



A klímaváltozás várható gazdasági hatásai Magyarországon 2020-2040

MKIK Gazdaság- és Vállalkozáskutató Intézet

Budapest, 2015. augusztus

Az MKIK Gazdaság- és Vállalkozáskutató Intézet olyan non-profit kutatóműhely, amely elsősorban alkalmazott közgazdasági kutatásokat folytat. Célja, hogy elméletileg és empirikusan megalapozott ismereteket és elemzéseket nyújtson a magyar gazdaság és a magyar vállalkozások helyzetét és kilátásait befolyásoló gazdasági és társadalmi folyamatokról.

MKIK GVI – Institute for Economic and Enterprise Research
Hungarian Chamber of Commerce and Industry

A klímaváltozás várható gazdasági hatásai Magyarországon 2020-2040 /
Expected economic effects of the climatic change in Hungary, 2020-2040

Az elemzést írták:

Farsang Bence (gyakornok, GVI)
Limbek Zsófia (gyakornok, GVI)
Türei Gergely (elemző, GVI)
Tóth István János (ügyvezető, GVI)
Verba Zoltán (elemző, GVI)

Kutatásvezető:

Tóth István János, Ph.D.
tudományos főmunkatárs, MTA KRTK KTI
ügyvezető, GVI
e-mail: istvan.janos.toth@gvi.hu

Kézirat lezárva: 2015. augusztus 31.

MKIK Gazdaság- és Vállalkozáskutató Intézet
Cím: 1034 Budapest, Bécsi út 120.
Tel: 235-0584
Fax: 235-0713
e-mail: gvi@gvi.hu
internet: <http://www.gvi.hu>

Tartalom

Executive summary	4
Vezetői összefoglaló.....	6
Bevezetés.....	9
1. Elméleti keretek – nemzetközi irodalom	12
2. Klímaváltozás természeti következményei	19
3. Ágazati szintű hatások.....	24
3.1. Mezőgazdaság és élelmiszeripar	25
3.2. Ipar	27
3.3. Energia	31
3.4. Építőipar.....	37
3.5. Szolgáltató szektorok, turizmus.....	39
3.6. Migráció.....	41
3.7. Egészségügyi hatások	42
4. Lehetséges intézkedések	45
Irodalom.....	49

Executive summary

- The following brief analysis investigates the diverse economic impacts of climate change, and besides that it also focuses on the description of the expectable effects on the Hungarian economy.
- Human activities like greenhouse gas emission are a major cause of climate change. In order to reduce the negative effects of climate change there are two general types of strategies: one of them attempts to reduce the extent of climate change (mitigation strategies) the other tries to find ways to adapt to the new conditions (adaptation strategies).
- Social and economic impacts of climate change can be examined by using dynamic mathematical and statistical models of multiple interdependent factors.
- Efforts to reduce global warming can be considered as a public good and there is a related free rider problem. Everyone benefits from the results of these efforts and non-payers (free riders) cannot be excluded. This results in a sub-optimal level of innovations, R+D expenditures and investments related to greenhouse gas reduction.
- The harm caused by greenhouse gases can be considered both as spatial and as dynamic externality. Consequently countries less willing to make efforts to reduce GHG emission impose a negative effect on other countries (spatial externality). The actions of the current generation impose an externality on the next generation welfare (dynamic externality).
- The primary effect of climate change is the rise of average temperature. In Hungary average temperature is expected to increase 0.5-3 degrees Celsius until 2050. The number of frigid days will decrease by 12-15 days annually in contrast the number of days with a heat alert may increase by even 14 days compared to the second half of the 20th century.
- As a result of increased temperature typical precipitation forms, frequencies and amounts are also going to change. In Hungary less frequent but more intense precipitation can be expected mostly in winter, which is becoming the wettest season.
- Heavy rainfalls can result in soil erosion in the basin of Central-European rivers and in extreme cases changes in topography may also occur. From the same reason more severe floods can be expected. On the other hand drought hazard is also expected to become a serious problem in Hungary. Small lakes in the Great Plain may dry up completely and Lake Balaton may lose significant portion of the water it receives naturally.
- Agriculture is one of the most vulnerable sectors to climate change in the economy. In Hungary the appropriate selection of cultivated species and other

adaptation actions (e.g. installation of irrigation systems) may turn the effects of climate change to favourable.

- The decreasing energy demand of the Hungarian industrial sector can increase the competitiveness of Hungary in the medium - and long term. Due to the climate change it is likely that industries like manufacturing of air-conditioning systems, heat insulators, solar panels and other industries related to alternative energy sources will represent a greater proportion of the GDP.
- In the upcoming decades conversion to renewable energy sources will define the trend in the energy industry. On the consumption side, it mostly affects heating and transportation, and on the supply side, a large development of solar and wind energy use is expected. In Hungary the existing capacity of wind generators will increase and due to the increase of solar irradiance and the decreasing costs of solar power production a rapid advancement of solar power use is expected.
- Climate change may speed up the depreciation of buildings and canal systems. Air-conditioning of buildings is not sustainable in the long term, however, heat insulators and insulated doors and windows can be a cost efficient and energy saving option. The test of green roofs is currently in progress.
- In the services sector the insurance services are the most affected ones by climate change, since they will have a key role in the management of the emerging risks. The decreasing amount and quality of natural freshwater will impose a negative effect on the tourism sector, however, it will be counterbalanced by the advancement of water tourism and the longer summer vacation period.
- Climate change related migration may occur due to the lack of drinkable water, desertification, increasing hazard of natural disasters or the raising sea level. Climate change caused migration may affect Hungary as well.
- Health impacts of the ever more frequent heat waves will be serious even in the medium term, and the health hazard caused by floods will also be significant. As a result of climate change the population of ticks, which is responsible for most vector spread diseases, will increase in Hungary. Longer blooming period of allergen pollen producing plants and the new invasive allergen plants will be a further negative impact.

Vezetői összefoglaló

- Az alábbi rövid elemzés a klímaváltozás szerteágazó gazdasági hatásait veszi sorra és az általános hatásokon túl a magyar gazdaságot várhatóan érintő hatások bemutatására összpontosít.
- Az emberi tevékenység, üvegházhatású gázok kibocsátása által, jelentős szerepet játszik a klímaváltozásban. Az éghajlatváltozás okozta káros hatások kiküszöbölése érdekében kétféle stratégiát követhetünk: alapvetően alkalmazkodást középpontba állítót (alkalmazkodási stratégia), vagy a klímaváltozás hatásait enyhíteni szándékozó lépésekre alapozót (enyhítő stratégia).
- A klímaváltozás társadalmi és gazdasági hatásait többtényezős, dinamikus és kölcsönösen összefüggő folyamatokat leíró matematikai-statisztikai modellekkel lehet vizsgálni.
- A klímaváltozás mérséklése érdekében bevezetett intézkedések globális közjóságnak tekinthetők, és rájuk nézve fenn áll az ún. potyautas-jelenség. A potyautasként viselkedő gazdasági szereplők saját kibocsátásukkal hozzájárulnak az üvegházhatás erősödéséhez, valamint gátolják a klímaváltozást mérséklő innovációk terén meghatározó jelentőségű kutatás-fejlesztési szektor fejlődését, miközben részesednek azoknak az erőfeszítéseknek a hasznaiból, amelyek az üvegházhatású gázok kibocsátásának mérséklésére irányulnak (például kisebb mértékű felmelegedés és ebből fakadó alacsonyabb kockázat).
- Az üvegházhatású szennyező anyagok okozta károk externáliáknak tekinthetők mind térben, mind időben. Ennek hatása, hogy a szükséges intézkedések bevezetésére alacsony hajlandóságot mutató országok a többi országot károsítják. A klímaváltozás kedvezőtlen hatásai elleni fellépés elmaradása esetén a jelen generációk a jövőbeli generációknak okoznak károkat. Ellenkező esetben a jelen generációk által bevezetett intézkedések előnyeit a jövő generációk élvezhetik.
- A klímaváltozás elsődleges természeti hatása az átlaghőmérséklet növekedése. Magyarországon 2050-ig az átlaghőmérséklet 0,5-3 Celsius fokos növekedése várható. A fagyos napok száma 12-15 nappal alacsonyabb lesz, a hőségriadó szintjét elérő napok száma viszont akár 14 nappal is több lehet a XX. század második feléhez képest.
- A megnövekedett hőmérséklet hatására az egyes területeken tapasztalható csapadék formája, gyakorisága és mennyisége is megváltozik. Magyarországon

emiatt összességében kevesebb eső várható, amely azonban intenzívebb esőzések folyamán fog lehullani, elsősorban a téli időszakban.

- A hevesebb esőzések a közép-európai folyók vízgyűjtő területein erős talajerózióhoz, vagy akár domborzat átalakulásához is vezethetnek, továbbá a folyók áradása is intenzívebb lesz. Emellett Magyarországon a szárazság veszélye nőni fog. Ennek következményeként kiszáradhatnak az alföldi tavak, valamint csökkenhet a Balaton vízszintje és kiterjedése.
- A mezőgazdaság a klímaváltozás hatásainak egyik leginkább kitett, legérzékenyebb szektor. Magyarországon a fajok megfelelő kiválasztásával és egyéb adaptációs lépések megtételével (pl. öntözőrendszerek kiépítésével) a klímaváltozás akár kedvezően is hathat a mezőgazdasági termelésre.
- A magyar ipar energiaigényessége közép- és hosszú távon csökken. A klímaváltozás miatt várhatóan növekedni fog a légkondicionáló berendezéseket, szigetelést és napelemt gyártó, valamint egyéb alternatív energiaforrásokat kiaknázó iparágak súlya.
- A következő évtizedekben a megújuló energiaforrásokra való áttérés határozza meg az energiaipari trendeket. A felhasználási oldalon ez leginkább a hőtermelést és a közlekedést érinti, termelési oldalon pedig a szél- és a napenergia hasznosításában számíthatunk nagymértékű fejlődésre. Magyarországon a meglévő szélenergia kapacitás növekedése és a napfényes órák számának növekedésével és a napenergia előállítás költségeinek csökkenésével a napenergia hasznosítás gyors előtörése várható.
- Az éghajlatváltozás hatására felgyorsulhat az épületek és a csatornarendszerek amortizációja. Az épületek légkondicionálása hosszú távon nem fenntartható, viszont a hőszigetelés és az ablakok cseréje költséghatékony és energiatakarékos megoldás. A zöldtetők tesztelése jelenleg is tart.
- A szolgáltatási szektorban a biztosítókat érinti leginkább a klímaváltozás, mivel a felmerülő kockázatok kezelésében kulcsszerepük lesz. A turizmus szempontjából negatív a vizek mennyiségének csökkenése és minőségének romlása, ám ezt ellensúlyozza majd a nyaralási szezon meghosszabbodása és a növekvő vízi turizmus.
- A klímaváltozáshoz kötődő migrációt idézhet elő a vízhiány növekedése, a lakott területek elsivatagosodása, az egyre gyakoribbá váló természeti katasztrófáknak való kitettség, valamint a tengerszint emelkedése. A klímaváltozással, a vízhiánnyal is összefüggő migráció a jövőben Magyarországot is érinti.
- Már középtávon is komoly egészségügyi következményei lesznek annak, hogy egyre több hőhullám érinti Magyarországot, ezen kívül az áradások jelentette kockázat is nagy. Az éghajlatváltozás eredményeképp növekszik a kullancsok száma, amelyek a legtöbb vektor általi megbetegedést okozzák Magyarországon. További negatív változás lesz az allergén pollent termelő

növények virágzási idejének kitolódása, illetve új allergén növények megtelepedése.

Bevezetés

Az elmúlt évtizedekben világszerte évről-évre egyre több kutatót foglalkoztatott a globális klímaváltozás jelensége és a hatására létrejövő jelenségek széles köre. Az ezzel kapcsolatos kutatások egyre több diszciplínára terjedtek ki, egyre teljesebb és pontosabb a jelenségkörrel megszerezhető tudásanyag. A természettudományon belül jól kidolgozott és részletesen vizsgált kérdéskör társadalmi és közgazdasági hatásainak felmérése és modellezése azonban nem annyira régi keletű: az utóbbi tíz évben került előtérbe e hatások számbavétele és elemzése. A klímaváltozás magyar gazdaságra gyakorolt várható hatásainak vizsgálata is viszonylag új területnek számít.

A közgazdasági hatások elemzésénél a problémák analitikus tárgyalásának egy lehetséges módja, ha külön vizsgáljuk a makrogazdasági hatásokat és külön az egyes piacokra, szektorokra, vagy gazdasági szereplőkre gyakorolt hatásokat (mikro szintű és piaci hatások).

A makrogazdasági hatások érvényesülése attól függ, hogy milyen gazdaságpolitikai scenáriók érvényesülnek a klímaváltozással kapcsolatban: klímaváltozás spontán mikro szintű alkalmazkodással (i); vagy spontán mikro szintű alkalmazkodáson túl a kormányzatok által meghatározott és irányított ellenlépésekkel (ii). Az első esetben makro szinten jóval nagyobb társadalmi költségekkel és gyengébb hatásfokú alkalmazkodással kell számolni, mint a második esetben. A makro szintű hatások ezen túl függnek még a kormányzati lépésektől, azok hatásosságától és kiterjedtségétől.

A lehetséges közgazdasági hatások rendszerezésekor, elemzésekor egy fontos nehézséggel kell szembenézni ami jelentős és el nem hárítható korlátokat állít a klímaváltozás hatásainak előrejelzése elé. A föld klímáját meghatározó folyamatok, ezek megváltozása, hatása az ökoszisztémára csak mint időben változó, és visszacsatolásokat tartalmazó folyamatként és hatásmechanizmusként képzelhető el. Ez a tény önmagában is nagy nehézséget jelent a várható gazdasági hatások feltérképezésekor.

Azt gondoljuk, hogy a lehetséges közgazdasági hatások felmérésénél először a lehetséges mikro szintű, illetve iparági szintű hatások feltérképezésére van szükség. A kormányzati alkalmazkodási lépések figyelembe vétele mellett csak ezek után lehetséges annak vizsgálata, hogy a klímaváltozás hogyan fog hatni makroszinten egy-egy nemzetgazdaságra.

Ennek megfelelően az alábbi rövid elemzés a klímaváltozás magyar gazdaságra gyakorolt hatásainak vizsgálatokor elsősorban a mikro szintű, és ágazati szintű hatások feltérképezésére irányul. Célunk az volt, hogy a meglévő, már publikált előrejelzések, vizsgálatok eredményeit összefoglaljuk, rendszerezzük, és ezek alapján felhívjuk a figyelmet a klímaváltozás kapcsán a magyar gazdaságot érintő fontosabb lehetséges hatásokra. Ennek érdekében egy olyan szakirodalmi áttekintést állítottunk össze, amelyben a felmelegedés által kiváltott természeti, társadalmi és gazdasági hatásokat tekintjük át, kiemelve ezek magyar vonatkozásait.

A tudományos érdeklődésen túl az utóbbi évtizedben azonban egyre erősödik az állampolgárokban is az az igény, hogy a laikusok számára is befogadható, feldolgozható, mégis alapos, áttekintést kaphassunk a globális felmelegedésről a tudomány által már feltárt ismeretekről. Ezen igény egyik forrása, hogy gyakrabban és egyre nyilvánvalóbban tapasztaljuk a klímaváltozás hatásait (szélsőséges időjárási események, árvizek, hóhullámok, stb.) Másrészt a nemzetközi egyezmények hatására világszerte a lokális (regionális, állami, önkormányzati) politikákban is egyre nagyobb szerepet kap ez a kérdés. Harmadrészt a vállalkozások, az üzleti szektor is inkább olyan kérdésként tekint a globális felmelegedésre, amivel az üzleti döntések meghozatalakor is tervezni kell.

Ezek a tényezők együttesen szükségessé teszik, hogy a magánemberek, az üzleti szféra, és a politika számára is jól felhasználható módon közvetítsük a klímaváltozásról rendelkezésre álló ismereteket.

Az elemzés első részében a közgazdasági hatások feltárásának egy elméleti keretét ismertetjük, majd a klímaváltozás természeti hatásait foglaljuk össze röviden. Ezt követi

a klímaváltozás közgazdasági hatásainak ismertetése úgy, hogy a leginkább érintett ágazatokra és piacokra gyakorolt hatások leírását tartottuk szem előtt. Az elemzés negyedik részében azokról a klímaváltozás által érintett területekről lesz szó, amelyekre vonatkozóan Magyarországon a jövő kormányzatainak fokozottan figyelniük kell, amelyeknél lépéseket kell tenni a klímaváltozás kedvezőtlen hatásainak semlegesítésére.

1. Elméleti keretek – nemzetközi irodalom

- A tudományos elemzések szerint az üvegházhatású gázok kibocsátása által az emberi tevékenység jelentős szerepet játszik a klímaváltozásban.
- A klímaváltozás mérséklése érdekében bevezetett intézkedések globális közjóságnak tekinthetők, és rájuk nézve fenn áll az ún. potyautas-jelenség. A potyautasként viselkedő gazdasági szereplők saját kibocsátásukkal hozzájárulnak az üvegházhatás erősödéséhez, valamint gátolják a klímaváltozást mérséklő innovációk terén meghatározó jelentőségű kutatás-fejlesztési szektor fejlődését, miközben részesednek azoknak az erőfeszítéseknek a hasznaiból, amelyek az üvegházhatású gázok kibocsátásának mérséklésére irányulnak (pl. kisebb mértékű felmelegedés és ebből fakadó alacsonyabb kockázat).
- Az üvegházhatású szennyező anyagok okozta károk externáliáknak tekinthetők mind térben, mind időben. Ennek hatása, hogy a szükséges intézkedések bevezetésére alacsony hajlandóságot mutató országok a többi országot, míg a jelen generációk a jövőbeli generációkat károsítják.
- Az éghajlatváltozás okozta káros hatások kiküszöbölése érdekében követhető az alkalmazkodás, illetve az enyhítés stratégiája. Ezek alkalmazásához az éghajlatváltozás hatásait területenként pontosan fel kell mérni, amely célra matematikai-statisztikai alapú modellek a legalkalmasabbak.
- A 2010-ben kibocsátott üvegházhatású gázok 25%-áért a villamosenergia- és a hőtermelés volt felelős; 24% származott a mezőgazdaságból, illetve az erdő- és földfelhasználásból, valamint 21% az ipari tevékenységből; a megmaradó 30% egyéb emberi tevékenységgel (pl. közlekedés) függ össze.

A klímaváltozás gazdasági hatásainak vizsgálatáról az utóbbi időben számos tudományos publikáció született¹. Ebben az elemzésben a klímaváltozás gazdasági elméletét Tom Tietenberg és Lynne Lewis *Environmental & Natural Resource Economics* című könyvét alapul véve mutatjuk be. A következőkben a probléma megismeréséhez a szerzők által írt megállapításokra építünk.

A klímaváltozás egy olyan szennyezési probléma, mely a jövő környezetvédelmi kihívásai közé tartozik. A Napból érkező energia irányítja a Föld időjárását és klímáját. A beérkező sugarak felmelegítik a Föld felszínét, mely ezt az energiát visszasugározná az űrbe, azonban a bolygón található légköri üvegházhatású gázok (vízgőz, szén-dioxid, metán és egyéb gázok) a felszabaduló hő egy részét felfogják. E nélkül a természetes üvegházhatás nélkül a Földön uralkodó hőmérséklet sokkal alacsonyabb lenne, mint jelenleg, és az élet általunk ismert formája ellehetetlenülne. Probléma akkor merül fel, ha az üvegházhatású gázok koncentrációja olyan szintre emelkedik, hogy túlzott hőmennyiséget tartva a Föld légkörében, módosítja az uralkodó éghajlatot.

Az Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)², 2001-ben, 2007-ben, és legutóbb 2015-ben-ben publikálta megállapításait a klímaváltozást kiváltó okokról és a lehetséges végeredményekről³. Az IPCC megállapításai szerint az emberi tevékenység jelentős szerepet játszik a klímaváltozásban, például a fosszilis tüzelőanyagok használata és a földhasználat-változás miatt globálisan növekvő szén-dioxid kibocsátás, valamint az elsősorban mezőgazdasági tevékenységből származó metán növekedése a légkörben.

¹ Néhány nagyobb hatású összefoglaló munka:

Bert Bolin – Robert Watson – Marufu Zinyowera – Narasimham Sundararaman – Richard Moss (1998): *The Regional Impacts of Climate Change. An assessment of vulnerability*. Cambridge University Press, Cambridge (UK); Anthony Giddens (2008): *The Politics of Climate Change*. Mass Polity Press, Cambridge (UK); Nicholas Stern (2007): *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press, Cambridge (UK); és az újabb elemzések közül *Economic growth and climate change*

(<http://2014.newclimateeconomy.report/overview/>) és *Seizing the Global Opportunity* (http://2015.newclimateeconomy.report/wp-content/uploads/2014/08/NCE-2015_Seizing-the-Global-Opportunity_web.pdf)

² Lásd: <http://www.ipcc.ch/>

³ Lásd http://ar5-syr.ipcc.ch/ipcc/resources/pdf/IPCC_SynthesisReport.pdf

A szakemberek véleménye szerint a felmelegedés gyorsabb lehet, mint ahogy azt az IPCC korábbi, például 2007-es jelentésben azt jósolták (Stern, 2008). Ezt több azóta bekövetkezett és felgyorsuló természeti folyamat is alátámasztja. Például az északi, jelenleg fagyos tundrán hatalmas metángáz mennyiség tárolódik a befagyott mocsarakban. Ha a felmelegedés hatására a tundra olvadni kezd, a megrekedt metán kiszabadul. Mivel a metán erőteljes üvegházhatású gáz, így tovább növeli a felmelegedést és a klímaváltozást a Föld légkörében (Tietenberg és Lewis, 2012).

Minden olyan intézkedés, melyet a klímaváltozás mérséklése érdekében vezetnek be, közgazdasági értelemben globális közjószágnak tekinthető, ugyanis az erre irányuló tevékenységből nem zárható ki senki és a tevékenységet végzők között nincs rivalizálás sem. Azonban – mint a közjavaknál általában – fennáll a potyautas probléma, mivel azok a szereplők (kormányzatok, vállalatok), akik nem tartják szem előtt az üvegház hatású gázok koncentrációját, nem akadályozhatóak meg abban, hogy az intézkedésekből származó előnyöket élvezzék. A potyautas probléma nem csak túlzott kibocsátást eredményez, hanem gátolja a beruházásokat a K+F szektorba, ami a fő motorja az innovatív, alacsony szén-dioxid-kibocsátású technológiák kialakításának. A potyautas hatások a klímaváltozással kapcsolatos javító intézkedéseket tartalmazó megállapodások létrejöttét is gátolják.

Az üvegházhatású szennyező anyagok okozta károk externáliáknak tekinthetőek mind térben, mind időben. Térben például a legnagyobb kibocsátók (az iparosodott országok) rendelkeznek a legnagyobb kibocsátást csökkentő képességgel, azonban ők az elégtelen intézkedésekből fakadó károkból várhatóan kevesebbet tapasztalnak, mint a fejlődő országok. Az időbeli externálián azt értjük, hogy a gázok felügyeletének költségei a jelen generációkat terheli, míg az intézkedésekből származó előnyök a jövőben keletkeznek, ezért nehezebb meggyőzni a jelen generáció tagjait, hogy csatlakozzanak a csökkentésre irányuló erőfeszítésekhez.

A klímaváltozás okozta káros hatások kiküszöbölésére a nemzetközi szakirodalom két fő stratégiai megközelítést alkalmaz: (1) alkalmazkodás és (2) enyhítés. Számos alkalmazkodási és enyhítési lehetőség hozzájárulhat a klímaváltozás okozta hatások

csökkentéséhez, azonban nincs egyetlen, önmagában elegendőnek nevezhető megoldás sem. A hatékony végrehajtás fő meghatározója az egyes szinteken létrejövő eljárás mód és együttműködés, amely csak az előbb említett két stratégia mentén létrejövő integrált válaszok alapján lehetséges, figyelembe véve más társadalmi célokat is (IPCC, 2015).

Alkalmazkodás

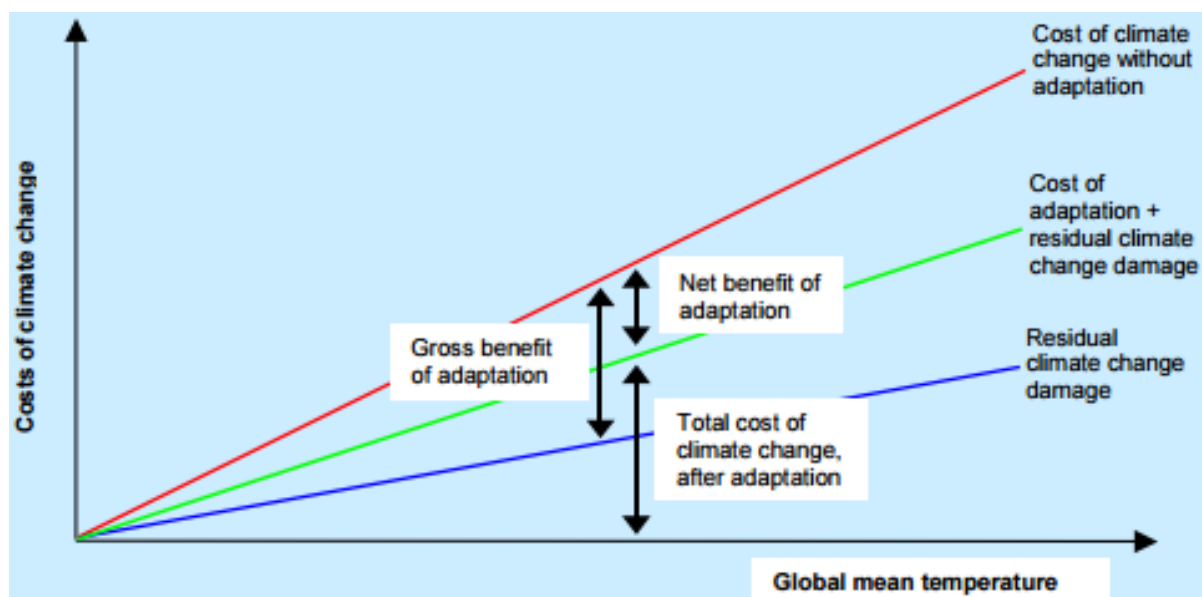
Az alkalmazkodási stratégiák olyan erőfeszítéseket jelentenek, melyek a természeti vagy az emberi rendszerek módosítására irányulnak annak érdekében, hogy minimálisra csökkentsék a klímaváltozás okozta hatásokból származó károkat. Az ilyen intézkedések közé tartoznak például a különböző fejlesztési tervek kiegészítése, módosítása a klímaváltozás okozta hatások figyelembevételével, vagy a közegészségügyi intézmények felkészítése arra, hogy kezelni tudják a melegebb klíma miatt a betegségekben történő változások következményeit (Tietenberg és Lewis, 2012).

Enyhítés

Az enyhítés stratégiája alatt olyan technikák kialakítását értik a szakemberek, melyek például a káros gázok kibocsátásának csökkentésére irányulnak, vagy olyan intézkedések bevezetését, melyek növelik a Föld természetes, üvegházhatású gázokat elnyelő képességét.

A klímaváltozáshoz való alkalmazkodást célzó intézkedések kialakításához elengedhetetlen feltétel annak feltárása, hogy miképp befolyásolja a klímaváltozás a társadalmi és gazdasági rendszert. Ezek a hatások több csatornán keresztül valósulhatnak meg, például a mezőgazdasági termelés, illetve az energiafogyasztás megváltozásán keresztül is (Ciscar és Dowling, 2014).

1.1. ábra: Az alkalmazkodás szerepe a klímaváltozás okozta károk csökkentésében



Megjegyzés (az ábrán látható jelölések magyarul):

Függőleges tengely: A klímaváltozás költségei

Vízszintes tengely: Globális átlaghőmérséklet

Gross benefit of adaptation: Az alkalmazkodás bruttó haszna

Net benefit of adaptation: Az alkalmazkodás nettó haszna

Total cost of climate change after adaptation: A klímaváltozás teljes költsége az alkalmazkodás után

Cost of climate change without adaptation: A klímaváltozás költsége alkalmazkodás nélkül

Cost of adaptation + residual climate change damage: Az alkalmazkodás költsége + a klímaváltozás okozta fennmaradó kár

Residual climate change damage: A klímaváltozás okozta fennmaradó kár⁴

Forrás: Stern, 2007

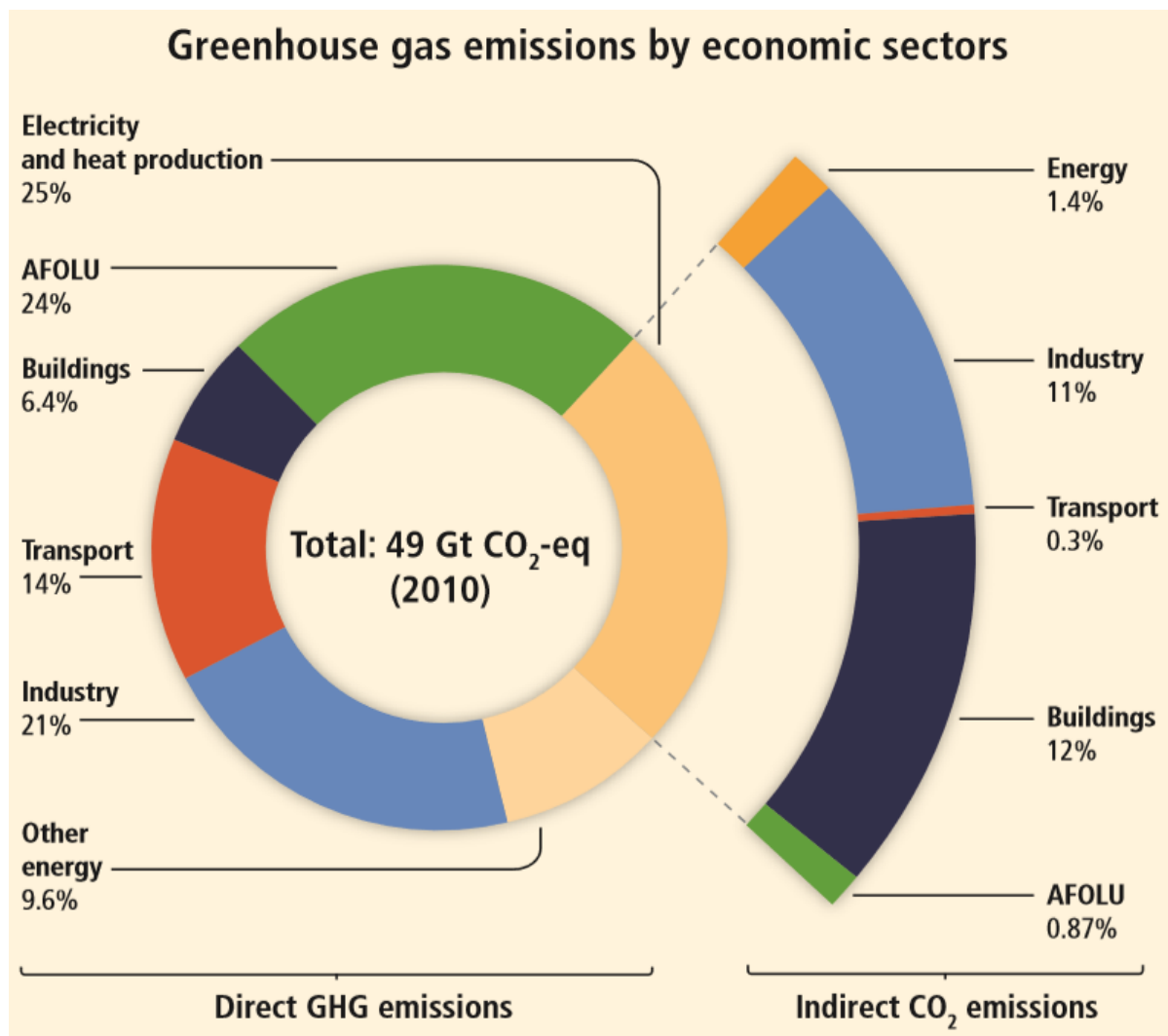
Az 1.1. ábra érzékelteti, hogy az alkalmazkodás szerepe jelentős lehet a klímaváltozás okozta negatív hatások enyhítésében. Az alkalmazkodásból származó bruttó haszon jelenti az elkerült kár nagyságát. Az egyszerűség kedvéért az emelkedő hőmérséklet és a klímaváltozás/alkalmazkodás költségei közötti kapcsolat az ábrán lineáris, azonban a valóságban a klímaváltozás költségeinek növekedése valószínűleg felgyorsulnak a hőmérséklet növekedésével, míg az alkalmazkodás nettó haszna csökken a klímaváltozás költségeihez képest.

A klímaváltozás okozta hatások felmérésére a rendelkezésre álló információk és adatok alapján a szakemberek matematikai-statisztikai eszközökkel alkotnak modelleket, amelyek előrejelzésre is alkalmasak lehetnek. Az IPCC 2015-ben megjelent empirikus

⁴ Nicholas Stern (2007): *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press, Cambridge (UK).

kutatása szerint a klímaváltozásért felelős üvegházhatású gázok légköri növekedését 78 százalékban a fosszilis tüzelőanyagok elégetéséből és más ipari folyamatokból származó szén-dioxid kibocsátás okozta. 2010-es adatok alapján a világ 49 gigatonna CO₂-egyenértékű üvegházgázt bocsátott ki, melynek a gazdasági ágak szerinti százalékos megoszlását a 1.2. ábrán láthatjuk.

1.2. ábra: Az üvegházhatású gázok kibocsátásának megoszlása gazdasági szektorok szerint



Forrás: IPCC, 2015

Az üvegházhatású gázok közvetlenül legnagyobb arányban a villamos energia és hőtermelés szektorból kerültek ki (25%), ezt követi a mezőgazdaság, erdő- és földfelhasználásból származó gázkibocsátás (24%), valamint az ipari tevékenység (21%), és 30%-ban egyéb forrásból származik. A közvetett és közvetlen hatásokat is számításba

véve a kibocsátás 32%-a köthető az iparhoz, 14,3%-a a közlekedéshez és 18,4%-a az épületek fenntartásához és fűtéséhez.

A villamosenergia-szektoron belül a közvetett szén-dioxid-kibocsátás legnagyobb arányban (12%) az épületek működéséhez szükséges villamos energia felhasználásából származik, 11 százaléka pedig az ipari tevékenységekhez szükséges villamos energia felhasználásából.

A klímaváltozásra ható emberi tevékenység mértékéről máig éles vita⁵ folyik a szakemberek között. A kutatások többsége szerint a globális klímaváltozás egyértelműen emberi tevékenység eredménye⁶, és ha ez igaz, akkor a probléma megoldására is emberi tevékenységen keresztül vezet az út. A témával foglalkozó kutatók egy másik csoportja azonban szembemegy ezzel a nézettel, és tagadja, hogy az 1880 körül kezdődött felmelegedés nagyrészt az emberi tevékenységnek köszönhető, valamint hogy komoly veszélyforrást jelent az emberiségre⁷.

⁵ A klímaváltozásban szerepet játszó emberi tevékenység mértékéről szóló vitákról további információk találhatóak a következő internetes portálon: <http://climatedebatedaily.com/>

⁶ Lásd

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_scientists_opposing_the_mainstream_scientific_assessment_of_global_warming

⁷ Lásd uo.

2.Klímaváltozás természeti következményei

- Magyarországon a következő 25-50 évben az átlaghőmérséklet 0,5-3 Celsius fokkal fog nőni.
- Összességében kevesebb, de intenzívebb eső várható, elsősorban a téli időszakban
- Talajerózió és szárazság egyaránt ronthatja a talajviszonyokat
- Az alföldi, tiszamenti tavak és a Balaton a klímaváltozás miatt veszélyeztetett ökoszisztéma.

A klímaváltozás elsődleges természeti hatása az átlaghőmérséklet növekedése⁸. A földfelszínen mért hőmérséklet a tizenkilencedik század második felében átlagosan 0,78°C-al volt alacsonyabb, mint a 2003-2012 közti évtizedben (IPCC, 2015). A tengerek és óceánok vízhőmérséklete szintén emelkedett, a 0-75 méteres mélységtartományban 0,1°C körüli a melegedés mértéke évtizedenként az 1971-2010-es időszakban (IPCC, 2015). A tengerekben és a szárazföldön lévő jégtömeg egyaránt csökkent, az óceánok szintje 1901-2010 időszakban nagyjából 0,2 métert emelkedett és az emelkedés üteme az időszak folyamán gyorsult (IPCC, 2015).

A hőmérséklet, csapadék, vízszint és egyéb környezeti jellemzők jövőben várható alakulását a klímakutató intézetek az üvegházhatású gázok kibocsátásának különböző pályáit feltételező, úgynevezett klímaváltozási scenáriók formájában jelzik előre. Ezek alapján az üvegházhatású gázok globális kibocsátásának függvényében Magyarországon 0,5-3°C hőmérsékletváltozás várható 2050-ig. A fagyos napok száma jelentősen, akár évi 12-15 nappal kevesebb lesz 2040-ben az 1961-1990 időszakhoz képest; a hőségriadó

⁸ Lásd a NASA 1880-2013 közötti adatokra épülő animációját a földet érintő globális felmelegedésről: http://climate.nasa.gov/climate_resources/28/

szintjét elérő napok száma pedig akár 14 nappal lesz több ugyanebben az összehasonlításban a climateadaption.eu összefoglalója szerint⁹.

A megnövekedett hőmérséklet több párolgással és a légkör magasabb páramegtartó kapacitásával jár, mindemellett a szelek és viharok erősödése várható; ezek a hatások jelentősen átalakítják az egyes területeken tapasztalható csapadékozás átlagos mennyiségét, gyakoriságát és a csapadék formáját (Trenberth, 2010). Magyarországon a csapadékmennyiség változása a szimulációk szerint 1,8 °C hőmérsékletváltozásig negatív, e fölött pozitív lesz (Anda et al, 2011). Mivel a vizsgálati időszak alatt csak a nagyon pesszimista klíma scenáriók szerint érjük el ezt a hőmérséklet növekedést, összességében a csapadék mennyiség enyhe csökkenésével érdemes számítani. Annak ellenére, hogy a változás összességben kicsi, a climatechange.eu összefoglalója szerint a csapadék éven belüli eloszlása jelentősen megváltozik: a 2071-2100 időszakban a legcsapadékosabb évszak a tél lesz és a nyár a legszárazabb, ami pont ellentéte az 1961-1990 időszakban megfigyelt eloszlásnak. A csapadékeloszlás ilyen változása negatívan érintheti a mezőgazdaságot, aminek az eddig jellemző nyári-tavaszi csapadék maximumok kedvezőbbek. Várhatóan kevesebb alkalommal, de olyankor intenzívebben fog csapadék hullani, ami a hőmérséklet emelkedés miatt a jelenleginél ritkábban lesz havazás, miközben a száraz területek még szárazabbá, a csapadékosak pedig még inkább csapadékosává válhatnak (Trenberth, 2010).

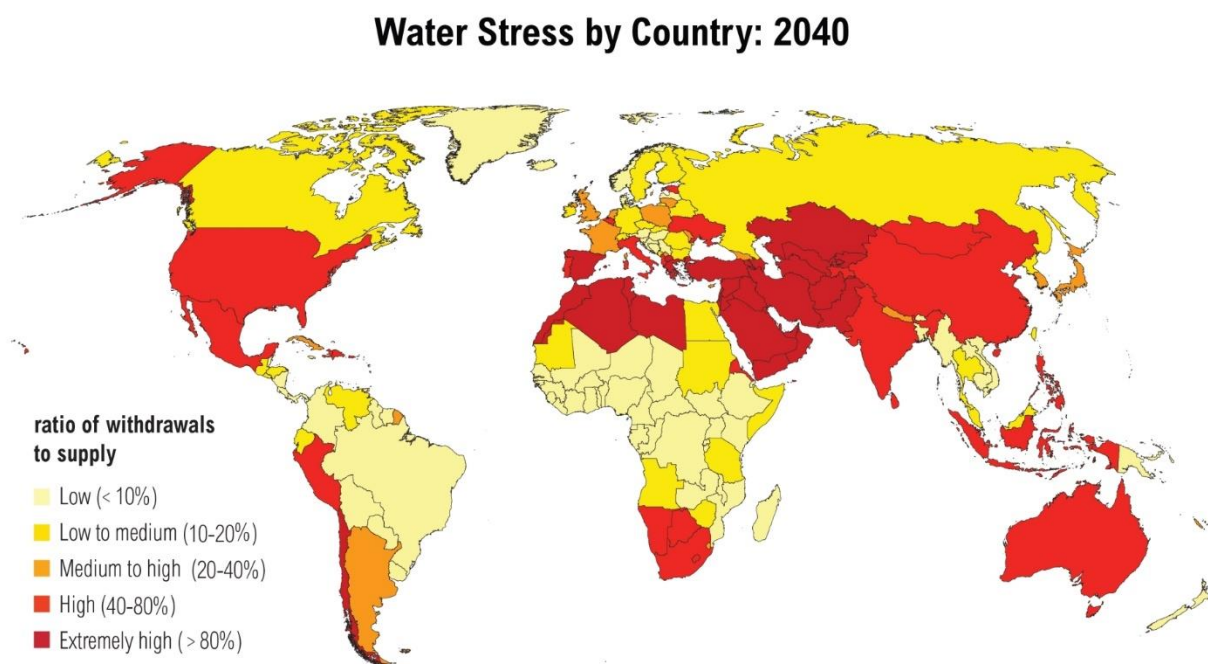
A tengerszint emelkedése következtében a part menti területek egy része víz alá kerülhet, míg más partszakaszokon megnövekedhet a szökőárok előfordulása (Nicholls et al., 1999). Mivel ez a két tényező veszélyessé vagy lakhatatlanná teszi ezeket a területeket, ami jelentős mértékű migrációs folyamatokat indíthat el, figyelembe véve, hogy a part menti területek népsűrűsége jóval magasabb a többi szárazföldi területénél (Nicholls et al., 1999).

A csapadékhiány nyomán bekövetkező szárazság és vízhiány jelentős negatív hatást gyakorol az adott térség mezőgazdaságára és az ott élő népesség életfeltételeit

⁹ <http://www.climateadaption.eu/hungary/climate-change/>

nagymértékben rontja. 2040-re számos közel-keleti, dél-amerikai és több európai ország is súlyos szárazsággal fog küzdeni (lásd a 2.1. ábrát). A vízhiány komoly nemzetközi konfliktusokhoz és migrációs hullám elindulásához vezethet¹⁰.

2.1. Ábra: A vízhiány miatt érintett országok 2040-ben



NOTE: Projections are based on a business-as-usual scenario using SSP2 and RCP8.5.

For more: ow.ly/RiWop

 WORLD RESOURCES INSTITUTE

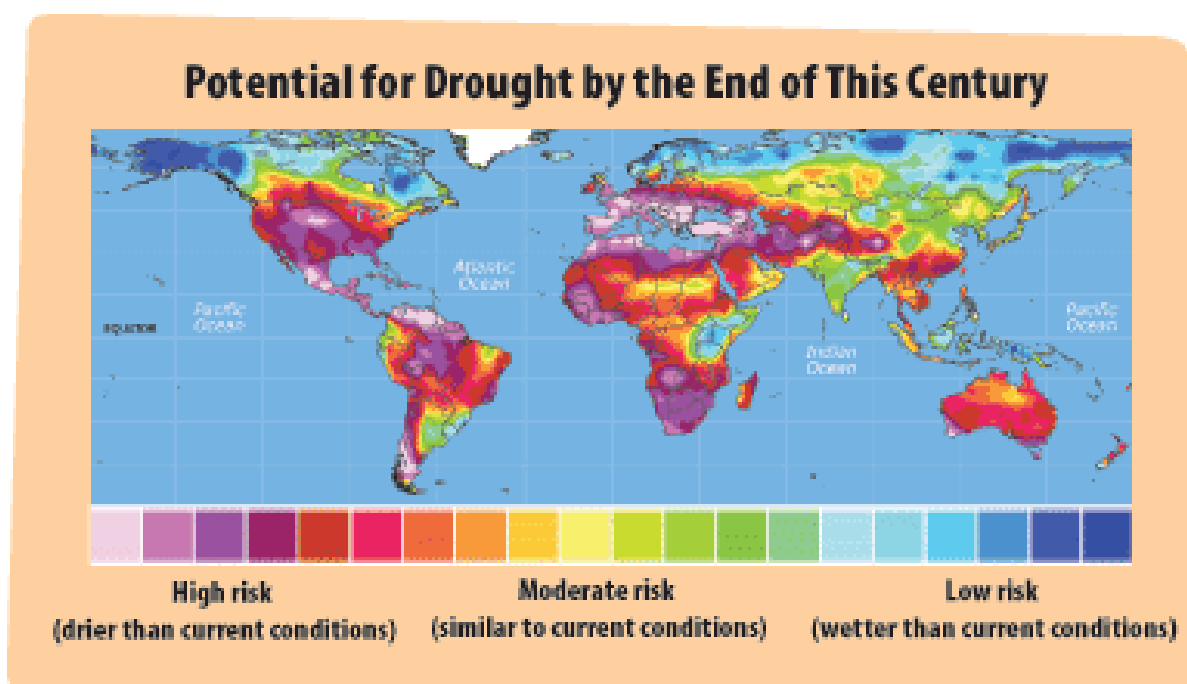
Forrás: <http://www.wri.org/blog/2015/08/ranking-world%E2%80%99s-most-water-stressed-countries-2040>

Az óceáni éghajlatú területeken a megnövekedett csapadékmennyiség talajeróziót okozhat (Mullan et al., 2012). Ebben közrejátszik, hogy az intenzívebb esőzések és a lassan olvadó hó helyett is eső formájában érkező csapadékozás miatt a folyók áradása is intenzívebb lesz (Trenberth, 2010). Önmagában a csapadék mennyiség növekedése sem okozna térségünkben kritikus problémát, mesterséges esőztetéssel végzett szimulációk szerint (Klik et Eizinger, 2010). Az intenzívebb esők okozta folyóáradások azonban a Közép-európai folyók vízgyűjtő területein is erős talaj erózióhoz vagy akár domborzati

¹⁰ Lásd: <http://motherboard.vice.com/read/the-nations-that-will-be-hardest-hit-by-water-shortages-by-2040> és <http://www.greenfo.hu/hirek/2015/08/30/a-vilag-fele-szomjazni-fog-migracio-es-vizhiany>

átalakulások is vezethetnek (Starkel, 2005). Ezzel szemben a kontinentális éghajlatú területeken a hőmérséklet növekedés, a kevesebb csapadék és az erősebb szelek sivatagosodáshoz vezethetnek. A 2.2. ábrán várhatóan szárazság által 2050-ben veszélyeztetett területek láthatók. A National Center for Atmospheric Research (NCAR) 2010-es előrejelzései hosszabb távon ennél erőteljesebb változásokat jósol: a század végére már Magyarország is a szárazságok által veszélyeztetett területekhez tartozik¹¹.

2.2. Ábra: A szárazföldi területek a szárazság által okozott fenyegetés bekövetkezési esélye szerint



Forrás: epa.gov/climatestudents/impacts/signs/droughts.html

Magyarországon 25 éves távlatban a szárazság veszélye közepesen erős. A szárazság egyik várható következménye az alföldi tavak teljes, vagy időleges kiszáradása, illetve ezek élővilágának elvesztése lehet. A hőmérséklet emelkedés szintén veszélyezteti a Balatont, aminek vízszintje és kiterjedése is csökkenthet.

¹¹ Lásd <https://www2.ucar.edu/atmosnews/news/2904/climate-change-drought-may-threaten-much-globe-within-decades>

A felsorolt globális környezeti változások következtében sok növény- és állatfaj kipusztulása várható, mások előfordulása jelentősen csökkenhet vagy területileg változhat meg. Az élővilágra gyakorolt hatások tekintetében sokkal nehezebb előrelátni, mint az éghajlati hatásokat illetően, így nehéz előrejelzéseket adni ezen a területen (Bellard et al. 2012). Ennek egyik fő oka az ökoszisztéma többszörös visszacsatolási láncokat tartalmazó dinamikus jellege. Például a különböző fajok populációja nem egyszerűen az éghajlati tényezőktől függ, hanem a környezetükben élő más fajok állományával is kölcsönös összefüggésben alakul. Ezekben a kölcsönös függőségi viszonyokban egyes fajoknak kulcsfontosságú szerepe lehet, ilyen példaként leggyakrabban a beporzást végző rovarokat szokták említeni. A visszacsatolás egy másik szintjét az élőlények evolúciós adaptációra való képessége jelenti (Lavergne et al., 2010).

3. Ágazati szintű hatások

- A mezőgazdaság a klímaváltozás hatásainak egyik leginkább kitett, legérzékenyebb szektor. A megfelelő fajok kiválasztásával és egyéb adaptációs lépések megtételével (például öntözőrendszerek kiépítése) Magyarországon a klímaváltozás akár kedvezően is hathat a mezőgazdasági termelésre.
- Míg a kukoricatermelés várhatóan csak öntözőrendszerrel lesz megvalósítható a jövőben, addig kedvező lehet a változás a paradicsom, paprika, uborka, dinnye, cseresznye, alma, szilva, dió és az ezekkel rokon fajok számára.
- Magyarország iparának energiaigényessége alacsonyabb a régió országainál, de meghaladja az Európai Unió tagállamainak átlagát. Az ipar energiaigényessége közép- és hosszú távon csökkenő tendenciát mutat. A klímaváltozás miatt várhatóan erősödnek a légkondicionáló berendezéseket, szigetelést és napelemet gyártó, valamint egyéb alternatív energiaforrásokat kiaknázó iparágak.
- A klímaváltozás szempontjából kiemelt jelentősége van az energiaiparnak, mivel a világ szén-dioxid-kibocsátásának nagy részéért felelős. A következő évtizedekben a megújuló energiaforrásokra való áttérés és az energiahatékonyságra való törekvés jellemzi az energiaipar fejlődését. Magyarországon a lakossági energiafelhasználás legnagyobb részét kitevő hőfogyasztás 2030-ra 25%-kal csökkenhet; a közlekedési célú energiafogyasztásban várhatóan 10%-ra emelkedik a megújuló energia aránya.
- Az EU energetikai célkitűzéseinek és javaslatainak végrehajtása hazánkban komoly energiahatékonysági előrelépést és évi 1,5%-os energia-megtakarítást eredményez, valamint az 1990-es szinthez képest 2030-ra az üvegházhatású gázok kibocsátásának 40%-os csökkenését. A világban az energiatermelés szintén a megújuló energiaforrások felé fog elmozdulni. Jelentős fejlődés várható a szél- és a napenergia hasznosításában. Ezeknél kisebb léptékű növekedés várható a bio-, a víz- és a geotermikus energia vonatkozásában.
- A szélsőséges időjárási viszonyok eredményeként rövid idejű, nagy intenzitású esőzések fordulhatnak elő, amelyek felgyorsíthatják az épületek és a csatornarendszerek amortizációját. Az épületek légkondicionálása hosszú távon nem fenntartható, viszont a hőszigetelés és az ablakok cseréje költséghatékony és energiatakarékos megoldás lehet.
- A szolgáltatási szektorban a biztosítókat érinti leginkább a klímaváltozás, mivel a felmerülő kockázatok kezelésében kulcsszerepük lesz.

- A turizmus szempontjából negatív a vizek mennyiségének és minőségének csökkenése, ám ezt ellensúlyozza majd a nyaralási szezon meghosszabbodása és a megnövekvő vízi turizmus. A világban az egyre gyakoribb időjárási anomáliák hatására csökken a szőlőtőkék élettartama, romlik a borminőség. A szőlőtermesztés és a hozzá kapcsolódó borturizmus várhatóan nagyobb hangsúlyt kap hazánk északabbi területein.
- A klímaváltozáshoz kötődő migrációt idézhet elő a lakott területek elsivatagosodása, az ivóvíz hiány, az egyre gyakoribbá váló természeti katasztrófáknak való kitettség, valamint a tengerszint emelkedése. A klímaváltozással, a vízhiánnyal is összefüggő migráció a jövőben Magyarországot is érinti.
- Komoly egészségügyi következményei lesznek annak, hogy egyre több hőhullám lesz Magyarországon, ezen kívül az áradások jelentette kockázat is nagy. Az éghajlatváltozás eredményeképp megnövekedik a kullancsok száma, amelyek a legtöbb vektor általi megbetegedést okozzák Magyarországon. További negatív változás lesz az allergén pollent termelő növények virágzási idejének kitolódása, illetve új allergén növények megtelepedése.

3.1. Mezőgazdaság és élelmiszeripar

Az mezőgazdaság a klímaváltozás által egyik legközvetlenebbül érintett gazdasági szektor. A mezőgazdaság szempontjából fontos környezeti tényezőkről már esett szó, ide tartozik a csapadékozás (mennyisége, gyakorisága, variabilitása) és ezzel összefüggésben az adott területen a talajviszonyok alakulása. A csapadéktöbblet várhatóan elsősorban Észak-Európában jelenthet nehézséget (IPCC, 2015), míg csapadékmennyiség stagnálása vagy csökkenése, és a mezőgazdasági célra felhasználható víz ebből fakadó hiánya Európán belül a déli országokat, például Olaszországot és Spanyolországot érintheti. Ebből a szempontból Magyarországon a gyakori szárazság kockázata csak század második felében lesz magas¹². A szárazság globálisan leginkább Afrikában okozhat problémát. A mezőgazdasági felhasználásnak alkalmazkodnia kell a megváltozott környezeti és biológiai viszonyokhoz. Szélsőséges esetben, például a talajerózió vagy a

¹² Lásd: <https://www2.ucar.edu/atmosnews/news/2904/climate-change-drought-may-threaten-much-globe-within-decades>

sivatagosodás miatt, egyes területeket teljesen ki kell vonni a mezőgazdasági felhasználásból.

A környezeti tényezők áttekintésekor említettük, hogy különböző klímaváltozási scenáriók esetén előjelében is eltérő lesz a csapadékmennyiség hazai változása. Az általunk vizsgálni kívánt 5-20 éves időtávon azonban még feltételezhetjük, hogy a csapadékmennyiség csökkenő tendenciát fog mutatni.

A különböző klímaváltozási scenáriók esetén jelentősen eltérő a búza termésátlagok várható alakulása is, jelentős csökkenés vagy növekedés is elképzelhető (Harnos, 2002).

A nyári időszakban csökkenő csapadékmennyiség miatt a jelenleg öntözés nélkül végzett kukoricatermesztés várhatóan csak öntözéssel lesz megvalósítható a climateadaption.eu összefoglalója¹³ alapján. A különböző zöldség- és gyümölcsfélék eltérő biológiai igényeik miatt eltérő módon érintettek: egyeseket kedvezően, másokat hátrányosan érintenek a változások. A jövőben előtérbe kerülhetnek azok a fajok, amelyek számára kedvező a klímaváltozás, például paradicsom, paprika, uborka, dinnye, cseresznye, alma, szilva, dió.

A búza vagy kukorica esetében a vetéskor már ismert, hogy milyen éghajlattal kell számolni a növény élettartama alatt, hiszen az csak pár hónap. Évtizedekre előre azonban nem ismerjük, milyen klímaváltozási scenárió fog bekövetkezni. Ez külön bizonytalanságot jelent például egy erdő vagy gyümölcsös ültetése esetén, ugyanis előfordulhat, hogy az erdei fák akár 80-120 éves élettartama alatt élőhelyük számukra alkalmatlanná válik; ez a probléma már most is a tervezettnél korábbi fakitermeléseket eredményezett, aminek hozama is elmarad az ültetéskör elvárt megtérülési szinttől¹⁴. Az erdőgazdálkodás számára ezért fontos szerepe van a fajok megfelelő kiválasztásának. Szárazságtűrő fajok választása esetén azonban a fakitermelés szempontjából akár kedvező is lehet a hőmérséklet növekedés.

¹³ <http://www.climateadaptation.eu/hungary/agriculture-and-horticulture/>

¹⁴

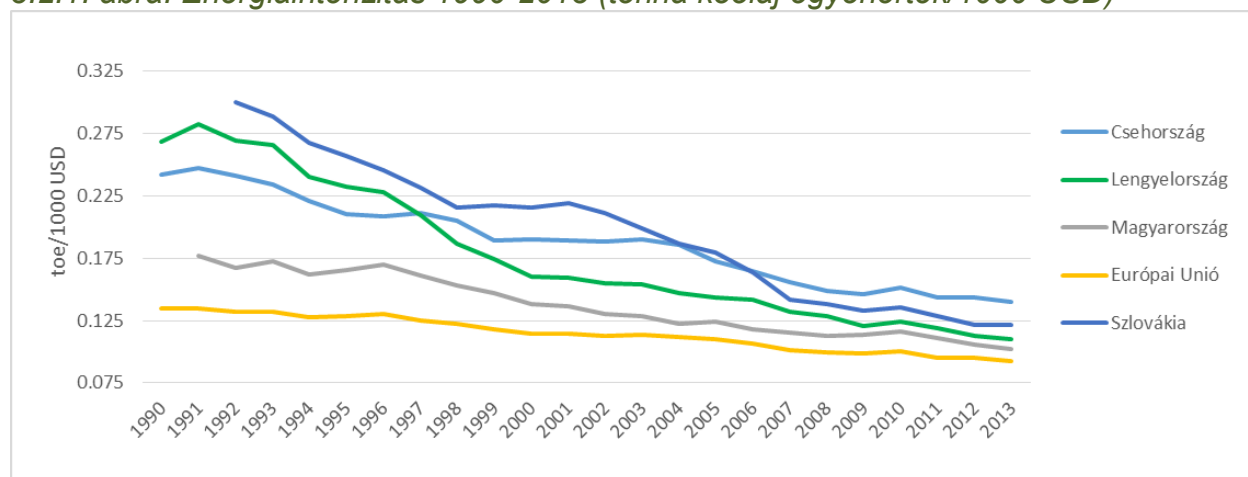
[http://www.vilagtudomany.hu/index.php?data\[mid\]=7&data\[id\]=403&magyarorszagkulonosenveszelyeztetett/](http://www.vilagtudomany.hu/index.php?data[mid]=7&data[id]=403&magyarorszagkulonosenveszelyeztetett/)

A mezőgazdasági tevékenység nem csak elszenvedője a globális klímaváltozásnak, hanem az azt okozó tényezők sorában is szerepel. Egyrészt az üvegházhatású gázok egyik legjelentősebb forrása az állattenyésztés, ez körülbelül az összes kibocsátás 14,5%-át jelenti globális szinten (FAO, 2013). Másrészt említésre méltó a mezőgazdaság területek bevonása céljából történő erdőirtások éghajlati hatása is. Ezért elképzelhető, hogy a jövőben ezen tevékenységek korlátozása (például nagymértékű adóztatása) a mezőgazdasági szabályozás része lesz, a további károk elkerülése érdekében. Ugyanakkor a mező- és erdőgazdaságnak fontos szerepe van a levegő széndioxid tartalmának csökkentésében is, más széndioxid megkötő technológiák mellett.

3.2. Ipar

A nagy energiaigényű nehézipari ágazatok összeomlása és a gazdasági szerkezetváltás jelentős mértékben javította a magyarországi energiafelhasználás hatékonyságát a rendszerváltozás körüli időszakban (1987-1992) (OECD, 2008). Az energiaintenzitás a korábbi 1990-es 0,25 toe¹⁵/1000 USD értékről 2000-re és 2005-re lassuló ütemben 0,20, illetve 0,18 toe értékekre csökkentek. Magyarország energiaigényessége alacsonyabb a régió országainál (Lengyelország, Cseh Köztársaság, Szlovák Köztársaság), azonban az Európai Unió tagállamainak átlagát továbbra is meghaladja (3.2.1. ábra).

3.2.1. ábra: Energiaintenzitás 1990-2013 (tonna kőolaj egyenérték/1000 USD)



Forrás: Világbank

¹⁵ TOE (tonne of oil equivalent): olajegyenérték tonnában. Az olajegyenérték vagy kőolaj-egyenérték az energia mértékegysége, amely az adott mennyiségű energia előállításához elégetendő nyersolaj tömegét adja meg.

Az ipari szerkezetváltás óta jelentősen lefaragta nemzetközi hátrányát a hazai gazdaság energiaigényessége, azonban még mindig jelentős lehetőségek állnak rendelkezésre az energiahatékonyság javítására az energia-átalakító, közlekedési és lakossági ágazatokban (OECD, 2008). A nemzetközi piacokon az energiaigény folyamatosan nő, egyes országok biztonságpolitikai kérdéseket is kockáztató versenyt folytatnak a meglévő energiaforrásokért (Tóth et al., 2011). Ezért a magyar ipar közép- és hosszú távon csökkenő energiaigényessége várhatóan növelni fogja hazánk nemzetközi versenyképességét.

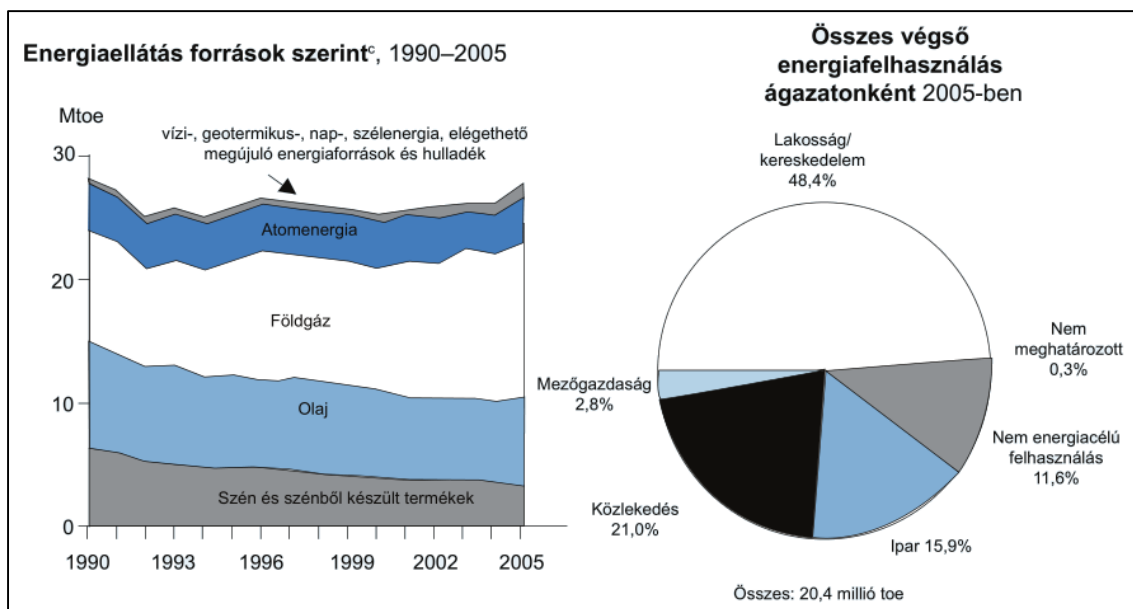
Az orientált energiatakarékosság, az energiaigényesség csökkentésének hatására javul a környezet állapota, nőhet a térségi vállalkozások versenyképessége, így a munkahelyek száma, ezáltal mobilizálódhat a hazai tőke, felgyorsulhat a külföldi működő tőke és támogatás beáramlása, mérséklődhetnek a működtetett intézmények energiaköltségei (Tóth et al., 2011).

Magyarországon „az összes végső energiafelhasználás (TFC) 1998 és 2005 között 18%-kal növekedett (17,3-ről 20,4 Mtoe értékre). 2005-ben a földgáz és a kőolaj piaci részesedése 39,5%, illetve 33,6% volt; ezeket követte a villamos energia (13,6%) és a hőenergia (6,4%). A közlekedési ágazat és a lakossági/kereskedelmi tevékenységek tették ki a TFC közel 70%-át (2.2 ábra). 1998 és 2005 között a közlekedési ágazat energiafelhasználása 36%-kal emelkedett, míg a szolgáltató tevékenységek és a háztartások fogyasztása 22%-kal nőtt. Másrészt ugyanabban az időszakban az ipar fogyasztása 9%-os csökkenést mutatott” (OECD, 2008, 50 o.).

A hazai ipar az összes energiafelhasználás 15,9%-át tette ki 2005-ben (3.2.2. ábra), amely várhatóan csökken a jövőben. A 3.2.2. ábra alapján megállapítható, hogy a hazai szénhidrogén-felhasználás a Föld egészére vonatkozó 3.2.3. ábra előrejelzésével azonos irányban csökken. Magyarország adottságainak megfelelően elsősorban a biomassa, a szélenergia, a földhő (geotermikus energia), valamint a napenergia hasznosítása jelenthet komoly lehetőségeket a jövőben (Tóth et al., 2011). A klímaváltozás miatt várhatóan nő a légkondicionálást, szigetelést és napelemet gyártó, valamint az egyéb alternatív energiaforrásokat kiaknázó iparágak súlya. Az építőiparban is megjelennek az

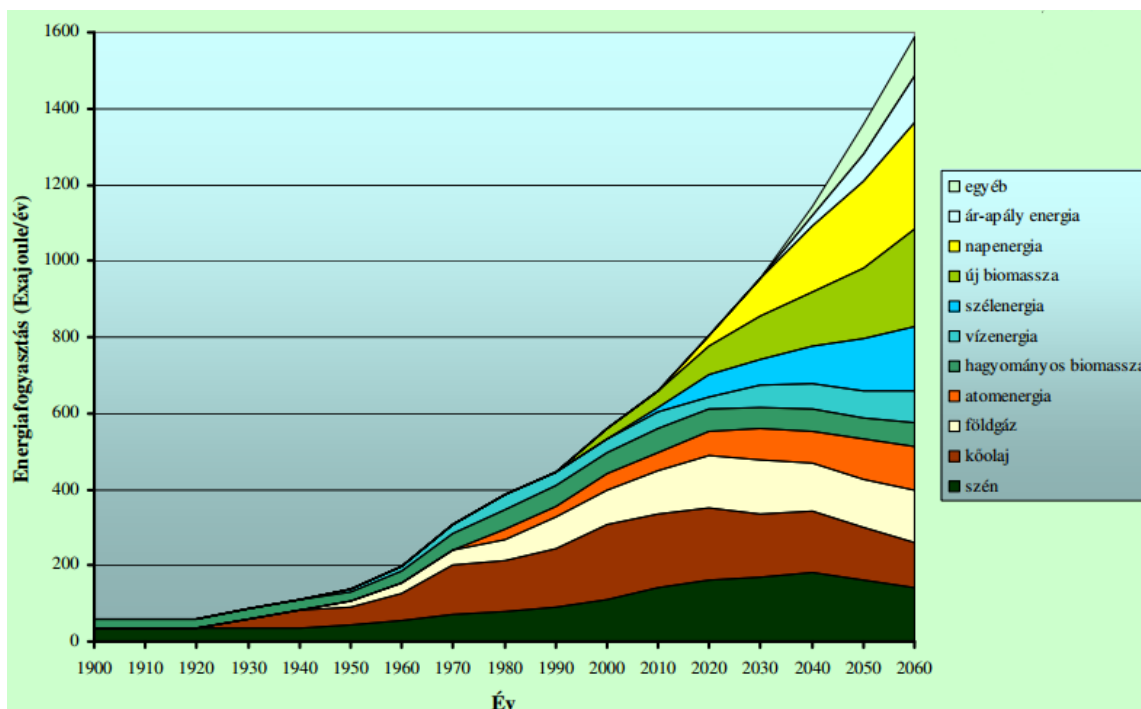
éghajlatváltozásnak és a csökkenő energiaigénynek megfelelő elemek, mint a napkollektoros vízmelegítés, zöldtető és a kreatív építkezés (vö. 3.4. fejezet).

3.2.2. ábra: A magyar gazdaság energiaszerkezete



Forrás: OECD

3.2.3. ábra: A világ energiafogyasztása



Forrás: Unk J., 2013

A környezetvédelmi és a klímaváltozás vezérelte iparágak munkaerő-kereslete várhatóan emelkedni fog. Magyarországon a környezetvédelmi iparban dolgozók teljes létszáma megközelítőleg 16%-kal növekedett 2002 és 2005 között (OECD, 2008) és további növekedés várható. Az ipari termelésben a környezetvédelmi szempontok előtérbe kerülését a fogyasztók környezettudatosságának növekedése is elősegíti. A csomagolási hulladékok hasznosításának mértéke nőtt: 2004-ről 2005-re 57%-ra (OECD, 2008).

A Magyarországra vonatkozó 2008-ban és 2013-ban kiadott klímaváltozási stratégiák (NÉS, 2008 és NÉS, 2013) részletesen foglalkoznak a hazai ipar és a klímaváltozás kapcsolatával. Az elemzések szerint az 1990-es évek első felében, a gazdaságban végbemenő strukturális átalakulás következtében 2025-ig jelentős mértékben csökkent az ipari energiafelhasználása és ezáltal a káros üvegházhatású gázok kibocsátása hazánkban.

A régiókban az üvegházhatást okozó gázkibocsátás mellett jelentős a közlekedésből, a fűtésből és az ipari termelésből származó légszennyezés is, amely komoly egészségügyi hatásokkal jár¹⁶. A becslések szerint Magyarországon a feldolgozóipar környezetszennyezése (7%) csupán a harmadik sorban a legjelentősebb energiaipar (75%) és a mezőgazdaság szennyezései (13%) mögött (Bíró Nagy & Boros, 2011).

A szén-dioxid elsősorban az energiafogyasztás, a feldolgozóipar tevékenysége, illetve a hulladékkezelés termikus eljárásai által kerül a légkörbe. A fenntartható fogyasztás és az újrahasznosítás elterjedésével várhatóan csökkenni fog az ipari termelés, és ezzel párhuzamosan a szén-dioxid-kibocsátás is. Az energiaipar mellett a cementipar a legnagyobb szén-dioxidot kibocsátó ágazat hazánkban (Bíró Nagy & Boros, 2011).

Az ipar számára Magyarországon több válaszút is létezik a káros gázok kibocsátásának csökkentésére. Ezek lehetnek technológiai jellegű újítások vagy a feldolgozóiparhoz kapcsolódó kibocsátás csökkentésére irányuló lehetőségek, mint például a szerkezeti átalakítás, újrahasznosítás vagy alacsonyabb károsanyag-kibocsátású helyettesítő termékek felhasználása (NÉS, 2008; NÉS, 2013).

¹⁶ <http://regi.levego.hu/tevekenysegeink/legszennyezes/>, letöltve 2015. augusztus 29-én

A közlekedési ágazatban szintén drasztikusan csökkenhet az energiafelhasználás a modernizációnak, valamint a tudatos hozzáállásból következően a tömegközlekedés szerepének növekedése következtében (Bíró Nagy & Boros, 2011).

3.3. Energia

A klímaváltozás szempontjából kiemelt jelentőségű az energiaipar, mivel az üvegházhatásért legnagyobb mértékben felelős szén-dioxid összes kibocsátásának nagy részét ez az ágazat produkálja, illetve a megújuló energia súlyának növekedésével itt közvetlenül is csökkenthető az üvegházhatású gázok kibocsátása.

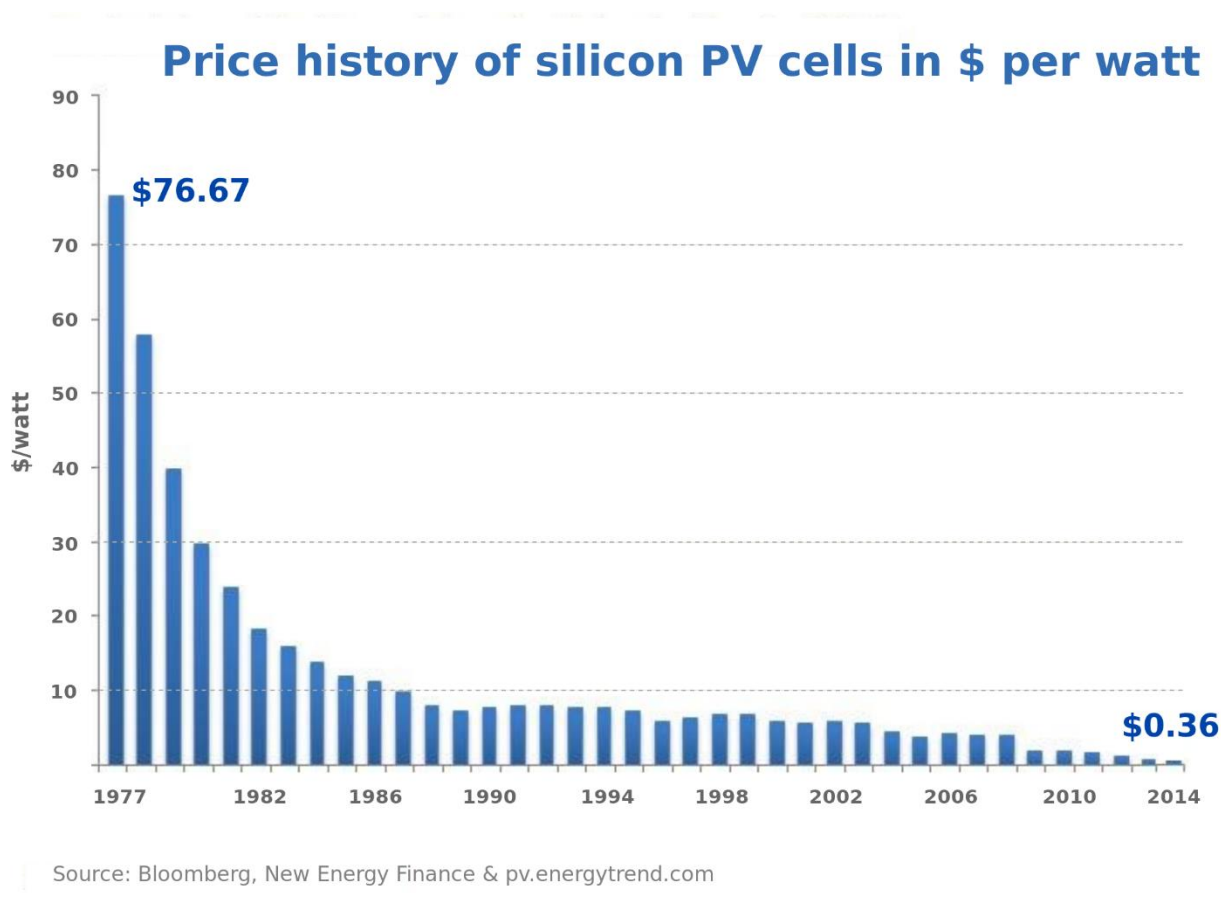
A klímaváltozás és az energiaipar között fellépő hatás nem egyoldalú, hanem kölcsönös: az energiaipar környezeti hatásai befolyásolják az éghajlatváltozást, ami viszont visszahat az energia előállítására és felhasználására is.

A Bloomberg New Energy Finance 2015-ös előrejelzése szerint 2040-re az OECD országokban összesen előállított energia 54%-a megújuló energiaforrásból fog származni, 56% előállítása pedig nem jár majd szén-dioxid kibocsátással. A tanulmány szerint a megújuló energiák előtérbe kerülése kevésbé a szabályozásnak, inkább gazdasági okoknak lesz köszönhető, ezen belül is a szél- és a napenergia-előállítás költségcsökkenésének (az előrejelzés szerint előbbi harmadával, utóbbi pedig felével fog csökkenni). A költségcsökkenés a piac keresleti oldalára lesz nagy hatással. A 3.2.1. ábra egyértelműen mutatja a napelemek előállítási költségeinek megfigyelhető drasztikus csökkenését¹⁷. A szakértők e tendencia folytatódását és a naperőműveknek a többi energiatermelési megoldáshoz (gáz, szén, nukleáris) képest hatékonyságelőnyét prognosztizálják a következő 15-20 évben¹⁸.

¹⁷ Ugyancsak jelentős mértékű csökkenő tendenciát mutatnak a napelemek árára vonatkozó amerikai adatok. 1989-2010 között a kiinduló érték 40%-ára esett vissza a napelemek egy energiaegységre eső gyártási költsége. Lásd: <http://www.eia.gov/totalenergy/data/annual/showtext.cfm?t=ptb1008>

¹⁸ http://gurulohordo.blog.hu/2015/07/30/tenyleg_rossz_iranyban_haladt_a_vilag_techologiai_fejlolese és http://gurulohordo.blog.hu/2015/04/02/a_napelemek_forradalma

3.2.1. ábra: A napelemek árának alakulása (USD / watt teljesítmény) 1977-2014



Forrás: http://gurulohordo.blog.hu/2015/04/02/a_napelemek_forradalma

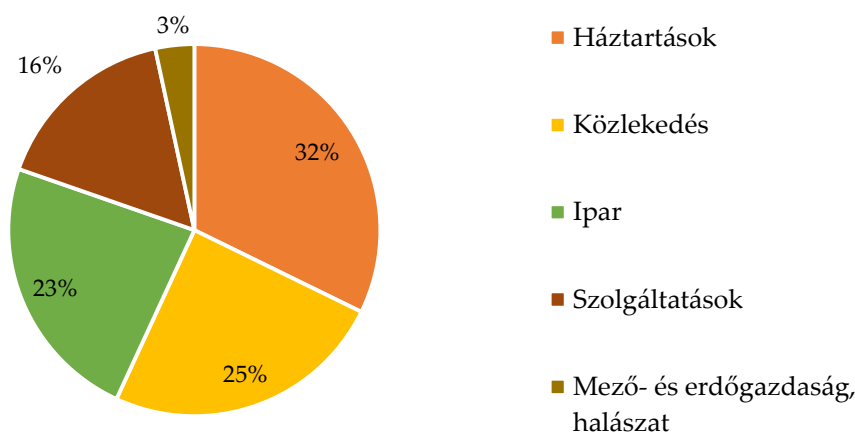
A megújuló energiára való áttérés másik pillére a politikai támogatás, amire mindenképp szükség is van, amíg a megújuló energia előállítási költségei nem egyértelműen alacsonyabbak a fosszilis energiáénál. Az átállás ráadásul nem csak a klímaváltozás megfékezése miatt fontos, hanem azért is, mert a fejlődő világ növekvő energiaigényét fosszilis energiaforrásokból nem lehet kielégíteni. A döntéshozók ennek világszerte egyre inkább a tudatában vannak (REN21, 2015). A politikai támogatás a piac termelési oldalát tudja hatékonyan befolyásolni.

A csökkenő költségek és a növekvő politikai támogatás a megújuló energia előtérbe kerülését fogja eredményezni. Továbbá jelentős hatása lehet erre a folyamatra a

közvélemény olyan hirtelen változásainak, mint ami például a fukusimai katasztrófa után következett be (aminek hatására Németország és Japán is bejelentette, hogy leépíti a nukleáris áramtermelő kapacitásait, és helyette megújuló energiák arányát növeli a termelésben^{19,20}).

Magyarországon a háztartási szektor fogyasztja a legtöbb energiát, majd ezt követi a közlekedés és az ipar.

3.2.2. ábra: Magyarország energiafelhasználásának megoszlása, 2013



Adatforrás: Eurostat, ábra: GVI

Forrás: Eurostat

A háztartások 2008-ban a felhasznált energia döntő többségét hőtermelésre fordították: átlagosan 62%-át fűtésre és 20%-át melegvíz-előállításra (forrás: Odyssee Enerdata). A hőtermelés hatékonyságában ugrásszerű fejlődést lehetne elérni a megújuló energiák elterjedésével, azonban a REN21 2015-ös jelentése szerint világszinten hiányzik az erre irányuló politikai akarat. A 2012-ben publikált Nemzeti Energiastratégia 2030 mindazonáltal hangsúlyozza az épületenergetikai fejlesztések fontosságát, és becslése szerint 2030-ra a jelenlegihez képest több mint 25%-kal csökkenhet a háztartási és a szolgáltató szektor hő célú energiafelhasználása. 2030-ig a magyar lakossági hőfelhasználásban 12%-ról 32%-ra növekedhet a megújuló energia aránya. A 2015-ben megfogalmazott Nemzeti Épületenergetikai Stratégia fontos eleme az épületek

¹⁹ <http://www.mernokbasis.hu/cikkek/mibe-fog-kerulni-egy-atomenergia-mentes-nemetorszag>

²⁰ <http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-04-28/japan-expects-renewable-energy-to-edge-out-nuclear-power-by-2030>

energiahatékonyságának növelése, ami az ország energiafüggésének csökkentéseként számításba veendő fontos lépés.²¹

A Nemzeti Energiastratégia 2030 az Európai Unió irányelveknek megfelelően a megújuló energia 10%-os részarányát tűzte ki célul a közlekedésben 2020-ra, amit nagyrészt agroüzemanyagok (bioetanol, biodízel, biogáz) alkalmazásával lehetne elérni. Ezen kívül, szintén EU-s előírások alapján, célként fogalmazódott meg a villamos energiával működő gépjárművek részesedésének növelését is. A stratégiában az áruszállításnak a közutakról a kötöttpályás és vízi útvonalakra való terelésének szükségessége fogalmazódott meg.

Magyarországnak alkalmazkodnia kell az EU energetikai célkitűzéseire. A legújabb ezzel kapcsolatos kötelezettségeket a 2012/27/EU energiahatékonysági irányelve tartalmazza. Ez hosszú távon évi 1,5%-os energia megtakarítást eredményezne, és komoly energiahatékonysági előrelépést a kormányzati és a versenyszférában. A megvalósítással kapcsolatban nehézséget jelent az, ahogyan az irányelvet a magyar jogba átültették (Nyircsák, 2015.) 2014 elején hozta nyilvánosságra javaslatát az Európai Bizottság a 2020 és 2030 közötti éghajlat- és energiapolitikai keretekről. A javaslat legfontosabb eleme, hogy 2030-ra uniós szinten, az 1990-es színvonalhoz képest 40%-kal kell csökkenteni az üvegházhatású gázok kibocsátását. A budapesti Regionális Energiagazdasági Kutatóközpont (REKK) elemzése szerint az uniós klímapolitika attól függően, hogy a 40%-os ÜHG csökkentési cél kiegészül-e kötelező megújuló, illetve energiahatékonysági célszámokkal, a szén-dioxid-kibocsátási kvótákból származó bevételeinket pozitív vagy negatív irányba befolyásolhatja (egyéb célszámok esetén negatív, míg azok hiányában pozitív hatás várható) (REKK, 2014).

²¹ „Mivel az épületek energiafelhasználása az országos energiamérleg meghatározó eleme, a primer energiaigények kb. 40%-át teszi ki, az épület szektor energiahatékonyságának növelése lehetővé teszi, hogy az ország energiafelhasználása hosszú távon abszolút mértékben csökkenjen. Az épület szektor energiaigényeinek mérséklődése elsődlegesen a földgáz felhasználás csökkentését teszi lehetővé, mivel az épületek hőellátása nagyrészt közvetlenül földgázzal történik, emellett a távhő előállításban is jelentős a földgáz szerepe. Nemcsak energiagazdálkodási, hanem a földgáz és villamos energia esetében teljesítmény gazdálkodási előnyökkel jár az épületek energiahatékonyságának növelése. Ez közvetlenül az energiainport, hazánk külső energiafüggőségének csökkentéséhez vezet, ezáltal az energiaellátás biztonságát növeli”. (ÉMI, 2015).

Az energiatermelés az említett szabályozások és a kereslet eltolódása miatt is a megújuló energiaforrások kihasználása felé fog elmozdulni. A legnagyobb lehetőségek a már említett gyors árcsökkenés miatt a szél- és a napenergiában vannak. A Global Wind Energy Council 2014-es becslése szerint 2030-ra a világon az összes villamos energia 15%-át szélenergiából fogják fedezni (Global Wind Energy Outlook, 2014). Magyarország szélenergia potenciálja 75 m magasságban 56,85 TWh/év (MTA Energetikai Bizottsága, 2006, idézi Tóth Péter et al., 2013), ehhez képest 2013-ban alig 700 GWh-t állítottak elő szélérőművekben (Bíróné et al., 2014), ami nem sokkal több mint az összes szélenergia potenciál 1%-os kihasználtsága. A klímaváltozás hatására a szél sebessége, és így a szélenergia éves potenciálja is csökken ugyan (Mika et al., 2014), ez a hatás azonban gyenge és jelentéktelen (IPCC, 2011).

Az előrejelzések szerint 2030-ban az összes új építésű elektromos áramtermelő kapacitás 24%-a napenergiát használ majd (Bloomberg New Energy Finance, 2013), és a napelemek az összes megújuló energiatermelés 3%-át adják (Bloomberg, 2014). A napkollektoros hőtermelés a megújuló energiák 9%-át fogja kitenni. Magyarországon a napenergia aktív (fototermális és fotoelektromos berendezésekkel történő) hasznosítását nem csak az egyelőre magas költségek akadályozzák, hanem a változó rendelkezésre állás miatti ún. „kiszabályozási problémák” is (Energiastratégia, 2012). A Nemzeti Energiastratégia előrejelzése szerint 2020 után csökken le annyira a technológia ára, hogy lehetőség nyílhat a napenergia-potenciál kihasználására. A napenergia passzív kihasználása építészeti megoldásokkal szintén lassan fejlődik (ld. passzívházak).

A biomasszából nyerhető energia a fosszilis energiahordozók első számú helyettesítője (REN21, 2014), azonban termelése a nap- és a szélenergiával ellentétben szén-dioxid-kibocsátással jár, ezért a klímaváltozás szempontjából kevésbé tiszta, mint azok²². A biomasszából származó energia a világban 2013-ban az összes megtermelt energia 4,1%-

²² A hazai biomassza energiatermelésben való felhasználásával kapcsolatban a REKK egy másik - Szajkó Gabriella által szerkesztett - tanulmánya felhívja a figyelmet a hazai szabályozás, a hatósági fakitermelési nyilvántartás és a tényleges fakitermelés közötti jelentős eltérésekre, amely a szektorban az illegális fakitermelés nagy súlyát valószínűsíti (Szajkó, 2009). A tanulmányt és az ezt követő vitát lásd: http://www.rekk.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=173:erdeszeti-es-ueltetveny-eredet-fas-szaru-energetikai-biomassza-magyarorszagon&catid=49:megujulo&Itemid=165&lang=hu

át, a megtermelt megújuló energia 41%-át tette ki. Az International Renewable Energy Agency becslése szerint a felhasznált bioenergia mértéke 2030-ban 97 és 147 EJ között lesz, míg 2010-ben ez az érték 56,2 EJ volt (IEA, 2013a; Saygin et al., 2014; idézi IRENA, 2014). Magyarországon 2010-ben az összes megtermelt megújuló energia 72%-a fa eltüzeléséből származott (Farago et al., 2010). A fenntarthatóság érdekében és más mezőgazdasági szempontok miatt is fontos lenne átállni az ültetvényezett növények felhasználására és a biohulladék hasznosítására.

2013-ban a felhasznált energia 3,9%-a származott vízerőművekből világszinten, a megtermelt megújuló energia egyhatodát tette ki (REN21, 2015). A REN21 2015-ös jelentése szerint a termelés elérte Föld vízenergia-kapacitásának határát. Magyarország adottságai a vízenergia szempontjából egyébként is szegényesek. Az ország elméleti vízenergia-potenciálja 110 000 kWh/km², ami Hollandia után második legalacsonyabb Európában (Farago et al., 2010). A Nemzeti Energiastratégia 2030 kisméretű, mobil, visszafordíthatatlan környezeti változást nem okozó energiatermelő egységek elterjesztését veti fel.

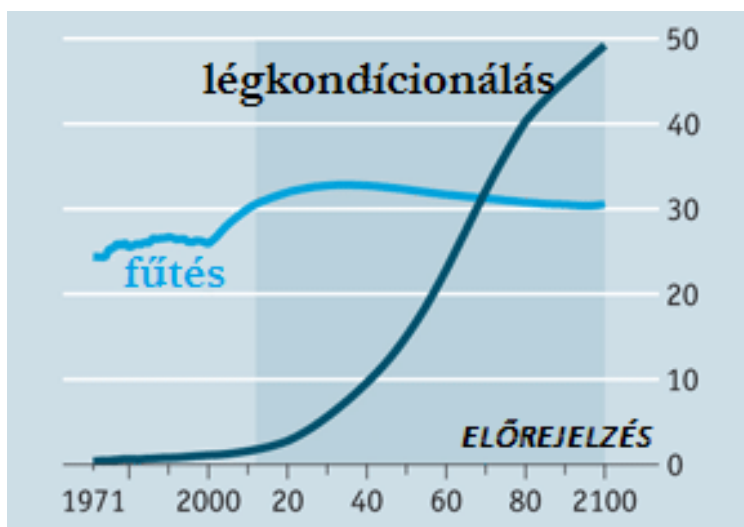
A geotermikus energia termelése a 2010-es évek első felében évente 3,6%-kal nőtt, de elterjedtsége elhanyagolható, a 2014-es összes megújuló energiatermelés fél százalékát sem tette ki (REN21, 2015). Magyarország földrajzilag jó helyzetben van ebből a szempontból (a geotermikus gradiens hazánkban a világátlag feletti); 2012-ben 6 000 lakást fűtöttek geotermikus energiával (Energiastratégia, 2012). Mindazonáltal intenzív geotermikus energiahasznosításra nem lehet számítani a jövőben, mivel termálvizeink gyógyvízként sokkal értékesebbek, mint energiaforrásként (Farago et al., 2010).

3.4. Építőipar

Az éghajlat változása miatt az építőipari szereplőknek az épületek tervezésénél és kivitelezésénél korábban nem tapasztalt kihívásoknak kell megfelelniük.

A szélsőséges időjárási viszonyok eredményeként rövid idejű, nagy intenzitású esőzések fordulhatnak elő, amelyek felgyorsíthatják az épületek és a csatornarendszerek amortizációját. Következésképpen felül kell vizsgálni a vízzáró és szigetelő berendezéseket, illetve a csapokat, a lefolyókat és vízvezetékeket is. A nagy esőzések pusztítóak lehetnek az épületek földalatti szerkezeteire, különösképpen igaz ez az anyagos talajra, amelyben az épületek alapzata könnyebben felemelkedhet vagy lesüllyedhet. A talajvíz-szint hidraulikus nyomása további terhelést jelenhet a földalatti szerkezetekre, mint a pincehelyiségek és alagsorok. Ezenfelül, a klímaváltozás erős szellőkéseket idézhet elő, ezért a terhelés csökkentése érdekében az épületek tervrajzai teljes újragondolást igényelhetnek (Farago et al., 2010).

3.4.1. ábra: A világ energiaszükséglete 1971-2100 (exajoule)



Forrás: <http://www.economist.com/news/international/21569017-artificial-cooling-makes-hot-places-bearablebut-worryingly-high-cost-no-sweat>

Az átlagos hőmérséklet előre jelzett emelkedése a nyári hónapok alatt jelentősen felmelegíti a lakások belső, illetve külső részeit. A természetes zöld övezetek helyére

épült panelházak nagymértékben csökkentik a szél tisztító és hűtő hatását. Az így létrejött városi hőszigetek a lakosok egészségét és kényelmét egyaránt károsítják (Farago et al., 2010). A hőséggel szembeni leggyakoribb védekezési forma a légkondicionálás. Ez a megoldás azonban a berendezés hatalmas energiafogyasztása és meleg levegő kibocsátása miatt a hosszú távon (3.4.1. ábra) nem fenntartható.

Ezzel szemben megoldást jelenthet a megfelelő szellőzőrendszer, az árnyékot adó fal-és tetőszerkezet kialakítása, amely akár 30%-kal csökkentheti a hőáramlat okozta sugárzásokat. További megoldások lehetnek a lég- és hőszigetelő nyílászárók, az égtájak szerint árnyékos ajtók, ablakok beszerelése, valamint a hőséget csökkentő zöldtetők, zöldfalak és területek telepítése. A jövőben általánosan elterjedt lesz a nagyobb teherbírású építőanyagok felhasználása és erősebb szerkezetek tervezése mind az otthonok, mind az irodaházak és az állattartó épületek esetében. A hideg évszakokban egyre fontosabb lesz a belterületek hőveszteségének a megakadályozása, amely egy 14-20 centiméteres szigetelőréteggel jelentősen elősegíthető (Farago et al., 2010).

A szovjet-típusú, három évtizedes élettartamra tervezett panellakások gyakran már a rendszerváltás idején újjáépítésre szorultak (Iliev és Yuksel, 2004). Azonban egyre több a bizonyíték, hogy költséghatékony és energiatakarékos felújításokkal ezek energiahatékonysága is jelentősen növelhető. Ilyen megoldás lehet a hőszigetelés, az ablakok cseréje, a központi fűtési rendszer modernizálása, vagy a zöldtetők alkalmazása (Bass és Baskaran, 2001)²³. Továbbá tanulmányok javasolják a tetőtéri kertek kialakítását, amelyek szigetelő hatásuk által csökkenhetik az energiafelhasználást (Bass és Baskaran, 2001), nagy esőzések esetén csökkenhetik az áradások kialakulását (Hadley és Carter, 2006). Az esővíz begyűjtésével helyettesíthető a nem étkezési célzatú vízfelhasználás (Carmin és Zhang, 2009).

²³ Erre példa, hogy Budapesten, a III. kerületben az ország legnagyobb panelházának 2009-ben befejezett energetikai felújítása több mint 50%-os energia megtakarítást eredményezett. lásd. <http://www.faluhaz.eu/>

3.5. Szolgáltató szektorok, turizmus

Napjainkban a szélsőséges időjárása okozta károk enyhítésében kiemelt a biztosítási szektor szerepe. A leggyakoribb időjárási típusú károkat a szárazság (42%), a jégesők (21%), az áradások (18%) és a viharok (3%) okozzák. A szárazságból fakadó károkra a túl magas kockázat miatt egyetlen biztosító társaság sem kínál védelmet, ugyanis a jelenség nem túl gyakori (az elmúlt 10 évből 6-7 évben okozott problémákat a szárazság), illetve nagy területek kerülhetnek az érintettség alá. Az előrejelző modellek szerint az Alföld és a Dunántúl déli területei 2030-2050-re a mai Szicíliához és Dél-Spanyolországhoz hasonlóan elsivatagosodnak, amelyek megkérdőjelezzik azt hogy e területeken a mezőgazdasági termelés a mai keretek között folyjon (Farago et al., 2010).

A szélsőséges gazdasági eseményeket kezelő biztosítási iparág önmagában is tekinthető adaptációs eszköznek az éghajlati változásokkal szemben (Hochrainer et al., 2010). A pénzügyi és biztosítói szektor szemszögéből a gyakoribb kiszámíthatatlan időjárás tovább növeli az klímaváltozásból származó kockázatot (Mills et al., 2005). A vizes katasztrófákból származó veszteségek 12 évente megduplázódnak (Farago et al., 2010), valamint a szélsőséges időjárás okozta veszteségek a hetvenes évektől kezdődően évente körülbelül 2%-kal növekednek (Ward et al., 2008). A biztosítóknak a kockázatkezelésben kulcsszerepük lesz, ugyanis a változásokkal szembeni felkészüléshez és megelőzéshez szükséges pénzügyi erőforrásokat elő kell teremteni. Ellenkező esetben az éghajlati változások veszélyeztethetik az élelmiszer-előállítást, amely egy tágabb értelemben már környezetbiztonsági kérdés (Farago et al., 2010).

A tengerparttal nem rendelkező Magyarország legfontosabb turisztikai célpontja a Balaton, ahol évente közel 4 millió éjszakát töltenek el az idelátogató nyaralók. Emellett mellett a Tisza-tó nőtte ki magát releváns idegenforgalmi központtá, a régió üdülőövezetében körülbelül 60 ezer turista 300 ezer vendégéjszakát töltött el 2001-ben (Rátz és Vízi, 2004). A klímaváltozás hatására meghosszabbodik a nyaralási szezon, mivel már a késő tavaszi és még kora őszi hónapok alkalmassá válnak a fürdőzésre és

napozásra, habár a júliusi és augusztusi nyaralásokat a forróság nehezen elviselhetővé teszi. A szezonok a balatoni és a Tisza-tó körüli térségek gazdasági teljesítményét erőteljesen befolyásolják. Jelenleg a helyi létesítmények és infrastruktúra kihasználtsága jelentős a rövid, alig 8 hetes nyaralási csúcsidezőszak alatt, azonban az év további részében jellemzően gyenge a gazdasági aktivitás (Rátz és Vízi, 2004).

A felmelegedés elsődleges káros hatása a vízi turizmusra, hogy nagymértékben elősegíti az algásodást (eutrofizáció). A nyaralók a Balaton esetében az alga zöldszínű jelenlétét a víz alacsony minőségével azonosítják, amely csökkenti a jövőbeli látogatás esélyét, illetve a halállomány veszélyeztetése mellett hozzájárulhat az allergiás tünetek kialakulásához. A turizmus szempontjából negatív a vizek mennyiségének és minőségének csökkenése, ám ezt ellensúlyozza majd a nyaralási szezon meghosszabbodása és a megnövekvő vízi turizmus. (Rátz és Vízi, 2004).

Egy területi összehasonlító tanulmányból kiderült, hogy a hazai turisztika legterékenyebb régiói a kültéri- és programturizmus az Alföld déli és északi részein illetve a Dél-Dunántúlon, az észak-magyarországi téli sportturizmus; valamint a Tisza-tó vízi- és evezős sportturizmusa (Csete et al., 2013).

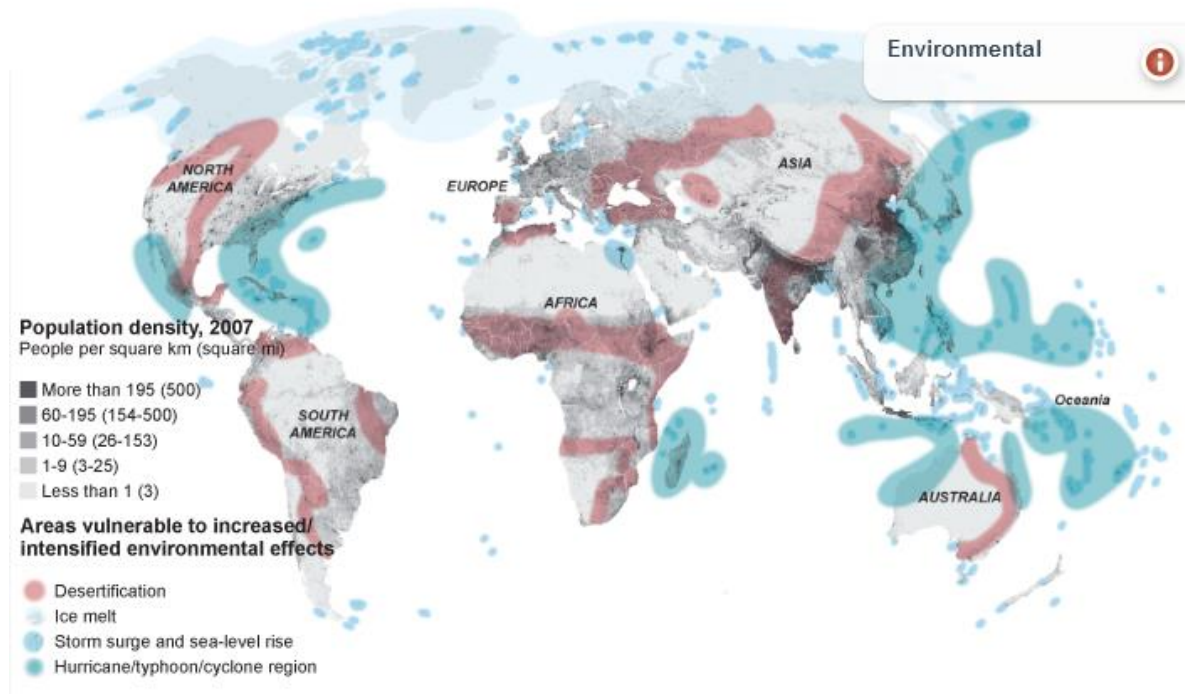
Az éghajlatváltozás a hazai borturizmusra szintén negatív hatást gyakorolhat. Az egyre gyakoribb időjárási anomáliák (leginkább a fagyok és szárazság) a szőlőtőkék élettartamának csökkenését és a borminőség romlását eredményezhetik (Farago et al., 2010).

3.6. Migráció

A klímaváltozás közvetett következményként migrációt is előidéz. Ennek okai között általában megtalálhatók természeti tényezők, de sokszor társadalmi-gazdasági kérdésektől (pl. szociális ellátórendszerek működése, infrastruktúra) függ az, hogy ezek mennyire érintik érzékenyen az adott terület lakosságát. A probléma, főleg az adott ország határain túlra irányuló migráció ezért sokkal inkább jellemző a fejlődő országokra, mintsem a fejlettekre (Raleigh et al., 2008).

Migráció kiváltó oka lehet egy-egy terület ökológiájának megváltozása, ami miatt ott a boldogulás fokozatosan nehezebbé, vagy lehetetlenné válik (pl. elsivatagosodás, vízhiány). A természeti katasztrófák egyre gyakoribbá válásával kialakulhatnak az árvizeknek, viharoknak való kitettségük miatt lakhatatlanná váló területek. Végül jelentős migrációt vált ki tengerszint emelkedése (Raleigh et al., 2008).

3.6.1. ábra: A klímaváltozás következtében intenzív környezeti hatásoknak kitett területek. (environmental migration)



Forrás: Bournay, Emmanuelle (2007). Atlas environment 2007 du Monde diplomatique. Paris; Landsan. <http://earthpulse.nationalgeographic.com/earthpulse/earthpulse-map>

A 3.6.1. ábra is mutatja, hogy Magyarországot ezen természeti jelenségek egyike sem veszélyezteti, de mint a migráció tranzit-, vagy célországa, itt is számolni kell klímaváltozás miatti migráció erősödésével. Geddes és Somerville, 2013 szerint nem valószínű, hogy a jövőben környezeti változások miatt megemelkedne az Európába érkező migránsok száma, ugyanis azok, akik ilyen okból elhagyni kényszerülnek a lakóhelyüket, a saját országukon belüli városokba vándorolnának inkább abban a reményben, hogy visszaáll az eredeti állapot, és visszatérhetnek az otthonukba.

Ez azonban nem feltétlenül érvényes azokra a migránsokra, akik nem a klímaváltozás közvetlen hatásai, hanem az azok által okozott erőszakos konfliktusok miatt vándorolnak el. Ennek megfelelően ilyen esetekben a klímaváltozással összefüggésben az Európa, és benne Magyarország felé irányuló migráció növekedésével kell számolni.

3.7. Egészségügyi hatások

A klímaváltozás közvetlen és közvetett módon is hatással van az emberek egészségi helyzetére.

Az egyik legtöbbet vizsgált közvetlen hatás a hőhullámok gyakoribbá válása, illetve földrajzi megoszlásának megváltozása. A hőhullámok során megemelkedik a halálozási arány, főleg a szív- és érrendszeri, agyi illetve légzőszervi megbetegedésben szenvedő idősök között (McMichael et al., 2006). A tartósan megemelkedő hőmérséklethez az embernek szokásai megváltoztatásával alkalmazkodnia kell, valamint szükség van a szervezet akklimatizálódására is. A megváltozott helyzetre technológiailag is fel kell készülni. A teljes fiziológiai akklimatizáció éveket vehet igénybe, az infrastruktúra alkalmazkodása pedig még ennél is lassabb lehet (Haines et al., 2006). Magyarországon a hőségriasztások évenkénti száma a 20. század második felében 1-7 volt, de ez a 2021-2050 közti időszakra 8-21 nappal is megnövekedhet (Pongrácz és Bartholy, 2013).

A klímaváltozás következtében ugyancsak gyakoribbá válnak a természeti katasztrófák, pl. árvizek, aszályok és viharok. Ezek rövid távon testi sérülést okozhatnak, középtávon pedig a lakhatási, élelmezési körülmények romlása illetve a kitelepítések miatt

csökkenhet az emberek ellenálló képessége, járványok kitörésének kockázata nő. Hosszú távon mentális problémák is származhatnak a természeti katasztrófákból (Haines et al., 2006). Magyarországon az áradások jelentik a legnagyobb kockázatot (Czigány et al., 2010). Az alföldi régiók nem rendelkeznek természetes vízelvezetéssel, ezért ezek az ár- és belvizeknek kitett területek (Somlyódy és Simonffy, 2004). A becslések szerint a 21. század végére szélsőségesebbé váló csapadékeloszlás (Blanka és Mezősi, 2012) is erősíti ezt a veszélyt.

Az éghajlatváltozás hatással lesz a fertőző betegségek terjedésére. Az időjárási körülmények megváltozása befolyásolhatja a betegségeket hordozó állatok, és így a betegségek földrajzi eloszlását, illetve azt is, hogy egy kórokozó milyen gyorsan képes megfertőzni egy egészséges szervezetet. Ezért a járványok terjedése felgyorsulhat, és olyan emberek is veszélybe kerülhetnek, akik korábban nem találkoztak az adott kórokozóval. Ilyen esetekben, a megfelelő immunválasz hiánya miatt, a fertőzés lefolyása még súlyosabb lehet, mint az eredeti terjedési területén (Haines et al., 2006). Magyarországon a szúnyogok és a kullancsok hordoznak betegségeket, ezek közül a kullancs által terjesztett Lyme-kór okozza a legtöbb megbetegedést (Országos Epidemiológiai Központ, 2014). 2015-ben a Magyar Kullancsszövetség Közhasznú Egyesület a szúnyogok és kullancsok számának növekedéséről számolt be, melynek okaként az időjárásban bekövetkezett változásokat jelölte meg²⁴.

A klímaváltozás ezen kívül megváltoztathatja az allergén pollent termelő növények kiporzási időszakát, és megnövelheti a pollen levegőben tartózkodásának hosszát (Emberlin et al., 2002). Hazánkra nézve kockázatot jelenthet a mediterrán éghajlat allergén növényeinek (pl. olajfűz, tiszafa, ciprusfélék) elterjedése (Bartha, 2010). Emellett a gyakoribbá váló, kevés légmozgással és sok²⁵ napsütéssel járó időjárás hatására megemelkedhet a légszennyező anyagok koncentrációja a levegőben, megnőhet a szmogok kialakulásának esélye (Bartha, 2010). A szennyezett levegő növeli a légzőszervi megbetegedések számát (Gruijl et al., 2003, idézi Bartha, 2010).

²⁴ <http://energiaoldal.hu/tobb-lett-a-szunyog-es-a-kullancs-magyarorszagon/> Letöltve 2015. augusztus 19-én

²⁵

4. Lehetséges intézkedések

Vajon mekkora kell, hogy legyen a klímaváltozást csökkenteni hivatott intézkedésekre irányuló jelenlegi beruházások optimális szintje? A kérdés megválaszolásához figyelembe kell venni a közép- és hosszú távú hatásokat. A szennyezési probléma enyhítésére tett intézkedések esetében a világ összes országában, így Magyarországon is azzal az átváltással szembesülünk, hogy középtávon (5 év) ezek az intézkedések költségeket emésztnek fel, a belőlük származó haszon azonban csak hosszú távon jelentkezik.

Az intézkedések bevezetésének időzítése azonban hatással lehet mind a középtávú, mind a hosszú távú hatásokra. A várakozás nem célravezető stratégia, ugyanis minden esetben a változás folyamatának elhalasztását jelenti. Ugyanakkor hosszú távon a gazdaságban működik egy spontán alkalmazkodási folyamat, így például számításba vehetünk technológiai váltást is, melynek hatására csökkenhetnek a klímaváltozást enyhítő intézkedések költségei. A technológiai változás azonban csak akkor következik be, ha az ezt előidéző ösztönzők már most, a jelenben helyükre kerülnek (Tietenberg & Lewis, 2012).

A klímaváltozás enyhítésére tett intézkedések globális közjószágnak minősülnek, így az egyes országokban – így Magyarországon is – az államigazgatási szerveknek kell felügyelniük az ezzel kapcsolatos tevékenységet. A klímaváltozás hatásainak vizsgálatára érdemes külön intézményt kialakítani, amely az elemzői munkák elvégzése mellett évről évre tematikus jelentést készítene a felmért változásokról. Az összegyűjtött információkat, adatokat és elemzéseket nyilvánosságra kell hozni, ezáltal is növelve az országok közötti információáramlást és a közös együttműködést a probléma megoldására.

Az előző bekezdésben leírtak Magyarországra is érvényesek és észre kell vennünk, hogy a klímaváltozás nem kifejezetten környezetvédelmi kihívás, sokkal inkább egy komplex

közgazdasági probléma. Az imént említett szakértői intézmény felállítása Magyarországon is ajánlott, akár különálló szervezetként, akár egy államigazgatási szervbe, például a Nemzetgazdasági Minisztériumba, vagy a Miniszterelnökségbe integrálva, illetve a meglévő, a klímaváltozás közgazdasági hatásainak elemzésével is foglalkozó szervezeteket meg kell erősíteni.

A klímaváltozás Magyarországon is a gazdasági élet számos területén okoz változást. A makro szinten érvényesülő hatások között az alábbiakat szokták kiemelni: épületek és az infrastruktúra károsodása (i); a termelékenység csökkenése (ii); migráció erősödése és biztonsági kockázatok növekedése (iii); az ellenlépések költségei (iv)²⁶. A klímaváltozással összefüggő alkalmazkodási lépések, illetve a kedvezőtlen hatások elleni lépések közül Magyarországon az alábbiakra hívjuk fel a figyelmet a Centre for Climate Adaptation ajánlásai alapján²⁷

Agrárgazdaság:

- **Kevésbé vízigényes talajművelés, ami hozzájárul az éves csapadék magasabb arányban való tárolásához,**
- **növénytermesztési technikák megújítása,**
- **szárazságtűrő növényfajok termesztése,**
- **a legmegfelelőbb vetési struktúrák kialakítása.**

Energiaipar:

- **Az externáliák és a gazdasági hatékonyság figyelembe vétele mellett növelni kell az energiahatékonyságot, különös tekintettel az épületek és a közlekedés/szállítás esetében,**
- **energiatároló-rendszerek kiépítése annak érdekében, hogy a megújuló források által nyújtott energia mennyisége összeegyeztethető legyen a fogyasztók igényeivel (csökkentve az aszinkronitást),**
- **az energiaellátó-rendszerek időjárásnak kitett sebezhetőségének csökkentése,**
- **Az energiaellátó hálózatok átalakítása oly módon, hogy a fogyasztók az energiához több irányból is hozzájuthassanak,**
- **az energiaipar vízigényének csökkentése.**

²⁶ Lásd <http://www.climatehotmap.org/global-warming-effects/economy.html>

²⁷ Lásd: <http://www.climateadaptation.eu/hungary/>

Infrastruktúra:

- A hosszú távú infrastrukturális programok, tervek, koncepciók és fejlesztések (mint egy erőmű építése vagy közlekedéssel kapcsolatos beruházás) tervezése esetében a stratégiai környezeti hatásvizsgálatok részeként külön, a fejlesztések szempontjából releváns klímaváltozás okozta hatásokat tartalmazó elemzésekre is szükség van.

Egészségügy:

- Az egészségügyi rendszernél a meteorológiai szolgálattal közösen kialakítandó készütségi tervezésnek jelentős a szerepe, ugyanis ez elengedhetetlen a pontos egészségügyi figyelmeztetések és stratégiák kidolgozásához, ezzel csökkentve az egyén és a közösség kitettségét a hirtelen hőhullámokkal szemben (különösen a veszélyeztetett csoportok, például idősek vagy szívbetegek esetében).

Irodalom

- Anda Angéla - Burucs Zoltán - Kocsis Tímea, 2011. Globális környezeti problémák és néhány társadalmi hatásuk. Kempelen Farkas Hallgatói Információs Központ.
http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0032_fenntarthato_fejlodes/0032_fenntarthato_fejlodes.pdf és
http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0032_fenntarthato_fejlodes/index.html
- Bass, Brad - Bas Baskaran, 2001. "Evaluating Rooftop and Vertical Gardens as an Adaptation Strategy for Urban Areas." National Research Council of Canada.
<http://www.nps.gov/tps/sustainability/greendocs/bass.pdf>
- Bellard, Céline - Cleo Bertelsmeier - Paul Leadley - Wilfried Thuiller - Franck Courchamp, 2012. Impacts of climate change on the future of biodiversity. Ecology Letters, Volume 15, Issue 4, 2012. április, pp. 365–377.
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1461-0248.2011.01736.x/pdf>
- Bíró Nagy, András – Boros, Tamás Boros, 2011. Climate Change Policy in Hungary. Friedrich Ebert Stiftung Büro Budapest & Policy Solutions, november.
http://www.fesbp.hu/common/pdf/Climate_Change_Policy.pdf
- Carlo, Maurizio Ramanzin - Enrico Sturaro - Simonetta Fuser, 2006. Climate and land use changes, biodiversity and agri-environmental measures in the Belluno province, Italy. Environmental Science & Policy 9, pp. 163–173.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1462901105001504>
- Carlsson-Kanyama, Annika - Alejandro D. Gonza, 2009. Potential contributions of food consumption patterns to climate change 1–4. American Journal of Clinical Nutrition; 89(suppl):1704S–9S. <http://ajcn.nutrition.org/content/89/5/1704S.full.pdf+html>
- Carmin, J. - Y. F. Zhang, 2009. Achieving Urban Climate Adaptation in Europe and Central Asia. Policy Research Working Paper 5088. The World Bank, Europe and Central Asia Region, Sustainable Development Department, p. 31.
<http://www.wdronline.worldbank.org/handle/10986/4280>
- Ciscar, Juan-Carlos (ed.), 2009. Climate change impacts in Europe. Final report of the PESETA research project. <http://ftp.jrc.es/EURdoc/JRC55391.pdf>
- Ciscar, Juan-Carlos és Paul Dowling, 2014. Integrated assessment of climate impacts and adaptation in the energy sector. Energy Economics 46, pp. 531–538.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988314001601>
- Clionadh, Raleigh - Lisa Jordan - Idean Salehyan, 2008. Assessing the Impact of Climate Change on Migration and Conflict. World Bank Group for the "Social Dimensions of

Climate Change" workshop.

<http://danida.vnu.edu.vn/cpis/files/References/Climate%20Change/Assessing%20the%20Impact%20of%20Climate%20Change%20on%20Migration%20and%20Conflict.pdf>

Csete, M. - Pálvölgyi, T. - G. Szendrő, 2013. Assessment of climate change vulnerability of tourism in Hungary. Regional Environmental Change 13, pp. 1043–1057.

https://scholar.google.hu/scholar?q=Assessment+of+climate+change+vulnerability+of+tourism+in+Hungary.+Regional+Environmental+Change++pdf&hl=hu&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar&sa=X&ved=0CB0QgQMwAGoVChMIqMvhwOzSxwIVTIgsCh2QxgTV

Farago, T. - Lang, I. - L. Csete, 2010. Climate change and Hungary: mitigating the hazards and preparing for the impacts. Report of the VAHAVA project, p. 124.

<http://www.vahavahalozat.hu/files/vahava-2010-12-korrigalt-2.pdf>

Hainesa, A. - R.S. Kovatsa - D. Campbell-Lendrumb - C. Corvalanb, 2006. Climate change and human health: Impacts, vulnerability and public health. Public Health, 120, pp. 585–596.

[http://www.publichealthjrnl.com/article/S0033-3506\(06\)00005-9/fulltext](http://www.publichealthjrnl.com/article/S0033-3506(06)00005-9/fulltext)

Handley, John - Jeremy Carter, 2006. "Adaptation strategies for climate change in the urban environment." Draft final report to the National Steering Group. Manchester.

<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13669870600798020>

Hochrainer, S. - Linnerooth-Bayer, J. - R. Mechler, 2010. The European Union Solidarity Fund. Its legitimacy, viability and efficiency. Mitig Adapt Strateg Glob Change 15, pp. 797–810.

Hope, Chris, 2011. The PAGE09 Integrated Assessment Model: A Technical Description. Cambridge Judge Business School Working Papers 4/2011.

http://www.jbs.cam.ac.uk/fileadmin/user_upload/research/workingpapers/wp1104.pdf

Hope, Chris, 2006. The Marginal Impact of CO₂ from PAGE2002: An Integrated Assessment Model Incorporating the IPCC's Five Reasons for Concern. The Integrated Assessment Journal, Vol. 6, Iss. 1, pp. 19–56.

http://journals.sfu.ca/int_assess/index.php/iaj/article/download/227/190

Iliev, Dimo - Ebru Yuksel, 2004. "A variety of issues at stake: the stock, its management, and its social and economic functions." Housing in South Eastern Europe solving a puzzle of challenges. World Bank and Council of Europe.

http://www.iut.nu/Literature/2003/Housing_in_CEEregion_2003.pdf

IPCC, 2012. Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Technical Support Unit Working group III. https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/SRREN_FD_SPM_final.pdf

- IPCC, 2015. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland, p. 151. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full.pdf
- Klik, A. - J. Eitzinger, 2010. Impact of climate change on soil erosion and the efficiency of soil conservation practices in Austria. Climate Change and Agriculture, Volume 148, Issue 05, 2010. október, pp. 529-541.
- Kulcsár László, 2013. A klímaváltozás társadalmi-gazdasági hatása. Társadalomtudományi gondolatok a harmadik évezred elején. International Research Institute, Komárno, pp. 7-13. ISBN 978-80-971251-4-1, <http://www.irisro.org/tarstud2013aprilis/01KulcsarLaszlo.pdf>
- Lavergne, Sébastien - Nicolas Mouquet - Wilfried Thuiller - Ophélie Ronce, 2010. Biodiversity and Climate Change: Integrating Evolutionary and Ecological Responses of Species and Communities. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, Vol. 41, pp. 321-350. <http://www.environnement.ens.fr/IMG/file/DavidPDF/E2/lavergneetal2010.pdf>
- Linder, Marcus - Marja Kolström, 2009. Impacts of Climate Change on European Forests and Options for Adaption. Joensuu Forestry Networking. <http://192.194.212.205/tapahtumat/2009/JFNW2009/Lindner.pdf>
- McMichael, Anthony J. - Rosalie E Woodruff - Simon Hales, 2006. Climate change and human health: present and future risks- Online közzétéve 2006. február 9., <http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736%2806%2968079-3/fulltext>
- Mills, E. - Roth, R. J. Jr. - E. Lecomte, 2005. Availability and affordability of insurance under climate change. A growing challenge for the U.S. Report commissioned by Ceres, p. 40. [http://www.c2es.org/docUploads/Ceres%20--%20Insurance%20&%20Climate%20Change%202005.pdf](http://www.c2es.org/docUploads/Ceres%20-%20Insurance%20&%20Climate%20Change%202005.pdf)
- Mullan, Donal - Dave Favis-Mortlock - Rowan Fealy, 2012. Addressing key limitations associated with modelling soil erosion under the impacts of future climate change. Agricultural and Forest Meteorology, Volume 156, 2012. április 12., pp. 18–30 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168192311003418>
- National Round Table on the Environment and the Economy, 2011. Paying The Price: The Economic Impacts Of Climate Change For Canada / Report 04. http://www.fcm.ca/Documents/reports/PCP/paying_the_price_EN.pdf
- The New Climate Economy, 2014. Better Growth, Better Climate. http://2014.newclimateeconomy.report/wp-content/uploads/2014/08/NCE_ExecutiveSummary.pdf

- The New Climate Economy, 2015. Seizing the Global Opportunity.
http://2015.newclimateeconomy.report/wp-content/uploads/2014/08/NCE-2015_Seizing-the-Global-Opportunity_web.pdf
- NÉS, 2008. National Climate Change Strategy of Hungary 2008-2025. 2008.
http://klima.kvvm.hu/documents/14/National_Climate_Change_Strategy_of_Hungary_2008.pdf
- NÉS, 2013. Második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia 2014-2025. Kitekintéssel 2050-re. Szakmai vitaanyag. <http://2010-2014.kormany.hu/download/7/ac/01000/M%C3%A1sodik%20Nemzeti%20%C3%89ghajlatv%C3%A1ltoz%C3%A1si%20Strat%C3%A9gia%202014-2025%20kitekint%C3%A9ssel%202050-re%20-%20szakpolitikai%20vitaanyag.pdf>
- ÉMI, 2015. Nemzeti Épületenergetikai Stratégia - 2015. Építésügyi Minőségellenőrző és Innovációs Nonprofit Kft.
<http://www.kormany.hu/download/d/85/40000/Nemzeti%20E%CC%81pu%CC%88lete%20energetikai%20Strate%CC%81gia%20150225.pdf>
- Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, 2012. Nemzeti Energiastratégia 2030. <http://2010-2014.kormany.hu/download/4/f8/70000/Nemzeti%20Energiastat%C3%A9gia%202030%20teljes%20v%C3%A1ltozat.pdf>
- Nicholls, Robert J. - Frank M. J. Hoozemans - Marcel Marchand, 1999. Increasing flood risk and wetland losses due to global sea-level rise: Regional and global analyses. Global Environmental Change, <http://www.peconsulting.se/wp-content/uploads/2013/05/Increasing-flood-risk-and-wetland-losses-due-to-global-sea-level-rise.pdf>
- Noémi Harnos, 2002. A klímaváltozás várható hatásai kalászos gabonafélék produkcióbíológijára: kísérleti és modellezési megközelítés. Doktori értekezés, Gödöllő, 2002.
<http://www.mgki.hu/user/browser/File/PDF/public/Harnos%20Noemi%20disszert.pdf>
- OECD, 2008. Környezetpolitikai Teljesítményértékelések – Magyarország, OECD.
<http://docplayer.hu/212446-Oecd-kornyezetpolitikai-teljesitmenyertekelesek-magyarorszag.html>
- Petrack, Sebastian - Katrin Rehdanz - Richard S. J. Tol, 2014. The Impact of Temperature Changes on Residential Energy Consumption. Kiel Working Paper No. 1618, 2014. május. <https://www.econstor.eu/dspace/bitstream/10419/30253/1/623993139.pdf>
- Rátz, T. - I. Vizi, 2004. The impacts of global climate change on water resources and tourism: the responses of Lake Balaton and Lake Tisza. In: Matzarakis, A., de Freitas, C.R., Scott, D. (eds.): Advances in Tourism Climatology. Berichte des

Meteorologischen Institutes der Universität Freiburg Nr. 12, pp. 82-89.

<http://www.mif.uni-freiburg.de/ISB/ws2/report/ratzvizi.pdf>

Regionális Energiagazdasági Kutatóközpont, 2014. A 2030-ra vonatkozó uniós 40%-os üvegházhatású-gáz kibocsátás-csökkentési cél egyes gazdasági hatásai Magyarországon.

http://www.rekk.eu/images/stories/letoltheto/rekk_ecf_40_submitted_final.pdf

Shamsuddoha, Md - Rezaul Karim Chowdhury, 2009. Climate Change Induced Forced Migrants: in need of dignified recognition under a new Protocol. Equitybd.

http://www.equitybd.org/newsletter/english/Issue-30/Position%20paper%20on%20Universal%20Natural%20person_English.pdf

Stern, Nicholas, 2008. The Economics of Climate Change. American Economic Review, Vol. 98, No. 2 (2008), pp. 1-37.

http://www.jstor.org/stable/29729990?seq=1#page_scan_tab_contents

Szajkó Gabriella (szerk.): Erdészeti és ültetvény eredetű fás szárú energetikai biomassa Magyarországon. Műhelytanulmány, 2009-5, REKK,

http://www.rekk.eu/images/stories/letoltheto/wp2009_5.pdf

Tietenberg, Tom - Lynne Lewis, 2012. Environmental & Natural Resource Economics. Pearson Education, Inc., New Jersey, USA

<https://e4anet.files.wordpress.com/2014/09/tomtietenberglynnelewisenvironmentalandnaturalresourceeconomics2011.pdf>

Tóth Péter - Bulla Miklós - Nagy Géza, 2011. Magyarország energiastratégiája. Energetika.

http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021_Energetika/index.html

Ward, Robert E. T. - Herweijer, C. - Patmore, N. - R. Muir-Wood, 2008. The role of insurers in promoting adaptation to the impacts of climate change. The Geneva Papers (33), pp. 133–139.

[https://www.genevaassociation.org/media/246469/ga2008_gp33\(1\)_ward_et_al.pdf](https://www.genevaassociation.org/media/246469/ga2008_gp33(1)_ward_et_al.pdf)