

A GLOBÁLIS FELMELEGEDÉSRŐL ABOUT THE GLOBAL WARMING

Katalin MOLNÁRNÉ BARNA^a, Tamás MOLNÁR^a

^a University of Pannon, Faculty of Economy, 8200 Veszprém, Egyetem u. 10., phone: +36 30 867 9794, +36 20 485 9001, barna.katalin@gtk.uni-pannon.hu, molnar.tamas@gtk.uni-pannon.hu

Cite this article: Molnárné Barna, K., Molnár, T. (2015). A globális felmelegedésről. *Deturope*, 7, 1: 95-109

Abstract

In recent years we can more and more often hear and read about the climate change and global warming. However, the global warming has already occurred many times in Earth's history – think of the alternation of ice ages and warmer periods – but the pace of the global warming which can cause for concern. British and American researchers say that even the carbon dioxide emissions quotas can not slow down the process moreover to full stopping of emissions could not reverse the global warming. What will actually happen, we don't know yet exactly, scientists are trying to set up different scenarios with the help of climate modeling.

As *the 5th of IPCC* report says, people are responsible for the climate change at least 95 percent. Due to the fact the climate change has become a global phenomenon so the need for intervention is not an issue anymore thus only the extensive international cooperation can correct reply for global challenges.

Beside the environmental and physiological effects, there are economic effects of climate change which costs may be 5-20% of GDP if we don't intervene in processes while prevention costs of the most serious consequences are not expected to reach 1% of GDP.

However, do not forget that the social and enterprise-level acceptance is the foundation of every step which counterbalance the global warming process. A part of the society is still sceptical about the impacts of climate change, in this case the development of appropriate communication is the solution. Among the companies the acceptance is wider as today the use of an environmentally friendly technology is a competitive advantage so these technologies have become a main factor of the long-term survival.

Keywords: global warming, economic and physiological effects, forecasts, average temperature, Hungary

Kivonat

Az elmúlt években egyre gyakrabban hallhatunk és olvashatunk a klímaváltozásról és a globális felmelegedésről. Azonban nem a globális felmelegedés az ami a legnagyobb problémát okozza, hiszen maga a folyamat többször is előfordult a földtörténet során – gondoljunk csak a jégkorszakok és a melegebb időszakok váltakozására – hanem a globális felmelegedés üteme az, amely aggodalomra ad okot. Brit és amerikai kutatók szerint pedig a szén-dioxid kibocsátási kvóták sem lassíthatják a folyamatot sőt a kibocsátás teljes leállítására sem tudnánk visszafordítani a globális felmelegedést. Hogy mi is fog valójában történni azt még nem tudhatjuk pontosan, a tudósok klímamodelljezés segítségével igyekeznek különböző szcenariókat felállítani.

Az *IPCC ötödik jelentése* szerint, legalább 95 százalékos a valószínűsége annak, hogy az ember felelős az éghajlatváltozásért, és annak okán, hogy a klímaváltozás mára globális jelenséggé vált, így a beavatkozás szükségessége nem kérdés többé, mint ahogy az sem, hogy a globális kihívásra csak széleskörű, nemzetközi összefogás adhat megfelelő választ.

Az éghajlatváltozásnak a környezeti, élettani hatások mellett gazdasági hatásai is vannak, amelyek mint költségek a GDP 5-20%-át is kitehetik abban az esetben, ha nem avatkozunk be a folyamatokba, míg a legsúlyosabban várható következmények elhárításának költségei várhatóan nem érik el a GDP 1%-át sem.

Azonban nem szabad elfelejteni, hogy minden a globális felmelegedés folyamatát ellensúlyozó lépésnek a társadalmi és vállalati szintű elfogadottság az alapja. A társadalom egy része még mindig szkeptikus az éghajlatváltozás hatásaival kapcsolatban, ebben az esetben a megfelelő kommunikáció kialakítása a megoldás. A vállalkozások körében szélesebb körben jellemző az elfogadottság, ugyanis a környezetbarát technológiák alkalmazása napjainkban versenyelőnyként szolgálnak és a hosszútávú fennmaradás egyik alaptényezőjévé váltak.

Kulcsszavak: globális felmelegedés, közgazdasági és élettani hatások, előrejelzések, átlagos hőmérséklet, Magyarország

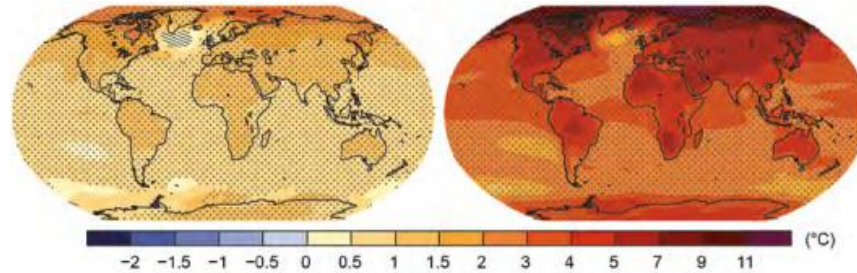
1. A globális felmelegedés és lehetséges következményei

A szélsőséges időjárási körülmények kutatása napjainkban egyre inkább előtérbe került. Nem kerülhetjük meg a problémát, hiszen a társadalom mindennapjaira közvetlen és közvetett befolyást gyakorolnak ennek hatásai. Számos kutatás is igazolja, hogy az extrém időjárási jelenségek mind gyakoribbá válásának fő felelőse maga az ember.

Az elmúlt években egyre gyakrabban hallhatunk és olvashatunk a klímaváltozásról és a globális felmelegedésről. A két fogalmat sokszor egymás szinonímájaként használják, holott a két jelenség jól elkülöníthető egymástól. A globális felmelegedés a földfelszín és az óceánok átlaghőmérsékletének az emelkedését írja le az elmúlt évtizedek megfigyelései alapján, és az ember által okozott változásokat foglalja össze. A klímaváltozás – vagy éghajlatváltozás – pedig a hosszú évtizedek természetes folyamatainak a változását vizsgálja, a kiváltó okoktól függetlenül (*Conway, 2008*). Fontos megjegyezni azt is, hogy nem a globális felmelegedés az, ami a legnagyobb problémát okozza, hiszen maga a folyamat többször is előfordult a földtörténet során – gondoljuk csak a jégkorszakok és a melegebb időszakok váltakozására – hanem a **globális felmelegedés üteme** az, amely aggodalomra ad okot. Míg a korábbi felmelegedések időszaka 50-100 ezer éves időintervallumot ölelnek fel, addig napjainkban 30 év alatt rekord gyorsasággal növekszik az átlaghőmérséklet. Ezt bizonyítja az, hogy a 20 legmelegebb év közül 19 az 1980-tól eltelt időszakban következett be. Ehhez hozzájárul az is, hogy a korábbi jelenségek alapján, a nap ciklusai, valamint a vulkáni tevékenység szerint Földünknek nem melegednie, hanem hűlnie kellene (*National Oceanic and Atmospheric Administration, 2014*).

Az előrejelzések pedig nyugtalanítóak, ugyanis a legfrissebb kutatások szerint a globális felmelegedés **még gyorsabb lehet a vártnál**, vagyis 2100-ra már 4 Celsius-fokkal is növekedhet a Föld átlaghőmérséklete, ami az eddig kritikusnak tartott érték kétszerese.

1. ábra A Föld átlaghőmérsékletének emelkedése 1986 és 2005 között, és a várható tendenciák 2081 és 2100 között



Forrás: Cicerone-Nurse; 2014.

A tudósok a **felhőképződés** fontosságára is igyekeznek felhívni a figyelmet, ennek pedig az az oka, hogy ha kevesebb felhő képződik, akkor egyre nagyobb a Földre érkező napsugárzás mértéke, amely szintén növeli bolygónk hőmérsékletét (*Carrington, 2013*).

Brit és amerikai kutatók szerint pedig a szén-dioxid kibocsátási kvóták sem lassíthatják a folyamatot, sőt a kibocsátás teljes leállítás sem tudná visszafordítani a globális felmelegedést. A felszíni hőmérséklet nem állna vissza az iparosodás előtti szintre, az óceánok szintje is tovább emelkedne még évszázadokon keresztül, így hozzávetőleg ezer év szükséges ahhoz, hogy visszajussunk a „kiindulási” állapotba (*Cicerone-Nurse, 2014*).

Hogy mi is fog valójában történni, azt még nem tudhatjuk pontosan, a tudósok **klímamodell**⁵¹ segítségével igyekeznek különböző scenáriókat felállítani. Ezek a modellek elfogadott fizikai törvényeken és elveken alapulnak, és képesek a múltbeli éghajlat változásait reprodukálni, és tükrözik a jelenlegi éghajlat sajátosságait is. Jelen tanulmányban azt a négy alapvető, a várható társadalmi-gazdasági változásokat összefoglaló scenáriót tekintik át a szerzők, amelyet az *Éghajlat-változási Kormányközi Testület* (továbbiakban IPCC⁵²) hozott nyilvánosságra.

⁵¹ Klímamodell: Az 1940-es 50-es évekre vezethető vissza az éghajlatmodell története. Ekkor történt előrelépés ugyanis a légkör fizikai-matematikai modellezésében: megjelentek az első számítógépek és lehetővé vált a nem-lineáris dinamikus modellezés is.

⁵² IPCC: Intergovernmental Panel On climate Change. A szervezet az ENSZ Környezeti Programja (UNEP) és a Meteorológiai Világszervezet (WMO) kezdeményezésére alakult 1988-ban alakult, az emberi tevékenység által kiváltott klímaváltozással kapcsolatos kutatási eredmények összefoglalása és értékelése céljából.

Az **A1 modell** nagyon gyors gazdasági növekedést prognosztizál, a XXI. század közepéig tartó népességnövekedéssel együtt. Új és hatékony technológiák megjelenése mellett a régiók közötti jövedelemkiegyenlítődése lesz jellemző, valamint fokozott társadalmi és kulturális hatások fejtik ki hatásukat.

A **B1 modell** szerint a népességnövekedés üteme hasonló az A1-es modellben megfogalmazottakéhoz, azonban megjelenik a világszintű kiegyenlítődése lehetőségének a gondolata is. A gazdasági szerkezet gyors eltolódása várható a szolgáltatási és információs ágazatok felé, a környezetbarát és energia-hatékony technológiák minél szélesebb körű bevezetése mellett. Az emberiség pedig igyekszik a gazdasági, társadalmi és környezeti problémákra globális megoldásokat találni.

Az **A2 modell** ezzel szemben a népesség folyamatos növekedése mellett, heterogén világképet vázol fel, és nagyobb szerepet jósol a helyi önkormányzatoknak, amellyel erőteljesebb regionális gazdasági fejlődés veszi kezdetét. A technológiai fejlődés tekintetében ez a modell lassabb, és nem kiegyenlített terjedést valószínűsít.

Folyamatosan lassuló ütemű népességnövekedést, közepes mértékű gazdasági fejlődést, a gazdasági, társadalmi és környezeti problémák lokális szintű kezelését, valamint az A1 és B1 modellhez képest lassúbb és sokoldalúbb változásokat prognosztizál a **B2 modell** (Nakicenovic-Swart, 2000).

A globális felmelegedés legfontosabb rizikófaktorait az **IPCC 2013**-as jelentése az alábbiak szerint foglalja össze:

- Éghajlati zónák eltolódása, amely hatására nő a hőhullámok száma és egyenetlen lesz a csapadékeloszlás;
- Gleccserek olvadása, amely Közép-Ázsia, Közel-Kelet és Afrika ivóvíz ellátását veszélyezteti;
- A globális átlaghőmérséklet növekedése, közel 4 Celsius-fokkal az évszázad végéig;
- A tengerszint növekedése, akár 27-82 cm-rel 2100-ig;
- Az óceánok savasodása, amely tengeri élőlények kipusztulásához vezethet.

1. A globális felmelegedés okai

Érdekes és az elmúlt években sokszor vitatott kérdés volt az, hogy kizárólagosan csak az ember okolható-e a globális felmelegedésért. A természeti események egy része ugyanis természetesen az emberi tevékenységtől függetlenül következik be (vulkánkitörés, szökőár,

földrengés, hőszállító tengeráramlatok irányváltozásai). A kutatók nagy része azonban úgy véli, hogy több jelenség egyértelműen összefüggésbe hozhatók az emberi tevékenységgel, így az **antropogén** üvegházhatású gázok részarányának a növekedésével, amely globális felmelegedéshez és ezen keresztül klímaváltozáshoz vezet (árvíz, jégesők, erdő- és bozóttüzek, zivatarok stb). Az üvegházhatású gázok jelenlétét a köznyelv tévesen károsnak ítéli, pedig ezen gázok nélkül a földi élet ki sem alakulhatott volna, ugyanis a természetes üvegházhatás nélkül a Föld átlaghőmérséklete (ami most +15 Celsius-fok) 33 Celsius-fokkal alacsonyabb lenne, azaz -18 Celsius-fok lenne. Az IPCC kutatói szerint a természetes folyamatok hatására kb. 0,1 Celsius-fokkal emelkedhetett a Föld átlaghőmérséklete 100 év alatt (*Climate change, 2013*).

A XVIII. században beinduló iparosodási folyamat felborította a természetes gázegyensúlyt, és a műszaki fejlődés, valamint a megnövekedett népességszám gazdasági tevékenységének hatására gyors ütemben növekvő mennyiségű szén-dioxid és egyéb gázok kerültek a levegőbe. A mezőgazdasági területek növekedése az erdők kiirtásával járt, amelynek következménye – az elnyelő képesség csökkenése miatt – a légkörbe jutó szén-dioxid mennyiségének növekedése. Az ember káros tevékenységéből fakadó üvegházhatású gázok koncentráció növekedése az elmúlt 40-50 év éghajlati adataival bizonyítható (*ENSZ,1999*). A probléma sajnos fokozódik és a helyzet romlása várható, amit a fejlődő országok globalizációs üteme is alátámaszt (*Láng et. al. 2007*).

Az *IPCC ötödik jelentése* szerint, legalább 95 százalékos a valószínűsége annak, hogy az ember felelős az éghajlatváltozásért. A Testület az előző jelentésében (*Éghajlatváltozás, 2007*) még visszafogottan fogalmazott az emberiség felelősségét illetően, és csak nagy valószínűségűnek nevezte az emberi hatást, a mértékét is „csak” 90%-osra becsülte. Az új jelentés – alapozva a nagyobb számú és pontosabb megfigyelésekre, valamint az időjárási rendszer komplexebb megismerésére és a hozzá kapcsolódó jobb modellekre – már sokkal drasztikusabban fogalmaz. A jelentés leírja, hogy a kutatók 1950-től kezdve több olyan változást figyeltek meg, amelyek évszázadokig visszamenőleg nem fordultak elő. A megfigyelések egyértelműen bizonyítják, hogy az atmoszféra és az óceánok melegednek, a Föld hó és jégmennyisége csökken, a globálisnak tekinthető tengerszint emelkedik, és az üvegházhatást okozó gázok koncentrációja is növekedett. A káros gázok kibocsátása további felmelegedést okoz majd és változások lesznek az éghajlat több összetevőjében is. Az átlaghőmérséklet emelkedése mellett gyakoribbak és hosszabbak lesznek a hóhullámok és valószínűsíthető az, hogy a nedvesebb területeken több lesz a csapadék, míg a szárazabb régiókban még kevesebb lesz a csapadék. A kutatók egyértelműen kimondják azt, hogy a

fenti változásokat a fokozódó szén-dioxid kibocsátás okozza (*Climate change, 2013*). A kibocsátott szén-dioxid mennyiséget ráadásul nem is sikerült csökkenteni az elmúlt évtizedben, sőt annak mennyisége másfélszeresére emelkedett és az északi-féltekén 2013-ban is átlépte a kritikus 400 ppm⁵³ szintet. Becslések szerint 2017-ig van esélyünk beavatkozni a folyamatokba úgy, hogy az átlagos hőmérséklet növekedés ne legyen több 2 Celsius-foknál, ezt követően már csak a közlekedés, az épületek és a termelés kibocsátásának a teljes megszüntetése szolgálna megoldásul a globális felmelegedés lassítására.

Meg kell azonban említeni azt is, hogy vannak olyan kutatók, akik úgy vélik, hogy a jelenleg tapasztalható globális felmelegedésért nem az emberiség tevékenysége a felelős, hanem az a Föld 1500 évenként ismétlődő természetes folyamataiból fakad (*Singer-Avery, 2007*). Véleményük szerint ez a ciklikusság okozza a visszatérő lehülési időszakokat is (*Hágen, 2013*). Az elmúlt évek kutatásai bebizonyították, hogy a Föld természetes lehülésének és felmelegedésének ütemét az emberi tevékenységek felgyorsítják (*Láng et al, 2007*). Még az IPCC kutatói is tesznek említést arról, hogy az elmúlt 15 évben csak minimálisan 0,05 Celsius-fokkal növekedett a globális átlaghőmérséklet, amelynek több oka is lehet:

- az óceáni áramlatok több hőt vesznek fel a légkörből,
- több felhő képződik,
- a Távols-Keleten megnövekedett a légszennyezettség és a kénrészecskék több napsugárzást vernek vissza (*Climate change, 2013*).

A magas hegyek gleccserei, a tengeri jég mennyisége és a világtengerek átlaghőmérsékletének töretlen növekedése azonban azt mutatják, hogy sajnos a klímaváltozás folyamata nem állt le.

2. Nemzetközi lépések a globális felmelegedés lassítása érdekében

A klímaváltozás mára tehát globális jelenséggé vált, így a beavatkozás szükségessége nem kérdés többé, mint ahogy az sem, hogy a globális kihívásra csak széleskörű, nemzetközi összefogás adhat megfelelő választ. Ezt jelzi több nemzetközi rendezvény témaköre és állásfoglalása is.

Az első *nemzetközi konferencia* az ENSZ rendezésében folyt az *Emberi Környezetről* Stockholmban, 1972-ben. Ugyan itt a klímaváltozás kifejezés (climate change) összesen

⁵³ particle per million

egyszer fordult csak elő, azonban a javaslatokban megjelent a természeti erőforrások fokozódó mértékű felhasználása, valamint azok meteorológiai folyamatokra gyakorolt hatásának vizsgálata. A Konferencia ajánlásai előirányozták a légköri szennyeződések klimatikus következményeinek elemzését és az ember által okozott hatások vizsgálatát.

Az úgynevezett *Brundtland Bizottság*⁵⁴ (1984-1987) jelentésében („Our Common Future”) a szakemberek már arra a következtetésre jutottak, hogy az éghajlatváltozást „elfogadható és komoly valószínűségnek” kell tekinteni (*United Nations, 1987*). A Bizottság azonosult a szakemberek azon körének véleményével, akik szerint ok és okozati összefüggés létezik a légkörben lévő üvegházhatású gázok mennyiségének növekedése és a klímaváltozás között. A Bizottság a klímaváltozást a fenntartható fejlődést akadályozó, lassító tényezők közé sorolta. A jelentés hatására megrendezett két éghajlati Világkonferencián (*Torontó, 1988 és Genf, 1990*) a CO₂ emisszió csökkentését fogalmazták meg a legfontosabb feladatként.

A *Rio de Janeiro-i Konferencián* (1992) írták alá az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezményét a „Környezetről és a Fejlődésről”, amely 1994-ben lépett érvénybe. A Keretegyezmény kinyilvánította, hogy cselekedni kell az éghajlatváltozás növekvő kockázata miatt, azonban nem adott jogilag kötelező érvényű irányadó számokat és határidőket az egyes országoknak. Ezért ezt az egyezményt – némileg jogosan – sok bírálat érte. Ennek hatására öt évvel később, 1997-ben, a *Kiotói Konferencián* találkoztak a szakértők, ahol már konkrét megállapodások is születtek. A Keretegyezmény legfontosabb célját az EU éghajlatpolitikai célként fogadta el, mely szerint a globális átlaghőmérséklet emelkedés nem haladhatja meg 2 Celsius-fokkal az ipari forradalom előtti szintet. Az úgynevezett *Kiotói Jegyzőkönyv* (1997) értelmében az iparosodott államok és az „átmeneti gazdaságú” országok vállalták, hogy az 1990-es szinthez képest kibocsátásukat átlagosan 5,2%-kal csökkentik a 2008-2012 közötti időszak alatt. A kelet-közép-európai országok eltérhettek a viszonyítási szinttől, így Magyarország esetében ez az 1985-1987 közötti időszak⁵⁵. A Kiotói Jegyzőkönyv azonban konkrét kibocsátás-szabályozási előírásokat csak 2012-ig tartalmaz, és az üvegházhatású gázok kibocsátása, valamint az éghajlatváltozás kockázata viszont tovább növekszik, s ezek mérséklésére az eddigieknél határozottabb lépések szükségesek (*Kiotói Jegyzőkönyv, 1997*). Ezért 2012 végén az ENSZ

⁵⁴ Környezet és Fejlődés Világbizottsága.

⁵⁵ Az USA aláírta a jegyzőkönyvet, de az amerikai szenátus nem ratifikálta. Oroszország csak 2004 második felében döntött, hogy csatlakozik a jegyzőkönyvhöz. Ennek következtében 2005. február 16-tól lehet számítani a jogilag érvényes kötelezettségvállalást.

éghajlat-változási keretegyezménye konferencián a Kiotói Jegyzőkönyv érvényességét 2020-ig meghosszabbították.

A Kiotói Jegyzőkönyv tulajdonképpen megalapozta az EU közös éghajlat politikáját, amelynek célja elsősorban tehát az üvegházhatású gázok kibocsájtásának csökkentése. A cél megvalósításához szükséges eszközrendszer kialakításában nyújt segítséget a 2000-ben indított Európai Éghajlatváltozási Program. Ennek keretén belül az EU vállalja, hogy 2020-ra a szén-dioxid kibocsátást lecsökkenti az 1990-es szint 70%-ra. Ezt a vállalást segíti az a cél is, mely szerint az EU az összes energiaszükségletének 20%-át megújuló energiaforrásokból igyekszik pótolni, és növeli a bioüzemanyagok arányát (10%-ra) a folyékony üzemanyagok között (*klima.kormany.hu*).

Hogy mennyire vagyunk hatékonyak a klímaváltozás és a globális felmelegedés elleni harcban az az ún. **Éghajlatvédelmi Teljesítmény Index**-szel (Climate Change Performance Index) mérhető. A mérőszámot a német *Germanwatch* szervezet, a *Levegő Munkacsoport*⁵⁶ közreműködésével dolgozta ki és immár 9 éve – folyamatos módszertani fejlesztés mellett – méri az országok teljesítményét az éghajlatvédelem terén. Az index kiszámításánál 1-től 100-ig pontozzák az országokat, amely során az alábbi súlyozást alkalmazzák:

- 30 százalékban számít a klímaváltozást okozó anyagok kibocsájtása,
- 30 százalékban számít a változás a klímaváltozást okozó anyagok kibocsájtása esetén,
- 10 százalékban számít a megújuló energia használata,
- 10 százalékban számít az energiahatékonyság, valamint
- 10 százalékban számít a kérdés jogi szabályozása.

2013-ban nem volt első három helyezett az 58 – a klímaváltozásért 90%-ban okolható – országot tartalmazó listán, a negyedik helyen Dánia, míg Magyarország a 12. helyen szerepel. Ezzel hazánk listavezető a felzárkózó gazdasági országok között, és az előző évhez képest 6 helyet javított pozícióján. Az első három helyezés azért nem került kiosztásra, mert a szerzők szerint egyik ország sem tett kellő erőfeszítést a klímaváltozás megfékezése érdekében (*Climate Change Performance Index, 2013*). A lista utolsó helyén

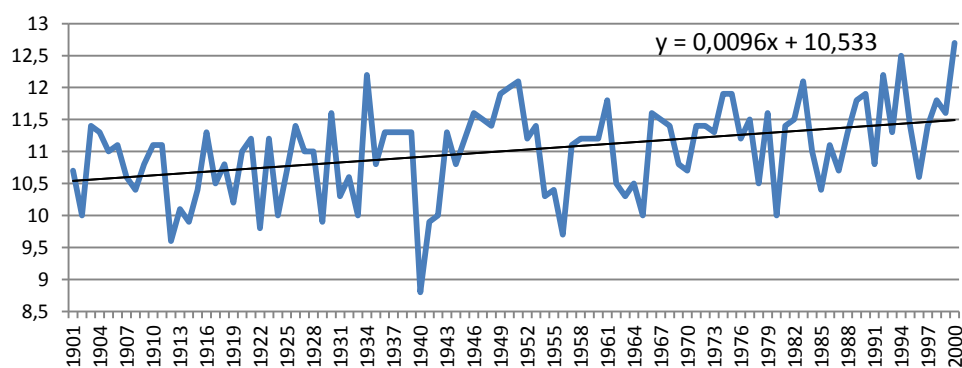
⁵⁶ Levegő Munkacsoport: 1988-ban alakult társadalmi szervezet, amely napjainkban több mint 130 szervezetet tömörítő szövetség. Célja, hogy elősegítse annak az alapelvnek a megvalósulását, hogy az élethez és az egészséghez való jog a legalapvetőbb emberi jog, és csak ezen jog tiszteletben tartásával érvényesíthető minden további emberi jog.

Kanada áll, ennek oka többek között az is, hogy az aktuális kormány a globális felmelegedést nem tartja kiemelten kezelendő problémának.

3. Globális felmelegedés és klímapolitika Magyarországon

Magyarországon szintén a szélsőséges időjárási jelenségek megszorodására lehet számítani, valószínűleg a csapadék csökkenése várható. Az időjárási szélsőségek gyakoribbá és pusztítóbbá válhatnak, elsősorban a hőhullámok jelentenek majd nagy veszélyt. Ugyan a Föld globális felmelegedése kismértékben már 250 éve folyik, de az utolsó 50-100 évben ez felerősödött. Vizsgálatok igazolják, hogy ezzel párhuzamosan egyre gyorsul a légköri koncentráció, mégpedig az üvegházhatású gázok mennyiségének növekedése miatt. Hazánkban az utóbbi 100 év (1901-2000) hőmérsékleti adatai alapján elmondható, hogy az átlaghőmérséklet lassan ugyan, de emelkedik. Az illetett trendfüggvény megbízható (a szignifikancia-szint 0,004%) és a relatív illesztési hiba nem éri el a 6%-ot ($V_{s_e} = 5,84\%$).⁵⁷ Ez alapján évente $0,01\text{ C}^0$ -kal nőtt az átlaghőmérséklet, vagyis az utóbbi 100 évben éppen 1 C^0 -kal (2. ábra).

2. ábra Az átlaghőmérséklet alakulása 1901 és 2000 között



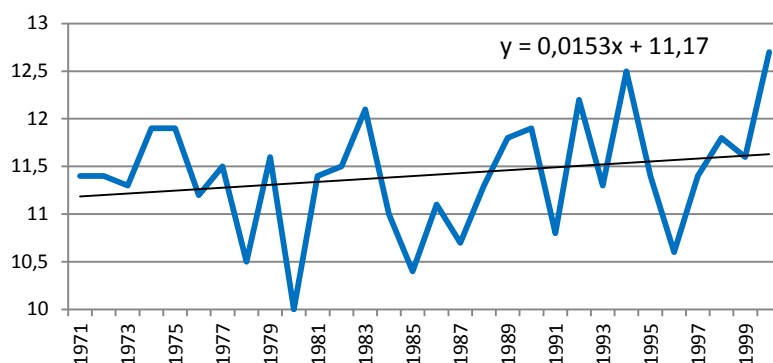
Forrás: Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) alapján a szerzők saját számítása

Még megdöbbentőbb a helyzet, ha az utolsó 30 év (1971-2000) adatait vizsgáljuk. Ekkor azt láthatjuk, hogy az átlaghőmérséklet még jobban emelkedik, évente átlagosan $1,5\text{ C}^0$ -kal (3. ábra). A trendfüggvény itt is jó illesztést mutat, a relatív illesztési hiba csupán $5,3\%$.⁵⁸

⁵⁷ Az adatsor hektikusságát az y-tengely léptékválasztása okozza.

⁵⁸ Az adatsor hektikusságát az y-tengely léptékválasztása okozza.

3. ábra Az átlaghőmérséklet alakulása 1971 és 2000 között



Forrás: Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) alapján a szerzők saját számítása

A szélsőséges időjárási jelenségek száma is sokatmondó. Az utóbbi 112 év (1901-2012) maximum hőmérsékletei esetén 9-ből 7 érték az utóbbi 6 évben volt, ráadásul, ha a 2013-as évet is ideszámítjuk, akkor ez az arány még szembetűnőbb. A legszárazabb évek esetén is hasonló a helyzet, ebben a periódusban az utolsó 12 évben volt az elmúlt 112 év aszályos éveinek több, mint a fele. Mindennek ellenére az átlaghőmérséklet globális szinten sem, és hazánkban is mindössze csak 0,5 fokkal emelkedett az elmúlt 15 évben, ennek lehetséges okai már korábban kifejtésre kerültek. Ez az oka annak is, hogy az adatsorok 2000-ig tartalmazzák az átlaghőmérséklet értékeket. A kutatók azonban egyetértenek abban, hogy a globális felmelegedés folyamata ennek ellenére nem állt meg, ráadásul Magyarország a legmagasabb sérülékenységi kategóriába tartozik. A Kárpát-medence ugyanis az óceáni (nedves) és a mediterrán (télen nedves, nyáron száraz) területek határán fekszik. Ezért ebben a térségben az éghajlati övek már kismértékű eltolódása is komoly következményekkel járhat. Bár hazánk a káros gázok kibocsátásáért csak kis mértékben (0,5%) felelős, a felmelegedés mégis erősen sújt minket, és a hirtelen lezúduló eső is egyre nagyobb károkat okoz. Mindez magyarázza a „saját” klímapolitika kidolgozásának jelentőségét (*Vidékfejlesztési Minisztérium, 2011*):

- Az éghajlatváltozási Keretegyezmény és a Kiotói Jegyzőkönyv végrehajtási keretrendszeréről szóló 2007. évi LX törvény kimondja a **Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia** (NÉS) elfogadását.
- A NÉS végrehajtása, a nemzeti kötelezettségvállalások érdekében és az éghajlatváltozás hatásainak csökkentése céljából a Kormány két éves időszakokra **Nemzeti Éghajlatváltozási Programot** (NÉP) fogad el.

- Fontos a **Nemzeti Alkalmazkodás Stratégiai Keretrendszer (NAS)** kialakítása a biológiai sokféleség megőrzése érdekében.
- A NAS informatikai támogatását szolgálja a nemzeti Alkalmazkodási Térinformatikai Rendszer (NATÉR).
- A kulcsfontosságú ágazatok esetén (energia szektor, mezőgazdaság, közlekedés, ipar) a **Hazai Dekarbonizációs Útitervnek (HDÚ)** kell felvázolnia a lehetséges, 2050-ig tartó kibocsátás csökkentésre irányuló pályázatokat.
- A Kiotói Egyezmény által bevezetett kvótakereskedelemben hazánk 2008-ban elsőként értékesített kvótákat és az ebből származó bevétel a **Zöld Beruházási Rendszer (ZBR)** keretében kerül klímavédelmi felhasználásra.
- Az együttes végrehajtás értelmében azok a fejlett országok, amelyek más fejlett országban kibocsátás csökkentő beruházásokat végeznek, a kibocsátás csökkentés arányában ún. hitelesített **kibocsátás csökkentési egységeket** (emission reduction unit, ERU, szénhitel) vehetnek át. Ezek az egységek számolhatók el a Kiotói Jegyzőkönyvben vállalt kötelezettség teljesítési rendszerében.
- Útjára indult a **Közép-európai Program** (Central Europe Program) az energiatakarékosság jegyében (*klima.kormany.hu*).

4. A globális felmelegedés közgazdasági aspektusai

2006-ban készült el a Stern-jelentés Tony Blair volt brit miniszterelnök felkérésére. Sir Nicholas Stern, a Világbank volt főközgazdásza olyan környezeti előrejelzést készített, amely közgazdasági szempontból is vizsgálja a klímaváltozás hatásait. Napjainkra a jelentés a klímaváltozás egyik alapidokumentumává vált (*Stern, 2007*).

A jelentés három szempontból tekinti át a klímaváltozás gazdasági költségeit:

- 1) Figyelembe veszi az éghajlatváltozás gazdaságra, az emberi életre és a környezetre kifejtett fizikai hatásait valamint megvizsgálja az üvegházgáz-kibocsátás csökkentése érdekében alkalmazott **technológiák és stratégiák** erőforrásköltségeit.
- 2) Közgazdasági és makroökonómiai modellek segítségével, a gazdaság egészére vonatkozóan bemutatják az alacsony széntartalmú energiarendszerekre való **áttérés költségeit**.

- 3) Bemutatja a **szén társadalmi költségének**⁵⁹ jelenbeli és jövőbeni várható alakulását az elhárítási határköltséggel⁶⁰ összevetve (*Stern, 2007*).

A Stern jelentés szerint a globális felmelegedés költségei a GDP 5-20%-át is kitehetik abban az esetben, ha nem avatkozunk be a folyamatokba, míg a legsúlyosabban várható következmények elhárításának költségei várhatóan nem érik el a GDP 1%-át sem. Tévesen gondolkodunk akkor, ha úgy gondoljuk, hogy ezeknek a hatásoknak csak később fizetjük meg az árát, hiszen gondoljunk csak bele a szélsőséges időjárás következményeire, például az aszály és az árvizek okozta károkra. Egy 2008-ban készített elemzés kimutatta, hogy pl:

- a 2002-es árvizek 13 milliárd euróba kerültek,
- a 2003-as hőhullám káros hatásainak elhárítása 10 milliárd euróba került,
- az 1980 óta tapasztalt természeti katasztrófák 64%-a, és a rendkívüli eseményekhez kötődő gazdasági veszteségek 79%-a az éghajlatváltozásnak tudható be.

A biztosítási ágazat mintegy 80 milliárd dollárra becsüli az időjárás okozta veszteségeket, amelyből 20 milliárd dollár a biztosított kárérték. 1960 és 1990 között nyolcszorosára növekedett az időjárás okozta gazdasági veszteség, a biztosított kárérték pedig 17-szeresére emelkedett (*aeat.co.uk*).

Sokszor következnek be nem várt események is, ezért a klimatikus hatások ellensúlyozására szolgáló költségek esetén a rugalmas költségfelosztást célszerű alkalmazni, így könnyebb alkalmazkodni a kihívásokhoz (*Bruin-Dellink, 2011*).

A fentiek ellenére a globális felmelegedés és ezzel együtt a klímaváltozás gazdasági aspektusai nem teljesen egyértelműek. A gazdasági növekedés ugyanis nem közvetlenül záloga a klimatikus folyamat lassításának, egyes kutatók szerint csak az ún. „jó növekedés” – amelynek jellemzőit igen nehéz meghatározni – teszi lehetővé a megfelelő alkalmazkodást és beavatkozást (*Bowen et al, 2011*).

5. Összegzés

A tanulmányban a szerzők megpróbálták rávilágítani a globális felmelegedés okaira, következményeire és gazdasági hatásaira. Azonban minden a globális felmelegedés folyamatát ellensúlyozó lépésnek a **társadalmi és vállalati szintű** elfogadottság az alapja. Az emberek nagy része szkeptikus a globális felmelegedéssel és a klímaváltozással szemben, mert sokan nem érzik annak hatását vagy túl lassúnak ítélik a folyamatot ahhoz,

⁵⁹ Egy egységnyi pótlólagos üvegházgáz-kibocsátás hatásainak költsége.

⁶⁰ A kibocsátások egységnyi csökkentésének költsége.

hogy foglalkozniuk kelljen vele. Természetesen a hozzáállás attól függően változik, hogy ki hol él és így mennyire kitett a változások hatásainak, valamint mennyire hajlandó elmenekülni ezen hatások elől azért, hogy máshol folytassa életét (*Kulcsár, 2013*).

A vállalkozások esetében azonban már szélesebb körben elfogadott az, hogy a globális felmelegedés ellen környezetbarát technológiák alkalmazásával tenni lehet. Korábban ugyanis ezekre a technológiákra olyan beruházásként tekintettek, mint amelyek haszna máshol jelentkezik, napjainkban azonban a környezeti szemlélet versenyelőnynek és a hosszútávú fennmaradás egyik alaptényezőjévé vált.

SUMMARY

In recent years we can more and more often hear and read about the climate change and global warming. However, the global warming has already occurred many times in Earth's history – think of the alternation of ice ages and warmer periods – but the pace of the global warming which can cause for concern.

Forecasts are alarming as the latest research the global warming could be even faster than expected. This means that by 2100 the average temperature of Earth will rise 4 degrees which is twice the critical value.

British and American researchers say that even the carbon dioxide emissions quotas can not slow down the process moreover to full stopping of emissions could not reverse the global warming. What will actually happen we don't know yet exactly, scientists are trying to set up different scenarios with the help of climate modeling. These models are based on physical laws and principles and are able to reproduce the changes of past climate and to show the characteristics of the current climate as well.

Model A1 forecasts very rapid economic growth with population growth taking until the middle of the 21st century. Beside occurring of new and efficient technologies equalization of income between regions will feature. In addition, enhanced social and cultural events will have an impact.

In model B1 the population growth is similar to model A1 but model B1 adds the possibility of worldwide equalization thought. In addition to the widespread introduction of environmentally friendly and energy efficient technologies rapid shift to service and information sectors in the economic structure is expected. Humanity is trying to find global solutions to economic, social and environmental problems. In contrast model A2 predicts heterogeneous picture of the world beside the population growth and gives a greater role for the local governments which induces a stronger regional economic development. In respect of technological development this model believes in slower and balanced spreading.

Model B2 forecasts constantly slowing population growth, moderate economic development, local-management of economic, social and environmental problems as well as slower and versatile changes compared to model A1 and B1.

As the 5th of IPCC report says, people are responsible for the climate change at least 95 percent. Due to the fact the climate change has become a global phenomenon so the need for intervention is not an issue anymore thus only the extensive international cooperation can correct reply for global challenges.

Beside the environmental and physiological effects, there are economic effects of climate change which costs may be 5-20% of GDP if we don't intervene in processes while prevention costs of the most serious consequences are not expected to reach 1% of GDP.

The Stern report published in 2006 evaluating the economic costs of climate change in three aspects:

-Firstly, it takes into account physical effects of climate change which occurs in the economy, human life and the environment. The report analyzes the costs of technologies and strategies that are used to reduce greenhouse gas emissions.

-Secondly, the report illustrates the switching cost of low-carbon energy systems for the whole economy with the help of economic and macro-economics models.

-Finally, the social costs is demonstrated in the present and in the future compared to the marginal abatement cost.

The costs of global warming may reach 5-20% of GDP if we don't intervene in the processes while the cost of averting the worst-expected outcomes are not expected to reach 1% of GDP.

We mistakenly believe that these effects will occur at a later time, because just think of the consequences of the extreme weather events such as damage caused by drought and floods.

An analyses conducted in 2008 showed that for example:

- The floods in 2002 were EUR 13 billion,
- Remove the adverse effects of the heatwave in 2003 was EUR 10 billion,
- 64% of the experienced natural disasters and the economic losses associated with extreme events can be attributed to the climate change since 1980.

However, do not forget that the social and enterprise-level acceptance is the foundation of every step which counterbalance the global warming process. A part of the society is still sceptical about the impacts of climate change, in this case the development of appropriate communication is the solution. Among the companies the acceptance is wider as today the use of an environmentally friendly technology is a competitive advantage so these technologies have become a main factor of the long-term survival.

Acknowledgement

The study was supported by „Regional impacts of weather extremes resulting from climate change and opportunities for compensation” TÁMOP 4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0064 project.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Bowen, A-Cochran, S-Fankhauser, S (2011): Climate Change, Adaptation and Economic Growth. *In: Climatic Change*. 113 (2), 95-106.
- Bruin, De Kelly C,-Dellink, Rob B. (2011): How Harmful Are Restrictions On Adapting To Climate Change? *Global Environmental Change*, 21, 34-45.
- Brundtland Bizottság (1987): Az ENSZ bizottsága a fenntartható fejlődésről.
- Carrington (2013): Planet likely to warm by 4C by 2100, scientists warn. *In: The Guardian*, 2013.12.31.
- Cicerone, R. J.-Nurse, S.P. (2014): Climate change. Evidence and causes. The Royal Society and US National Academy of Sciences.
- Climate Change (2013): The Physical Science Basis. IPCC
- Éghajlatváltozás (2007): Döntéshozói összefoglaló. IPCC
- Eric Conway (2008): What's in a Name? Global warming vs. Climate Change.
- Hágen A. (2013): A MILANKOVIĆ-BACSAK-CIKLUS ÉS A FÖLDTAN *In: Magyar Tudomány, 174 évfolyam. 2013/2 szám. pp. 200-206.*
- Kulcsár L (2013): A klímaváltozás társadalmi-gazdasági hatása. *In: Karlovitz J. T. szerk: Társadalomtudományi gondolatok a harmadik évezred küszöbén. pp. 7-13.*
- Láng I. - Csete L.- Jolánkai M. (2007): A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok - A VAHAHA jelentés. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest pp. 220
- Nakicenovic, N.-Swart, R. (2000): IPCC, 2000. Cambridge University Press, UK. pp. 570.
- S. Fred Singer; Dennis T. Avery: Unstoppable global warming Rowman & Littlefield Publishers, 2007 - 260 oldal
- Stern, N (2007): The Economics of Climate Change. The Stern Review. Cambridge.
- The Climate Change Performance Index (2013): Results 2013.
- United Nations (1987): Report of the World Commission on Environment and Development. Our Common Future
- Vidékfejlesztési Minisztérium (2011): A klímaváltozás hatásai, következményei, és az alkalmazkodás lehetőségei. Környezeti Tanácsadó Irodák Hálózata, Budapest.

Elektronikus források:

<http://aeat.co.uk/cms/ip-energy-cc/>

<http://germanwatch.org/de/download/7158.pdf>

<http://klima.kormany.hu/europai-unio>

<http://klima.kormany.hu/hazai-klimapolitika>

http://www.nasa.gov/topics/earth/features/climate_by_any_other_name.html

<http://www.omsz.hu>

Kiotói Jegyzőkönyv (1997): Kyoto protocol to the united nations framework convention on climate change. <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>

National Oceanic and Atmospheric Administration (2014): www.noaa.gov