



AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁSI KORMÁNYKÖZI TESTÜLET (IPCC) **NEGYEDIK** ÉRTÉKELŐ JELENTÉSE
A MUNKACSOPORTOK DÖNTÉSHOZÓI ÖSSZEFOGLALÓI

Éghajlatváltozás **2007**



Ajánlás

A kiadvány, amit az Olvasó kezében tart, a szembesítést szolgálja. Valamennyiünk szembesítését azzal, hogy a jelenkori éghajlatváltozás növekvő veszélyéért, egyre súlyosabbnak látszó következményeiért jelentős mértékben az emberi tevékenység a felelős. Miközben ezzel a nehéz teherrel szembesülünk, meg kell fogalmaznunk a válaszainkat arra a kérdésre, mit tehetünk azért, hogy a következő nemzedékeknek ne kelljen a mi hibánkból nehezebb körülmények között élniük.

Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület feladata, hogy tudományosan megalapozott információkat nyújtson, s így segítsen átfogó és objektív képet alkotni a földi éghajlat megváltozásának kockázatáról, a drámai változások elkerülését célzó beavatkozások lehetőségeiről, illetve a már mindenképpen bekövetkező változásokra való felkészülésről.

A Testület állásfoglalása szerint mára már egyértelműen kimutatható, hogy bizonyos gazdasági tevékenységekből, életviteli szokásokból adódóan a földi légkörben gyors ütemben növekszik a globális éghajlatváltozást kiváltó - üvegházhatású - gázok mennyisége. Ennek következtében jelentős mértékű felmelegedés alakulhat ki, ami együtt jár a csapadékviszonyok megváltozásával, gyakoribb és súlyosabb károkat okozó szélsőséges meteorológiai jelenségekkel, a világtengerek szintjének emelkedésével és mindezek számottevő természeti, társadalmi-gazdasági következményeivel.

A Testület sokoldalú értékelése alapján azonban - nemzetközi szinten is összehangolt fellépéssel - viszonylag rövid időn belül elérhető, hogy az említett gázok légköri kibocsátása már ne növekedjen, illetve a jelen évszázad közepére legalább a felére csökkenjen. A tudósok számításai szerint ez szükséges ahhoz, hogy elkerülhető legyen a környezeti feltételek túlzottan gyors és nagymértékű megváltozása. Máskülönben az ökológiai rendszerek jó része már képtelen lenne alkalmazkodni, a társadalmak pedig - az időben történő beavatkozáshoz, felkészüléshez képest - jóval nagyobb árat fizetnének a késlekedésért.

A fentiek alapján ajánlom a Testület legújabb értékeléseit összesítő magyar nyelvű kiadványt mindenki figyelmébe, aki velem együtt szívén viseli természeti környezetünk sorsát, érteni akarja a földi környezetet veszélyeztető folyamatokat és cselekedni is akar e veszélyek elhárítása, illetve a káros hatások mérséklése érdekében.

Dr. Fodor Gábor
környezetvédelmi és vízügyi miniszter

ÉGHAJLATVÁLTOZÁS 2007

TARTALOMJEGYZÉK

Ajánlás

Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület új átfogó értékelésének előzményei és jelentősége

ÉGHAJLATVÁLTOZÁS 2007: TERMÉSZETTUDOMÁNYOS ALAPOK

Az I. Munkacsoport Beszámolója (Döntéshozói Összefoglaló).....7

Bevezetés.....8

Az éghajlatváltozás emberi eredetű, illetve természetes hatótényezői.....8

Napjaink éghajlatváltozásának közvetlen megfigyelései.....11

Paleoklíma-visszatekintés.....18

Az éghajlatváltozás kimutatása és magyarázata.....19

A jövőbeli éghajlatváltozások felvázolása.....22

Az IPCC Speciális Jelentése az Emissziós Forгатókönyvekről (SRES)
emissziós forгатókönyvei.....30

ÉGHAJLATVÁLTOZÁS 2007: HATÁSOK, ALKALMAZKODÁS ÉS SEBEZHETŐSÉG

A II. Munkacsoport Beszámolója (Döntéshozói Összefoglaló).....31

Bevezetés.....32

Az éghajlatváltozás természeti és emberi környezetre gyakorolt hatásairól
kialakult jelenlegi ismeretek.....32

Jelenlegi ismereteink a jövőbeni hatásokról.....37

Jelenlegi tudásunk a éghajlatváltozásra adott válaszadásról.....49

Rendszeres megfigyelési és kutatási szükségletek.....51

ÉGHAJLATVÁLTOZÁS 2007: A KIBOCSÁTÁS MÉRSÉKLÉSE

A III. Munkacsoport Beszámolója (Döntéshozói Összefoglaló).....55

Bevezetés.....56

Üvegházhatású gázok kibocsátásának trendje.....56

Mérséklés rövid és középtávon (2030-ig).....63

Mérséklés hosszú távon (2030 után).....74

Politikák, intézkedések és eszközök az éghajlatváltozás mérséklésére.....80

Fenntartható fejlődés és az éghajlatváltozás mérséklése.....84

Ismereteink hiányosságai.....85

Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület új átfogó értékelésének előzményei és jelentősége

Húsz évvel ezelőtt a Környezet és Fejlődés Világbizottság a földi környezetet és a társadalmakat veszélyeztető legsúlyosabb problémák között kiemelt figyelmet szentelt az éghajlatváltozás kockázatának. Az ENSZ Közgyűlés számára készített jelentésük ajánlásai alapján a vonatkozó közgyűlési határozatok nyomán e témakörben konkrét lépések történtek mindkét meghatározó fontosságú irányban: a nemzetközi politikai és a nemzetközi tudományos együttműködés erősítésére, s mindkét vonatkozásban az együttműködés intézményes kereteinek létrehozására. Ennek megfelelően:

- 1988-ban megalakult az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület,
- 1991-ben pedig megkezdte munkáját az éghajlatváltozással kapcsolatos egyezmény kidolgozására létrehozott Kormányközi Tárgyaló Bizottság.

Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület alapvető feladata az volt, hogy a világ tudományos közösségének közreműködésével, megfigyelési és kutatási eredményeinek felhasználásával:

- átfogóan értékelje az emberi tevékenységek hatását a Föld éghajlati rendszerére, tudományosan megalapozott becsléseket adjon az éghajlat további várható globális változására,
- felmérje a társadalmi-gazdasági és környezeti következményeket,
- feltárja és elemesse azokat a lehetőségeket, amelyek megfelelő alkalmazásával egyrészt csökkenthetők a földi éghajlatra gyakorolt veszélyes emberi hatások, másrészt mérsékelhetők az éghajlatváltozás kedvezőtlen következményei.

Az első témakörben a különböző emberi tevékenységek "mellékhatásaként" az üvegházhatású gázok – mindenekelőtt a szén-dioxid – légköri kibocsátásainak korlátozása, csökkentése a cél, s emellett e gázok légkörből való kikerülésének fokozottabb elősegítése. A második témakörben azt vizsgálták, hogyan lehet felkészülni a környezeti körülményekben várhatóan bekövetkező változásokra, csökkenteni azok káros hatásait, illetve felkészülni az alkalmazkodásra.

A Kormányközi Tárgyaló Bizottság azzal a céllal kezdte meg tevékenységét, hogy az abban képviselt kormánydelegációk az 1992-re összehívott Környezet és Fejlődés Konferencia idejére megállapodjanak az éghajlatváltozást előidéző emberi tevékenységek nemzetközi szabályozásának alapelveiről, a felelősség megosztásáról, a főbb feladatokról és kötelezettségekről, s előkészítsék a mindezeket magában foglaló nemzetközi megállapodást.

A Testület keretében három munkacsoportban folyik a tudományos megfigyelések és a kutatási eredmények összesítése, értékelése:

- az első munkacsoport az éghajlati rendszerrel összefüggő megfigyelési adatokkal, az eddigi változások nyomon követésével, elemzésével, a hosszabb távon várható változások becslésével foglalkozik;
- a második munkacsoport a globális éghajlatváltozás globális és térségi környezeti hatásaival szembeni érzékenységet, a változások társadalmi-gazdasági és környezeti hatásait, illetve a hatásokra való felkészülés lehetőségeit vizsgálja; végül
- a harmadik munkacsoport a globális változást kiváltó tényezőknek, mérséklésük illetve csökkentésük lehetséges módjainak, eszközeinek szenteli figyelmét.

A három munkacsoport feladatkörei a Testület létrehozása óta eltelt időszakban többször módosultak, de a fentiekben vázolt fő tevékenységi célok lényegében megmaradtak. Az eredmények átfogó összesítése, a következő időszak feladatainak kijelölése, a szervezet munkáját irányító tisztségviselők megválasztása a Testület évenként megtartott plenáris ülészakának jogköre.

Ezúttal is ki kell emelni a Testület működésének két meghatározó jellemzőjét:

- a Testület nem foglalkozik új kutatási eredmények "előállításával", hanem a különböző tudományos intézetek, iskolák, kutatók által közzétett, megfelelően alátámasztott eredményeket összesíti (esetenként "ütközteti");
- a Testület "háttérben" kutatók ezrei dolgoznak, a politikai döntéshozók, a közvélemény számára legfontosabb jelentéseket azonban - az ő eredményeik alapján és közvetlen közreműködésükkel - kormánydelegációk fogadják el (amihez teljes egyetértés szükséges). Ez utóbbi azzal is jár, hogy egyes esetekben a végső megfogalmazások során számottevő nyomást gyakorolnak a Testületre egyes államok, országcsoportok, ipari érdekcsoportok képviselői.

A Testület első átfogó jelentése 1990-ben jelent meg és komoly szerepe volt abban, hogy az említett nemzetközi megállapodás – az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezménye – 1992 májusára elkészült és megnyithatták aláírásra az 1992. évi ENSZ Konferencia magasszintű szakaszán, a "Föld Csúcson".

A második értékelő jelentés 1995-ben látott napvilágot és még egyértelműbben igazolta a globális éghajlatváltozás növekvő kockázatát, mutatta be annak várható hatásait, s foglalta össze a nemzetközi közösség "válaszlépéseinek" szükségessége mellett tudományos érveket és annak konkrét lehetőségeit.

Különösen ez utóbbiakat vették figyelembe akkor, amikor a Keretegyezmény hatálybalépését követően 1995-1997 között már annak szigorításáról és kiegészítéséről folytak a tárgyalások, s amelyek eredményeképpen 1997 végére megszületett a Kiotói Jegyzőkönyv. Ezekben az években már szoros munkakapcsolat alakult ki a Testület és a Keretegyezményben Részes Államok Konferenciája között: a közvetlen együttműködésért a Éghajlatváltozási Kormányközi Testület és a Keretegyezmény Tudományos Tanácsadó Testülete által közösen működtetett fórum felelt.

Az ezt követő néhány évben úgy látszott, hogy a nemzetközi együttműködés fejlődése megtorpan, bizonyos kételyek merültek fel a konkrét végrehajtási szabályok híján a Kiotói Jegyzőkönyv hatékonyságát, sőt hatálybalépését illetően is. E kétségekre mintegy válaszul 2001-re elkészült a Testület harmadik jelentése – még erősebb bizonyítékokat bemutatva arra, hogy az elmúlt évtizedekben tovább emelkedett a földfelszíni átlaghőmérséklet és ez jórészt emberi tevékenységeknek tulajdonítható –, s 2001 végére megegyezés született a Kiotói Jegyzőkönyv részletes végrehajtási szabályairól is.

2005-ben végre a Jegyzőkönyv hatályba lépett, és ezzel új szakasz kezdődött a globális éghajlatváltozással foglalkozó nemzetközi együttműködési folyamatban. Ennek jeleként a közvélemény és a politikusok számára is az előzőeknél is fontosabbá vált a Testület következő jelentésének előkészítése. Még nagyobb lett az igény annak jobb megismerésére, megértésére, hogy milyen mértékű és ütemű globális kibocsátás-csökkentéssel érhető el a légköri üvegházhatás erősödésének megállítása, illetve milyen következményei lehetnek a globális éghajlatváltozásnak az egyes térségekben.

A Testület tevékenységének hatására, az éghajlatváltozással kapcsolatos, mind jobban kibontakozó nemzetközi együttműködéssel összefüggésben itthon is sokrétűbbé vált a témakörben a kutatás, értékelés, információáramlás:

- 1990-ben és 1991-ben került kiadásra a környezetvédelmi tárca égisze alatt két részben az első részletes hazai monográfia az éghajlat változékonyságáról és változásáról, amely hivatkozott a Testület akkor még csak készülő első értékelő jelentésére;
- 1991 végén látott napvilágot a Magyar Tudományos Akadémia - Meteorológiai Tudományos Bizottsága által összeállított - állásfoglalása az éghajlatváltozásról és a főbb teendőkről;
- 1996-ban adta ki magyar nyelven a Testület második jelentésének összefoglalóját a hazai Fenntartható Fejlődés Bizottság;
- a harmadik értékelő jelentés döntéshozó összefoglalója néhány elemző tanulmány kíséretében a Védegyület kezdeményezésére jelent meg 2005-ben.

A Testület Negyedik Értékelő Jelentésének éve 2007: a korábbi gyakorlatnak megfelelően elsőként az első munkacsoport tette közzé a jelentésrészét a globális éghajlatváltozás eddigi és jövőben várható alakulásáról, ezt követte a második munkacsoport jelentésrészé az éghajlatváltozás hatásairól, majd a harmadik munkacsoport anyaga a légköri kibocsátások változásáról, a lehetséges beavatkozások szakpolitikai, műszaki és közgazdasági kérdéseiről. A Testület 2007. májusi plenáris ülészaka jóváhagyta ezeket a részjelentéseket, a 2007 novemberében esedékes újabb ülészak pedig majd elfogadja – a három részjelentés alapján – a legfontosabb összefüggésekre, teendőkre összpontosító (szintetizáló) jelentést.

A munkacsoportok részjelentései tulajdonképpen nem tartalmazzak az eddigiektől gyökeresen eltérő vagy azoknak alapjaiban ellentmondó megállapításokat, az eddigiekhez képest rendkívüli mértékű vagy minőségű újdonságokat, azaz "tudományos meglepetéseket". Az elmúlt időszakban a megfigyelési eredmények sokat gazdagodtak. Az eddigi változásokkal, ok-okozatokkal kapcsolatos tudományos bizonyosság kifejezetten erősödött. A globális éghajlati rendszert leíró numerikus modellek sokat fejlődtek, finomodtak és ezek alapján sokkal pontosabb globális és nagytérségű regionális jövőképek – többek között a különböző társadalmi-gazdasági fejlődési pályáktól és a környezetre gyakorolt hatásoktól függő feltételes előrejelzések – készültek a várható változásokról és azok hatásairól.

Mindezek alapján minden eddiginél egyértelműbb, hogy komolyan számolni kell a nagymértékű változásokkal, ezek súlyos következményeivel, s ezek csak úgy kerülhetnek el, ha a társadalmak hathatós lépéseket tesznek az üvegházhatású gázok globális kibocsátásainak csökkentésére, valamint a már elkerülhetetlen látszó, de még kezelhető mértékű változásokra való felkészülésre. A negyedik jelentés keretében a nemzetközi tudományos közösség közzéteszi átfogó és a korábbiaknál pontosabb újabb értékelését a globális éghajlatváltozásról. Most megint elsősorban a politikai döntéshozókon, az érintett gazdasági ágazatok szereplőin a sor, hogy nemzetközi szinten, az egyes országok, térségek és ágazatok szintjén fogják a tudomány "üzeneteit", meg- és elhatározzák, majd végrehajtsák a szükséges intézkedéseket.

dr. Faragó Tibor

a Kormányközi Testülettel való együttműködés hazai koordinátora
a Keretegyezmény Tudományos Tanácsadó Testületének első elnöke

ÉGHAJLATVÁLTOZÁS 2007

TERMÉSZETTUDOMÁNYOS ALAPOK*

DÖNTÉSHOZÓI ÖSSZEFOGLALÓ

Az I. Munkacsoport Beszámolója az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület Negyedik Értékelő Jelentéséhez

A Döntéshozói Összefoglalót hivatalosan elfogadta
az IPCC I. Munkacsoportjának 10. Ülésszaka Párizsban,
2007 februárjában.

Szerzők:

Richard Alley, Terje Berntsen, Nathaniel L. Bindoff, Zhenlin Chen, Amnat Chidthaisong, Pierre Friedlingstein, Jonathan Gregory, Gabriele Hegerl, Martin Heimann, Bruce Hewitson, Brian Hoskins, Fortunat Joos, Jean Jouzel, Vladimir Kattsov, Ulrike Lohmann, Martin Manning, Taroh Matsuno, Mario Molina, Neville Nicholls, Jonathan Overpeck, Dahe Qin, Graciela Raga, Venkatachalam Ramaswamy, Jiawen Ren, Matilde Rusticucci, Susan Solomon, Richard Somerville, Thomas F. Stocker, Peter Stott, Ronald J. Stouffer, Penny Whetton, Richard A. Wood, David Wratt

Társszerzők:

Julie Arblaster, Guy Brasseur, Jens Hesselbjerg Christensen, Kenneth Denman, David W. Fahey, Piers Forster, Eystein Jansen, Philip D. Jones, Reto Knutti, Hervé Le Treut, Peter Lemke, Gerald Meehl, Philip Mote, David Randall, Dáithí A. Stone, Kevin E. Trenberth, Jürgen Willebrand, Francis Zwiers

Magyar nyelvű kiadás.

A hivatalos angol nyelvű szövegből fordította: Radnóti Zsuzsa

Szakmai lektor: Mika János

Az I. Munkacsoport Döntéshozói Összefoglalójának hivatkozási módja:

IPCC, 2007: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

* A kötet eredeti címe: "Climate Change 2007: The Physical Basis". Magyarul a szó szerinti "Fizikai alapok" fordítás kirekeszteni a klímaváltozás kémiai és biológiai alapjait. Az adott fordítás ugyanakkor nem jelenti azt, hogy a másik két kötetben ne jutnának szerephez az élő- és az élettelen természet-tudományok (a szaklektor megj.).

Az IPCC Titkárság címe és elérhetőségei:

IPCC Secretariat, c/o WMO, 7bis, Avenue de la Paix, C.P. No. 2300, 1211 Geneva 2, SWITZERLAND
Telefon: +41 22 730 8208/8254/8284 ○ Fax: +41 22 730 8025/8013 ○ E-mail: IPCC-Sec@wmo.int
Webcím: <http://www.ipcc.ch>

BEVEZETÉS

Az I. Munkacsoport Beszámolója az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület Negyedik Értékelő Jelentéséhez (a továbbiakban: "a Beszámoló") bemutatja az éghajlatváltozás emberi és természetes hatótényezőinek¹, a megfigyelt éghajlatváltozásnak, az éghajlati folyamatoknak és ezek okainak megismerésében elért fejlődést, valamint becslést ad a várható jövőbeni éghajlatváltozásra. A Beszámoló az előző IPCC-értékelésekre épít, és figyelembe veszi az elmúlt hat év kutatási eredményeit. A Harmadik Értékelő Jelentés (TAR) óta elért tudományos fejlődés nagyszámú új és átfogóbb adatokon, az adatok egyre kifinomultabb elemzésén, a folyamatok megértésének és modellekben megvalósított szimulációinak javulásán, valamint a bizonytalansági sávok eredetének szélesebb körű feltárásán alapul.

A jelen Összefoglaló megállapításait részletesebben a teljes Beszámolóra utaló, az alábbiakban szögletes zárójel közé tett alfejezetei tartalmazzák.

AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS EMBERI EREDETŰ, ILLETVE TERMÉSZETES HATÓTÉNYEZŐI

Az üvegházhatású gázok és aeroszolok légköri mennyiségének, a napsugárzásnak és a földfelszín tulajdonságainak változásai megváltoztatják az éghajlati rendszer* energia-egyensúlyát. Ez utóbbi változásokat ún. sugárzási kényszer² formájában fejezzük ki, ami lehetővé teszi annak összehasonlítását, hogy a különféle emberi, illetve természetes tényezők milyen mértékű melegítő- vagy hűtőhatást gyakorolnak a globális éghajlatra. A Harmadik Értékelő Jelentés (TAR) óta az üvegházhatású gázokra, a Nap aktivitására, a földfelszín tulajdonságaira és az aeroszolok néhány vonatkozására kiterjedő, új megfigyelések és kapcsolódó modellfejlesztések nyomán pontosabbá vált a sugárzási kényszer mennyiségi becslése.

Az emberi tevékenység következtében a szén-dioxid, a metán és a dinitrogén-oxid globális légköri koncentrációja jelentősen növekedett 1750 óta, és jelenleg messze meghaladja az iparosodás előtti értékeket, amelyek a sok ezer évet átfogó jégszelvényekből állapíthatók meg (I. DÖ-1. ábra). A szén-dioxid koncentrációjának növekedése elsősorban a fosszilis üzemanyag felhasználásának és a megművelt földterület változásának tudható be, míg a metán- és dinitrogén-oxid-növekedés oka elsősorban a mezőgazdaságban keresendő. [2.3, 6.4, 7.3]

¹ Az éghajlatváltozás az IPCC szóhasználatában az éghajlatnak az idők során bekövetkező bármilyen változását jelenti, függetlenül attól, hogy az természetes változékonyság vagy emberi tevékenység eredményeként következik be. Ez a szóhasználat eltér az Éghajlat-változási Keretegyezményben szereplőtől, ahol az éghajlatváltozás az éghajlat közvetlenül vagy közvetve azon emberi tevékenységeknek betudható változását jelenti, mely tevékenységek megváltoztatják a földi légkör összetételét. Az éghajlat ez utóbbi szemléltető változásai hozzáadódnak a hasonló időszakok során megfigyelt természetes változékonysághoz

* A légkör, valamint a földfelszín azon alkotórészeinek (óceánok, szárazföldek, jégtakaró, bioszféra) összessége, amelyek a légkörrel fizikai és kémiai kölcsönhatásban állnak. (A szaklektor megj.)

² A sugárzási kényszer annak a hatásnak a mértéke, amivel egy hatótényező megváltoztatja a Föld-légkörrendszer bejövő és kimenő energiájának egyensúlyát. Olyan index, amely lehetővé teszi az egyes hatótényezők, mint az éghajlatváltozás potenciális okainak fontosság szerinti összevetését. A pozitív kényszer melegíti a felszínt, míg a negatív kényszer hűti azt. A jelen Beszámolóban a sugárzásikényszer-értékek 2005-re vonatkoznak, mégpedig az iparosodás előtti, 1750-es állapothoz viszonyítva watt per négyzetméterben (W/m^2) kifejezve. [További részletek a teljes Beszámoló Szójegyzékében és 2.2 Fejezetében.]

- A szén-dioxid a legfontosabb antropogén (emberi tevékenységhez kötődő) üvegházhatású gáz (l. DÖ-2. ábra).
A szén-dioxid globális légköri koncentrációja az iparosodás előtti 280 ppm értékről 2005-re 379 ppm-re³ nőtt. A szén-dioxid légköri koncentrációja 2005-ben messze meghaladta az elmúlt 650 000 év természetes ingadozásának 180 és 300 ppm közötti tartományát, amit a jégészvények alapján lehet meghatározni. A szén-dioxid-koncentráció éves növekedési üteme az elmúlt 10 évben magasabb (1995-2005-ös átlagban 1,9 ppm/év) volt, mint a folyamatos közvetlen légköri mérések kezdete óta eltelt teljes időszakban (1960-2005-ös átlagban 1,4 ppm/év), noha a növekedési arány évenként is ingadozik. [2.3, 7.3]
- Az iparosodás előtti időszak óta bekövetkezett légköri szén-dioxid-koncentráció növekedésének elsődleges oka a fosszilisüzemanyag-felhasználás. A megművelt földterület változása ehhez további jelentős, de az előbbinél csekélyebb mértékben járult hozzá. Az éves fosszilis szén-dioxid-kibocsátás⁴ az 1990-es évek évente 6,4 [6,0-6,8]⁵ GtC (azaz 23,5 [22,0-25,0] GtCO₂) értékéről 2000-2005 között* évente 7,2 [6,9-7,5] GtC (azaz 26,4 [25,3-27,5] GtCO₂) értékre növekedett. Az 1990-es években a földhasználat változásaival összefüggő szén-dioxid-kibocsátás éves becsült értéke 1,6 [0,5-2,7] GtC (azaz 5,9 [1,8-9,9] GtCO₂), bár e becslések bizonytalansága nagy. [7.3]
- A metán globális légköri koncentrációja az iparosodás előtti kb. 715 ppb értékről az 1990-es évek elejére 1732 ppb-re nőtt, és 2005-ben az értéke 1774 ppb. A metán légköri koncentrációja 2005-ben messze meghaladta az utolsó 650 000 év természetes tartományát (320-790 ppb), ahogy az szintén a jégészvényekből meghatározható. A növekedési ütem az 1990-es évek elejétől csökkent. Ez megfelel az összes kibocsátás (antropogén és természetes források összege) alakulásának, ami ebben az időszakban csaknem konstans volt. *Nagyon valószínű*⁶, hogy a metánkoncentráció megfigyelt növekedése antropogén tevékenységeknek, elsősorban a mezőgazdaságnak és fosszilis üzemanyagok felhasználásának tudható be. A különböző források hozzájárulásának arányát azonban még nem lehet elég pontosan meghatározni. [2.3, 7.4]
- A dinitrogén-oxid globális légköri koncentrációja az iparosodás előtti 270 ppb értékről 2005-re 319 ppb-re nőtt. A növekedési ütem 1980-tól nagyjából állandó. A dinitrogén-oxid-kibocsátás több mint egyharmada antropogén eredetű, amelynek forrása elsősorban a mezőgazdaság. [2.3, 7.4]

³ Ppm (parts per million, milliomodrész) vagy ppb (parts per billion, milliárdomodrész, 1 milliárd = 1000 millió): az üvegházhatású gázmolekulák aránya a száraz levegő összes molekulájában. Pl. 300 ppm azt jelenti, hogy 300 üvegházhatású gázmolekula van a száraz levegő egymillió molekulájában.

⁴ A fosszilis szén-dioxid-kibocsátásba beleértjük a fosszilis üzemanyagok előállítását, szállítását és felhasználását során, továbbá a cementgyártás melléktermékeként keletkező kibocsátást. 1 GtC kibocsátás 3,67 GtCO₂-nek felel meg.

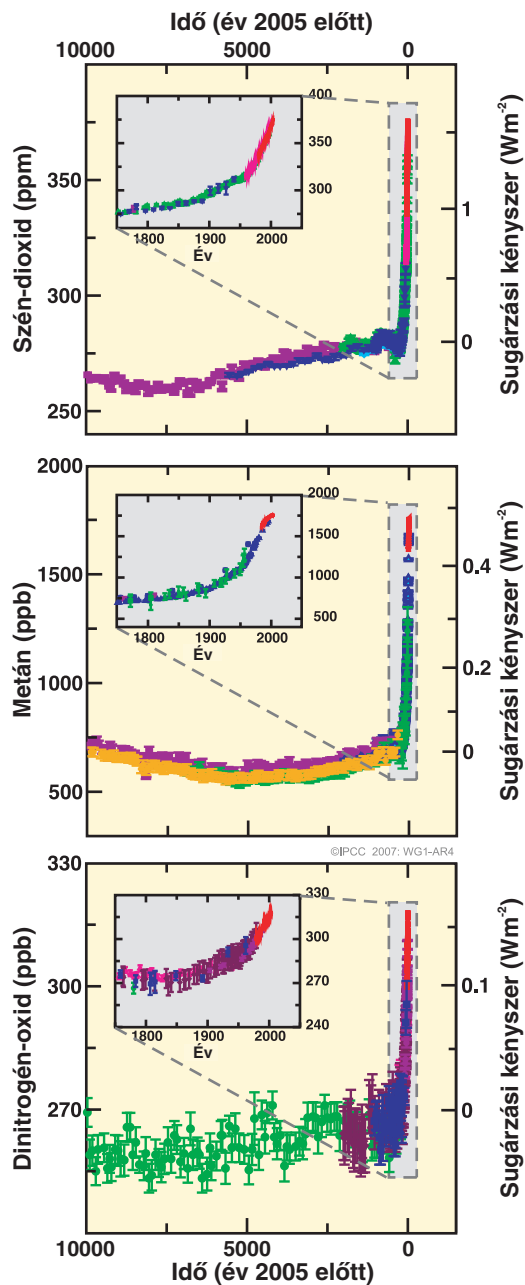
⁵ A jelen Összefoglalóban szereplő eredmények megadott bizonytalansági tartományaként hacsak másképp nem jelöljük általában a 90%-os megbízhatósági intervallum szerepel, azaz 5% a becsült valószínűsége annak, hogy a tényleges érték a szögletes zárójelben megadott tartomány felett, és szintén 5%, hogy az alatt van. Ahol lehetséges, a tartományon belüli, legjobb (pontoszerű) becslések is szerepelnek. A becsült bizonytalansági intervallumok nem mindig szimmetrikusak a kérdéses legjobb becsléshez képest. Megjegyzés: az előző TAR I. Munkacsoportja által közreadott bizonytalansági tartományok egy része a becsült szórás kétszeresét (95%-ot) jelölte, aminek alapja gyakran a szakértők megítélése volt**.

* Itt a 2004-es és 2005-ös adatok évközi becsült adatok. (A szaklektor megj.)

** A jelen Összefoglaló bizonytalansági tartományai többségében is csak erre van lehetőség. (A szaklektor megj.)

⁶ Jelen Összefoglalóban az alábbi kifejezéseket használják egy eredmény becsült valószínűségének jelzésére, szakértői megítélés alapján: *gyakorlatilag bizonyos*: >99%, *rendkívül valószínű*: >95%, *nagyon valószínű*: >90%, *valószínű*: >66%, *inkább valószínű, mint nem*: >50%, *valószínűtlen*: <33%, *nagyon valószínűtlen*: <10%, *rendkívül valószínűtlen*: <5% bekövetkezési valószínűség {további részletek a Technikai Összefoglaló 1.1 Kiemelésében}.

Az üvegházhatású gázok változásai jégészelvény- és modern adatok alapján



DÖ-1. ábra: A szén-dioxid, metán és dinitrogén-oxid légköri koncentrációja az elmúlt 10 000 évben (nagy mezők) és 1750 óta (beszűrt mezők). A mérések a jégészelvényekből (különböző színű szimbólumok a különböző vizsgálatoknál) és a légköri mintákból (piros vonalak) származnak. A sugárzási kényszer a külső ábrák jobb oldali tengelyén látható. [6.4. ábra]

Az antropogén felmelegedés és lehűlés éghajlatra gyakorolt hatásának megértése fejlődött a Harmadik Értékelő Jelentés (TAR) óta, ami igen nagy megbízhatósággal⁷ azt a következtetést eredményezte, hogy az emberi tevékenységek globálisan átlagolt eredő hatása 1750 óta +1,6 [+0,6 – +2,4] Wm⁻² sugárzásikényszer-értékkel (I. DÖ-2. ábra) jellemezhető felmelegedés. [2.3, 6.5, 2.9]

- A szén-dioxid-, a metán- és a dinitrogén-oxid-koncentráció növekedésének betudható együttes sugárzási kényszer +2,30 [+2,07– +2,53] Wm⁻², és nagyon valószínű, hogy ez az iparosodás korában végbement növekedési ütem példa nélküli az elmúlt több mint 10 000 évben (I. DÖ-1. és DÖ-2. ábrák).
A szén-dioxid okozta sugárzási kényszer 20%-kal nőtt 1995-ről 2005-re, mely a legnagyobb változás legalább 200 év bármely évtizedét tekintve. [2.3, 6.4]
- Az aeroszolokhoz történt antropogén hozzájárulások (elsősorban szulfát, szerves szén, feketeszen, nitrát és por) együttesen hűtőhatást fejtettek ki, összesen -0,5 [-0,9 – -0,1] Wm⁻² közvetlen sugárzási kényszer és -0,7 [-1,8 – -0,3] Wm⁻² közvetett felhőalbedo-kényszer mértékben. Ezek a kényszerértékek jobban érthetőek ma már, mint a TAR idejében a jobb közvetlen helyszíni, műholdas és felszínbázisú méréseknek, továbbá az átfogóbb modellezésnek köszönhetően, de a sugárzási kényszerben továbbra is jelentős a bizonytalanság. Az aeroszolok befolyásolják a felhők élettartamát a csapadékképződést is. [2.4, 2.9, 7.5]
- A sugárzási kényszerhez számos más antropogén forrásnak is jelentős a hozzájárulása. Az ózonképző vegyi anyagok (nitrogén-oxidok, szén-monoxid és szénhidrogének) kibocsátásának betudható változások a troposferikus ózon mennyiségében +0,35 [+0,25 – +0,65] Wm⁻² eltolódást eredményeznek. A halogénezett szénhidrogének⁸ változásának betudható, közvetlen sugárzási kényszer +0,34 [+0,31 – +0,37] Wm⁻². A földhasználat változásai és a feketeszen-aeroszolok hótakarón történő lerakódása miatti felszínalbedo-változások -0,2 [-0,4 – 0,0], illetőleg +0,1 [0,0 – +0,2] Wm⁻² kényszereket eredményeznek. A további, ±0,1 Wm⁻²-nél kisebb tételeket a DÖ-2. ábra tartalmazza. [2.3, 2.5, 7.2]
- Becslések szerint a napsugárzásban 1750 óta bekövetkezett változások +0,12 [+0,06 – +0,30] Wm⁻² sugárzási kényszert okoztak, ami kevesebb, mint a TAR-ban adott becslés fele. [2.7]

NAPJAINK ÉGHAJLATVÁLTOZÁSÁNAK KÖZVETLEN MEGFIGYELÉSEI

A TAR óta előrelépés történt az éghajlat térbeli és időbeli változásának megértése terén, ami számos adatállomány és adatanalízis fejlesztésének és kiterjesztésének, a nagyobb földrajzi lefedettségnek, a bizonytalanságok jobb megértésének és a mérések még változatosabb körének köszönhető. Egyre teljesebb körű megfigyelések állnak rendelkezésre a gleccserekről és hótakaróról az 1960-as évektől kezdve, valamint az utolsó évtizedre a tengerszintről és jégtaakaróról. Mindazonáltal, az adatlefedettség néhány régióban továbbra is korlátozott.

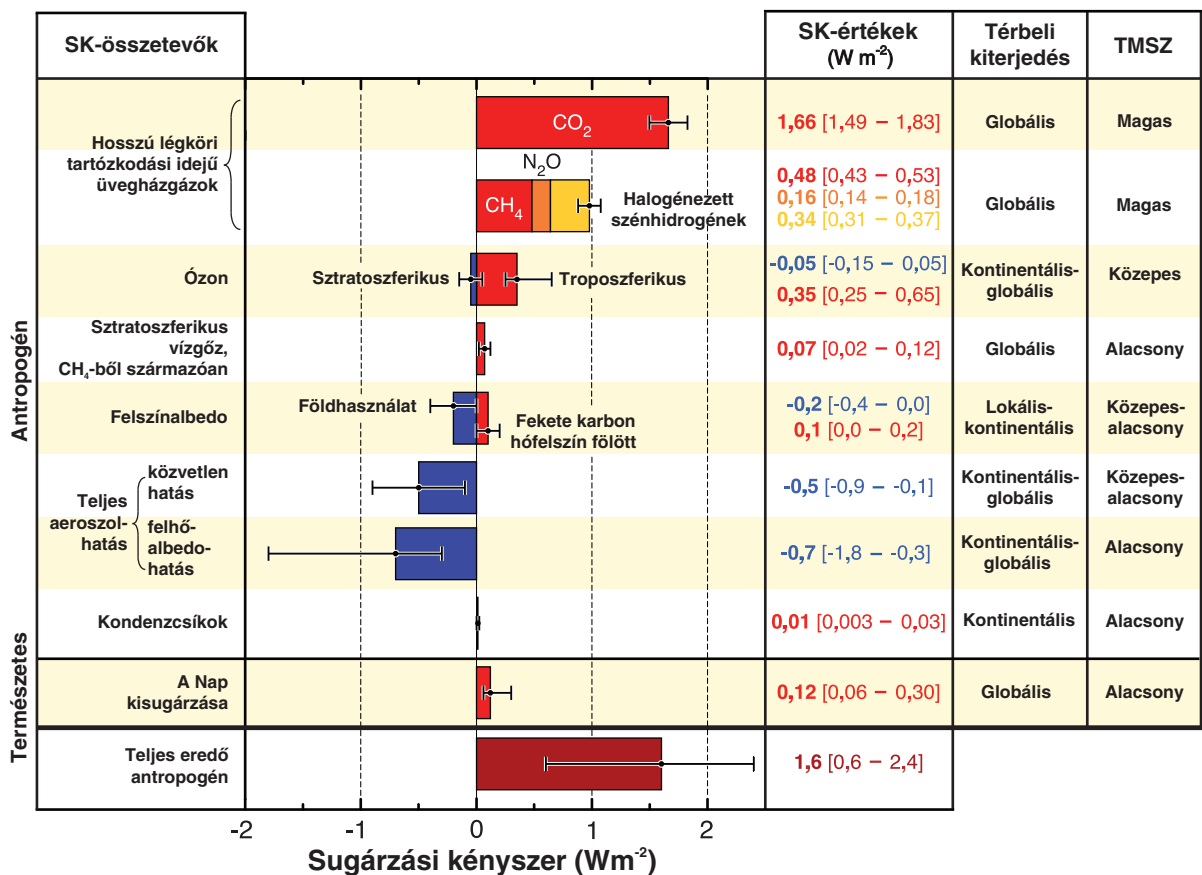
Az éghajlati rendszer melegedése vitán felül áll, mivel ez ma már nyilvánvaló a globálisan átlagolt levegő- és óceán-hőmérséklet emelkedéséből, a hó- és jégtaakaró kiterjedt olvadásából és a globális átlagos tengerszint-emelkedés megfigyeléseiből (I. DÖ-3. ábra). [3.2, 4.2, 5.5]

⁷ Jelen Összefoglalóban a következő megbízhatósági szinteket használják a mögöttes tudomány helyességének szakértői megítélésére: *igen nagy megbízhatóság*, ha 10 megállapításból legalább 9 helyes; *nagy megbízhatóság*, ha 10 eshetőségből kb. 8 helyes. (L. Technikai Összefoglaló 1.1 Kiemelés)

(A további megfogalmazások: *közepes megbízhatóság*, ha kb. 5 megállapítás helyes a 10-ből, *kis megbízhatóság*, ha csak 2, illetve *igen kis megbízhatóság*, ha csak 1 helytálló a 10-ből. Utóbbi három megfogalmazás ritkán jut szerephez. A szaklektor megj.)

⁸ A halogénezett szénhidrogén sugárzási kényszert nemrég részletesen felmérték az IPCC Speciális Beszámolójában az "Ózonpajzs és a Globális Éghajlati Rendszer Védelméről" címmel (2005).

A sugárzási kényszer (SK) összetevői

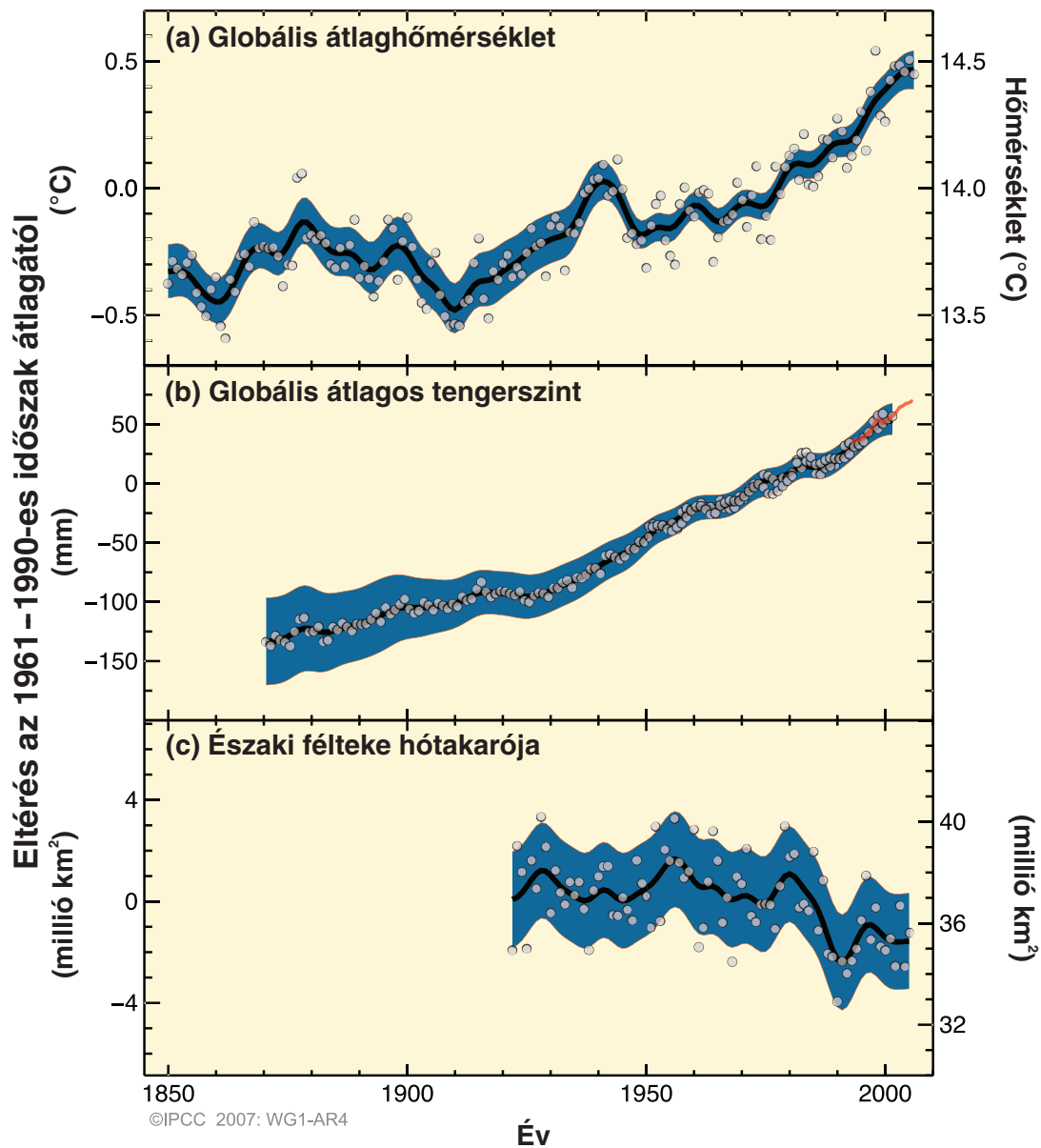


©IPCC 2007: WG1-AR4

DÖ-2. ábra: Globálisan átlagolt sugárzási kényszer- (SK-) becslések és bizonytalansági tartományok 2005-ben az antropogén szén-dioxidra (CO₂), metánra (CH₄), dinitrogén-oxidra (N₂O) és más fontos anyagra és hatótényezőkre, valamint ezek tipikus földrajzi kiterjedése (térbeli léptéke) és a tudományos megértés szintje (TMSZ). Az eredő antropogén sugárzási kényszer és annak bizonytalansága szintén bemutatásra kerül. Az eredő hatás meghatározása a különböző hatótényezők aszimmetrikus bizonytalansági becsléseinek összegzését igényli, ami nem kapható meg a hatások, illetve sávok egyszerű összegzésével.* A további, itt nem feltüntetett hatótényezők TMSZ szintje nagyon alacsony. A vulkáni aeroszoloknak szintén van természetes kényszerhatásuk, de az ábrán mégsem szerepelnek, mivel egy-egy nagyobb kitörés nyomán epizódszerűen jelentkeznek. A kondenzcsíkoknál megadott tartomány nem tartalmazza a légi közlekedés egyéb lehetséges hatásait a felhőzetre. [2.9, 2.20. ábra]

* Egyes hatótényezők elnyelési sávjai ugyanis részben átfedik egymást. Emiatt az együttes hatás csak külön modellszámítással határozható meg (a szaklektor megj.).

A hőmérséklet, a tengerszint és az északi félteke hótakarójának változásai



DÖ-3. ábra: Megfigyelt változások (a) a globális átlaghőmérsékletben, (b) a globális átlagos tengerszint-emelkedésben az árapálmércék (kék), illetve a műholdas (piros) adatok alapján, valamint (c) az északi félteke hótakarójában a márciusáprilisi időszakban. Minden változás az 1961-1990-es időszak megfelelő átlagaihoz viszonyított eltérés. A simított görbék az évtizedes átlagolt értékeket, a körök az évenkénti értékeket mutatják. Az árnyékolt területek a bizonytalansági tartományokat mutatják, amiket az ismert bizonytalanság átfogó analiziséből (a és b), illetve az adatsorokból (c) becsültek meg. [GYIK 3.1, 1. ábra, 4.2. ábra és 5.13. ábra]

- Az elmúlt tizenkét évből (1995-2006) tizenegy a legmelegebb 12 év közé tartozik a globális felszínhőmérséklet⁹ műszeres megfigyelési feljegyzései (1850 óta) alapján. A frissített, 0,74 [0,56–0,92] °C értékű 100 éves lineáris trend (1906-2005) így magasabb, mint a TAR-ban az 1901-2000-es időszakra vonatkozó, 0,6 [0,4 – 0,8] °C értékű trend. Az utolsó 50 évben a lineáris felmelegedési trend (0,13 [0,10 – 0,16] °C évtizedenként) közel kétszerese az utolsó 100 év átlagos értékének. Az összes hőmérséklet-emelkedés az 1850-1899 közötti időszaktól a 2001-2005 közötti időszakig 0,76 [0,57 – 0,95] °C. A városi hőszigetelés valós, de lokális tényező, és hatása elhanyagolható (évtizedenként kevesebb, mint 0,006 °C a szárazföld, és nulla az óceánok fölött) ezekre az értékekre. [3.2]
- Az alsó és középtroposzférikus hőmérsékletre vonatkozó rádiószondás és műholdas mérések új analízise olyan melegedési ütemet mutat, amely hasonló a felszíni hőmérsékleti sorokéhoz, és a trendek bizonytalanságai is megfelelnek a felszíni sorokénak, ami nagyrészt megszünteti a TAR-ban észrevételezett eltéréseket. [3.2, 3.4].*
- A légkör átlagos vízgőztartalma legalább az 1980-as évek óta növekedett mind a földfelszínen, mind az óceánok felett, s ez igaz külön a felső troposzférára is. A növekedés nagyjából megfelel annak a többlet-vízgőztartalomnak, amit a melegebb levegő be tud fogadni.** [3.4]

DÖ-1. táblázat: A tengerszint emelkedésének megfigyelt üteme, és a különböző tényezők becsült szerepe ebben a folyamatban. [5.5, 5.3. táblázat]

Tengerszint-emelkedés forrása	Tengerszint-emelkedés mértéke (mm/év)	
	1961 - 2003	1993 - 2003
Hótágulás	0,42 ± 0,12	1,6 ± 0,5
Gleccserek és jégsapkák	0,50 ± 0,18	0,77 ± 0,22
Grönlandi jégtakaró	0,05 ± 0,12	0,21 ± 0,07
Antarktiszi jégtakaró	0,14 ± 0,41	0,21 ± 0,35
A fenti éghajlati tényezők hozzájárulásának összege a tengerszint-emelkedéshez	1,1 ± 0,5	2,8 ± 0,7
A teljes megfigyelt tengerszint-emelkedés	1,8 ± 0,5 ^a	3,1 ± 0,7 ^a
Különbség (a megfigyelt és a becsült éghajlati hozzájárulás különbsége)	0,7 ± 0,7	03 ± 1,0

^a Az 1993 előtti adatok árapálymércekről, az 1993 utáni adatok pedig műholdakról származnak.

⁹ A szárazföld feletti, felszínközeli léghőmérséklet és a tengerfelszín hőmérsékletének az átlaga (ti. a felszínek arányában súlyozva. (A szaklektor megj.)

* A felső troposzféra hőmérsékletének a korábbi elemzések szerinti, csekély melegedési trendje ellentmondásban volt a klímamodellek szerint várható viselkedéssel. Az IPCC Második Értékelő Jelentése (1995) óta ez az eltérés a klímaváltozást tagadó érvelés egyik főargumentuma volt. (A szaklektor megj.)

** A levegő-vízgőz gázkeverékben kicsapódás nélkül megmaradó, maximális vízgőzmennyiség meredeken, csaknem exponenciális ütemben növekszik a hőmérséklet emelkedésével. (A szaklektor megj.)

- A megfigyelések azt mutatják, hogy a világoceán átlagos hőmérséklete 1961 óta legalább 3000 m mélységig emelkedett, és hogy az óceánok az éghajlati rendszerhez adott hőmennyiség több mint 80%-át elnyelték. Ez a felmelegedés a tengervíz hőtágulását okozta, ami hozzájárult a tengerszint emelkedéséhez (I. DÖ-1. táblázat). [5.2, 5.5]
- A hegyi gleccserek és a hótakaró kiterjedése átlagosan mindkét féltekén csökkent. A gleccserek és jégsapkák széles körű csökkenése hozzájárult a tengerszint emelkedéséhez (a jégsapkák hatásába nem értjük bele a grönlandi és antarktisi jégváros hozzájárulását). (L. DÖ-1. táblázat) [4.6, 4.7, 4.8, 5.5]
- A TAR óta kapott új adatok azt mutatják, hogy a grönlandi és antarktisi jégvárosok vízvesztése *nagyon valószínű* hozzájárult a tengerszint-emelkedéshez az 1993-2003 közötti időszakban (I. DÖ-1. táblázat). Néhány grönlandi és antarktisi elvezető gleccser áramlási sebessége növekedett, melyek a jégtakarók belsejéből jeget vezetnek el. Az ennek megfelelő nagyobb jégtakarótömegvesztés gyakran követte a jégtáblák elvékonyodását, csökkenését vagy eltűnését, illetve az úszó gleccsernyelvek eltűnését. Ez a dinamikus jégvesztés kielégítően magyarázza az Antarktisz nettó tömegvesztésének nagy részét és Grönland nettó tömegvesztésének kb. felét. A grönlandi jégvesztés másik fele annak tudható be, hogy az olvadás következtében fellépő vesztés meghaladta a hóesés okozta tömegnövekedést. [4.6, 4.8, 5.5]
- A globálisan átlagolt tengerszint 1961 és 2003 között átlagosan 1,8 [1,3 – 2,3] mm/év ütemben növekedett. Ez az ütem az 1993-2003 közötti időszakban gyorsabb volt, kb. 3,1 [2,4 – 3,8] mm/év. Nem világos, hogy az 1993-2003 közötti időszak magasabb növekedési üteme évtizedes változékonyságot vagy a hosszabb távú trend emelkedését tükrözi. *Nagy megbízhatósággal* állítható, hogy a megfigyelt tengerszint-emelkedés üteme a 1920. század között növekedett. A teljes 20. századi emelkedés 0,17 [0,12 – 0,22] m-re becsülhető. [5.5]
- Az 1993-2003 közötti időszakban az éghajlati tényezők hozzájárulásának összege a bizonytalansági határokon belül konzisztens a közvetlenül megfigyelt tengerszint-emelkedéssel (I. DÖ-1. táblázat). Ezek a becslések a jelenleg rendelkezésre álló fejlettebb műholdas és *in situ* adatokon alapulnak. Az 1961-2003 közötti időszakban az éghajlati tényezők becsült hozzájárulásának összege kisebb, mint a megfigyelt tengerszint-emelkedés. A TAR hasonló eltérésről számolt be az 1910-1990 közötti időszakban. [5.5]

Kontinentális, regionális és óceánmedence léptékben számos hosszú távú változást figyeltek meg az éghajlatban. Idetartoznak az arktikus térség hőmérsékletének és jégkiterjedésének, a csapadék mennyiségének, az óceánok sótartalmának, a szélmintázatoknak és az olyan extrém időjárási jelenségeknek a széles körű változásai, mint az aszályok, erős esőzések, hóhullámok és trópusi ciklonok intenzitása¹⁰. [3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 5.2]

- Az elmúlt 100 évben az arktikus térség átlaghőmérsékletének növekedési üteme a globális átlagnak majdnem kétszerese volt. Az arktikus hőmérsékletek nagy évtizedes változékonyságot mutatnak, és meleg időszakot figyeltek meg 1925-1945 között is. [3.2]
- A műholdas adatok 1978 óta azt mutatják, hogy évi átlagban az arktikus tengeri jég kiterjedése 2,7 [2,1–3,3] százalékkal csökkent évtizedenként, nyáron nagyobb, 7,4 [5,0 – 9,8] %/évtized értékkel. E számok megfelelnek a TAR-ban megjelent értékeknek. [4.4]
- Az Északi-sarkon az örökké fagyott talajréteg tetejének hőmérséklete általában emelkedett 1980 óta (közel 3 °C-kal). Az évszakosan fagyott talaj maximális területe évi átlagban kb. 7%-kal csökkent az északi féltekén 1900 óta, tavasszal ez a csökkenés megközelíti a 15%-ot.

¹⁰ A trópusi ciklonok közé soroljuk a hurrikánokat és a tájfunokat. Valójában ugyanannak a meteorológiai jelenségnek a különböző térségekben használt elnevezéséről van szó. (A szaklektor megj.)

- Hosszú távú trendeket figyeltek meg a csapadékösszegben 1900 és 2005 között, kiterjedt térségben. Szignifikáns csapadéknövekedést figyeltek meg Észak- és Dél-Amerika keleti részén, Észak-Európában, valamint Ázsia északi és középső részein. Száradást figyeltek meg a Száhel-övezetben, a Földközi-tenger térségében, Afrika déli részén és Dél-Ázsia egyes vidékein. A csapadék térben és időben nagyon változékony mennyiség, amelyről az adatok egyes régiókban csak korlátozottan állnak rendelkezésre. A többi vizsgált nagyobb térségben¹¹ egyértelmű hosszú távú trendet nem sikerült kimutatni. [3.3, 3.9]
- A mérsékelt és magas szélességi övek vizeinek sótartalom-csökkenéséből, illetve az alacsony szélességek vizeinek növekvő sótartalmából arra lehet következtetni, hogy a csapadék és a párolgás az óceánok felett is változásban van. [5.2]
- A mérsékelt övi nyugati szelek az 1960-as évek óta mindkét féltekén erősödtek. Az 1970-es évek óta intenzívebb és hosszabb aszályokat figyeltek meg kiterjedtebb területeken, különösen a trópusi és a szubtrópusi térségben. Az aszályok változását a magasabb hőmérséklet, illetve a kevesebb csapadék miatt fokozottabb kiszáradás együttesen váltotta ki. A tengerfelszín hőmérsékletében (SST), a szélmintázatokban* végbemenő változás, és az állandó, illetve évszakos hótakaróban mutatkozó csökkenés szintén kapcsolatban volt az aszályokkal. [3.3]
- A heves csapadékot adó események gyakorisága a szárazföldi területek nagy részén növekedett, ami egybeesik a felmelegedéssel és a légköri vízgőztartalom megfigyelt emelkedésével. [3.8, 3.9]
- Az elmúlt 50 évben az extrém hőmérsékletekben jelentős változásokat figyeltek meg. A hideg napok, a hideg éjszakák és a fagyok ritkábbak, míg a forró napok, a forró éjszakák és a hóhullámok gyakoribbak lettek (l. DÖ-2. táblázat). [3.8]
- A megfigyelésekből bizonyítják, hogy kb. az 1970-es évektől az észak-atlanti területek trópusi ciklonjainak intenzitása nőtt, összefüggésben a trópusi tengerfelszín-hőmérsékletek emelkedésével. Néhány más régióban, ahol azonban az adatok minősége aggályosabb, szintén a trópusi ciklonok növekvő intenzitását sugallják a megfigyelések. A jelenség sok évtizedes változékonysága, valamint a rendszeres műholdas megfigyelések kezdetét (kb. 1970) megelőző trópusi ciklon-adatok minősége megnehezíti a trópusi ciklonok erősségére vonatkozó, hosszabb távú trendek megállapítását. Nincs egyértelmű trend a trópusi ciklonok éves számában. [3.8]

¹¹ Itt a TAR regionális előrebecsléseiben és a jelen Beszámoló 11. fejezetében is szereplő régiókra utalunk.

* Az Összefoglaló a "szélmintázatok megváltozása"-ként említi azt a folyamatot, amelyben az általános légkörzés korábbi rendszere módosul, s ami sok térségben módosítja a csapadékelőfordulást, sőt a hőmérséklet alakulását is. (A szaklektor megj.)

DÖ-2. táblázat: A 20. század második felében egyértelmű trendet mutató extrém időjárási események közelmúlt trendjei, az emberi tényezők e trendre gyakorolt hatásának értékelése és a trendek előrebecslése [3.7, 3.8, 9.4. táblázat; 3.8, 5.5, 9.7, 11.211.9 fejezet]

Jelenség ^a és a trend iránya	A trend előfordulásának valószínűsége a 20. század második felében (jellemzően 1960 után)	Emberi tényezők hozzájárulásának valószínűsége a megfigyelt trendhez ^b	A jövőbeli trendek valószínűsége a 21. századi előrebecslések alapján, a SRES forgatókönyvek* felhasználásával
Melegebb és kevesebb hideg nappalok és éjszakák a szárazföldi területek nagy részén	Nagyon valószínű ^c	Valószínű ^d	Gyakorlatilag bizonyos ^d
Melegebb és gyakoribb forró nappalok és éjszakák a szárazföldi területek nagy részén	Nagyon valószínű ^e	Valószínű (éjszakák) ^d	Gyakorlatilag bizonyos ^d
Meleg időszakok/hőhullámok. Gyakoriságuk a szárazföldi területek nagy részén növekszik	Valószínű	Inkább valószínű, mint nem ^f	Nagyon valószínű
Nagy csapadékot adó események. Gyakoriságuk (vagy a nagy esőzésekből származó csapadékmennyiség részaránya) a területek nagy részén növekszik	Valószínű	Inkább valószínű, mint nem	Nagyon valószínű
Az aszály által sújtott terület növekszik	Az 1970-es évek óta sok régióban valószínű	Inkább valószínű, mint nem ^f	Valószínű
Az intenzív trópusi ciklonok aktivitása nő	Az 1970-es évek óta néhány régióban valószínű	Inkább valószínű, mint nem	Valószínű
Szélsőségesen magas tengerszint előfordulásának növekedése (nem beleértve a cunamikát) ^g	Valószínű	Inkább valószínű, mint nem ^{f,h}	Valószínű ⁱ

* L. "A jövőbeli éghajlatváltozások felvázolása" c. fejezetnél (a szaklektor megj.).

Megjegyzések:

^a L. 3.7. táblázat a meghatározások további részleteiről.

^b L. Technikai Összefoglaló 4. táblázat, Technikai Összefoglaló 3.4 Kiemelés és 9.4. táblázat.

^c Hideg napok és éjszakák gyakoriságának csökkenése (leghidegebb 10%).

^d A legextrémebb nappalok és éjszakák melegekedése minden évben.

(Folytatás a következő oldalon)

(Folytatás az előző oldalról)

- ^o Forró nappalok és éjszakák gyakoriságának növekedése (legforróbb 10%).
- ⁱ Az antropogén hozzájárulás mértékét nem mérték fel. Ezen jelenségek besorolása inkább szakértői megítélésen alapul, mintsem oksági magyarázatot nyújtó tanulmányokon.
- ^o A szélsőségesen magas tengerszint az átlagos tengerszinttől és a regionális időjárási rendszerektől függ. Meghatározása itt: egy adott referencia-időszakban megfigyelt tengerszint órás értékeinek legmagasabb 1%-a.
- ^b A megfigyelt szélsőségesen magas tengerszint változása közvetlenül követi az átlagos tengerszint változását. [5.5.2.6] *Nagyon valószínű*, hogy az antropogén tevékenység hozzájárult az átlagos tengerszint emelkedéséhez. [9.5.2]
- ⁱ Minden forgatókönyv szerint az előre jelzett globális tengerszint 2100-ban magasabb, mint a referencia-időszakban. [10.6] A regionális időjárási rendszerek változásának hatását a tengerszint szélsőségeire a táblázat nem veszi figyelembe.

Az éghajlat néhány tényezőjében nincs megfigyelhető változás. [3.2, 3.8, 4.4, 5.3]

- A TAR-ban a napi hőmérsékleti ingás (DTR)*csökkenését jelentették, de az akkor felhasznált adatok csak az 1950 és 1993 közötti időszakra vonatkoztak. A kiegészített megfigyelések azt mutatják, hogy a DTR nem változott 1979 és 2004 között; mind a nappali, mind az éjszakai hőmérséklet kb. ugyanolyan ütemben emelkedett. A trendek egyik régióról a másikra nagyon változékonyak. [3.2]
- A Déli-sarkon a tengerjég kiterjedése továbbra is évközi változékonyságot és térben lokalizált változásokat mutat, ugyanakkor nem látható statisztikailag szignifikáns trend az átlagos kiterjedésben, s ez összhangban áll azzal, hogy a térségre átlagolt légköri hőmérsékletekből is hiányzik a melegedő trend. [3.2, 4.4]
- Nincs elegendő bizonyíték annak meghatározására, hogy léteznek-e trendek a világóceán meridionális körforgása** sebességében, vagy olyan kisméretű jelenségekben, mint a tornádó, a jégeső, a villámlás és a porvihar. [3.8, 5.3]

PALEOKLÍMA - VISSZATEKINTÉS

A paleoklíma-tanulmányok az éghajlatra érzékeny indikátorok változásaiból következtetnek a globális éghajlat múltbeli változásaira évtizedektől az évmilliókig terjedő időskálán. Az ilyen közvetett adatokat (pl. a fák évgyűrűinek szélessége) befolyásolhatja a helyi hőmérséklet és más tényezők is, mint a csapadék, és gyakran inkább csak egyes évszakokra jellemzők, mint a teljes évre. A TAR óta a tanulmányok nagyobb bizonyossággal tudnak következtetni olyan kiegészítő adatokból, amelyek többféle mutató alapján egymással összefüggő viselkedést mutatnak a világ különböző részein. Minél távolabba tekintünk vissza az időben, a bizonytalanság általában annál nagyobb az egyre korlátozottabb térbeli lefedettség miatt.

Paleoklíma-információk alátámasztják azt a megállapítást, hogy az elmúlt fél évszázad melegedése példa nélküli legalább a megelőző 1300 évben. Legutóbb, amikor a sarkvidékek hosszú ideig a jelenleginél sokkal melegebbek voltak (kb. 125 000 évvel ezelőtt), a sarki jéghátságok csökkenése a tengerszint 4-6 méteres emelkedéséhez vezetett. [6.4, 6.6]

* Adott napon a legmagasabb nappali és a legalacsonyabb éjszakai hőmérséklet különbsége. (A szaklektor megj.)

** Más szóhasználattal: "óceáni szállítószalag". (A szaklektor megj.)

- Az északi félgömb átlaghőmérséklete *nagy valószínűséggel* magasabb volt a 20. század második felében, mint bármelyik más 50 éves időszakban az elmúlt 500 évben, és *valószínűleg* a legmagasabb a legutóbbi legalább 1300 évben. Néhány utóbbi tanulmány nagyobb változékonyságot mutat ki az északi féltéke hőmérsékletében, mint amire a TAR utalt, különösen annak felfedezése nyomán, hogy hidegebb időszakok voltak a 12., 14., a 17. és a 19. században. A 20. századot megelőző melegebb időszakok belül vannak a TAR-ban megadott bizonytalansági tartományon. [6.6]
- A legutóbbi interglaciális időszakban (kb. 125 000 évvel ezelőtt) a globális átlagos tengerszint *valószínűleg* 4-6 méterrel magasabb volt, mint a 20. században, elsősorban a poláris jégtakaró visszahúzódása következtében.* A jégészlelvényadatok azt mutatják, hogy a Föld keringési pályájának eltérései miatt az átlagos poláris hőmérséklet akkor 3-5 °C-kal magasabb volt, mint jelenleg. A grönlandi jégtakaró és más arktikus jégmezők *valószínűleg* legfeljebb 4 méterrel járultak hozzá a megfigyelt tengerszint-emelkedéshez. Az Antarktisznak szintén lehetett ebben szerepe. [6.4]

AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS KIMUTATÁSA ÉS MAGYARÁZATA

Jelen Értékelés a TAR óta készült tanulmányok alapján hosszabb távú és jobb feljegyzéseket, a megfigyelések szélesebb körét, továbbá az éghajlat és annak változékonysága sok jelenségének jobb szimulációját veszi figyelembe. Tekintetbe veszi azon új értelmező tanulmányok eredményeit is, amelyek azt vizsgálják, hogy a megfigyelt változások mennyiségileg megfelelnek-e a külső éghajlati kényszerekre adott elvárható válaszoknak, illetve ellentétben állnak-e más lehetséges, fizikailag valószínű magyarázatokkal.

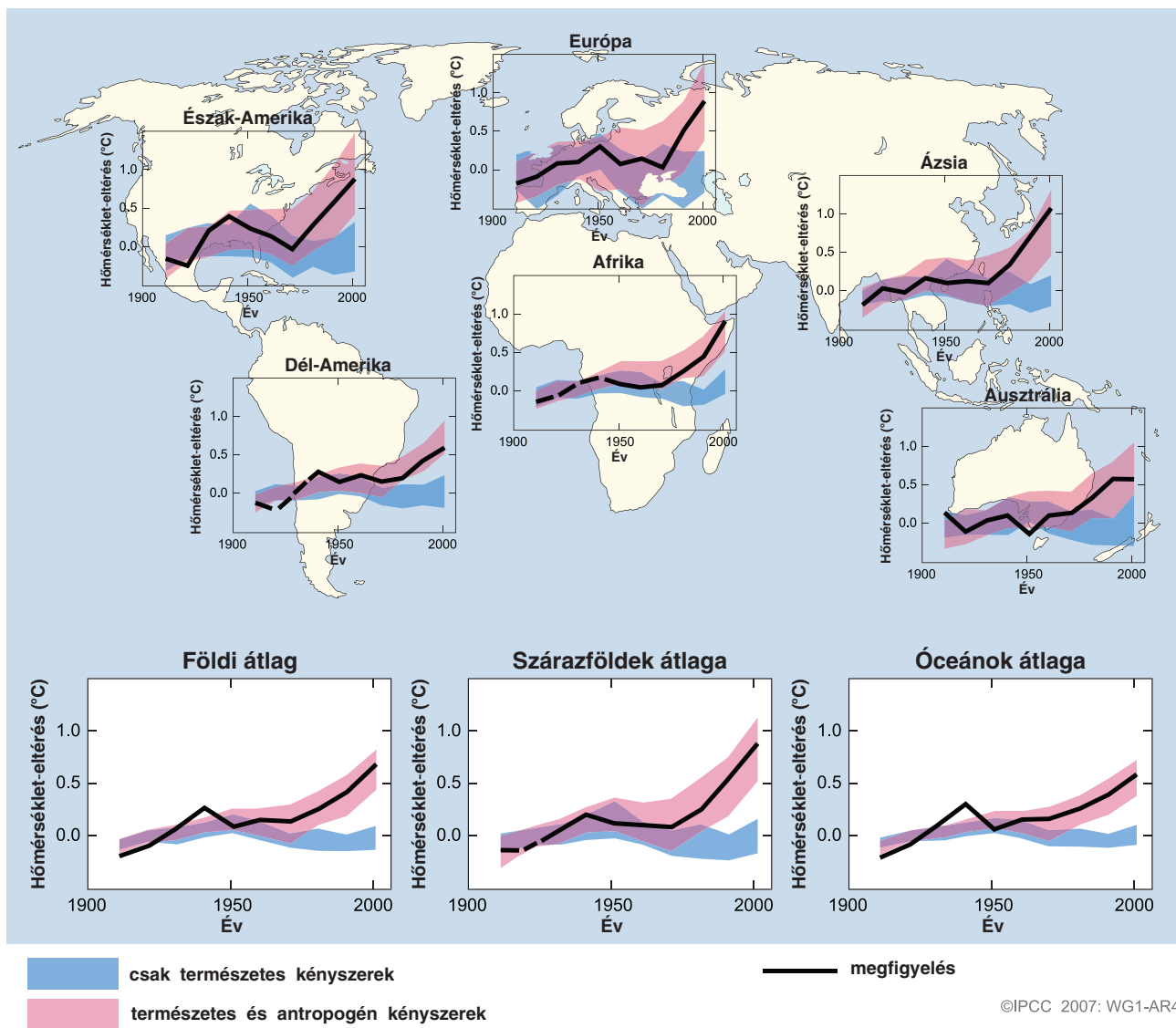
Nagyon valószínű, hogy a globális átlaghőmérsékletben a 20. század közepe óta megfigyelt növekedés nagy része az antropogén üvegházhatású gázok koncentrációnövekedésének¹² tudható be. Ez előrelépés a TAR azon következtetéséhez képest, hogy "az utolsó 50 évben megfigyelt felmelegedés nagy része *valószínűleg* az üvegházhatású gázok koncentrációnövekedésének tudható be". A felismerhető emberi hatás ma már kiterjed az éghajlat egyéb jelenségeire is, beleértve az óceánok melegedését, a kontinentális átlaghőmérsékleteket, a hőmérsékleti szélsőségeket és a szélmintázatokat (I. DÖ-4. ábra és DÖ-2. táblázat). [9.4, 9.5]

- *Valószínű*, hogy önmagában az üvegházhatású gázok koncentrációnövekedése a megfigyelnél nagyobb felmelegedést okozott volna, mivel a vulkáni és antropogén aeroszolok részben ellensúlyozták a felmelegedést. [2.9, 7.5, 9.4]
- A légkör és az óceánok megfigyelt széles körű felmelegedése a jégtömeg csökkenésével együtt alátámasztja azt a következtetést, hogy *rendkívül valószínűtlen*, hogy az utolsó 50 év globális éghajlatváltozása a külső kényszerek hatása nélkül megmagyarázható legyen, és *nagyon valószínű*, hogy nem csupán az ismert természetes okok következménye. [4.8, 5.2, 9.4, 9.5, 9.7]
- Az éghajlati rendszer melegedése kimutatható a felszíni és légköri hőmérsékletek változásaiban, az óceánok felső néhány száz méterének hőmérsékletében és a tengerszint emelkedéséhez való hozzájárulásban. A magyarázó tanulmányok megállapították az antropogén hozzájárulást mindezen változásokhoz. *Nagyon valószínű*, hogy a troposzferikus melegedés és sztratoszferikus hűlés megfigyelt mintázata az üvegházhatású gázok növekedésének és a sztratoszferikus ózonréteg vékonyodásának együttes hatásával magyarázható. [3.2, 3.4, 9.4, 9.5]

* A tengerszintet a szárazföldi jég olvadása emeli, valamint azé a jégé, ami a tenger szintje alatt támaszkodik a kontinentális talapzatra. Az úszó tengeri jég olvadása - Arkhimédész törvénye értelmében - nem befolyásolja a vízszintet. (A szaklektor megj.)

¹² A fennmaradó bizonytalanság a jelenlegi módszerek ismeretében becsült érték.

A hőmérséklet földi és kontinens léptékű átlagainak változása



DÖ-4. ábra: A megfigyelt kontinentális és globális léptékű felszínhőmérséklet-változások összehasonlítása a természetes és antropogén kényszereket használó éghajlati modellekben szimulált eredményekkel. A megfigyelések grafikonja (fekete vonal) az 1906 és 2005 közötti időszak évtizedes átlagait ábrázolja az évtizedek közepéhez igazítva, mindenütt az 1901 és 1950 közötti időszak átlagához viszonyítva. Szaggatott vonallal az 50%-nál gyengébb térbeli lefedettség időszakait ábrázoltuk. A késsel árnyalt sáv 5 olyan éghajlati modell 19 szimulációjának 5-5%-os megbízhatósági tartományát mutatja, amelyekben csak a naptevékenység és vulkánkitörések, mint természetes kényszerek hatását vettük figyelembe. A pirossal árnyalt sáv 14 olyan éghajlati modell 58 szimulációjának 5-5%-os tartományát mutatja, amelyek mind a természetes, mind az antropogén kényszereket figyelembe vették. [GYIK 9.2, 1. ábra]

- *Valószínű*, hogy az utóbbi 50 évben szignifikáns antropogén eredetű felmelegedés ment végbe minden kontinens átlagában, kivéve az Antarktisz (l. DÖ-4. ábra). A megfigyelt felmelegedés mintázatát, beleértve, hogy a szárazföldről nagyobb mértékű a melegedés, mint az óceánok felett, továbbá a térségi mintázatok időbeli változásait csak olyan modellek képesek szimulálni, melyek az antropogén kényszereket is figyelembe veszik. A kapcsolt éghajlati modellek képesek a mind a hat kontinens felett megfigyelt hőmérséklet alakulásának szimulációjára, és ez erősebb bizonyíték az éghajlatra gyakorolt emberi hatásra, mint ami a TAR-ban rendelkezésre állt. [3.2, 9.4]
- Kisebb térségi léptékben továbbra is nehézségek mutatkoznak a megfigyelt hőmérséklet-változások megbízható szimulálásában és magyarázatában. Ezekben a léptékekben nagyobb a természetes éghajlati változékonyság, és ez nehezíti a külső kényszerek okozta változások megkülönböztetését. A helyi kényszerek és visszacsatolások okozta bizonytalanság szintén megnehezíti annak becslését, hogy az üvegházhatású gázok növekedése mennyiben járul hozzá a megfigyelt hőmérséklet-változáshoz a kisebb térségekben. [8.3, 9.4]
- Az antropogén kényszer *valószínűleg* hozzájárult a szélmintázatok változásaihoz¹³, befolyásolva a mérsékelt övi viharpályákat* és hőmérséklet-mintázatokat mindkét féltekén. Az északi félteke cirkulációjában megfigyelt változások azonban nagyobbak annál, mint amit a 20. századi kényszerek hatására a modellekben szimuláltak. [3.5, 3.6, 9.5, 10.3]
- A legszélsőségesebb forró éjszakák, hideg éjszakák és hideg napok hőmérséklete *valószínűleg* emelkedett az antropogén kényszer következtében. *Inkább valószínű, mint nem*, hogy az antropogén kényszer növelte a hóhullámok kockázatát (l. DÖ-2. táblázat). [9.4]

Az éghajlati modellek analízise és a megfigyelések pontossági korlátai alapján most először nyílik lehetőség arra, hogy az éghajlat érzékenységet a *valószínű* kategóriának megfelelő sávok közé szorítsák, ami nagyobb biztonságot jelent az éghajlati rendszer által a sugárzási kényszerre adott válasz megértésében. [6.6, 8.6, 9.6, 10.2. Kiemelés]

- Az éghajlat egyensúlyi érzékenysége az éghajlati rendszernek a fennálló sugárzási kényszerre adott válasza mértékegysége. Ez bár nem előjelzés, meghatározása szerint annak a globális átlagban vett felszíni felmelegedésnek a mértéke, amely a szén-dioxid-koncentráció megduplázódása esetén kialakul.** *Valószínű*, hogy ez az érték a 24,5 °C közötti tartományban van, 3 °C körüli legjobb becsléssel, és *nagyon valószínűtlen*, hogy kevesebb, mint 1,5 °C. A 4,5 °C-nál magasabb értékeket sem lehet kizárni, de ilyen értékek mellett a modellek egyezése a megfigyelésekkel már nem olyan jó. A vízgőztartalom változásai képviselik a legerősebb visszacsatolást az éghajlati rendszer érzékenységre, s e folyamatok megértése ma jobb, mint a TAR-ban volt. A felhőzettel kapcsolatos visszacsatolások továbbra is a bizonytalanság legerősebb forrásai. [8.6, 9.6, 10.2. Kiemelés]
- *Nagyon valószínűtlen*, hogy az 1950 előtti legalább hét évszázad éghajlati változásai egyedül az éghajlati rendszer belső változékonyságának köszönhetőek. Az északi féltekén a rekonstruált, évtizedek közötti hőmérséklet-változékonyság jelentős része ezekben a századokban *nagy valószínűséggel* a vulkánkitörések és a napsugárzás változásainak tudható be, és *valószínű*, hogy az antropogén kényszer hozzájárult a feljegyzésekből nyilvánvaló felmelegedéshez a 20. század elején. [2.7, 2.8, 6.6, 9.3]

¹³ Különösképpen a cirkuláció északi és déli féltekén megnyilvánuló éves ciklusa, valamint az ún. észak-atlanti oszcilláció kapcsolódó változásai. [3.6, 9.5, Technikai Összefoglaló 3.1 Kiemelés]

* Itt döntően a mérsékelt övi ciklonok és a kapcsolódó frontrendszerek, illetve kisebb képződmények gyakran ismétlődő pályáinak eltolódásáról van szó. A mérsékelt övben főleg ezek okoznak szélerősödést (vihart), valamint olyan képződmények, amelyek helyben alakulnak ki. (A szaklektor megj.)

** Az egyensúlyi érzékenység azért nem előrejelzés, mert a valóságban a koncentráció megkétszereződése nyomán az egyensúly csak évszázadok alatt állna be. Ez idő alatt a természetes és antropogén kényszerekben minden bizonnyal további változások következnek be. (A szaklektor megj.)

A JÖVŐBELI ÉGHAJLATVÁLTOZÁSOK FELVÁZOLÁSA

A jelen éghajlatváltozási előrevetítések értékelésének legfőbb előnye a TAR-hoz képest a modellek szélesebb köréből rendelkezésre álló nagyszámú szimuláció. Ezek, a megfigyelésekből származó pótlólagos információkkal együtt, kvantitatív alapot képeznek a jövőbeli éghajlatváltozás számos jellemzőjének valószínűségi becsléséhez. A modellszimulációk számos jövőbeli állapotra terjednek ki, idealizált kibocsátási és koncentrációalakulást feltételezve. E feltételezések tartalmazzák a SRES¹⁴ illusztratív forgatókönyveket a 2000 és 2100 közötti időszakra, valamint olyan modellkísérleteket, melyekben az üvegházhatású gázok és az aeroszolok koncentrációját állandónak feltételezik a 2000 vagy 2100 utáni évekre.

A következő két évtizedre a SRES emissziós forgatókönyvek tartománya szerint kb. 0,2 °C évtizedenkénti melegedés várható. Ha az összes üvegházhatású gáz és az aeroszol koncentrációja a 2000. évi szinten állandó marad, akkor is 0,1 °C körüli évtizedenkénti melegedés várható. [10.3, 10.7]

- Az IPCC első Jelentése (1990) óta az előrejelzések évtizedenként 0,15 – 0,3 °C közötti globális átlagos hőmérséklet-emelkedést sugalltak az 1990 és 2005 közötti időszakra. Ez most összehasonlítható a megfigyelt, 0,2 °C/évtized körüli értékkel, ami alátámasztja a közeli időszakra adott projekciók megbízhatóságát. [1.2, 3.2]
- A modellkísérletek azt mutatják, hogy még ha az összes sugárzási kényszert a 2000. évi szinten állandónak veszik is, az elkövetkező két évtizedben akkor is további, kb. 0,1 °C/évtized melegedés következik be, főleg az óceánok lassú válaszképzése következtében.* Közel kétszer ilyen gyors melegedés (0,2 °C/évtized) várható, ha a kibocsátás a SRES forgatókönyveknek megfelelően alakul. A modellekből származó előrejelzések legjobb pontszerű becsléseinek összehasonlítása azt mutatja, hogy 2030-ig az évtizedenkénti átlagos melegedés a lakott kontinenseken nem függ attól, hogy melyik SRES forgatókönyv szerinti kibocsátást feltételezzük, és *nagyon valószínű*, hogy ez az átlagmelegedés legalább kétszerese az ugyanezen modellek által becsült, 20. századi természetes változékonyságnak. [9.4, 10.3, 10.5, 11.2, 11.7, Technikai Összefoglaló 29. ábra]

Az üvegházhatású gázkibocsátás folytatása a jelenlegi mértékben vagy a fölött további melegedést okozna, és számos változást indukálna az éghajlati rendszerben a 21. század folyamán, amely nagy valószínűséggel nagyobb lenne, mint a 20. században megfigyelt változások. [10.3]

- Az éghajlatváltozás-modellező tevékenység fejlődése ma már lehetővé teszi, hogy legjobb becsléseket és *valószínűnek* értékelt bizonytalansági tartományokat határozzunk meg a különböző emissziós forgatókönyvekhez tartozó, előre jelzett melegedésre. A különböző emissziós forgatókönyvek eredményeit részletesen közreadjuk a Jelentésben, hogy elkerülhető legyen e lényeges szakpolitikai információ tartalmának esetleges csökkenése. A felszínre előre jelzett, globálisan átlagolt melegedést a DÖ-3. táblázat mutatja a 21. század végére (2090 és 2099) az 1980 és 1999 közötti időszakhoz viszonyítva. Ez illusztrálja az alacsonyabb és magasabb kibocsátást adó SRES forgatókönyvek közötti különbségeket, és az e forgatókönyvekhez tartozó melegedés bizonytalanságát. [10.5]

¹⁴ A SRES az IPCC Speciális Jelentése az Emissziós Forgatókönyvekről (2000). A SRES forgatókönyv-családokat és illusztratív egyedeit, melyek nem tartalmazzák (a kibocsátáskorlátozásra vonatkozó *a szaklektor* kieg.) további éghajlati kezdeményezéseket, a jelen Döntéshozói Összefoglaló végén lévő Kiemelés tartalmazza. A SRES B1, A1T, B2, A1B, A2 és A1FI illusztratív jelző forgatókönyvben az antropogén üvegházhatású gázok és az aeroszolok okozta számított sugárzási kényszer 2100-ban megfelel annak a sugárzási kényszernek, ami a CO₂-koncentráció rendre 600, 700, 800, 850, 1250 és 1550 ppm értéke mellett következne be. A B1, A1B és A2 forgatókönyvek állnak a modelleket összehasonlító tanulmányok fókuszában, melyek számos eredményét a mostani Beszámoló is értékeli.

* A nagy hőkapacitású óceánok a korábbi évtizedek erősödő sugárzási kényszerére válaszolnak lassan, azaz a légkör egyidejű melegedését csökkentő hatással. Ezt a későbbi évtizedekre átnyúló hatást a Beszámoló "büntető melegedés"-nek ("committed warming") is nevezi. (A szaklektor megj.)

- A jelen Értékelés hat SRES emissziós jelző forgatókönyvre tartalmazza a legjobb becsléseket és a felszíni levegő globális átlagolt melegedésének *valószínű* tartományait, melyeket a DÖ-3. táblázat mutat be. A legalacsonyabb kibocsátás forgatókönyvére (B1) például a legjobb becslés 1,8 °C (*valószínű* tartomány: 1,1 – 2,9 °C), míg a legmagasabb kibocsátás forgatókönyvére (A1F1) a legjobb becslés 4 °C (*valószínű* tartomány: 2,4 – 6,4 °C). Bár ezek az előrejelzések (l. DÖ-5. ábra) hozzávetőleg egyeznek a TAR-ban szereplő tartománnyal (1,4 – 5,8 °C), közvetlen összehasonlításuk mégsem lehetséges. Az AR4 szerinti becslések fejlettebbek, mivel minden jelző forgatókönyvre megadják a legjobb becsléseket és a valószínű becslés tartományát. A *valószínű* tartományok új becslése már nagyobb számú, komplexebb és realisabb éghajlati modellekre támaszkodik, valamint figyelembe veszi a szén körforgalmából eredő visszacsatolás természetét* és az éghajlati válasznak a megfigyeléseken alapuló határértékeit. [10.5]

DÖ-3. táblázat: A felszíni melegedés és a tengerszint-emelkedés földi átlagos előrejelzései a 21. század végére [10.5, 10.6, 10.7. táblázat]

Eset	Hőmérséklet-változás (°C a 2090-2099 időszakban 1980-1999-hez viszonyítva) ^a		Tengerszint-emelkedés (méter a 2090-2099 időszakban 1980-1999-hez viszonyítva)
	Legjobb becslés	Valószínű tartomány	Modellezett tartomány, a jégáram esetleges hirtelen jövőbeli változásai nélkül
2000. évi állandó koncentrációk^b	0,6	0,3 - 0,9	nincs adat
B1 forgatókönyv	1,8	1,1 - 2,9	0,18 - 0,38
A1T forgatókönyv	2,4	1,4 - 3,8	0,20 - 0,45
B2 forgatókönyv	2,4	1,4 - 3,8	0,20 - 0,43
A1B forgatókönyv	2,8	1,7 - 4,4	0,21 - 0,48
A2 forgatókönyv	3,4	2,0 - 5,4	0,23 - 0,51
A1FI forgatókönyv	4,0	2,4 - 6,4	0,26 - 0,59

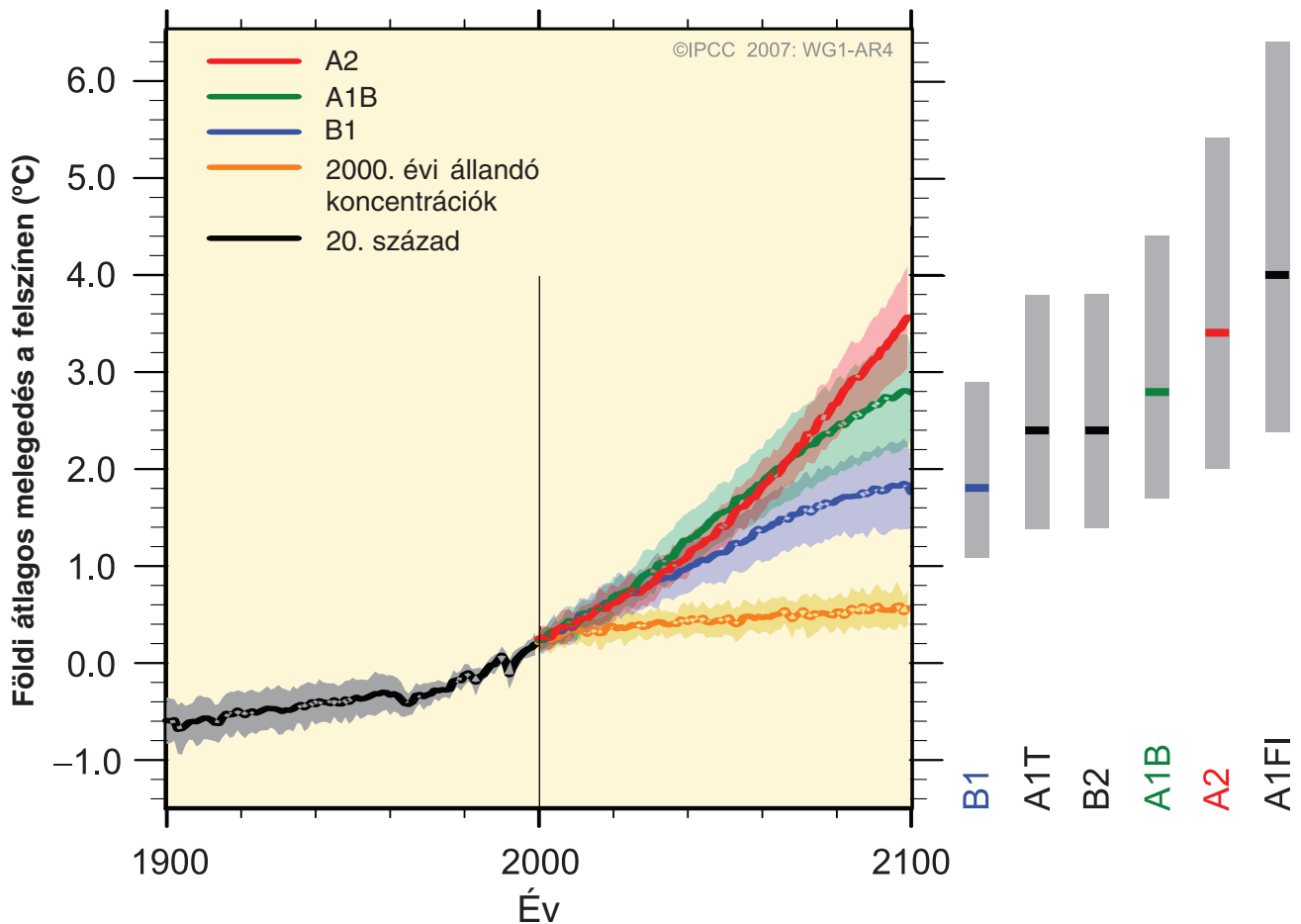
Megjegyzések a táblázathoz:

^a Ezek a becslések a modellek olyan hierarchiájából származnak, melyek magukban foglalnak egy egyszerű éghajlati modellt, néhány közepes komplexitású Föld-modellt (EMIC) és nagyszámú légkörőceán általános cirkulációs modellt (AOGCM).

^b A 2000. évi állandó légkörösszetétel eredményei kizárólag az AOGCM-ekből származnak.

* A módosuló éghajlat a kontinensek nagy részén korlátozza a növények fejlődését, ezáltal a szén-dioxid asszimilációját. Emiatt a növényzet a többlet-szén-dioxid kisebb hányadát tudja csak lekötmi, ami tovább erősíti a melegedést. Ugyanakkor, az óceánok felett a melegedés stabilabbá teszi az óceánok hőmérsékleti rétegződését, vagyis gyengíti a függőleges átkeveredést, a szén-dioxid lejutását a mélyebb rétegekbe. (A szaklektor megj.)

A felszíni melegedés átlaga és becsült tartománya az összes modell alapján



DÖ-5. ábra: A vastag vonalak a globálisan átlagolt felszíni melegedést mutatják az összes modell átlagában, az A2, A1B és B1 forgatókönyvekre (az 1980-1999 közötti időszakhoz viszonyítva), mint a 20. századi szimulációk folytatását. A széles sávok a vastag vonal körül az egyes modellekben kapott változások plusz/mínusz egyszeres szórásának mértékét jelölik. A narancssárga vonal azokra a kísérletekre vonatkozik, amelyekben a koncentrációkat a 2000. évi szinten állandónak vették. A szürke oszlopok az ábra jobb oldalán a legjobb becsléseket (vastag vonal minden oszlopon belül) és a hat SRES jelző forgatókönyvre becsült valószínű tartományt mutatják. Az ábra bal oldalán szereplő legjobb becslés és a múltbeli alakulás valószínű tartományának szürke sávja figyelembe veszi az AOGCM modelleket, az ezektől független modellek hierarchiájának eredményeit és a megfigyelési sorok által behatárolt értékeket. [10.4. és 10.29. ábrák]

- A felmelegedés hatására csökken a szárazföldre és az óceánok szén-dioxid-felvétele, és így nő az antropogén kibocsátás azon hányada, amely a légkörben marad. Az A2 forgatókönyvben például az éghajlatszinciklus visszacsatolás a földi átlagos melegedést 2100-ra több mint 1°C-kal növeli. A hőmérséklet-előrejelzések felső tartományai magasabbak, mint a TAR-ban (I. DÖ-3. táblázat), főleg azért, mert a modellek ma rendelkezésre álló, szélesebb köre a korábnál erősebb éghajlatszinciklus visszacsatolásra utal. [7.3, 10.5]
- A globálisan átlagolt tengerszint-emelkedésnek a 21. század végére (2090-2099) vonatkozó, modellalapú előrejelzéseit ugyancsak a DÖ-3. táblázat mutatja be. A DÖ-3. táblázat tartományainak középpontja mindegyik forgatókönyv szerint kevesebb, mint 10%-kal tér el a TAR-ban a 2090-2099 közötti időszakra megadott modellátlagoktól. Az átlag körüli tartományok ugyanakkor szűkebbek, mint a TAR-ban, főleg az előre becsült hozzájárulások bizonytalanságáról rendelkezésre álló jobb információk miatt¹⁵. [10.6]
- A felhasznált modellek a mai napig nem tartalmazzák sem az éghajlatszinciklus visszacsatolás bizonytalanságait, sem a jégáramlások olvadásának és óceánba áramlásának teljes hatását, mivel erre a megjelent szakirodalom nem ad kellő alapot. Az előrejelzések az erősebb grönlandi és antarktisi jégáramlásnak betudható hozzájárulást a tengerszint-emelkedéshez az 1993 és 2003 közötti időszakban megfigyelt értéken veszik figyelembe, ám ezek az áramlási sebességek nőhetnek és csökkenhetnek a jövőben. Ha például ez a hozzájárulás a globális átlaghőmérséklet változásaival lineárisan növekedne, akkor a SRES forgatókönyvek szerinti, DÖ-3. táblázatban megadott tengerszint-emelkedés felső tartományai 0,1-0,2 méterrel megnőnének. A bemutatottaknál magasabb értékek sem zárhatók ki, de ezeknek a hatásoknak a megértése túlságosan hiányos ahhoz, hogy felmérjük e nagyobb értékek valószínűségét, illetve hogy akár legjobb becslést, akár pedig maximális felső határt állapítsunk meg a tengerszint emelkedésére. [10.6]
- A növekvő légköri szén-dioxid-koncentrációk az óceánok savasságának növekedéséhez vezetnek. A SRES forgatókönyveken alapuló előrejelzések az átlagos globális óceánfelszíni pH¹⁶ értékére 0,140,35 egységnyi csökkenést adnak a 21. század folyamán, ami hozzáadódik az iparosodás előtti időszak óta eddig bekövetkezett 0,1 egységnyi csökkenéshez.* [5.4, 7.3 Kiemelés, 10.4]

A felmelegedés térbeli mintázatát és más regionális léptékű jelenségeket ma már nagyobb megbízhatósággal tudjuk előrevetíteni, ideértve szélmintázatok, a csapadék, egyes szélsőséges jelenségek és a jégtakaró változásait. [8.2, 8.3, 8.4, 8.5, 9.4, 9.5, 10.3, 11.1]

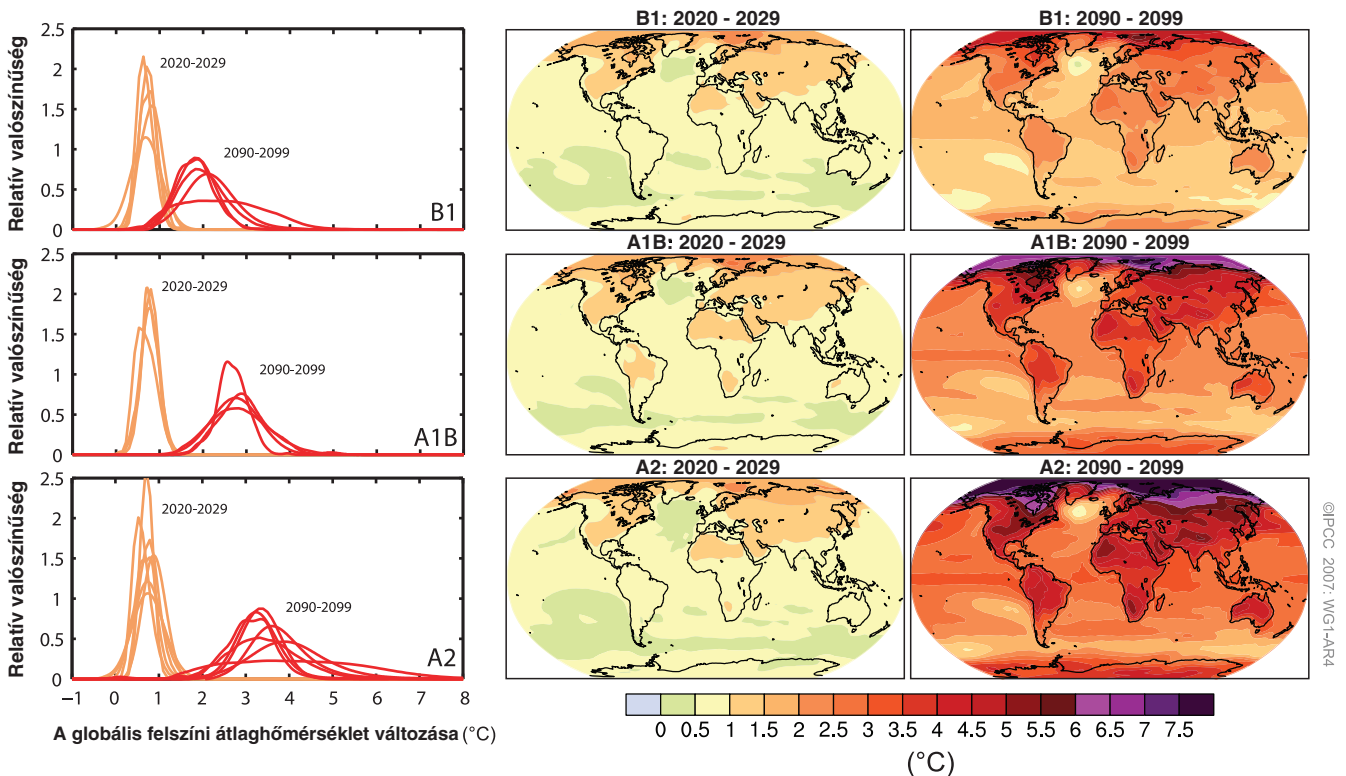
- A 21. századra előrevetített felmelegedés a forgatókönyvektől független földrajzi eloszlásokat mutat, amelyek hasonlítanak az utóbbi néhány évtizedben megfigyelt mintázatokhoz. A felmelegedés várhatóan a szárazföldre felelt és a legmagasabb északi szélességeken lesz a legerősebb, a déli óceán és az észak-atlanti óceán egyes részei felett a leggyengébb (I. DÖ-6. ábra). [10.3]

¹⁵ A TAR előrevetítései 2100-ra készültek, míg a jelen Beszámoló előrevetítései a 2090 és 2099 közötti időszakra. A TAR is hasonló tartományokat adott volna a DÖ-3. táblázatban szereplő értékekhez, ha a bizonytalanságokat is a mostani eljárás szerint kezelte volna.

¹⁶ A pH-csökkenés megegyezik az oldat savasságának növekedésével. További részletek a Szójegyzékben.

* Az óceánok jelenlegi átlagos pH-értéke a felszínen 7,5 és 8,5 között alakul, ami enyhén lúgos kémhatásra utal. A "savasság növekedése" tehát valójában a semleges kémhatás irányába tolódást jelent. (A szaklektor megj.)

A felszíni hőmérsékletek előrejelzése légkör-óceán globális cirkulációs modellekben

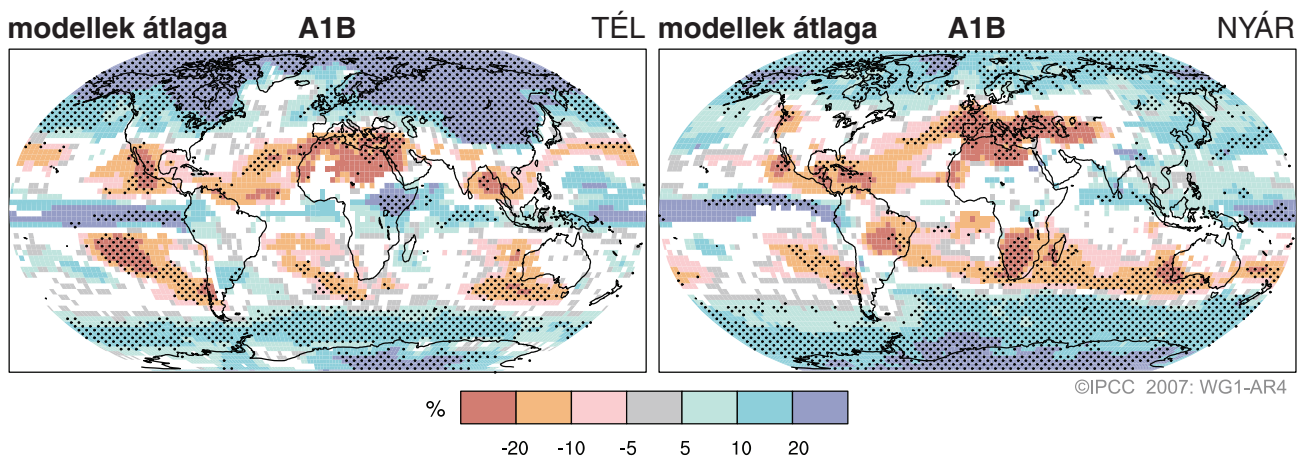


DÖ-6. ábra: A 21. század egy-egy korai és késői időszakára előre jelzett változások a felszíni hőmérsékletben az 1980 és 1999 közötti időszakhoz viszonyítva. A középső és jobb oldali ábrahármás a légkör-óceán globális cirkulációs modellekben átlagosan előre jelzett változásokat mutatja, mégpedig a B1 (felső), A1B (középső) és A2 (alsó) SRES forgatókönyvekre a 2020-2029 (középső oszlop) és 2090-2099 (jobb oldali oszlop) évtizedekre átlagolva. A bal oldali oszlop az ennek megfelelő bizonytalanságokat, mint a különböző AOGCM- és EMIC-tanulmányok által becsült globális átlagmelegedésre adott relatív valószínűségeket mutatja ugyanezekre az időszakokra. Néhány tanulmány az eredményeket csak a SRES forgatókönyvek egy részére vagy különböző modellverziókra adja meg. Ezért a bal oldali panel egyes részeiben látható görbék száma, csakis a rendelkezésre álló eredmények számától függően, különböző. [10.8. és 10.28. ábrák]

- A hótakaró az előrejelzések szerint visszahúzódik. Az olvadt sárréteg mélységének széles körű megnövekedése várható az örökké fagyott területek nagy részén [10.3, 10.6]
- A tengeri jégtakaró az összes SRES forgatókönyv előrejelzése szerint összehúzódik mind az Északi-, mind a Déli-sarkon. Néhány előrejelzés szerint az Északi-sarkon a késő nyári tengerjég szinte teljesen eltűnik a kései 21. századra. [10.3]
- *Nagyon valószínű*, hogy forró szélsőségek, a hőhullámok és heves esőzések egyre gyakoribbá válnak. [10.3]

- A modellek egy része alapján *valószínű*, hogy a jövőben a trópusi ciklonok (tájfunkok és hurrikánok) intenzívebbé válnak a trópusi tengerfelszín magasabb hőmérséklete miatt, ami együtt jár a legerősebb szélsőségek és az esőzés intenzitásának további erősödésével. Kevésbé megbízhatóak a trópusi ciklonok számának globális csökkenésére vonatkozó előrejelzések. A nagyon intenzív viharok arányának látható megnövekedése 1970 óta néhány régióban sokkal gyorsabb, mint a jelenlegi modellek által szimulált változás az adott időszakban. [9.5, 10.3, 3.8]
- Az előrejelzések szerint a trópuson kívüli ciklonpályák a sarkok felé tolódnak, egyidejűleg a szél-, a csapadék- és hőmérséklet-mintázatok ebből következő változásaival, folytatva az elmúlt fél évszázadban megfigyelt trendek változatos mintázatát. [3.6, 10.3]
- A TAR óta javult az előre jelzett csapadékmintázatok megértése. A magas szélességi övekben a csapadékösszeg növekedése *nagyon valószínű*, míg ennek csökkenése *valószínű* a legtöbb szubtrópusi szárazföldi régióban (az A1B forgatókönyv szerint 2100-ban nem kevesebb mint 20%-kal, I. DÖ-7. ábra), ily módon folytatva a jelenlegi trendekben megfigyelt mintázatokat. [3.3, 8.3, 9.5, 10.3, 11.2, 11.9]
- A jelenlegi modellszimulációk alapján *nagyon valószínű*, hogy az Atlanti-óceán meridionális körforgása (MOC) lelassul a 21. században. A modellek által adott átlagos csökkenés 2100-ra 25% (nullától kb. 50%-ig terjedő tartomány) az A1B jelű SRES kibocsátási forgatókönyv szerint. Az atlanti térség hőmérséklete az előrejelzések szerint emelkedik az ilyen folyamatok ellenére is, mivel az üvegházhatású gázok előre jelzett növekedésével összefüggő melegedés ezeket a hatásokat felülmúlja. *Nagyon valószínűtlen*, hogy a 21. század folyamán a MOC hirtelen nagyobb változáson menjen keresztül. A MOC ennél hosszabb távú változásait nem lehet megbízhatóan előre jelezni. [10.3, 10.7]

A csapadékváltozások előrevetített mintázata



DÖ-7. ábra: A csapadék relatív változásai (százalék) 2090 és 2099 között, az 1990 és 1999 közötti időszakhoz viszonyítva. Az értékek az A1B jelű SRES forgatókönyvre alapozott összes modellfutás átlagai, decembertől februárig (TÉL a bal oldalon), valamint júniustól augusztusig (NYÁR a jobb oldalon). A fehér területeken a modellek kevesebb mint 66%-a egyezik meg a változás előjelmében, míg a pontozott területeken a modellek több mint 90%-a azonos előjellel változik. [10.9. ábra]

Az antropogén felmelegedés és a tengerszint emelkedése az éghajlati folyamatok és visszacsatolások időskálája miatt évszázadokon át tovább folytatódhat akkor is, ha az üvegházhatású gázok koncentrációját sikerül stabilizálni. [10.4, 10.5, 10.7]

- Az éghajlat és a szénkörforgalom közötti visszacsatolás várhatóan többlet-szén-dioxidot juttat a légkörbe, miközben az éghajlati rendszer melegszik. Ennek a visszacsatolásnak az erőssége azonban bizonytalan. Ez növeli a bizonytalanságot a szén-dioxid-kibocsátás azon trajektóriái terén, amelyek a légköri szén-dioxid-koncentráció adott stabilizációs szintjének eléréséhez szükségesek. Az éghajlatszenciklus visszacsatolás jelenlegi megértési szintjén a modelltanulmányok azt sugallják, hogy a szén-dioxid 450 ppm értéken való stabilizációjához arra lenne szükség, hogy a 21. század folyamán a kumulált kibocsátás a mostani, átlagosan 670 [630–710] GtC (2460 [2310–2600] GtCO₂) körüli értékről 490 [375–600] GtC (1800 [1370–2200] GtCO₂) körüli értékre csökkenjen. Hasonlóképpen, ahhoz, hogy 1000 ppm értéken stabilizálni lehessen a szintet, e visszacsatolás következtében a kumulált kibocsátást a 1415 [1340–1490] GtC (5190 [4910–5460] GtCO₂) körüli modellátlagról 1100 [980–1250] GtC (4030 [3590–4580] GtCO₂) körüli értékre kell csökkenteni. [7.3, 10.4]
- Ha a sugárzási kényszert 2100-ra a B1 vagy A1B szinteken stabilizálnák is, a globális átlaghőmérséklet akkor is várhatóan további, kb. 0,5 °C-ot emelkedik, leginkább 2200-ra. [10.7]

- Ha a sugárzási kényszert 2100-ra a B1 vagy A1B szinteken stabilizálnák is, egyedül a hőtágulás 0,30,8 m tengerszint-emelkedéshez vezetne 2300-ra (az 1980 és 1999 közötti időszakhoz viszonyítva). A hőtágulás további sok évszázadon keresztül folytatódhat, a többelthőnek a mélyóceánba kerüléséhez szükséges hosszú idő miatt. [10.7]
- A grönlandi jégtakaró visszahúzódása az előrejelzések szerint 2100 után is hozzájárul majd a tengerszint emelkedéséhez. A jelenlegi modellek azt jelzik, hogy a hőmérséklet emelkedésével a jégtömeg vesztesége gyorsabban növekszik, mint amennyi a csapadéknak köszönhető nyereség, és hogy a felszíni tömegmérleg negatívvá válik az 1,9–4,6 °C-ot meghaladó földi átlagos melegedésnél (az iparosodás előtti értékekhez viszonyítva). Ha a felszíni tömegmérleg évezredekig negatív marad, akkor az a grönlandi jégtábla csaknem teljes eltűnéséhez vezetne, aminek kb. 7 m-es tengerszint-emelkedés lenne a következménye. Az ennek megfelelő jövőbeli hőmérsékletek Grönlandon összehasonlíthatók a legutóbbi (125 000 évvel ezelőtti) interglaciális időszakból származó, becsült adatokkal, amikor a paleoklíma-információk a sarki jég kiterjedésének csökkenését és 46 m-es tengerszint-emelkedést mutatnak. [6.4, 10.7]
- A jelenlegi modellekben nem szereplő, de a megfigyelések által sugallt, a jégáramlással kapcsolatos dinamikai folyamatok növelhetik a jéghegységek sérülékenységét a felmelegedéssel szemben, s ez hozzájárulhat a jövőbeli tengerszint-emelkedés fokozódásához. E folyamatok megértésének foka korlátozott, és nincs egyetértés ezek nagyságrendjéről sem. [4.6, 10.7]
- A jelenlegi globális modelltanulmányok azt vetítik előre, hogy az Antarktisz jéghegysége túlságosan hideg marad ahhoz, hogy nagyfokú felszíni olvadás következzen be, és várhatóan a tömege gyarapodik az erősebb hóesés következtében. Bekövetkezhet azonban a nettó jégtömegvesztés is, ha a dinamikus jégelfolyás dominánssá válik a jéghegység tömegmérlegében. [10.7]
- Mind a múltbeli, mind a jövőbeli antropogén szén-dioxid-kibocsátás több mint ezer évig hozzá fog járulni a melegedéshez és a magasabb tengerszint fenntartásához azon időtartamok miatt, amelyek a légköri összetevő eltávolításához szükségesek. [7.3, 10.3]

Az IPCC Speciális Jelentése az Emissziós Forгатókönyvekről (SRES)¹⁷ emissziós forгатókönyvei

A1. Az A1 cselekmény és forгатókönyvcsalád egy olyan jövő világot ír le, amelyben nagyon gyors a gazdasági növekedés. A globális népesség, amely az évszázad közepén tetőzik, utána csökken. Gyors az új és hatékonyabb technológiák bevezetése. A legfőbb alaptémák a régiók közötti konvergencia, kapacitásépítés és növekvő kulturális és szociális kölcsönhatás, miközben csökkennek az egy főre jutó jövedelmek közötti regionális különbségek. Az A1 forгатókönyvcsalád három csoportba fejlődik, amelyek az energiatermelő rendszerek technológiai változásának alternatív irányait írják le. A három A1 csoportot az alábbi technológiai hangsúlyok különböztetik meg: erősen fosszilis (A1FI), illetve nem fosszilis energiaforrások (A1T) vagy egyensúly az összes forrás között (A1B). (Itt az egyensúly azt jelenti, hogy nem támaszkodnak erősen egyik adott energiaforrásra sem, azzal a feltételezéssel, hogy hasonló fejlesztési ráta vonatkozik minden energiaellátási és felhasználási technológiára.)

A2. Az A2 cselekmény és forгатókönyvcsalád egy meglehetősen heterogén világot ír le. Az alaptéma az önállóság és a helyi identitások megőrzése. A népesedési mintázatok nagyon lassan konvergálnak, ami folyamatosan növekvő népességet eredményez. A gazdasági fejlődés elsősorban régióorientált. Az egy főre jutó gazdasági növekedés és technológiai változás térben változatosabb és lassúbb, mint a többi forгатókönyvnél.

B1. A B1 cselekmény és forгатókönyvcsalád egy konvergens világot ír le az A1 cselekménnyel azonos globális népességgel, amely az évszázad közepén tetőzik, utána csökken, azonban a gazdasági struktúra itt gyorsan változik egy szolgáltatási és információs gazdaság irányába, az anyagi igényesség csökkenésével és tiszta és forráshatékony technológiák bevezetésével. A hangsúly a gazdasági, társadalmi és környezeti fenntarthatóság globális megoldásain van, beleértve a fokozottabb jogegyenlőséget, de nem tartalmazva további kibocsátáscsökkentő éghajlati kezdeményezéseket.

B2. A B2 cselekmény és forгатókönyvcsalád olyan világot ír le, ahol a hangsúly a gazdasági, társadalmi és környezeti fenntarthatóság helyi megoldásain van. Ebben a világban a globális népesség folyamatosan nő az A2-nél kisebb mértékben, a gazdasági fejlődés szintje közepes, és a technológiai változás kevésbé gyors és sokfélebb, mint a B1 és A1 cselekményben. Miközben a forгатókönyv szintén a környezetvédelem és társadalmi igazságosság felé orientálódik, a helyi és regionális szintekre összpontosít.

A hat forгатókönyvcsoport (A1B, A1FI, A1T, A2, B1 és B2) mindegyikére választottak egy illusztratív forгатókönyvet. Mindegyik egyformán megbízhatónak tekintendő.

A SRES forгатókönyvek nem tartalmaznak további kibocsátáscsökkentő éghajlati kezdeményezéseket, ami azt jelenti, hogy egyetlen olyan forгатókönyv sincs a SRES családban, ami kimondottan feltételezi az ENSZ Klímaváltozási Keretegyezmény vagy a Kiotói Jegyzőkönyv célkitűzéseinek megvalósítását.

¹⁷ Az IPCC I. Munkacsoportjának jelen Beszámolója nem értékeli az emissziós forгатókönyveket. Ez a SRES forгатókönyveket összefoglaló Kiemelés a TAR-ból került átvételre, amit a Testület korábban sorról sorra hagyott jóvá.

ÉGHAJLATVÁLTOZÁS 2007

HATÁSOK, ALKALMAZKODÁS ÉS SEBEZHETŐSÉG

DÖNTÉSHOZÓI ÖSSZEFOGLALÓ

A II. Munkacsoport Beszámolója az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület Negyedik Értékelő Jelentéséhez

A Döntéshozói Összefoglalót hivatalosan elfogadta
az IPCC II. Munkacsoportjának 8. Ülésszaka Brüsszelben,
2007 áprilisában.

Szerzők:

Neil Adger, Pramod Aggarwal, Shardul Agrawala, Joseph Alcamo, Abdelkader Allali, Oleg Anisimov, Nigel Arnell, Michel Boko, Osvaldo Canziani, Timothy Carter, Gino Casassa, Ulisses Confalonieri, Rex Victor Cruz, Edmundo de Alba Alcaraz, William Easterling, Christopher Field, Andreas Fischlin, B. Blair Fitzharris, Carlos Gay García, Clair Hanson, Hideo Harasawa, Kevin Hennessy, Saleemul Huq, Roger Jones, Lucka Kajfez Bogataj, David Karoly, Richard Klein, Zbigniew Kundzewicz, Murari Lal, Rodel Lasco, Geoff Love, Xianfu Lu, Graciela Magrín, Luis José Mata, Roger McLean, Bettina Menne, Guy Midgley, Nobuo Mimura, Monirul Qader Mirza, José Moreno, Linda Mortsch, Isabelle Niang-Diop, Robert Nicholls, Béla Nováky, Leonard Nurse, Anthony Nyong, Michael Oppenheimer, Jean Palutikof, Martin Parry, Anand Patwardhan, Patricia Romero Lankao, Cynthia Rosenzweig, Stephen Schneider, Serguei Semenov, Joel Smith, John Stone, Jean-Pascal van Ypersele, David Vaughan, Coleen Vogel, Thomas Wilbanks, Poh Poh Wong, Shaohong Wu, Gary Yohe

Magyar nyelvű kiadás.

A hivatalos angol nyelvű szövegből fordította: Árkádia 27 Fordítóiroda Kft.

Szakmai lektorok: Szalai Sándor, Ligetvári Ferenc, Nováky Béla, Páldy Anna

Az II. Munkacsoport Döntéshozói Összefoglalójának hivatkozási módja:

IPCC, 2007: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 7-22.

Az IPCC Titkárság címe és elérhetőségei:

IPCC Secretariat, c/o WMO, 7bis, Avenue de la Paix, C.P. No. 2300, 1211 Geneva 2, SWITZERLAND
Telefon: +41 22 730 8208/8254/8284 ◦ Fax: +41 22 730 8025/8013 ◦ E-mail: IPCC-Sec@wmo.int
Webcím: <http://www.ipcc.ch>

BEVEZETÉS

Ez az összegzés az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC) II. Munkacsoportjának Negyedik Értékeléséből származó, politikai szempontból kulcsfontosságú megállapításait vázolja fel.

Az Értékelés a klímaváltozás természetes, kezelt és emberi rendszerekre, illetve ezen rendszerek alkalmazkodóképességére és sérülékenységére gyakorolt hatásainak jelenlegi tudományos értelmezése¹. Korábbi IPCC-értékelésekre épül, és a Harmadik Értékelés óta megszerzett új tudásanyagot is magában foglalja.

A jelen Összefoglalóban szereplő állítások az Értékelés fejezetein alapulnak, és minden egyes bekezdés végén a fő források szerepelnek².

AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS TERMÉSZETI ÉS EMBERI KÖRNYEZETRE GYAKOROLT HATÁSAIRÓL KIALAKULT JELENLEGI ISMERETEK

Az I. Munkacsoport Negyedik Értékelése a lehető legteljesebben mutatja be a megfigyelt klímaváltozást. A II. Munkacsoport Összefoglalójának ez a része a megfigyelt klímaváltozás és a természeti, emberi környezetben megfigyelt változások közötti kapcsolattal foglalkozik.

Az itt bemutatott megállapítások nagy vonalakban az 1970 óta eltelt időszakra érvényes adatsorokon alapulnak. A fizikai és a biológiai környezetben megfigyelt irányzatok és a regionális klímaváltozások közötti kapcsolatról készített tanulmányok száma jelentősen megnőtt a 2001-es Harmadik Értékelés óta. Az adatsorok minősége is javult. Mindazonáltal a megfigyelt változások adataiban és a róluk szóló irodalomban jelentős a földrajzi kiegyensúlyozatlanság, negatív jelleggel a fejlődő országokra vonatkozóan.

A legújabb tanulmányok a megfigyelt felmelegedés és a hatások közötti kapcsolat szélesebb körű, valamint megbízhatóbb értékelését tették lehetővé, mint a Harmadik Értékelésben. Az értékelés arra a végkövetkeztetésre jutott, hogy „magas fokú megbízhatóság³ érvényes a tekintetben, hogy a hőmérséklet jelenlegi változásai sok fizikai és biológiai rendszerre megfigyelhető hatást gyakorolnak”.

A jelenlegi Értékelésből a következő következtetéseket vonjuk le.

Az összes földrésről és az óceánok többségéből származó megfigyeléseken alapuló bizonyítékok szerint sok természeti rendszerre hatással vannak a regionális éghajlati változások, különösen a hőmérséklet-növekedések.

¹ A meghatározásokat I. az 1. Kiemelésben a II. Munkacsoport Beszámolója végén

² Az állítások forrásai szögletes zárójelben szerepelnek. Például a [3.3] a 3. szakasz 3. fejezetére utal. A források között F = ábra, T = táblázat, B = Kiemelés, és ES = fejezet-összefoglaló.

³ L. a 2. Kiemelést.

A hó és a jég előfordulásaiban és a fagyott talajokban (az örökké fagyott talajt is beleértve)⁴ bekövetkezett változásokra tekintettel nagy a bizonyossága annak, hogy a természetes rendszerekre az éghajlatváltozás már hatással van. Példák:

- a gleccsertavak kiterjedésének és számának növekedése [1.3];
- a talajok instabilitásának növekedése az örökké fagyott talajú területeken, a sziklaomlások gyakoribbá válása a hegyvidéki területeken [1.3];
- változások egyes északi- és déli-sarki ökológiai rendszerekben, a tenger jeges életközösségeiben, valamint a táplálkozási lánc csúcsán lévő ragadozók esetében [1.3, 4.4, 15.4].

Az egyre nagyobb számú bizonyíték alapján nagyfokú a bizonyossága annak, hogy a hidrológiai rendszerekben megjelentek a következő hatások:

- növekvő lefolyás és korábbi tavaszi csúcsvízhozam sok gleccser- és hótáplált folyó esetében [1.3];
- tavak és folyók melegedése sok területen, a hőmérsékleti eloszlásra és vízminőségre gyakorolt hatásokkal [1.3].

Igen nagy mértékű a bizonyosság a fajok szélesebb skálájából származó több bizonyíték alapján, hogy a jelenlegi felmelegedés jelentősen befolyásolja a szárazföldi biológiai rendszereket, az olyan változásokat is beleértve, mint például:

- a tavaszi események, például a levelek kibomlásának, a madarak vándorlásának és tojásrakásának korábbi bekövetkezése [1.3];
- növény- és állatfajok jelentős sokaságának sarkok felé és felfelé irányuló eltolódása [1.3, 8.2, 14.2].

Az 1980-as évek végétől végzett műholdas megfigyelések alapján igen nagy fokú bizonyosság van a tekintetben, hogy sok területen a növényzet korábbi tavaszi „kizöldülése”⁵ felé történik eltolódás, hosszabb tenyészidőszakhoz kapcsolódva, a melegedés miatt [1.3, 14.2].

Igen nagy fokú bizonyosság van a tekintetben, jelentős új bizonyítékok alapján, hogy a tengeri és édesvízi biológiai rendszerekben megfigyelt változások az emelkedő vízhőmérsékletekkel, valamint az ezzel összefüggő jégborításban, sótartalomban, oxigénszintekben és keringésben bekövetkezett változásokkal állnak kapcsolatban [1.3]. Ilyenek:

- algák, planktonok és halak számának nagyságrendi eltolódásai a magas földrajzi szélességeken levő óceánokban [1.3];
- algák és zooplanktonok számának növekedése a magas földrajzi szélességeken és a tengerszint felett magasan fekvő tavakban [1.3];
- a folyami halak elterjedési területeinek változásai és korábban történő vándorlásai [1.3].

A szén koncentrációjának emberi eredetű növekedése ahhoz vezetett 1750 óta, hogy az óceánok savasabbá váltak, a pH-érték átlagosan 0,1 egységgel csökkent [IPCC Negyedik Értékelése, I. Munkacsoport]. Mindazonáltal az óceán savasodásának a tengeri bioszférára gyakorolt hatásai jelenleg még nem dokumentáltak [1.3].

Az adatok átfogó értékelése kimutatta, hogy valószínűleg⁶ az emberi tevékenységből származó felmelegedés észrevehetően sok fizikai és biológiai rendszert befolyásol 1970 óta.

⁴ L. az I. Munkacsoport Beszámolóját.

⁵ A Normalizált Vegetációs Indexszel (Normalised Difference Vegetation Index) mérjük, ami a biomassza műholdfelvételekből becsülhető relatív mértéke.

⁶ L. a 2. Kiemelést.

Még több olyan bizonyíték halmozódott fel az utóbbi öt évben, amely azt jelzi, hogy sok fizikai és biológiai rendszerben bekövetkezett változás az emberi tevékenységből származó felmelegedéshez kapcsolódik. Négy bizonyítéksorozat van, amelyek együttesen a következő megállapításokat támasztják alá:

1. Az I. Munkacsoport a Negyedik Értékelésben arra a következtetésre jutott, hogy a 20. század közepétől a globális átlaghőmérséklet megfigyelt növekedése a legnagyobb valószínűség szerint az emberi tevékenységekből származó üvegházhatású gázok koncentrációi emelkedésének tulajdonítható.
2. A több mint 29 000 megfigyelési adatsorozat⁷ és 75 tanulmány alapján sok fizikai és biológiai rendszerben jelentős változást mutattak ki. Ezek 89%-a a felmelegedésre adott válaszként létrejövő, várt változás irányával összhangban áll (DÖ-1. ábra) [1.4].
3. A jelen értékelésben a tanulmányok átfogó szintézise azt mutatja ki, hogy igen valószínűtlen az, hogy a földgolyón megfigyelhető jelentősen melegebb területek, illetve a sok rendszerben megfigyelt, melegebb összefüggésben levő, jelentős változású helyek közötti térbeli egyezőség kizárólag a hőmérsékletek vagy a rendszerek természetes változékonysága miatt következett be (DÖ-1. ábra) [1.4].
4. Végül számos olyan modellező tanulmány van, amelyek a bizonyos fizikai és biológiai rendszerekben bekövetkező reakciókat az emberi tevékenység által okozott felmelegedéshez kapcsolták, az ezekben a rendszerekben megfigyelt reakciókat összehasonlították a modellezett reakciókkal, ahol a természeti kényszerhatásokat (naptevékenység és vulkánok) és az emberi tevékenységből származó kényszerhatásokat (üvegházgázok és aeroszolok) kifejezetten elkülönítették egymástól. A kombinált természeti és emberi tevékenységből származó kényszerhatásokkal rendelkező modellek a megfigyelt reakciókat sokkal jobban szimulálják, mint a csak természeti kényszerhatásokkal rendelkezők [1.4].

Különböző korlátok és a hiányok akadályozzák meg azt, hogy a megfigyelt rendszerreakciók okait teljesebb mértékben az emberi tevékenységek által okozott felmelegedésnek tulajdonítsuk. Először, a rendelkezésre álló elemzések a rendszerek és a figyelembe vett helyszínek számában korlátozottak. Másodsorban, a természetes hőmérséklet-változékonyság nagyobb regionálisan, mint globálisan. Ez a tény a külső kényszerhatások miatt bekövetkezett változások azonosítását jelentősen befolyásolja. Végül regionális szinten más tényezők (pl. a földhasználat változása, szennyezés és jól terjedő fajok) nagy hatásúak [1.4].

Mindazonáltal a számos tanulmányban megfigyelt és modellezett változások közötti összhang, a jelentős regionális felmelegedés és a globális szintű következetes hatások közötti térbeli egyezőség nagy bizonyossággal elegendő ahhoz, hogy arra a következtetésre jussunk, hogy az emberi tevékenységekből származó felmelegedés az elmúlt három évtized során észlelhető befolyással van sok fizikai és biológiai rendszerre [1.4].

A természetes és emberi környezetre gyakorolt regionális klímaváltozásnak más hatásai is jelentkeznek, habár ezek közül többet nehéz észlelni az alkalmazkodás és a nem klimatikus hatóerők miatt.

A hőmérséklet-növekedések hatásait (közepes megbízhatóságú szinten) az alábbiak szerint dokumentálták:

- a mezőgazdaságban és az erdőgazdálkodásban a magasabb északi szélességeken a termények korábbi tavaszi kiültetésére kerül sor, a tüzek és a járványok miatt az erdei rendszerek megváltozása következik be [1.3];
- az emberi egészség bizonyos szempontjai, például a hőséggel összefüggő elhalálozás Európában, a fertőzőbetegség-hordozók megjelenése és/vagy elterjedése bizonyos területeken, és allergiát okozó növények megjelenése és/vagy elterjedése, a pollenkoncentráció megváltozása a közepes és magas északi szélességeken [1.3, 8.2, 8.ES];

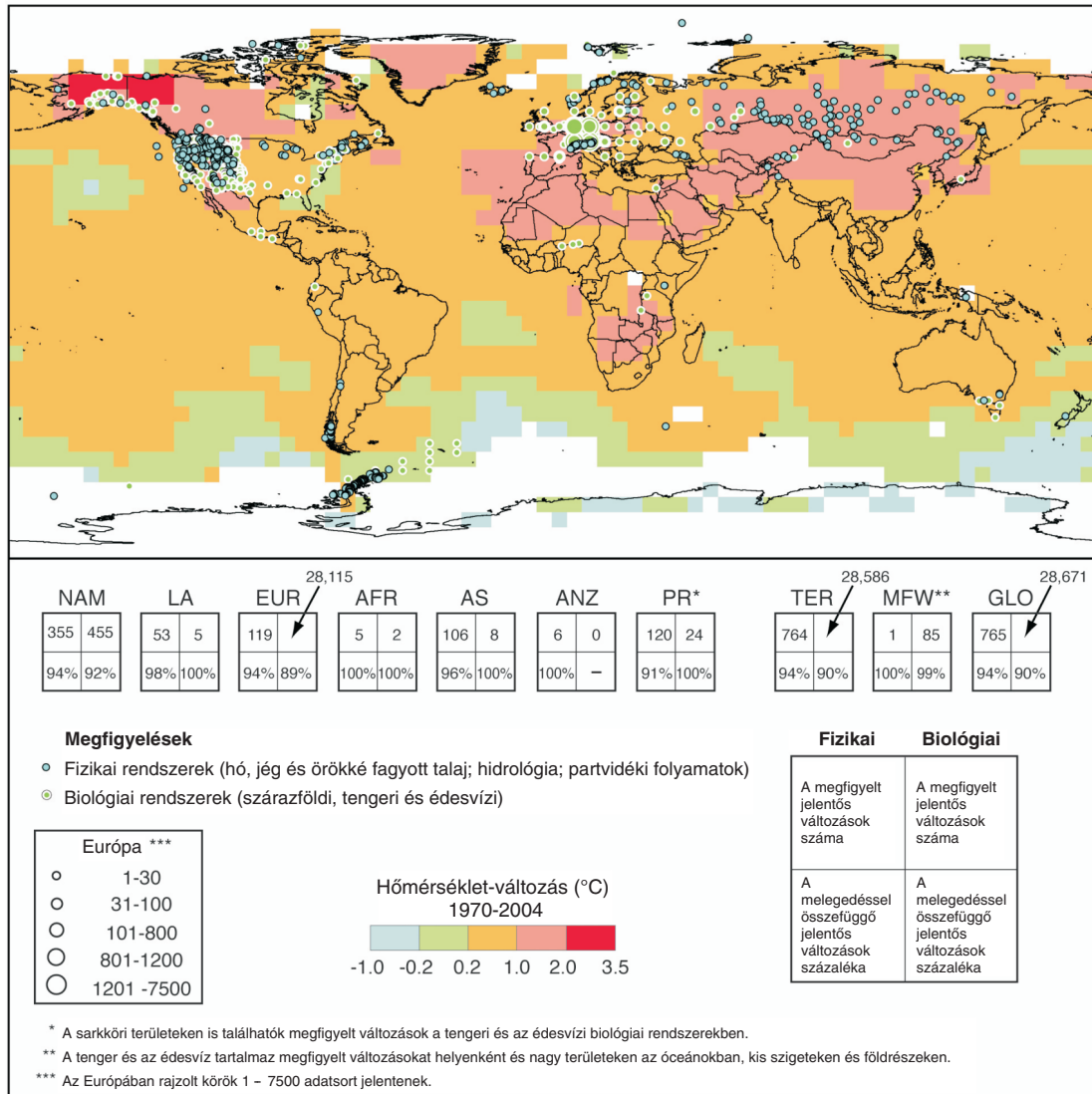
⁷ Kb. 29 000 adatsort választottak ki, 577 tanulmányból származó kb. 80 000 adatsorból. Ezek mindegyike a következő kritériumoknak felel meg: (1) 1990-ben vagy később fejeződik be; (2) legalább 20 éves időszakra terjed ki; és (3) bármilyen irányban jelentős változást mutat, ahogyan azt egyedi tanulmányokban felmérték.

- bizonyos emberi tevékenységek az északi sarkkörön (pl. vadászat és utazás hóban és jégen) és kisebb magasságú alpi területeken (például hegyi sportok) [1.3].

A jelenlegi éghajlati változások és eltérések számos más természeti és emberi rendszerre is hatni kezdenek. Mindazonáltal a közzétett irodalom alapján a hatások még nem váltak egyértelműen bizonyított tendenciákká. Néhány példa:

- A hegyvidéki területeken a települések fokozott veszélynek vannak kitéve a gleccsertavaknak az olvadó gleccserek által okozott kitörő áradásai miatt. Egyes helyeken állami intézkedéseket hoztak ezek ellensúlyozására gátak és elvezetőrendszerek építésével [1.3].
- Az afrikai Szahel-övezetben a melegebb és szárazabb körülmények a tenyészidőszak rövidüléséhez vezettek, a termésre gyakorolt káros hatásokkal. Dél-Afrikában a hosszabb száraz időszakok és a bizonytalanabb csapadék alkalmazkodási intézkedésekre ösztönöz [1.3].
- A tengervízszint-emelkedés és az emberiség egyre nagyobb térfoglalása együttesen sok területen hozzájárul a tengerparti nedves területek és a mangrovetelepek fogyásához és a tengerparti áradások által okozott fokozódó károkhoz [1.3].

A fizikai és a biológiai rendszerekben, valamint a felszínhőmérsékletben bekövetkezett változások 1970-2004



DÖ-1. ábra: A fizikai rendszerekben (hó, jég és örökké fagyott talaj; hidrológia és partvidéki folyamatok) és a biológiai rendszerekben (szárazföldi, tengeri és édesvízi biológiai rendszerek) megfigyelt jelentős változások helyei láthatók párhuzamban a felszíni levegő-hőmérséklet változásaival az 1970 és 2004 közötti időszakban. Kb. 29 000 másodlagos adatsort választottak ki 577 tanulmány kb. 80 000 adatsorából. Ezek mindegyike a következő kritériumoknak felelt meg: (1) befejeződtek 1990-ben vagy később; (2) legalább 20 éves időszakra terjednek ki és (3) bármilyen irányban jelentős változást mutatnak, ahogyan azt valamelyik tanulmányban értékelték. Ezek az adatsorok kb. 75 tanulmányból származnak (amelyből ~70 új a Harmadik Értékelés óta) és kb. 29 000 adatsort tartalmaznak, amelyből 28 000 európai tanulmányokból származik. A fehér területek nem tartalmaznak elegendő megfigyelt éghajlati adatot a hőmérsékleti trend megbecsüléséhez. A 2 x 2-es négyzetek a jelentős változású adatsorok teljes számát (felső sor) és a melegedéssel összefüggő adatsorok százalékat mutatják (alsó sor) (i) szárazföldi területek tekintetében: Észak-Amerika (NAM), Latin-Amerika (LA), Európa (EUR), Afrika (AFR), Ázsia (AS), Ausztrália és Új-Zéland (ANZ) és sarki területek (PR), és (ii) átfogó skálát: szárazföldi (TER), tengeri és édesvízi (MFW) és globális (GLO). A hét regionális négyzetből (NAMPR) származó tanulmányok számát nem adjuk hozzá a globális (GLO) összegekhez, mivel a sarkvidékeken kívüli területekről származó számok nem tartalmazzák a tengeri és édesvízi (MFR) rendszerekre vonatkozó számokat [II. Munkacsoport Negyedik Értékelése F1.8, F1.9; I. Munkacsoport Negyedik Értékelése F3.9b].

JELENLÉGI ISMERETEINK A JÖVŐBENI HATÁSOKRÓL

Az alábbiakban az előre jelzett hatásokat érintő, válogatott, kulcsfontosságú megállapítások következnek, valamint a sérülékenységről és az alkalmazkodásról tett megállapítások az egyes rendszerekben, szektorokban és területeken, amelyek az IPCC által a jelen évszázad⁸ olyan (valóságos) éghajlati változásainak a skálájába tartoznak, amelyek az embereket és a környezetet⁹ érintik. A hatások gyakran tükrözik előre jelzett változásokat a csapadékban és más éghajlati változókban a hőmérsékleten, a tengerszint változásán és a légköri szén-dioxid-koncentrációkon kívül. A hatások nagysága és időbeli megjelenése az éghajlatváltozás összessége és időbeli bekövetkezése szerint fog változni, és bizonyos esetekben az alkalmazkodóképesség szerepe is befolyásolólag hat. Ezeket a kérdéseket tárgyalják tovább az Összefoglaló későbbi szakaszai.

Részletesebb adatok állnak most rendelkezésre rendszerek és szektorok számos skáláján, amelyek a jövőbeni hatások jellegét érintik, a korábbi értékelésekben nem tárgyalt bizonyos területeket is beleértve.

Édesvízkészletek és a velük való gazdálkodás

Az évszázad közepéig várható, hogy az évi átlagos felszíni lefolyás és a hasznosítható vízkészlet 10-40%-kal növekszik a magasabb szélességeken és néhány nedves trópusi területen. Várhatóan 10-30%-kal csökken néhány közepes szélességen és a száraz trópusokon fekvő, ma is vízhiánnyal sújtott száraz területen. Egyes helyeken és bizonyos évszakokban a változások ettől az éves jellegtől eltérnek. ** D¹⁰ [3.4]

A szárazság által sújtott területek kiterjedése valószínűleg növekszik. Az intenzív nagycsapadékok gyakorisága nagy valószínűséggel nőni fog, ami fokozza az árvízi kockázatot. ** N [Negyedik Értékelő Jelentés I. Munkacsoportja, Negyedik Értékelő Jelentés II. Munkacsoportja 3.4]

Az évszázad folyamán a gleccsereken és a hóval fedett területeken tárolt vízkészlet az előrejelzések szerint csökkenni fog, ami csökkenti a hasznosítható vízkészletet a nagy hegységrendszerek olvadékvizéből táplált területeken, ahol jelenleg a világ lakosságának több mint egyhatoda él. ** N [3.4]

Néhány országban és térségben, ahol felismerték az előre jelzett hidrológiai változásokat és a velük összefüggő bizonytalanságokat, alkalmazkodási eljárásokat és kockázatkezelő gyakorlatokat fejlesztenek ki a vízügy terén. *** N [3.6]

Ökológiai rendszerek

Számos ökológiai rendszer rugalmasságát valószínűleg meghaladja az éghajlatváltozás, a hozzá tartozó zavarok (pl. áradás, szárazság, futótűz, rovarok, az óceán savasodása) és egyéb globális változást kiváltó okok (pl. a földhasználat megváltozása, a környezetszennyezés, az erőforrások túlságosan nagy mértékű kiaknázása) példa nélkül álló kombinációja. ** N [4.1-től 4.6-ig]

⁸ A hőmérséklet-változásokat az 1980-1999 közötti időszaktól való eltérésként fejezzük ki. Az 1850-1899 közötti időszakra érvényes változás kifejezéséhez 0,5 °C-ot hozzá kell adni.

⁹ Választási kritériumok: a hatás nagysága és időbeli előfordulása, az értékelés megbízhatósága, a rendszer, a szektor és a régió reprezentatív lefedése.

¹⁰ A „C” szakasz szövegében a következő konvenciók használatosak:

Kapcsolat a Harmadik Értékeléssel:

D: A Harmadik Értékelés valamelyik következtetésének továbbfejlesztése

N: Új, a Harmadik Értékelésben elő nem forduló következtetés

A megbízhatóság szintje a teljes értékelésben:

*** Igen nagy megbízhatóság

** Nagy megbízhatóság

* Közepes megbízhatóság

Ezen évszázadban a szárazföldi ökológiai rendszerek nettó szénfelvételének csúcса valószínűleg az évszázad közepe előtt jelentkezik, majd gyengülni fog, vagy éppen fordítva történik¹¹, ezáltal fokozva az éghajlatváltozást. ** N [4.ES, F4.2]

Az idáig értékelt növény- és állatfajok 2030%-a fokozott kihalási veszélynek lesz kitéve valószínűleg, ha a globális átlaghőmérséklet-növekedés meghaladja az 1,5–2,5 °C-ot. * N [4.4, T4.1]

Az 1,5–2,5 °C-ot meghaladó globális átlaghőmérséklet-növekedést és az azt kísérő légköri széndioxid-koncentrációkat illetően jelentős változásokat jeleznek előre az ökológiai rendszer szerkezetében és működésében, a fajok ökológiai kölcsönhatásaiban és a fajok földrajzi elterjedésében, elsődlegesen negatív következményekkel a biológiai sokféleségre és az ökoszisztéma javaira és szolgáltatásaira, pl. a víz- és élelemellátásra. ** N [4.4]

A fokozódó légköri szén-dioxid miatt bekövetkező fokozódó óceánsavasodásnak valószínűleg negatív hatásai lesznek a mészhéjas szervezetekre (pl. korallokra) és a tőlük függő fajokra. * N [B4.4, 6.4]

Élelmiszer, rost- és erdei termékek

A közepes és magas szélességeken a mezőgazdasági termelés várhatóan kissé növekedni fog ott, ahol a lokális hőmérséklet nem emelkedik jobban 13 °C-nál a terménytől függően, majd az ennél jobban melegedőknél csökkenni fog bizonyos területeken. * D [5.4]

Kisebb szélességeken, különösen az időszakosan száraz és trópusi területeken a mezőgazdasági termelés mennyisége csökkenni fog, még a kis helyi hőmérséklet-növekedések hatására is (12 °C), amely növelni fogja az éhezés kockázatát. * D [5.4]

Globálisan az élelemtermelési potenciál várhatóan növekedni fog az 13 °C közötti helyi átlaghőmérséklet-növekedésű területeken, de e fölött várhatóan csökkenni fog. * D [5.4, 5.6]

Az aszályok és áradások gyakoriságának növekedése valószínűleg negatívan fogja befolyásolni a helyi mezőgazdasági termelést, különösen az alacsony szélességi körökben található megélhetési szektorokban. ** D [5.4, 5.ES]

Az alkalmazkodások, például a módosított kultúrnövény-változatok és ültetési idők révén, az alacsony, közepes és magas szélességi körökön lévő gabonatermékek a mértékadó terméshozamokon vagy azok fölött tarthatók kisebb felmelegedés esetén. * N [5.5]

Globálisan a kereskedelmi faanyag-terméshozam mérsékelten nő a rövid és középtávú éghajlati változással, de nagy regionális változékonyságot mutat a globális trend körül. * D [5.4]

Meghatározott halfajok forgalmazásában és előállításában regionális változások várhatók a folyamatos felmelegedés miatt, a vízi kultúrákra és haltenyészetekre nézve hátrányos hatásokkal. ** D [5.4]

Partvidéki rendszerek és alacsonyan fekvő területek

A partvidékek valószínűleg ki lesznek téve a fokozódó kockázatoknak, az éghajlati változásból és tengerszint-emelkedésből eredő partvidék-eróziót is beleértve. A hatást a fokozódó emberi tevékenységből származó terhelés súlyosbíthatja. *** D [6.3, 6.4]

A korallak a hőhatással szemben sérülékenyek, mivel alacsony az alkalmazkodóképességük. A tenger kb. 13 °C-os felszíni hőmérséklet-növekedése valószínűleg gyakoribb korallfehéredési eseményeket és széles körű pusztulást fog eredményezni, hacsak a korallak nem fognak alkalmazkodni vagy hozzá nem szoknak a hőmérsékleti változásokhoz. *** D [B6.1, 6.4]

¹¹ Folyamatos üvegházgáz-kibocsátások, a jelenlegi vagy a fölötti mértékekkel, és globális változások, a földhasználati változásokat is beleértve.

A partvidéki nedves területeket, a sós mocsarakat és mangrovékat is beleértve, valószínűleg negatívan fogja befolyásolni a tengerszint emelkedése, különösen ott, ahol a szárazföld felé kényszerülnek vagy nincsen hordalék. *** D [6.4]

A 2080-as évekre valószínűleg sokmilliónival több ember fog szenvedni az árvíztől minden évben a tengerszint-emelkedés miatt. Azok a sűrűn lakott és alacsonyan fekvő területek, ahol az alkalmazkodóképesség viszonylag alacsony, és amelyeknek már más kihívásokkal kell szembenézniük, mint például a trópusi viharok vagy a helyi partvidék süllyedése, különösen veszélyeztetettek. Az ilyen hatás alá kerülők száma az ázsiai és afrikai óriásdeltákban lesznek a legnagyobbak, míg a kis szigetek különösen sebezhetőek. *** D [6.4]

A partvidékek számára az alkalmazkodás sokkal nagyobb kihívást fog jelenteni a fejlődő országokban, mint a fejlett országokban, az alkalmazkodóképesség nehézségei miatt. ** D [6.4, 6.5, T6.11]

Ipar, település és társadalom

Az ipar, a települések és a társadalom számára az éghajlatváltozás költségei és előnyei hely és nagyságrend szerint igen eltérők lesznek. Összességében azonban a nettó hatások annál negatívabbak lesznek, minél nagyobb az éghajlatváltozás. ** N [7.4, 7.6]

A legsebezhetőbb iparágak, települések és társadalmak általában azok, amelyek a partvidékeken és folyók árterületein találhatók, azok, amelyeknek a gazdasága szorosan összekapcsolódik az éghajlatra érzékeny erőforrásokkal, és szélsőséges időjárási eseményekre hajlamos területeken találhatók, különösen ott, ahol gyors városiasodás zajlik. ** D [7.1, 7.3, 7.4, 7.5]

A szegény közösségek különösen sebezhetőek lehetnek, különös tekintettel azokra, amelyek a nagy kockázatú területeken összpontosulnak. Valószínűleg korlátozottabb az alkalmazkodóképességük, és jobban függnek az éghajlatra érzékeny erőforrásoktól, mint például a helyi víz- és élelmiszer-ellátás. ** N [7.2, 7.4, 5.4]

Ahol a szélsőséges időjárási események intenzívebbé és/vagy gyakoribbá válnak, ezeknek az eseményeknek a közgazdasági és társadalmi költségei nőni fognak, és ezek a növekedések a legközvetlenebbül érintett területeken lesznek jelentősek. A közvetlenül érintett területekről és szektorokról az éghajlati változás hatásai áterjednek más területekre és szektorokra, kiterjedt és bonyolult kapcsolatokon keresztül. ** N [7.4, 7.5]

Egészség

A várható éghajlatváltozással kapcsolatos érintettségek valószínűleg emberek millióinak az egészségét fogják befolyásolni, különösen a rossz alkalmazkodóképességűeket, az alábbiak miatt:

- az alultápláltság és az abból következő rendellenességek fokozódása, a gyermekek növekedésére és fejlődésére gyakorolt hatásokkal;
- növekvő halálozási, megbetegedési és sérülési arány a hőhullámok, az árvizek, a viharok, a tüzesetek és az aszályok következtében;
- a hasmenéses megbetegedések fokozódó nehézségei;
- a keringési-légzőrendszeri megbetegedések fokozódó gyakorisága, az éghajlatváltozással összefüggő magasabb talajszinti ózonkoncentrációk miatt; és
- néhány fertőző betegség hordozóinak megváltozott térbeli eloszlása. ** D [8.4, 8.ES, 8.2]

Az éghajlatváltozásnak várhatóan vegyes hatásai lesznek, például az afrikai malária mértékének és terjedési potenciáljának csökkenése vagy fokozódása. ** D [8.4]

A mérsékelt övi területeken végzett tanulmányok¹² kimutatták, hogy az éghajlatváltozás valószínűleg bizonyos előnyöket is fog hozni, például kevesebb haláleset lesz a hideg idő következtében. Általánosságban várható, hogy ezeket az előnyöket a világszerte emelkedő hőmérséklet negatív hatásai ellensúlyozni fogják, különösen a fejlődő országokban. ** D [8.4]

¹² Főként iparosodott országokban végzett tanulmányok.

Az egészségre gyakorolt pozitív és negatív hatások mérlege földrajzi tájanként változik, és idővel módosulni fog, ahogyan a hőmérséklet emelkedése folytatódik. A népesség egészségét közvetlenül alakító tényezők kritikus fontosságúak lesznek, mint például az oktatás, az egészségügyi ellátás, a közegészségügyi megelőzés és az infrastrukturális és gazdasági fejlődés. *** N [8.3]

A jövőbeli hatások természetét illetően jelenleg részletesebb adatok állnak rendelkezésre a világ különböző térségeiből, beleértve olyan helyeket is, amelyeket a korábbi értékelésekben nem tárgyaltak.

Afrika

Előrejelzések szerint 2020-ra 75 és 250 millió fő közötti népesség lesz kitéve az éghajlatváltozás miatt növekvő vízhiánynak. Ha ez az igények növekedésével párosul, a létfenntartást hátrányosan befolyásolja és súlyosbítja a vízzel összefüggő gondokat. ** D [9.4, 3.4, 8.2, 8.4]

A mezőgazdasági termelés, az élelemhez való hozzáférést is beleértve, sok afrikai országban és területen valószínűleg hátrányos helyzetbe fog kerülni az éghajlat változékonysága és változása miatt. A mezőgazdaságra alkalmas terület, a termesztési időszakok hosszúsága és a hozampotenciál, különösen a félig kiszáradt és kiszáradt területek peremén, valószínűleg csökkenni fog. Ez még súlyosabban fogja érinteni az élelmiszerbiztonságot és az alultápláltságot a földrészen. Néhány országban a csak az eső által öntözött mezőgazdaság hozamai akár 50%-kal is csökkenhetnek 2020-ig. ** N [9.2, 9.4, 9.6]

A helyi élelmiszerkészleteket várhatóan negatívan fogják befolyásolni a csökkenő halászati lehetőségek a nagy tavakban az emelkedő vízhőmérséklet miatt, amelyet a folyamatos túlhalászat súlyosbíthat. ** N [9.4, 5.4, 8.4]

A 21. század vége felé a várható tengerszint-emelkedés a nagy népességű, alacsonyan fekvő partvidéki területeket fogja sújtani. Az alkalmazkodás költsége a nemzeti össztermék (GDP) legalább 510%-át teheti ki. A mangrovék és korallzátványok tovább pusztulnak, további következményekkel a halászatra és az idegenforgalomra. ** D [9.4]

Új tanulmányok megerősítik, hogy Afrika az egyik legsérülékenyebb földrész az éghajlat változékonyságára és változására a sokféle feszültség és alacsony alkalmazkodóképesség miatt.

A jelenlegi éghajlati változékonysághoz valamilyen alkalmazkodás folyamatban van, azonban az elégtelen lehet a jövőbeli éghajlatváltozásokhoz. ** N [9.5]

Ázsia

A Himalájában a gleccserek olvadása valószínűleg fokozza az árvízveszélyt, az állékonyságukat elvesztett lejtők sziklaomlásainak számát és befolyásolja a vízkészleteket az elkövetkező két-három évtizedben. Ezt követi a vízhozamok csökkenése a gleccserek visszahúzódásának megfelelően. * N [10.2, 10.4]

Az éghajlatváltozás következtében a hasznosítható édesvízkészlet Közép-, Dél-, Kelet- és Délkelet-Ázsiában, különösen a nagy folyók vízgyűjtőiben, valószínűleg csökken, ami a népesség növekedésével és az igényeknek a magasabb életszínvonalból származó növekedésével együtt egymilliárdnál több embert érinthet hátrányosan a 2050-es évekre. ** N [10.4]

A partvidéki területek, különösen Dél-, Kelet- és Délkelet-Ázsia sűrűn lakott, nagy kiterjedésű deltatorkolati területei lesznek a legveszélyeztetettebbek a fokozódó tengeráradások miatt, továbbá egyes, nagy kiterjedésű deltatorkolatok a folyók elöntései miatt. ** D [10.4]

A klímaváltozás valószínűleg befolyásolni fogja legtöbb ázsiai fejlődő ország fenntartható fejlődését, mivel a természeti erőforrásokra és a környezetre ható terheléseket fokozza a gyors városiasodással, iparosodással és közgazdasági fejlődéssel összefüggésben. ** D [10.5]

Várhatóan a terméshozamok egészen 20%-kal növekedhetnek Kelet- és Délkelet-Ázsiában, míg 30%-kal csökkenhetnek Közép- és Dél-Ázsiában a 21. század közepére. Mindezek alapján, valamint a gyors népesség-növekedés és városiasodás hatását figyelembe véve az éhínség kockázata várhatóan igen magas marad számos fejlődő országban. * N [10.4]

Elsősorban az áradásokkal és az aszályokkal összefüggő hasmenéses betegségek okozta megbetegedési és halálzási arányok várhatóan emelkedni fognak Kelet-, Dél- és Délkelet-Ázsiában, a hidrológiai ciklusnak a globális felmelegedéssel kapcsolatos várható változásai miatt. A parti vizek hőmérsékletének emelkedése valószínűleg súlyosbítani fogja a kolera elterjedését és/vagy megbetegítő hatását Ázsia déli részén. **N [10.4]

Ausztrália és Új-Zéland

A csökkenő csapadékmennyiség és a fokozódó párolgás következtében a vízbiztosítás problémáinak erősödését jelzik előre 2030-ig Dél- és Kelet-Ausztráliában, valamint Új-Zélandon, az ország északi részén és a keleti terület egyes részein. ** D [11.4]

A biológiai sokféleség jelentős csökkenését jelzik előre 2020-ig bizonyos ökológiaileg gazdag területeken a Nagykorallzátonyon és Queensland esőerdei, trópusi részén. Más veszélyeztetett területek többek között a Kakadumocsarak, Délnyugat-Ausztrália, a szubantarktiszi-szigetek és mindkét ország alpi területei. *** D [11.4]

A partvidékek folytatódó fejlődése és népességnövekedése olyan területeken, mint Cairns és Délkelet-Queensland (Ausztrália), valamint a Northlandtól a Plenty-öbölíig terjedő terület (Új-Zéland) előre jelzi a tengerszint emelkedéséből, a viharok erősségének és gyakoriságának növekedéséből és a partvidéki áradásokból származó kockázatok súlyosbodását 2050-re. *** D [11.4, 11.6]

2030-ra a mezőgazdasági és erdőgazdasági termelésből származó termelésről azt jelzik előre, hogy Ausztrália legtöbb déli és keleti részén, valamint Új-Zéland bizonyos keleti részein hanyatlani fog a növekvő aszály és tűzesetek miatt. Mindazonáltal Új-Zélandon kezdeti előnyöket jeleznek a nyugati és déli területeken és a nagyobb folyók közelében, ahol hosszabb vegetációs időszak, kevesebb fagy és fokozódó csapadékmennyiség várható. ** N [11.4]

A régió jelentős alkalmazkodóképességgel rendelkezik a jól fejlett gazdaságnak, illetve a tudományos és műszaki adottságoknak köszönhetően, de jelentős korlátai vannak a megvalósításnak, illetve a szélsőséges eseményekben bekövetkező változások nagy kihívásai várhatók. A természeti rendszere alkalmazkodóképessége korlátozott. ** N [11.2, 11.5]

Európa

Először dokumentálták a jelenlegi éghajlatban bekövetkezett változások hatásainak széles körű változatosságát: visszahúzódó gleccserek, hosszabb vegetációs időszakok, a fajok elterjedési területeinek eltolódása és a példa nélkül álló nagyságú hóhullámok egészségügyi hatásai. Az előzőekben leírt, észlelt változások összhangban állnak a jövőbeli klímaváltozásra előre jelzett változásokkal. *** N [12.2, 12.4, 12.6]

Várhatóan majdnem minden európai területet hátrányosan befolyásol a jövőbeli éghajlatváltozás valamely hatása, és ez sok gazdasági szektort állít kihívások elé. Az éghajlatváltozás várhatóan fokozza a regionális különbségeket Európa természetes erőforrásaiban és javaiban. A negatív hatások magukban foglalják a hirtelen árhullámok megnövekedett kockázatát, a tengerpartok gyakoribb elöntéseit és fokozott erózióját (a szélviharok és a tengerszint emelkedése miatt). Az élő szervezetek és ökoszisztémák nagy többsége nehezen fog alkalmazkodni a klímaváltozáshoz. A hegyvidéki területeknek a gleccserek visszahúzódásával, a hótakaró csökkenésével, egyre kisebb téli idegenforgalommal és a fajok nagymértékű kihalásával kell szembenéznie (bizonyos területeken 2080-ra egészen a 60%-os mértékig, a magas kibocsátási forgatókönyvek esetén). *** D [12.4]

Dél-Európában az éghajlatváltozás (magas hőmérsékletek és aszály) várhatóan rontja olyan területek adottságait, amelyek már sérülékenyek az éghajlat változékonyságára, ahol csökken a hasznosítható vízkészlet, a vízenergia-potenciál, a nyári idegenforgalom és általában a termés hozam. Előre jelzik a hóhullámok egészségügyi kockázatának és az erdőtüzek gyakoriságának növekedését. ** D [12.2, 12.4, 12.7]

Közép- és Kelet-Európában várható a nyári csapadékmennyiség csökkenése, ami növekvő vízgondokat okoz. A hóhullámok egészségügyi kockázata várhatóan növekszik. Az erdők termőképessége valószínűleg romlik, és növekszik a tőzeges mocsarakban a tűzesetek gyakorisága. ** D [12.4]

Észak-Európában a klímaváltozás kezdetben valószínűleg vegyes hatásokat vált ki, néhány előnyt is beleértve, mint például a csökkenő fűtési igényt, a növekvő terméshozamokat és fokozott erdőnövekedést. Mindazonáltal, ahogyan a klímaváltozás folytatódik, negatív hatásai (a gyakoribb téli árvizeket, a veszélyeztetett ökoszisztémákat és növekedő talajinstabilitást beleértve) valószínűleg felülmúlják az előnyeit. ** D [12.4]

Az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás valószínűleg előnyösen hasznosítja a szélsőséges éghajlati eseményekre adott válaszokból szerzett tapasztalatokat az éghajlatváltozáshoz való proaktív alkalmazkodás kockázati alapú terveinek szakirányú megvalósításával. *** N [12.5]

Latin-Amerika

Az évszázad közepére hőmérséklet-növekedést és az azzal összefüggő talajvízcsökkenést várnak, amely várhatóan a trópusi erdő fokozatos felváltását jelenti a szavannára Amazónia keleti részén. A félig kiszáradt talaj vegetációját egyre inkább a szinte teljesen kiszáradt talaj vegetációja fogja felváltani. Fennáll a biológiai sokféleség elvesztésének jelentős kockázata, fajok kihalásával a trópusi Latin-Amerika sok területén. ** D [13.4]

A szárazabb területeken az éghajlatváltozás valószínűleg a mezőgazdasági területek sóssá válásához és sivatagosodásához fog vezetni. Néhány fontos növény termelékenysége valószínűleg csökkenni fog, és az élőállat-hozamok hanyatlani fognak, az élelmiszer-biztonság szempontjából súlyos következményekkel. A mérsékelt zónákban a szójatermés hozamok növekedését jelzik előre. ** N [13.4, 13.7]

A tengersizint emelkedése valószínűleg fokozott árvízveszélyt okoz majd az alacsonyan fekvő területeken. A tengervíz felszínhőmérsékletének az éghajlatváltozás miatt bekövetkező emelkedése valószínűleg hátrányosan hat a közép-amerikai korallzátonyokra, és a Csendes-óceán délkeleti részén a halállomány elterjedési területének áthelyeződését fogja okozni. ** N [13.4, 13.7]

A csapadék változásai és a gleccserek eltűnései várhatóan jelentősen befolyásolják az emberi fogyasztásra, a mezőgazdasági felhasználásra és az energiatermelésre hasznosítható vízkészletet. ** D [13.4]

Néhány ország erőfeszítéseket tett az alkalmazkodásra, különösen a kulcsfontosságú ökológiai rendszerek megőrzésén, a korai veszélyjelző rendszereken, a mezőgazdasági kockázatkezelésen, az árvíz, az aszály és a partvidék-kezelési stratégiákon és a járványfelügyeleti rendszereken keresztül. Mindazonáltal ezeknek az erőfeszítéseknek a hatékonyságát a következők hatástalanítják: az alapvető információk hiánya, a megfigyelő- és felügyeleti rendszerek hiánya; a képességefejlesztés és a megfelelő politikai, intézményi és technológiai keretek hiánya; az alacsony jövedelem és a sérülékeny területeken lévő települések. ** D [13.2]

Észak-Amerika

A felmelegedés következtében a nyugati hegységekben várhatóan kevesebb lesz a lehullott hó mennyisége, több téli áradás fordul elő, és csökken a nyári vízmennyiség, súlyosbítva a lehetőségeket meghaladóan kiosztott vízkészletért folytatott versenyt. *** D [14.4, B14.2]

A járványokból, betegségekből és tüzesetekből származó zavaroktól várható, hogy fokozottan fognak hatni az erdőkre, hosszabb tűzveszélyességi időszakokkal és a leégett területek méretének jelentős növekedésével. *** N [14.4, B14.1]

Az évszázad korai évtizedeire jelzett mérsékelt éghajlatváltozás miatt valószínűleg 5–20%-kal növekedni fog az esőre támaszkodó összesített mezőgazdasági terméshozam, de területenként jelentős eltérésekkel. Az olyan terményeknek várhatóan jelentős kihívásokkal kell majd szembenézniük, amelyek a megfelelő hőmérséklet-tartományuk meleg végénél helyezkednek el vagy az intenzíven használt vízforrásoktól függenek. ** D [14.4]

A jelenleg hóhullámokkal sújtott városok valószínűleg további kihívásokkal kell hogy szembenézzenek a hóhullámok számának növekedése, intenzitása és időtartama miatt az évszázad múlásával, hátrányos egészségügyi hatások esetlegességével. Az idősebb lakosságcsoportok a legveszélyeztetettebbek. *** D [14.4]

A partvidéki közösségeket és élőhelyeket fokozottan sújtja majd a fejlődéssel és a környezetszennyezéssel együtt járó klímaváltozás. A népesség növekedése és az infrastruktúra növekvő értéke a partvidéki területeken fokozni fogja a sérülékenységet az éghajlat változékonysága és a jövőbeni éghajlatváltozás iránt, a veszteségek várható növekedésével, ha a trópusi viharok intenzitása növekszik. A jelenlegi alkalmazkodás egyenetlen, és a fokozott hatásokról való kitettség szembeni készenlét szintje alacsony. *** N [14.4]

Sarkvidékek

A sarkvidékeken az előre jelzett fő biofizikai hatások a gleccserek és a jégtakarók vastagságának, illetve kiterjedtségének a csökkenése, a természetes ökoszisztémák változásai, ami sok élő szervezetre káros hatással lesz, beleértve a költöző madarakat, emlősöket és nagyobb ragadozókat. Az Északi-sarkvidéken további hatások között szerepel a tengeri jég és az örök fagy kiterjedésének a csökkenése, a fokozott partvidéki erózió és az örökké fagyott talajok felengedési mélységének növekedése. ** D [15.3, 15.4, 15.2]

Az északi-sarkvidéki emberi közösségek, hatások, főként amelyek a változó hó- és jégkörülményekből származnak, valószínűleg keveredni fognak. A hátrányos hatások között lehetnek az infrastruktúrát és a hagyományos őshonos életmódot érintő hatások. ** D [15.4]

Az előnyös hatások között a csökkenő fűtési költségek és a hajózhatóbb északi-tengeri utak jelentkezhetnek. * D [15.4]

Mindkét sarkvidéken meghatározott ökoszisztémák és élőhelyek sérülékennyé válhatnak, mivel a fajok vándorlásának éghajlati korlátai csökkennek. ** D [15.6, 15.4]

A sarkkörüli emberi közösségek már alkalmazkodnak az éghajlatváltozáshoz, de külső és belső feszültségtényezők egyaránt próbára teszik az alkalmazkodóképességüket. Az őshonos északi-sarkvidéki közösségek által történetileg kimutatott rugalmasságtól eltekintve bizonyos hagyományos életstílusok fenyegetettek és jelentős befektetések szükségesek a fizikai szerkezetek és közösségek alkalmazkodásához vagy az átköltöztetésükhöz. ** D [15.ES, 15.4, 15.5, 15.7]

Kis szigetek

A kis szigetek, függetlenül attól, hogy a trópusokon vagy magasabb szélességi körökön találhatók, olyan tulajdonságokkal rendelkeznek, amelyek különösen sérülékennyé teszik őket a klímaváltozás hatásaira, a tengerszint emelkedésére és a szélsőséges eseményekre. *** D [16.1, 16.5]

A partvidéki feltételek romlása, például a partok erózióján és a korall kihéredésén keresztül, valószínűleg befolyásolni fogja a helyi erőforrásokat, pl., a halászatot, és csökkenteni fogja ezeknek a célállomásoknak az idegenforgalmi értékét. ** D [16.4]

A tengerszint emelkedése valószínűleg növeli az elöntések, a szél keltette hullámverés, az erózió és más partvidéki veszélyek kockázatát, ezáltal veszélyeztetve a létfontosságú infrastruktúrákat, a településeket és a szigeti közösségek megélhetését megalapozó eszközöket. *** D [16.4]

Az éghajlatváltozás miatt várhatóan az évszázad közepére sok kis szigeten, például a Karib-tengeren és a Csendes-óceánban, olyan mértékben csökken a vízkészlet, hogy a kevésbé csapadékos időszakokban nem elegendőek az igények kielégítésére.*** D [16.4]

A magasabb hőmérséklet következtében a nem őshonos fajok fokozott beáramlása várható, különösen a közepes és a magas szélességi körökön található szigeteken. ** N [16.4]

A hatás nagyságait most szisztematikusabban meg lehet becsülni a globális átlaghőmérséklet lehetséges növekedésének a tartományaira.

Az IPCC Harmadik Értékelése óta számos további tanulmány, különösen a korábban kevésbé kutatott területeken, lehetővé tette annak szisztematikusabb megértését, hogy a hatások időbeli megjelenését és nagyságát hogyan befolyásolhatják a klímaváltozások és a tengerszint emelkedése, a globális átlaghőmérséklet eltérő változási értékeivel és sebességeivel összefüggésben.

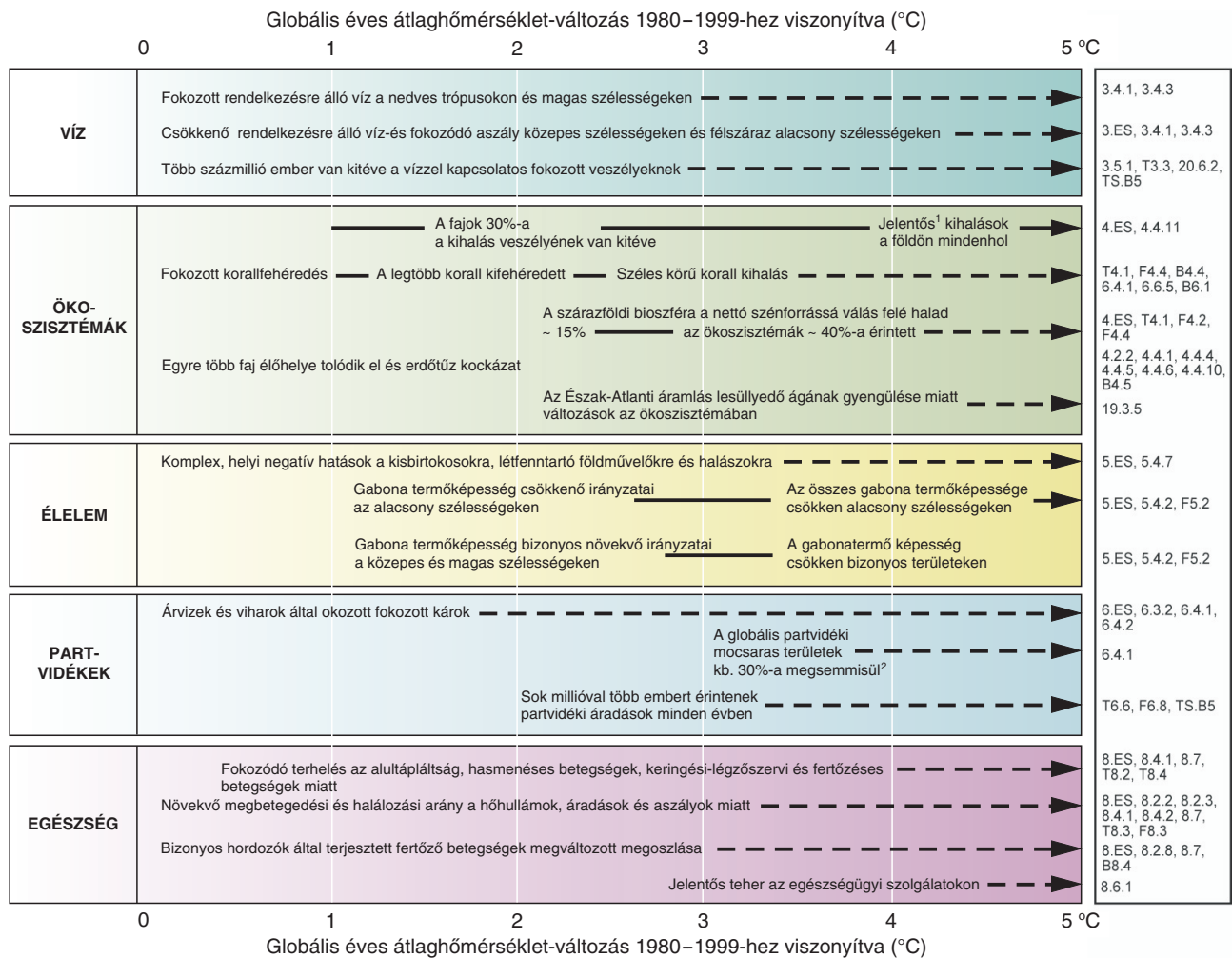
Ezekre az új információkra ad példákat az DÖ-1. táblázat. Olyan adatokat választottunk, amelyeket az emberekre és a környezetre helytállónak ítéltünk meg, és amelyek tekintetében nagy a megbízhatóság az értékelésben. Minden adatot az Értékelés olyan fejezeteiből vettünk, ahol részletesebb információk állnak rendelkezésre.

A körülményektől függően ezek közül a hatások közül néhány összekapcsolható „kulcsfontosságú sérülékenységekkel”, az irodalomban fellelhető számos kritérium alapján (nagyság, időzítés, megmaradás/visszafordíthatóság, alkalmazkodóképesség, megoszlási szempontok, valószínűség és a hatások „fontossága”). A potenciális kulcsfontosságú sérülékenységek értékelésének az a célja, hogy a klímaváltozás sebességeiről és szintjeiről információkat szolgáltatson, hogy segítséget nyújtson a döntéshozóknak a klímaváltozás kockázataira adandó megfelelő válaszok készítésére. [19.ES, 19.1]

A Harmadik Értékelésben azonosított, az „aggodalom okai” életképes keret marad a kulcsfontosságú sérülékenységek figyelembevételéhez. A jelenlegi kutatás a Harmadik Értékelésből vett következtetés közül néhányat elavulttá tett. [19.3]

Kulcsfontosságú hatások az emelkedő globális átlagos hőmérséklet változásának függvényében

(A hatások eltérők lesznek az alkalmazkodás mértéke, a hőmérsékletváltozás sebessége és a társadalmi-közgazdasági útvonal szerint)



1. A jelentős meghatározása itt több, mint 40%

2. Évente 4,2 mm átlagos tengerszint emelkedés alapján, 2000 és 2080 között

DÖ-1. táblázat: A klímaváltozásokkal (és ahol helytálló, a tengerszinttel, a légköri szén-dioxiddal) kapcsolatosan előre jelzett globális hatások szemléltető példái, amelyek a globális átlagos felszínhőmérséklet növekedésének különféle értékeivel kapcsolatosak [T20.7]. A folytonos vonalak hatásokat kötnek össze, a szaggatott nyilak a növekedő hőmérséklettel folytatódó hatásokat jeleznek. A megállapításokat úgy helyeztük el, hogy a szöveg bal oldala egy adott hatás megközelítőleges előfordulását jelezze. A vízhiány és az áradások mennyiségi adatai a klímaváltozás további hatásait jelentik, amelyek a Forogatókönyvek Speciális Jelentésének a teljes skálájára kivetített feltételekre vonatkoznak (SRES) A1FI, A2, B1 és B2 szövegek (I. a 3. Kiemelést). A klímaváltozáshoz való alkalmazkodás nem szerepel ezekben a becslésekben. Minden adatot az Értékelés fejezeteiben rögzített kiadott tanulmányokból vettünk. A források a táblázat jobb oldali oszlopában szerepelnek. Az összes állítás megbízhatósági szintje magas.

Nagyon valószínű, hogy a szélsőséges időjáráshoz, az éghajlathoz és a tengerszint-emelkedéshez kapcsolható események megváltozott gyakoriságának és intenzitásának következtében fellépő hatások változhatnak.

Az IPCC Harmadik Értékelése óta a valószínűség úgy növekedett, hogy az időjárási események és azok szélsőséges értékei gyakoribbá, szélesebb körben elterjedtte és/vagy intenzívebbé válnak a 21. század során; és több információ áll rendelkezésre az ilyen változások potenciális hatásairól. Ezeknek a változását mutatja be az DÖ-2. táblázat.

DÖ-2. táblázat: Példák a szélsőséges időjárási és klimatikus események miatti klímaváltozás lehetséges hatásaira a 21. század közepére és végére érvényes előrejelzések alapján. Ezek nem veszik figyelembe az alkalmazkodási képesség semmilyen változását vagy fejlődését. Az összes címszó példái a teljes Értékelés fejezeteiben található meg (I. a forrást az oszlopok fejlécében). Ennek a táblázatnak az első két oszlopát (sárgával sátróztatott) közvetlenül az I. munkacsoport Negyedik Értékeléséből vettük (DÖ-2. táblázat). A 2. oszlop valószínűségi becslései az 1. oszlopban felsorolt jelenségekre vonatkoznak. Az irányzat jellege és a jelenség valószínűsége a klímaváltozás IPCC SRES előrejelzéseire érvényes.

Jelenség ^a és az irányzat jellege	A jövőbeni irányzatok valószínűsége a 21. századi előrejelzések alapján, az SRES forgatókönyvek alkalmazásával	A jelentősebb várható hatások példái, szektoronként			
		Mezőgazdaság, erdőgazdálkodás és ökoszisztémák [4.4, 5.4]	Vízforrások [3.4]	Emberi egészség [8.2]	Ipar, település és társadalom [7.4]
A legtöbb szárazföldi területen melegebb és ritkábban hideg nappalok és éjszakák, melegebb és gyakrabban forró nappalok és éjszakák	Szinte biztos ^b	Fokozódó hozamok a hidegebb környezetekben; csökkenő hozamok a melegebb környezetekben; fokozott rovarinváziók	A hóolvadás- ból táplálkozó vízkészletekre gyakorolt hatások; egyes vízellátási módokra gyakorolt hatások	Csökkenő emberi halálzási arány a hideg csökkenő hatása miatt	Kisebb energiaigény a fűtéshez; növekvő hűtés iránti igény; romló levegőtminőség a városokban; a hó és a jég okozta szállítási kiesés csökkenése; a téli idegenforgalomra gyakorolt hatások
Meleg időszakok és hőhullámok. A gyakoriság fokozódik a legtöbb szárazföldi területen	Nagyon valószínű	Csökkenő hozamok melegebb területeken a hó által okozott terhelés miatt; magnövekedett futótűzveszély	Fokozott vízigény; vízminőségi problémák, például algavirágzás	A hőséggel összefüggő halálzási arány növekedése, különösen az idősek, a krónikus betegek, a nagyon fiatalok és a szociálisan elszigeteltek körében	Az életminőség romlása a meleg területeken élő személyek számára, akik nem rendelkeznek megfelelő lakással; az idősekre, a nagyon fiatalokra és a szegényekre gyakorolt hatások

Intenzív csapadékhullás. A gyakoriság a legtöbb területen növekszik	<i>Nagyon valószínű</i>	Termények károsodása; talajerózió, nem lehet megművelni a földet a talajt elárasztó víz miatt	A felszíni és felszín alatti vizek minőségét érő negatív hatások; a vízkészlet szennyeződése; a vízhiány enyhíthető	Halálesetek, sérülések, fertőzések, légzőszervi és bőrbetegségek kockázatának fokozódása	Települések, kereskedelem, közlekedés és társadalmak megszűnése az áradások miatt; a városi és a vidéki infrastruktúrák fokozott igénybevétele; anyagi veszteségek
Az aszályal sújtott terület növekszik	<i>Valószínű</i>	Talajdegradáció, alacsonyabb hozamok/a termény károsodása és hiánya; fokozott élőállat-elhullás; a futótűz megnövekedett kockázata	Szélesebb körű vízhiány	Élelem- és vízhiány fokozott kockázata; az alultápláltság fokozott kockázata; víz és élelem által közvetített betegségek fokozott kockázata	Vízhiány a települések, az ipar és a társadalmak számára; kisebb vízenergia-termelési lehetőségek; a népesség migrációjának lehetősége
Az intenzív trópusi ciklon-tevékenység fokozódik	<i>Valószínű</i>	Mezőgazdasági termények károsodása; fák kidöntése (gyökereinek kiszakítása) a szél által; korallzátonyok károsodása	Az áramszünetek a közüzemi vízellátás megszakadását okozzák	Halálesetek, sérülések fokozott kockázata, víz és élelem által közvetített betegségek; sérülések utáni stressz-rendellenességek	Árvizek és szélviharok által okozott kimaradás; kockázatfedezet visszavonása a magánbiztosítók által sérülékeny területeken, populációk migrációjának lehetősége, anyagi veszteségek
A szélsőségesen magas tengerszint fokozott előfordulása (cunamik nélkül)^c	<i>Valószínű^d</i>	Az öntözővíz, árapályos folyótorkolatok és édesvízi rendszerek sóssá válása	Az édesvíz csökkenő elérhetősége a sós víz betörése miatt	Halálesetek és sérülések fokozott kockázata az árvízi fulladások miatt; migrációval összefüggő egészségügyi hatások	Partvidéki védelmi költségek <i>kontra</i> földhasználat-átrendeződési költségek; a populációk és az infrastruktúra mozgásának lehetősége; I. még fent a trópusi ciklonokat

^a L. az I. Munkacsoport teljes Beszámolója 3.7. táblázatát további részletekért a meghatározások tekintetében.

^b A legszélsőségesebb nappalok és éjszakák hőmérséklet-emelkedése minden évben.

^c A szélsőségesen magas tengerszint az átlagos tengerszinttől és a regionális időjárási rendszerektől függ. Adott időszakban egy állomáson óránként megfigyelt tengerszintértékek legmagasabb 1%-os értékeként határozzuk meg.

^d Minden forgatókönyv szerint a várható globális átlagos tengerszint 2100-ban magasabb, mint a referenciaidőszakban [Negyedik Értékelő Jelentés, I. Munkacsoport, 10.6]. A regionális időjárási rendszerek változásainak hatását a szélsőséges tengerszintekre nem értékelték.

Egyes nagy léptékű éghajlati események kiválthatnak nagyon jelentős hatásokat, különösen a 21. század után.

A grönlandi- és a nyugat-antarktiszi jégta­karó elolvadása miatt bekövetkező igen nagy tengerszint-emelkedések valószínűleg jelentős változásokat okoznak a partvidékeken és az ökoszisztémákban, és az alacsony­an fekvő területek elöntéseiben, legjelentősebb hatásokkal a folyók deltáiban. A népesség, a gazdasági tevékenység és az infrastruktúra áttelepítése költséges és nagy kihívásokat támaszt. Közepes a bizonyossága, hogy a grönlandi jégta­karó és esetleg a nyugat-antarktiszi jégta­karó legalább részlegesen elolvad, ami a 14 °C-os globális átlagos hőmérséklet-emelkedés (1990-2000-re vonatkozóan) esetén évszázadoktól évezredig terjedő ideig tartana, és 46 méteres vagy nagyobb mértékben járulna hozzá a tengerszint emelkedéséhez. A grönlandi jégta­karó teljes elolvadása 7, a nyugat-antarktiszi jégta­karó elolvadása 5 méterig járulna hozzá a tengerszint emelkedéséhez [Negyedik Értékelő Jelentés, I. Munkacsoport 6.4, 10.7; Negyedik Értékelő Jelentés, II. Munkacsoport 19.3].

Az éghajlati modellek eredményei alapján nagyon kevésbé valószínű, hogy a nagy óceáni szállítószalagnak az Atlanti-óceán északi területén lebukó, dél felé visszaforduló ága (MOC) nagy, hirtelen változáson fog átmenni a 21. században. A MOC lelassulása ebben az évszázadban nagyon valószínű, de az Atlanti-térség és Európa feletti hőmérséklet mindazonáltal valószínűleg növekszik a globális felmelegedés miatt. A MOC nagymértékű és állandósuló változásainak hatásai valószínűleg magukban foglalják a tengeri ökoszisztéma, a halászat, az óceán szén-dioxid-felvétele, az óceáni oxigénkoncentrációk és a szárazföldi vegetáció változásait [Negyedik Értékelő Jelentés, I. Munkacsoport 10.3, 10.7; Negyedik Értékelő Jelentés, II. Munkacsoport 12.6, 19.3].

Az éghajlatváltozás hatásai régióként változók lesznek, halmozott hatással, és a jelenre számítva nagyon valószínű, hogy egyre növekvő nettó éves költségeket kell áldozni miattuk, amelyek az idő múlásával, a globális hőmérséklet emelkedésével együtt változnak.

Ez az Értékelés egyértelművé teszi, hogy a jövőbeni klímaváltozás hatásai az egyes területeken vegyesek lesznek. Az 13 °C-nál kisebb globális átlaghőmérséklet-emelkedés (1990-hez viszonyítva) esetén egyes hatásokat előnyösnek jeleznek előre bizonyos területeken és szektorokban, ezzel szemben más helyeken és más szektorokban költségeket fognak jelenteni. Mindazonáltal várható, hogy bizonyos alacsony szélességen és sarki területen nettó költségek fognak megjelenni, a hőmérsékletnek még a kis növekedései miatt is. Nagyon valószínű, hogy minden területen a nettó előnyök csökkennek vagy a nettó költségek nőnek a hőmérsékletnek kb. 23 °C-nál nagyobb emelkedése esetében [9.ES, 9.5, 10.6, T109, 15.3, 15.ES]. Ezek a megállapítások megerősítik a Harmadik Értékelésben jelzett bizonyítékot, hogy míg a fejlődő országok valószínűleg nagyobb százaléku veszteségeket fognak tapasztalni, a globális átlagos veszteségek a GDP 15%-át tehetik ki 4 °C felmelegedés esetén [F20.3].

A földgolyón a klímaváltozás miatt mindenhol megjelenő károk halmozott nettó közgazdasági értékéről (azaz a szén társadalmi költségéről [SCC], amelyet a jövőbeni nettó haszonban és költségekben fejeznek ki, a jelenre leszámítva) sok becslés áll most rendelkezésre. Az SCC mértékadó becslése a 2005-ös évre átlagosan 43 US\$ a szén tonnánként (tC) (azaz szén-dioxid-tonnánként 12 US\$), de e körül az átlagérték körül nagy a szórás. Például egy 100 becslésből álló felmérésben az értékek a széntonnánként 10 US\$-tól (szén-dioxid-tonnánként 3 US\$) egészen 350/tC US\$-ig (szén-dioxid-tonnánként 95 US\$) szerepeltek [20.6].

Az SCC széles skálái nagyrészt azoknak a különbségeknek tulajdoníthatók, amelyek az éghajlati érzékenységeket, a válaszok késéseit, a kockázatot és a méltányosság kezelését, a közgazdasági és a nem közgazdasági hatásokat, a potenciálisan végzetes veszteségek figyelembevételét és a leszámítolási rátákat becsülik. Nagyon valószínű, hogy a globálisan halmozott adatok alulbecsülik a kár költségeit, mivel nem vehetnek figyelembe sok, nem számszerűsíthető hatást. Összességében a kiadott bizonyítékok skálája azt jelzi, hogy az éghajlatváltozás nettó kárainak költsége valószínűleg jelentős lesz, és az idő múlásával nőni fog [T20.3, 20.6, F20.4].

Szinte biztos, hogy a költségek összegzett becslései elfedik a szektorokban, a területeken, az országokban és a populációkban meglévő jelentős eltéréseket. Bizonyos helyeken és bizonyos nagy veszélyeztetettségű, nagy érzékenységű, és/vagy alacsony alkalmazkodóképességű embercsoportok között a nettó költségek jelentősen nagyobbak lesznek, mint a globálisan összegzettek [20.6, 20.ES, 7.4].

JELENLEGI TUDÁSUNK AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁSRA ADOTT VÁLASZADÁSRÓL

Bizonyos, de korlátozott alkalmazkodás történik most a megfigyelt és az előre jelzett jövőbeni klímaváltozáshoz.

Egyre több bizonyíték van az IPCC Harmadik Értékelése óta az emberi tevékenység alkalmazkodására, a megfigyelt és előre jelzett éghajlatváltozásra. Például az éghajlatváltozást figyelembe veszik olyan infrastruktúra-projektekben, mint például a partvidék védelmében a Maldív-szigeteken és Hollandiában, valamint a Confederation Bridge (Szövetségi híd) esetében Kanadában. Más példák többek között a gleccsertő kitörő áradásának megelőzése Nepálban és olyan politikák és stratégiák, mint például az ausztráliai vízgazdálkodás, és a kormányintézkedések a hóhullámokra, például néhány európai országban [7.6, 8.2, 8.6, 17.ES, 17.2, 16.5, 11.5].

Alkalmazkodás lesz szükséges ahhoz, hogy a múltbeli kibocsátások miatt már elkerülhetetlen felmelegedésből származó hatásokra választintézkedéseket tegyünk.

Úgy tekintenek a múltbeli kibocsátásokra, mint amelyek bizonyos elkerülhetetlen felmelegedést okoznak (további kb. 0,6 °C-osat az évszázad végéig, 1980-1999-re vonatkozóan), még akkor is, ha a légköri üvegház-koncentrációk a 2000-es szinteken maradnának (I. az I. Munkacsoport Negyedik Értékelését). Vannak hatások, amelyekre az alkalmazkodás a kizárólagos rendelkezésre álló és megfelelő válasz. Ezeknek a hatásoknak a jelzése látható az DÖ-1. táblázatban.

Az alkalmazkodási lehetőségek széles tárháza áll rendelkezésre, de a jelenleg érvényesnél kiterjedtebb alkalmazkodás szükséges ahhoz, hogy a jövőbeni klímaváltozással szembeni sérülékenység csökkenthető legyen. Vannak korlátok, korlátozások és költségek, de ezeket nem teljesen sikerült megérteni.

A hatások valószínűleg nőni fognak a globális átlaghőmérséklet növekedésével, ahogyan azt a DÖ-1. táblázat jelzi. Habár a klímaváltozás sok korai hatását hatékonyan kezelni lehet az alkalmazkodáson keresztül, a fokozódó klímaváltozással a sikeres alkalmazkodás lehetőségei csökkennek és a kapcsolatos költségek nőnek. Jelenleg nincsen egyértelmű képünk az alkalmazkodás korlátairól vagy a költségeiről, mivel a hatékony alkalmazkodási intézkedések nagyban függenek specifikus, földrajzi és éghajlati kockázati tényezőktől, valamint intézményi, politikai és pénzügyi kényszerektől [7.6, 17.2, 17.4].

Az emberi társadalmak rendelkezésére álló potenciális alkalmazkodási válaszainak tárháza nagyon nagy, a tisztán a technológiáitól (pl. tengeri védművek) a viselkedésin át (pl. módosított étel és szabadidős választások) az irányításig (pl. módosított gazdálkodási gyakorlatok) és a politikáig (pl. tervezési előírások) terjedően. Míg a legtöbb technológia és stratégia ismert és megfelelően művelt néhány országban, az értékelt irodalom nem jelzi, hogy a különféle lehetőségek¹³ mennyire hatékonyak a kockázatok teljes lecsökkentésében, különösen a felmelegedés magasabb értékeinél, valamint a vonatkozó hatások tekintetében és a sérülékeny csoportok esetére. Továbbá óriási környezeti, közgazdasági, információs, társadalmi, hozzáállási és viselkedési gátjai vannak az alkalmazkodás megvalósításának. A fejlődő országok számára a források elérhetősége, az alkalmazkodóképesség és az infrastrukturális-szakmai háttér különösen fontos [I. a 316. fejezetek 5. és 6. szakaszát; és 17.2, 17.4-et].

Az alkalmazkodástól magától nem várjuk el, hogy megbirkózzon a klímaváltozás minden várható hatásával, és különösen nem hosszú távon, mivel a legtöbb hatás nagysága nő [DÖ-1. táblázat].

¹³ A lehetőségek táblázata szerepel a Technikai Összefoglalóban.

A klímaváltozással szembeni sérülékenység súlyosbodhat más stresszek megjelenésével.

A nem klimatikus terhelések fokozhatják a klímaváltozással szembeni sérülékenységet a rugalmasság csökkentése által, illetve az alkalmazkodóképességet is csökkenthetik a forrásoknak a versengő igényekhez történő mozgósítása miatt. Például néhány korallzátonyra nehezedő jelenlegi terhelések között van a tenger szennyeződése és a mezőgazdaságból kiáramló vegyszerek, valamint a vízhőmérséklet növekedése és az óceán savasodása. A sérülékeny területek olyan sokszoros veszéllyel néznek szembe, amely kitétséget és érzékenységet, valamint alkalmazkodóképességüket is befolyásolja. Ezek a terhelések például a jelenlegi éghajlati kockázatokból, a szegénységből és a forrásokhoz való egyenlőtlen hozzáférésekből, az élelmiszer bizonytalanságából, a közgazdasági globalizációs irányzatokból, konfliktusból és olyan betegségek előfordulásából, mint például a HIV/AIDS [7.4, 8.3, 17.3, 20.3] származnak. Ritkán tesznek alkalmazkodási intézkedéseket csupán az éghajlati változásra válaszul, de beépülhetnek például a vízforrás kezelésébe, a partvidéki védelembe és a kockázatsökkentő stratégiákba [17.2, 17.5].

A jövőbeli sérülékenység nemcsak a klímaváltozástól, de a fejlődés irányától is függ.

Az IPCC Harmadik Értékelése óta fontos előrehaladás a hatástanulmányok elkészítése számos különféle fejlődési útvonalra, figyelembe véve nemcsak a várható éghajlatváltozást, hanem a lehetséges társadalmi és közgazdasági változásokat is. A legtöbbjük a népesség jellemzésén és jövedelemszintjén alapul, ahogyan azok az IPCC Kibocsátási Forgatókönyveinek Speciális Jelentésében (Special Report on Emission Scenarios SRES) szerepelnek (l. a 3. Kiemelést) [2.4].

Ezek a tanulmányok kimutatják, hogy a klímaváltozás várható hatásai igen nagy mértékben eltérők lehetnek az értékelt fejlődési útvonal miatt. Például nagy különbségek lehetnek a területi népességben, jövedelemben és technológiai fejlődésben különböző forgatókönyvek szerint, amelyek gyakran a klímaváltozással szembeni sérülékenységi szint jelentős meghatározói [2.4].

Ezt szemlélteti, hogy a klímaváltozásnak az élelmiszer-ellátásra, a partvidéki árvizek kockázatára és a vízhiányra vonatkozó számos utóbbi tanulmány szerint lényegesen nagyobb a változás által érintett emberek száma, az A2 típusú scenárió szerint (amelyet viszonylag alacsony egy főre jutó jövedelem és nagy népességnövekedés jellemez), mint a többi SRES jövőbeli forgatókönyvek esetén [T20.6]. Ezt a különbséget nagymértékben nem a klímaváltozás eltérései, hanem a sérülékenységben meglévő különbségek magyarázzák [T6.6].

A fenntartható fejlődés¹⁴ csökkentheti az éghajlatváltozással szembeni sérülékenységet, és az éghajlatváltozás hátráltathatja a nemzetek fenntartható fejlődési lehetőségét.

A fenntartható fejlődés csökkentheti az éghajlati változással szembeni sérülékenységet az alkalmazkodóképesség fokozásával és a rugalmasság növelésével. Jelenleg azonban a fenntarthatóságot támogató kevés terv tartalmazza kifejezetten akár az éghajlatváltozás hatásaihoz való alkalmazkodást, akár az alkalmazkodóképesség elősegítését [20.3].

Másfelől nagyon valószínű, hogy az éghajlatváltozás lelassíthatja a fejlődés ütemét a fenntartható fejlődés irányában, akár közvetlenül, a hátrányos hatásként való fokozott kitétségen keresztül, akár közvetetten, az alkalmazkodóképesség romlásán keresztül. Ezt a szempontot egyértelműen kimutatják a Beszámoló szektor- és regionális fejezeteinek szakaszai, amelyek a fenntartható fejlődéssel kapcsolatos következtetéseket tárgyalják [l. a 7. szakaszt a 38., 20.3, 20.7. fejezetben].

¹⁴ A Brundtland Bizottság fenntartható fejlődési meghatározását használja ez az Értékelés: „Olyan fejlődés, amely kielégíti a jelen igényeit, anélkül hogy a jövő nemzedékeinek a saját igényei kielégítési képességét rontaná.” Ugyanezt a meghatározást használta az IPCC II. Munkacsoportjának Harmadik Értékelése és a Szintézis Jelentés is.

Az Ezredfordulós Fejlesztési Célok (Millennium Development Goals) a fenntartható fejlődés irányában tett egyik haladási intézkedést jelentik. Az elkövetkező fél évszázadban az éghajlatváltozás megakadályozhatja e célok elérését [20.7].

Sok hatás elkerülhető, csökkenthető vagy késleltethető a kibocsátás csökkentésével.

Kisszámú hatásértékelés készült azokra a foratókönyvekre, amelyekben az üvegházi gázok jövőbeni légköri koncentrációi stabilizálódtak. Habár ezek a tanulmányok nem veszik teljesen figyelembe a stabilizálódó jövőbeni éghajlat bizonytalanságait, mégis jelzéseket adnak a kibocsátások csökkentése miatt elmaradt károkról, a kibocsátások csökkenése miatt bekövetkező sérülékenységek és kockázatok csökkenéséről [2.4, T20.6].

Az éghajlatváltozásokkal összefüggő kockázatokat csökkentő alkalmazkodó és kibocsátáscsökkentő intézkedések csomagja

Még a legszigorúbb enyhítő erőfeszítések sem képesek elkerülni az éghajlatváltozás jövőbeni hatásait az elkövetkező néhány évtizedben, amely az alkalmazkodást alapvető fontosságúvá teszi, különös tekintettel a rövid távú hatások kezelésére. A változatlan tendenciájú éghajlatváltozás hosszú távon valószínűleg meg fogja haladni a természeti, kezelt és emberi rendszerek alkalmazkodóképességét [20.7].

Ez olyan portfólió értékét vagy stratégiák keverékét javasolja, amely kibocsátáscsökkentést, alkalmazkodást, technológiai fejlődést (az alkalmazkodás és a csökkentés fokozására egyaránt) és kutatást (az éghajlati tudományról, hatásokról, alkalmazkodásról és kibocsátáscsökkentésről) tartalmaz. Az ilyen csomagok ötvözhetik a politikákat a kezdeményezésalapú megközelítésekkel és megfelelő tevékenységekkel minden szinten, az egyéni állampolgártól az államok kormányain keresztül a nemzetközi szervezetekig [18.1, 18.5].

Az alkalmazkodóképesség fokozásának egyik módja az éghajlatváltozás hatásainak a témakörét bevezetni a tervezésbe, [18.7] például az alábbiakkal:

- a földhasználat és az infrastruktúra tervezésébe, alkalmazkodási intézkedések bevonásával [17.2];
- a meglévő katasztrófacsökkentő stratégiákba, a sérülékenység csökkentését célzó intézkedések bevonásával [17.2, 20.8].

RENDSZERES MEGYFIGYELÉSI ÉS KUTATÁSI SZÜKSÉGLETEK

Habár a döntéshozókat az éghajlatváltozások hatásairól és az alkalmazkodási potenciálról tájékoztató tudomány fejlődött a Harmadik Értékelés óta, még mindig számos megválaszolatlan fontos kérdést nyitva hagyott. A II. Munkacsoport Negyedik Értékelésének a fejezetei több ítéletet tartalmaznak a további megfigyelés és kutatás prioritásairól, és ezeket a tanácsokat komolyan kellene venni (ezeket az ajánlásokat felsorolja a Technikai Összefoglaló 6. fejezete).

1. KIEMELÉS: A kulcsfontosságú kifejezések meghatározása

Éghajlatváltozás az IPCC használatában bármilyen időtávú klímaváltozásra vonatkozik, függetlenül attól, hogy az természeti változékonyság vagy emberi tevékenység eredménye-e.

Ez a szóhasználat eltér az Éghajlatváltozási Keretegyezményben szokásostól, ahol ez a szó olyan éghajlatváltozásra utal, amely közvetve vagy közvetlenül olyan emberi tevékenységhez kapcsolható, ami megváltoztatja a globális légkör összetételét, és ami hozzáadódik az éghajlat hasonló időszakokban megfigyelt természetes változékonyságához.

Az **alkalmazkodóképesség** valamely rendszernek az a képessége, hogy az éghajlatváltozáshoz igazodjon (beleértve az éghajlati változékonyságot és a szélsőségeket), hogy mérsékelje a potenciális károkat, kihasználja a lehetőségeket vagy kezelje a következményeket.

A **sérülékenység** az éghajlatváltozás káros hatásainak, beleértve az éghajlat változékonyságát és a szélsőségeket, az a szintje, amelyre egy rendszer már érzékeny vagy képtelen azzal megbirkózni. A sérülékenység az éghajlatváltozás jellegének, nagyságának, mértékének és változékonyságának a függvénye, amelynek egy rendszer ki van téve, a rendszer érzékenysége és alkalmazkodóképessége.

A kulcsfontosságú meghatározásoknak ezt a rovatát a Harmadik Értékelésből vettük, amit a Testület előzőleg sorról sorra jóvá hagyott.

2. KIEMELÉS: A "bizonytalanság" kifejezés használata a II. Munkacsoport Beszámolójában

A bizonytalanságokat egy kifejezőkészlettel írják le, ami közös az IPCC Negyedik Értékelő Jelentés minden részében.

A bizonyosság leírása

A szerzők bizonyossági szintet rendeltek a Technikai Összefoglaló legfontosabb állításaihoz a jelenlegi tudást érintő értékelésük alapján, az alábbiak szerint:

Szóhasználat	A bizonyosság helytállóságának mértéke
Igen nagy megbízhatóság	10 esélyből legalább 9 helyes
Nagy megbízhatóság	10 esélyből 8
Közepes megbízhatóság	10 esélyből 5
Kis megbízhatóság	10 esélyből 2
Igen kis megbízhatóság	10 esélyből 1

A valószínűség leírása

A valószínűség a már bekövetkezett vagy a jövőben előforduló, bizonyos jól meghatározott eredmény valószínűsíthető értékelésére utal, és mennyiségi elemzésen vagy szakértői vélemények nyilvánosságra hozatalán alapulhat. A Technikai Összefoglalóban, amikor a szerzők bizonyos eredmények valószínűségét értékelik, a kapcsolódó jelentések a következők:

Szóhasználat	Az előfordulás/eredmény valószínűsége
Gyakorlatilag bizonyos	Az előfordulás > 99%-os valószínűsége
Nagyon valószínű	90 és 99% közötti valószínűség
Valószínű	66 és 90% közötti valószínűség
Annyira valószínű, amennyire nem	33 és 66% közötti valószínűség
Valószínűtlen	10 és 33% közötti valószínűség
Nagyon valószínűtlen	1 és 10% közötti valószínűség
Rendkívül valószínűtlen	< 1%-os valószínűség

3. KIEMELÉS: Az IPCC Speciális Jelentése az Emissziós Forgatókönyvekről (SRES)* emissziós forgatókönyvei

A1. Az A1 cselekmény és forgatókönyvcsalád egy olyan jövő világot ír le, amelyben nagyon gyors a gazdasági növekedés. A globális népesség, amely az évszázad közepén tetőzik, utána csökken. Gyors az új és hatékonyabb technológiák bevezetése. A legfőbb alaptémák a régiók közötti konvergencia, kapacitásépítés és növekvő kulturális és szociális kölcsönhatás, miközben csökkennek az egy főre jutó jövedelmek közötti regionális különbségek. Az A1 forgatókönyvcsalád három csoportba fejlődik, amelyek az energiatermelő rendszerek technológiai változásának alternatív irányait írják le. A három A1 csoportot az alábbi technológiai hangsúlyok különböztetik meg: erősen fosszilis (A1FI), illetve nem fosszilis energiaforrások (A1T) vagy egyensúly az összes forrás között (A1B). (Itt az egyensúly azt jelenti, hogy nem támaszkodnak erősen egyik adott energiaforrásra sem, azzal a feltételezéssel, hogy hasonló fejlesztési ráta vonatkozik minden energiaellátási és felhasználási technológiára.)

A2. Az A2 cselekmény és forgatókönyvcsalád egy meglehetősen heterogén világot ír le. Az alaptéma az önállóság és a helyi identitások megőrzése. A népesedési mintázatok nagyon lassan konvergálnak, ami folyamatosan növekvő népességet eredményez. A gazdasági fejlődés elsősorban régióorientált. Az egy főre jutó gazdasági növekedés és technológiai változás térben változatosabb és lassúbb, mint a többi forgatókönyvnél.

B1. A B1 cselekmény és forgatókönyvcsalád egy konvergens világot ír le az A1 cselekménnyel azonos globális népességgel, amely az évszázad közepén tetőzik, utána csökken, azonban a gazdasági struktúra itt gyorsan változik egy szolgáltatási és információs gazdaság irányába, az anyagi igényesség csökkenésével és tiszta és forráshatékony technológiák bevezetésével. A hangsúly a gazdasági, társadalmi és környezeti fenntarthatóság globális megoldásain van, beleértve a fokozottabb jogegyenlőséget, de nem tartalmazva további kibocsátáscsökkentő éghajlati kezdeményezéseket.

B2. A B2 cselekmény és forgatókönyvcsalád olyan világot ír le, ahol a hangsúly a gazdasági, társadalmi és környezeti fenntarthatóság helyi megoldásain van. Ebben a világban a globális népesség folyamatosan nő az A2-nél kisebb mértékben, a gazdasági fejlődés szintje közepes, és a technológiai változás kevésbé gyors és sokfélebb, mint a B1 és A1 cselekményben. Miközben a forgatókönyv szintén a környezetvédelem és társadalmi igazságosság felé orientálódik, a helyi és regionális szintekre összpontosít.

A hat forgatókönyvcsoport (A1B, A1FI, A1T, A2, B1 és B2) mindegyikére választottak egy illusztratív forgatókönyvet. Mindegyik egyformán megbízhatónak tekintendő.

A SRES forgatókönyvek nem tartalmaznak további kibocsátáscsökkentő éghajlati kezdeményezéseket, ami azt jelenti, hogy egyetlen olyan forgatókönyv sincs a SRES családban, ami kimondottan feltételezi az ENSZ Klímaváltozási Keretegyezmény vagy a Kiotói Jegyzőkönyv célkitűzéseinek megvalósítását.

Az IPCC I. Munkacsoportjának jelen Beszámolója nem értékeli az emissziós forgatókönyveket. Ez a SRES forgatókönyveket összefoglaló Kiemelés a TAR-ból került átvételre, amit a Testület korábban sorról sorra hagyott jóvá.

* A II. Munkacsoport Beszámolójának ez a kiemelése megegyezik az I. Munkacsoport Beszámolójának utolsó oldalán található Kiemeléssel. (A szaklektor megj.)

ÉGHAJLATVÁLTOZÁS 2007

A KIBOCSÁTÁS MÉRSÉKLÉSE

DÖNTÉSHOZÓI ÖSSZEFOGLALÓ

Az III. Munkacsoport Beszámolója az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület Negyedik Értékelő Jelentéséhez

A Döntéshozói Összefoglalót hivatalosan elfogadta
az IPCC III. Munkacsoportjának 9. Ülészaka Bangkokban,
2007 májusában.

Szerzők:

Terry Barker, Igor Bashmakov, Lenny Bernstein, Jean Bogner, Peter Bosch, Ritu Dave, Ogunlade Davidson, Brian Fisher, Michael Grubb, Sujata Gupta, Kirsten Halsnaes, BertJan Heij, Suzana Kahn Ribeiro, Shigeki Kobayashi, Mark Levine, Daniel Martino, Omar Masera Cerutti, Bert Metz, Leo Meyer, Gert-Jan Nabuurs, Adil Najam, Nebojsa Nakicenovic, Hans Holger Rogner, Joyashree Roy, Jayant Sathaye, Robert Schock, Priyaradshi Shukla, Ralph Sims, Pete Smith, Rob Swart, Dennis Tirpak, Diana Urge-Vorsatz, Zhou Dadi

Magyar nyelvű kiadás.

A hivatalos angol nyelvű szövegből fordította: Radnóti Zsuzsa

Szakmai lektorok: Czákó Veronika, Kiss Benigna, Kis-Kovács Gábor

Az III. Munkacsoport Döntéshozói Összefoglalójának hivatkozási módja:

IPCC, 2007: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Az IPCC Titkárság címe és elérhetőségei:

IPCC Secretariat, c/o WMO, 7bis, Avenue de la Paix, C.P. No. 2300, 1211 Geneva 2, SWITZERLAND
Telefon: +41 22 730 8208/8254/8284 ◦ Fax: +41 22 730 8025/8013 ◦ E-mail: IPCC-Sec@wmo.int
Webcím: <http://www.ipcc.ch>

BEVEZETÉS

1. A III. Munkacsoport Beszámolója az IPCC Negyedik Értékelő Jelentéséhez (AR4) az éghajlatváltozás új tudományos, technológiai, környezeti, gazdasági és társadalmi vonatkozású irodalmára összpontosít, mely az IPCC Harmadik Értékelő Jelentése (TAR), a Speciális Jelentés a CO₂ felvételéről és Raktározásáról (SRCCS) és a Speciális Jelentés az Ózonpajzs és a Globális Éghajlati Rendszer Védelméről (SROC) óta megjelent.

Az alábbi összefoglalót a bevezetést követően öt részre tagolták:

- Üvegházhatású gázok kibocsátásának trendje
- Mérséklés rövid- és középtávon (2030-ig)
- Mérséklés hosszú távon (2030 után)
- Az éghajlatváltozás mérséklésének politikája, intézkedései és eszközei
- Fenntartható fejlődés és az éghajlatváltozás mérséklése

Minden bekezdés után szögletes zárójel utal a megfelelő fejezetre. A jelen Beszámoló Döntéshozói Összefoglalójában (DÖ) használt kifejezések, rövidítések és vegyjelek magyarázata a teljes Beszámoló Szójegyzékében található.

ÜVEGHÁZHATÁSÚ GÁZOK KIBOCSÁTÁSÁNAK TRENDJE

A GDP-eredményekről beszámoló tanulmányok száma viszonylag kevés, és ezek általában alacsony kiindulási helyzeteket használnak.

2. **A globális üvegházhatású gázok (ÜHG) kibocsátása az iparosodás előtti időszak óta nőtt, az 1970-2004 közötti időszakban a növekedés 70%-os (erős egyezés, magas bizonyosság).¹**
 - Az iparosodás előtti időszak óta az emberi tevékenységeknek betudható ÜHG-kibocsátás növekedése az ÜHG légköri koncentrációjának jelentős növekedéséhez vezetett. [1.3; 1. Munkacsoport SPM]
 - 1970 és 2004 között a CO₂, a CH₄, az N₂O, a HFC-k, a PFC-k és az SF₆ globális kibocsátása, súlyozva a globális melegítési potenciáljukkal (GMP) 70%-kal nőtt (24%-al 1990 és 2004 között), szén-dioxid-egyenértékben számolva 28,7-ről 49 gigatonnára (GtCO₂-eé)² (I. DÖ-1. ábra). Ezen gázok kibocsátása különböző mértékben növekedett. A CO₂-kibocsátás 1970 és 2004 között kb. 80%-kal emelkedett (28%-kal 1990 és 2004 között), ami 2004-ben a teljes antropogén ÜHG-kibocsátás 77%-a volt.
 - A globális ÜHG-kibocsátásban 1970 és 2004 között a legnagyobb növekedés az energiaszektorból származott (145%-os növekedés). Az adott időszakban a közvetlen kibocsátás³ növekedése

¹ Minden címsorbeli állításhoz kapcsolódik egy "egyezési/bizonyossági" értékelés, melyet az alatta lévő pontok fejeznek ki. Ez nem jelenti feltétlenül, hogy az "egyezési/bizonyossági" szint az összes pontra vonatkozik. Az 1. Záró Kiemelés magyarázza ezt a bizonytalansági ábrázolást.

² A szén-dioxid egyenérték (CO₂-eé) meghatározása a CO₂-kibocsátásnak az a mennyisége, mely ugyanazt a sugárzási kényszert okozná, GMP értékével, annak érdekében, hogy figyelembe vegyék a különböző időket, amíg az egyes gázok a légkörben maradnak [I. Munkacsoport Technikai Összefoglaló, Szójegyzék].

³ A közvetlen kibocsátás a különböző szektorokban nem tartalmazza azt a villamos iparból származó kibocsátást, mely az építőipar és mezőgazdasági szektorok energiafelhasználásából vagy a közlekedést üzemanyaggal ellátó finomításból származik.

a közlekedésben 120%, az iparban 65%, a földhasználat változásában és erdészetben (LULUCF)⁴ 40%⁵ volt. 1970 és 1990 között a mezőgazdaságból származó közvetlen kibocsátás 27%-kal, míg az építkezésekből származó 26%-kal nőtt, és az utóbbi ezután is nagyjából az 1990-es szinten maradt. Az építőiparnak ugyanakkor nagy az energiafogyasztása, ennél fogva ebben a szektorban a közvetlen- és közvetett kibocsátás összege jóval nagyobb (75%), mint a közvetlen kibocsátás [1.3, 6.1, 11.3, 1.1. és 1.3. ábrák].

- Az 1970-2004 közötti időszakban a globális energiaintenzitás-csökkenés (33%) hatása a globális kibocsátásra kisebb volt, mint a globális jövedelemnövekedés (77%) és globális népességnövekedés (69%) együttes hatása. Mindkettő a növekvő energiával kapcsolatos CO₂-kibocsátás tényezője. Az energiaellátás szénttartalmának csökkenését mutató hosszú távú trendje 2000 után megfordult. Az országok közötti különbség az egy főre jutó jövedelem, az egy főre jutó kibocsátás és az energiaintenzitás vonatkozásában továbbra is jelentős (DÖ-3. ábra). 2004-ben az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezménye (UNFCCC) I. Mellékletében szereplő országok részesedése a világ népességében 20% volt, a vásárlóerő-paritás- (PPP) alapú világ-GDP-nek (GDP_{PPP})⁶ 57%-át állították elő, és a globális ÜHG-kibocsátás 46%-át adták (DÖ-3a. ábra) [1.3].
- A Montreali Jegyzőkönyvben⁷ szabályozott ózonroncsoló vegyületek (melyek szintén ÜHG-k) kibocsátása az 1990-es évek óta jelentősen csökkent. 2004-ben ezeknek a gázoknak a kibocsátása az 1990-es értéknek kb. 20%-a volt [1.3].
- Az ÜHG-kibocsátás csökkentésére kialakított stratégiák köre, beleértve az éghajlatváltozásra, az energiabiztonságra⁸ és fenntartható fejlődésre vonatkozókat, hatásos volt számos szektorban és országban. Az ilyen intézkedések mértéke azonban még nem elég ahhoz, hogy ellensúlyozza a globális kibocsátásnövekedést [1.3, 12.2].

3. A jelenlegi éghajlatváltozás-mérséklő stratégiákkal és a hozzá tartozó fenntartható fejlődéssel kapcsolatos gyakorlattal a globális ÜHG-kibocsátás tovább nő az elkövetkező évtizedekben (erős egyezés, magas bizonyosság).

- A nem mérséklő SRES forgatókönyvek a kiindulási helyzetű globális ÜHG-kibocsátás 9,7 GtCO₂-eé 36,7 GtCO₂-eé (25–90%) mértékű növekedését vetítik elő a 2000-2030⁹ közötti időszakra (DÖ-1. Kiemelés és DÖ-4. ábra). Ezekben a forgatókönyvekben az előrejelzések szerint a fosszilis üzemanyagok továbbra is megtartják domináns szerepüket a globális energiakeverékben 2030-ig és még utána is. Ennélfogva az előrejelzések szerint a 2000-2030 közötti időszak energia-felhasználásból származó CO₂-kibocsátás 45-110%-kal fog nőni. Ennek az energia-CO₂-kibocsátás-növekedésnek kétharmada-háromnegyede az előrejelzések szerint a Keretegyezmény I. Mellékletében nem szereplő régiókból fog származni. Itt 2030-ra az átlagos egy főre jutó energia-CO₂-kibocsátás az előrejelzések szerint lényegében alacsonyabb marad (2,8-5,1 t CO₂/fő), mint az I. Mellékletben szereplő régiókban (9,6-15,1 t CO₂/fő). A SRES forgatókönyvek szerint ezekben a régiókban a gazdaság energia-felhasználása GDP-egységenként alacsonyabb lesz (6,2-9,9 MJ/US\$ GDP), mint az I. Mellékletben nem szereplő országokban (11,0-21,6 MJ/US\$ GDP). [1.3, 3.2].

⁴ A "földhasználat, megművelt földterület változása és erdészet" (LULUCF) kifejezés itt a CO₂, CH₄, N₂O erdőirtásból, biomasszából és égéséből, a biomassza fakitermelésből és erdőirtásból eredő rombolásából, a tőzeg rombolásából és égetéséből származó kibocsátásait jelöli [1.3.1] Ez szélesebb körű, mint az erdőirtásból származó kibocsátás, melyet egy részegység tartalmaz. Az itt említett kibocsátások nem tartalmazzák a karbonfelvételt (eltávolítás).

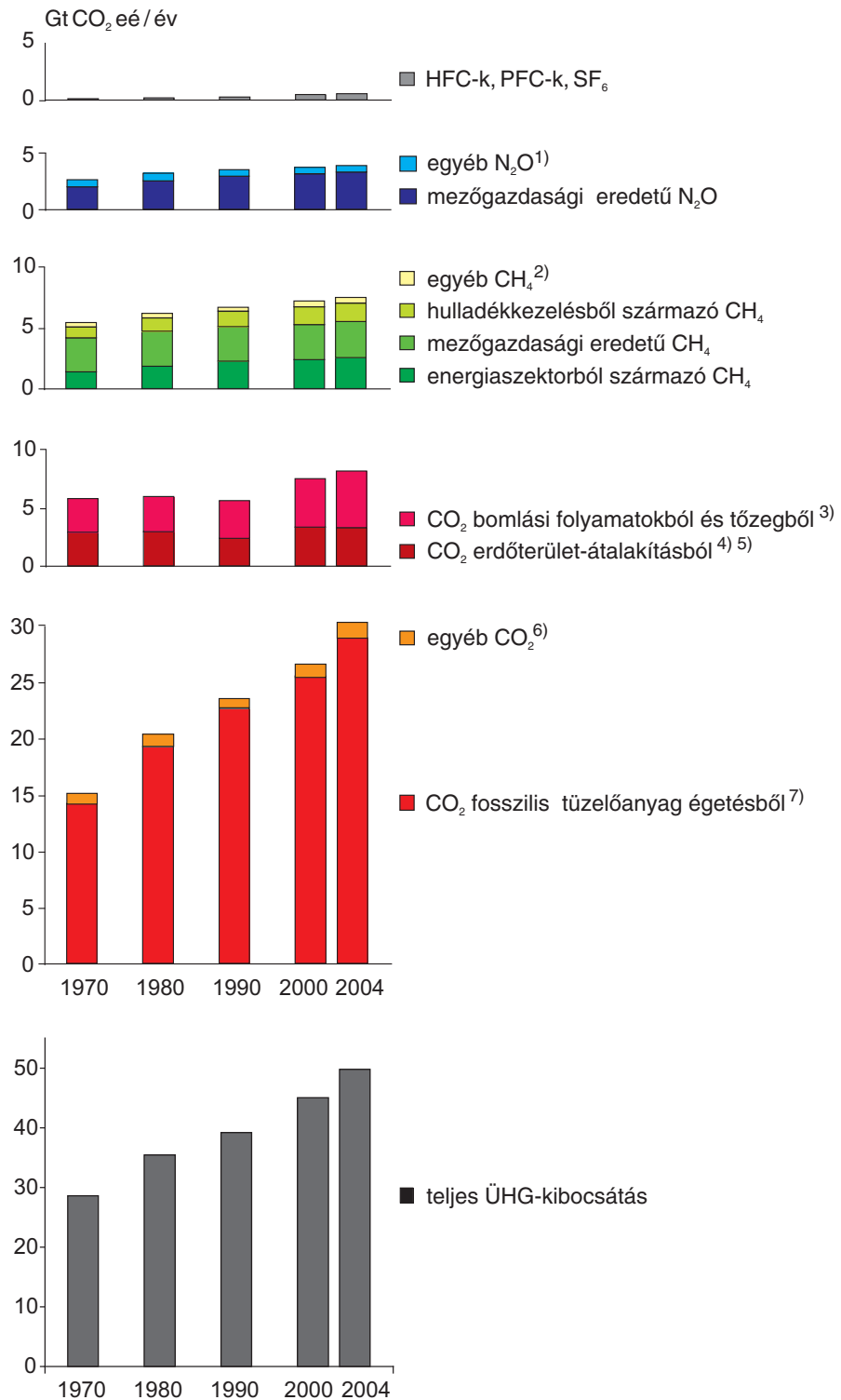
⁵ Ez a trend a teljes LULUCF-kibocsátásra vonatkozik, melyben az erdőirtásból származó kibocsátás egy részegység, és mely az adatok nagy bizonytalansága miatt jelentősen bizonytalanabb, mint a többi szektorra vonatkozó trend. Az erdőirtás aránya globálisan valamivel alacsonyabb volt a 2000-2005 közötti időszakban, mint az 1990-2000 közöttiben [9.2.1].

⁶ A GDP_{PPP} metrikát csak ez a beszámoló használja illusztrációs célból. A PPP és Piaci Árfolyam (MER) GDP-számításának magyarázata a 12. lábjegyzetben található.

⁷ Halon, kloroflour-karbonok (CFC), hidrokloroflour-karbonok (HCFC), metil kloroform (CH₃CCl₃), széntetraklorid (CCl₄) és metil bromid (CH₃Br).

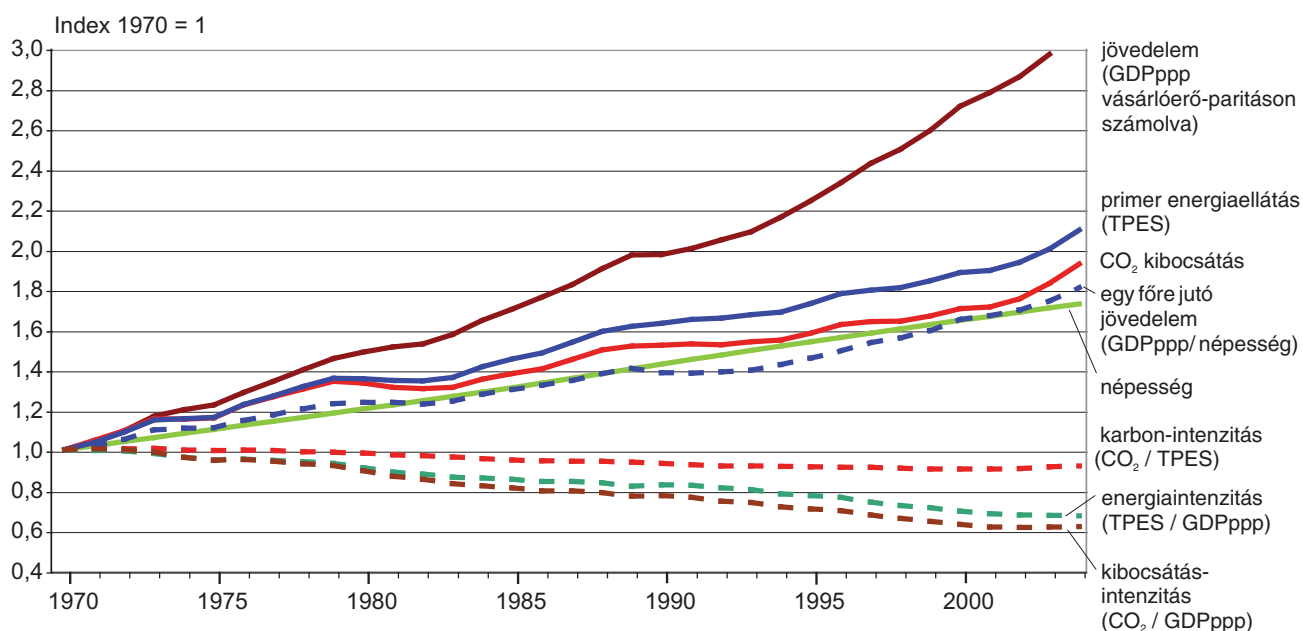
⁸ Az energiabiztonság az energiaellátás biztonságára vonatkozik.

⁹ Az itt feltételezett SRES 2000 ÜHG-kibocsátás 39,8 GtCO₂-eé, azaz alacsonyabb, mint az ún. EDGAR adatbázisban 2000-re megadott érték (45 GtCO₂-eé). Ez nagyrészt a LULUCF-kibocsátásban lévő különbségeknek tudható be.



DÖ-1. ábra: Globális Melegedési Potenciállal (GMP) súlyozott globális üvegházhatásúgáz-kibocsátás 1970-2004 között. Az IPCC 1996-os (SAR) GMP-jeit használták a kibocsátások CO₂-eé-vé történő konvertálásához (vö. Útmutató a Keretegyezményhez készülő jelentésekhez). Az összes forrásból származó CO₂-, CH₄-, N₂O-, HFC-k, PFC-k és SF₆-értékek figyelembe lettek véve.

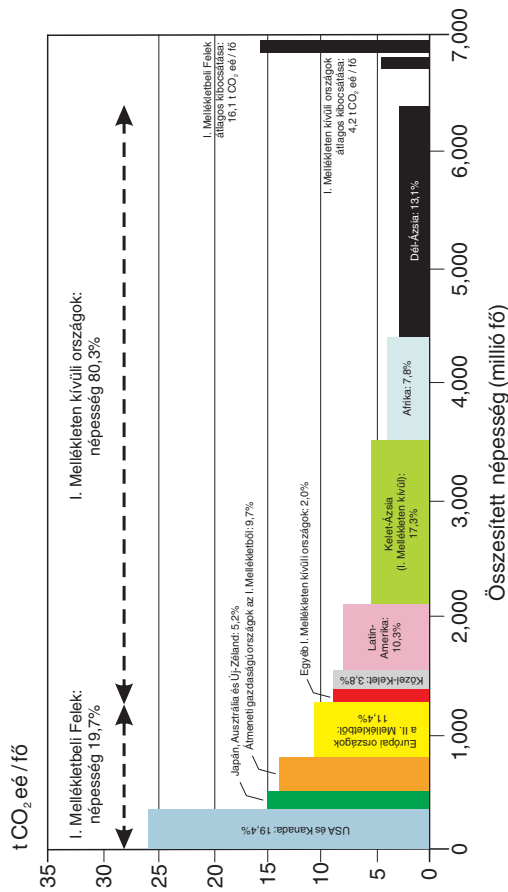
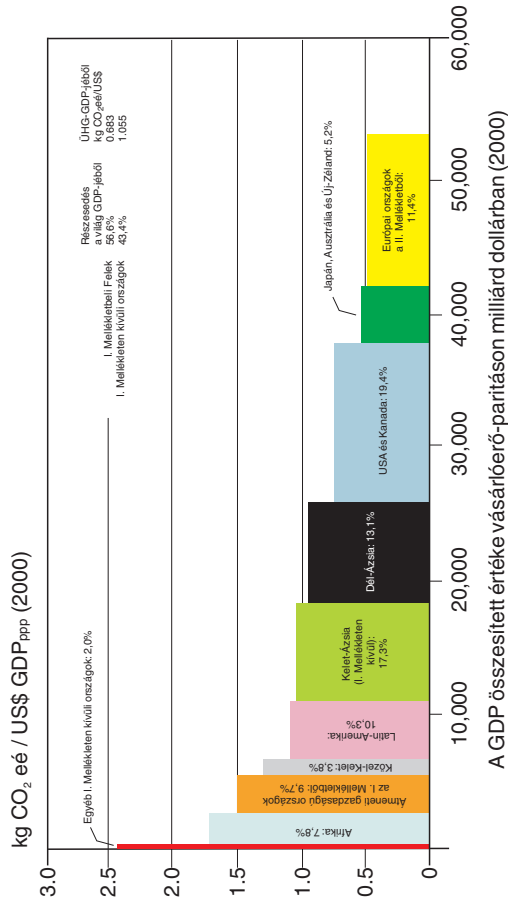
A két CO₂-kibocsátási kategória az energiatermelésből és -felhasználásból (alulról a második) és a földterület megművelésének változásából (alulról a harmadik) származó CO₂-kibocsátást mutatja. [1.1a ábra]



DÖ-2. ábra: A PPP-ben mért GDP (GDPppp), az összes elsődleges energiaellátás (TPES), a CO₂-kibocsátás (fosszilis üzemanyagok és gázok égéséből, valamint a cementgyártásból) és a népesség (Pop) globális relatív alakulása. Ezenfelül a pontozott vonalakkal az ábra az egy főre jutó jövedelmet (GDPppp/Pop), az energiaintenzitást (TPES/GDPppp), az energiaellátás szénintenzitását (CO₂/TPES) és a gazdaság termelési folyamatainak kibocsátás-intenzitását (CO₂/GDPppp) mutatja az 1970 és 2004 közötti időszakban. [1.5. ábra]

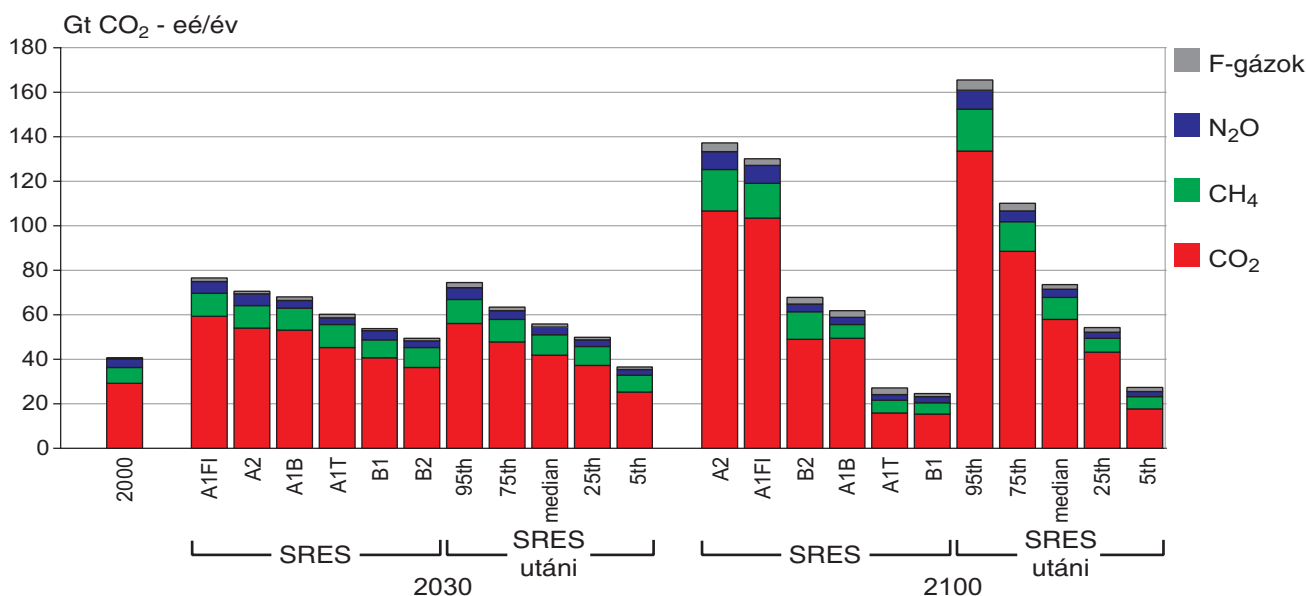
Megjegyzések:

1. Az Egyéb NO₂ az ipari folyamatokat, erdőirtást/szavannaégést, szennyvizet és hulladékégetést tartalmazza.
2. Az Egyéb az ipari folyamatokat és a szavannaégést jelenti.
3. Beleértve a bioenergia-termelés és felhasználás okozta kibocsátást.
4. A fakitermelés és erdőirtás után megmaradó talaj feletti biomassa, valamint a tőzegtüzekből és kiszáradt tőzegtalaj bomlásából származó CO₂-kibocsátás.
5. Úgy is, mint a hagyományos biomassa-használat a teljes használat 10%-ának szintjén, feltételezve, hogy 90% a fenntartható biomassa-előállításból származik. Javítva a biomassa 10%-os széntartalmára, melyről feltételezik, hogy az égetés után növényi szénként megmarad.
6. Átlagolt adatok a nagy léptékű erdő- és bozóttüzekre az 1997-2002 közötti időszakra a Tüzek Okozta Kibocsátás Globális Adatbázisának műholdas adatai alapján.
7. Cementgyártás és természetes gázégés.
8. A fosszilis üzemanyag-felhasználás magában foglalja a nyersanyagokból származó kibocsátást.



DÖ-3b. ábra: A regionális, a GDPppp egy US\$-jára eső ÜHG-kibocsátás (az összes Kiotó-gáz, beleértve a földterület megműveléséből származókat) megoszlása 2004-ben a különböző országocportok GDPppp-jének vonatkozásában. A különböző régiók részesedését a globális ÜHG-kibocsátásban az oszlopok százaléértékei jelölik [1.4b. ábra].

DÖ-3a. ábra: A regionális egy főre jutó ÜHG-kibocsátás (az összes Kiotó-gáz, beleértve a földterület megműveléséből származókat) megoszlása 2004-ben a különböző országocportok népességének vonatkozásában. A százaléértékek az oszlopokban a különböző régiók részesedését jelölik a globális ÜHG-kibocsátásban. [1.4a. ábra]



DÖ-4. ábra: A globális ÜHG-kibocsátás 2000-ben és az előrevetített kiindulási helyzetű kibocsátás 2030-ra és 2100-ra az IPCC SRES és SRES utáni irodalma alapján. Az értékek a hat illusztratív SRES forgatókönyv kibocsátásait adják meg. Megadják a kibocsátás gyakorisági eloszlását is a SRES utáni forgatókönyvekre (5, 25, 50, 75, 95 százalékos felbontásban). Az F-gázok megnevezés együttesen a HFC-eket, a PFC-eket és az SF₆-ot jelöli.

4. A SRES¹⁰ óta megjelentetett kiindulási helyzetű kibocsátási forgatókönyvek tartományukban összehasonlíthatók az IPCC Speciális Jelentése az Emissziós Forgatókönyvekről (SRES) által megadottakkal (25135 Gt CO₂-e/év 2100-ban, I. DÖ-4. ábra).

(erős egyezés, magas bizonyosság)

- A SRES óta készített forgatókönyvek a kibocsátás néhány tényezőjének, különösképpen a népesség előrevetítésénél, alacsonyabb értékeket adott meg. Ezeknél az új népességi előrevetítéseket használó tanulmányoknál mindazonáltal a többi tényezőnek, mint pl. a gazdasági növekedésnek a változása kis változást eredményezett a teljes kibocsátási szintekben. A SRES utáni kiindulási helyzetű forgatókönyvekben a gazdasági növekedés előrevetítései 2030-ra Afrikára, Latin-Amerikára és Közép-Keletre alacsonyabbak, mint a SRES-ben, de ennek csak csekély hatása van a globális gazdasági növekedésre és a teljes kibocsátásra [3.2].
- Az aeroszolok és prekursor aeroszolok figyelembevétele, beleértve a kén-dioxidot, feketeszenet és szerves szenet, melyeknek hűtő hatásuk¹¹ van, javult. Általánosságban a rájuk vonatkozó előrevetítések alacsonyabbak, mint a SRES-ben [3.2].
- A rendelkezésre álló tanulmányok azt mutatják, hogy a választható GDP- (MER vagy PPP) átváltási árfolyamok nem hatnak észrevehetően az előrevetített kibocsátásra, ha következetesen¹² használják azokat. A különbségek, ha vannak egyáltalán, kicsik a forgatókönyv többi paraméterénél, pl. a technológiai változásnál a feltételezések által okozott bizonytalanságokhoz viszonyítva [3.2].

¹⁰ A kiindulási helyzetű forgatókönyvek nem tartalmazzak a jelenlegiekén kívül további éghajlatpolitikákat, az újabb tanulmányok különböznek az UNFCCC és Kiotói Egyezmény bevonása vonatkozásában.

¹¹ L. az I. Munkacsoport Beszámolója 10.2. fejezetét.

¹² A TAR óta vitáznak a szakemberek a kibocsátási forgatókönyvekben használt különböző árfolyamok használatáról. Két metrikát használnak az országok GDP-jének összehasonlítására. A MER használata kedvezőbb a nemzetközi kereskedelemben részt vevő termékeknél. A PPP használata kedvezőbb a nagyon különböző fejlettségi szintű országok bevételének összehasonlítását tartalmazó elemzéseknél. A jelen Beszámolóban használt legtöbb monetáris egység MER-ben van meghatározva. Ez tükrözi azt, hogy a kibocsátásmérséklési irodalom többségét MER-ben kalibrálják. Ahol a monetáris egység PPP-ben van meghatározva, azt GDP_{PPP}-vel jelölik.

DÖ-1. KIEMELÉS: Az IPCC Speciális Jelentése az Emissziós Forgatókönyvekről (SRES)* emissziós forgatókönyvei

A1. Az A1 cselekmény és forgatókönyvcsalád egy olyan jövő világot ír le, amelyben nagyon gyors a gazdasági növekedés. A globális népesség, amely az évszázad közepén tetőzik, utána csökken. Gyors az új és hatékonyabb technológiák bevezetése. A legfőbb alaptémák a régiók közötti konvergencia, kapacitásépítés és növekvő kulturális és szociális kölcsönhatás, miközben csökkennek az egy főre jutó jövedelmek közötti regionális különbségek. Az A1 forgatókönyvcsalád három csoportba fejlődik, amelyek az energiatermelő rendszerek technológiai változásának alternatív irányait írják le. A három A1 csoportot az alábbi technológiai hangsúlyok különböztetik meg: erősen fosszilis (A1FI), illetve nem fosszilis energiaforrások (A1T) vagy egyensúly az összes forrás között (A1B). (Itt az egyensúly azt jelenti, hogy nem támaszkodnak erősen egyik adott energiaforrásra sem, azzal a feltételezéssel, hogy hasonló fejlesztési ráta vonatkozik minden energiaellátási és felhasználási technológiára.)

A2. Az A2 cselekmény és forgatókönyvcsalád egy meglehetősen heterogén világot ír le. Az alaptéma az önállóság és a helyi identitások megőrzése. A népesedési mintázatok nagyon lassan konvergálnak, ami folyamatosan növekvő népességet eredményez. A gazdasági fejlődés elsősorban régióorientált. Az egy főre jutó gazdasági növekedés és technológiai változás térben változatosabb és lassúbb, mint a többi forgatókönyvnél.

B1. A B1 cselekmény és forgatókönyvcsalád egy konvergens világot ír le az A1 cselekménnyel azonos globális népességgel, amely az évszázad közepén tetőzik, utána csökken, azonban a gazdasági struktúra itt gyorsan változik egy szolgáltatási és információs gazdaság irányába, az anyagi igényesség csökkenésével és tiszta és forráshatékony technológiák bevezetésével. A hangsúly a gazdasági, társadalmi és környezeti fenntarthatóság globális megoldásain van, beleértve a fokozottabb jogegyenlőséget, de nem tartalmazva további kibocsátás-csökkentő éghajlati kezdeményezéseket.

B2. A B2 cselekmény és forgatókönyvcsalád olyan világot ír le, ahol a hangsúly a gazdasági, társadalmi és környezeti fenntarthatóság helyi megoldásain van. Ebben a világban a globális népesség folyamatosan nő az A2-nél kisebb mértékben, a gazdasági fejlődés szintje közepes, és a technológiai változás kevésbé gyors és sokfélebb, mint a B1 és A1 cselekményben. Miközben a forgatókönyv szintén a környezetvédelem és társadalmi igazságosság felé orientálódik, a helyi és regionális szintekre összpontosít.

A hat forgatókönyvcsoport (A1B, A1FI, A1T, A2, B1 és B2) mindegyikére választottak egy illusztratív forgatókönyvet. Mindegyik egyformán megbízhatónak tekintendő.

A SRES forgatókönyvek nem tartalmaznak további kibocsátás-csökkentő éghajlati kezdeményezéseket, ami azt jelenti, hogy egyetlen olyan forgatókönyv sincs a SRES családban, ami kimondottan feltételezi az ENSZ Klímaváltozási Keretegyezmény vagy a Kiotói Jegyzőkönyv célkitűzéseinek megvalósítását.

Az IPCC I. Munkacsoportjának jelen Beszámolója nem értékeli az emissziós forgatókönyveket. Ez a SRES forgatókönyveket összefoglaló Kiemelés a TAR-ból került átvételre, amit a Testület korábban sorról sorra hagyott jóvá.

* A III. Munkacsoport Beszámolójának ez a Kiemelése megegyezik az I. és a II. Munkacsoport Beszámolóinak záró oldalain található Kiemelésekkel. (A szaklektor megj.)

MÉRSÉKLÉS RÖVID-ÉS KÖZÉPTÁVON (2030-ig)

DÖ-2. KIEMELÉS: Mérséklési potenciál és analitikus megközelítések

A „mérseklési potenciál” fogalmát azért hozták létre, hogy meg lehessen becsülni az ÜHG-csökkenés mértékét, melyet a kibocsátási kiindulási helyzethez viszonyítva meg lehetne valósítani egy adott szénárszint mellett („ár/elkerült vagy csökkentett kibocsátással egyenértékű szén-dioxid-egység”-ben kifejezve). A mérseklési potenciált tovább differenciálják „piaci potenciál” és „gazdasági potenciál” kifejezésekre.

A **piaci potenciál** a privát költségeken és privát kamatlábakon¹³ alapuló mérseklési potenciál, mely előrejelzési piaci körülmények között fordul elő, beleértve a jelenlegi politikát és intézkedéseket, azzal a megjegyzéssel, hogy akadályok korlátozhatják a tényleges felvételt [2.4].

A **gazdasági potenciál** az a mérseklési potenciál, mely társadalmi költségeket-hasznokat és társadalmi kamatlábakat¹⁴ vesz figyelembe, feltételezve, hogy a piaci hatékonyság a stratégiák és intézkedések által javul, és az akadályokat elhárítják [2.4].

A piaci potenciál-tanulmányokkal a stratégiai tervezőket lehet tájékoztatni a fennálló stratégiák és akadályok mellett fennálló mérseklési potenciálról, míg a gazdasági potenciál-tanulmányok azt mutatják meg, hogy mit lehetne elérni, ha megfelelő új- és pótlólagos stratégiákat fogantatosítanak az akadályok eltávolítására és a társadalmi költség-haszon számításba vételére. A gazdasági potenciál ennél fogva általában nagyobb, mint a piaci potenciál.

A mérseklési potenciált különböző típusú megközelítésekkel becsülik meg. Két nagy osztály van, a „bottom-up” (alulról felfelé építkező) és a „top-down” (felülről lefelé építkező) megközelítés, melyeket elsősorban a piaci potenciál becsülésére használnak.

A **„bottom-up”** - tanulmányok a mérseklési alternatívák becsülésén alapulnak, hangsúlyozva a jellemző technológiákat és szabályozásokat. Tipikusan szektorális tanulmányok, melyek a makrogazdaságot változatlanul veszik. Ahogyan a TAR-ban is, a szektorokra vonatkozó becsléseket összesítették annak érdekében, hogy a globális mérseklési potenciálra becslést adjanak ebben az értékelésben.

A **„top-down”** tanulmányok a mérseklési alternatívák az egész gazdaságra kiterjedő potenciálját becsülik meg. A mérseklési alternatívákról globálisan konzisztens kereteket és összesített információkat használnak, és rögzítik a makrogazdasági és piaci visszacsatolásokat.

A TAR óta a „bottom-up” és „top-down” modellek hasonlóbbakká váltak, mivel a „top-down” modellek több technológiai mérseklési alternatívát, a „bottom-up” modellek pedig több makrogazdasági és piaci visszacsatolást építettek be modellstruktúrájukba, valamint átvettek korlátanalíziseket.

A „bottom-up” tanulmányok különösen hasznosak a specifikus stratégiai alternatívák szektorális szintű becsülésében, pl. alternatívák az energiahatékonyság javítására, míg a „top-down” tanulmányok a szektorok közötti és az egész gazdaságra kiterjedő éghajlat-változási stratégiák, úgymint szénadók és stabilizációs politika becsülésében hasznosak.

Mindazonáltal a gazdasági potenciál jelenlegi „bottom-up” és „top-down” tanulmányainak az életmódbeli alternatívák tekintetében vannak korlátai mivel nem terjed kiminden olyan externáliára, mint pl. a lokális légszennyezés. Néhány régiót, országot, szektort, gázt és akadályt korlátozottan vesz figyelembe. Az előrevetített mérseklési költségek nem veszik számításba az elkerült éghajlatváltozás potenciális hasznát.

¹³ A privát költségek és leszámítási kamatlábak a privát fogyasztók és vállalatok kilátásait tükrözik, l. a szójegyzéket a teljesebb leírásért.

¹⁴ A társadalmi költségek és leszámítási kamatlábak a társadalom kilátásait tükrözik. A társadalmi leszámítási kamatlábak alacsonyabbak, mint a privát beruházók által használt, l. a Technikai Összeoglaló Szójegyzékét a teljesebb leírásért.

DÖ-3. KIEMELÉS: A mérséklési portfóliókra és makrogazdasági költségekre vonatkozó feltételezések a tanulmányokban

A jelen beszámolóban megállapított mérséklési portfóliókra és makrogazdasági költségekre vonatkozó tanulmányok „top-down” modellezésen alapulnak. A legtöbb modell a mérséklési portfóliónál globális legkisebb költség-megközelítést, valamint átlátható piacot feltételezve, univerzális emissziós kereskedelemmel nulla tranzakciós költséget alkalmaz, így a mérséklési intézkedések tökéletes megvalósítását veszi alapul az egész 21. században. A költségeket egy adott specifikus időpontra adják meg.

A globális modellezett költségek növekednek, ha néhány régiót, szektort (pl. földművelés), alternatívát vagy gázt figyelmen kívül hagynak. A globális modellezett költségek csökkennek alacsonyabb kiindulási helyzetekkel, ha a szénadóból származó bevételeket, aukciós értékesítési engedélyeket használják, és ha számításba veszik az indukált technológiai ismeretszerzést. Ezek a modellek nem veszik figyelembe az éghajlati hasznokat és általában a mérséklési intézkedések hasznát vagy a méltányossági kérdéseket.

5. Mind a „bottom-up” mind a „top-down” tanulmányok azt jelzik, hogy a globális ÜHG-kibocsátás csökkentésére komoly gazdasági potenciál létezik az elkövetkező évtizedekben, mely ellensúlyozhatja a globális kibocsátás előrejelzett növekedését vagy a jelenlegi szint alá csökkentheti a kibocsátást (erős egyezés, magas bizonyosság).

A becslések bizonytalanságait az alábbi táblázatok mutatják, és tükrözik az alaphelyzetek tartományait, a technológiai változás mértékét és egyéb tényezőket, melyek jellemzőek a különböző megközelítésekre. A bizonytalanságok származhatnak továbbá az országok, szektorok és gázok globális lefedettségére vonatkozó információk korlátaiból is.

„Bottom-up” tanulmányok:

- Ebben az értékelésben a „bottom-up” megközelítések alapján 2030-ra adott gazdasági potenciált (I. DÖ- 2. Kiemelés) a lenti DÖ 1. táblázat és a DÖ 5A. ábra mutatja. Hivatkozásként: 2000-ben a kibocsátás 43 Gt CO₂-eé-nek volt megfelelő [11.3].

DÖ-1. táblázat: A „bottom-up” tanulmányokban becsült globális gazdasági mérséklési potenciál 2030-ban

Szénár (US\$/t CO ₂ -eé)	Gazdasági mérséklési potenciál (Gt CO ₂ -eé/év)	A SRES A1B-hez viszonyított csökkenés (68 Gt CO ₂ -eé/év %)	A SRES B2-hez viszonyított csökkenés (49 Gt CO ₂ -eé/év %)
0	5-7	7-10	10-14
20	9-17	14-25	19-35
50	13-26	20-38	27-52
100	16-31	23-46	32-63

- A tanulmányok azt sugallják, hogy nettó negatív költségekkel¹⁵ a mérséklési lehetőségek potenciálja képes 2030-ra a kibocsátást kb. 6 Gt CO₂-eé/év-vel csökkenteni. Ennek megvalósításához foglalkozni kell a megvalósítási korlátokkal [11.3].
- Egyetlen szektor vagy technológia sem képes egymagában megfelelni az összes mérséklési kihívásnak. Az összes vizsgált szektor hozzájárul a teljes egészhez (DÖ-6. táblázat). Az egyes szektorokban a legnagyobb gazdasági potenciállal bíró technológiákat az DÖ-3. táblázat mutatja [4.3, 4.4, 5.4, 6.5, 7.5, 8.4, 9.4, 10.4].

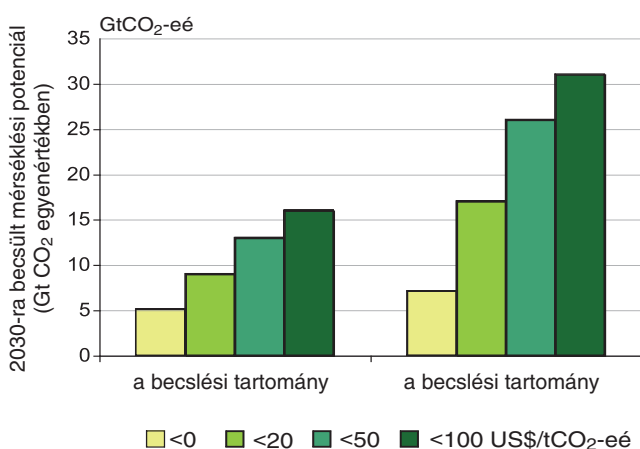
„Top-down” tanulmányok:

- A „top-down” tanulmányok 2030-ra a lenti DÖ-2. táblázatban és az DÖ-5B. ábrában szereplő kibocsátáscsökkenést számítják. A „top-down” tanulmányokban található globális gazdasági potenciálok összhangban vannak a „bottom-up” tanulmányokban szereplőkkel (l. DÖ-2. Kiemelés), bár szektorális szinten vannak lényeges különbségek [3.6].

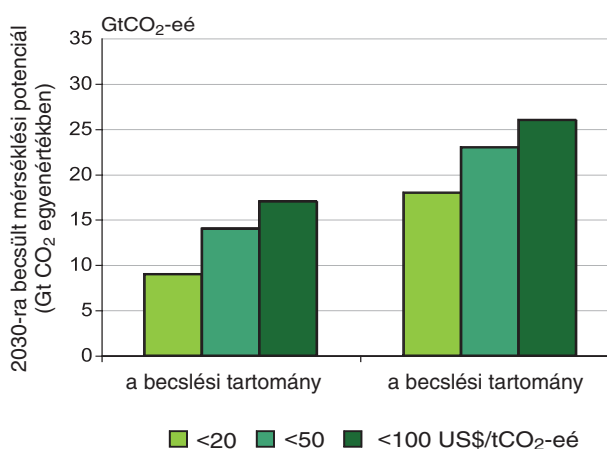
DÖ-2. táblázat: A „top-down” tanulmányokban becsült globális gazdasági potenciál 2030-ban

Szénár (US\$/t CO ₂ -eé)	Gazdasági potenciál (Gt CO ₂ -eé/év)	A SRES A1B-hez viszonyított csökkenés (68 Gt CO ₂ -eé/év %)	A SRES B2-hez viszonyított csökkenés (49 Gt CO ₂ -eé/év %)
20	9-18	13-27	18-37
50	14-23	21-34	29-47
100	17-26	25-38	35-53

- Az DÖ-2. táblázatban szereplő becsléseket a stabilizációs forgatókönyvekből származtatják, azaz a légköri ÜHG-koncentráció hosszú távú stabilizációja felé tart.



DÖ-5A. ábra: A „bottom-up” tanulmányokban becsült globális gazdasági potenciál 2030-ban (a DÖ-1. táblázat adatai)

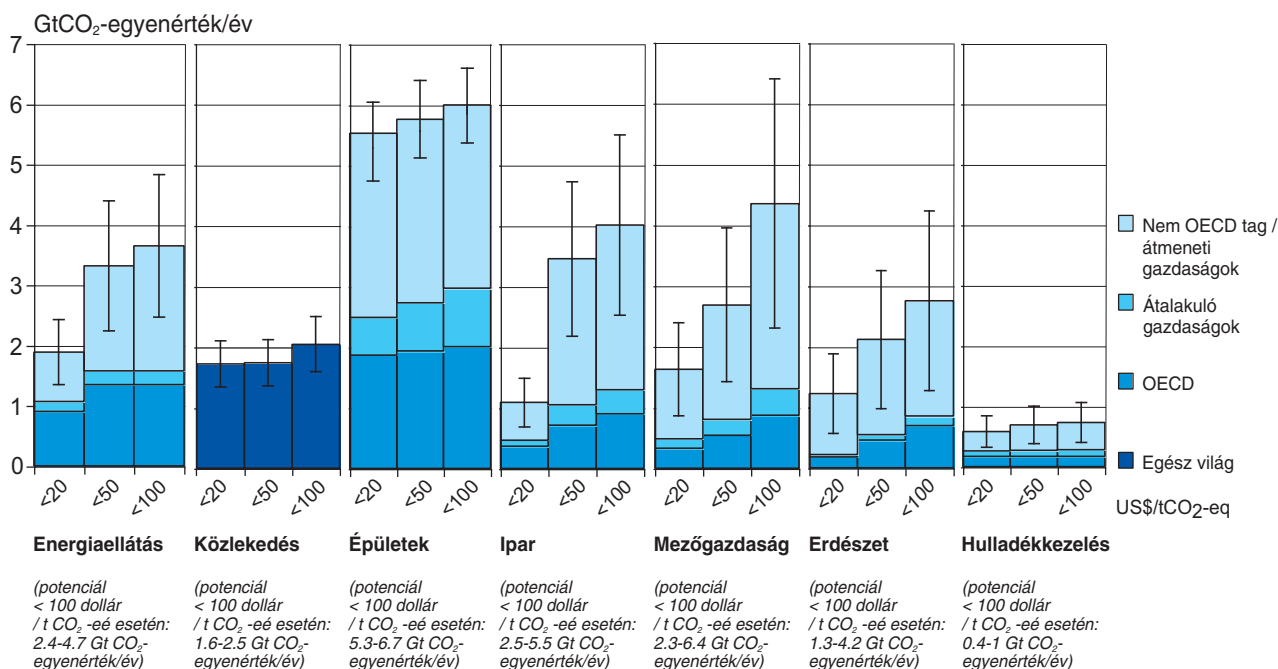


DÖ-5B. ábra: A „top-down” tanulmányokban becsült globális gazdasági potenciál 2030-ban (a DÖ-2. táblázat adatai)

¹⁵ Ebben a beszámolóban a SAR-hoz és a TAR-hoz hasonlóan a nettó negatív költségű (no regrets opportunity) alternatívákat úgy határozzák meg, mint azokat az alternatívákat, melyek haszna, mint pl. csökkent energiaárak és a helyi/regionális szennyezőanyag-kibocsátás csökkenése egyenlő a társadalom felé fennálló költségeivel, vagy meghaladja azokat, nem beleértve az elkerült éghajlatváltozás hasznát (l. DÖ-1. Kiemelés).

DÖ-3. táblázat: Kulcsfontosságú mérséklési technológiák és gyakorlatok szektoronként. A szektorok és technológiák alábbi sorrendje esetleges. A nem technológiai jellegű lehetőségek, mint pl. az életmódváltozások, melyek több szektorra is kiterjednek, nincsenek a táblázatban (de a jelen DÖ-7. pontjában szerepelnek).

Szektor	Kulcsfontosságú mérséklési technológiák és gyakorlatok, melyek jelenleg a kereskedelemben rendelkezésre állnak	Kulcsfontosságú mérséklési technológiák és gyakorlatok, melyeket az előrejelzések szerint 2030 előtt kommercializálnak
Energiaellátás [4.3, 4.4]	Jobb ellátási- és elosztási hatékonyság; üzemanyagban áttérés a szénről a gázra; atomenergia; megújuló hő és egyéb energia (vízenergia, nap-, szél-, geotermál és bioenergia); kombinált hő és energia, a CCS-ek korai alkalmazása (pl. a természetes gázból eltávolított CO ₂ tárolása)	Szén Felvétele és Raktározása (CCS) a gázokra, biomasszára és széntüzelésű áramgeneráló készülékekre; jobb atomenergia, jobb megújuló energia, beleértve az árapály- és hullámenérgiát, szoláris és szoláris napelem- (PV) koncentráció
Közlekedés [5.4]	Üzemanyag-hatékonyabb járművek, hibrid járművek; tisztább dízeljárművek; bioüzemanyagok; modális váltás a közúti közlekedésről a vasútra és tömegközlekedési rendszerekre; nem motorizált közlekedés (biciklizés, séta); földhasználat és közlekedés-tervezés	Második generációs bioüzemanyagok; hatékonyabb repülőgépek; jobb elektromos és hibrid járművek erősebb és megbízhatóbb akkumulátorokkal
Épületek [6.5]	Hatékony világítás és természetes megvilágítás; hatékonyabb elektromos készülékek, fűtő- és hűtőberendezések; jobb tűzhelyek, jobb szigetelés; passzív- és aktív napenergia-tervezés fűtésre/hűtésre; alternatív hűtőgépfolyadékok; fluortartalmú gázok visszanyerése és újrahasznosítása	A kereskedelmi épületek integrált tervezése, amely tartalmaz olyan technológiákat, mint amilyenek az intelligens mérők, melyek biztosítják a visszacsatolást és az ellenőrzést; épületekbe beépített szoláris napelem (PV)
Ipar [7.5]	Hatékonyabb fogyasztói elektromos berendezések; hő- és egyéb energia-visszanyerés; anyagok újrahasznosítása és helyettesítése; a nem CO ₂ gázkibocsátás ellenőrzése; az eljárás-specifikus technológiák széles köre	Jobb energiahatékonyság; CCS a cement-, ammónia- és vasgyártáshoz; inaktív elektródok az alumíniumgyártáshoz
Mezőgazdaság [8.4]	Jobb gazdálkodás az aratásnál és a legelőknél a talaj szénraktározásának növelése érdekében; a megművelt tőzegtalaj és lebomlott föld helyreállítása; jobb rizs-termesztési technikák, valamint az állat-állomány és a trágya kezelése annak érdekében, hogy csökkentsék a CH ₄ -kibocsátást; jobb alkalmazási technikák a nitrogénműtrágyáknál az N ₂ O-kibocsátás csökkentése érdekében; céltudatos energianövény-termesztés a fosszilis üzemanyagok használatának helyettesítésére; jobb energiahatékonyság	A terméshozam javítása
Erdészet/erdők [9.4]	Fásítás; újraerdősítés; erdőgazdálkodás; kevesebb erdőirtás; a kitermelt fa termék-menedzselése; erdészeti termékek felhasználása bioenergiára a fosszilis üzemanyag-használat helyettesítése érdekében	Fajták javítása a biomasszatermelékenység és szénmegkötés növelése érdekében. Jobb távérzékelő technológiák a vegetáció-/talaj szénmegkötés potenciáljának analizésére és a megművelt földterület változásának térképezésére
Hulladék [10.4]	Hulladéklerakók metánhelyreállítása; hulladékégetés-energia helyreállítással; szerves hulladékok komposztálása; ellenőrzött szennyvízkezelés; újrahasznosítás és hulladékminimalizálás	Biotakarók és biofilterek a CH ₄ oxidáció optimalizálására



DÖ-6. ábra: A „bottom-up” tanulmányokban a különböző régiók globális mérsékléséhez a szénár függvényében 2030-ban fennálló szektorális gazdasági potenciál becslése, összehasonlítva a szektorbecslésekben feltételezett vonatkozó alaphelyzetekkel. Az ábra további magyarázata a Teljes Beszámoló 11.3 pontjában található.

Megjegyzések:

1. A globális gazdasági potenciál minden egyes szektorban felbecsült tartományait a függőleges vonalak mutatják. A tartományok a kibocsátás felhasználói elosztásán alapulnak, ami azt jelenti, hogy az áramfelhasználás kibocsátása a végfelhasználói szektort veszi számításba és nem az energiaellátási szektort.
2. A tanulmányok rendelkezésre állása, különösképpen a magas szénárak szintje vonatkozásában, behatárolja a becslült potenciálokat.
3. A szektorok különböző kiindulási helyzeteket használtak. Az iparra a SRES B2 kiindulási helyzetet vették figyelembe, az energiaellátásnál és közlekedésnél a WEO 2004 kiindulási helyzetet használták; az építőipar a SRES B2 és A1B között elhelyezkedő alaphelyzeten alapul; a hulladéknál a SRES A1B mozgatóerőit használták egy hulladékspecifikus kiindulási helyzet kialakításához, a mezőgazdaság és az erdészet olyan alaphelyzetet vett figyelembe, mely főleg a B2 mozgatóerőit használta.
4. A közlekedésre csak globális összeget mutatnak, mert a nemzetközi repülést is figyelembe veszik [5.4].
5. Kategóriák, melyek nem szerepelnek itt: nem CO₂-kibocsátás az épületekben és a közlekedésben; az anyaghatékonyság-alternatívák egy része; hőtermelés és kapcsolt hő- és villamosenergia-termelés; nehéz járművek, hajózás és utasszállítás nagy utastéren; leginkább költségigényes alternatívák az épületekre, a szennyvízkezelésre, a szénbányák és gázvezetékek kibocsátásának csökkentésére; az energiaellátásból származó fluortartalmú gázok. Az összes, ezekből a kibocsátásokból származó gazdasági potenciál alulbecslése 10-15%-os nagyságrendű.

6. 2030-ban a 445-710 ppm CO₂-eé felé tendáló stabilizációs kibocsátási trajektóriának megfelelő többgázos mérséklés makrogazdasági költségét, a kiindulási helyzethez viszonyítva, a globális GDP 3%-os csökkenése és kismértékű növekedése közötti értékre becslik (I. DÖ-4. táblázat). A regionális költségek azonban jelentősen eltérhetnek a globális átlagtól (erős egyezés, közepes bizonyosság) (I. DÖ-3. Kiemelést a módszerekről és azok feltételezett eredményeiről).

- A tanulmányok többsége azt a következtetést vonja le, hogy a GDP alaphelyzetéhez viszonyított GDP-csökkenés a stabilizációs cél szigorúságával nő.

DÖ-4. táblázat: A becsült globális makrogazdasági költségek 2030-ban¹⁶ a legkisebb költségű trajektóriákban a különböző hosszú távú stabilizációs szintekre^{17 18}.

Stabilizációs szint (ppm CO ₂ -eé)	Közepes GDP-csökkenés ¹⁹ (%)	A GDP-csökkenés tartománya ^{19 20} (%)	Az átlagos éves GDP-növekedési ütem (százalékpont) csökkenése ^{19 21}
590-710	0,2	-0,6-1,2	< 0,06
535-590	0,6	0,2-2,5	< 0,1
455-535 ²²	nem áll rendelkezésre	< 3	< 0,12

- A meglévő adórendszerrel és jövedelem elköltéséről függően a modelltanulmányok azt jelzik, hogy a költségek lényegesen alacsonyabbak lehetnek azt feltételezve, hogy az adott kibocsátási kereskedelmi rendszerben a szénadókból vagy aukciós értékesítési engedélyekből származó bevételeket a kis széntartalmú technológiák fejlesztésére vagy a meglévő adók reformálására fordítják [11.4].
- Azok a tanulmányok, melyek azt feltételezik, hogy az éghajlatváltozási politika fokozott technológiai változást indukál, szintén alacsonyabb költségeket adnak meg. Ehhez azonban nagyobb beruházások lehetnek szükségesek annak érdekében, hogy később költségcsökkenést lehessen elérni [3.3, 3.4, 11.4, 11.5, 11.6].

¹⁶ Egy adott stabilizációs szintnél a DDP-csökkenés idővel a legtöbb modellben növekedik 2030 után. A hosszú távú költségek szintén bizonytalanabbakká válnak. [3.25. ábra]

¹⁷ Különböző kiindulási helyzeteket használó tanulmányokon alapuló eredmények.

¹⁸ A tanulmányok különböznek a stabilizáció elérésének időpontja tekintetében; ez általában 2100 vagy későbbi időpont.

¹⁹ Globális, GDP-alapú piaci árfolyamok.

²⁰ Az elemzett adatok középső, 10 és 90 százalékpontos tartománya van megadva.

²¹ Az éves növekedési ütem csökkenésének számítása a 2030-ig terjedő időszak átlagsökkenésén alapul, mely 2030-ra a megadott GDP-csökkenést eredményezi.

²² A GDP-eredményekről beszámoló tanulmányok száma viszonylag kevés, és ezek általában alacsony kiindulási helyzeteket használnak.

- Bár a legtöbb modell GDP-veszteséget mutat, néhány közülük GDP-nyereséget jelez, mivel ezek azt feltételezik, hogy a kiindulási helyzetek nem optimálisak és a mérséklési politikák fejlesztik a piaci hatékonyságot, vagy azt feltételezik, hogy a mérséklési politikák több technológiai változást gerjesztenek. A piaci hatékonytalanságra példa a nem foglalkoztatott erőforrások, a torz adók és juttatások [3.3, 11.4].
- A többgázos megközelítés és szennyelők beépítése általában jóval alacsonyabb költségekkel jár, mintha CO₂-kibocsátást mérsékelnének.
- A regionális költségek nagyban függenek a feltételezett stabilizációs szinttől és a kiindulási helyzetű forgatókönyvtől. Az elosztási forma a legtöbb ország vonatkozásában kisebb mértékben fontos, mint a stabilizációs szint [11.4, 13.3].

7. Az életmód- és viselkedési minták változásai hozzájárulhatnak az éghajlatváltozás mérsékléséhez minden szektorban. Az irányítási gyakorlatoknak szintén lehet pozitív szerepük (erős egyezés, közepes bizonyosság).

- Az életmódváltozások csökkenthetik a ÜHG-kibocsátást. Az életmód- és fogyasztási minták változásai, melyek a forrás megőrzésre fektetik a hangsúlyt, hozzájárulhatnak egy alacsony CO₂-kibocsátású gazdaság kifejlesztéséhez, mely mind méltányos, mind fenntartható [4.1, 6.7].
- Az oktatási és továbbképzési programok segíthetnek az energiahatékonyság elfogadásában lévő akadályok leküzdésében, különösképpen egyéb intézkedésekkel kombinálva [6.6 táblázat].
- A lakókörnyezeti viselkedésnek, kulturális mintáknak és fogyasztói választásoknak változásai és a technológiák használata jelentősen csökkenthetik a CO₂-kibocsátással járó energiahasználatot az épületekben [6.7].
- A Közlekedési Igény Kezelése, amely magában foglalja a várostervezést (csökkentheti az utazási igényt), és a tájékoztatást és oktatási technikákat (amelyek csökkenthetik a gépkocsi használatát és hatékony vezetési stílust eredményezhetnek), segítheti az ÜHG mérséklését [5.1].
- Az iparban az irányítási eszközök, melyek magukban foglalják a munkatársak továbbképzését, a jutalmazási rendszert, a rendszeres visszacsatolásokat és a meglévő gyakorlatok dokumentációját, segíthetik az ipari szervezeti akadályok leküzdését, csökkenthetik az energiafelhasználást és az ÜHG-kibocsátást [7.3].

8. Míg a tanulmányok különböző metodológiákat használnak, az ÜHG-kibocsátást szabályozó intézkedések következtében a csökkenő légszennyezés kedvező hatással van az egészségre. Ez a kedvező hatás rövid távon jelentős a világ összes vizsgált régiójában és ellensúlyozhatja a mérséklési költségek jelentős részét (erős egyezés, magas bizonyosság).

- Az egészségen kívül egyéb kedvező hatások (úgy mint nagyobb energiabiztonság, nagyobb mezőgazdasági termelés és a természetes ökoszisztemekre gyakorolt nyomás csökkenése) figyelembevételével a csökkent troposzféri ózonkoncentráció következtében tovább javítja a költségtakarékosságot [11.8].
- A légszennyezést csökkentő és az éghajlatváltozást mérséklő politikák integrálása, együttes kezelése potenciálisan nagy költségcsökkentést ígér. [11.8].

9. A TAR óta megjelent irodalom megerősíti, hogy az I. Mellékletben szereplő országok tevékenységei hatással lehetnek a globális gazdaságra és globális kibocsátásra, bár a szénelszivárgás mértéke továbbra is bizonytalan (erős egyezés, közepes bizonyosság).

- Ahogy azt a TAR²³ jelzi, a fosszilis üzemanyagokat exportáló országok (mind az I. Mellékletben szereplő és nem szereplő országok) a mérséklési politika következtében kisebb keresletre és árakra, valamint alacsonyabb GDP-növekedésre számíthatnak. Ennek a következménynek²⁴ a mértéke nagymértékben függ a stratégiai döntésekkel és az olajpiaci feltételekkel kapcsolatos feltételezésektől [11.7].
- A karbonszivárgás²⁵ becslésében továbbra is kritikus bizonytalanságok maradnak. A legtöbb egyensúlyi modellezés megerősíti a TAR-ban szereplő következtetést a kiotói tevékenységekből származó, az egész gazdaságra kiterjedő, 520%-os nagyságrendű elszivárgásról, mely kevesebb lenne, ha a versenyképes, alacsony kibocsátású technológiák jobban elterjednének [11.7].

10. Az új energiaipari infrastrukturális beruházások a fejlődő országokban, az energiaipari infrastruktúra modernizálása az ipari országokban és az energiabiztonságot javító politikák sok esetben megteremthetik a lehetőségét annak, hogy az kiindulási helyzetű forgatókönyvekhez képest ÜHG-kibocsátás csökkenjen. A további kedvező hatások országspecifikusak, de gyakran magukban foglalják a légszennyezés csökkenését, a kereskedelmi mérleg javulását, a modern energia-szolgáltatások biztosítását a kisközségi területeken és a foglalkoztatást (erős egyezés, magas bizonyosság).

- A jövőbeli energiaipari infrastrukturális beruházásokról szóló döntéseknek, melynek összértéke mostantól 2030-ig várhatóan 20 trillió US\$²⁶, hosszú távú hatásuk lesz az ÜHG-kibocsátásra az erőművek és más infrastrukturális tőkeállomány hosszú élettartama miatt. Az alacsony CO₂-kibocsátású technológiák széles körű elterjesztése több évtizedet vehet igénybe, akkor is, ha ezeknek a technológiáknak korai beruházásait vonzóvá teszik. A kezdeti becslések azt mutatják, hogy a globális energiavonzatú CO₂-kibocsátás 2005. évi szintjére való visszatérés 2030-ra nagy váltást igényelne a beruházási mintákban, bár a szükséges nettó pótlólagos beruházás értéke az elhanyagolhatótól az 510%-osig terjed [4.1, 4.4, 11.6].
- Az energiaigények kielégítésére gyakran költséghatékonyabb a felhasználói energiahatékonyság fejlesztésébe investálni, mint az energiaellátást növelni. A hatékonyság javításának pozitív hatása van az energiabiztonságra, a helyi és regionális légszennyezés csökkenésre és a foglalkoztatásra [4.2, 4.3, 6.5, 7.7, 11.3, 11.8].
- A megújuló energiának általában pozitív hatása van az energiabiztonságra, a foglalkoztatásra és a levegőminőségre. Az egyéb ellátási alternatívákhoz viszonyítva a megújuló energiának, mely 2005-ben az áramellátás 18%-át tette ki, legfeljebb 50 US\$/t CO₂-eé szénár mellett 2030-ban 30-35%-os részesedése lehet a teljes áramellátásban [4.3, 4.4, 11.3, 11.6, 11.8].
- Minél magasabb a fosszilis üzemanyagok piaci ára, annál több alacsony CO₂-kibocsátású alternatíva válik versenyképpé, bár az árak ingadozása nem hat serkentően a beruházókra. A magasabb árú konvencionális olajforrásokat másrésről helyettesíthetik magas széntartalmú alternatívákkal, mint pl. olajhomok, olajpala, nehézolajok, valamint szénből és gázból nyert szintetikus üzemanyag; ez az ÜHG-kibocsátás növekedéséhez vezet, hacsak az előállító erőműveket nem szerelik fel CCS-sel [4.2, 4.3, 4.4, 4.5].

²³ L. TAR III. Munkacsoport (2001) SPM 16. paragrafus.

²⁴ A mérséklés következményes hatásai több szektorok közötti vonatkozásban azokat a hatásokat jelentik, melyek egy ország vagy ország-csoport mérséklési politikájának és intézkedéseinek következtében más országok szektorait érik.

²⁵ Karbonszivárgásnak nevezzük, ha a hazai intézkedések hatására más országokban növekszik a szén-dioxid-kibocsátás, és ezt a kibocsátásnövekedést viszonyítjuk az otthon elért csökkentéshez.

²⁶ 20 trillió = 20 000 milliárd = 20*10¹².

- Az egyéb ellátási alternatívákhoz viszonyított adott áron az atomenergiának, mely 2005-ben az áramellátás 16%-át tette ki, 2030-ban 18%-os részesedése lehet a teljes áramellátásban legfeljebb 50 US\$/t CO₂-eé szénár mellett, de a biztonság, a fegyverproliferáció és a hulladék továbbra is korlátozó tényezők maradnak [4.2, 4.3, 4.4²⁷].
- A földalatti geológiai formációkban történő szénmegkötés és -tárolás (CCS) egy olyan új technológiát jelent, amely 2030-ra potenciálisan jelentősen hozzájárulhat a mérsékléshez. A technikai, gazdasági és szabályozási fejlődés befolyásolja a tényleges hozzájárulást [4.3, 4.4].

11. A közlekedés szektorban²⁸ sokszoros mérséklési alternatívák vannak, de ezek hatását ellensúlyozhatja a szektor növekedése. A mérséklési alternatívák sok akadállyal szembesülnek, mint pl. a fogyasztói preferenciák és a stratégiai keretek hiánya (közepes egyezés, közepes bizonyosság).

- A jobb jármű-hatékonysági intézkedéseknek, melyek üzemanyag-megtakarításhoz vezetnek, gyakran nettó hasznuk van (legalábbis a könnyű járművek esetében), de a piaci potenciál jóval alacsonyabb, mint a gazdasági potenciál az egyéb olyan fogyasztói megfontolások miatt, mint például a teljesítmény és a nagyság. A mérséklési potenciál becsléséhez nehéz járművek esetében nem áll rendelkezésre elég információ. Egyedül a piaci kényszerek, beleértve a növekvő üzemanyagköltségeket, így várhatóan nem vezetnek jelentős kibocsátás-csökkenéshez [5.3, 5.4].
- A bioüzemanyagok jelentős szerepet játszhatnak az ÜHG-kibocsátás kezelésében a közlekedés szektorban a termelési folyamatoktól függően. A gázolinként használt bioüzemanyagok és a dízelüzemanyag-adalékok/-helyettesítők az előrevetítések szerint a 2030-as kiindulási helyzetre a közlekedés összes energiaigényének 3%-át érik el. Ez 5-10%-ra növekedhet a jövőbeli olaj- és szénáraktól, a járműhatékonyság javulásától és a cellulóz biomasszát hasznosító technológiák sikerétől függően [5.3, 5.4].
- A közúti közlekedésről a vasútra, a belvízi hajózásra és a kis utasterű utasszállításról a nagy utasterűre²⁹ való modális váltás, valamint a megművelt földterület, a várostervezés és a nem motorizált közlekedés lehetőséget kínálnak az ÜHG mérséklésére a helyi feltételek és politikák függvényében [5.3, 5.5].
- A repülésből származó CO₂-kibocsátás középtávú mérséklési potenciálja a jobb üzemanyag-hatékonyságból eredhet, melyet számos eszközzel lehet elérni, beleértve a technológiát, az üzemeltetést és a légi közlekedés irányítását. Ezek a fejlesztések azonban várhatóan csak részlegesen ellensúlyozzák a repülés kibocsátásának növekedését. A szektor összes mérséklési potenciáljához szükséges a repüléskibocsátás nem CO₂-ből származó éghajlati hatásának magyarázata [5.3, 5.4].
- A közlekedés szektorban a kibocsátás csökkentésének megvalósítása gyakran a forgalmi torlódás, a levegőtisztaság és az energiabiztonság kérdéskör kezelésének társhaszná [5.5].

²⁷ Ausztria nem értett egyet ezzel a megállapítással.

²⁸ L. DÖ-1. táblázat és DÖ- 6. ábra.

²⁹ Beleértve a vasúti, közúti és tengeri személyszállítást és a "telekocsi" szolgáltatást.

12. Az energiahatékonysági alternatívák az új és a meglévő épületekre jelentősen csökkenthetnék a CO₂-kibocsátást nettó gazdasági haszonnal. Sok akadály létezik ennek a potenciálnak a kihasználásában, de sok a társhaszon is (erős egyezés, magas bizonyosság).

- 2030-ra az építőiparban előre jelzett ÜHG-kibocsátás kb. 30%-a elkerülhető nettó gazdasági haszonnal [6.4, 6.5].
- Az energiahatékony épületek, míg korlátozzák a CO₂-kibocsátás növekedését, javíthatják a belső- és külső levegőminőséget és a társadalmi jólétet is, valamint fokozhatják az energiabiztonságot [6.6, 6.7].
- Az ÜHG-csökkentés megvalósítására világszerte léteznek lehetőségek. A sokszoros akadályok azonban megnehezítik ennek a potenciálnak a megvalósítását. Az akadályok magukban foglalják a technológiák rendelkezésre állását, a finanszírozást, a szegénységet, a megbízható információk magasabb költségeit, az épülettervezéshez kapcsolódó akadályokat és a stratégiák, programok megfelelő portfólióját [6.7, 6.8].
- A fenti akadályok a fejlődő országokban nagyobbak, és megnehezítik számukra, hogy elérjék az ÜHG-mérséklési potenciált az építőipari szektorban [6.7].

13. Az ipari szektorban a gazdasági potenciál túlnyomóan az energaintenzív iparágakban van. A rendelkezésre álló mérséklési alternatívák teljes használata nem történt meg sem az iparosodott, sem a fejlődő országokban (erős egyezés, magas bizonyosság).

- A fejlődő országokban sok ipari berendezés új, és a legújabb technológiákat alkalmazza a legalacsonyabb specifikus kibocsátással. Sok öregebb, nem hatékony berendezés azonban megmarad mind az iparosodott, mind a fejlődő országokban. Ezeknek a berendezéseknek a korszerűsítése jelentős kibocsátáscsökkenéshez vezethet [7.1, 7.3, 7.4].
- A tőkeállomány lassú forgási sebessége, a pénzügyi és technológiai források hiánya, valamint a cégek, különösen a kis- és közepes vállalatok korlátozott képessége, hogy hozzáférjen és fedezze a technológiai információkat, jelentik a legfőbb akadályokat a rendelkezésre álló mérséklési alternatívák teljes kihasználásában [7.6].

14. A mezőgazdasági gyakorlatok együtt alacsony költségen járhatnak hozzá jelentős mértékben a talajok szénnyelő képességének növeléséhez, az ÜHG-kibocsátás csökkentéséhez, valamint biomasszát szolgáltatnak energiacélú felhasználásra (közepes egyezés, közepes bizonyosság).

- A mezőgazdasági mérséklési potenciál (nem tartalmazva a bioenergiát) nagy része a talajszén szekvesztrációjából származik, mely erős szinergiában van a fenntartható mezőgazdasággal, és általában mérsékli az éghajlatváltozással szembeni sebezhetőséget [8.4, 8.5, 8.8].
- A raktározott talajszén veszteségnek lehet kitéve mind a földkezelés változása, mind az éghajlatváltozás következtében [8.10].
- A metán- és dinitrogén-oxid-kibocsátásban néhány mezőgazdasági rendszerben szintén jelentős mérséklési potenciál áll rendelkezésre [8.4, 8.5].
- Nem létezik általánosan alkalmazható lista a mérséklési gyakorlatokról; a gyakorlatokat minden egyes mezőgazdasági rendszerre és helyszínre külön kell értékelni [8.4].
- A mezőgazdasági melléktermékekből származó biomassa és a céltudatosan termesztett energianövény fontos bioenergia-nyersanyag lehet, de a mérsékléshez való hozzájárulása függ a közlekedés és energiaellátás bioenergia-igényétől, a víz rendelkezésre állásától és az élelmiszer- és takarmánytermesztés földszükségletétől. A mezőgazdasági földterületek széles körű használata energiacélú biomassa-termelésre versenyben állhat a föld egyéb célú használatával, melynek lehetnek pozitív és negatív környezeti hatásai és következményei az élelmiszer-biztonságra [8.4, 8.8].

15. **Az erdőkkel kapcsolatos mérséklési tevékenységek alacsony áron jelentősen csökkenthetik a forrásokból származó kibocsátást és növelhetik a CO₂-nyelők általi eltávolítását, valamint tervezhető a szinergia kialakítása adaptációval és fenntartható fejlődéssel (erős egyezés, magas bizonyosság)³⁰.**
- Az összes mérséklési potenciál kb. 65%-a (max. 100 US\$/t CO₂-eé) a trópusokon van, és kb. 50%-át az erdőirtásból származó kibocsátás csökkentésével lehet elérni [9.4].
 - Az éghajlatváltozás befolyásolhatja az erdészeti szektor (azaz a természetes és telepített erdők) mérséklési potenciálját, és ez várhatóan különböző lesz a különböző régiókban és szubrégiókban, nagyságban, és irányban egyaránt [9.5].
 - Az erdőkkel kapcsolatos mérséklési alternatívák tervezhetőek és megvalósíthatóak úgy, hogy adaptációval kompatibilisek legyenek, és lényeges társhasznuk lehet a foglalkoztatás, a bevétel generálás, a biológiai sokféleség, a vízváltások megőrzése, a megújuló energiaellátás és a szegénység enyhítése vonatkozásában [9.5, 9.6, 9.7].
16. **A fogyasztás után keletkező hulladék³¹ csak kis összetevője a globális ÜHG-kibocsátásnak³² (< 5%), de a hulladékszektor pozitívan befolyásolhatja alacsony áron az ÜHG-mérséklést és javíthatja a fenntartható fejlődést (erős egyezés, magas bizonyosság).**
- A létező hulladékkezelési gyakorlatok az ÜHG-kibocsátás hatékony mérséklését biztosíthatják ebben a szektorban: kidolgozott, környezeti szempontból hatékony technológiák széles köre áll a kereskedelemben rendelkezésre a kibocsátás mérséklésére, és társhaszonként javítja a közegészséget és -biztonságot, talajvédelmet, szennyezés megelőzést és helyi energiaellátást [10.3, 10.4, 10.5].
 - A hulladék minimalizálása és újrahasznosítása fontos közvetett mérséklési hasznot jelent az energia és anyagok konzerválása által [10.4].
 - A fejlődő országokban és a gazdasági átmenet országaiban a helyi tőke hiánya alapvető akadályt jelent a hulladék- és szennyvízgyártásban. A fenntartható technológiákra vonatkozó tapasztalat hiánya szintén fontos korlát [10.6].
17. **A geotechnikai alternatívák, mint pl. az óceán "trágyázása" a CO₂ légkörből való anyagok kivonása érdekében, vagy a napsugárzás gyengítése bizonyos anyagok felső légkörbe juttatásával, továbbra is nagyrészt spekulatívak. Emellett nem bizonyítottak, és ismeretlen melékhatások kockázatával terheltek. Ezekre az alternatívákra megbízható költségbecsléseket sem jelentettek meg (közepes egyezés, korlátozott bizonyosság) [11.2].**

³⁰ Tuvalu országa problémát jelzett az "alacsony költségek" minősítéssel kapcsolatban, ahogy a III. Munkacsoport Beszámolójában a 9. fejezet 15. oldalán szerepel: "az erdőgazdálkodással kapcsolatos projektek költségei jelentősen növekednek, ha a hozamlehetőség (elmaradó haszon) költségeit is figyelembe vesszük".

³¹ Az ipari szemét az ipari szektorban szerepel.

³² A hulladékból származó ÜHG tartalmazza a lerakóhelyekből és szennyvizekből származó metánt, a szennyvizekből származó N₂O-t és a fosszilis szén égetéséből származó CO₂-t.

MÉRSÉKLÉS HOSSZÚ TÁVON (2030 után)

18. **Annak érdekében, hogy a légköri ÜHG-koncentrációt stabilizálják, a kibocsátásnak tetőznie és utána csökkennie kell. Minél alacsonyabb a stabilizációs szint, ennek a tetőzésnek és csökkenésnek annál gyorsabban kellene megtörténnie. Az elkövetkezendő két-három évtizedben a mérséklési erőfeszítéseknek nagy hatásuk lesz az alacsonyabb stabilizációs szint elérésének lehetőségére (l. DÖ-5. táblázat és DÖ-8. ábra)³³ (nagy egyezés, magas bizonyosság).**

A többgázos csökkenést használó jelenlegi tanulmányok alacsonyabb stabilizációs szintet adnak, mint a TAR-ban megjelentettek.

Az értékelt tanulmányok számos kibocsátási profilt tartalmaznak az ÜHG-koncentráció³⁴ stabilizációjának elérésére. A legtöbb ilyen tanulmány a legkisebb költség elvének megközelítését alkalmazza, és tartalmazza mind a korai, mind a késleltetett kibocsátáscsökkentést (DÖ-7. ábra) [DÖ-2. Kiemelés.]. Az DÖ-5. táblázat összefoglalja a stabilizációs koncentráció különböző csoportjai által megkívánt kibocsátási szinteket és az ezekkel együtt járó egyensúlyi globális átlaghőmérséklet-emelkedést³⁵, az éghajlati érzékenység „legjobb becslését” használva (l. a DÖ-8. ábrát is a valószínű bizonytalansági tartomány vonatkozásában)³⁶. Az alacsonyabb koncentráción történő stabilizáció és a hozzá kapcsolódó egyensúlyi hőmérsékletszintek előbbre hozzák azt az időpontot, mikor a kibocsátásnak tetőznie kell, valamint 2050-re nagyobb kibocsátáscsökkenést kívánnak meg.

³³ A 2A. paragrafus a ÜHG-kibocsátás történetét mutatja be az iparosodás előtti kortól.

³⁴ A tanulmányok különböznek a stabilizáció elérésének időpontja tekintetében; ez általában 2100 vagy későbbi időpont.

³⁵ A globális átlaghőmérsékletre vonatkozó információt az I Munkacsoport Beszámolójának 10.8. fejezetéből vették. Ezeket a hőmérsékleteket jóval a koncentráció stabilizációja után érik el.

³⁶ Az éghajlati egyensúlyi érzékenysége az éghajlatrendszer fenntartott sugárzási kényszerre adott válaszána mértékegysége. Nem előrevetítés, de úgy határozzák meg, mint a szén-dioxid-koncentráció megduplázódását követő globális átlagos melegedést a felszínen [l. az I Munkacsoport Beszámolójában].

DÖ-5. táblázat: A TAR utáni stabilizációs forgatókönyvek jellemzői [TS 2. táblázat, 3. 10]³⁷

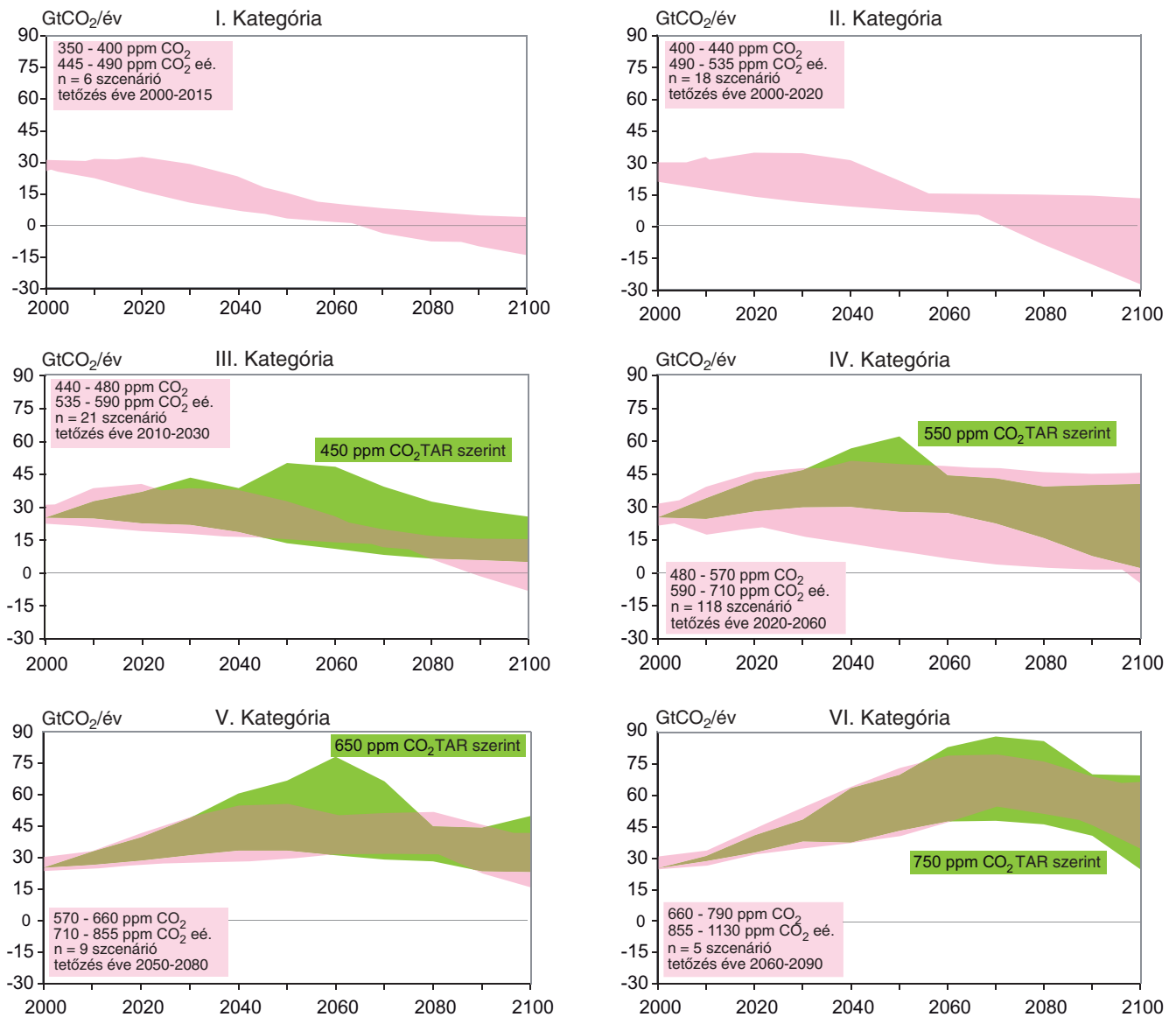
Kategória	Sugárzási kényszer	CO ₂ -koncentráció	CO ₂ -eé-koncentráció	Globális átlaghőmérséklet-növekedés az iparosodás előtti egyensúlyi helyzet fölött, az éghajlati érzékenység „legjobb becslését” használva ^{38 39}	A CO ₂ -kibocsátás tetőzésének éve ⁴⁰	A globális CO ₂ -kibocsátás változása 2050-ben (a 2000-es kibocsátás %-a)	Az értékelt forgatókönyvek száma
	W/m ²	Ppm	ppm	°C	Év	Százalék	
I.	2,5-3,0	350-400	445-490	2,0-2,4	2000-2015	-85-ről -50-re	6
II.	3,0-3,5	400-440	490-535	2,4-2,8	2000-2020	-60-ról -30-ra	18
III.	3,5-4,0	440-485	535-590	2,8-3,2	2010-2030	-30-ról +5-re	21
IV.	4,0-5,0	485-570	590-710	3,2-4,0	2020-2060	+10-ről +60-ra	118
V.	5,0-6,0	570-660	710-855	4,0-4,9	2050-2080	+25-ről +85-re	9
VI.	6,0-7,5	660-790	855-1130	4,9-6,1	2060-2090	+90-ről +140-re	5
Összesen							177

³⁷ Az éghajlatrendszer sugárzási kényszerre adott válaszában megértését és a visszacsatolásokat részletesen az I Munkacsoport Beszámolójában értékelik. A szenciklus és az éghajlatváltozás közötti visszacsatolások hatással vannak a légköri szén-dioxid-koncentráció egy bizonyos stabilizációs szintjéhez szükséges mérséklésre. Ezek a visszacsatolások várhatóan növelik az antropogén kibocsátások részarányát, melyek a légkörben maradnak, ahogy az éghajlatrendszer melegszik. Ennélfogva a bizonyos stabilizációs szint eléréséhez szükséges kibocsátáscsökkentések, melyeket az itt értékelt mérséklési tanulmányok említenek, alulbecsültek lehetnek.

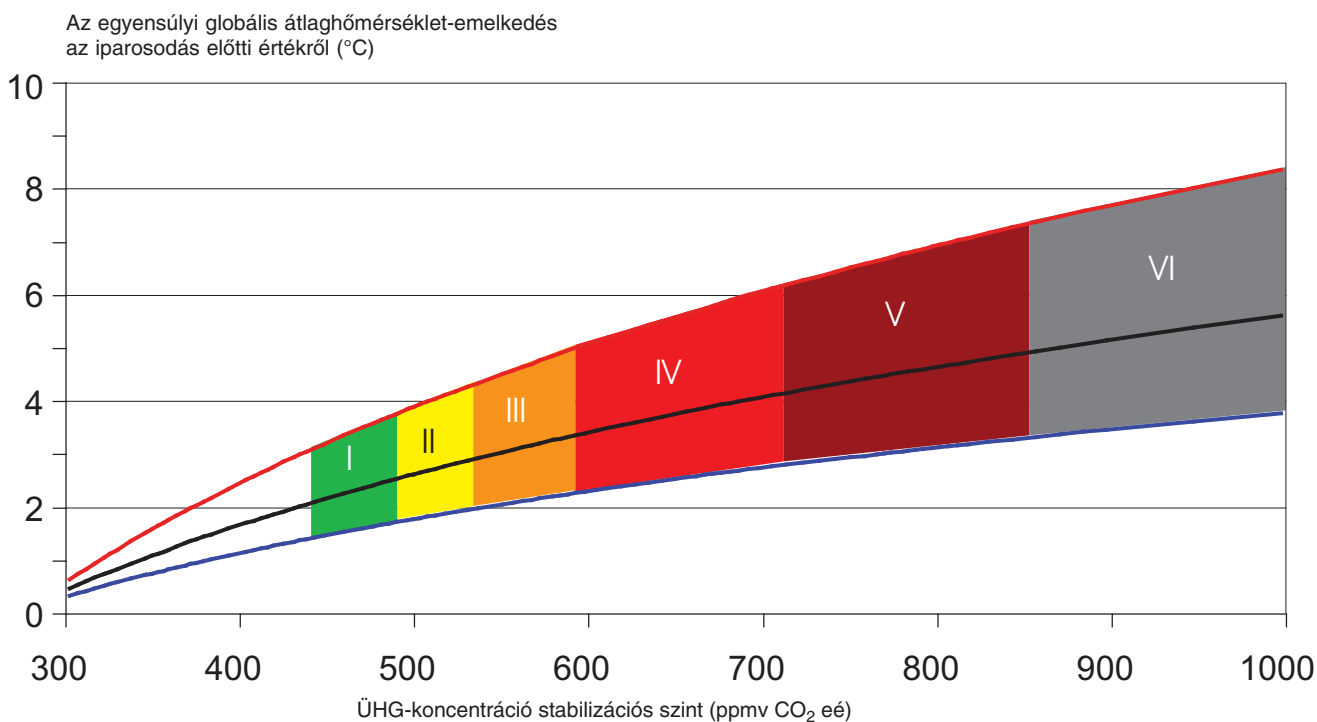
³⁸ Az éghajlati érzékenység legjobb becslése 3 °C.

³⁹ Megjegyzés: az egyensúlyi globális átlaghőmérséklet különbözhet az ÜHG-koncentráció-stabilizáció idején várható globális átlaghőmérséklettel az éghajlati rendszer tehetetlensége miatt. Az értékelt forgatókönyvek többségében az ÜHG-koncentráció stabilizációja 2100 és 2150 között történik meg.

⁴⁰ A tartományok a TAR utáni forgatókönyvek eloszlása 15-től 85 %-ig terjedő tartományának felelnek meg. A CO₂-kibocsátásokat adják meg, így a sokgázos forgatókönyvek összehasonlíthatók a csak CO₂-re vonatkozó forgatókönyvekkel.



DÖ-7. ábra: A mérséklési forgatókönyvek kibocsátási folyamatai a stabilizációs szintek alternatív kategóriáira (I-től VI-ig terjedő kategóriák, az egyes ábrákon részletezve). A folyamatok csak a CO₂-kibocsátásra vonatkoznak. A rózsaszínnel árnyalt (sötét) területek mutatják a TAR utáni kibocsátási forgatókönyvek CO₂-kibocsátását. A zölddel árnyalt (világos) területek mutatják a több mint 80 TAR stabilizációs forgatókönyv tartományait. A modelleknél különbözhet a kezdő év kibocsátása a szektorok és iparágak lefedettségének különbségei miatt. Az alacsonyabb stabilizációs szintek elérése érdekében néhány forgatókönyv számításba veszi a CO₂ légkörből történő eltávolítását (negatív kibocsátás), mely olyan technológiákat alkalmaz, mint pl. a szénfelvételt és -raktározást hasznosító biomasszaenergia-gyártás [3.17. ábra].

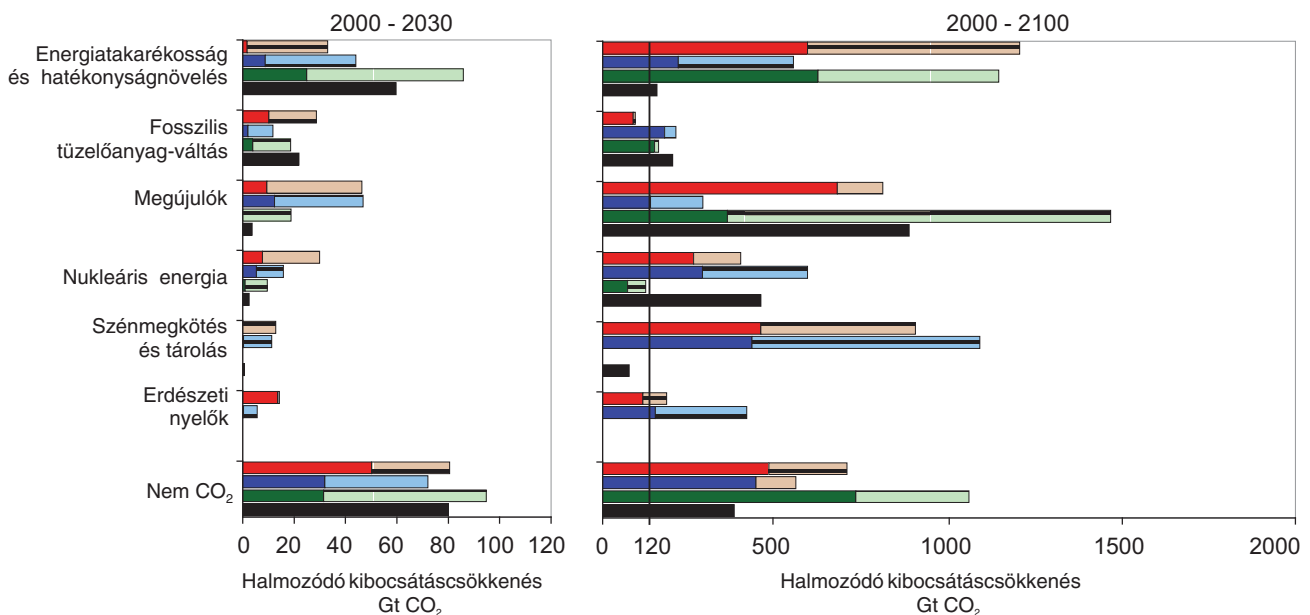


DÖ-8. ábra: Stabilizációs forgatókönyv-kategóriák, ahogy az DÖ-7. ábra megadta (színezett sávok), és viszonyuk az egyensúlyi globális átlaghőmérsékletnek az iparosodás utáni változásához, az éghajlati érzékenység 3 °C-os (fekete vonal az árnyékolt terület közepén) „legjobb becslését” (i), az éghajlati érzékenység valószínű tartományának felső, 4,5°C-os határát (piros vonal az árnyékolt terület tetején) (ii), illetve az éghajlati érzékenység valószínű tartományának alsó, 2 °C-os határát (kék vonal az árnyékolt terület alján) (iii) használva. A színes árnyékolt területek a légköri üvegházhatású gázok stabilizációs koncentrációjának sávját jelölik az I-VI. stabilizációs forgatókönyv-kategóriáknak megfelelően, ahogy azt az DÖ-7. ábra mutatja. Az adatokat az I. Munkacsoport Beszámolójának 10.8. fejezetéből vették át.

19. A becsült stabilizációs szintek köre akkor érhető el, ha felvonultatják a jelenleg rendelkezésre álló és az elkövetkezendő évtizedekben várhatóan kommercializálható technológiák portfólióját. Ez feltételezi, hogy megfelelő és hatékony ösztönzők állnak rendelkezésre a fejlesztéshez, a befogadáshoz, a technológiák kifejlesztéséhez és elterjesztéséhez, valamint a kapcsolódó akadályok kezeléséhez (erős egyezés, magas bizonyosság).

- A különböző technológiák hozzájárulása a stabilizációhoz szükséges kibocsátáscsökkenéshez változó az idő, a régiók és a stabilizációs szintek vonatkozásában.
 - Az energiahatékonyság kulcsfontosságú szerepet játszik több forgatókönyv, régió és időskála tekintetében.
 - Az alacsonyabb stabilizációs szintek érdekében a forgatókönyvek nagyobb hangsúlyt fektetnek az alacsony széntartalmú energiaforrások használatára, úgymint megújuló energia és atomenergia, valamint a CO₂-felvételre és -raktározásra (CCS). Ezekben a forgatókönyvekben az energiaellátás és a teljes gazdaság szénintenzitásának sokkal gyorsabban kell javulnia, mint a múltban.

- A földművelést és erdészetet érintő nem CO₂- és CO₂-alapú mérséklési alternatívák figyelembevétele nagyobb rugalmasságot és költséghatékonyabbá teszi a stabilizáció eléréséhez. A modern bioenergia lényegesen hozzájárulhat a megújuló energia részesedéséhez a mérséklési portfólióban.
- A mérséklési alternatívák portfóliójára illusztratív példa a DÖ-9. ábrában található [3.3, 3.4].
- A stabilizációs célok és költségcsökkentés eléréséhez szükséges, hogy investáljanak az alacsony ÜHG-kibocsátású technológiákba, világszerte alkalmazzák, valamint a köz-magán Kutatás, Fejlesztés & Demonstráció (RD&D) révén fejlesszék azokat. Minél alacsonyabb a stabilizációs szint (különösképpen, ha 550 ppm CO₂-eé vagy annál kevesebb), annál nagyobb az igény a hatékonyabb RD&D-tevékenységekre, és az új technológiákba való befektetésekre az elkövetkező néhány évtizedben.
- Megfelelő ösztönzők kezelni tudnák az akadályokat és segíthetnek a célok megvalósítását a technológiák széles körű portfóliójával. Ehhez szükséges, hogy a technológiák fejlesztésének, befogadásának, kidolgozásának és elterjesztésének akadályait hatékonyan kezeljék [2.7, 3.3, 3.4, 3.6, 4.3, 4.4, 4.6].



DÖ-9. ábra: Halmozódó kibocsátáscsökkentés alternatív mérséklési intézkedéseknél a 2000-2030 közötti időszakban (bal oldali tábla) és a 2000-2100 közötti időszakban (jobb oldali tábla). Az ábra rendre négy modellből felülről lefelé haladva (AIM, IMAGE, IPAC és MESSAGE) származó illusztratív forgatókönyvet mutat be, melyek célja a 490-540 ppm CO₂-eé, illetve 650 ppm CO₂-eé szinten történő stabilizáció. A sötét oszlopok jelzik a 650 ppm CO₂-eé célú csökkentést, a világos oszlopok pedig a pótlólagos csökkentést a 490-540 ppm CO₂-eé szint eléréséhez. Megjegyzés: néhány modell nem veszi tekintetbe az erdők erősebb elnyeléséből származó mérséklést (AIM és IPAC) vagy a CCS-t (AIM), és azt, hogy az alacsony széntartalmú energiaalternatívák részesedését az összes energiaellátásban is úgy határozzák meg, hogy az alternatívákat is beleveszik a kiindulási helyzetbe. A CCS tartalmazza a szén biomasszából történő felvételét és raktározását. Az erdőnyelő tartalmazza az erdőirtásból származó kibocsátás csökkentését [3.23. ábra].

20. 2050-ben⁴¹ a 710-445 ppm CO₂-eé között lévő stabilizáció felé irányuló sokgázos mérséklés globális átlagos makrogazdasági költsége a globális GDP 1%-os növekedése és 5,5%-os csökkenése között van (I. DÖ-6. táblázat). Bizonyos országokban és szektorokban a költségek jelentősen eltérnek a globális átlagtól (I. DÖ-3. Kiemelést a módszerek és feltételezések témájában, valamint az 5. pontot a negatív költségek magyarázatára) (erős egyezés, közepes bizonyosság).

DÖ-6. táblázat: Globális makrogazdasági költségek 2050-ben a legkisebb költségű fejlődési pályákhoz képest attól függően, hogy milyen értéktartományban valósulna meg a koncentrációk stabilizálása⁴² [3.3, 13.3]

CO ₂ stabilizáció szintje (ppm)	GDP-csökkenés mediánja (%)	A GDP-csökkenés terjedelme ^{43 44} (%)	A GDP átlagos évi csökkenési üteme ^{43 45} (%)
590-710	0,5	-1 -2	< 0,05
535-590	1,3	kissé negatív -4	< 0,1
445-535 ⁴⁶	nem ismert	< 5,5	< 0,12

21. Az idők során a globális mérséklés megfelelő szintjéről történő döntéshozatal magában foglal egy ismétlődő kockázatkezelési folyamatot, mely tartalmazza a mérséklést és adaptációt, számításba véve a tényleges és az elkerült éghajlatváltozási károkat, társhasznokat, fenntarthatóságot, méltányosságot és a kockázathoz való hozzáállást. Az ÜHG-mérséklés mértékét és időzítését érintő választás magában foglalja az azonnali, gyorsabb kibocsátásmérséklés gazdasági költségeinek és a késedelem ennek megfelelő középtávú és hosszú távú éghajlati kockázatainak egymással szembeni mérlegelését (erős egyezés, magas bizonyosság).

- A mérséklés költségeinek és hasznainak integrált analíziseiből származó korlátozott és kezdeti analitikus eredmények azt mutatják, hogy ezek széles körben összehasonlíthatók nagyságban, de eddig még nem lehet egyértelműen egy olyan kibocsátási folyamatot vagy stabilizációs szintet sem meghatározni, ahol a haszon meghaladja a költségeket [3.5].
- A különböző mérséklési folyamatok gazdasági költségeinek és hasznainak integrált becslése azt mutatja, hogy a gazdaságossági szempontból optimális időzítés és mérséklési szint a feltételezett éghajlatváltozási károk költséggörbéjének bizonytalan alakjától és karakterétől függ. Ezt a függőséget illusztrálja, hogy

⁴¹ A költségbecsléseket 2030-ra az 5. pont mutatja.

⁴² Ez megfelel a teljes, GDP-számokat adó, összes kiindulási helyzetű és mérséklési forgatókönyvet átfogó irodalomnak.

⁴³ Globális GDP-n alapuló piaci árfolyam.

⁴⁴ A számok az elemzett adatok mediánját, valamint a 10 és 90 százalék közé eső tartomány határait ábrázolják.

⁴⁵ Az éves növekedési ütem csökkenésének számítása a 2050-ig terjedő időszak átlagcsökkenésén alapul, mely 2050-re a megadott GDP-csökkenést eredményezi.

⁴⁶ A tanulmányok száma viszonylag kevés, és ezek általában kiindulási helyzeteket használnak. A magasabb kibocsátási kiindulási helyzetek általában magasabb költségekhez vezetnek.

- ha az éghajlatváltozási károk költséggörbéje lassan és szabályosan emelkedik, és jó az előrelátás (mely növeli az időben történő adaptáció lehetőségét), későbbi és kevésbé erős mérséklés indokolt gazdaságossági szempontból;
- a másik alternatíva, hogy a károk költséggörbéje lépcsőzetesen emelkedik vagy nem linearitásokat tartalmaz (pl. sebezhetőségi küszöbök vagy a katasztrófák akár kis lehetősége), mikor is korábbi és szigorúbb mérséklés indokolt gazdaságossággal [3.6].
- Az éghajlati érzékenység alapvető bizonytalansági tényező az adott hőmérsékletszint elérését megcélzó mérséklési forgatókönyvekben. A tanulmányok azt mutatják, hogy ha az éghajlati érzékenység magas, akkor a mérséklés időzítése korábbi, és szintje szigorúbb, mint ha alacsony az érzékenység [3.5, 3.6].
- A késleltetett kibocsátáscsökkentés olyan beruházásokhoz vezet, melyek erősebb kibocsátású infrastruktúrában és fejlesztési folyamatban zárulnak. Ez jelentősen korlátozza az alacsonyabb stabilizációs szintek elérésének lehetőségeit (ahogy azt az DÖ-6. táblázat mutatja), és növeli a komolyabb éghajlatváltozási hatásainak kockázatát [3.4, 3.1, 3.5, 3.6].

DÖ-4. KIEMELÉS: Modellezés által indukált technológiai változás

A vonatkozó irodalom azt mutatja, hogy a stratégiák és intézkedések technológiai változást indukálhatnak. Figyelemre méltó haladást értek el az indukált technológiai változásokon alapuló megközelítések alkalmazásában a stabilizációs tanulmányokban; ugyanakkor a konceptuális témák továbbra is fennállnak. Ezeket a megközelítéseket átvevő modellekben egy adott stabilizációs szint előrevetített költségei csökkentek; a csökkentés mértéke nagyobb az alacsonyabb stabilizációs szinteknél.

POLITIKÁK, INTÉZKEDÉSEK ÉS ESZKÖZÖK AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS MÉRSÉKLÉSÉRE

22. **A nemzeti politikák és eszközök széles köre áll a kormányok rendelkezésére a mérséklési tevékenységek ösztönzésének megteremtésére. Alkalmazhatóságuk függ a nemzeti viszonyoktól és a kölcsönhatásaik megértésétől, de a különböző országokban és szektorokban a megvalósítás tapasztalatai azt mutatják, hogy minden egyes eszköznek megvannak az előnyei és hátrányai (erős egyezés, magas bizonyosság).**
- A politikák és eszközök értékelésére négy fő kritériumot használnak: környezeti hatékonyság, költséghatékonyság, az elosztás hatásai, beleértve a méltányosságot, és intézményi megvalósíthatóság.
 - Mindegyik eszközt lehet jól vagy rosszul tervezni; az előírások is lehetnek szigorúak vagy lazák. Emellett a megvalósítás javításának figyelemmel kísérése is fontos kérdéskör. A stratégiák végrehajtásáról szóló általános megállapítások a következők: [7.9, 12.2, 13.2]
 - *Az éghajlati stratégiák integrálása a szélesebb fejlesztési politikába* megkönnyíti a megvalósítást és az akadályok leküzdését.
 - *A szabályozások és szabványok* némi bizonyosságot nyújtanak a kibocsátási szint vonatkozásában. Más eszközökhöz képest vonzóbbak lehetnek akkor, ha az egyéb korlátokról kapott információk megakadályozzák a gyártókat és a fogyasztókat abban, hogy reagáljanak a szénárjegyzésbe iktatott jelekre. Ezek azonban nem serkentik az újításokat és fejlettebb technológiákat.

- *Az adók és díjak* beállíthatnak a szénre egy árat, de nem garantálják a kibocsátás adott szintjét. Az irodalom az adókat úgy tekinti, mint az ÜHG-kibocsátási költségek árba való foglalásának hatékony módját.
- *A kereskedelmi értékesítési engedélyek* kialakítanak egy szénárat. A megengedett kibocsátások összege meghatározza a környezeti hatékonyságukat, míg az engedélyek odaítélésének elosztási következményei vannak. A szén árának fluktuációja megnehezíti azt, hogy megbecsüljék az engedélyek teljesítésének költségeit.
- *A pénzügyi ösztönzőket* (segélyek és adóhitelek) gyakran használják a kormányok a fejlesztés és az új technológiák bevezetésének előmozdítására. Míg a gazdasági költségek általában magasabbak, mint a fent felsorolt eszközök költségei, szintjük gyakran kritikus is a korlátok leküzdéséhez.
- Az ipar és a kormányzat közötti *önkéntes megállapodások* politikailag kívánatosak, emelik az érdekelt felek tudatosságát, és szerepet játszottak sok nemzeti stratégia kifejlesztésében. A megállapodások
- többsége nem ért el jelentős kibocsátáscsökkenést a szokásos üzleti eredményeken túl. Pár új megállapodás azonban néhány országban felgyorsította a legjobb rendelkezésre álló technológia alkalmazását, és mérhető kibocsátáscsökkenéshez vezetett.
- *A tájékoztatási eszközök* (pl. felvilágosító kampányok) pozitívan befolyásolhatják a környezet-minőséget a választási lehetőségekről szóló tájékoztatás elősegítésével, a viselkedésváltozásokhoz való hozzájárulással, a kibocsátásra gyakorolt hatásukat azonban nem mérték még fel.
- *A kutatás-fejlesztés és demonstrációs tevékenység* (RD&D) ösztönözheti a technológiai fejlődést, csökkentheti a költségeket, és elősegítheti a haladást a stabilizáció felé.
- Néhány vállalat, helyi és regionális hatóság, nem kormányzati szervezet és civil csoport átveszi az önkéntes akciók széles körét. Ezek az önkéntes akciók korlátozhatják a ÜHG-kibocsátást, elősegíthetik az innovációs politikát, és serkenhetik az új technológiák alkalmazását. Önmagukban általában korlátozott hatással vannak a nemzeti vagy regionális szintű kibocsátásra [13.4].
- A nemzeti stratégiák és eszközök specifikus szektorális alkalmazásáról szerzett tapasztalatokat az DÖ-7. táblázat mutatja.

23. A valós vagy implicit szénárat biztosító politikák ösztönözhetik a gyártókat és fogyasztókat, hogy nagymértékben alacsony ÜHG-kibocsátású termékekbe, technológiákba és eljárásokba investáljanak. Ezek a politikák magukban foglalhatnak a gazdasági eszközöket, kormányzati alapokat és szabályozást (erős egyezés, magas bizonyosság).

- Egy hatékony szénárjegyzésbe iktatott jelzés jelentős mérséklési potenciált valósíthatna meg minden szektorban [11.3, 13.2].
- A modelltanulmányok (I. DÖ-3. Kiemelés) azt mutatják, hogy a szénárak 2030-ra 2080 US\$/t CO₂-eé-re emelkednek, és 2050-re 30-155 US\$/t CO₂-eé-re, mely 2100-ra 550 ppm CO₂-eé körüli stabilizációs szinttel egyezik meg. Ugyanerre a stabilizációs szintre a TAR óta készült tanulmányok, melyek figyelembe veszik az indukált technológiai változást, csökkenthetik ezt az ártartományt 565 US\$/t CO₂-eé-re 2030-ban, illetve 15-130 US\$/t CO₂-eé-re 2050-ben [3.3, 11.4, 11.5]
- A legtöbb "top-down" és néhány 2050-es "bottom-up" felmérés azt mutatja, hogy a valós vagy implicit 2050 US\$/t CO₂-eé-űs szénárak, melyeket évtizedeken keresztül fenntartanak vagy növelnek, 2050-re egy alacsony ÜHG-kibocsátású energiatermelő szektorhoz vezethetnek, és a felhasználói szektorok sok mérséklési alternatíváját gazdaságossági szempontból vonzóvá tehetnék. [4.4, 11.6]
- A mérséklési alternatívák megvalósításának akadályai sokrétűek, és országonként, illetve szektoronként különbözőek. Lehetnek pénzügyi, technológiai, intézményi, információs és viselkedési vonzatai [4.5, 5.5, 6.7, 7.6, 8.6, 9.6, 10.5].

DÖ-7. táblázat: Kiválasztott szektorális politikák, intézkedések és eszközök, melyek környezetileg hatékonyak bizonyultak az adott szektorban, legalább jó pár nemzeti esetben.

Szektor	Politikák ⁴⁷ , intézkedések és eszközök, melyek környezetileg hatékonyak bizonyultak	Kulcsfontosságú korlátok vagy lehetőségek
Energiaellátás [4.5]	A fosszilis üzemanyagok támogatásának csökkentése	Az egyéni érdekekből fakadó ellenállás nehezítheti megvalósításukat
	Adók vagy széndíjak a fosszilis üzemanyagokra	
	Bevezetési tarifák a megújuló energia-technológiákra	Megfelelő lehet az alacsony kibocsátású technológiákhoz piacot teremteni
	Megújuló energia-kötelezettségek	
	Gyártók támogatása	
Közlekedés [5.5]	Kötelező üzemanyaggazdaság, bioüzemanyagkeverés és CO ₂ -szabványok a közúti közlekedéshez	A járműállomány részleges lefedettsége korlátozhatja a hatékonyságot
	A járművásárlás adói, regisztráció, felhasználási és motorüzemanyagok, úthasználati és parkolási árképzés	A hatékonyság visszaeshet a magasabb jövedelmekkel
	A mobilitás szükségességének befolyásolása a földhasználat szabályozásával és az infrastruktúra tervezésével	Különösképpen azoknak az országoknak megfelelő, melyek most építik ki szállítási rendszerüket
	Beruházás a vonzó tömegközlekedési eszközökbe és a közlekedés nem motorizált formáiba	
Épületek [6.8]	Szabványok és címkézés alkalmazása	A szabványok időszakos felülvizsgálata szükséges
	Épületek kódjai és igazolásai	Új épületek vonzóvá tétele. Kikényszerítése nehéz lehet
	Programok az igényoldalról megközelített gazdálkodáshoz	Olyan szabályozások szükségessége, mely által a közművek hasznot hoznak
	A közsféra vezetési programjai, beleértve a beszerzéseket	A kormányzati vásárlások növelhetik az energia-hatékony termékek iránti igényt
	Ösztönzők az energiaszolgáltató vállalatok számára (ESCOs)	Sikertényező: hozzáférés harmadik fél által történő finanszírozáshoz
Ipar [7.9]	Benchmark információk nyújtása	Megfelelő lehet a technológia felvételének ösztönzése. A nemzeti politika stabilitása fontos a nemzetközi versenyképesség szempontjából.
	Teljesítési szabványok	
	Támogatások, adóhitelek	
	Kereskedelmi építési engedélyek	Az előre jelezhető elosztási mechanizmus és a stabil szénárjegyzésbe iktatott jelzések fontosak a beruházások szempontjából
	Önkéntes megállapodások	Sikerfaktorok tartalmazzák: világos célok, kiindulási helyzetű forgatókönyv, harmadik fél bevonása a tervezésbe és a monitoring vizsgálatába és formai rendelkezéseibe, szoros együttműködés a kormány és az ipar között

⁴⁷ Az RD&D közberuházások az alacsony kibocsátású technológiákba hatékonyak bizonyultak minden szektorban.

Mezőgazdaság [8.6, 8.7, 8.8]	Pénzügyi ösztönzők és szabályozások a jobb földgazdálkodás érdekében, a talaj széntartalmának megőrzése, a trágyák és öntözés hatékony alkalmazása	Ösztönözhetik a fenntartható fejlődéssel való szinergiát, és az éghajlatváltozással szembeni sebezhetőség csökkentésével legyőzhetik a megvalósítás korlátait
Erdészet/erdők [9.6]	Pénzügyi ösztönzők (nemzeti és nemzetközi) az erdőterület növelésére, az erdőirtás csökkentésére és az erdők megtartására és kezelésére	A korlátok tartalmazzák a beruházási tőke hiányát és a tulajdonjogi kérdéseket. Segíteni lehet a szegénység csökkentését
	Földhasználat szabályozása és végrehajtása	
Hulladék-gazdálkodás [10.5]	Pénzügyi ösztönzők a jobb hulladék- és szennyvízgazdálkodás érdekében	Serkenthetik a technológiaterjesztést
	Megújuló energia ösztönzése vagy kötelezése	Alacsony költségű üzemanyag lokális rendelkezésre állása
	Hulladékgazdálkodás szabályozása	Leghatékonyabban nemzeti szinten végrehajtható stratégiákkal alkalmazható

24. A hatékony technológiai fejlesztéshez, innovációhoz és alkalmazáshoz fontos a kormánytámogatás pénzügyi hozzájárulása, az adóhitelek, szabványok felállítása és a piacteremtés. A technológiák átadása a fejlődő országoknak függ a feltételektől és a finanszírozás biztosításától (erős egyezés, magas bizonyosság).

- Az RD&D-beruházások közhaszna nagyobb, mint a privát szektor haszna, mely indokolttá teszi a kutatás-fejlesztés(technológia) és demonstrációs tevékenység (RD&D) kormánytámogatását.
- A legtöbb energiakutatási program kormány általi finanszírozása abszolút reálértékben változatlan maradt vagy csökkent az utóbbi közel két évtizedben (az Éghajlatváltozási Keretegyezmény érvénybe lépése után is), és jelenleg az 1980-as szintnek körülbelül a fele [2.7, 3.4, 4.5, 11.5, 13.2].
- A kormányoknak meghatározó szerepük van a megfelelő környezet, úgymint intézményi, politikai, jogi és szabályozási keretek⁴⁸ biztosításában, annak érdekében, hogy fenntartsák a beruházási folyamatot, és hogy a technológia átadása hatékonyan történjen meg. Ezek nélkül nehéz lenne elérni a kibocsátás jelentős mértékű csökkentését. Fontos, hogy az alacsony széntartalmú technológiák járulékos költségeinek finanszírozását mobilizálják. A nemzetközi technológiai egyezmények erősíthetnék a tudás infrastruktúráját [13.3].
- Az I. Mellékletben szereplő országok által végrehajtott, a fejlődő országok felé irányuló technológia-átadási akcióknak potenciális haszna jelentős lehet, de nem állnak rendelkezésre megbízható becslések [11.7].
- A fejlődő országok felé történő pénzügyi mutató a CDM-projekteken keresztül potenciálisan elérheti a néhány milliárd US\$/év⁴⁹ nagyságrendet. Ez magasabb, mint a Globális Környezeti Feltételek (Global Environment Facility GEF) által biztosított mutató, összehasonlítható az energiaorientált fejlesztés-segítő mutatókkal, de legalább egy nagyságrenddel kevesebb, mint az összes külföldi közvetlen beruházási áramlás. A CDM, GEF keretében nyújtott pénzügyi mutató, valamint a technológiai átadáshoz biztosított fejlesztési segítség eddig korlátozott volt, és földrajzilag nem egyenlően volt elosztva [12.3,13.3].

⁴⁸ Lásd az IPCC Speciális Jelentését a Technológiaátadás Módszertani és Technológiai Kérdéseiről.

⁴⁹ Ez erősen függ a piaci ártól, amely CO₂ -tonnánként 4 és 26 USD között ingadozott. Az érték 1000 Tiszta Fejlődési mechanizmus (CDM) projekten alapszik, amelyek együttesen valószínűleg több mint 1,3 milliárd kibocsátás-csökkentési kreditet hívnak életre 2012-ig.

25. Az UNFCC-nek és Kiotói Jegyzőkönyvnek figyelemre méltó eredményei az éghajlati probléma globális kezelése, a nemzeti stratégiák sorainak ösztönzése, egy nemzetközi szénpiac megteremtése és egy új intézményi mechanizmus kialakítása, mely alapot adhat a jövőbeli mérséklési törekvéseknek (erős egyezés, magas bizonyosság).

- Az előrevetítések szerint az egyezmény első kötelezettségi időszakának hatása a globális kibocsátáshoz viszonyítva korlátozott. A B. Mellékletben szereplő országokban a gazdasági hatásuk az előrejelzések szerint kisebb, mint ahogy az a TAR-ban szerepel, ami 2012-re 0,2-2%-kal kevesebb GDP-t adott, arra az esetre, ha nincs, és 0,1-1,1%-kal kevesebb GDP-t, ha van emisszió-kereskedelem a B. Mellékletben szereplő országok között [1.4, 11.4, 13.3].

26. A szakirodalom sok alternatívát ad a globális ÜHG-kibocsátás csökkentésére nemzetközi szintű együttműködések segítségével. Azt is érzékelteti, hogy a sikeres egyezmények környezetileg hatékonyak, költséghatékonyak, tartalmazznak elosztási és méltányossági megfontolásokat, és intézményileg megvalósíthatók (erős egyezés, magas bizonyosság).

- A több együttműködési törekvés a kibocsátás csökkentésére segíti a mérséklés bizonyos szintjének eléréséhez szükséges globális költségek csökkentését, vagy javítja a környezeti hatékonyságot [13.3].
- A piaci mechanizmus, úgymint a kibocsátáskereskedelem, Közös Megvalósítás (Joint Implementation) és CDM javítása és körének kiterjesztése csökkenthetné az összes mérséklési költséget [13.3].
- Az éghajlat-változási kérdések megválaszolására tett erőfeszítések különféle elemeket tartalmazhatnak, úgymint kibocsátási célok, szektorális, helyi, tagállami és regionális tevékenységek, RD&D programok, közös politikák átvétele, fejlesztésorientált tevékenységek megvalósítása vagy a finanszírozási eszközök kiterjesztése. Ezeket az elemeket meg lehet valósítani integrált módon, de a különböző országok által tett erőfeszítések összehasonlítása mennyiségileg komplex és forrásigényes lenne [13.3].
- A részt vevő országok által végrehajtott lépéseket differenciálni lehet azon az alapon, hogy mikor hajtják végre azokat, kik vesznek részt benne, és hogy milyen lépésről van szó. A lépések lehetnek kötelező és nem kötelező érvényűek, tartalmazhatnak fix vagy dinamikus célokat, és a részvétel lehet statikus vagy változhat idővel [13.3].

FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉS ÉS AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS MÉRSÉKLÉSE

27. Nagyban hozzájárulhat az éghajlatváltozás mérsékléséhez, ha a fejlődési utak megváltoztatásával a fejlődést fenntarthatóbbá teszik, de a megvalósításuk erőforrásokat igényelhet annak érdekében, hogy a sokszoros korlátokat le lehessen győzni. Egyre jobban felismerik a mérséklési alternatívák választásának és megvalósításának lehetőségét számos szektorban a szinergiák felismerése és a fenntartható fejlődés egyéb vetületeivel való ellentmondás elkerülése érdekében (erős egyezés, magas bizonyosság).

- A mérséklési intézkedések mértékétől függetlenül szükségesek az adaptációs intézkedések [1.2].
- Az éghajlatváltozás kezelése a fenntartható fejlődési politikák integrált elemének tekinthető. A nemzeti körülmények és az intézményrendszer erőssége meghatározzák, hogy a fejlesztési politikák hogyan hatnak az ÜHG-kibocsátásra. A fejlődési utak változásai származhatnak a köz- és magán-döntéshozatali folyamatok kölcsönhatásából, beleértve a kormányt, az üzleti és civil társadalom döntéseit, melyek közül sok nem tekinthető hagyományosan az éghajlatpolitika részének. Ez a folyamat akkor a leghatékonyabb, ha az érintettek részvétele egyforma és a decentralizált döntéshozatali folyamatok koordinálva vannak [2.2, 3.3, 12.2].
- Az éghajlatváltozás és az egyéb fenntartható fejlődési politikák gyakran, de nem minden esetben, szinergiában állnak egymással. Egyre több a bizonyíték arra, hogy a makrogazdasági,

mezőgazdasági politikákról, multilaterális fejlesztési bankkölcsönökről, biztosítási gyakorlatokról, villamosáram-piaci reformokról, energiabiztonságról és az erdők megőrzéséről szóló döntések, melyeket gyakran az éghajlati politikától elkülönült témaként kezelnek, jelentősen csökkenthetik a kibocsátást. Ugyanakkor pl. a döntések arról, hogy a kisközségi települések hozzáférhessenek a modern energiaforrásokhoz, lehet, hogy nincsenek nagy befolyással a globális ÜHG-kibocsátásra [12.2].

- Az energiahatékonyságra és a megújuló energiára vonatkozó éghajlat-változási politikák gyakran hasznosak gazdaságossági szempontból, javítják az energiabiztonságot és csökkentik a lokális szennyezőanyag-kibocsátást. Más energiaellátási mérséklési alternatívákat szintén lehet úgy tervezni, hogy a fenntartható fejlődés olyan előnyeihez vezessenek, mint pl. a helyi lakosság áttelepítésének elkerülése, munkahelyteremtés és egészséggel kapcsolatos előnyök [4.5, 12.3].
- Mind a természetes élőhelyek veszteségének, mind az erdőirtásnak csökkentése társadalmilag és gazdaságossági szempontból fenntartható módon valósítható meg, és jelentős biológiai sokszínűséggel, talajjal és vízkonzerválással kapcsolatos előnnyel járhat. Az erdőtelepítés és a bioenergiái ültetvények a lepusztult föld helyrehozatalához, a vízfolyás kezeléséhez, a talaj szénttartalmának visszatartásához és a kisközségi gazdaságok használatához vezethetnek, de ugyanakkor ellentétben állhatnak a föld élelmiszertermelés célú használatával, és negatívan hathatnak a biológiai sokszínűségre, ha nem tervezik meg őket megfelelően [9.7, 12.3].
- Jó lehetőségek vannak a fenntartható fejlődés megerősítésére a hulladékkezelési, szállítási és építőipari szektorokban megvalósított mérséklési lépések által is [5.4, 6.6, 10.5, 12.3].
- A fejlődés fenntarthatóbbá tétele fokozhatja a mérséklési és adaptációs kapacitást, valamint csökkentheti a kibocsátást és az éghajlatváltozással szembeni érzékenységet. A mérséklés és adaptáció közötti szinergia létezik például a megfelelően tervezett biomassza-előállításban, a védett területek formációjában, a földgazdálkodásban, az épületek energiahasználatában és az erdészetben. Más szituációkban lehetnek átváltások, mint például nagyobb ÜHG-kibocsátás az adaptációs válaszokkal kapcsolatos megnövelt energiafogyasztás következtében [2.5, 3.5, 4.5, 6.9, 7.8, 8.5, 9.5, 11.9, 12.1].

ISMERETEINK HIÁNYOSSÁGAI

28. **Még mindig vannak lényeges hiányosságok a jelenleg rendelkezésre álló ismeretekben az éghajlatváltozás mérséklésének néhány vonatkozásában, különösen a fejlődő országokban. További kutatásokkal pótolhatók lennének a hiányosságok, csökkenthetők a bizonytalanságok száma, amelyek nagyban segítenék az éghajlatváltozás mérséklésére vonatkozó döntéshozatalt [Technikai Összefoglaló 14].**

ZÁRÓ KIEMELÉS 1: Bizonytalanságok bemutatása

A bizonytalanság minden becslés elválaszthatatlan jellemzője. A Negyedik Értékelő Jelentés megmagyarázza az alapvető megállapításokkal kapcsolatos bizonytalanságokat.

A három Munkacsoport Beszámolóinak alapjául szolgáló elméleti tudományok között lévő alapvető különbségek miatt a közös megközelítés gyakorlatilag lehetetlen. Az „Éghajlatváltozás 2007: Természettudományos alapok” beszámolóban alkalmazott „valószínűségi” megközelítés és az „Éghajlatváltozás 2007: Hatások, alkalmazkodás és sérülékenység” beszámolóban alkalmazott „bizonyossági” és „valószínűségi” megközelítések alkalmatlannak bizonyultak arra, hogy az ebben a mérséklési beszámolóban szereplő specifikus bizonytalanságoknál használják őket, mivel itt emberi választásokról van szó.

Ebben a Beszámolóban kétdimenziós skálát használnak a bizonytalanságok kezelésére. A skála a III. Munkacsoport szerzőinek egy adott megállapításra vonatkozó irodalommal való egyezés szintjéről szóló szakértői megítélésén (egyezés szintje), valamint a független források számán és minőségén alapul, melyek az IPCC adott megállapításra vonatkozó szabályai szerint minősítenek (bizonyosság nagysága⁵⁰) (I. DÖZ-1. táblázat). Ez nem egy mennyiségi megközelítés, melyből a bizonytalanságra vonatkozó valószínűségek származtathatók.

DÖZ-1. táblázat: Bizonytalanságok minőségi meghatározása

	Erős egyezés, korlátozott bizonyosság	Erős egyezés, közepes bizonyosság	Erős egyezés, magas bizonyosság
	Közepes egyezés, korlátozott bizonyosság	Közepes egyezés, közepes bizonyosság	Közepes egyezés, magas bizonyosság
	Kis egyezés, korlátozott bizonyosság	Kis egyezés, közepes bizonyosság	Kis egyezés, magas bizonyosság

↑
Egyezés szintje
(egy adott megállapításra)

→
A bizonyosság nagysága⁵⁰
(a független források száma és minősége)

Tekintve, hogy a jövő belső, elválaszthatatlan tulajdonsága a bizonytalanság, ebben a Beszámolóban forgatókönyveket (scenáriókat) fogalmazzunk meg, amelyek önmagukban konzisztens jövőképek, de nem a jövő előrejelzései.

⁵⁰ Ebben a Beszámolóban a "Bizonyíték" kifejezésen olyan információt vagy jelzést értünk, amely egy elképzelés vagy javaslat igaz vagy hamis voltára utal. Lásd a Technikai Összefoglaló Szómagyarázatát.