

1. fejezet

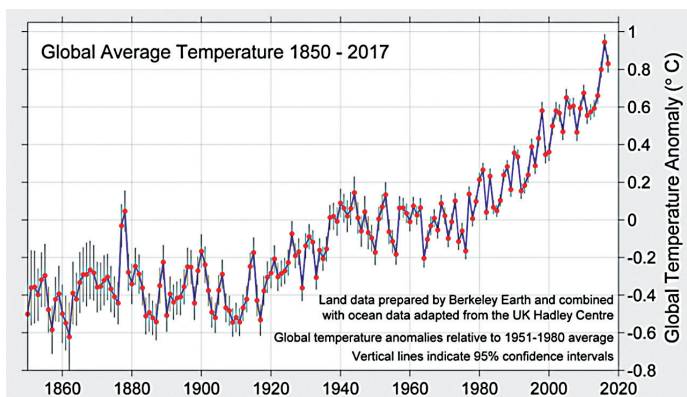
Nemzetközi klímapolitika, aktualitások

Mika János¹

1.1. Bevezetés

1.1.1. Folytatódott a melegedés

Korábbi tanulmányainkban szóltunk (lásd MIKA 2014) arról, hogy kb. 2002 és 2014 között alig emelkedett a Föld felszíni átlaghőmérséklete. A melegedés megtorpanását minden bizonnyal a déli félteke óceánjainak váratlanul felerősödött hőelnyelő képessége okozta. Ugyanakkor a 2015–2017-es évek rendre újra rekordközelezi, magas hőmérsékletet produkáltak. E három év értékeit is hozzátéve a görbéhez, már nem is olyan feltűnő a korábbi stagnálás (1.1. ábra). Ebből, a 2015–2016-os évek magas értékeihez hozzájárulhatott a 2015 közepétől 2016 közepéig tartó El Niño periódus is. E fejezet további részében ezért az El Niño és La Niña jelenségek mibenlétét és éghajlati hatásait ismertetjük.



1.1. ábra

A globális átlaghőmérséklet alakulása a globális fedettség kezdetétől 2017-ig

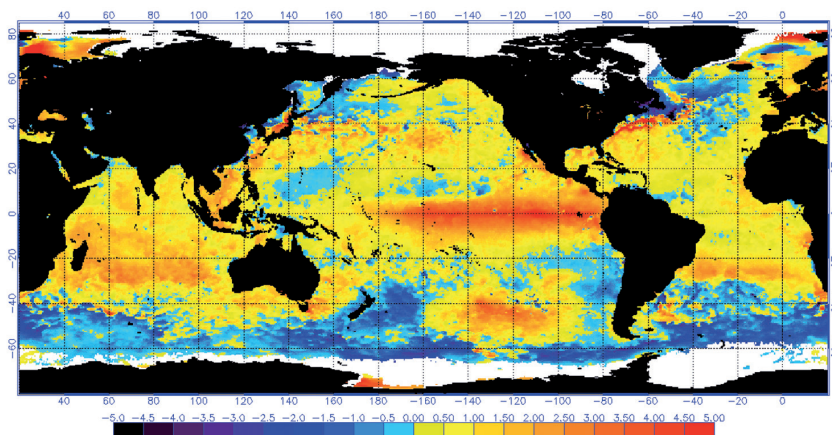
Forrás: Global Temperature... 2017

¹ ORCID: 0000-0002-0413-4618, mika.janos@uni-eszterhazy.hu

De honnan származik, mit is jelent ez a globális átlaghőmérséklet? Valójában mást mérünk a szárazföldek, és megint mást az óceánok fölött. A szárazföldeken a levegőnek a felszíntől két méterre mért hőmérsékletét vesszük figyelembe, míg az óceánok esetében a tengerfelszín hőmérsékletét. Mindkettő az az érték, amelyet a legjobban tudunk mérni. Pontosabban mindkét felszín fölött a hőmérsékleti értékeknek egy viszonyítási időszak átlagától vett eltérését rögzítik. Persze jó lenne az óceánok fölött is a levegő hőmérsékletét mérni, de ez csak hajókról lehetséges.

Abban, hogy a 2015-ös és 2016-os év hőmérséklete minden eddigi megfigyelt értéket meghaladott, minden bizonnyal szerepe van az El Niño jelenségnek is, amely az év közepén kezdődött, és az előrejelzés szerint 2016 közepéig fennállt. Az 1.2. ábrán a 2015. december 24-én mért tengerfelszín-hőmérsékleti eltéréseket láthatjuk. A legnagyobb eltérések Dél-Amerika Egyenlítő-közi partvidékein megközelítik a +4 K-t a sokévi átlagos értékek fölött. (Megjegyezzük, hogy a múlt évszázad El Niño epizódja idején, 1997–1998-ban 5–6 fokkal magasabb értékek is előfordultak!)

A Csendes-óceán egyenlítői térségének normális, átlagos állapota az, hogy az óceán valamivel melegebb felszíne fölött inkább alacsony, a kontinenseken inkább magas a légnyomás. Amikor azonban az óceán felszíne erősen felmelegszik, akkor az alacsony nyomás területe nagymértékben kiterjed, és ennek ellentétéként megerősödik a magas nyomás a kontinensek fölött. Ezt a természeti jelenséget évszázadokkal ezelőtt karácsonykor fellépő égi jelnek tartották, amikor gyenge a halfogás, és senki nem sajnálja az időt Jézus ünneplésére. Innen származik a kisdedre utaló név is. Ma már tudjuk, hogy ez a magas vízhőmérséklet, amit a mélyből érkező, táplálékban és ezt fogyasztó halakban is gazdag, mélységi vizek elmaradása okoz, az év során bármikor megkezdődhet, életciklusa pedig 7–24 hónap lehet.



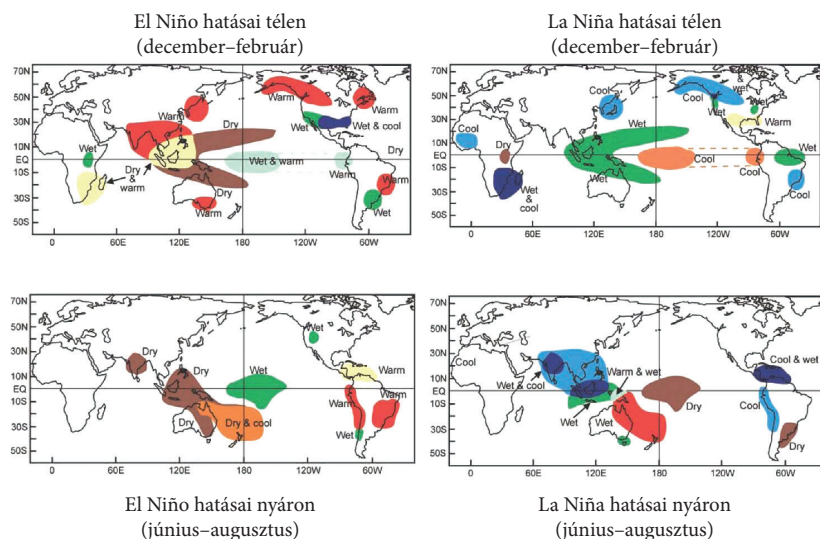
1.2. ábra

*A vízhőmérséklet eltérése a sokévi átlagtól 2015. december 24-én,
a NOAA/NESDIS tengerfelszín hőmérsékleti anomália (°C)*

Forrás: Office of Satellite and Product Operations s. a.

A felszíni hőmérséklet módosulása átrendezi az alacsony földrajzi szélességek légkörzését, csapadék- és szélrendszerét is. Míg Afrikában és Ausztráliában száraz időszakot eredményez, addig a Karib-tengeren és Amerika nyugati partján heves esőzésekkel járhat. Az El Niño ellenpontja, a La Niña ennek nagyjából a fordítottja, ami a szokásosnál kevesebb csapadékot eredményez itt, de annál többet a kontinensek felett. A La Niña állapotban a tengervíz hőmérséklete nem tér el annyira az átlagtól, mint a meleg fázisban.

Az 1.3. ábrán összefoglaljuk, hogy a kétféle óceán-hőmérsékleti és cirkulációs anomália milyen tartós időjárási anomáliákat okozott a 20. század epizódjai alapján. Csak azokat a foltokat mutatják az ábrák, ahol az anomália jellege egyértelmű. Látható, hogy ezek a területek nagyrészt az alacsony földrajzi szélességekre szorítkoznak, és a kétféle anomália összehasonlításában nagyrészt ellentétes előjelűek. E különbség miatt a fejlődő országokban sikeresebb hosszú távú előrejelzések készülnek, mint a mérsékelt övi országokban. A mai kapcsolt óceánlégkör-klímamodellekben sikerrel előre jelezhetők az óceán hőmérsékletének eltérései, különösen akkor, ha az El Niño (vagy a La Niña) állapot már elkezdődött.



1.3. ábra

Az El Niño (balra) és a La Niña (jobbra) esetén tapasztalt egyértelmű anomáliák a Föld egyes térségeiben.²

Forrás: Climate Prediction Center s. a.

² Ahol nincs jelölés, ott a különböző epizódok idején más-más anomália mutatkozott. Jelmagyarázat: WARM – meleg; COLD – hideg; DRY – száraz; WET – csapadékos.

1.1.2. Az IPCC (2013–2014) fő eredményei dióhéjban

1.1.2.1. Globális változások

Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (Intergovernmental Panel Climate Change – IPCC) három vonatkozásban összegezte mindazt, amit az egygel korábbi jelentés (2007) óta a tudományos közlemények alapján megtudtunk. Még 2013. szeptember 27-én jelent meg a *Tudományos alapok*. 2014. március 31-én látott napvilágot a *Hatások, alkalmazkodás, sérülékenység*, végül április 13-án a *Kibocsátás mérséklése* című kötet. A három jelentés (IPCC AR5 2017) a mellékletekkel együtt bő hétezer oldal. Az alábbiakban az első kötet, a *Tudományos alapok* lényegét ismertetjük.

A 20. század elejétől 2005-ig a Föld átlaghőmérséklete 0,8–0,9 °C-kal emelkedett. A 21. század eleje váratlanul a felszínközeli hőmérséklet stagnálásával köszöntött be. A légkör 20. századi melegedésével párhuzamosan, az északi félgömbön egyértelműen húzódik vissza a hótakaró, csökken az örökké fagyott talaj területe, valamint a tengeri jég a nyári időszakban. Ugyanakkor az Antarktisz körüli tengeri jégtakaró kiterjedése növekedett, nem csak az utóbbi, stagnáló évtizedben. Az éghajlatváltozás következménye a tengervízszint emelkedése is, amelynek egyik oka a víz hőtágulása, a másik a szárazföldi jéghátságok olvadása.

Legalább az elmúlt fél évszázad melegedéséért nagy valószínűséggel az úgynevezett üvegházhatású gázok (szén-dioxid, metán, dinitrogén-oxid, halogénezett szénhidrogének) fokozódó légköri aránya a felelős. Az elmúlt 250 évben a szén-dioxid 1,7 W/m²-rel erősítette a sugárzási mérleget, amihez a többi üvegházgáz további 1,6 W/m²-t tett hozzá. Az aeroszolkoncentráció ezt –1,1 W/m² erejéig tudta ellensúlyozni. Így bolygónknak mára 2,3 W/m² többlettől kell a melegedéssel megszabadulnia. Ha a tapasztalt koncentrációváltozást és minden ismert éghajlati kényszert betáplálunk az éghajlati modellekbe, akkor reprodukálni tudjuk a 20. század második felének felmelegedését. Főleg e bizonyíték hatására 95% valószínűséggel állíthatjuk, hogy a 20. század közepén kezdődött melegedés legalább feléért az emberi tevékenység a felelős.

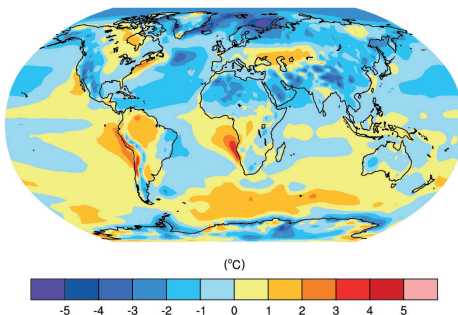
Az üvegházhatás erősödését feltételező, reprezentatív koncentrációpályák szerint 2100-ra az eddigi 2,3 W/m²-ről 4,5–8,5 W/m²-re nőhet a légköri üvegházhatás mester-séges többlete. A legoptimistább, csak 2,6 W/m² többletet előíró változat esetén 2100-ra csaknem visszaáll a mai állapot. A globális éghajlati modellek tanúsága szerint az első három forgatókönyv esetén a Föld hőmérséklete 1–5 K-nel emelkedhet századunk végére a 20. század utolsó két évtizedéhez képest. Az optimista forgatókönyvből csak 0,3–1 K melegedés következik.

1.1.2.2. Regionális változások

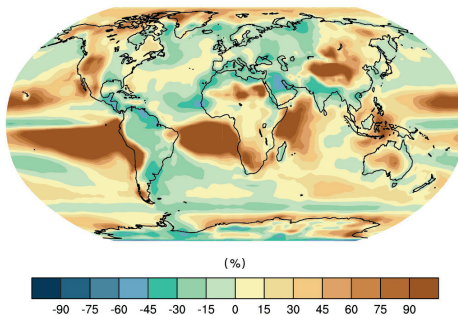
Természetesen a globális változások mellett az IPCC AR5 jelentés (2013–2014) tartalmaz számos olyan térképet, amelyekről már a regionális változások is leolvashatók. Ezek a térképek a jelentésben túlnyomó részben a globális klímamodellekből származnak. Az 1.4. ábrán elsőként azt mutatjuk be, hogy hazánk térségének éghajlata a viszonylag jól szimulált térségek közé tartozik mind a hőmérséklet, mind a csapadék tekintetében.

A felhasznált 42 modell verzió bias típusú (szisztematikus) hibája 1 K alatti, illetve maximum 15% hibával, nullához közeli.

A 42 modell hőmérsékleti hibája (bias: °C)



A 42 modell relatív csapadék hibája (bias: %)



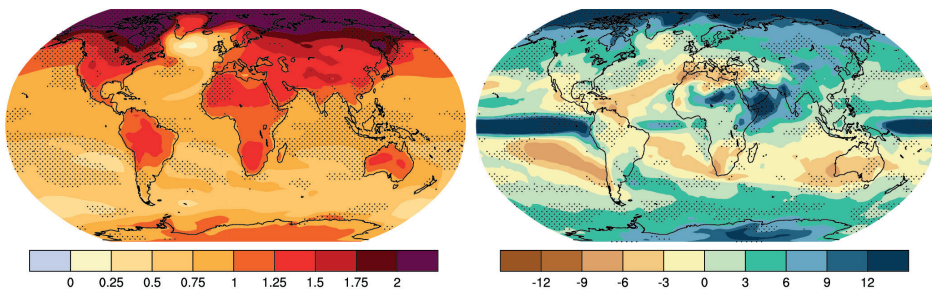
1.4. ábra

A szimulált évi középhőmérséklet (balra) és csapadékösszeg (jobbra) szisztematikus hibái 42 kapcsolt óceán-légkör modell alapján.³

Forrás: IPCC 2013, Fig. 9.4.

Az 1.5. ábra a megváltozásokat mutatja 2081–2100-ra az 1986–2005-ös viszonyítási időszakhoz, meghozzá elosztva a mindegyik modellben a globális átlaghőmérséklet változásával, azaz egységnyi melegedésre vetítve. Látható, hogy a legerősebb melegedés az északi térségekben várható. Emellett a kontinensek fölött erősebbek a változások, mint az óceánok felett. A magyarországi melegedés 25–50%-kal gyorsabb, mint a globális átlagé.

Hőmérsékletváltozás 1K globális melegedésre (K/K) Csapadékváltozás 1K globális melegedésre (%/K)



1.5. ábra

Az évi középhőmérséklet (balra) és a csapadékösszeg (jobbra) megváltozása 42 kapcsolt óceán-légkör modell átlagában, egységnyi (1 K) globális hőmérséklet-változásra vetítve.⁴

Forrás: IPCC 2013, Fig. 12.41. alsó része

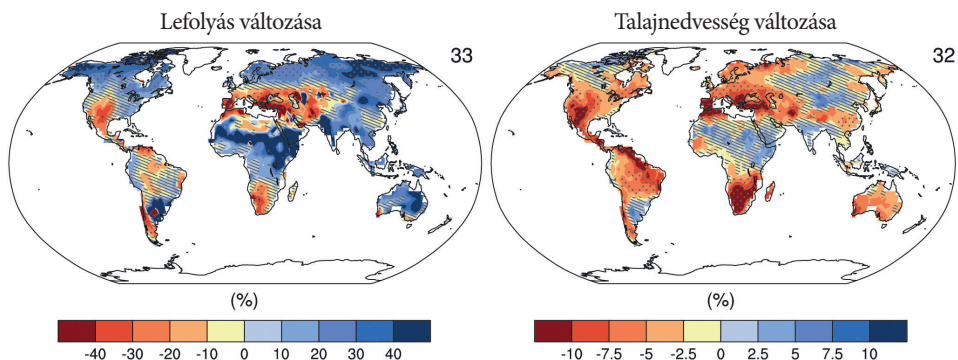
³ A térképek az 1980–2005-ös időszak szimulált értékeinek eltéréseit ábrázolják az 1980–2005-ös időszakban.

⁴ A térképek az 1986–2005-ös időszak modellbeli átlagaihoz képest értendők 2081–2100. átlagában.

A csapadék legerősebb százalékos változásai az Egyenlítő vidékére és a poláris térségbe esnek. Az előbbi térségben a változás igen magas, sok ezer mm/év viszonyítási érték mellett éri el a 10%-ot, míg a poláris térségekben a viszonyítási alap és így az abszolút változás is 1–2 nagyságrenddel kisebb. Hazánkban az évi csapadékösszeg változása nulla körüli. A változások egy éven belüli eloszlásához lásd az 1.4. fejezetet, ahol a regionális modellek eredményeit mutatjuk be.

A csapadék és a hőmérséklet változásai együttesen jelentkeznek a lefolyás és a talajnedvesség változásaiban (1.6. ábra). A csapadék képezi a felszíni vízmérleg bevételi oldalát, a hőmérséklet viszont (a rendelkezésre álló víz mennyiségével együtt) meghatározza a párolgást, azaz a vízmérleg kiadási oldalát. E két oldal pozitív különbsége adja a lefolyást, mivel a talaj vízfelvevő képessége és ennek évi átlagban történő változásai a két oldal mérlegéhez képest elhanyagolhatók. A lefolyás változásának előjele láthatóan nem egyenletes a Föld különböző kontinensei fölött. Az északi félteke kontinensein a magasabb szélességek jellemzően lefolyástöbbletet (magasabb vízszint, árvizek) jelent, aminek fő oka a több csapadék. A mérsékelt szélességek nagy részén egyértelműen csökken a lefolyás, mert itt a hőmérséklet emelkedése, azaz a párolgás növekedése a meghatározó tényező. (Maguk az ábrák a jobb sarokban feltüntetett számú globális klímamodellben keletkezett számokból álltak elő.) Hazánkban mintegy 30%-os lefolyáscsökkenés olvasható le a térképről.

A talaj nedvességtartalma a szárazföldek nagyobb hányadában csökken, még számos olyan területen is, ahol pedig nő a csapadékbevitel. Ezeken a területeken a párolgási veszteség ennél a bevételi többletnél is jelentősebb. Hazánkban is egyértelmű a talaj nedvességkészleteinek apadása a század végére, ami azért is baj, mert a zöldtömeg képződésének már ma is a víz a fő korlátozó tényezője (a hőmérséklet és a napsütés elegendő).



1.6. ábra

A lefolyás és a talaj felső rétegeinek nedvességtartalma a 21. század végére (2081–2100), a 20. század végéhez (1986–2005) képest a legmeredekebb kibocsátásnövekedést jelentő RCP8.5 forgatókönyv szerint

Forrás: IPCC 2013, TFE.1, Fig. 3.

1.2. Mit fogadnak el ebből az újabb összefoglalók?

Az IPCC ötödik értékelő jelentése óta két jelentős átfogó dokumentum jelent meg, valamint folyik egy harmadik szerkesztése. Az első kettő európai, illetve észak-amerikai szempontból tekintette át a változásokat, illetve azok hatásait. A harmadik, ismét az IPCC koordinálásában, azt vizsgálja, hogy milyen lenne bolygónk éghajlata és annak minden következménye, ha sikerülne 1,5 K-en megállítani a melegedést az ipari forradalomhoz képest, azaz már csak további fél fokos melegedést engedve. Ez utóbbi jelentés még nincs kész, jelenleg nem adhatunk közre belőle semmit. Emiatt a 1,5 K-es gondolkört saját gyűjtésünk alapján vázoljuk, miután röviden ismertettük a másik két fenti összeállítást.

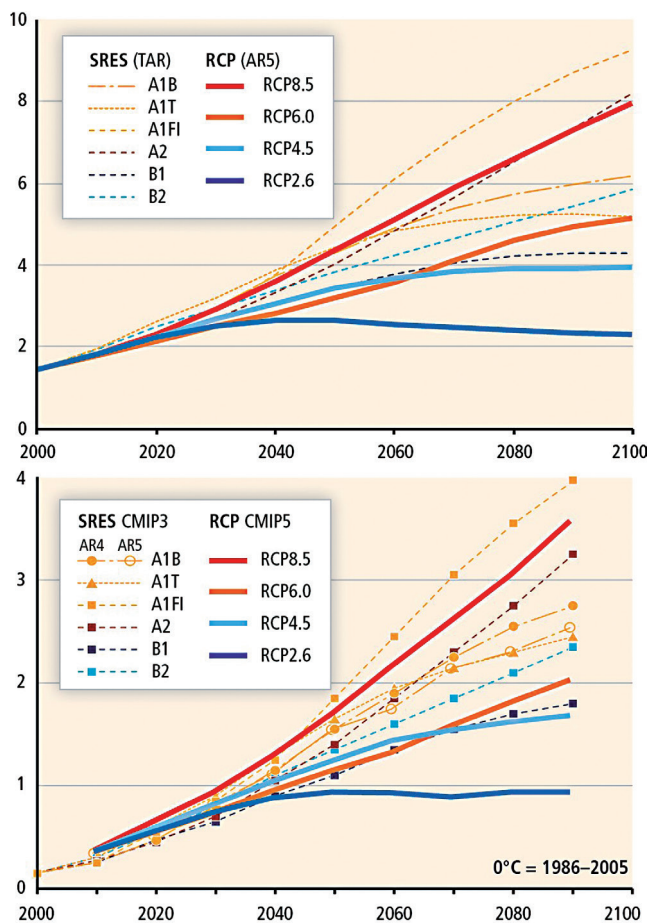
1.2.1. Az Európai Környezeti Ügynökség összefoglalója

A fenti jelentés (EEA 2017) is megerősítette, hogy bolygónkon és Európában is folytatódik a felmelegedés. A szárazfölkék és az óceánok hőmérséklete emelkedik, módosul a csapadék eloszlása, egyes térségeket különösen belvizessé, más térségeket aszályossá téve. Az előbbi főként a tél és a tavasz, az utóbbi a nyár jellemző szélsősége. Visszahúzódott a tengeri jég-takaró, a gleccserek kiterjedése és a hótakaró, míg a tengerszint emelkedett az IPCC 2013-as jelentése óta is. Az időjárási szélsőségek sem kímélték a kontinenst.

Az Európai Környezeti Ügynökség (European Environment Agency – EEA) összeállítása (EEA 2017) megismételte az IPCC korábbi ábráját (1.7. ábra), amelyen nyomon követhetjük, hogy milyen viszonyban vannak az IPCC (2013) forgatókönyvei a régebbiekkel. Megállapíthatjuk, hogy a legmeredekebb, RCP8.5 forgatókönyv kissé meredekebb a korábbi második legradikálisabb, A1 forgatókönyvnél (IPCC 2007), míg a közepes RCP6.0 és RCP4.5 forgatókönyvek felülről, illetve alulról közelítik a korábbi legenyhébb B1 forgatókönyvet. A különlegesen optimista RCP2.6 forgatókönyvhöz hasonló lehetőség még nem szerepelt a korábbi forgatókönyvek között.

EEA 2017-es jelentése továbbá megállapítja azt is, hogy az éghajlatváltozás és más tényezők, mint például a földhasználat változásai miatt az ökoszisztémák és a védett térségek fokozódó nyomás alatt állnak. Mindez fenyegetést jelent a biodiverzitásra nézve, de közvetlenül hat az erdőkre, a tengeri halászatra, a mezőgazdaságra és az emberi egészségre is. A közegek legegyszerűbb változása az észak felé és a nagyobb magasságokba tolódás lenne, de ennek is vannak akadályai, még az állatvilágban is. A növényeket ebben a szűkeségnél sokkal lassúbb (csak generációról generációra történő) helyváltoztatás és tájidegen fajok megjelenése korlátozza.

Megállapítja továbbá a jelentés, hogy az éghajlatváltozás legtöbb következménye káros Európa területén. A tengerszint emelkedése, a vihardagályok emiatti fokozódása és a tengerpart eróziója mindenképpen ilyen. A hőhullámok fokozódása közvetlen egészségi kockázatokat hordoz, de áttételesen az elektromos hálózatokban is gyakran kimaradást okoz a hűtőberendezések fokozott fogyasztása. A változások a közlekedést és a turizmust is érintik.



1.7. ábra

Előre jelzett változások a sugárzási kényszerben (felül) és a globális átlaghőmérsékletben (alul) a 21. században a különböző reprezentatív (RCP, az IPCC AR5, 2013-ból), illetve a betűkkel jelölt SRES (IPCC 2007-ből) forgatókönyvek alapján

Forrás: IPCC 2014, Fig. 1.4.

A hatások területi eloszlása sem egyforma Európában. Dél- és Délkelet-Európa lehet a leginkább kitett terület, ahol a legkedvezőtlenebbek a hatások. A tengerparti, illetve a gyakori áradásnak kitett területek főként Nyugat-Európában szintén veszélyeztetettek, bár ugyanez elmondható az Alpok térségére és az Ibériai-félszigetre is. A gyors melegedés és az olvadás a sarkvidéki hideg térségekben előnyöket és kihívásokat egyaránt hordoz.

A jelentés továbbá statisztikákat is tartalmaz a különböző rendkívüli időjárási körülmények eloszlásáról, és az emberi életet veszélyeztető, illetve anyagi kárt okozó hatásaikról (1.1. táblázat).

1.1. táblázat

Rendkívüli időjárási események által okozott, 1 millió főre jutó halálozások száma az egyes európai alrégiókban az 1991–2015-ös időszakban. A régiók felosztását a táblázat aláírása tartalmazza. A népességi ráták a 2013. évi demográfiai adatok alapján lettek meghatározva

	Áradás és nedves tömegmozgás (tar- talmazza a föld- csuszamlásokat is)	Hideg idő- járási ese- mény	Hóhullám	Vihar	Erdőtűz
<i>Kelet-Európa</i>	8,57	28,27	11,39	1,73	0,54
<i>Észak-Európa</i>	0,99	1,67	11,17	2,48	0,01
<i>Dél-Európa</i>	6,75	0,92	177,98	1,19	0,97
<i>Nyugat-Európa</i>	2,09	0,89	191,58	2,79	0,04
Összesen	4,64	5,31	128,98	1,99	0,46

Megjegyzések:

Kelet-Európa: Bulgária, Csehország, Magyarország, Lengyelország, Románia, Szlovákia.

Észak-Európa: Dánia, Észtország, Finnország, Izland, Írország, Lettország, Litvánia, Norvégia, Svédország, Egyesült Királyság.

Dél-Európa: Albánia, Bosznia-Hercegovina, Horvátország, Ciprus, Görögország, Olaszország, Észak-Macedónia, Montenegró, Portugália, Szerbia, Szlovénia, Spanyolország, Törökország.

Nyugat-Európa: Ausztria, Belgium, Franciaország, Németország, Luxemburg, Hollandia, Svájc.

Forrás: EM-DAT s. a., EUROSTAT s. a., WHO s. a., EEA 2017, 5.2. táblázat

1.2.2. Az USA nemzeti jelentése

Az USA 2017 novemberében összeállított nemzeti jelentéséből (*USGCRP* 2017) leszűrhető legfőbb tanulságok a következők:

- a jelentés az embert teszi felelőssé a változásokért és a korábbi jelentésekhez hasonlóan további melegeedésre számít;
- nem tartja fontosnak, az éghajlatról szóló tudásunk megfelelőségét kétségbe vonónak a földi átlaghőmérséklet *Global Warming Hiatus* néven elhíresült stagnálását kb. 2000 és 2013 között;
- de nem tartja reálisnak azt sem, hogy sikerüljön 1,5 fokos (a maihoz képest félfokos) globális melegeedésnél megállítani a melegeedést.

Kissé részletesebben a következő megállapítások érdemesek a kiemelésre:

- A globális évi középhőmérséklet kb. 1,0 K fokkal emelkedett az utóbbi 115 évben (1901–2016 között). Ez az időszak a legmelegebb a modern civilizáció korában. Az utóbbi három év – 2017-tel bezárólag – a megfigyelések kezdete óta a három legmagasabb értéket hordozza.
- Bizonyítékok széles körére alapozva, szélsőségesen valószínű (> 95%), hogy a 20. század közepe óta az üvegházgázok mennyiségi növekedése a melegeedés legfontosabb tényezője. Nincs a tudománynak ismerete olyan okról, ami az elmúlt évszázad során a megfigyelt változásokkal összhangban levő alternatívája lehetne az üvegházhatás erősödésének.
- A tengervíz szintje 18–20 cm-rel emelkedett 1900 óta, aminek csaknem a fele (7–8 cm) 1993 óta valósult meg. A teljes időszak változása nagyobb, mint amit

az utóbbi legalább 2800 évben rekonstruálni lehetett. Az emiatt még kritikussabb ár-apály jelenség már több mint 25 nagyvárost érint az észak-amerikai kontinensen.

Hatalmas erdőtűzek pusztítottak az USA nyugati államaiban és Alaszkában 1980-tól kezdődően, súlyos károkat okozva az ökoszisztémában. A korábbra tolódó olvadás már ma hatással van a vízellátásra az Egyesült Államok nyugati részén, s ezek a tendenciák a jövőben erősödni, fokozódni fognak. Az erősebb változásokat előrejelző forgatókönyvekben jelentős vízhiányokra és hidrológiai aszályra kell számítani az USA-ban, már a 21. század vége előtt.

Látható tehát, hogy az amerikai tudósok nem hátrálnak meg véleményeikkel a klímaváltozást is kétségbe vonó elnöki nyilatkozatok ellenére.

1.2.3. Az 1,5 K melegedés reménységét tükröző jelentéstervezet

Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (IPCC) speciális jelentést készít elő *Special Report on Global Warming of 1.5 °C* címmel, (IPCC 2018) amelynek célja annak bemutatása, hogy milyen lenne bolygónk éghajlata, ha sikerül 1,5 K foknál megállítani a globális felmelegedést. A kötet azt is vizsgálja, hogy ez a klíma mennyiben lenne más, mint ha az éghajlat stabilizálása csak 2 K-nél sikerülne. Természetesen a jelentés bemutatja a hatásokat és azt is, hogyan lehetne elérni ezt a nagyon ambiciózus célt.

A *Speciális jelentés* elkészítését az ENSZ éghajlatváltozási keretegyezményében (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC) (1992) részes felek javasolták, az IPCC 2016-ban fogadta el a javaslatot. Mivel a jelentés e tanulmány elkészítésének idején még csak a második szakértői-kormányzati véleményezésen jutott túl, nem áll módomban annak tartalmát részletesen bemutatni. A speciális jelentés megjelenése után a projektünk zárójelentéséhez már felhasználható lesz.

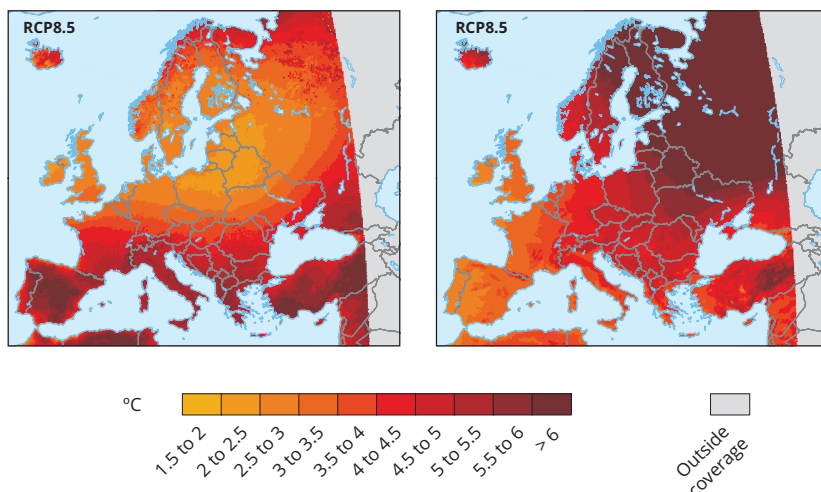
1.3. Aktuális változási térképek Európára a CORDEX-projektből

A kvantitatív hatásvizsgálatok különböző modellek láncolatát alkalmazzák. Az egyik modell kimeneti értékei bemenő adatként szolgálnak a másik modell számára. A globális klímamodellek felbontása gyakran nem elég finom ahhoz, hogy a hatásmodellekhez érdemi adatokkal szolgálhasson. Emiatt dinamikus leskálázásra van szükség. Ez a finom felbontású (10–25 km-es rácsávolságú) modellek beágyazását jelenti a globális modellbe úgy, hogy a regionális modellben végbement változásokat nem vezetik vissza a globális modellbe.

1.3.1. Hőmérséklet-változás

A hosszú távú éghajlati prognózisok erősen függenek attól, hogy melyik kibocsátási forgatókönyvet tartjuk mérvadónak. A következőkben a legmeredekebb, RCP8.5 feltételezéssel Európára kapott számításokat mutatjuk be Jacob és munkatársai (2014) alapján, jelezve, hogy az EEA 2017 is ezt az ábrát hozza mint legfrissebb eredményt (1.8. ábra).

Az 1.8. ábra tanúsága szerint a nyári, illetve a téli változás térbeli mintázatai jelentősen különböznek. A legnagyobb változások nyáron a Földközi-tenger tágabb környezetébe esnek, míg télen az eleve nagyon hideg északkeleti síkságokra, akár 6 K változást is mutatva. A vizsgált száz év alatt hazánk térségében mindkét szélső évszakban 4–5 K melegedés várható.



1.8. ábra

Előre jelzett hőmérséklet-változások 2071–2100-ra az 1971–2000-es évekhez képest (°C) a felszín közelében nyáron (balra), illetve télen (jobbra) az RCP8.5 kibocsátási forgatókönyv alapján.

A térképek az EURO-CORDEX projektben szereplő, globális háttérmodellek (GCM) és regionális beágyazott modellek (RCM) összes kombinációjának átlagát mutatják

Forrás: JACOB et al. 2014, EEA 2017, MAP 3.4.

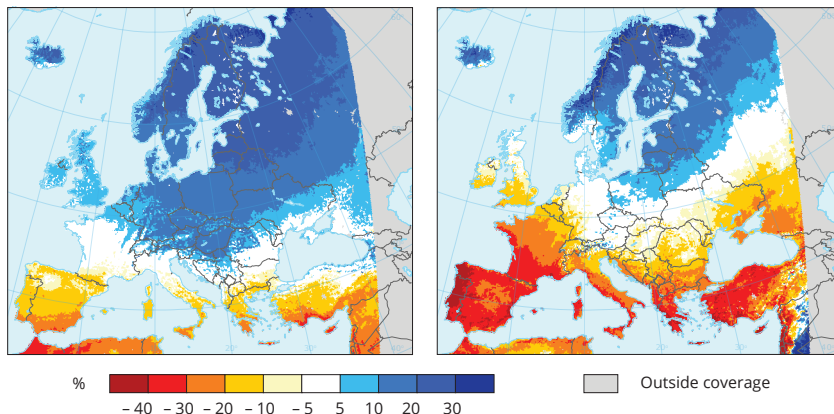
1.3.2. Csapadékváltozás

Az éves és a nyári csapadékösszeg megváltozására kapott átlagos térképeket az 1.9. ábrán mutatjuk be. Mindkét térképen egyértelmű a jelentős száradás (csapadécsökkenés) a Földközi-tenger tágabb környezetében, míg Európa északabbi területein egyértelmű csapadéknövekedés várható. Európa középső sávjaiban a változás előjele erősen évszakfüggő: nyáron e sávban csaknem mindenütt kisebb-nagyobb csapadécsökkenés várható, azonban az éves összeg emelkedése arra utal, hogy a többi évszakban inkább növekedni fog a csapadék.

Magyarországon ezen újabb számítások szerint még a nyári térképeken sem jelentős a csapadécsökkenés, míg az évi összegben mintegy 20%-os növekedés látható az ábrán. A változás előjelváltását kirajzoló fehér sáv is tőlünk délebbre húzódik. Megjegyezzük, hogy a változások előjele és térbeli eloszlása megfelel a globális klíma-modellek által a legutóbbi és a korábbi IPCC-jelentésekben szolgáltatott eredményekkel,

de az, hogy hazánkra nézve nyáron is alig mutatkozik csapadécsökkenés, új elem a hasonló szimulációk történetében.

Az ábrákat szolgáltató EURO-CORDEX projektről bővebben olvashatunk a *EURO-CORDEX — Coordinated Downscaling Experiment – European Domain*⁵ honlapon. Megjegyezzük, hogy bár az együttműködésben az Országos Meteorológiai Szolgálat is részt vevő partner, a fenti térképekhez hazai modellszámítást nem használtak fel, a sok szerző között sajnos nem szerepel hazai szerző sem.



1.9. ábra

Az éves és a nyári csapadékösszeg megváltozására kapott átlagos térképek.⁶

Forrás: JACOB et al. 2014, EEA 2017, MAP 3.8.

1.4. Klímapolitika

1.4.1. A párizsi megállapodás

A 2015. évi párizsi klímacsúcs résztvevői látványosan ünnepelték a megszületett egyezményt. Jogos-e az örömről, vagy csak a politikusok kötelező sikerpropaganda-akciójáról van szó? E kérdést próbáljuk megvilágítani az alábbiakban. Mielőtt ezt megtennénk, lássuk, hogy mennyivel és mikorra kellene csökkentenünk az üvegházgázok kibocsátását!

A végső feladat a melegedés lefékezése, majd megállítása, amihez a légkör állandó összetétele szükséges. Ez pedig nem kevesebbet követel, mint azt, hogy ne engedjünk ki több üvegházhatású gázt, mint amennyit a földi szférák, elsősorban az óceánok mélye és a bioszféra el tud nyelni. A szén-dioxid esetében a mészkő padozat és a növényi fotoszintézis képes erre. Ez az elnyelőképesség 60–80%-kal kisebb, mint a mai kibocsátás, vagyis épp ennyivel kell lecsökkenteni a kibocsátást ahhoz, hogy ne növekedjen a gázok koncentrációja!

⁵ Elérhető: www.euro-cordex.net/ (A letöltés dátuma: 2018. 03. 20.)

⁶ A csapadékváltozásra az eredeti érték %-ában balra az évi összeg, jobbra a nyári összeg változásai láthatók.

De az se mindegy, hogy ezt mekkora felmelegedést megengedve érjük majd el. A tengerszint lassú emelkedéséhez minden tizedfok hozzájárul. Emellett a folyamatos melegedés elérhet olyan kritikus küszöbértékeket, ahol a mennyiségi változás minőségi ugrásba torlik. Az 1.2. táblázatban összefoglaljuk az ilyen „kritikus billenőpontok” közül azokat, amelyek az egész Földre kiterjedő változást hozhatnak. Ezeken kívül még kb. egy tucat regionális billenőpontot ismerünk, például az El Niño/La Niña oszcilláció erősebbé válásával kapcsolatosan.

A táblázatból kitűnik, hogy 3–5 K között a nyugat-antarktiszi jégömb megolvadása és az óceáni szállítószalag legyengülése drámai tengerszint-emelkedéssel, illetve az időjárás átrendeződésével fenyeget. Látható, hogy az Északi-tenger jegének nyári visszahúzódását már aligha tudjuk megakadályozni. Végül a grönlandi jégsapka olvadásának perspektívája azt is előrevetíti, hogy nem elég megállítani a változást, hanem később vissza is kell hűteni, mert különben a grönlandi jég makacsul folytatja az olvadást, és emeli a tengerszintet.

1.2. táblázat

A földi éghajlat azon kritikus billenőpontjai, amelyeket elérve a melegedés már kritikus minőségi ugrást szenvedhet

Érzékeny térség	Globális küszöb	A változás időléptéke	Következmény
<i>Arktikus jégtakaró, nyáron</i>	+0,5–2 K	~ 10 év (gyors)	többszöröselemelkedés
<i>Grönlandi jéghegység</i>	+1–2 K	~ 300 év (tartós)	+2–7 méteres vízszintemelkedés
<i>Nyugat-antarktiszi shelf-jégömb</i>	+3–5 K	~ 300 év (lassú)	+5 m óceáni vízszintemelkedés
<i>Észak-atlanti szállítószalag gyengül</i>	+3–5 K	~ 100 év (fokozatos)	Az európai időjárás átalakulása, de nem jégkorszak

Forrás: a szerző szerkesztése LENTON et al. 2008 alapján

A klímapolitika régóta a 2 K-es küszöböt szorgalmazza. Ennek egyik oka, hogy akkor biztosabban sikerül a 3 K, a másik ok a tengerszint folyamatos emelkedése mint elkerülendő probléma. A párizsi megállapodás (*Párizsi egyezmény* 2015) a +2 K előtti, lehetőség szerint 1,5 K-hez közeli stabilitást tűzne ki célul az ipari forradalom előtti értékhez képest. E cél megvalósításának megítéléséhez vegyük figyelembe a következőket:

- eddig már végbement földi átlagban 1,0 K-es a melegedés;
- a légkör összetételének állandósulása után még 0,3–0,4 K-es, úgynevezett büntető melegedés (IPCC 2007) következik majd amiatt, hogy a nagy hőkapacitású óceánok, amelyek nem engedték egészében érvényre jutni az üvegházhatás erősödését, később tovább melegítik a felszínközeli levegőt. E két értéket összeadva már majdnem 1,5 K-nél tartunk!

A megállapodás nem tartalmaz konkrét mérséklési vállalást, csak megállapítja, hogy az egyes országok 2015 áprilisára, sőt azóta tett, önkéntes vállalásai nem elegendők a globális melegedés 2 K alatt tartásához. A szerény eredmény fő oka, hogy egyes nagy kibocsátók igen csekély vállalásokat tettek, például Kína csak azt, hogy 2030-tól nem növeli a kibocsátást. Hazánk az EU minden országával azonos, 40%-os csökkentést vállalt 2030-ra,

ami Magyarországon lényegében már meg is valósult. Az Egyesült Államok 26–28%-os csökkenést vállal 2025-re a 2005-ös állapothoz képest. Kína és az Egyesült Államok összevetéséhez fontos tudni, hogy országmenten Kína immár egyértelműen meghaladja az USA kibocsátását, de egy főre vetítve egy kínai polgár csupán felét bocsátja ki az amerikai átlagnak. (*Adoption of the Paris Agreement* 2015)

A megállapodás inkább tekinthető az 1992-es éghajlatváltozási keretegyezmény feljavításának, mivel a korábbinál pontosabb éghajlati célállapotot jelenít meg. A korábbi célkitűzés „az éghajlati rendszerre gyakorolt veszélyes antropogén hatás megakadályozását” (UNFCCC 1992) vetítette elő elérendő célként.

Hogyan lehet ebből tényleges kibocsátásmérséklés, és mikorra? A párizsi megállapodást az országok vezetői számára a Föld napjától, 2016. április 22-étől egy évig tartották volna nyitva az országokénti ratifikációt (saját nemzeti jogrendbe iktatást) követően aláírásra az ENSZ New York-i székhelyén. A megállapodás az országoként tett felajánlásokkal együtt legkorábban 2020. január 1-jén válik majd érvényessé, amikor ehhez legalább 55 ország csatlakozik, s az általuk képviselt együttes kibocsátás is eléri az 55%-ot. Szerencsés módon e számokat 2016. október 5-ére elértük, így a párizsi klímamegállapodás egy hónappal később, 2016. november 4-én életbe lépett.

A mai napig (2018. március 1-jéig) a 197 részes félből 175 ratifikálta a megállapodást. Az európai országok közül csak Oroszország, Törökország, Montenegró és San Marino hiányzik a ratifikáló országok közül. A többi hezitáló állam nagy többsége jelentős olajtermelő ország.

1.4.2. Az USA kilépése a párizsi megállapodásból

Egyelőre úgy tűnik, hogy Donald Trumpnak, az USA elnökének a párizsi klímamegállapodást felrúgó bejelentése (2017. június 1-jén) olyan következményt nem von maga után, hogy bármelyik európai vagy tengerentúli állam a kilépést fontolgatná. Sőt a bejelentést követően az Egyesült Államokban több tagállam és nagyvállalat is közölte, hogy az elnöki döntés ellenére ők az eddigi úton haladnak tovább. Ez azt jelenti, hogy gazdasági érdek fűzi őket a környezetbarát energia felhasználásához és a minél hatékonyabb energiatakarékossági technikák kidolgozásához.

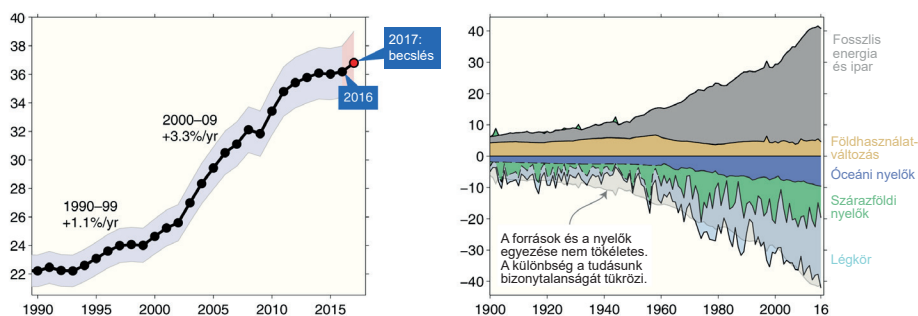
Megnyugtató adat, hogy a világ fejlett országainak jelentős része sokat tett a kibocsátás csökkentése érdekében, és erre pozitív eredményekkel tudunk szolgálni. A legfontosabb, hogy a világ üvegházgáz-kibocsátása 2014 és 2016 között alig emelkedett. Már a legnagyobb kibocsátó országban, Kínában is stagnál a kibocsátás. Az Egyesült Államokban bő hat éve, az Európai Unióban több mint tíz éve csökken a kibocsátás.

Ha tehát az USA elnöke rendeletekkel erőlteti is a fosszilis energia felhasználását, az összességében rosszat tenne az amerikai gazdaságnak. A kevés energiabefektetést igénylő termékek ma jobban eladhatók, amint ezt a párizsi megállapodástól függetlenül tapasztalható kibocsátásstagnálás is bizonyítja. Trump elnök ígérete szerint bizonyára megnyitja majd a szénbányákat, de a zöldenergia fejlődése és az anyag- és energiaigényének csökkenése olyan mértékű lesz, hogy az majd mindent ellensúlyoz. Abban igaza lehet Trumpnak, hogy az USA a többi országhoz képest nagyobb kibocsátáscsökkentést vállalt, de egy főre vetítve kiemelkedően magas kibocsátásért is felel. (Lásd a következő pontban.)

1.4.3. Aktuális kibocsátástendenciák

A Föld Statisztikai Adatai (*Earth System Science Data* – ESD) honlapon 2006 óta napvilágot látnak a világ szén(-dioxid) körforgalmának adatai is. A 2017. évi terjedő elemzések (*Earth System Science Data* s. a.) 2017. november 1-jén kerültek ki az *Earth System Science Data, Global Carbon Budget 2017*. című jelentésben.⁷ (LE QUÉRÉ et al. 2017) Ebben a fosszilis energiahordozók és az ipar kibocsátása miatti éves mérlegnövekedés (E_{FF}) a világ energiastatisztikáin és cementgyártási adatokon alapszik. A földhasználat, döntő részben az erdőirtással és telepítéssel kapcsolatos növekmény (E_{LUC}) földhasználati megfigyelések és gazdálkodási modellek segítségével készült. A légköri szén-dioxid-koncentrációkat folyamatosan mérjük, így a légkörben maradó szén-dioxid évi növekménye (G_{ATM}) jól becsülhető. Végül az óceáni CO_2 -elnyelés (S_{OCEAN}) és a szárazföldi biomassa-megkötés (S_{LAND}) évenkénti értékei megfigyelésekkel támogatott, körforgalmi modellekből származnak. E becslések pontos értékei zérusmérleget (B_{IM}) kellene, hogy adjanak, ám ez nem teljesül pontosan. A legutolsó teljes évtizedre (2007–2016) rendelkezésre álló mérlegkomponensek és becsült hibáik a következőképpen alakultak: $E_{FF} = 9,4 \pm 0,5 \text{ GtC yr}^{-1}$, $E_{LUC} = 1,3 \pm 0,7 \text{ GtC yr}^{-1}$, $G_{ATM} = 4,7 \pm 0,1 \text{ GtC yr}^{-1}$, $S_{OCEAN} = 2,4 \pm 0,5 \text{ GtC yr}^{-1}$, $S_{LAND} = 3,0 \pm 0,8 \text{ GtC yr}^{-1}$. A mérleg tíz év átlagában $+0.6 \text{ GtC yr}^{-1}$, ami arra utal, hogy vagy ennyivel túlbecsült a kibocsátás évi átlagos növekménye, vagy ugyanennyivel alulbecsültek a nyelők.

Az alábbiakban négy diagramot mutatunk be ebből a tanulmányból (1.10. és 1.11. ábra). Elsőként lássuk, hogyan alakult a szén-dioxid kibocsátása 2016-ig, illetve becsült értéként 2017-ben! Látható, hogy a nem mezőgazdasági kibocsátás néhány évi stagnálás után ismét nőtt 2017-ben, méghozzá évi mintegy 2%-kal (1.10. ábra).



1.10. ábra

A fosszilisenergia-használat és a cementgyártás miatti CO_2 -kibocsátás (GtCO₂/év; balra) és az összes kibocsátás, és annak megoszlása a földi szférák között (GtCO₂/év; jobbra).⁸

Forrás: LE QUÉRÉ et al. 2017

A légköri szén-dioxid növekedése ugyanakkor folyamatos, mivel a stagnáló évek kibocsátása is jelentősen meghaladja azt a szintet, amit az óceánok és a szárazföldek még semlegesíteni tudnak. Meg kell ugyanakkor jegyeznünk, hogy a szférák semlegesítő

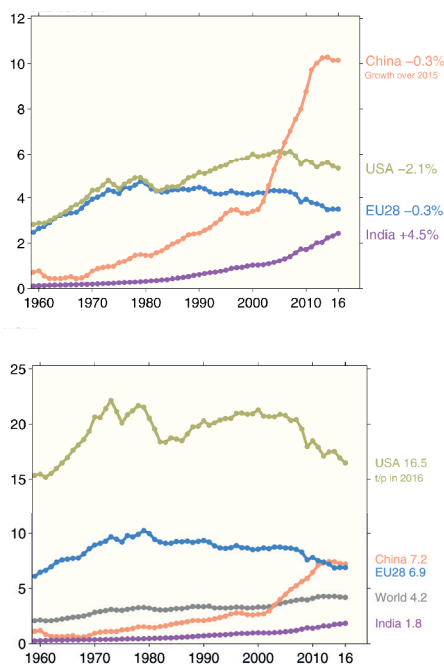
⁷ Elérhető: www.earth-syst-sci-data-discuss.net/essd-2017-123/ (A letöltés dátuma: 2018. 03. 20)

⁸ A jobb oldali ábrán a nyelők összege nem mindig adja ki a forrásokét, vagyis ismereteink pontossága korlátozott.

képessége a mai kibocsátások mellett ekkora, kisebb kibocsátás esetén szerényebb lehet. Minél jobban megközelítjük hosszabb távon a nulla kibocsátást, annál biztosabb, hogy a koncentrációk nem nőnek tovább, ezáltal már csak az óceáni hőelnyelés miatti „büntető melegedés” emeli a hőmérsékletet.

Az egyes országok, országcsoportok felelősségét az 1.11. ábrán mutatjuk be, ugyancsak Le Quéré és munkatársai (2017) nyomán. Az első rangsort messze Kína vezeti, immár bő tíz éve, egyre növekvő különbséggel, annak ellenére, hogy mintegy négy éve itt is stagnál a kibocsátás, ám az USA-ban és az EU-ban egy évtizede jelentősen csökken. Az ábrán szereplő országok közül egyedül India kibocsátása növekszik a 20. század közepe óta, illetve az utóbbi évtizedben fokozódó ütemben.

Az egy főre vetített kibocsátás grafikonján a világ kibocsátása lassú növekedés után az utóbbi néhány évben kissé csökkent (a népesség növekedése miatt azért növekedett, sőt a 2017-re becslült érték immár jelentős növekedést vetített előre. E mutató alapján egyértelmű, hogy az Egyesült Államok egy polgára bocsátja ki a legtöbb szén-dioxidot. Bár itt a leggyorsabb a csökkenés, az utóbbi években is mintegy kétszeres az USA egy főre vetített kibocsátása annak, ami Kína és az EU egy átlagpolgárának rovására írható. Érdekes, hogy az utóbbi pár évben egy kínai lakos kicsivel több szén-dioxidot bocsát ki, mint egy EU-s állampolgár.



1.11. ábra

A fosszilisenergia-használat és a cementgyártás miatti CO₂-kibocsátás a legjelentősebb országokra (GtCO₂/év: felül) és az egy főre eső kibocsátás (t CO₂/fő/év: alul) ezekben az országokban és a világon

Forrás: LE QUÉRÉ et al. 2017

1.5. Klímaváltozás és helyi éghajlat az ENSZ SDGs (2016–2030) céljaiban

Az ENSZ közgyűlése 2015 szeptemberében fogadta el a Fenntartható Fejlődés Menetrendjét, benne 17 céllal és 169 részcéllal (Sustainable Development Goals – SDGs), (SDGs 2015) amelyek kidolgozása Kőrösi Csabának, hazánk ENSZ-nagykövetének társelnökségével zajlott, a kenyai Macharia Kamauval együtt.

1.5.1. A célok rendszerezése

A célokat, amelyek ikonjai az 1.12. ábrán láthatók, nem rendezték logikai sorba. Ezért a célokat logikus rendben az alábbiakban mutatjuk be (a pontos megfogalmazásokat lásd alább):

- elsődleges emberi igények (2. enivaló, 3. egészség, 6. víz, 7. energia);
- egyenlőség, igazságosság (1. szegénység, 4. oktatás, 5. nemek egyenlősége, 10. más egyenlőtlenségek);
- hatékony és fenntartható gyártás (8. gazdasági növekedés, 9. innovatív ipar, 12. felelős fogyasztás, gyártás);
- veszélyeztetett tájak (11. nagyvárosok, 14. óceáni élet, 15. élet a szárazföldön);
- éghajlatváltozás (13. éghajlati akciók);
- világméretű együttműködés (16. béke és igazságosság, 17. partnerség).

Az alábbiakban az ENSZ fenntartható fejlődési céljait (2016–2030) elsősorban az éghajlathoz és annak változásaihoz kapcsolódva ismertetjük. Az alábbiakban megállapítjuk, hogy összesen 22 éghajlati relevanciájú részcel a 169 részcel 13%-a. Az alábbi táblázatok össze-sítése szerint a jelen éghajlatához 21, annak változásaihoz 11 részcelnek van kapcsolódása.



1.12. ábra

A fenntartható fejlődés céljainak (2016–2030) emlékeztető ikonjai

Forrás: SDGs 2015

1.5.2. Az éghajlathoz és annak változásához kapcsolódó célok és részcélok

E fejezetben a témánkhoz kapcsolódó célokat és részcélokat eredeti szövegükkel mutatjuk be. Az alábbiakban is használt magyar fordítás a hazai indikátorokat előkészítő munkabizottság számára készült. (KSH 2015) A dokumentumban a kitűzött célok kétféle jelöléssel szerepelnek. *Szám.szám* jelöléssel azokat a célokat sorolja a forrás, amelyek konkrét évre elérendő, határozott elvárásokat fogalmaznak meg. Ezzel szemben a *szám.betű* típusú rész-célok intézményi, szemléleti feltételeket tartalmaznak.

Az alábbi alfejezetekben minden cél szerepel legalább egy részcéllal, egy kivétellel. Ez az 5. *A nemek egyenlőségének megvalósítása, minden nő és lány társadalmi szerepének megerősítése* cél. Mind az öt alfejezetben idézzük a célokat és részcélokat, majd táblázatba foglaljuk, hogy a jelen klímára vagy annak változására vonatkozó ismeretek hasznosulnak-e a rész-cél megvalósításában, végül leírjuk, hogy miben is állnak ezek a kapcsolódások.

1.5.2.1. Elsődleges emberi igények (4 cél, 4 releváns rész-cél)

„2. Cél: Az éhezés megszüntetése, az élelmezésbiztonság és a jobb táplálkozás megteremtése, valamint a fenntartható mezőgazdaság támogatása. 2.4 rész-cél: 2030-ra olyan fenntartható élelmiszer-termelési rendszerek létrehozása és rugalmas mezőgazdasági gyakorlatok alkalmazása, amelyek növelik a termelékenységet és a termelési volument, segítenek az ökoszisztémák fenntartásában, erősítik a klímaváltozással, szélsőséges időjárással, szárazsággal, árvizekkel és egyéb katasztrófákkal kapcsolatos alkalmazkodási képességet, valamint progresszíven javítják a föld és talaj minőségét.”

„3. Cél: Az egészséges élet és a jóllét biztosítása minden generáció valamennyi tagjának. 3.9 rész-cél: 2030-ra a veszélyes vegyi anyagok, a levegő-, víz- és talajszennyezés és a fertőzések következtében történő elhalálozások számának jelentős mértékű csökkentése.”

„6. Cél: A vízhez és szanitációhoz történő hozzáférés és fenntartható használat biztosítása mindenki számára. 6.4 rész-cél: 2030-ra a vízhasználat hatékonyságának jelentős növelése minden ágazatban; a fenntartható vízkivétel és az ivóvízellátás biztosítása a vízhiány kezelésére, továbbá a vízhiánytól szenvedő emberek számának jelentős csökkentése.”

„7. Cél: Megfizethető, megbízható, fenntartható és modern energiához való hozzáférés biztosítása mindenki számára. 7.2 rész-cél: 2030-ra a globális energiatermelésben a megújuló energiák részarányának jelentős növelése.”

Az 1.3. táblázat soraiban a fenntartható élelmiszer-termelés bizonyosan igényli az éghajlati ismereteket. Mivel a 2030-as év és a rendelkezésre álló éghajlati adatok származási évtizedei között jelentős az időbeli eltérés, ehhez a rész-célhoz a várható regionális változások előrevetítése is hasznos. Az Egyenlítő körül 20-20 földrajzi fokos övezetben az El Niño/La Niña ingadozás megbízható előrejelzése segítheti a terméshozamok megőrzését. A vegyi szennyezések miatti halálozás csökkentésében elsősorban az elkeveredés átlagos feltételeire és annak ingadozására vonatkozó ismeretek lényegesek. A közelmúlt éghajlatának ismerete

ezt a 3.9 részcélt is segítheti. A vízhiány mérséklése (6.4 rész cél) megvalósításában is fontosak az éghajlati ismeretek, a vízmérlegszámítások és a változás előrejelzése. A megújuló energiaforrások arányának növelésében (7.2 rész cél) hasznosulnak azok az éghajlati ismeretek, amelyek a potenciálok átlagos mértékére, illetve azok szélsőségeire vonatkoznak.

1.3. táblázat

Az éghajlati és éghajlatváltozási ismeretek szerepe az elsődleges emberi igények körébe tartozó részcélok teljesülésében

	Éghajlati információ (CI)	Éghajlatváltozás (CC)
2.4 rész cél	+	+
3.9 rész cél	+	
6.4 rész cél	+	+
7.2 rész cél	+	

Forrás: a szerző szerkesztése

1.5.2.2. Egyenlőség, igazságosság (3 releváns cél, 3 rész cél)

„1. Cél: A szegénység valamennyi formájának felszámolása mindenhol. 1.5 rész cél: 2030-ra a szegény és sérülékeny helyzetben levő csoportok rugalmas alkalmazkodásának kialakítása, a klímaváltozással kapcsolatos, valamint egyéb gazdasági, társadalmi válságoknak és katasztrófáknak történő kitettségük és sérülékenységük csökkentése.”

„4. Cél: Az általánosan elérhető és méltányos minőségi oktatás, valamint az élethosszig tartó tanulás lehetőségeinek megteremtése mindenki számára. 4.7 rész cél: 2030-ra minden tanuló számára a fenntartható fejlődés előmozdításához szükséges tudás és jártasság megszerzésének biztosítása, beleértve egyebek között a fenntartható fejlődésre és a fenntartható életmódra nevelést, az emberi jogokat, a nemek közti egyenlőséget, a béke és az erőszakmentesség kultúráját, a globális felelősség szemléletét, a kulturális sokszínűség és a kultúra fenntartható fejlődéshez való hozzájárulását.”

„10. Cél: Az országok közötti és az országokon belüli egyenlőtlenségek csökkentése. 10.7 rész cél: Az emberek szabályos, biztonságos, legális és felelősségteljes migrációjának elősegítése, beleértve a tervezett és jól irányított migrációs politikák végrehajtását.”

1.4. táblázat

Az éghajlati és éghajlatváltozási ismeretek hasznossága az egyenlőségre irányuló célokban

	Éghajlati információ (CI)	Éghajlatváltozás (CC)
1.5 rész cél	+	
4.7 rész cél	+	+
10.7 rész cél	+	

Forrás: a szerző szerkesztése

A szegénység mérséklésével kapcsolatos 1.5 részcéllal kapcsolatban (1.4. táblázat) tudnunk kell, hogy a leginkább érintett térségekben rövidek és hiányosak az éghajlati adatsorok. A 4.7 rész cél, a fenntarthatóság oktatása nemcsak az éghajlati statisztikák átadását jelenti, hanem azon ismereteket is, amelyekkel a klímaváltozás hitelesen detektálható. Végül a migrációval kapcsolatban fontosak azok az ismeretek, amelyek a kibocsátó ország éghajlatára, a helyzet rosszabbodására utaló anomáliák valószínűségére utalnak. Fontos annak ismerete is, hogy a célországban uralkodó éghajlat miben más, mint amit a vándorlók megismertek. A migráció mértékének előrebecsléséhez ismerni kell a klímaváltozás regionálisan várható jellemzőit is.

1.5.2.3. Hatékony és fenntartható gyártás (3 cél, 6 rész cél)

„8. Cél: Tartós, befogadó és fenntartható gazdasági fejlődés, teljes és hatékony foglalkoztatás és tisztességes munka megteremtése mindenki számára. 8.4 rész cél: A fogyasztásban és a termelésben az erőforrások hatékonyságának globális méretekben történő fokozatos javítása 2030-ig és törekvés arra, hogy a fejlett országok vezetésével a gazdasági növekedés különváljon a környezetkárosodástól, összhangban a fenntartható fogyasztás és termelés 10 éves keretprogramjával. 8.9 rész cél: 2030-ra szakpolitikák kidolgozása és megvalósítása a fenntartható turizmus érdekében, amik munkahelyeket teremtenek, és népszerűsítik a helyi kultúrát és termékeket.”

„9. Cél: Ellenállóképes infrastruktúra kiépítése, a befogadó és fenntartható iparosítás támogatása és az innováció ösztönzése. 9.1 rész cél: A gazdasági fejlődés és az emberi jólét támogatására minőségi, megbízható fenntartható és ellenállóképes infrastruktúra kiépítése, beleértve a regionális és a határon átnyúló infrastruktúrát is, a mindenki számára történő elérhetőségre és egyenlő hozzáférésre összpontosítva.”

„12. Cél: Fenntartható fogyasztási és termelési rendszerek kialakítása. 12.8 rész cél: 2030-ra annak biztosítása, hogy az emberek rendelkezzenek megfelelő információval és tudással a fenntartható fejlődésről és természettel harmóniában álló életstílusról.”

1.5. táblázat

Az éghajlati és éghajlatváltozási ismeretek hasznossága a fenntartható gyártásra irányuló célokban

	Éghajlati információ (CI)	Éghajlatváltozás (CC)
8.4 rész cél	+	
8.9 rész cél	+	
9.1 rész cél	+	
12.8 rész cél	+	

Forrás: a szerző szerkesztése

A termelés hatékonyságának javításához (8.4 rész cél) sok területen hozzájárulhat az éghajlat ismerete, beleértve annak szélsőségeit (1.5. táblázat). A klímaváltozás ismeretének kicsi a hatása a rész cél szerinti, 2030-ig várt előrelépésre. A fenntartható turizmus fejlesztését (8.9 rész cél) érdemes összehangolni az éghajlat ismeretével. Például fontos tudni, hogy

évente hány napon át alkalmas az érzet hőmérséklet a vízparti tartózkodásra. A kültéri infrastruktúra hatékony tervezésében ugyancsak szerephez jut az éghajlat ismerete (9.1 rész-cél). Végül a 12.8 rész-cél maguknak a környezeti ismereteknek az elterjesztéséről szól, így az éghajlat is része.

1.5.2.4. Veszélyeztetett tájak (3 cél, 6 rész-cél)

„11. Cél: A városok és emberi települések befogadóvá, biztonságossá, ellenállóvá és fenntarthatóvá tétele. 11.5 rész-cél: 2030-ra a természeti katasztrófák – beleértve a vízzel kapcsolatos katasztrófákat – okozta halálesetek és az érintettek számának jelentős csökkentése, valamint a katasztrófák okozta gazdasági veszteségek GDP-hez viszonyított arányának jelentős csökkentése, középpontba helyezve a szegények és a sérülékeny helyzetben levő emberek védelmét. 11.6 rész-cél: 2030-ra a városok által okozott, egy főre jutó kedvezőtlen környezeti hatások csökkentése, kiemelt figyelmet szentelve a levegő minőségének, valamint a lakossági és egyéb hulladékkezelésnek.”

„14. Cél: Az óceánok, tengerek és a tengeri erőforrások megőrzése és fenntartható használata a fenntartható fejlődés érdekében. 14.5 rész-cél: 2020-ra a tengerparti és tengeri területek legalább 10%-ának védelme, összhangban a nemzeti és nemzetközi törvényekkel, az elérhető legjobb tudományos információkra alapozva.”

„15. Cél: A szárazföldi ökoszisztémák védelme, helyreállítása és fenntartható használatának támogatása, az erdők fenntartható használata, a sivatagosodás leküzdése, a talajromlás megállítása és a pusztulás visszafordítása, és a biológiai sokféleség további csökkenésének megállítása. 15.3 rész-cél: 2020-ra a sivatagosodás leküzdése (megállítása), a leromlott földfelületek és talaj helyreállítása, beleértve a sivatagosodás, aszály és árvizek által érintett területeket, és törekvés a talajromlás nélküli világ elérésére. 15.5 rész-cél: Gyors és jelentős intézkedések megtétele a természetes élőhelyek romlásának mérséklésére, a biológiai sokféleség csökkenésének megállítására, 2020-ra a veszélyeztetett fajok védelme és kihalásuk megakadályozása. 15.8 rész-cél: 2020-ra intézkedések bevezetése a vízi és szárazföldi ökoszisztémákban megjelenő idegenhonos özőnfajok ellen, valamint hatásaik jelentős csökkentésére, a legfőbb fajok ellenőrzés alatt tartása, illetve kiirtása.”

Az 1.6. táblázatba foglalt rész-célok közül az első kettőhöz csak a mai éghajlat ismerete, míg a másik négyhez a klímaváltozás is hozzájárul. A városi környezetet még nem, de a víz alatti és a szárazföldi környezet sérülékeny elemeit már a rövid idő alatt végbemenő éghajlatváltozás is befolyásolja. Például a sivatagosodás nemcsak a sivatagokban, de kiterjedt mérsékelt övi arid területeken is szemmel látható folyamat. Ma már a szélsőségekre vonatkozó ismeretek, például az extrém indexek ugyanúgy az éghajlathoz tartoznak, és most már tárolhatók is a rájuk vonatkozó statisztikák, mint a statisztikai momentumok (átlag, szórás stb.). E szélsőségek mindhárom sérülékeny környezeti típusban (nagyváros, víz alatti élet, szárazföldek) problémákat okoznak, de az, hogy milyen gyakran és milyen intenzitással, az már hozzátartozik a helyi éghajlat ismeretéhez. Megjegyezzük, hogy az árvizek drámai szaporodásában bizonyára a folyómedrek szándékolt átalakítása is szerepet játszott.

1.6. táblázat

Az éghajlati és éghajlatváltozási ismeretek hasznossága a veszélyeztetett szférák védelmében

	Éghajlati információ (CI)	Éghajlatváltozás (CC)
11.5 rész cél	+	
11.6 rész cél	+	
14.5 rész cél	+	+
15.3 rész cél	+	+
15.5 rész cél	+	+
15.8 rész cél	+	+

Forrás: a szerző szerkesztése

1.5.2.5. Éghajlatváltozás (1 cél, 2 rész cél)

„13. Cél: Sürgős lépések megtétele a klímaváltozás és hatásainak leküzdésére elismerve, hogy az éghajlatváltozásra adandó globális válaszok tárgyalásának elsődleges nemzetközi kormányközi fóruma az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezménye (UNFCC). 13.1 rész cél: A klímaváltozáshoz kapcsolódó veszélyekkel és természeti katasztrófákkal szembeni ellenálló és alkalmazkodóképesség megerősítése minden országban. 13.3 rész cél: A klímaváltozás kedvezőtlen hatásai mérséklésére, az alkalmazkodás javítására vonatkozó oktatás, szemléletformálás javítása, a humán és intézményi kapacitás növelése, az előrejelzés fejlesztése.”

1.7. táblázat

Az éghajlati és éghajlatváltozási ismeretek hasznossága a 13. cél rész céljaiban

	Éghajlati információ (CI)	Éghajlatváltozás (CC)
13.1 rész cél	+	+
13.3 rész cél	+	+

Forrás: a szerző szerkesztése

Az éghajlatváltozásról szóló célok között csak kettő kapcsolódik az éghajlathoz és annak változásához (1.7. táblázat). Az egyik a szélsőségekkel szembeni ellenálló képesség (13.1), a másik a problémakörrel kapcsolatos oktatás, szemléletformálás (13.3), amelyek éghajlati kapcsolódása nem is igényel külön magyarázatot. A kimaradt rész célok közül a klímaváltozással kapcsolatos intézkedések integrálása a nemzeti szakpolitikákba már nem az éghajlati ismeretektől függ. Ugyanígy a célhoz tartozó két betűs rész cél (13.a és 13.b), a 2020-ra közösen a fejlődő országokba menő évi 100 milliárd USD célirányos felhasználása és a klímaváltozással kapcsolatos tervezést elősegítő kapacitások bővítése sem az éghajlati ismereteken múlik.

1.5.2.6. Világméretű együttműködés (2 cél, 3 rész cél)

„16. Cél: Békés és befogadó társadalmak megteremtése a fenntartható fejlődés érdekében, az igazságszolgáltatáshoz való hozzáférés biztosítása mindenki számára és a hatékony, elszámoltatható és mindenki számára nyitott intézményi háttér kiépítése minden szinten. 16.8 rész cél: A fejlődő országok részvételének kiszélesítése és megerősítése a globális kormányzás intézményeiben. 16.10 rész cél: Az információhoz történő nyilvános hozzáférés biztosítása és az alapvető szabadságjogok védelme a nemzeti jogszabályokkal és a nemzetközi egyezményekkel összhangban.”

„17. Cél: A végrehajtás eszközeinek erősítése és a fenntartható fejlődés megteremtéséhez szükséges globális partnerség újjáélesztése. 17.7 rész cél: A fejlődő országok számára a környezetbarát technológiák fejlesztésének, átadásának, terjesztésének elősegítése kedvező feltételek mellett, beleértve a közös megegyezés alapján biztosított kedvezményes (koncesszionális és preferenciális) feltételeket.”

E két cél éghajlati kapcsolódása is nyilvánvaló (1.8. táblázat). A 16.8 rész célra jó példák a részes felek konferenciái (2017 decemberében, Bonnban már a 23. konferenciát rendezték), amelyek a klímaváltozás mérséklésével és a lehetséges alkalmazkodással foglalkoznak. Ezeknek minden partnerország egyenjogú tagja annak alapján, amit a „mindenkire kiterjedő, de nem egyenlő mértékű felelősség” elve kifejez. Az éghajlati adatokhoz és előrebecslésekhez való hozzáférés biztosítása (16.10 rész cél) alkalmas eszköz a döntéshozók figyelmének felkeltésére.

1.8. táblázat

Az éghajlati és éghajlatváltozási ismeretek a világméretű együttműködés rész céljai érdekében

	Éghajlati információ (CI)	Éghajlatváltozás (CC)
16.8 rész cél		+
16.10 rész cél	+	
17.7 rész cél	+	+

Forrás: a szerző szerkesztése

Jó példa ugyanerre az ózonpajzs védelmét célzó *Montreali jegyzőkönyv* és ennek későbbi kiterjesztései. Végül az éghajlati adatok, produktumok és megfigyelő eszközök országok közötti cseréje, illetve árusítása, amit a Meteorológiai Világszervezet (WMO) koordinál, jó példa a 17.7 rész cél teljesítésére.

Felhasznált irodalom

Adoption of the Paris Agreement. (2015) Elérhető: <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf> (A letöltés dátuma: 2018. 03. 20.)

Climate Prediction Center (s. a.) Elérhető: www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/MJO/warm.gif (A letöltés dátuma: 2018. 03. 20.)

- Earth System Science Data*. (s. a.) Elérhető: www.earth-syst-sci-data-discuss.net/essd-2017-123/ (A letöltés dátuma: 2018. 03. 20.)
- EEA (2017): *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016*. An indicator-based report. Copenhagen, European Environment Agency.
- Euro-Cordex* (s. a.) Elérhető: www.euro-cordex.net/ (A letöltés dátuma: 2018. 03. 20.)
- Eurostat* (s. a.) Elérhető: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/population-demography-migration-projections/population-data> (A letöltés dátuma: 2018. 03. 20.)
- Global Temperature Report for 2017*. (2017) Elérhető: <http://berkeleyearth.org/global-temperatures-2017/> (A letöltés dátuma: 2018. 03. 20.)
- IPCC (2007): *Climate Change (2007): The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. Cambridge – New York, Cambridge University Press.
- 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. Cambridge – New York, Cambridge University Press.
- IPCC AR5 (2013–2014): *Climate Change. WG I – II – III. + Synthesis Report*. Cambridge – New York, Cambridge University Press.
- 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*, Vol. 14, No. 2. 563–578.
- KSH (2015): SDGs 2015 magyarul. Az ENSZ Fenntartható Fejlődési Célok hazai indikátor rendszerének kidolgozását segítő, a Központi Statisztikai Hivatal által koordinált tárcaközi szakértői csoport munkanyaga. Budapest, KSH.
- LE QUÉRÉ, C. and 76 co-authors, inc. ANDREW, R. M. – FRIEDLINGSTEIN, P. – SITCH, S. – PONGRATZ, J. – MANNING, A. C. – KORSBAKKEN, J. I. – PETERS, G. P. – CANADELL, J. G. – JACKSON, R. B. – BODEN, T. A. – TANS, P. P. (2017): *Global Carbon Budget 2017*, Earth Syst. Sci. Data Discuss. DOI: <https://doi.org/10.5194/essd-2017-123>
- LENTON, T. M. – HELD, H. – KRIEGLER, E. – HALL, J. W. – LUCHT, W. – RAHMSTORF, S. – SCHELLNHUBER, H. J. (2008): Inaugural Article: Tipping elements in the Earth's climate system. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 105, No. 6. 1786–1793. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.0705414105>
- MIKA, J. (2014): The “paused warming controversy” in the IPCC AR5 with consequences on adaptation and mitigation. In MESTERHÁZY B. szerk.: *XIII. Természet-, műszaki és gazdaságtudományok alkalmazása nemzetközi konferencia*. Szombathely. CD-ROM. 8–15.
- Office of Satellite and Product Operations*. (s. a.) Elérhető: www.ospo.noaa.gov/data/sst/anomaly/2015/anomg.12.24.2015.gif (A letöltés dátuma: 2018. 03. 20.)
- Párizsi Egyezmény*. (2015) Elérhető: http://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf (A letöltés dátuma: 2018. 03. 20.)
- SDGs (2015): *United Nations Resolution*. A/RES/70/1 of 25 September 2015. Elérhető: www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E (A letöltés dátuma: 2020. 01. 13.)
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)*. (1992) Elérhető: unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf (A letöltés dátuma: 2018. 03. 20.)

- USGCRP (2017): *Climate Science Special Report*. Fourth National Climate Assessment, Volume I. U.S. Global Change Research Program, Washington, D. C. Elérhető: <https://science2017.globalchange.gov/> (A letöltés dátuma: 2020. 01. 13.)
- WHO. (s. a.) Elérhető: www.euro.who.int/en/data-and-evidence (A letöltés dátuma: 2018. 03. 20.)