

A SZÉN-DIOXID-KIBOCSÁTÁSOK ÁRAZÁSA – AZ ELMÉLETI ALAPOKTÓL A VÁLLALATI GYAKORLATIG

PRICING CARBON EMISSIONS – FROM THEORETICAL FOUNDATIONS TO CORPORATE PRACTICE

A klímaváltozás problémája az utóbbi években mind a döntéshozók, mind a vállalati szféra részéről növekvő figyelmet kap, ugyanakkor a jelenlegi erőfeszítések továbbra sem elegendők a folyamat megállításához. A klímaközigazdászokat régebb óta foglalkoztatja a karbonkibocsátások árának megállapítása, amely egyrészt megfelelő alapot adhat a klímapolitikai döntések meghozatalához, másrészt a gyakorlatban alkalmazva hatékonyan ösztönözheti az emissziók csökkentését. Napjainkban egyre több országban kell adó vagy kvótavásárlás formájában fizetni a szén-dioxid-kibocsátásért, a nagyvállalatok környezeti menedzsment eszköztárában pedig megjelent és gyorsan terjed a kibocsátások úgynevezett belső árazása (internal carbon pricing). A cikk célja, hogy áttekintést adjon a karbonárazás elméletéről és gyakorlatáról, különböző alkalmazási területeiről, illetve az árak alakulásáról. A hatósági árak ugyanis a klímapolitika szigorodásával várhatóan közelítenek a közgazdaságilag „helyes” értékek felé, a vállalati karbonárazás fő célja pedig, hogy a cégeket felkészítse ezekre a változásokra – a cikkben a szerzők bemutatják, hogy jelenleg hol tart ez a folyamat.

Kulcsszavak: klímapolitika, a szén-dioxid ára, árnyékár, vállalati karbonárazás

Climate economists have long been concerned with setting the price of carbon emissions, which can provide a good basis for making climate policy decisions and be an effective incentive to reduce emissions. Nowadays, more and more countries have to pay for carbon emissions in the form of taxes or quota purchases, and the so-called internal carbon pricing of emissions has appeared and is spreading rapidly in the environmental management tools of large companies. This article provides an overview of the theory and practice of carbon pricing, its different applications and price developments. Official prices are expected to move closer to economically ‘correct’ values as climate policy tightens, and the main goal of corporate carbon pricing is to prepare companies for these changes. This article shows where this process is currently taking place.

Keywords: climate policy, the price of carbon dioxide, internal price, corporate carbon pricing

Finanszírozás/Funding:

A szerzők a tanulmány elkészítésével összefüggésben nem részesültek pályázati vagy intézményi támogatásban. The authors did not receive any grant or institutional support in relation with the preparation of the study.

Szerzők/Authors:

Nemes Zsófia^a (zsofia.nemes@uni-corvinus.hu) egyetemi tanársegéd; Dr. Széchy Anna^a (anna.szechy@uni-corvinus.hu) egyetemi docens

^aBudapesti Corvinus Egyetem (Corvinus University of Budapest) Magyarország (Hungary)

A cikk beérkezett: 2022. 05. 03-án, javítva: 2022. 07. 28-án, elfogadva: 2022. 09. 01-jén.

The article was received: 03. 05. 2022, revised: 28. 07. 2022, accepted: 01. 09. 2022.

Az elmúlt évtizedek egyik fontos trendje a fenntarthatóság témakörére irányuló figyelem megnövekedése. A környezetvédelmi szabályozás szigorodása, illetve a fogyasztók és újabban a befektetők fokozódó érdeklődése a fenntarthatósági kérdések iránt arra sarkallja a vállalatokat, hogy egyre tudatosabban kezeljék működésük ezen aspektusait. Különösen igaz ez a klímaváltozás prob-

lémájára, amely napjainkban a vállalatok fenntarthatósági prioritásainak élén áll (BSR-Globescan, 2019). Ezen a területen a világ vezető vállalatai által alkalmazott menedzsmenteszköztár folyamatos, látványos bővülése és fejlődése figyelhető meg. Az üvegházhatású gázok kibocsátásának mérését és nyilvánosságra hozatalát követően mindinkább általánossá válik, hogy a nagyvállalatok ön-

ként számszerű kibocsátáscsökkentési célokat tűznek ki maguk elé. A leginkább élenjáró vállalatok ezeket a célokat nem „ötletszerűen” határozzák meg, hanem a globális klímacélokból vezetik le („science-based targets”), és nem ritkák a karbonsemlegesség (nettó 0 kibocsátás) elérésére vonatkozó célok sem (SBTI, 2020). Az is megfigyelhető, hogy a vállalatok mind nagyobb része vállal felelősséget a szervezeti határokon túl, az ellátási láncban vagy a termék életciklusának későbbi fázisaiban megjelenő kibocsátásokért is, vagy legalábbis igyekszik felmérni ezeket (ezt jelenti a vállalati karbon-lábnym számítása, lásd Harangozó et al., 2016).

A klímaváltozás amellett, hogy felveti az üvegházhatású gázokat kibocsátó vállalatok erkölcsi felelősségét, kedvezőtlen hatásokkal, kockázatokkal is járhat számukra akár direkt módon (pl. a szélsőséges időjárási körülmények szaporodása vagy a mezőgazdasági termelés feltételeinek romlása miatt), akár a klímaváltozás megfékezésére irányuló, a vállalati működést befolyásoló hatósági intézkedések (pl. karbonadók, műszaki követelmények) formájában. (A szakirodalom ezeket fizikai, illetve átállási kockázatoknak nevezi (Gyura, 2020).) A klímaváltozással kapcsolatos kockázatok felmérése, explicitté tétele szintén mindinkább megjelenik a vállalatok fenntarthatósági jelentéseiben (KPMG, 2020).

A nagyvállalatok klímaváltozással kapcsolatos menedzsmenteszköztárának egyik újabb, szintén egyre népszerűbb eleme a karbonkibocsátások belső árazása (internal carbon pricing). Ez azt jelenti, hogy a vállalat saját maga számára megállapítja a szén-dioxid-kibocsátások „árát”, melyet elemzési, döntés-előkészítési céllal felhasznál, vagy akár (ritkább esetben) a vállalat alegységeitől egyfajta belső adó formájában be is szed. E belső árak használatának fő célja, hogy felkészítse a vállalatot a szabályozási környezet szigorodására, a hatóságok által kiszabott, ténylegesen fizetendő karbonárak megjelenésére vagy emelkedésére (Bento & Gianfrate, 2020). A szén-dioxid-kibocsátások árazása ugyanis a világ egyre nagyobb részén jelen van a hatóságok klímavédelmi intézkedéseiben is. A káros kibocsátások karbonadók vagy kvótakereskedelmi rendszerek formájában való beárazását, a szennyezőkkel való megfizettetését a közgazdászok régóta javasolják, mint olyan környezetpolitikai eszközt, amely képes lehet a kibocsátások csökkentését hatékonyan, egyszersmind rugalmasan, a szennyezéscsökkentés ösztönzői költségét minimalizálva megvalósítani (Széchy, 2020).

A karbonárarással kapcsolatban – legyen szó hatósági vagy vállalati árákról – a fő kérdés az ár nagyságának megállapítása, azaz mekkora összeget számítunk fel egy tonna szén-dioxid-kibocsátásáért. (Más üvegházhatású gázokat szén-dioxid-egyenértékre átszámítva szokás beárazni.) Ezzel a kérdéssel behatóan foglalkozik a klíma-közgazdaságtan, komoly elméleti és empirikus eszköztárat állítva a „helyes” érték megállapításának szolgálatába. A ténylegesen alkalmazott karbonárak megállapításánál ugyanakkor természetesen számos gyakorlati megfontolás lép be, amelyek jelentősen eltéríthetik az árakat az – egyébként sem egyszerűs – elméleti ajánlásoktól.

Jelen cikk célja, hogy áttekintést adjon a szén-dioxid-kibocsátások árazásának elméletéről és gyakorlatáról. Az áttekintés során a szén-dioxid-ár négy alapvető típusát különböztetjük meg:

1. a klímaközgazdászok által ajánlott elméleti értékek (van den Bergh & Botzen, 2015),
2. egyes országok által a döntés-előkészítésben (pl. jogszabályalkotás, állami beruházások költség-hason elemzése) használt hivatalos értékek (Smith & Braaten, 2015),
3. a különböző hatósági szabályozóeszközök (adók vagy kvótakereskedelmi rendszerek) keretében a gazdasági szereplők által ténylegesen fizetendő árak (Világbank, 2021),
4. egyes vállalatok által önkéntes környezetirányítási eszközként alkalmazott belső szén-dioxid-árak (Harpankar, 2019).

A cikkben bemutatjuk ezek alapjait, és megvizsgáljuk a különböző típusoknál alkalmazott egységértékek egymáshoz való viszonyát. Mivel a klímapolitikák szigorodása várhatóan a hatósági áraknak az elméleti értékekhez való fokozatos közeledését eredményezi, a vállalatok belső árazási gyakorlatának fő célja pedig, hogy felkészüljenek ezekre a változásokra, érdemes a belső árakat az elméleti értékekkel is összevetni. A kockázatkezelési dimenzió túl egy ilyen összehasonlítás azt is megmutatja, hogy vajon a jelenleg alkalmazott belső árak megfelelő hozzájárulást jelentenek-e a vállalati szféra részéről a klímaváltozás elleni küzdelemhez.

A szén-dioxid-ár különböző típusainak bemutatásakor elsődleges célunk maguknak az áraknak az összevetése volt, a feldolgozott irodalmakat tehát úgy választottuk ki, hogy képet kaphassunk az értékek eloszlásáról, továbbá megismerhetővé váljanak az eltérések hátterében álló okok. Az elméleti ajánlások túlnyomó többsége néhány fő modell becslésein alapszik, ezek készítőinek írásait vesszük tehát alapul, áttekintjük a modellparaméterek kiválasztásával kapcsolatos vitákat, és néhány, az értékek teljes tartományát bemutató metaelemzést. A döntés-előkészítésben alkalmazott hivatalos értékek az adott országok módszertani anyagaiból ismerhetők meg (az ilyen értékeket alkalmazó országok száma viszonylag csekély, és a feldolgozást nyelvi akadályok is nehezítik, így az USA, Nagy-Britannia, Németország és Franciaország gyakorlatát volt módunk bemutatni). Míg a döntés-előkészítésben használt értékekről a szerzők tudomása szerint mindeddig nem készült összefoglaló kiadvány, a ténylegesen fizetendő karbonárakról a Világbank minden évben közread egy jelentést, mely a világban létező valamennyi ilyen rendszer árait tartalmazza. A vállalati karbonárak esetében a Carbon Disclosure Project (CDP) adatbázisa jelenti a legteljesebb adatforrást, itt azonban a számok elemzése mellett fontosnak tartottuk e vállalati gyakorlat működésének, motivációinak bemutatását is.

A cikk a következőképpen épül fel: először bemutatjuk a szén-dioxid-árának megállapítása körüli elméleti vitákat és a különböző megközelítésekből és modellparaméterekből származó értéktartományokat. Másodszor, ismertetjük

az egyes országok által a közpolitikai döntéshozatalban használt hivatalos értékeket, majd pedig beszámolunk a világ szén-dioxid-árzási rendszereiben aktuálisan alkalmazott árákról. Ezt követi a vállalati belső karbonárzás szakirodalmának és jelenlegi gyakorlatának bemutatása. Végül ismertetjük a különböző értékek összehasonlítása alapján levont következtetéseinket.

A szén-dioxid-árzás elméleti megközelítései

Elméleti szempontból két alapvető megközelítés létezik a szén-dioxid árának meghatározására (Hartje et al., 2015). Az első az éghajlatváltozás által okozott jövőbeli károk becslése alapján vezeti le a jelenben kibocsátott egységnyi CO₂ határköltségét, amelyet a szén társadalmi költségének (social cost of carbon, SCC) neveznek. A kibocsátásokat addig érdemes csökkenteni, ameddig a csökkentés határköltsége nem haladja meg az ezáltal elkerülhető kárt, vagyis az SCC-t. A másik lehetőség az, hogy előre meghatározunk egy, az éghajlatváltozás mérséklésére irányuló célt, amelyet mindenképpen el akarunk érni, és kiszámítjuk a cél eléréséhez szükséges kibocsátáscsökkentés egységköltségét – ezt a szén árnyékárának (shadow price of carbon, SPC) nevezik.

E kettő közül az SCC-megközelítés tekinthető elméletileg megalapozottabbnak, mivel összhangban áll a környezet-gazdaságtan azon alapelveivel, hogy a szennyezés okozta externális károk számszerűsítésével és internalizálásával érhető el a szennyezéscsökkentés optimális szintje. (Ez a fajta optimalizálás feltételezi, hogy a környezeti és gazdasági javak teljes mértékben helyettesíthetők, ami nem általánosan elfogadott (Neumayer, 1999).) Azonban, ahogy az alábbiakban látni fogjuk, az éghajlatváltozás esetében a károk számszerűsítése számos módszertani nehézséggel, valamint etikai dilemmával jár, amelyek miatt egyes nemzetközi szereplők (köztük az IPCC) felhagytak az SCC becslésével, és a szén-dioxid-árakat az árnyékár (SPC) alapján számítják ki. Az SPC, bár szintén a lehetséges becslések széles tartományát eredményezheti, mégis lényegesen csökkenti az SCC megállapításával kapcsolatos bizonytalanságot. A következőkben ennek a két megközelítésnek az alapjait mutatjuk be, valamint néhány konkrét, klímaközgazdászok által javasolt értékbecslést.

A szén társadalmi költsége

Az SCC kiszámítása sok lépésből áll, és a természeti (éghajlati és ökológiai), valamint a gazdasági és technológiai folyamatok komplex modellezését igényli (van den Bergh & Botzen, 2015).

Először is, a várható gazdasági és technológiai fejlődés modellezésével meg kell jósolni, hogy az üvegházhatású gázok globális kibocsátása hogyan alakul a jövőben.

A második kérdés az, hogy e kibocsátások hatására hogyan változik a hőmérséklet. A kérdés megválaszolása korántsem egyszerű, mivel számításba kell venni számos természeti folyamatot (beleértve az olyan visszacsatolásokat, mint például az olvadó jég miatt változó albedó, vagy a megnövekedett párolgás, valamint a természetes

szénelnyelők, pl. az óceánok és a bioszféra kapacitásának változásait), amelyek jelentősen befolyásolják a globális felmelegedés mértékét, és jelenleg igen korlátozott a képességünk e folyamatok modellezésére. E bizonytalanság miatt az éghajlati modellek általában többféle becslést adnak a várható hőmérséklet-emelkedésre, ahol meg kell jegyezni, hogy különösen a becsült tartomány felső határát – vagyis a legrosszabb klímaforgatókönyvet – nagyon nehéz meghatározni. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy kicsi, de nem elhanyagolható (körülbelül 5-10%) a valószínűsége, hogy a jövőbeni hőmérséklet-emelkedés és az ebből eredő károk jelentősen nagyobbak lesznek az általánosan vártnál. További nehezen megbecsülhető, de az éghajlatváltozás okozta károkra jelentős hatást gyakorló tényező a hőmérséklet-emelkedés sebessége, illetve az ebből eredő regionális szintű változás (Hartje et al., 2015).

A modellezés következő lépése a várható éghajlati változásokból adódó gazdasági hatások becslése, amelyeket általában külön kárfüggvények formájában írnak le a különböző gazdasági ágazatokra vonatkozóan. A jelenlegi modellek leginkább a piaci hatások (például a fűtési és hűtési költségek változásai, a mezőgazdasági termelés kiesés vagy a szélsőséges időjárási események okozta károk) és néhány nem piaci hatás (például az egészségkárosodás) becslésére összpontosítanak. Ugyanakkor az egyéb fontos hatásokat, mint például a biodiverzitás csökkenését, az óceánok elsavasodását vagy az olyan közvetett hatásokat, mint a konfliktusok és a migráció, nem veszik figyelembe, azok pénzügyi értékelésének nehézsége miatt. További probléma, hogy empirikus adatok csak viszonylag kis hőmérséklet-tartományra állnak rendelkezésre, amely felett a kárfüggvények érvényessége nem tesztelhető (Hartje et al., 2015).

Végül az ilyen károkat összegezni kell és jelenértékekre kell átszámítani. Ehhez olyan döntések meghozatalára van szükség, amelyek alapvetően etikai természetűek, vagyis a bizonytalanság a fentiekkel ellentétben nem csökkenthető a tudományos ismeretek és a módszertan fejlesztésével. Az első földrajzi súlyozás kérdése, amely a világ különböző részein előforduló károk összegzésekor merül fel. A szegény országokban ugyanis ugyanaz a káresemény (pl. egy épület összeomlása vagy a termés csökkenése) pénzben kifejezve kisebb értéket vesz fel, mint a fejlett világban, de az alacsonyabb fogyasztási szint és a fogyás csökkenő határhaszna miatt mégis nagyobb jóléti veszteséggel járhat. Ezért egyes közgazdászok azt javasolják, hogy ahelyett, hogy előfordulási helytől függetlenül egyszerűen összeadnánk a becsült károkat, a fejlődő országokban bekövetkező károkat nagyobb súllyal kell számításba venni. Mivel a legtöbb kár pontosan ezekben a szegény országokban várható, az effajta „méltányossági súlyozás” (equity weighting) alkalmazása nagymértékben növelheti a teljes becsült kárt, és ezáltal az SCC-t (Fankhauser et al., 1997).

Végül, a jövőbeni károk jelenértékekre váltásakor diszkontálás szükséges, és az itt alkalmazandó diszkontárta megválasztása talán a legnagyobb vita forrása a klímaközgazdászok között. Mivel a klímaváltozásból adódó károk várhatóan messzire nyúlnak a jövőben, a diszkont-

rata megválasztása döntően befolyásolja a kárbecslések jelenértékét és az SCC értékét, és ezáltal az elemzésből fakadó szakpolitikai ajánlásokat. A vita egyik oldalán álló közgazdászok (köztük a legismertebb, W. A. Nordhaus), azzal érvelnek, hogy az éghajlatváltozás mérséklését célzó beruházásokat ugyanolyan módon kell értékelni, mint bármely más jövedelést növelő beruházást – így az alkalmazott diszkontrátának a valós piaci megtérülési rátáknak (körülbelül 4-5%) kell megfelelniük (Nordhaus, 2007). Mások szerint a jövő nemzedékek érdekeinek ilyen leértékelése etikailag elfogadhatatlan, és az éghajlatváltozás kontextusában alacsonyabb társadalmi diszkontrátát alkalmazását javasolják. Ez azzal indokolható, hogy a piaci ráták nem tükrözik az externális hatásokat, és rendkívül érzékenyek a gazdaság pillanatnyi helyzetére – miközben maga a klímaváltozás is olyan negatív hatással lehet a jövőbeli növekedési rátákra, hogy a jelenlegi gazdasági növekedést alapul vevő becslések nem alkalmazhatók. Ennek az álláspontnak a legismertebb támogatója Nicholas Stern, aki 1,4%-os általános diszkontrátát alkalmazott az éghajlatváltozás gazdasági hatásairól szóló közismert jelentésében (Stern, 2008).

A mai napig számos olyan modell készült, amelyek a fent leírt összetett folyamatot végrehajtják, és becsléseket adnak az SCC-re, valamint felhasználhatók különféle feltételezések és modellparaméterek az SCC értékre gyakorolt hatásainak tesztelésére. Az ilyen úgynevezett integrált értékelési modellek (integrated assessment models, IAM) közül a legszélesebb körben használt a DICE (Dynamic Integrated Climate-Economy Model), amelyet Nordhaus fejlesztett ki (aki munkájáért 2018-ban közgazdasági Nobel-díjat kapott); a FUND (Climate Framework for Uncertainty, Negotiation and Distribution), amelyet Anthoff és Tol készített, valamint a C. Hope által megalkotott PAGE (Policy Analysis of the Greenhouse Effect) nevű modell, amelyet a Stern-jelentés számításai során is használtak.

A modellek SCC-re vonatkozó központi becslései (amelyeket készítők szolgáltatnak) a következők:

- DICE: 9,5 USD/t 2005-re (Nordhaus, 2007) és 37,3 USD/t 2020-ra (Nordhaus, 2017),
- PAGE: 100 USD/t 2009-re (Hope, 2011),
- FUND: 6,6 USD/t 2010-re (1995-ös USD értéken) (Waldhoff et al., 2014).

Mint fentebb látható, az értékek az eltérő bázisok miatt nem közvetlenül összehasonlíthatók. Fontos megjegyezni, hogy az SCC minden modellben idővel növekszik (az infláció feletti mértékben), mivel feltételezhető, hogy az éghajlatváltozás előrehaladtával a további egységnyi ÜHG kibocsátásával járó kár is növekedni fog. Ennek ellenére jól látható, hogy a modellek eredményei között jelentős különbségek vannak. A Nordhaus által közzétett viszonylag alacsony értékek fő oka a magas diszkontráták (a 2007-es becslésben 5,5%, 2017-ben 4,25%). Nordhaus az általa javasolt érték mellett más diszkontráták alkalmazásával is közzétette a DICE (Dynamic Integrated Climate-Economy) modell eredményeit: 3%-kal számolva 87 USD/t-s szén-dioxid-árat eredményez a kalkuláció, míg a Stern jelentésben alkalmazott diszkontálási módszerrel a 2020-as

évre elérte a 266,5 USD-t (Nordhaus, 2017) – mindez jól szemlélteti a diszkontráták megválasztásának jelentőségét. A PAGE és a FUND modell egyaránt a Nordhaus és a Stern által javasolt két „szélsőség” közötti diszkontrátát alkalmaz. A PAGE modell magas értékei elsősorban a méltányossági súlyozás alkalmazásából adódnak, míg a FUND modell által előállított alacsony érték a „szén-dioxid-trágyázásra” (carbon fertilisation; a magasabb CO₂-koncentráció pozitív hatása a növények növekedésére) vonatkozó optimista feltételezésekkel, valamint az éghajlatváltozás okozta károk csökkentése érdekében globálisan végrehajtott klímadaptációs beruházások feltételezett szintjével magyarázható (Ackerman & Munitz, 2016).

Fontos megjegyezni, hogy az eddig tárgyalt értékek csak a három fő IAM alkalmazásából adódó központi becslések. Tol (2009) metaanalízise szerint a becslések felső határa jóval magasabb, meghaladja az 1500 USD/t értéket. E nagyfokú bizonytalanság láttán több közgazdász arra a következtetésre jut, hogy az SCC-értékek nem képesek hasznos módon támogatni az éghajlat-politikai döntéseket (van de Bergh & Botzen, 2015), és az ilyen számítások helyett olyan klímacélok kitűzésére kell összpontosítani, amelyek társadalmilag elfogadható szintre csökkentik a katasztrófális kimenetek bekövetkezésének kockázatát (Weitzman, 2007; Heal & Milner, 2014). Ez utóbbi utat követve az a feladatunk, hogy a kitűzött klímacélok elérését biztosító kibocsátáscsökkentést a lehető legalacsonyabb költséggel hajtsuk végre – ami el is vezet minket az SPC-megközelítéshez, amelyről a következőkben lesz szó.

A szén árnyékára

Az SPC becslésének első lépése egy éghajlati cél kitűzése. Általában ez a cél a globális átlaghőmérséklet-növekedés 1,5-2°C-ra való korlátozása, ahogy azt a Párizsi Megállapodás is rögzíti, de természetesen lehet bármilyen más (pl. nemzeti) cél is. (A klímacél előzetes rögzítésével a károk becslésével kapcsolatos módszertani és etikai kérdéseket lényegében kikerüljük.) A következő lépés a cél eléréséhez szükséges kibocsátáscsökkentés mennyiségének meghatározása. Ez úgy történik, hogy az „ölbetett kéz” (business-as-usual) kibocsátási forgatókönyvet veszik alapul, és összehasonlítják az éghajlati céllal összhangban lévő kibocsátási pályával. (Az SPC megközelítésben az alapforgatókönyv becslése a bizonytalanság talán legnagyobb forrása (Sathaye & Shukla, 2013).) Az SPC-t a szükséges csökkentés mértéke és a kibocsátáscsökkentési intézkedések határkölsége határozza meg (amely a csökkentés mértékével együtt növekszik). Az SPC az a szén-dioxid-ár, amelyet, ha ténylegesen valamennyi gazdasági szereplőre kivetnének, akkor azok együttesen épp az éghajlatváltozási cél eléréséhez szükséges mértékben csökkentenék kibocsátásaikat (a gazdasági szereplők ekkor minden olyan csökkentési intézkedést végrehajtanak, amelynek egységkölsége az SPC alatt van). Az SCC-hez hasonlóan az SPC-re is igaz, hogy az idő előrehaladtával növekszik. Itt a növekedés annak tudható be, hogy a gazdasági szereplők először a legolcsóbb kibocsátáscsökkentési intézkedéseket hajtják végre, de ezeknek a lehetőségeknek a kimerítése

után egyre drágább eljárásokat kénytelenek alkalmazni a klímacél teljesítése érdekében.

Talán a legszeleesebb körben ismert kísérlet az IPCC által bemutatott 2°C-os éghajlati forgatókönyvnek megfelelő SPC kiszámítására a McKinsey tanulmánya, amely a különböző ágazatokban elérhető kibocsátáscsökkentési technológiák potenciáljának és költségeinek számbavételével megbecsüli az ÜHG-csökkentés határköltésgörbéjét. A lehetséges csökkentési opciók széles körének elemzése után arra a következtetésre jutottak, hogy 2030-ra mintegy 60-100 euró/tonna szén-dioxid-ár lenne szükséges ahhoz, hogy a világgazdaság a 2°C-os klímacéllal összhangban lévő kibocsátási pályára álljon (McKinsey, 2009). Kuik és munkatársai metaanalízisükben 2025-re 129 euróban, 2050-re 225 euróban (2005-ös áron) határozták meg a 2°C-os céllal konzisztens SPC-t (Kuik et al., 2009).

Legutóbbi jelentésében az IPCC (2018) SPC becsléseket is közzétett 1,5 és 2°C-os éghajlati forgatókönyveire, amelyek szintén egy több tanulmányt magában foglaló metaanalízis eredményei. A jelentés szerint egy olyan forgatókönyvre vonatkozóan, amelyben a globális felmelegedés 66%-os valószínűséggel nem haladja meg a 2°C-ot, 140 USD/t az SPC medián értéke 2030-ra. A legambiciózusabb forgatókönyv szerint, amelynél minden túllépés nélkül tartható a maximum 1,5 C-os felmelegedés, a medián SPC közel 1000 USD/t lenne 2030-ra. A Világbank szén-dioxid-árakkal foglalkozó bizottsága (High-Level Commission on Carbon Prices) arra a következtetésre jutott, hogy 2020-ban minimum 40-80 USD/tonna, 2050-ben pedig 50-100 USD/tonna szén-dioxid-árra lenne szükség ahhoz, hogy a felmelegedés ne haladja meg a 2°C-ot, de megjegyzi, hogy ezek az árak csak akkor elegendők, ha egy ambiciózus klímapolitikai intézkedéscsomag részét képezik – a 1,5°C-os cél tartása pedig nyilván még magasabb árakat tenne szükségessé (Stiglitz et al., 2017).

Az állami döntéshozatalban alkalmazott szén-dioxid-árak

Az, hogy minden módszertani nehézség és bizonytalanság ellenére a közgazdászok ilyen jelentős erőfeszítéseket tesznek a szén-dioxid-ár becslésére, alighanem annak köszönhető, hogy erre jelentős döntéshozói igény mutatkozik. A hatósági döntések jobb megalapozása, a várható hatások (akár számszerű költség-haszon elemzés formájában testet öltő) előzetes felmérése számos országban általános közpolitikai törekvés, és ennek része a klímaváltozásra gyakorolt hatások értékelése is, hiszen a szűkebb értelemben vett klímapolitikán túl is alig létezik olyan szakpolitikai vagy beruházási döntés, amely ne lenne hatással a kibocsátásokra (vagy éppen a szén-dioxid elnyelésében szerepet játszó ökoszisztémákra). Az eseti elemzéseken túl néhány országban már megállapításra kerültek olyan „hivatalos” szén-dioxid-árak, melyeket ugyan nem vetnek ki a gazdasági szereplőkre, döntés-előkészítési célokra ugyanakkor felhasználják (Smith & Braaten, 2015). Ezek mind az előző fejezetben bemutatott megközelítések valamelyikén alapulnak – de a fentebb látott becslések széles

skáláját tekintve a nemzeti szakértőknek még mindig jelentős mozgásterük van a konkrét értékek meghatározásánál.

Az Egyesült Államokban a hivatalos karbonárakkal kapcsolatos fejlemények követték az országos politika változásait. 2010-ben az Obama-kormány létrehozott egy úgynevezett ügynökségközi munkacsoportot azzal a céllal, hogy meghatározzák a kormányzati szervek által a hatásvizsgálatok elvégzése során alkalmazandó szén-dioxid-árakat (Interagency Working Group on the Social Cost of Greenhouse Gases). Ahogy a neve is mutatja, a munkacsoport az SCC-megközelítést alkalmazta, a három fő IAM becsléseit kombinálva. A központi becsléshez 3%-os diszkontrátát alkalmaztak, de végeztek érzékenységvizsgálatot 2,5, illetve 5%-os rátával is, továbbá közreadtak egy pesszimista klímaforgatókönyvhöz tartozó, magas SCC-értéket (IWG-SCGG, 2016). 2017-ben a Trump-kormányzat feloszlatta a munkacsoportot, és a hatásvizsgálatokra vonatkozó irányelveket úgy módosította, hogy az ilyen értékeléseknek elsősorban az Egyesült Államok területén jelentkező hatásokra kell összpontosítaniuk, ami a globális klímakárok jelenős részének figyelmen kívül hagyását és az értékek nagyságrendi csökkenését eredményezte (US-EPA, 2019). 2021-ben, az újabb kormányváltást követően azonban az USA visszaállította a korábbi módszertant, mely alapján a 2020-ra vonatkozó központi becslés 51 USD/tonna CO₂, ami 2030-ra 62 USD/t-ra emelkedik (IWG-SCGG, 2021).

Az Egyesült Királyságban az Energiaügyi és Éghajlatváltozási Minisztérium (Department for Energy and Climate Change, DECC) által megállapított hivatalos szén-dioxid-árakat eredetileg SCC-módszerrel számították ki, de 2009-ben a rendszert – a módszertan bizonytalansága miatt – teljesen átdolgozták, és mára az az SPC-n alapul. A jelenlegi rendszer eltérő árakat használ az EU ETS (Emissions Trading System) hatálya alá tartozó ágazatokban (ezek az EU ETS kvóták futures-árain alapulnak) és a gazdaság többi szektorában, ahol az árakat az Egyesült Királyság saját klímacéljai és a csökkentés becsült költségei alapján határozzák meg. A két érték folyamatosan közeledik egymáshoz, és a tervek szerint 2030 után az utóbbi megközelítés alapján egyesül. A becsléseket rendszeresen frissítik, a legutóbbi érték 14 GBP/t az ETS alá tartozó és 69 GBP/t a nem ETS-szektorok esetében, ami 2030-re 81 GBP/t-ra nőhet (2018-as GBP értéken). A DECC megjegyzi, hogy a jövőben ezek az értékek – sőt, az egész módszertan – változhatnak a Brexit következtében, de a cikk véglegesítésének időpontjáig ilyen átdolgozásra nem került sor (DECC, 2019).

2019 óta Franciaország is új, SPC-típusú hivatalos szén-dioxid-árakat állapít meg, összhangban az ország nemrégiben elfogadott, a klímasemlegesség 2050-ig történő elérését célzó politikájával. (Korábban Franciaország is használt SCC-értékeket, de ezeket nem a saját modellszámításai, hanem a szakirodalom és a más országokban alkalmazott értékek alapján állapították meg.) A 2020-ra vonatkozó érték 87 EUR/t, amely 2030-ra 250 EUR/t-ra, majd 2060-ra 1203 EUR/t-ra nőne (2018-as értéken). Ezt követően további növekedéssel nem számolnak, mivel ed-

digre a tervek szerint az ország szén-dioxid-kibocsátása nullára csökken (Quinet, 2019).

Az Egyesült Királysággal és Franciaországgal ellentétben Németország pontosan az ellenkező irányba mozdult el a hivatalos szén-dioxid-értékek meghatározásakor. 2012-ben a Szövetségi Környezetvédelmi Ügynökség (Umweltbundesamt, UBA) elsősorban az SPC-n alapuló szén-dioxid-árakra vonatkozó ajánlásokat tett közzé, amelyeket „rövid távon” 80 EUR/t-ban határoztak meg, „középtávon” pedig 145 EUR/t-ban (2010-es EUR értékben) (UBA, 2012). A legutóbbi, felülvizsgált ajánlásaiban azonban az UBA azzal érvel, hogy az éghajlatváltozás okozta károk becslésének módszertana az elmúlt években kellőképpen fejlődött ahhoz, hogy az értékeket az SCC-megközelítésre alapozza, amelyet elméletileg megalapozottabbnak tart. A számításokat a FUND modell segítségével végezték, amely, mint fentebb láttuk, azonos paraméterek mellett a három IAM közül a legalacsonyabb SCC-értékeket adja; azonban az UBA által használt alacsony diszkontrátának és méltányossági súlyoknak köszönhetően a kapott SCC meglehetősen magas – 2016-ban 180 EUR/t, amely 2030-ban 205-re, 2050-ben pedig 240-re nő (2016-os EUR értékben) (UBA, 2019). (A becslésekhez használt diszkontráta 2% – érdekes módon a módszertani háttérdokumentum (UBA, 2018) etikai megfontolásból még ennél is alacsonyabb, 1%-os diszkontráta mellett érvel, de valószínűleg figyelembe vették, hogy az így kapott 640 EUR/t-s SCC 2016-ra túl magas ahhoz, hogy a gyakorlatban alkalmazható legyen.) A német gyakorlat másik érdekessége a méltányossági súlyozásnál alkalmazott módszer – ugyancsak etikai alapon, minden klímakárt úgy értékelnek, mintha Nyugat-Európában történne. Ez nagymértékben növeli a kárbecslést, nemcsak a súlyozás nélküli forgatókönyvhöz képest, hanem ahhoz képest is, ahol a súlyozás alapja a világ átlagjövedelme.

A fent idézett értékek közvetlen összehasonlítása a pénznemek és a bázisévek eltérései miatt nehézkes – az 1. táblázatban a 2020-as évre (vagy az ahhoz legközelebbi elérhető évre) vonatkozóan, USD/t-ban kifejezve adunk összesítést.

1. táblázat
Egyes országok 2020-ra vonatkozó hivatalos karbon árai (USD/t, 2020-ra vonatkozóan)

USA	Egyesült Királyság	Franciaország	Németország
45	90 (a nem ETS- ágazatokra)	100,5	215 (2016-os érték)

Forrás: saját szerkesztés

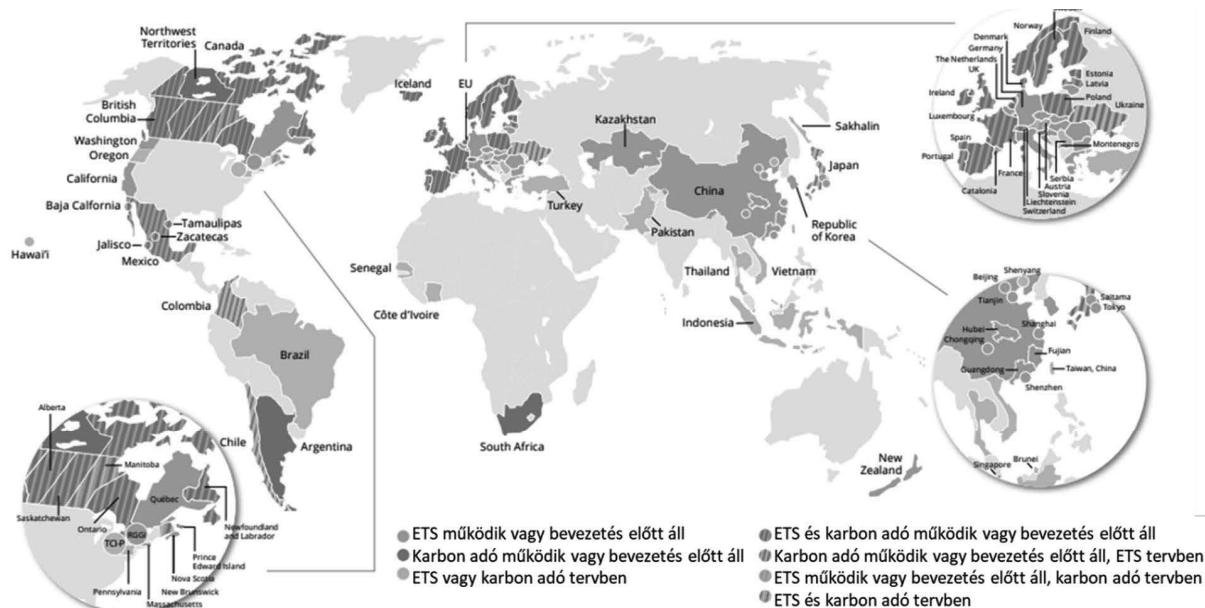
Láthattuk tehát, hogy a döntés-előkészítési céllal alkalmazott hivatalos CO₂-árak közvetlenül az előző fejezetben bemutatott közgazdaságtani modelleken alapulnak, ugyanakkor tükrözik a döntéshozók klímapolitikai és etikai preferenciáit is. A vizsgált országok által alkalmazott értékek korántsem egységesek, mégis már szűkebb tartományban mozognak, mint a szélsőséges forgatókönyveket is felvonultató elméleti szakirodalom.

A gazdasági szereplők által ténylegesen fizetendő szén-dioxid-árak

Az elmúlt években világszerte egyre több ország, illetve régió vezetett be szén-dioxid-árazási rendszert, és továbbiak vannak előkészítés alatt. Ezeknek két alapvető formája lehet: adók vagy kibocsátáskereskedelmi rendszerek. Míg az adóknál a kibocsátások árát közvetlenül a hatóságok határozzák meg, kibocsátáskereskedelem (emissions trading system, ETS) esetén az árak a piacon alakulnak ki a kibocsátási jogok kínálatának és keresletének függ-

1. ábra

Karbonárazási rendszerek a világban



Forrás: Világbank (2021) alapján saját fordítás

vényében (előbbi a jogokat kibocsátó hatóságok határozzák meg, utóbbi az érintett gazdasági szereplők eredeti kibocsátásától és a számukra elérhető kibocsátáscsökkentési lehetőségek költségétől függ). A szén-dioxid-árazási rendszerek ritkán univerzálisak, többnyire az adott területen jelentkező összes szén-dioxid-kibocsátásának csak egy bizonyos részére vonatkoznak: a szén-dioxid-adót jellemzően a közlekedési üzemanyagokra vagy az összes fosszilis energiaforrásra vetik ki, míg az ETS-rendszerek általában a nagy szén-dioxid-kibocsátó létesítményekre, például erőművekre és/vagy energiaintenzív iparágakra vonatkoznak.

A Világbank rendszeresen tesz közzé jelentést a világ szén-dioxid-árazási rendszereiről. A legfrissebb, 2021-es jelentés szerint 64 ilyen rendszer működik és további 3 áll bevezetés előtt (1. ábra). Jelenleg a világ üvegházhatású gáz kibocsátásának 21,5%-át fedik le ezek a rendszerek, ami jelentős növekedés a 2020-as 15,1%-hoz képest (Világbank, 2021). A növekedés fő oka, hogy hosszas előkészítés (regionális pilot programok) és többszöri halasztás után 2021-ben megkezdte működését a kínai nemzeti emissziókereskedelmi rendszer. A kínai rendszer csupán az erőművi szektorra terjed ki, ám így is a világ legnagyobb ilyen rendszere, megelőzve az EU ETS-t, mely 2005-ben indult és az erőművek mellett a jelentős kibocsátással rendelkező ipari létesítményekre, illetve a légitársaságokra is vonatkozik.

A 2. ábra a különböző rendszerekben érvényes árakat mutatja. Látható, hogy néhány európai ország kivételével az árak meglehetősen alacsonyak, jóval elmaradnak a párizsi klímacélok eléréséhez szükségesnek tartott mértéktől. Az ETS-rendszerek esetében természetesen az árak jelentős piaci ingadozásnak vannak kitéve – az ábra a 2021. április 1-jei állapotot tükrözi. (Így nem tartalmazza a júliusban indult kínai országos rendszert – ebben a kvó-

taár 8,52 USD/t áron zárta a 2021-es évet.) Az EU ETS hatékonyságát fennállásának nagy részében a kibocsátási jogok túlkínálatából adódó nagyon alacsony árak rontották, de az utóbbi években az árak a piacon lévő kvóták számát szabályozó stabilitási tartalék mechanizmus bevezetésének köszönhetően jelentős emelkedésnek indultak. 2021 végére a kvótaár jóval meghaladta a 2. ábrán látható értéket is, és 80 EUR/t környékén ingadozott (EMBER, 2021). Ez nagyrészt az EU minden eddiginél ambiciózusabb klímacéljainak, és az ETS ezzel együtt járó szigorításának tudható be. (Emellett ráadásul a Bizottság kezdeményezte egy külön, a fűtésre és a közúti közlekedésre vonatkozó ETS-rendszer bevezetését is, de ezzel kapcsolatban még nem született döntés.)

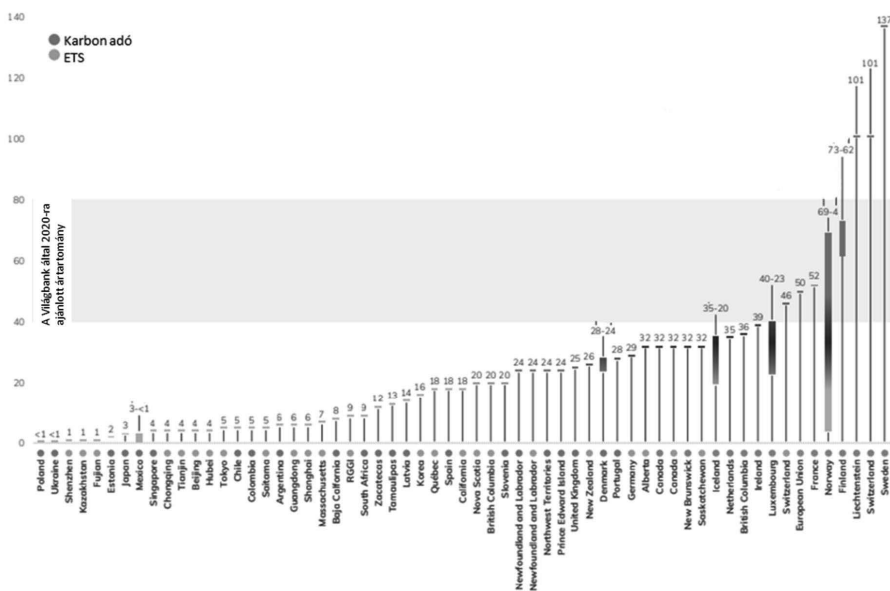
Megjegyzendő, hogy a Világbank jelentése csak az explicit szén-dioxid-árazási rendszerekre terjed ki – vagyis azokra a rendszerekre, ahol a fizetés alapja kizárólag a CO₂-kibocsátás. A világ fosszilis tüzelőanyag-fogyasztásának jóval nagyobb hányadát terhelik különféle energiaadók, amelyek szintén növelik azok felhasználási költségeit, de sok esetben az alkalmazott adókulcsok nem arányosak az energiahordozók széntartalmával, ezért ezek nem tekinthetők valódi karbonárnak.

A vállalatok által alkalmazott belső szén-dioxid-árak

A karbonárazás a közelmúltban az elméleti viták, illetve a szakpolitikák területén túl megjelent a nagyvállalatok környezeti menedzsment eszköztárában is. A vállalatok esetében a környezeti menedzsment fejlesztése, az üvegházhatású gázok kibocsátásával kapcsolatos proaktív szemlélet nem csupán különböző külső, pl. kormányzati vagy szabályozási kényszerek eredménye lehet, hanem napjainkban egyre inkább a sikeres és versenyképes üzleti

2. ábra

A különböző karbonárazási rendszerek árai (2021. április 1-jén)



Forrás: Világbank (2021) alapján saját fordítás

stratégia elengedhetlen része. A belső karbonárak alkalmazása nagyon jól beilleszthető ebbe a logikába és folyamatba, egyúttal a többi menedzsmenteszközzel együtt szolgál olyan stratégiai célokat, mint a fenntartható ellátási lánc megteremtése, az alacsonyabb károsanyag-kibocsátás, az új piacok és termékek/szolgáltatások felfedezése, vagy épp a vállalati reputáció növelése, az imázsépítés és a befektetők megszólítása (Harpankar, 2019).

A belső karbonárak megjelenése nem előzmény nélküli, logikus folytatása az elmúlt néhány évtized fejlődésének, melynek során a klímaváltozás a nagyvállalatok környezetvédelmi erőfeszítéseinek kiemelt területévé lépett elő, amelyet egyre kifinomultabb eszközök segítségével igyekeznek kezelni. Ennek a fejlődésnek az első lépcsőfoka a szén-dioxid-kibocsátások mérése, nyilvántartása volt, mely aztán megteremtette a lehetőséget a számszerű csökkentési célok kitűzésére, illetve az ezzel kapcsolatos eredmények kommunikálására is. Mivel a vállalatok tevékenységéhez kapcsolódó kibocsátások jelentős része nem magánál a vállalatnál, hanem közvetett módon, az ellátási lánc, illetve a termékéletciklus különböző szakaszaiban jelentkezik, a szén-dioxid-kibocsátások kérdésköre beépült az ugyancsak gyorsan fejlődő zöld (illetve tágabb értelemben vett fenntartható) ellátási-lánc-menedzsment gyakorlatába is (Harangozó et al., 2019).

A kibocsátások megbízható nyilvántartására természetesen azok árázásához is szükség van. Jelenleg erre a legelterjedtebb módszertan a Fenntartható Fejlődés Üzleti Világtanácsa (World Business Council for Sustainable Development) és a World Resources Institute által kidolgozott Üvegházhatású Gáz Protokoll (WBSCD/WRI 2004, 2011), mely három kategóriába (úgynevezett Scope-ba) sorolja a vállalat tevékenységéhez kapcsolódó kibocsátásokat. A Scope 1 körébe a közvetlen kibocsátások tartoznak (pl. a vállalat tulajdonában lévő kazánok és gépjárművek kibocsátásai). A Scope 2 a vállalat által vásárolt energia (pl. áram, távhő) előállításához kapcsolódó kibocsátásokat fedi le, míg a Scope 3 tartalmazza az összes többi közvetett kibocsátást, az alapanyagok kitermelésétől a termékek használatáig és a hulladék feldolgozásáig. Nagyságrendjüket tekintve általában a Scope 3 kibocsátások a legjelentősebbek, ugyanakkor ezek számszerűsítése jelenti a legnagyobb kihívást, mivel összetett módszereket és sok külső adatot igényel. Az utóbbi évek során megfigyelhető, hogy a vállalatok egyre szélesebb köre törekszik a közvetett kibocsátások egyre szélesebb körének nyomon követésére, ám ezen a területen még bőven van hova fejlődni (Csutora & Harangozó, 2019).

Mindezekre a fejleményekre építve jelent meg a nagyvállalati gyakorlatban a kibocsátások belső árázása. A belső karbonár alkalmazása teljes mértékben önkéntes gyakorlat a vállalatok részéről, elméletileg semmi sem kényszeríti a cégeket erre, mégis megfigyelhető, hogy nagyon egyértelműen és dinamikusan növekszik annak népszerűsége. A belső karbonár bevezetésének számos oka, motivációja lehet, melyek közül a legfontosabb talán az éghajlatváltozással kapcsolatos kockázatok kezelése. E kockázatokra, amelyek értelemszerűen a fizikai veszélyen át a versenyképességi kockázatokig nagyon sokfélék

lehetnek, a környezetirányítási rendszerek fejlesztése, eszköztárának bővítése tűnik adekvát válasznak, ahogy az a vállalatok viselkedéséből is jól látszik (Kolk et al., 2008). A klímaváltozással kapcsolatos vállalati kockázatok között fontos megemlíteni a szabályozási környezet változását. Fentebb láttuk, hogy egyre több országban kell a vállalatoknak ténylegesen fizetniük a szén-dioxid-kibocsátásaik után, illetve a meglévő rendszerekben is jellemző az árak fokozatos emelkedése. A belső karbonár alkalmazásának legfőbb szerepe, hogy segítsen felkészíteni a vállalatot ezekre a változásokra, illetve olyan döntéseket hozni, amelyek egy szigorúbb szabályozási környezetben is megállják a helyüket (Bento & Gianfrate, 2020).

A kockázatok felmérése és kezelése mellett a karbonárázás arra is alkalmas, hogy elősegítse a klímaváltozással kapcsolatos belső célok elérését, katalizálja az átmenetet egy alacsonyabb kibocsátású, fenntarthatóbb működés irányába (Ben-Amar et al., 2017). A szakirodalom további motivációként azonosítja a komparatív előny megszerzését, az innovatív üzleti és befektetési környezet megteremtését, egy új belső szervezeti struktúra kialakítását, ahol élénk diskurzus folyik a kibocsátáscsökkentés lehetőségeiről (Lucas, 2010; TCFD, 2017). A belső CO₂-árazási politika jelentős mértékben függ a különböző érintettek – a fogyasztók, a munkavállalók, illetve újabban különösen a befektetők – oldaláról érkező nyomástól is, hiszen ezek a szereplők tudni szeretnék, milyen módon tud alkalmazkodni a klímaváltozás jelentette megnövekedett kockázatokhoz és újszerű kihívásokhoz az adott vállalat.

A belső karbonár alkalmazása többféle módon történhet – a szakirodalom általában három típust különböztet meg:

- 1) A belső díj vagy belső adó lényege, hogy egy cég a működési kiadásaihoz hozzáadja az ÜHG-kibocsátás költségeit is. Ez a megközelítés tehát tényleges pénzmozgással jár a vállalat aleggységei között – a tevékenységükkel járó kibocsátás utáni „adót” a divízióknak a központ felé meg kell fizetni. Ezzel a cég erős ösztönzőket teremt a rövid távú kibocsátás csökkentésére és a hosszú távú innovációra. Egy cég kiszabhat szén-dioxid-díjat minden üzletágára, illetve csak néhányra. Az ÜHG-kibocsátás pénzben történő kifejezése, vagyis annak 'lefordítása' működési költségekre egy olyan módszer és eszköz, amely akár már rövid távon is jelentősen előmozdítja egy vállalat kibocsátáscsökkentési teljesítményét. Amennyiben egy cég minden működési egysége szervesen beépíti a CO₂-kibocsátásra kivetett belső díjat a saját döntéshozatali mechanizmusaiba, stratégiájába, azzal mikroszinten is átalakulhatnak az ÜHG-kibocsátással kapcsolatos attitűdök, hiszen finansziális értelemben érdekeltté válnak ezek a szereplők a CO₂-kibocsátás redukálásában. A belső adóból befolyó összeget pedig általában szintén kibocsátáscsökkentő beruházásokra, vagy offszetnek vásárlására fordítják (I4CE, 2016).
- 2) A másik lehetőség, hogy a belső árak tényleges megfizetésére nem kerül sor, az árázás csupán elemzési célokat szolgál (ahogyan erre a hatóságok gyakorlatában is láttunk példát). Ezt az úgynevezett árnyékárát

tehát a vállalat egyes projektjeivel, befektetéseivel kapcsolatos döntések meghozatalához használják, de támogathatja a stratégiai tervezést és a kockázatkezelést is. A vállalati árnyékár általában a vállalat működési területein alkalmazott hatósági árak alakulásával kapcsolatos várakozásokat tükrözi, hiszen célja elsősorban annak feltárása, hogy a hatósági árak emelkedése milyen hatással lenne a tervezett befektetések megtérülésére. Az árnyékár-típusú karbonáraknál a megállapított egységérték jellemzően lényegesen magasabb, mint az előző pontban ismertetett belső díjak esetében (WBSCD, 2015).

- Egyfajta belső karbonárat kapunk akkor is, ha a vállalat által megvalósított kibocsátáscsökkentési beruházásokból vezetjük le az egységnyi kibocsátás elhárításának költségét. Ez az ún. implicit ár tehát inkább az adott cég korábbi döntéseinek lenyomata, ezért a szakirodalom egy része nem tekinti valódi belső árak, azonban adott esetben használható a jövőbeli beruházások értékelésére is. Az implicit árazás révén egy cég jobban fel tudja mérni a saját karbonlábnymót, valamint a megfelelési költségeket is (Ahluwalia, 2017).

Lássunk ezek után néhány konkrét példát: a karbonárazást legrégebb óta alkalmazó egyik vállalat, a Microsoft, 2012 óta alkalmazza ezt az eszközt, belső adó formájában, és a kezdetben 5, napjainkban 15 USD/t-s díjból befolyó összeget különféle vállalaton belüli, illetve kívüli kibocsátáscsökkentő projektekre fordítja (pl. energiahatékonysági beruházások, megújuló energia projektek, offszetek vásárlása). A vállalat beszámolója szerint ennek köszönhetően az első három évben 7,5 millió tonna CO₂-kibocsátást sikerült elkerülni emellett, hogy energiaköltségeik is évi tízmillió USD-vel csökkentek (DiCaprio, 2015). A kezdetben a Scope 1 és 2-es kibocsátások mellett az üzleti utakat lefedő díjat 2020-ban kiterjesztették a Scope 3-mas kibocsátások egészére, és a vállalat 2030-ra immár a karbonsemlegességen túlmenően a „karbonnegatív” működés elérését tűzte ki célul a teljes ellátási láncra vonatkozóan (Willmott, 2022). Ugyancsak egy belső adótípusú mechanizmus segített a Disney-nek, hogy 2012 és 2020 között 50%-kal csökkentse Scope 1 és 2-es kibocsátásait (CDP, 2021). Az árnyékármódszert alkalmazó vállalatok között találunk például számos olajtársaságot, akik a szabályozási környezet szigorodásával számolva fokozatosan igyekeznek portfóliójukat az alacsonyabb kibocsátású megoldások felé eltolni, és ezért új projektjeiket magasabb karbonárakkal számoló hatásvizsgálatoknak vetik alá. A Shell pl. már a 2000-es években 40-80 USD/t-s értékeket alkalmazott, ami több földgáz-, bioüzemanyag, illetve szén-dioxid-leválasztási és -tárolási projekt megvalósítását eredményezte (C2ES, 2017), a BP pedig 2020-ban drasztikusan, 40-ről 100 USD/t-ra emelte saját árnyékárát, ami már egy jelentősebb elmozdulás jele lehet (Parnell, 2020).

A fejezet további részében a belső árak számszerű alakulását vizsgáljuk. A szakirodalom, illetve az elméleti klímaközgazdászok gyakorlatilag egybehangzóan képviselik azt az álláspontot, hogy minél magasabb a belső karbonár,

annál hatékonyabban tudja egy adott cég kezelni a pénzügyi, az ellátási láncot illető és a szabályozásból adódó kockázatokat és kihívásokat, valamint a befektetői elvárásokat (TCFD, 2017). Az is jól kivehető az elmúlt évek empirikus kutatási eredményei alapján, hogy a cég mérete és a tényleges károsanyag-kibocsátás mértéke pozitívan korrelál a belső karbonár bevezetésének valószínűségével: minél nagyobb és minél jobban szennyez egy cég, annál nagyobb az esélye, hogy alkalmazni fogja ezt a környezetirányítási eszközt, sőt, várhatóan annál magasabb lesz az ár, amit bevezet (Ben-Amar et al., 2022).

A vállalati karbonárazás gyakorlatát illetően a legtöbb információt közzé tevő nemzetközi nonprofit szervezet a CDP (Carbon Disclosure Project), amely 2014 óta minden évben összegyűjti a vállalatok által megállapított és alkalmazott belső karbonárakat. Így a CDP legfrissebb, 2021-ben publikált jelentése alkalmas lehet a legújabb trendek azonosítására. A CDP 2021-ben publikált jelentése (CDP, 2021a) a megelőző, 2020-as év adatait tartalmazza, mintegy 5900 vállalat vonatkozásában. Az anyag röviden összefoglalja, melyek a legfontosabb változások, újdonságok a korábbiakhoz képest, milyen fő tendenciákat azonosítunk a belső karbonárak esetében.

Talán a legjelentősebb változás, hogy a 2020-as adatok alapján öt év alatt 80%-kal nőtt azoknak a vállalatoknak a száma, amelyek bevezették a belső szén-dioxid-árakat, vagy pedig már tervezik annak alkalmazását. 2020-ban 853 vállalatnál létezett belső CO₂-ár, és további 1159 nyilatkozott úgy, hogy kétévben belül be fogja azt vezetni. Így összességében nagyjából 2000 cég érintett a kérdésben, ami durván az egyharmadát teszi ki a CDP adatbázisában szereplő 5900 vállalatnak.

A CDP előző, 2017-es jelentéséhez képest duplájára nőtt azoknak a száma a világ 500 legnagyobb cégéből, amelyek már alkalmazzák vagy kétévben belül tervezik bevezetni a belső karbonárakat. A 13 vizsgált iparágból 11-nél történt növekedés, legnagyobb mértékben a pénzügyi szektorban (évente 6,2%-kal). A belső árak alkalmazása azonban az esetek túlnyomó többségében csak a közvetlen kibocsátásokra terjed ki: a vállalatok 90%-a csak a Scope 1-kibocsátásait árazza, csupán 70 olyan cég volt, amelyik a Scope 2-es és 3-mas kibocsátásokra is alkalmazta a belső árakat (CDP, 2021a).

A kapcsolódó szakirodalmak alapján (lásd pl. Harpankar, 2019; Bento & Gianfrante, 2020; Zhu et al., 2022) látható, hogy a cégek CO₂-policy-je szorosan összefügg a kibocsátáscsökkentési törekvésekkel, pozitív korreláció áll fenn a belső karbonár bevezetése és az egyéb, klímaváltozással, az arra adott válasszal összefüggő stratégiai lépések és reformok között. Fontos kiemelni, hogy az árazási módszertan tekintetében az árnyékár a meghatározó a vállalatok körében, 10-ből 5 vizsgált cég ezt a megközelítést alkalmazza. A konkrét értékeket illetően a CDP azt állapította meg, hogy 2020-ban az adatbázisukban szereplő cégek belső CO₂-árainak mediánértéke 25 USD/t volt.

Amennyiben a regionális dimenziót vizsgáljuk, megállapítható, hogy számottevő különbségek vannak az egyes földrajzi térségek között, és általánosságban Ázsiában a legaktívabbak a cégek, ami a belső karbonárak bevezeté-

3. táblázat

Belső karbonárak régiók szerinti megoszlása 2021-ben

Régió	Medián ár (USD/t)	Max. ár (USD/t)
Afrika	8	120
Ázsia	28	918
Európa	28	532
Latin-Amerika	8	100
Észak-Amerika	23	760
Óceánia	17	297

Forrás: CDP (2021) alapján saját szerkesztés

sét illeti. A második helyen Európa áll, Észak-Amerika pedig a harmadik. A lista végén Afrika és Óceánia található. Az ázsiai kontinens nemcsak abszolút számokban, de relatív növekedésben is élen jár, itt a legdinamikusabb a növekedés a karbonárakat alkalmazó cégek számában: 2017 óta folyamatosan és gyorsan nő az érintett vállalatok száma, különösen Kínában, ahol 2019 óta több mint negyedével több (27%) cég vezette be vagy tervez CO₂-árzást alkalmazni. Európában a belső karbonárak tekintetében az Egyesült Királyság, Franciaország, Németország, Spanyolország és Olaszország állnak az élen.

Korábban már említettük, hogy a Világbank szerint 2020-ban legalább 40-80 USD/t közötti összegű karbonár lenne szükséges ahhoz, hogy az eszköz hatékonyan járuljon hozzá a kibocsátáscsökkentés stratégiai céljához – nos, a belső árakat alkalmazó vállalatoknak csupán a kisebb része állapított meg ilyen vagy ennél magasabb értéket 2021-ig: a válaszadók mintegy 16%-a alkalmaz ebbe a tartományba eső árakat, és alig 9,8% ennél magasabbat. Az árak rendkívül széles spektrumon mozognak: 6 USD/tonnától egészen 918 USD/t-ig, az elsődleges befolyásoló tényező pedig a szektor, amelyben a cég tevékenykedik. A 2. táblázat mutatja a CDP, illetve a Világbank jelentéseiben vizsgált iparágakat, a hozzájuk tartozó medián és maximum karbonárakat, valamint a kutatáshoz használható adatot szolgáltató cégek számát. Ami a földrajzi dimenziót illeti, a kontinensek és régiók között is szignifikáns különbségeket lehet felfedezni: a legalacsonyabb mediánérték Afrikában (8 USD/t), a legmagasabb pedig Európában és Ázsiában (28 USD/t) található (lásd a 3. táblázatot). A globális medián 28 USD/tonna volt 2021-ben az árnyékár és 18 USD/t a belső adókat alkalmazó cégek esetében.

2. táblázat

Belső karbonárak iparág szerinti megoszlása 2021-ben

Iparág	Medián ár (USD/t)	Max. ár (USD/t)	Adatot szolgáltató vállalatok száma
ruházat	82	760	5
biotech/egészségügy/gyógyszer	43	918	22
pénzügyi szolgáltatások	17	297	105
élelmiszeripar és mezőgazdaság	28	177	40
fosszilis energiahordozók	28	100	55
vendéglátás	16	20	4
közművek, infrastruktúra	35	383	32
feldolgozóipar	28	532	116
bányászat/nyersanyag-kitermelés	28	459	137
egyéb szolgáltatások	20	146	78
energia	23	112	77
kereskedelem	23	135	42
közlekedés	20	269	33

Forrás: CDP (2021) alapján saját szerkesztés

Láthattuk tehát, hogy a karbonkibocsátások belső árázása dinamikusan növekvő gyakorlat a nagyvállalatok körében. Az árázás alkalmazását illetően kirajzolódik néhány alapvető módszer (árnyékár, belső adó), maguk az értékek azonban rendkívül széles tartományban mozognak. Ez persze aligha meglepő, hiszen minden vállalat olyan értéket alkalmaz, ami a saját helyzetének, céljainak és várakozásainak leginkább megfelel.

Diszkusszió és következtetések

A cikkben bemutattuk, hogy a szén-dioxid-kibocsátások közgazdaságtani értelemben vett „helyes” árának megállapítása nagyon nehéz feladat, amely számos bizonytalansággal és etikai dilemmával terhelt. Ennek megfelelően a becslések tartománya igen tág, négy nagyságrendet ölel fel – a 10 USD/t alattól egészen az 1000 USD/t feletti értékekig. Mindazonáltal a tanulmányok széles körét áttekintve nagyjából kirajzolódik egy közepes tartomány, amely érdekes módon hasonló a kétféle – SCC és SPC – módszertan esetében (annak ellenére, hogy a két módszer teljesen más nézőpontból közelíti meg a problémát): 2020-ra a 80-120 USD/t körüli szén-dioxid-ár tekinthető a középértéknek (mindig figyelembe kell venni, hogy az árak idővel fokozatosan emelkednie kell, amíg el nem érjük a klímasemlegességet). Ha megvizsgáljuk a szakpolitikai elemzéshez használt hivatalos szén-dioxid-értékeket (azokban az országokban, ahol léteznek ilyenek), azt láthatjuk, hogy ezek meglehetősen ambíciózusak, és nagyságrendileg összhangban vannak az elméleti ajánlások középső tartományával. Az persze más kérdés – és ez egy nagyon érdekes téma lehet a jövőbeli kutatások számára –, hogy ezek a hivatalos értékek a gyakorlatban mennyire érvényesülnek, milyen mértékben befolyásolják ezekben az országokban a hatósági döntéshozatalt.

A tényleges hatósági szén-dioxid-árakat tekintve teljesen más a kép, ezek ugyanis általában jóval alacsonyabbak, mint az elméleti ajánlások középső tartománya, illetve a döntés-előkészítésben használt értékek. Kivételt csupán néhány európai ország karbonadója, illetve újabban az EU emissziókereskedelmi rendszere képez. Ráadásul egy-egy rendszer hatálya többnyire nem terjed ki az adott joghatóság kibocsátásainak összességére, sok országban pedig egyáltalán nincs is szén-dioxid-árzási rendszer. Mindez azt jelenti, hogy jelenleg a világ szén-dioxid-kibocsátásának mindössze 3,76%-át árazzák

olyan szinten, amely a Világbank szerint összhangban van a 2°C-os éghajlati céllal (Világbank, 2021). (Ehhez hozzá kell tenni, hogy a Világbank által megadott 40-80 USD/t értéktartomány eleve alacsonyabb, mint a jelen szakirodalmi áttekintésből kirajzolódó sáv.) Az árak tendenciája ugyanakkor emelkedő – a koronavírus-járvány okozott ugyan némi csökkenést a kvótaárakban, illetve néhány országban a tervezett adóemelés elhalasztásához vezetett, e jelenségek ugyanakkor átmenetinek bizonyultak és immár világszerte folytatódik a karbonárak növekedése. A fokozódó klímapolitikai elköteleződés, amely a világ jelentős részén megfigyelhető, úgy tűnik, egyre inkább a kibocsátások csökkentésére irányuló gazdasági ösztönzők erősödéséhez vezet.

A klímaváltozás problémájának kezelése mindinkább megjelenik a vállalatok stratégiájában is, hiszen számos kockázatot hordoz az számukra, és a különböző érintettek is egyre inkább számon kérik az ezzel kapcsolatos lépéseket. A multinacionális vállalatok többsége már rendelkezik számszerű kibocsátáscsökkentési céllal, és egyre növekszik azok száma is, akik klímastratégiájuk egyik elemeként a karbonárazás eszközt is bevetik. Láthattuk, hogy a vállalatok belső árai is elég széles tartományban mozognak, de átlagosan magasabbak, mint a hatóságok által adó vagy ETS formájában érvényesített árak, ami logikusnak tekinthető, hiszen a belső árazás fő funkciója, hogy felkészítse a vállalatokat a hatósági árak emelkedésére, illetve elősegítse az önkéntes klímacélok megvalósítását. A belső árazást a vállalatok többsége elemzési, döntés-előkészítési célokra használja, de egy részük „belső adó” formájában be is szedi a különböző részlegektől. Érdekes, hogy a vállalati belső árak esetében ugyanolyan irányú különbség figyelhető meg az elemzési célú és a ténylegesen kivetett árak között, mint a hatóságok esetében – utóbbiak ugyanis általában jóval alacsonyabbak. Az óvatosság és a gyakorlati szempontok tehát nemcsak a hatósági szabályozás, hanem a belső szabályozás esetében is egyértelműen viszfogják a megállapított értékeket.

Jelen cikkben csak általános szinten volt módunk megvizsgálni a cégek által alkalmazott belső karbonárak és a hatósági árak kapcsolatát. A jövőben ezt mindenképp érdekes lenne területi bontásban is megtenni, hogy láthatunk, vajon magasabb hatósági árak mellett magasabb belső árakat használnak-e a vállalatok. Ezt az összehasonlítást azonban nehezíti, hogy a nagyvállalatok kibocsátásai nem feltétlenül abban az országban jelentkeznek, ahol a cég székhelye van, így annak megállapításához, hogy egy cég milyen hatósági karbonáraknak van kitéve, ismerni kellene a vállalati kibocsátások területi megoszlását is. A másik fő kutatási kérdés a belső karbonár, mint környezeti menedzsmenteszköz hatékonysága. Mivel viszonylag új jelenségről van szó, ezért eddig nem volt lehetséges nagyobb mintán vizsgálni, néhány éven belül azonban már megállapítható lehet, hogy valóban gyorsabban csökkennek-e a belső árakat alkalmazó cégek kibocsátásai, illetve a belső árak mely típusa és mely nagyságrendje szükséges a kívánt hatás elérésére. (Nem szabad azonban elfelejteni, hogy vállalati szempontból a karbonárazás célja nem feltétlenül a minél erőteljesebb kibocsátáscsökkentés, ha-

nem egy olyan pálya elérése, amely segít minimalizálni a klímaváltozással kapcsolatos jelenlegi és jövőbeli költségeket.)

A karbonárak különböző típusait összevetve összességében elmondható, hogy a klímaközgazdászok ajánlásaival leginkább a hatóságok által döntés-előkészítési céllal megállapított értékek vannak összhangban (abban a néhány országban, ahol egyáltalán létezik ilyen). A legalacsonyabb értéket átlagosan a tényleges hatósági karbonárak veszik fel – a különbségnek nyilván számos oka lehet a versenyképességi aggályoktól a szociális vagy éppen politikai megfontolásokig. A vállalati karbonárak pedig valahol a kettő között helyezkednek el. Egyértelműen látszik ugyanakkor, hogy a szén-dioxid-kibocsátás ára – legyen szó elméleti vagy gyakorlati, hatósági vagy vállalati árról – emelkedő tendenciát mutat, és ez minden bizonnyal így marad a jövőben is. Kérdés, hogy ez az emelkedés, illetve a gyakorlatban alkalmazott áraknak az elméleti ajánlásokhoz való felzárkózása elég jelentős és elég gyors-e ahhoz, hogy a karbonárazás a globális klímacélok megvalósításának hatékony eszköze lehessen.

Felhasznált irodalom

- Ackerman, F., & Munitz, C. (2016). A critique of climate damage modeling: Carbon fertilization, adaptation, and the limits of FUND. *Energy Research & Social Science*, 12(Sept), 62–67.
<https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.11.008>
- Ben-Amar, W., Gomes, M. & Marsat, S. (2022). Climate change exposure and internal carbon pricing adoption. *Business Strategy and the Environment*, 31(7), 2854-2870.
<https://doi.org/10.1002/bse.3051>
- Bento, N. & Gianfrate, G. (2020). Determinants of internal carbon pricing. *Energy Policy*, 143(August), 111499, ISSN 0301-4215,
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111499>
- BSR-Globescan (2019). *The state of sustainable business 2019 – Results of the 11th Annual Survey of Sustainable Business Leaders*. <https://www.bsr.org/reports/BSR-Globescan-State-Sustainable-Business-2019.pdf>
- C2ES (Centre for Climate and Energy Solutions) (2017). *The business of pricing carbon – how companies are pricing carbon to mitigate risks and prepare for a low-carbon future*. <https://www.c2es.org/wp-content/uploads/2017/09/business-pricing-carbon.pdf>
- CDP (2021a). *Putting a price on carbon. The state of internal carbon pricing by corporates globally*. https://cdn.cdp.net/cdp-production/cms/reports/documents/000/005/651/original/CDP_Global_Carbon_Price_report_2021.pdf?1618938446
- CDP (2021b). *Walt Disney Company – Climate Change 2021*. <https://impact.disney.com/app/uploads/2022/02/TWDC-CDP-Climate-Change-2021.pdf>
- Csutora, M., & Harangozó, G. (2019). Szén-dioxid-elszámolás a hálózati gazdaságban. *Vezetéstudomány*, 50(9), 26-39.
<https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2019.09.04>
- DECC (UK Department of Energy and Climate

- Change) (2019). *Green Book supplementary guidance: valuation of energy use and greenhouse gas emissions for appraisal*. <https://www.gov.uk/government/publications/valuation-of-energy-use-and-greenhouse-gas-emissions-for-appraisal>
- DiCaprio, T. (2015). *Making an impact with Microsoft's carbon fee*. Microsoft Corporation. <https://download.microsoft.com/download/0/A/B/0AB2FDD7-BDD9-4E23-AF6B-9417A8691CF5/Microsoft%20Carbon%20Fee%20Impact.pdf>
- EMBER (2021). *Daily EU ETS carbon market price*. <https://ember-climate.org/data/carbon-price-viewer/>
- Fankhauser, S., Tol, R.S. & Pearce, D.W. (1997). The aggregation of climate change damages: a welfare theoretic approach. *Environmental and Resource Economics*, (10), 249–266. <https://doi.org/10.1023/A:1026420425961>
- Gyura, G. (2020). ESG és bankszabályozás: Haladni kell a korral. *Gazdaság és Pénzügy*, 7(4), 372-391. <https://doi.org/10.33926/GP.2020.4.1>
- Harangozó, G., Csutora, M., Tátrai, T., & Vörösmarty, Gy. (2019). A zöld ellátásilánc-menedzsment fejlődése – múlt, jelen és jövő. *Vezetéstudomány*, 50(12), 122-135. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2019.12.11>
- Harangozó, G., Széchy, A., & Zilahy, G. (2016). A fenntarthatósági lábnyom-megközelítések szerepe a vállalatok fenntarthatósági szempontú teljesítményértékelésében. *Vezetéstudomány*, 47(7), 2-13. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2016.07.01>
- Hartje, V., Wüstemann, H., & Bonn, A. (2015). *Naturkapital Deutschland – TEEB DE: Naturkapital und Klimapolitik – Synergien und Konflikte*. Technische Universität Berlin, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ. Berlin, Leipzig. https://www.ufz.de/export/data/global/190502_TEEB_DE_Bericht1_Klima_Langfassung.pdf
- Harpankar, K. (2019). Internal carbon pricing: rationale, promise and limitations. *Carbon Management*, 10(2), 219-225. <https://doi.org/10.1080/17583004.2019.1577178>
- Heal, G., & Millner, A. (2014). Uncertainty and decision-making in climate change economics. *Review of Environmental Economics and Policy*, 8(1), 120–137. <https://doi.org/10.1093/reep/ret023>
- Hope, C. (2011). *The social cost of CO₂ from the PAGE09 model. Working paper series 5/2011*. Cambridge, UK: Cambridge Judge Business School. <https://www.jbs.cam.ac.uk/wp-content/uploads/2020/08/wp1105.pdf>
- I4CE – Institute for Climate Economics (2016). *Internal carbon pricing – A growing corporate practice*. <https://www.i4ce.org/wp-core/wp-content/uploads/2016/09/internal-carbon-pricing-november-2016-ENG.pdf>
- Interagency Working Group on Social Cost of Greenhouse Gases, United States Government (2021). *Technical support document: social cost of carbon, methane, and nitrous oxide interim estimates under executive. Order 13990*. https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2021/02/TechnicalSupportDocument_SocialCostofCarbonMethaneNitrousOxide.pdf
- IPCC (Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H. O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P. R., ... & Waterfield, T.) (2018). *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. Cambridge, UK; New York, NY USA: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157940.008>
- IWG-SCGG (Interagency Working Group on Social Cost of Greenhouse Gases, United States Government) (2016). *Technical support document: technical update of the social cost of carbon for regulatory impact analysis under executive. Order 12866*. https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-12/documents/sc_co2_tsd_august_2016.pdf
- Kolk, A., Levy, D. & Pinkse, J. (2008). Corporate responses in an emerging climate regime: the institutionalization and commensuration of carbon disclosure. *European Accounting Review*, 17(4), 719–745. <https://doi.org/10.1080/09638180802489121>
- KPMG (2020). *The time has come. The KPMG survey of sustainability reporting 2020*. https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/be/pdf/2020/12/The_Time_Has_Come_KPMG_Survey_of_Sustainability_Reporting_2020.pdf
- Kuik, O., Brander, L., & Tol, R. S. J. (2009). Marginal abatement costs of greenhouse gas emissions: A meta-analysis. *Energy Policy*, 37(4), 1395–1403. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.11.040>
- Lucas, M.T. (2010). Understanding environmental management practices: integrating views from strategic management and ecological economics. *Business Strategy and the Environment*, 19(8), 543–556. <https://doi.org/10.1002/bse.662>
- McKinsey & Company (2009). *Pathways to a low-carbon economy. Version 2 of the global greenhouse gas abatement cost curve*. <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/pathways-to-a-low-carbon-economy>
- Neumayer, E. (1999). Global warming: discounting is not the issue, but substitutability is. *Energy Policy*, 27(1), 33-43. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(98\)00063-9](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(98)00063-9)
- Nordhaus, W. D. (2007). A review of the Stern review on the economics of climate change. *Journal of Economic Literature*, 45(3), 686-702. <https://doi.org/10.1257/jel.45.3.686>
- Nordhaus, W. D. (2017). Revisiting the social cost of carbon. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(7), 1518–1523. <https://doi.org/10.1073/pnas.1609244114>
- Parnell, J. (2020). *BP adopts \$100 carbon price assumption for 2030, with big implications for clean energy*. Greentechmedia. <https://www.greentechmedia.com/articles/read/european-oil-majors-ready-to-scale-up-energy-transition-investment>

- OECD (2018). *Effective Carbon Rates 2018: Pricing carbon emissions through taxes and emissions trading*. Paris, France: OECD Publishing. <https://www.oecd.org/ctp/effective-carbon-rates-2018-9789264305304-en.htm>
- Quinet, A. (2019). *La valeur de l'action pour le climat. Une valeur tutélaire du carbone pour évaluer les investissements et les politiques publiques*. France Stratégie. https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-2019-rapport-la-valeur-de-laction-pour-le-climat_0.pdf
- Sathaye, J., & Shukla, P. R. (2013). Methods and models for costing carbon mitigation. *Annual Review of Environment and Resources*, 38(1), 137–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-083111-092115>
- SBTi (2020). *Foundations for science-based net zero target setting in the corporate sector*. Science Based Targets Initiative. <https://sciencebasedtargets.org/resources/files/foundations-for-net-zero-full-paper.pdf>
- Smith, S., & Braathen, N. A. (2015). *Monetary carbon values in policy appraisal: an overview of current practice and key issues*. *OECD Environment Working Papers*, No. 92. Paris, France: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5jrs8st3ngvh-en>
- Stern, N. (2008). The economics of climate change. *American Economic Review*, 98(2), 1-37. <https://doi.org/10.1257/aer.98.2.1>
- Stiglitz, J. E., Stern, N., Duan, M., Edenhofer, O., Giraud, G., Heal, G. M., la Rovere, E. L., Morris, A., ...Winkler, H. (2017). *Report of the high-level commission on carbon prices*. Washington, D.C.: The World Bank. <https://academiccommons.columbia.edu/doi/10.7916/d8-w2nc-4103>
- Széchy, A. (2020). *Environmental and climate policy*. Budapest: Budapesti Corvinus Egyetem. <https://doi.org/10.14267/cb.2020k01>
- TCFD (2017). *The use of scenario analysis in disclosure of climate-related risks and opportunities*. Basel, Switzerland: TCFD. <https://assets.bbhub.io/company/sites/60/2020/10/FINAL-TCFD-Technical-Supplement-062917.pdf>
- The World Bank (2021). *State and Trends of Carbon Pricing 2021 (May)*. Washington, D.C: The World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1728-1>
- Tol, R.S.J. (2009). The economic effects of climate change. *Journal of Economic Perspectives*, 23(2), 29–51. <https://pubs.aeaweb.org/doi/pdfplus/10.1257/jep.23.2.29>
- UBA – UMWELTBUNDESAMT (2012). *Best Practice Kostensätze für Luftschadstoffe, Verkehr, Strom- und Wärmeerzeugung: Anhang B der Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung von Umweltkosten*. Umweltbundesamt, Dessau-Rosslau. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/uba_methodenkonvention_2.0_-_anhang_b_0.pdf
- UBA – UMWELTBUNDESAMT (2018). *Methodenkonvention 3.0 zur Ermittlung von Umweltkosten – Methodische Grundlagen*. Umweltbundesamt, Dessau-Rosslau. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-11-12_methodenkonvention-3-0_methodische-grundlagen.pdf
- UBA – UMWELTBUNDESAMT (2019). *Methodenkonvention 3.0 zur Ermittlung von Umweltkosten – Kostensätze*. Umweltbundesamt, Dessau-Rosslau. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-02-11_methodenkonvention-3-0_kostensaetze_korr.pdf
- US-EPA (2019). *Regulatory Impact Analysis for the Repeal of the Clean Power Plan, and the Emission Guidelines for Greenhouse Gas Emissions from Existing Electric Utility Generating Units*. https://www.epa.gov/sites/production/files/2019-06/documents/utilities_ria_final_cpp_repeal_and_ace_2019-06.pdf
- van den Bergh, J. C., & Botzen, W. J. W. (2015). Monetary valuation of the social cost of CO₂ emissions: a critical survey. *Ecological Economics*, 114(June), 33-46. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.03.015>
- Waldhoff, S., Anthoff, D., Rose, S., & Tol, R. S. J. (2014). The Marginal Damage Costs of Different Greenhouse Gases: An Application of FUND. *Economics: The Open-Access, Open Assessment E-Journal*, 8(2014-31), 1-33. <http://dx.doi.org/10.5018/economics-ejournal.ja.2014-31>
- WBCSD/WRI (2004). *The Greenhouse Gas Protocol – A Corporate Accounting and Reporting Standard*. Geneva, Switzerland: World Business Council for Sustainable Development and World Resources Institute. <https://crp.trb.org/acrpwebresource4/the-greenhouse-gas-protocol-a-corporate-accounting-and-reporting-standard-revised-edition/>
- WBCSD/WRI (2011). *The Greenhouse Gas Protocol – Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard. Supplement to the GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard*. Geneva, Switzerland: World Business Council for Sustainable Development and World Resources Institute. <https://ghgprotocol.org/standards/scope-3-standard>
- WBCSD (2015). *Emerging practices in internal carbon pricing: a practical guide*. Washington, DC: WBCSD Leadership Program. <https://www.wbcsd.org/Projects/Education/Resources/Emerging-Practices-in-Internal-Carbon-Pricing-A-Practical-Guide>
- Weitzman, M. L. (2007). A review of the Stern Review on the economics of climate change. *Journal of Economic Literature*, 45(3), 703-724. https://scholar.harvard.edu/weitzman/files/review_of_stern_review_jel.45.3.pdf
- Willmott, E. (2022). *How Microsoft is using an internal carbon fee to reach its carbon negative goal*. Microsoft Industry Blogs. <https://cloudblogs.microsoft.com/industry-blog/sustainability/2022/03/24/how-microsoft-is-using-an-internal-carbon-fee-to-reach-its-carbon-negative-goal/>
- Zhu, B., Xu, C., Ping, W. & Lin, Z. (2022). How does internal carbon pricing affect corporate environmental performance? *Journal of Business Research*, 145, 65-77. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.02.071>