

ÉGHAJLATVÁLTOZÁS ÉS GAZDASÁGI NÖVEKEDÉS ALACSONY SZÉN-DIOXID-KIBOCSÁTÁSÚ GAZDASÁG VS. GAZDASÁGI NÖVEKEDÉS – „KIBÉKÍTHETETLEN” ELLENTÉT?

Elekes Andrea Halmai Péter

PhD, Nemzeti Közszolgálati Egyetem
Nemzetközi és Európai Tanulmányok Kar
Nemzetközi Gazd. és Közpol. Tanulmányok Tanszék

az MTA doktora
Pannon Egyetem GTK Közgazdaságtani Intézet

A pénzügyi válságot megelőző időszak viszonylag erőteljes *globális gazdasági növekedését az üvegházhatású gázok (GHG) kibocsátásának jelentős növekedése kísérte*. Ennek nagy része a fosszilis energiahordozók növekvő felhasználásából származott, de kedvezőtlen hatással volt a mezőgazdaság, az erdők kiirtása és az ipar is. A világ egyelőre meg sem közelíti azt a pályát, amelynek révén a globális felmelegedés – hosszabb távon célul kitűzött – legfeljebb 2°C-os mértéke tartható lehetne. Az üvegházhatású gázok kibocsátása folyamatosan emelkedik, a CO₂-szint eddig soha nem tapasztalt mértékű. *Következmények*: egyre gyakoribb és egyre intenzívebb szélsőséges időjárási események, hosszabb távon extrém mértékű átlaghőmérséklet-emelkedés (3,6°C – 5,3°C) és tengerszint-emelkedés. (Bővebben lásd IEA, 2013.) *Egyre nyilvánvalóbb a klímaváltozás, az extrém időjárási események gazdasági eszközökre, folyamatokra (városokra, ipari infrastruktúrára, mezőgazdaságra, globális kínálati láncokra, energiaellátásra stb.), a globális logisztikai és mobilitási rendszerek-*

re, általában a kibocsátásra, illetve a gazdasági növekedésre gyakorolt hatása.

Az éghajlati változás és a megelőzés növekedési hatásai

A klímaváltozással kapcsolatban felmerülő gazdasági veszteségek becslése meglehetősen változatos eredményekre vezetett: a legújabb elemzésekben az enyhén negatívól a bruttó hazai termék (GDP) 3–4%-áig terjed. Az OECD elemzése szerint a globális gazdaságban az éghajlati változás miatti veszteség 2060-ig a GDP 0,7–2,5%-a lehet. A jelzett időpontot követően e folyamat erősödhet: az évszázad végéig további 1,5–4,5% lehet a GDP vesztesége (Dellink et al., 2014). Az Európai Bizottság várakozásai szerint csak a *carbon cap* (a szén-dioxid-kibocsátás korlátozása) a GDP 0,3–0,7%-át teszi ki 2020-ig. A legtöbb jelentés a GDP 1%-a/év körüli mértékben határozza meg a klímavédelemmel kapcsolatos költségek nagyságrendjét.

Korábbi elemzésekben fentieknél lényegesen magasabb értékek is szerepeltek (Dell

et al., 2009). A korreláció ugyan meggyőzőnek tűnik, a magyarázat mégis bizonytalan. Egyes szakértők ugyanakkor úgy vélik, hogy a hőmérséklet és a jövedelem változása között statisztikailag kimutatható kapcsolat csak véletlen. A növekedést alapvetően más változók (például: tőke- és tudásfelhalmozás, intézményrendszer, kereskedelempolitika stb.) határozzák meg. Ez a bizonytalanság nemcsak az éghajlat gazdasági fejlődésben betöltött szerepe körül kialakult tradicionális vitát, hanem – szélesebb értelemben – az éghajlatváltozás potenciális hatásairól kialakult jelenlegi vitákat is jellemzi.

Mások először számszerűsítik a különböző éghajlati hatásokat, majd azokat összesítve számítják ki a nemzeti jövedelemre gyakorolt nettó hatást (lásd például Mendelsohn, 2000). A klímaváltozással kapcsolatos irodalom ezt a megközelítést részesíti előnyben, különösen az üvegházhatású gázok kibocsátását illetően. E megközelítés kétségtelenül hasznos, ám alkalmazása során komoly kihívásokkal kell szembesülnünk. Az éghajlat számos mechanizmus révén befolyásolhatja a gazdasági teljesítményt. Még ha számba is tudjuk venni, és meg is értjük az összes mechanizmust, akkor is további nehézségek várnak ránk: meg kellene határozni, hogy a mikroszintű hatások hogyan lépnek egymással kölcsönhatásba, hogyan összegződnek, hogyan alakítják a makrogazdasági teljesítményeket.

Fentiektől több tekintetben eltérő (viszonylag új) megközelítéssel találkozhatunk Melissa Dell, Benjamin F. Jones – Benjamin A. Olken (2008), (2012) tanulmányaiban. Az egyes országokban az *elmúlt 50 év* hőmérsékletingadozásait alapul véve határozták meg a hőmérséklet nemzeti jövedelemre gyakorolt hatásait. A hőmérséklet potenciálisan két módon lehet hatással a gazdaság teljesítményére:

- befolyásolja a *kibocsátás* (output) *szintjét* (például a mezőgazdaságban a hozamokat), vagy
- befolyásolhatja a gazdaság *növekedési potenciálját* is, például a termelékenység növekedését meghatározó beruházásokra vagy intézményekre gyakorolt hatások révén.

A kettő közötti különbség különösen fontos, ha a hőmérséklet tartós változása várható: vajon az átlaghőmérséklet 1 °C-os növekedése az egy főre jutó jövedelmet (a jövedelem szintjét) csökkenti 1,1 százalékponttal, vagy a növekedés ütemét mérsékeli évről évre 1,1 százalékponttal. Az elemzés szerint a magasabb hőmérséklet a szegény országokban nem egyszerűen a kibocsátás szintjét, hanem a növekedés ütemét is csökkenti. Mivel idővel a kismértékű növekedési hatásoknak is komoly következményei lehetnek (ha azok középtávon is fennmaradnak), a tartós hőmérséklet-emelkedés nagyon jelentős hatásokkal járhat.

Az egyik legkézenfekvőbb következmény a *mezőgazdasági kibocsátás csökkenése*. Az elemzések ugyanakkor rámutatnak, hogy a forróság az *ipari termelésre* és az *aggregált beruházásra* is hatással van. Egyes kutatások szerint még a tudományos publikációk száma is csökken a forró években, ami arra utal, hogy a magasabb hőmérséklet *gátolhatja az innovációs tevékenységet*. Úgy tűnik továbbá, hogy a magasabb hőmérséklet a politikai instabilitás irányába hat. A fentebb említett hatások zöme kívül esik az elsősorban a mezőgazdaságra fókuszáló klímaváltozási tanulmányok hatókörén. Ugyanakkor *a szélesebb összefüggések segíthetnek megmagyarázni, hogy a hőmérséklet változása miatt, s milyen mechanizmus révén járhat a növekedési ütem* (és nemcsak az output szintjének a) *csökkenésével*.

Kevésbé vizsgált terület a szélsőséges időjárási viszonyok hatása az *energiaellátásra*.

A klímaváltozás hatással lehet a fosszilis üzemanyagokkal működő, illetve a nukleáris erőművekre, amelyekben folyamatosan hűtővízre van szükség a többlethő semlegesítése, másrészt a turbinák meghajtásához szükséges gőz fejlesztése miatt. Magas vízhőmérséklet és alacsony vízszint esetén komoly zavarok keletkezhetnek. Milliók maradhatnak áram nélkül. A klímaváltozás következtében gyakoribbá és intenzívebbé válnak a szélsőséges időjárási viszonyok (pl. hőhullámok, vízhiány). Ez problémákat okozhat a nukleáris (és víz-) erőművek működésében. Az energiainfrastruktúra kialakítása során ezért különös figyelmet kell fordítani e hatásokra, hiszen az új projekteket gyakran csak ötven év múlva, vagy még később helyezik üzembe.

A klímaváltozás elleni küzdelem *többletterhet ró* (elsősorban az energia ártámogatás-csökkentése, majd -megszüntetése következtében) *a háztartásokra* – különösen az alacsony és közepes jövedelmű családokra. Az ipari energiaárak emelkedése vagy a magas széndioxid-kibocsátású energiahordozók (például szén) árának a változása hatással lehet a vállalatok versenyképességére, egyes esetekben leépítésekhez, munkahelyek megszüntetéséhez vezethet.

A korábbi adatokon és reakciókon alapuló elemzés megbízhatósága természetesen erősen függ attól, hogy a hőmérsékleti sokkokra adott korábbi reakciók mennyire jól jelzik előre a gazdaság potenciális jövőbeni reakcióit. Amennyiben a hőmérsékletváltozás mértéke jelentősen meghaladja a korábban tapasztalt szintet, *nemlineáris összefüggések* jelentkezhetnek.

A legtöbb előrejelzés szerint az összesített hatások hosszabb távon akár nettó nyereséggé is alakulhatnak, például akkor, ha a kezdeti beruházások eredményeként javul az

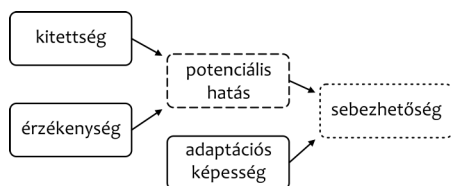
energiahatékonyság, csökken az energiára fordított költség. Ezek a költségbecslések olyan modelleken alapulnak, amelyek ugyan figyelembe veszik a technológiaváltozás miatti költségcsökkenést, ám bizonytalanok azok mértékét illetően.

A klímaváltozás alapvető hatással van a növekedési kilátásokra, a fejlődési út pedig meghatározhatja a jövő éghajlatát.

Sebezhetőség és adaptáció

Az adaptáció csökkentheti az éghajlati változásból származó *sebezhetőséget*. E sebezhetőség részben a gazdaság *kitettségének* és *érzékenységeinek* függvénye. E tényezők együtt határozzák meg a klímaváltozás potenciális hatását. E potenciális hatást (károsodást) az érintett rendszer *adaptációs kapacitása* képes mérsékelni: maradék kár plusz adaptációs költség az alkalmazkodás után. E tényezők együttesen mutatják a sebezhetőség alakulását a gazdasági fejlődés során (*1. ábra*). A klímapolitika e három tényező közül közvetlenül az adaptív kapacitást, az adaptációs képességet befolyásolhatja, például beruházások révén.

Az alkalmazkodás költségeit és hasznait közvetlenül az érintett szereplők érzékelik. Ám az adaptáció előnye túlléphet az alkalmazkodó szektorokon. A gazdaságban jellemzőek a kölcsönös függőség viszonyai, azaz az *adaptáció csökkentheti a klímaváltozásból eredő szisztematikus kockázatot* (Agrawala – Frankhauser, 2008).



1. ábra • Sebezhetőség és gazdasági fejlődés

Az alkalmazkodás csökkentheti a gazdaság időjárással szembeni sebezhetőségét. A potenciális nettó költségek valamely gazdaság sebezhetőségének a mértékszámai. Az adaptáció addig a pontig lehet gazdaságilag ésszerű, ameddig annak nettó haszna zéró. (Az adaptáció hatásait a 2. ábra foglalja össze.)

A sebezhetőséget meghatározó tényezők alakulása az általános gazdasági fejlődéshez kapcsolódik. Nagyon szegény országok esetében a fejlődés – az érzékenység csökkenése és az adaptációs kapacitás növekedése révén – csökkenti a sebezhetőséget. (Ez az ún. *Schelling-hipotézis*.) Fejlett gazdaságok esetében azonban e kapcsolat nem egyértelmű. (Ant-hoff – Tol, 2012)

Az adaptáció nem indokol minden esetben szakpolitikai intervenciót. A piaci szereplők magánérdeke is az alkalmazkodás a klímaváltozáshoz.

A hatékony adaptációt akadályozó fő tényezők az alábbiak:

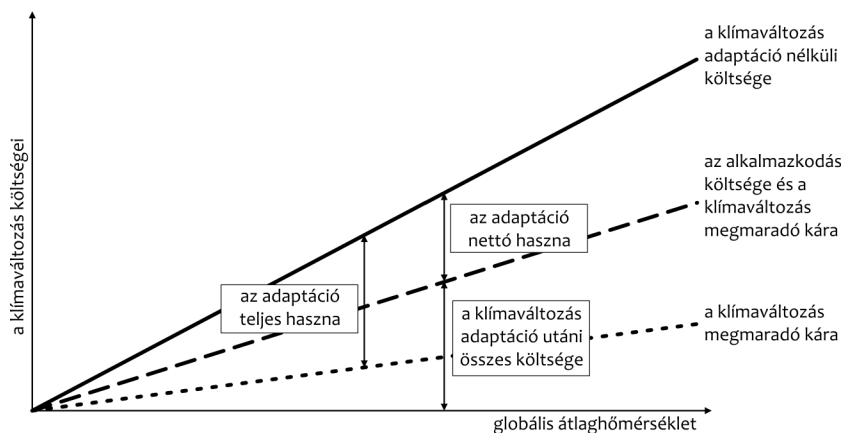
- piaci kudarcok, amelyek megakadályozzák, hogy a piacok az erőforrások leghatékonyabb allokációját ériék el (például a klímaváltozásról szóló információk, illet-

ve a rugalmasságot nyújtó infrastruktúra mint közjavak);

- szabályozási akadályok, amelyek gátolják a hatékony alkalmazkodást;
- kormányzati és intézményi akadályok;
- magatartási akadályok (például a kockázatok érzékelése és megítélése terén);
- korlátozott adaptációs kapacitás (például pénzügyi megszorítások miatt).

Megkülönböztethető a *folyamatadaptáció* (rövid idő alatt felmerülő költségek és előnyök a változó inputok módosítása révén), illetve *állományadaptáció* (hosszú távú alkalmazkodási előnyöket nyújtó beruházás). Az éghajlati előrejelzés nagyfokú bizonytalansága adaptációs kihívás, különösen az állományadaptáció tekintetében. Feszültség alakulhat ki a beruházási szükségletek formájában megjelenő hatásosság (robusztusság), illetve a rugalmasság igénye között. (Utóbbi nem jelenthet végleges elköteleződést valamely beruházás iránt, amíg a hatások tekintetében lehetséges átváltások – *trade offs* – nem világosak.)

A sebezhetőség időben változik. A klímaváltozás jövőbeni hatásaival szembekeverülő gazdaság eltér a jelenlegi gazdaságtól. Az eszközök



2. ábra • Az adaptáció hatásai (Forrás: Stern, 2007)

kitettsége változik, például nagyobb gazdasági tevékenység koncentrálódhat a tengerpartokon vagy árterületeken. Az érzékenység is változik, pl. a GDP nagyobb arányát állítja elő a szolgáltató szektor, amelynek egyes ágazatait kevésbé érintik az éghajlati változások. Az adaptív kapacitás is változik, általában a GDP-vel együtt nő. A jövőbeli hatásvizsgálatok előfeltétele a sebezhetőség változásainak feltárása. Annak hiányában a klímaváltozás költségei átfogó igénytel nem mérhetőek fel.

Alternatív növekedési pályák

Sokan úgy vélik, hogy a dinamikus gazdasági növekedés és a klímavédelem nem egyeztethető össze. Dönteni kell: növekedés, és a növekvő éghajlati kockázatok elfogadása vagy csökkenő éghajlati kockázat mellett stagnáló gazdaság. E problémakör elemzése kiemelt szerepet kapott a World Economic Forum globális kockázatok felmérő 2014. évi jelentésében (WEF, 2014a). Az idézett elemzés szerint a fenti nézet napjaink világgazdasági dinamikájának alapvető félreértésén alapszik. Abban az implicit feltevésben gyökerezik, hogy a gazdaságok nem változnak és hatékonyak, a jövőbeli növekedés pedig a korábbi trendek egyenes folytatása. Az alacsonyabb szén-dioxid-kibocsátású pályára történő átállás ezért elkerülhetetlenül magasabb költségeket és lassabb növekedést eredményez.

A normál „üzletmenet” feltételezése ebben az esetben azonban illúzió. Az erőforrásokra nehezedő új nyomás, a globális termelés és kereskedelem szerkezetének átalakulása, a demográfiai változás és a technológiai fejlődés már megváltoztatta az országok növekedési pályáját. A jövő ezért elkerülhetetlenül más lesz, mint a múlt.

A gyors technológiai fejlődés átalakítja a termelés és a fogyasztás szerkezetét. A változás

és a beruházások mértéke és sebessége például nélküli: nemcsak megváltoztatják a gazdaság jellegét, hanem *strukturális változást* hoznak. A strukturális változás jellege azonban attól függ, milyen pálya mellett dönt a társadalom. *Folytatható a magas szén-dioxid-kibocsátású, erőforrás-intenzív gazdaság, vagy letehető az alacsony szén-dioxid-kibocsátású növekedés alapjai?*

Ebben az értelemben nem a normál „üzletmenet” és a klímavédelem közül kell választanunk, hanem az alternatív növekedési pályák között: az egyik jelentős mértékben növeli, a másik csökkenti az éghajlati kockázatot. A tapasztalatok azt mutatják, hogy az alacsony szén-dioxid-kibocsátású pálya éppen annyira eredményezhet gazdasági prosperitást, mint a magas szén-dioxid-kibocsátású. Különösen, ha figyelembe vesszük a tovagyrúzó hatásokat is: az energiabiztonság növekedésétől a tisztább levegőn át a javuló egészségi állapotig.

E megállapítást támasztja alá a WEF fenntarthatóság irányába elmozdított globális versenyképességi indexe (WEF, 2014b) is. A *fenntarthatósággal kiigazított globális versenyképességi index* (GCI) tulajdonképpen azt ragadja meg, hogy a növekedés mennyire fenntartható környezeti és társadalmi szempontból. Az eddigi eredmények azt mutatják, hogy *nem feltétlenül kell választani a gazdasági értelemben vett versenyképesség és a fenntarthatóság között*. A versenyképességi lista élmezőnyébe tartozó országok közül több a fenntarthatósági intézkedések tekintetében is a legjobbak közé tartozik. Ilyen például: Svájc, Finnország, Németország, Svédország és Hollandia.

A környezeti előírásokat és korlátozásokat gyakran növekedési hátránynak tekintik, amelyek az európai vállalatok számára versenyhátrányt jelentenek a globális versenyben.

Ugyanakkor világszerte nő az érdeklődés a fenntartható, „zöld” növekedési potenciál, illetőleg a környezeti károk leküzdése iránt. Az EU vállalatai már jelentős előrehaladást értek el a tiszta és hatékonyabb technológiák, termékek és szolgáltatások előállításának területén. Például 2007–2011 között EU-vállalatok teljesítették a megújuló energia területén a közvetlen külföldi beruházások kétharmadát a világ gazdaságban (Halmai, 2014). Ugyanakkor a piacon is egyre erőteljesebb a globális verseny, különösen egyes feltörekvő országok részéről. *A magas környezeti igények és a versenyképesség összekapcsolása lehetséges, s a zöld technológiák területén az európai gazdaság jelentős expanzióra lehet képes.*

A környezeti értelemben is fenntartható növekedési pálya meghatározó elemei

A WEF (2014) csoportosítását alapul véve a környezeti értelemben is fenntartható növekedési pályának öt fontos területe van: az erőforrás-hatékonyság javítása; a kompaktabb, összekapcsoltabb városi rendszerek; a földhasználat optimalizálása; az alacsony szén-dioxid-kibocsátású infrastruktúra és az energiarendszer; az innováció.

Az erőforrás-hatékonyság javítása

Az energiaszolgáltatás területén lényeges hatékonysági tartalékok találhatók. Tökéletes verseny, a termelés teljes költségét tükröző árak esetében az erőforrások a legtermelékenyebb helyekre áramlanak. Számos intézkedés (támogatás), politika az erőforrások (beleértve az energiát, a vizet és a földet is) pazarló felhasználására ösztönöz. Ez a gazdasági hatékonyság, a növekedés és a környezet szempontjából is káros. E piaci hiányosságok kezelése megkerülhetetlen – bár kétségtelenül nehéz politikai-gazdasági kérdéstről van szó.

A Nemzetközi Energia Ügynökség (International Energy Agency – IEA) adatai szerint az üvegházhatású gázok kétharmada, az energiafogyasztás 80%-a fosszilis energiahordozón alapul. Komoly problémákat okoz e téren a fosszilis energiahordozók támogatása. *A fosszilis energiahordozók támogatása nem hatékony erőforrás-allokációt, és piaci torzításokat eredményez, miközben gyakran eredeti célját sem teljesíti. Hozzájárul a szén-dioxid-kibocsátás növekedéséhez, megnehezíti az energiaszolgáltatás korszerűsítését, rontja a megújuló energiaforrások versenyképességét. Pazarló felhasználásra ösztönöz, ráadásul alapvetően a gazdagabb társadalmi rétegeket támogatja. Az IEA (2013) adatai szerint 2010-ben a fosszilis energia támogatására fordított összegeknek mindössze 8%-a jutott el a társadalom legszegényebb rétegét jelentő 20%-hoz. Az IEA (2013) előrejelzései szerint további reformok nélkül a fosszilis energia fogyasztói támogatása 2020-ban elérheti a 660 milliárd dollárt, azaz a globális GDP 0,7%-át. A támogatások megszüntetésével az energia-kereslet 4,1%-kal, az olaj kereslete naponta 3,7 millió hordóval, a szén-dioxid-kibocsátás pedig 1,7 Gt-val csökkenhetne.*

A kiindulópontot tehát a fosszilis energiahordozók támogatása (tulajdonképpen negatív szénadó) átértékelése jelentheti. *Fontos lépés a szén-dioxid-kibocsátás beárazása* – tipikusan adó (carbon tax) vagy kibocsátás-kereskedelem formájában. Valamely gazdaságilag káros tevékenység adóztatható, és abból költségvetési bevétel származik. A bevételek ésszerű felhasználásával a rendszer esetleges torzításai is elkerülhetőek. Hatékony jelzést adhatnak a gazdasági szereplőknek az erőforrások középtávú átcsoportosítását illetően. Jelenleg szénadó vagy kibocsátás-kereskedelmi rendszer a globális kibocsátás 12%-át érinti.

A szén-dioxid-kibocsátásra meghatározott terhelés, s egyben magas és kiszámítható ár új bevételi forrást jelenthet, miközben visszafogja a fosszilis energia felhasználását.¹ A sikeres rendszerek gyakran alacsony szénárral indulnak, ám egyértelműen emelkedő tendenciát követnek. A politikai jelzés így egyértelmű, de van idő a vállalatok és háztartások alkalmazkodására, a megfelelő technológiai beruházásokra, az üvegházhatású gázok kibocsátását csökkentő eljárások bevezetésére. Az energiahatékonyságot támogató politikák² erőforrásokat szabadíthatnak fel, amelyek magasabb termelékenységgű területeken használhatnak.

Kompaktabb, összekapcsoltabb városi rendszerek

A városok a növekedés és prosperitás fontos mozgatóerői. A városok adják a globális gazda-

sági output kb. 80%-át, ide koncentrálódik az energiafelhasználás és energiával kapcsolatos üvegházhatású gázkibocsátás kb. 70%-a. Ugyanakkor az urbanizáció gazdasági és társadalmi előnyeivel egyidejűleg jelentősen növeli az ökológiai károkkal, szennyezéssel, klímaváltozással és környezeti katasztrófákkal kapcsolatos kockázatokat.

A városi infrastruktúra hosszú távra szól. Az, hogy hogyan építjük ki, újítjuk meg, vagy tartjuk fenn azt, nemcsak a gazdasági teljesítményre és a nagyvárosokban élők életminőségére lesz hatással, hanem az üvegházhatású gázok globális kibocsátását is meghatározza az évszázad hátralévő részében. Az urbanizáció fokozódásával nő a népsűrűség, és az ebből adódó agglomerációs hatáson keresztül javul az infrastruktúra hatékonysága. E lépések egyfelől jelentős költségcsökkentést, másfelől a környezet minőségének javulását hozzák. A kompaktabb, összekapcsoltabb városi fejlődés gazdaságilag életképebb, egészségesebb és alacsonyabb szén-dioxid-kibocsátású városokat eredményezhet.

A városok tervezése során különösen nagy problémát jelent a gazdasági teljesítőképesség, az életminőség javítása, valamint a környezeti fenntarthatóság összehangolása. A tervezés egyik központi eleme az autófűggőség, illetve az ahhoz kapcsolódó szennyezés csökkentése. A környezeti fenntarthatóságot előtérbe helyező tervezés a kiváló minőségű tömegközlekedési rendszereket részesíti előnyben.

Földhasználat optimalizálása

A mezőgazdaság, az erdészet és más földhasználati rendszerek felelősek az üvegházhatású gázok kibocsátásának kb. negyedéért. Ugyanakkor a globális mezőgazdasági termelékenységnek évente közel 2%-kal kellene növekednie ahhoz, hogy lépést tudjon tartani a nö-

¹ A karbonadókok vagy az emisszió-kereskedelmi rendszerek bevezetése révén keletkező többletbevételek például a munkát terhelő adók csökkentésére, vagy a növekvő K+F-kiadások fedezésére – közöttük a tiszta technológiák „zöld” ösztönző előállítására – forgathatók vissza. Ilyen módon a lényeges távlati előnyök mellett a növekedési potenciál rövid távú mérséklődése is elkerülhető (Conte et al., 2010).

² Sok ország vezetett már be sikeresen energia- vagy üzemanyag-hatékonysági sztenderdeket a közlekedési, építő és berendezésgyártó iparágakban. Az autóiipari üzemanyagsztenderdektől például azt várják, hogy 50%-kal javítsák a flottahatékonyságot az elkövetkező tíz évben. A Brüsszelben elfogadott megállapodás értelmében 2021-ig a kilométerenkénti szén-dioxid-kibocsátás maximum 95 gramm lehet. Az előírt érték az adott autógyártó flottájára vonatkozik. Ezért a hagyományosan nagyobb teljesítményű, nagyobb fogyasztású járműveket előállító vállalatcsoportok csak úgy érhetik el az előírt értékhatárt, ha növelik az alternatív hajtású autók számát. A szabályozási ösztönzők díjazhatják azokat az áramszolgáltatókat, amelyek energiahatékonyságuk javítására tudják rávenni fogyasztóikat.

vekvő élelmiszerkereslettel (WEF, 2014). Jelenleg a mezőgazdasági területek közel negyede súlyosan károsodott. Évente kb. 13 millió hektárnyi erdőt irtanak ki. Az éghajlatváltozás és a szélsőséges időjárási viszonyok erőteljesen érintik ezt a területet, hiszen egy-egy földrajzi régió éghajlati és vízrajzi viszonyai alapjában változhatnak meg. *A szélsőséges időjárási viszonyok (áradások, szárazság stb.) gyakoribbá válnak, komoly nyomást gyakorolhat a vízkészletekre, csökkenhetnek a mezőgazdasági hozamok a fő élelmiszertermelő régiókban, ökoszisztémák és fajok tűnhetnek el.*

Alacsony szén-dioxid-kibocsátású infrastruktúra és energiarendszerek

A modern gazdasági növekedés alapja a termelési infrastruktúra. Az alacsony szén-dioxid-kibocsátású infrastruktúra kulcsfontosságú az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése szempontjából, különösen az energiaszolgáltatás, az épületek és a szállítás terén. Az OECD-országokban szerkezeti elmozdulás figyelhető meg a gáz és a megújuló energia irányába. Eltekintve attól a néhány országtól, amelyek a széntől függenek, a világ legtöbb részén ma már a földgáz a legfontosabb új energiaforrás. Az olcsó palagáz kitermelése következtében jelentősen csökkent a szén kereslete az USA-ban. Palagáztartalékok a világ számos részén találhatóak. Népszerűségét növeli, hogy átmenetet jelent az alacsony szén-dioxid-kibocsátású energiarendszerek felé. Gyorsan képes helyettesíteni a szenet, kisebb a szén-dioxid-kibocsátása és általában kevésbé szennyezi a levegőt. A gáz ráadásul áthidalhatja a megújuló energiaforrásokra épülő erőművek ingadozó kapacitásából adódó problémákat.

A gáz „híd” szerepe azonban önmagában nem garantált. Különböző intézkedésekre

van szükség, mint például a szén teljes társadalmi költségének a megjelenítése, a metán-kibocsátás szabályozása, a szén-dioxid-kibocsátás beárnyékolása, az alacsony szén-dioxid-kibocsátású technológiák támogatása. Közép- és hosszú távon azonban nem szabad elfelejteni, hogy a földgáz csak átmeneti üzemanyagnak tekinthető. Nem alacsony karbonintenzitású megoldás, hacsak nem használják mellé a *CO₂-leválasztás és -tárolás (CCS)*³ módszerét.

Aggodalomra adhat okot, hogy a hosszabb távon várható energiakereslet-növekmény meghatározó része fosszilis. Ebben jelentős szerepe lehet annak, hogy a fosszilis energiahordozókra vonatkozó támogatás az IEA adatai szerint több mint tízszerese a megújuló energiaforrásokra fordított támogatási összegeknek.

Az energiahatékonysági beruházások növelésével jelentősen csökkenthető és mendszelhetőbb az energiakereslet, ami gazdasági és károsanyag-kibocsátási előnyöket egyaránt hoz. Felmerül azonban a kérdés: vajon az alacsony szén-dioxid-kibocsátású növekedés költségesebb, mint a magasabb szén-dioxid-kibocsátású? Több tőkére van szükség hozzá?

Az elemzések szerint az infrastrukturális beruházás extra költségigénye viszonylag kicsi. Ez azzal magyarázható, hogy a megújuló energia és az energiahatékonyabb épületek és közlekedési rendszerek ellensúlyozzák a magasabb tőkeköltséget. A hatékonyság javulásával csökken az energiaigény, csökken a

³ A CCS-eljárással a hőerőművekben keletkező füstgázból vegyi eljárással kiválasztják a szén-dioxidot, majd azt egy geológiai képződmény alkotta tárolóba sajtolják. A CCS-módszerrel mintegy 80–90%-kal csökkenthető a hőerőművek CO₂-emissziója. Hátrányos tulajdonsága azonban, hogy az eljárás energiaigényes, a szén-dioxid-leválasztó berendezés csökkenti a hőerőmű hatásfokát, és a hosszú távú föld vagy óceán alatti biztonságos tárolás sem kidolgozott.

fosszilis energiába történő beruházás mértéke, jobban tervezett, kompaktabb városok jönnek létre. További megtakarítások származhatnak az alacsonyabb működési költségekből. E megtakarítások összességükben akár teljes mértékben ellensúlyozhatják a többlet tőkeigényt. A *pénzügyi innovációk*, mint például a zöld kötvények, a kockázatmegosztó eszközök, valamint az olyan speciális eszközök, amelyek az alacsony szén-dioxid-kibocsátású eszközök kockázati profilját összhangba hozzák az intézményi befektetők igényeivel, mintegy 20%-kal csökkenthetik a finanszírozási költségeket. A közepes jövedelmű országokban a nemzeti fejlesztési bankok, vagyonalapok és más intézmények játszanak meghatározó szerepet a költségek csökkentésében.

Innováció

Az innováció a gazdasági növekedés egyik legfontosabb motorja, és a korlátozott természeti erőforrások világában a folyamatos növekedés kulcsa. *A digitális technológiák, az anyagtudományok és az innovatív üzleti modellek különösen ígéretesek az alacsony szén-dioxid-kibocsátású gazdaság szempontjából, s már most is éreztetik hatásukat.*

Az új, továbbfejlesztett anyagok révén például csökkentek a termelési költségek, és

növelték a szél- és napenergia teljesítményét, ami globális szinten megnövelte a megújulóba történő beruházásokat. Az anyagtudomány fejlődése komoly hatékonyságjavulást hozott a világítás terén, többek között a fényt kibocsátó diódák (LED) gyors terjedését. Számos, az épületek energia-, valamint a járművek üzemanyag-hatékonyságát javító technológia jelent meg. Az anyagtudomány fejlődése kulcsfontosságú az energiatárolás, valamint a CO₂-leválasztás és -tárolás területén is.

A lehetőségek hatalmasak, ám a technológia nem feltétlenül az alacsony CO₂-kibocsátású irányba fejlődik. Vannak reális korlátok, például a magas szén-dioxid-kibocsátású technológiák alternatív költsége és ösztönzői. Beavatkozásra van szükség, hogy megszűnjenek ezek a korlátok, és felgyorsítsák az alacsony szén-dioxid-kibocsátású innovációt.

Jelen cikk a TÁMOP-4.2.2.A-II/1/KONV-2012-0064 projekt keretében készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Kulcsszavak: éghajlatváltozás, fenntartható növekedés, alternatív növekedési pályák, alacsony szén-dioxid-kibocsátású gazdaság, adaptáció

IRODALOM

Agrawala, S. – Fankhauser, S. (eds.) (2008): *Economic Aspects of Adaptation to Climate Change: Costs, Benefits and Policy Instruments*. OECD, Paris • http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/environment/economic-aspects-of-adaptation-to-climate-change_9789264046214-en#page1

Anthoff, David – Tol, Richard S. J. (2012): Schelling's Conjecture on Climate and Development: A Test. In: Hahn, Robert W. – Ulph, Alistair (eds.): *Climate Change and Common Sense: Essays in Honour of Tom Schelling*. Oxford University Press, 260–273. • https://www.researchgate.net/publication/223134280_

Schelling's Conjecture on Climate and Development A Test

Conte, Andrea – Labat, A. – Varga, J. – Zarnic, Z. (2010): *What is the Growth Potential of Green Innovation? An Assessment of EU Climate Policy Options*. *European Economy. Economic papers* 413. Brussels • http://ec.europa.eu/economy_finance/publications/economic_paper/2010/pdf/ecp413_en.pdf

Dell, Melissa – Jones, B. F. – Olken, B. A. (2008): *Climate Change and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century*. *Working Paper* 14132 <https://ideas.repec.org/p/nbr/nberwo/14132.html>

- Dell, Melissa – Jones, B. F. – Olken, B. A. (2009): Temperature and Income: Reconciling New Cross-sectional and Panel Estimates. *American Economic Review*. 99, 2, DOI: 10.1257/aer.99.2.198
- Dell, Melissa – Jones, B. F. – Olken, B. A. (2012): Temperature Shocks and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century. *American Economic Journal: Macroeconomics*. 4, 3, 66–95. DOI: 10.1257/mac.4.3.66
- Dellink, Rob – Lanzi, E. – Château, J. – Bosello, F. – Parrado, R. – de Bruin, K. (2014): *Consequences of Climate Change Damages for Economic Growth – A Dynamic Quantitative Assessment*. OECD Economics Department Working Papers No. 1135 ECO/WKP(2014)31, Paris • http://www.oecd-ilibrary.org/consequences-of-climate-change-damages-for-economic-growth_sjz2bxb8kmf3.pdf?contentType=%2fns%2fWorkingPaper&itemId=%2fcontent%2fworkingpaper%2f5jz2bxb8kmf3-en&mimeType=application%2fpdf&containerItemId=%2fcontent%2fworkingpaperseries%2f18151973&accessItemIds=
- Dietz, Simon (2011): High Impact, Low Probability? An Empirical Analysis of Risk in the Economics of Climate Change. *Climatic Change*. 103, 3, 519–541. DOI: 10.1007/s10584-010-9993-4
- Erdős Tibor (2003): *Fenntartható növekedés*. Akadémiai, Budapest
- Halmai Péter (2014): Krízis és növekedés az Európai Unióban: Európai modell, strukturális reformok. Akadémiai, Budapest
- IEA – International Energy Agency (2013): *Redrawing the Energy-Climate Map*. *World Energy Outlook Special Report*. OECD, Paris, France • http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO_RedrawingEnergyClimateMap.pdf
- Mendelsohn, Robert (2009): *Climate Change and Economic Growth*. Working Paper NO. 60. The World Bank, Washington • <https://environment.yale.edu/files/biblio/YaleFES-00000397.pdf>
- Stern, Nicholas (2007): *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press, Cambridge • http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/destaques/sternreview_report_complete.pdf
- World Economic Forum (WEF) (2014a): *Global Risks 2014*. • http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalRisks_Report_2014.pdf
- World Economic Forum (WEF) (2014b): *The Global Competitiveness Report 2014–2015*. • http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2014-15.pdf

