggert, B., Alias, A., Christensen, O. B., Bouwer, L. M., Braun, A., Colette, A., Déqué, M., Georgievski, G., Georgopoulou, E., Gobiet, A., Menut, L., Nikulin, G., Haensler, A., Hempelmann, N., Jones, C., Keuler, K., Kovats, S. et al. (2014): 'EURO-CORDEX: New high-resolution climate change projections for European impact research', Regional Environmental Change 14(2), 563–578
- Makra L, Mika J, Bartzokas A, Sümeghy Z. (2007): Relationship between the Péczely's large-scale weather types and air pollution levels in Szeged, Southern Hungary FRESenius ENVIRONMENTAL BULLETIN 16:(6) pp. 660-673. (2007)

- Mika, J. (2013): Changes in weather and climate extremes: phenomenology and empirical approaches. Climatic Change November 2013, Volume 121, Issue 1, (Special Issue on “Climate Change, Extremes, and Energy Systems”) pp. 15-26 + 3 ESM. DOI: 10.1007/s10584-013-0914-1, <http://link.springer.com/article/10.1007/s10584-013-0914-1>
- Padányi J. és Halász L. (2012): A klímaváltozás hatásai. Tanulmány, 255 o. (Letölthető: https://www.uni-nke.hu/document/uni-nke-hu/padanyi_klimavaltoz_tanulm.pdf)
- Városklíma (2011): Városklíma Kalauz. A Városklíma Műhely Kiadványa. <http://www.mut.hu/?module=news&action=list&fname=hirek2011>
- http://www.srh.noaa.gov/jetstream/synoptic/ww_symbols.htm