

**Torsten Hauck**

### **A kibocsátás kereskedelem elméleti és gyakorlati vetülete**

*A szerző összefoglalja a CO<sub>2</sub> kibocsátás kereskedelem hátterét. Egy olyan hosszú távú stratégiai modell kifejlesztésére összpontosít, amellyel a jelenlegi CO<sub>2</sub>-kvótaárak a 2016-2020-as vizsgált időszakra hedzselhetők. A modell gyakorlati működőképességét a Mátrai Erőmű (Visonta/Magyarország), mint reprezentatív barnaszénerőmű hosszú távú terve alapján mutatja be a hozzá kapcsolódó üzemgazdasági hatásokkal.*

*A modell alkalmazása a gördülő árhedzselés funkciójával hosszú távú stabil CO<sub>2</sub>-kvótaárakat biztosít és ezáltal semlegesíti az áringadozásokat, amelyek a kibocsátás-kereskedelem kialakítása miatt állnak elő. A barnaszénerőművek üzemeltetői visszakapják tervezési biztonságukat, és ismét abba a helyzetbe kerülnek, hogy stabil alapon hozhassanak stratégiai döntéseket, pl. az erőmű fenntartásába és bővítésébe történő beruházásokról.*

*Kulcsszavak:* CO<sub>2</sub> kvóta, kibocsátás kereskedelem, CO<sub>2</sub>-kvótaköltségének hedzselése

*Jel-kód:* Q31, Q41, Q56

#### **Bevezetés**

A Kiotói Jegyzőkönyvből (2008) kiindulva az EU 2003/87/EK irányelve alapján a CO<sub>2</sub>-kibocsátás-kereskedelme 2005-ben lépett életbe, amely az emisszió visszaszorítására Pigou és Coase elméletei alapján kifejlesztett szabályozási eszköz (EK,2004). Lényege, hogy az állami beavatkozások helyett alapvetően a piacra helyeződik át a hangsúly azáltal, hogy a kibocsátási jogosultságokat az állam szétosztja, és ha egy vállalkozás kevesebbet emittál a számára megengedett illetve kiutalt mértéknél, az így megtakarított kibocsátási egységeket értékesítheti, és a vevő ezáltal megszerzi a jogot arra, hogy az ő részére kiutalt vagy meghatározott mennyiségnél többet emittálhasson. Alapjában véve az államilag meghatározott kibocsátási mennyiség mértéke ugyan változatlan marad, viszont a kibocsátási jogosultságokkal való kereskedelem gazdaságilag optimálisabb eredmények eléréséhez vezethet. A széndioxid kereskedelem első két periódusában az állam ingyenesen allokkálta a kapacitások függvényében a széndioxid kvótákat a piaci szereplők részére (EK, 2009).

A CO<sub>2</sub>-kereskedelem 2013-tól érvényes harmadik allokkációs időszakban a piaci szereplőket egyre inkább foglalkoztatja, hogy a kvóta lefedettséggel összefüggő pluszköltség a villamos energia árban figyelembe vételre kerül-e, vagy nem. Amennyiben figyelembe veszik, az milyen mértékű lesz, illetve biztosított-e teljes vagy legalábbis részleges költségterítés. További fontos kérdés, hogy milyen stratégiákat kellene alkalmazni az emelkedő CO<sub>2</sub>-kvótaárak ellen. Mindezek a villamos energiatermelő ágazatot nagy kihívások elé állítják. Különösen azért, mert hosszú távra orientált ágazatról van szó, ahol a beruházási ciklusok is megfelelően hosszúak.

Tanulmányom egy olyan hosszú távú stratégiai modellt mutat be, mellyel a jelenlegi CO<sub>2</sub> kvótaárak a 2016-2020-as vizsgált időszakra hedzselhetők, azaz a hátrányos ármozgással szembeni védelem, a portfóliók időbeli ingadozásának mérséklése egy kívánt árszint meghatározásával megvalósítható.

#### **A CO<sub>2</sub> kibocsátás kereskedelem háttere**

A kibocsátás-kereskedelem alapfogalmai az USA-ból származnak, ahol több különbözőképpen működő kibocsátási rendszer működik, melyeknek gyakorlati és elméleti kérdései a különböző szakértőket intenzíven foglalkoztatták az elmúlt időszakban, többek között az üzemanyagok ólomtartalmának csökkentése és a NO<sub>x</sub> költségvetési program kapcsán (Tietenberg, 2014). Európában 2005-től került bevezetésre, mint a globális klímaváltozás csökkentésének szabályozó eszköze. A kibocsátás-kereskedelem alapja az egyes országokra kiszabott

üvegházhatású-gázok kibocsátási mértékének kvótákban történő mennyiségi korlátozása. Ha a termelők kibocsátása nagyobb, mint a részükre kiosztott kvóta mennyisége, akkor annak lefedésére kvótát kell, hogy vásároljanak. Egységnyi kvóta 1 tonna széndioxid kibocsátásának felel meg. A CO<sub>2</sub> kvóta piaci ára nagymértékben függ a kereslet-kínálat alakulásától. Az első kereskedelmi periódusban (2005-2007) 0-23 EUR között változtak az árak, míg a második kereskedelmi periódusban (2008-2012) 27 és 3 EUR között mozogtak.

A energia-termelőknek a 2005-2007-es első allokációs időszakban a villamosenergia-termeléshez szükséges CO<sub>2</sub>-kvótákat ingyenesen, ill. a 2008-2012-es második allokációs időszakban nagy mértékben ingyenesen bocsátották rendelkezésére, a 2013-tól érvényes harmadik allokációs időszakban az összes szükséges CO<sub>2</sub>-kvótát meg kell vásárolniuk. Így most már a „virtuális” költség igazi költséggé alakul át a megfelelő eszközfelhasználással. Ez a termelés fajtájától függően a berendezések üzemeltetőit különféleképpen érinti. Kibocsátásmentes vagy kevés kibocsátással járó termelési fajták esetén, pl. víz- vagy gázerőművek, nincs terhelés, vagy csak nagyon kis mértékű. Az intenzív kibocsátással járó villamosenergia-termelési fajták - mint pl. a barnaszén-alapú villamosenergia-termelés - számára ez plusz teher, amely sokkal magasabb is lehet, mint a tulajdonképpeni tüzelőanyag-költség.

A kibocsátás-kereskedelem jelenlegi piacbázisú kezdeményezése a levegőszennyezés állami kormányzati utasít és ellenőriz („command and control”) eszközök mérséklésének illetve megszüntetésének tradicionális és szigorú alap gondolatából ered, vagyis abból, hogy a hatóság az emisszió felső határértékét állapítsa meg, majd ellenőrizze azok betartását. Elméleti tanulmányok rámutatnak arra, hogy a meghatározott normák betartását lényegesen kisebb költséggel lehet elérni, mint a hagyományos „command and control” kezdeményezéssel.<sup>1</sup>

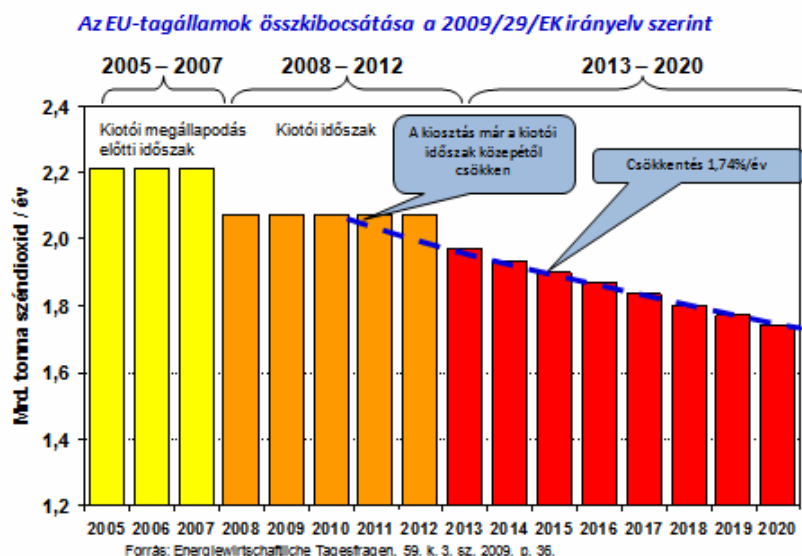
A kibocsátás-kereskedelem energiagazdaságra gyakorolt széles körű hatásaival a rendszer bevezetése óta foglalkozom. Tapasztalataim szerint a különböző - egyik oldalon (környezet-)politikai és a másikon gazdasági - pozíciók és érdekek nagymértékben megkeményítették a frontokat. Ezt megerősítette a rendszer működéséről és hatásairól a szakértőkkel, és érintettekkel (a kibocsátás-kereskedelemben szereplő energiagazdaságot képviselőkkel és a nemzeti és európai politikát alakító, valamint a környezetvédelmi szövetségeket képviselő személyekkel) folytatott élénk eszmecsere és interjú. Ezért igyekeztem a kérdést tudományosan megközelíteni, különösen azon villamosenergia-termelők szemüvegén keresztül, akik a kibocsátás-kereskedelem gazdasági hatásaival kényszerülnek megküzdeni, ugyanis a peremfeltételek legalábbis 2020-ig már fixek és mint adott dolgot kell elfogadni.

2013-tól kezdve különösen a sok CO<sub>2</sub>-t kibocsátó barnaszénerőműveket fogja terhelni a CO<sub>2</sub>-kvóták miatti plusz költség. Az erőmű-üzemeltetők számára ezzel olyan alapvető kérdések merülnek fel, mint a jövedelmezőség és a stratégiai orientáció. Ez a CO<sub>2</sub>-kibocsátások csökkentését célzó műszaki optimalizációs beruházások esetén a gazdaságosságát, az alternatív tüzelőanyagok - pl. biomassa - bekeverésének mértékét vagy új erőműépítésbe történő hosszú távú beruházást érinti, egészen a gazdaságosságig és a régi nem hatékony erőművek továbbüzemeltetéséig menően. Időközben a jelenlegi barnaszénerőművek üzemeltetői számára bizonyára világossá vált, hogy az összes műszaki optimalizációs megoldás, amennyiben ezek gazdasági értelemben ésszerűek, a csökkenő jövedelmezőség folyamatát csak kismértékben képesek késleltetni.

Ennek tükrében a berendezések üzemeltetői számára az a kérdés, hogy a piac elvisel-e, azaz a villamosenergia-ár fedez-e és ha igen, milyen mértékű CO<sub>2</sub>-költséget, egyre nagyobb jelentőségű. A jelenlegi erőműveknél meg kell vizsgálni, hogy 2013 után lehet-e még ezeket gazdaságosan tovább üzemeltetni, és új erőművekbe történő beruházásoknál pedig azok kielégítő jövedelmezőségének kérdése merül fel, különösen azért, mert növekvő CO<sub>2</sub>-kvótaárakkal kell számolni. A növekvő CO<sub>2</sub>-kvótaárak nemcsak a politika óhaja, de a

<sup>1</sup> vgl.: Tietenberg, T.: The Evolution of Emissions Trading, 2008

kibocsátás-kereskedelem rendszeréből automatikusan adódnak, mivel az aukcióra kerülő CO<sub>2</sub>-kvóták mennyisége évről évre csökken.



1. ábra: A teljes CO<sub>2</sub>-kvótamennyiség évenkénti kiosztása 2020-ig  
Forrás: Szerzők nélkül, Energiewirtschaftliche Tagesfragen (2009).

Empirikus vizsgálatok azt mutatták, hogy a CO<sub>2</sub>-költséget csak részben lehet a villamosenergia-áron keresztül tovább adni. Azon berendezések üzemeltetőinél, ahol a CO<sub>2</sub>-kvótaigény magasabb, plusz költség keletkezik, amely az árrést szűkíti, így az alacsony CO<sub>2</sub>-költségű berendezések üzemeltetőihez képest viszonylagos versenyhátrány alakul ki. Ez különösen a barnaszénművek üzemeltetőit érinti, hiszen a fajlagos CO<sub>2</sub>-kibocsátási rátájuk az összes villamosenergia-termelő között a legmagasabb.

1. táblázat: Erőműtípusok széndioxid emisszói

Erőműtípus	CO <sub>2</sub> emisszió t/MWh
Barnaszén	1,18
Kőszén	0,83
Szén (általában)	1,01
Olaj	0,75
Gáz	0,51
Gáz (GUD)	0,33
Gáz	0,42
Atomenergia	0
Vízenergia	0
Szélenergia	0

Forrás: Stromerzeugungsarten Quelle: Entnommen aus Seifert (2010)<sup>2</sup>.

<sup>2</sup>Die Tabelle 1 zeigt die durchschnittlichen Emissionen von CO<sub>2</sub> in Tonnen pro erzeugter MWh Strom für die unterschiedlichen Kraftwerkstypen. CO<sub>2</sub>-äquivalente Treibhausgase und nicht auf reiner Stromerzeugung basierende CO<sub>2</sub>-Emissionen wurden nicht berücksichtigt. Für Kohle Gesamt und Gas Gesamt wurde eine Gewichtung von jeweils 50 % veranschlagt.

Az európai CO<sub>2</sub>-kibocsátáskereskedelem a beláthatatlan, de messzire nyúló hatásaival a villamosenergia-termelő ágazatot nagy kihívások elé állítja.

### **CO<sub>2</sub> kereskedelem a gyakorlatban**

Az Európai Unió Kibocsátás-kereskedelmi Rendszere [European Emission Trading System (EU-ETS)] súlyos beavatkozást jelent az energia-intenzív vállalatok, kiváltképp a villamosenergia-termelők üzemgazdasági struktúrájába. Az Európai Unió szándéka az, hogy állami irányítással elérje, hogy a villamosenergia-termelés új irányt vegyen, egészen a CO<sub>2</sub>-mentes, ill. alacsony kibocsátású villamosenergia-termelésig. Ennélfogva a CO<sub>2</sub>-kvóták aukciója egyfajta füstgázadóhoz hasonlít, azzal a különbséggel, hogy nem fixen kalkulálható kulcsot kell fizetni, hanem ennek mértéke erősen ingadozhat és így kevésbé kalkulálható. Az alacsony CO<sub>2</sub>-kibocsátású energia-termeléshez vezető folyamat nem alakítható ki máról holnapra, hanem ez egy hosszú távú folyamat, mivel az európai villamosenergia-termelési struktúra a nagy erőműveivel nemcsak egy töke intenzív terület, hanem nagyon hosszú távra orientált is. Az erőművi beruházások rendszerint 40 éves, nem ritkán 60 éves időszakra szólnak.

Kutatásaim eredményei alapján az erőmű-üzemeltetők a szükséges CO<sub>2</sub>-kvótamennyiséget származékos ügyleteken keresztül biztosítják maguk számára, rendszerint tőzsdei kereskedésű határidős ügyletekkel, maximum három éves, az ún. likvid időszakra. Ez egyrészt a gyakorlati mérlegelésekből következik, mert a CO<sub>2</sub>-kvóták maximális kereskedési időszaka a tőzsdén csak három év, és - átláthatósági és likviditási okok miatt - a villamosenergia-termelők a CO<sub>2</sub>-kvótákat túlnyomórészt a villamosenergia-tőzsdén szerzik be. Másrészt a kockázati szempontoknak van nagy szerepe. A kockázati controlling előírásai alapján nyitott pozíciók nem keletkezhetnek, azaz a villamosenergia-értékesítésnek és a termeléshez szükséges CO<sub>2</sub>-kvóták hozzátartozó fedezetének egymással szinkronban kell megtörténnie. Mivel az eddigi gyakorlat szerint a villamos energia szintén csak három évre adható el előre, az ezen túlmenő CO<sub>2</sub>-kvóták hedzselése fedezetlen lenne és árkokázatnak lenne kitéve.

Ha a likvid időszakra vonatkozó hedzselés eddigi gyakorlata az első és a második allokációs időszakra még elegendő is volt, azonban meggyőződésem szerint a harmadik allokációs időszakban paradigmaváltásra lesz szükség a CO<sub>2</sub>-kvóták hosszabb távú hedzselése érdekében. Ugyanúgy önmagában zárt vagy nagymértékben zárt volt az első és második allokációs időszak, a megszokott hedzseléshez illeszkedő három ill. ötéves időtartammal. A harmadik kibocsátási időszakot nyolc évre bővítették, ezáltal több mint kétszer olyan hosszú, mint a CO<sub>2</sub>-kvóták likvid időszaka. Ráadásul az első két kiosztási időszakban a CO<sub>2</sub>-kvótákat még ingyenesen, ill. nagymértékben ingyenesen osztották ki. A harmadik allokációs időszaktól kezdve az összes CO<sub>2</sub>-kvótát meg kell vásárolni, ezáltal aránytalanul növekszik az érintett erőmű-üzemeltetők számára a jövedelmezőség kockázata, aminek oka a CO<sub>2</sub>-kvóták növekvő árára vezethető vissza.

### **Alkalmazott módszerek és megválaszolandó kérdések**

Kutatásom során egy olyan hosszú távú stratégiai modell kifejlesztésére összpontosítottam, amellyel a jelenlegi CO<sub>2</sub>-kvótaárak a 2016-2020-as vizsgált időszakra hedzselhetők. Impliciten a 2012. évet feltételezzük kiinduló évnél. Ebből kifolyólag a 2013-2015 közötti időszak a likvid időszak, amelyben a szükséges CO<sub>2</sub>-kvóták hedzselése az eddigi gyakorlat szerint történik. Egy ilyen modell relevanciája a hosszú távú ár- és tervezési biztonság igényéből származik. A megtervezett modellel egyrészt ár- és tervezési biztonságot értünk el a CO<sub>2</sub>-kvótaköltség tekintetében a 2016-2020-as vizsgált időszakra, másrészt biztosítjuk a jövedelmezőség megtartását. A 950 MW-os Mátrai Barnaszénerőmű (Visonta/Magyarország) példáján mutatom be ezen modell relevanciáját és megvizsgálom, hogy milyen hatást gyakorol 2016-tól kezdve a

CO<sub>2</sub>-kvóták teljes mértékű beszerzése által keletkeztetett plusz költségterhelés a költségstruktúrára és a jövedelmezőségre, a megtervezett hosszú távú modell alkalmazásával és anélkül.

A megtervezett modell a barnaszén-tüzelésű erőművekre vonatkozik, mert ezeket érinti különösen az EU-ETS 2013-tól. Ezeknek zsinórterhelésű erőművekként nagy a kihasználása, és a saját tüzelőanyag-ellátás révén az atomerőmű után a legkedvezőbb költségű villamosenergia-termelésű fajta. Viszont a magas CO<sub>2</sub>-kvótatényező a jövőben hátrányosan hat a versenyképességre, és csökkenti a jövedelmezőséget. A villamosenergia-ár szintjétől függően ez negatív is lehet. Ezért az üzemeltetők körében nagy a bizonytalanság az üzemeltetési költség és a villamosenergia-ár változásának jövőbeli mértékét illetően. Emellett felmerül a további piacképesség kérdése is. Bár az üzemeltetők különféle scenáriókkal számolnak, amikre stratégiákat is kidolgoznak, viszont a piacon mégis inkább várakozó magatartás figyelhető meg. A piacon maradás érdekében a barnaszénerőművek üzemeltetőinek alkalmazkodni kell a megváltozott helyzethez. Ebből adódik, hogy azon jövőbeli stratégiák szerepe értékelődik fel, amelyeknek választ kell adni az alábbi kérdésekre.

- Melyek a barnaszénerőmű rövid- és hosszú távú kockázatai és lehetőségei az EU-ETS alapján 2013-tól kezdve?
- Milyen hatással van a CO<sub>2</sub>-kereskedelem 2013-tól a barnaszénerőművek költségstruktúrájára?
- Hogyan és milyen mértékben kompenzálódik a plusz CO<sub>2</sub>-költség 2013-tól a villamos energia árán keresztül?
- Mely stratégiai opciókkal számolhat egy barnaszénerőmű piacképességének biztosítása érdekében, különösen 2016-tól?
- Hogyan hatnak a különféle CO<sub>2</sub>-stratégiák a jövedelmezőségre?
- Hogyan egyenlíthetők ki a CO<sub>2</sub>-kvóták ingadozó árai és ezáltal hogyan érhető el nagyobb tervezési biztonság?

Tanulmányomban a Mátrai Barnaszénerőmű (Visonta/Magyarország) példáján keresztül törekedtem a kérdésekre választ adni és a barnaszénerőmű-üzemeltetőknek a megváltozott helyzetből adódó lehetséges jövőbeli viselkedését bemutatni.

A saját tüzelőanyag-ellátással rendelkező barnaszénerőművek hasonló struktúrája révén az eredmények példaszerűnek tekinthetők az összes többi európai barnaszénerőmű számára, és így alapvető jelentőségűek.

A kibocsátás-kereskedelemben résztvevő 27 EU-tagállamból 10-ben fedezik a villamosenergia-igény nagy részét barnaszénerőművek. Ezekben az országokban összesen 57 db, egyenként 200 MW fölötti kapacitású barnaszénerőmű áll kereken 61.000 MW beépített összkapacitással a villamosenergia-ellátás fedezésére rendelkezésre.

## A elért eredmények

A CO<sub>2</sub>-kvótakereskedelem bevezetése óta a villamosenergia-ár képzésének súlypontja annak a kérdésnek a vizsgálatán van, hogy a CO<sub>2</sub>-kvóták költsége a villamos energia árában mennyire vannak figyelembe véve. Erre építve egy olyan modellt terveztem, amely lehetővé teszi a CO<sub>2</sub>-kvóták jelenlegi árainak hosszú távra, azaz a 2020-ig tartó teljes harmadik allokációs időszakra történő hedzselését. Mivel a 2013-2015-ös időszak az általánosan érvényes szabályok szerint hedzselhető, itt egyértelműen az ezen túlmenő, a 2016-2020 közötti időszak van a fókuszban. A modell kifejlesztésekor különös súlyt fektettem a kockázati controlling igényeire is, miszerint nem keletkezhetnek fedezetlen, azaz nyitott pozíciók.

A modell kifejlesztésével párhuzamosan a piaci szereplők látásmódjának feltérképezésére egy átfogó kérdőív alapján szakértőket is megkérdeztem a piaci szereplőknek az EU-ETS-ről és a hosszútávú hedzselés igényéről alkotott véleményükről. A modell gyakorlati

működőképességét a Mátrai Erőmű (Visonta/Magyarország), mint reprezentatív barnaszén-erőmű hosszú távú terve alapján mutatom be a hozzá kapcsolódó üzemgazdasági hatásokkal.

### A CO<sub>2</sub>-kvótaköltségének hedzselésére kifejlesztett modell, a 2016-2020 közötti időszakra

A villamosenergia-termelőknél szokásos CO<sub>2</sub>-kvótaárhedzselési módszerek csak az előre három évre történő tőzsdei kereskedési időszakot ölelik fel. A dolgozatban bemutatott modell lehetővé teszi az aktuális áraknak a három éves időszakon túlmenő hosszabb időszakra, tehát a harmadik allokációs időszak utolsó, 2020-as évének végéig történő hedzselését. Ebben az esetben a hedzselés a CO<sub>2</sub>-kibocsátások költségének csak arra a részére történik, amelyet a villamosenergia-ár nem fedez, az ún. viszonylagos versenyhátrányra. Ezáltal különösen a kockázati controlling követelményeit vesszük figyelembe, miszerint spekulációs indokok alapján nyitott pozíciók nem állhatnak elő.

Az általános gyakorlat szerint a villamosenergia-termelők a szabad termelési kapacitásukat három évre előre eladják. A villamosenergia-értékesítéssel egyidőben a termeléshez szükséges CO<sub>2</sub>-kvóták tőzsdei beszerzése is megtörténik. A kockázati controlling követelményeinek megfelelően ezzel bezárultak a pozíciók és az árrés ill. a jövedelmezőség biztosított. A CO<sub>2</sub>-kibocsátások ezen felül történő hedzselése nyitott pozíciónak tekintendő és így a kockázati controlling szempontjai szerint nem megengedett. Az első ill. a második allokációs időszak három ill. öt év volt. Ennyiben illeszkedtek ezek az időszakok a tőzsdei kereskedésű ill. likvid időszakokhoz. Hozzájön még, hogy a villamosenergia-termelők ingyenesen, vagy nagymértékben ingyenesen kapták meg a CO<sub>2</sub>-kvótájukat, a CO<sub>2</sub>-kvótaköltség további hedzselésére ebből kifolyólag nem volt szükség.

A harmadik allokációs időszakot azonban nyolc évre meghosszabbították és az energia-termelőknél a szükséges CO<sub>2</sub>-kvótákat 100%-ban a piacon kell megvásárolniuk. Ezáltal a peremfeltételek alapvetően változnak meg. Különösen érinti ez a magas kibocsátási rátájú villamosenergia-termelőket, mint pl. a barnaszén-erőműveket. Tudományos vizsgálatok szerint a CO<sub>2</sub>-költség egy részét a villamosenergia-ár a költségáthárítási tényezőn keresztül visszatéríti. Azon barnaszén-erőműveknél, amelyek fajlagos CO<sub>2</sub>-kibocsátási tényezője a költségáthárítási tényező fölötti, a fajlagos CO<sub>2</sub>-kibocsátási tényező és a piaci költségáthárítási tényező különbsége mértékéig versenyhátrány keletkezik.

$$\text{COMT} = (\text{CO}_2\text{F}_t - \text{PFT}) \times \text{EMGepl}_t$$

Ahol:

- COMT a szükséges CO<sub>2</sub> kibocsátási egységek mennyisége a kiválasztott időszakban
- CO<sub>2</sub>F<sub>t</sub> a barnaszén erőművek kibocsátási tényezője, (1,18)
- PFT a piaci által elvárt kibocsátási tényező (0,51),
- EMGepl<sub>t</sub> a tervezett lefedett villamosenergia mennyisége (MWh) ugyanebben az időszakban,
- (CO<sub>2</sub>F<sub>t</sub> - PFT) a relatív versenyhátrányt kifejező tényező

Ha az erőmű 2016-ban tervezett termelése 3492 GWh, akkor a versenyhátrány csökkentésének költsége a következő lesz.

$$\text{COM}_{2016} = (\text{CO}_2\text{F}_{2016} - \text{PF}_{2016}) \times \text{EMGepl}_{2016}$$

$$\text{COM}_{2016} = (1,18 - 0,51) \times 3.492.000$$

$$\text{COM}_{2016} = 0,67 \times 3.492.000$$

$$\underline{\text{COM}_{2016} = 2.339.640}$$

A piaci tendenciákhoz való igazodás érdekében szükséges beállítani a kívánt árrést is.

$$\text{MM}_t \leq \text{VE}_t - \text{VK}_t - \text{CO}_2\text{K}_t$$

Az előző példa paramétereinek alapján a barnaszénerőmű szabadon eladja 2015-ig az energiát. A várható eladási ár 55€ / MWh, de szeretnének elérni egy minimális 10€ / MWh árrést. A középtávú terv alapján arra számítanak, hogy aváltozóköltés38€ perMWh2015évre.

$$\begin{aligned}MM_{2015} &\leq VE_{2015} - vK_{2015} - CO_2K_{2015} \\ 10 &\leq 55 - 38 - CO_2K_{2015} \\ 10 &\leq 17 - CO_2K_{2015} \\ 10 + CO_2K_{2015} &\leq 17 \\ CO_2K_{2015} &\leq 7\end{aligned}$$

Ahhoz, hogy a minimális 10€ árrést elérjék az szükséges, hogy ajövöben egy tonnaCO<sub>2</sub>ára ne haladjon meg a 7 € -t.

A modell a barnaszénerőmű-üzemeltetők számára lehetővé teszi az individuális versenyhátrányuk, tehát a költségáthárítási tényező és a fajlagos kibocsátási ráta közötti különbségnek a teljes harmadik allokációs időszakra történő hedzselését. A 2012. évből kiindulva a villamosenergia-termeléshez szükséges CO<sub>2</sub>-kvótákat 2013-2015-re a villamos energia értékesítésével egyidőben lehet hedzselni. A 2016-2020-as évekre a hosszú távú terv szerinti villamosenergia-termeléshez szükséges CO<sub>2</sub>-kvóták hedzselése csak a versenyhátrány mértékéig történik, évről évre gördülő módon, a villamosenergia-tőzsdén keresztül. Erre az időszakra nincs villamosenergia-értékesítés a likviditási hiány miatt. Mivel a versenyhátrány mértékének megfelelő CO<sub>2</sub>-kvótagény a teljes CO<sub>2</sub>-kvótagénytől külön van választva és nem korrelál a villamos energia árával, a nyitott pozíció érve megszűnik. Ezáltal a versenyhátrány mértékű hedzselés nem spekuláció és így a kockázati controlling követelményeivel konform.

2. táblázat: Fizetési forgalom gördülő határidős szerződéseknél 2020-ig

	2012	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Összesen
Kvótánkénti Forward ár	8,00	15,00	17,00	19,00	21,00	22,00	0,00	
Kvótamennyiség Mill.	11,70							
<b>Kiadás</b>		<b>93,6</b>	<b>175,5</b>	<b>159,12</b>	<b>131,86</b>	<b>96,39</b>	<b>47,96</b>	<b>704,43</b>
Visszatartott kvótánkénti ár		0,00	<del>15,00</del>	17,00	19,00	21,00	22,00	
Visszatartott kvóta Mill.		0	2,34	2,42	2,35	2,41	2,18	
<b>Visszatartott kvóták értéke</b>		<b>0</b>	<b>35,1</b>	<b>41,14</b>	<b>44,65</b>	<b>50,61</b>	<b>47,96</b>	
Felesleges kvóták értékesítési ára		15,00	17,00	19,00	21,00	22,00	0,00	
Felesleges kvóták értékesítése		11,70	9,36	6,94	4,59	2,78	0	
<b>Bevétel</b>		<b>175,5</b>	<b>159,12</b>	<b>131,86</b>	<b>96,39</b>	<b>47,96</b>	<b>0</b>	<b>610,83</b>
<b>Bevétel/Kiadás szaldó</b>		<b>81,9</b>	<b>-16,38</b>	<b>-27,26</b>	<b>-35,47</b>	<b>-48,43</b>	<b>-47,96</b>	<b>-93,6</b>

A megtervezett modell azon villamosenergia-termelők számára nyújt gyakorlati hasznot, amelyek kibocsátási rátái a költség-áthárítási tényezőt meghaladják. A modell alkalmazásával a teljes harmadik allokációs időszakra kapnak hosszú távú ár- és ezzel együtt tervezési biztonságot. A CO<sub>2</sub>-kvóták ingadozó és emelkedő árai kiküszöbölésre kerülnek, az erőmű jövedelmezősége pedig megmarad.

Az általam elvégzett szakértői közvélemény-kutatások 2013 január-márciusi időszakban történtek. Ebben az időszakban éppen kezdetét vette a harmadik allokációs időszak és ebből kifolyólag kevésbé volt kutatott. Összesen 12 szakértőt kérdeztem meg az energia-termelés, az energia-ellátás és -kereskedelem, valamint a tanácsadás területén. Az Európai Kibocsátáskereskedelem (EU-ETS) és a CO<sub>2</sub>-kvótaköltség hosszú távú hedzselésének viszonylag új tematikája miatt, amely végül is a CO<sub>2</sub>-kvótaköltségnek a 2016-2020-as időszakra történő hedzselése érdekében a megtervezett modellhez vezetett, csak kevés szakértőt lehetett

megkérdezni. Az interjúra három szektorra osztott kérdőív készült, amely a dolgozatban bemutatásra került.

A kérdőív az alábbi súlyponti kérdésekre koncentrált:

- A villamosenergia- és a CO<sub>2</sub>-kvóta-árak korrelációja
- A hedzselési módszerek relevanciája és kockázatai
- A lehetséges hedzselési koncepciók értékelése

A CO<sub>2</sub>-kibocsátáskereskedelmet és ennek az érintett vállalatok jövedelmezőségére gyakorolt hatásait egyrészt tudományos szemzőgből, másrészt gyakorlati szempontból, példákon keresztül és nem utolsó sorban a kiválasztott eseti példa alapján mutatom be. A dolgozatban kifejlesztettem egy modellt, amely olyan erőmű-üzemeltetők számára, amelyek CO<sub>2</sub>-kibocsátási tényezője a költségáthárítási tényezőtől magasabb, megadja annak lehetőségét, hogy versenyhátrányukat a 2020-ig tartó teljes harmadik allokációs időszakra megszüntessék.

Bár tudományos körökben tárgyalják a CO<sub>2</sub>-kvótaárak hedzselését és ez bevett gyakorlat is a kibocsátáskereskedelem szereplőinél, de csak a tőzsdei három éves kereskedési időszakra. A 2020-ig tartó allokációs időszakot teljesen lefedő speciális hedzselés viszont nem ismert. A harmadik allokációs időszak megváltozott peremfeltételeire - meghosszabbított időszak és az összes szükséges CO<sub>2</sub>-kvóta teljes egészében történő megvásárlása - az erőmű-üzemeltetők máig nem kielégítő mértékben reagáltak.

A dolgozatban sikerült igazolni, hogy a CO<sub>2</sub>-kvótaárak három éves hedzselése a harmadik allokációs időszakban már nem felel meg a követelményeknek, mert nem nyújt elegendő ár- és tervezési biztonságot.

### ***Paradigmaváltás szükségessége az új peremfeltételek miatt***

Az elején feltett kutatási kérdések az Európai Kibocsátás-kereskedelem elméleti hátterére és arra a megváltozott helyzetre koncentráltak, amelynek a barnaszénerőművek a harmadik allokációs időszak új peremfeltételei miatt vannak kitéve. Alapos elméleti vizsgálatok segítségével a dolgozatban sikerült bemutatni, hogy az Európai Unió által bevezetett kibocsátás-kereskedelem lényegesen alkalmasabb a CO<sub>2</sub>-kibocsátások globális csökkentésére, mint az egyéb elméleti fejtegetések. Ebből a szempontból a piaci alapú kvótakereskedelemnek a cél elérése érdekében történő bevezetése következetes és így iránymutató.

Vizsgálataim tüzetesen foglalkoztak a harmadik allokációs időszak barnaszénerőművekre gyakorolt hatásaival. Az elméleti és gyakorlati ismeretek segítségével megállapítható volt, hogy a barnaszénerőművek a konkurens erőművekhez képest különösen hátrányban vannak. Egyrészt az összes szükséges CO<sub>2</sub>-kvóta teljes egészében történő megvásárlásával, másrészt, mert a versenyhátrány növekvő CO<sub>2</sub>-kvótaárakkal aránytalanul megnő. Ez ellentétes az első és második allokációs időszakkal, ahol a CO<sub>2</sub>-kereskedelem hatásai a barnaszénerőművekre nem voltak vagy nem egyértelműen voltak érezhetőek. A vizsgálataim és a vállalatoknál és szakértőknél folytatott közvélemény-kutatásaim arra engednek következtetni, hogy ez a felismerés még nem eléggé érvényesült a piaci szereplőknél, így ezek eddig nem készítettek ellenstratégiákat és nem hoztak intézkedéseket.

*Kutatásaim igazolták, hogy az Európai Unió által bevezetett kibocsátás-kereskedelem (EU-ETS) a CO<sub>2</sub>-kibocsátáscsökkentést a lehető legkisebb költség mellett biztosítja és ezáltal hatékonyabb, mint a piacgazdaságba történő állami beavatkozások és a tulajdoni jogok elméleti szempontjai.*

Egy valamilyen maximális kibocsátási mennyiség és a kiadott CO<sub>2</sub>-kvóták szabad kereskedelmi lehetőségének lerögzítésével az Európai Unió által a globális CO<sub>2</sub>-

kibocsátáscsökkentés érdekében bevezetett kibocsátás-kereskedelem hatékonyabb, mint egyfajta adózási megoldás vagy a tulajdoni jogok elosztása, amelyet tárgyalásos megoldás követ. A piaci szereplőket ösztönzi a CO<sub>2</sub>-kibocsátásaiknak alacsonyabb kibocsátású technológiákba történő beruházások vagy alacsonyabb szintű termelés révén történő csökkentése. Mérlegelés történik a megfelelő technológiába történő beruházás költsége ill. a csökkentett termelés miatti elmaradt nyereség és a megtakarított CO<sub>2</sub>-kvóták eladásából származó árbevétel között. A piaci szereplők először is a kibocsátás elkerülésének legegyszerűbb és legolcsóbb fajtáját hajtják végre, mert a megtakarított CO<sub>2</sub>-kvóták eladásából származó bevétel és az elkerülési költség közötti különbség a legnagyobb. A CO<sub>2</sub>-kvótaáraknak a szabad kereskedelmen keresztül történő automatikus képzésével azt érzük el, hogy az eladásból származó árbevételek és az elkerülési költség közötti különbség mindig pozitív, amíg a kívánt és rögzített legmagasabb kibocsátási mennyiséget el nem érik. A kibocsátás-kereskedelem ezen piaci alapú szempontja biztosítja a CO<sub>2</sub>-kibocsátáscsökkentést a lehető legkisebb költséggel.

Ellenben a CO<sub>2</sub>-kibocsátás adózással történő csökkentése nem olyan hatékony, mert nem piaci alapú. Kibocsátás-csökkenés csak akkor lehetséges, ha a választott adókulcs magasabb mint az elkerülési költség. Információhiány miatt nem lehet az adókulcs optimális mértékét meghatározni, hogy ezáltal a legkisebb költség mellett váljon lehetővé a kibocsátás-csökkentés. Szintén rosszabb határfokú a tulajdoni jogok felosztásának és a magánkereskedelmi megoldás szempontja a nagyszámú kereskedelmi partner miatt.

Míg az egyéb villamosenergia-termelési fajták átlagos CO<sub>2</sub>-kibocsátási tényezője 0 kg/kWh és 0,83 kg/kWh közötti, addig a barnaszén-erőművek átlagos CO<sub>2</sub>-kibocsátási tényezője 1,18 kg/kWh. Mivelhogy az összes villamosenergia-termelési fajtára egységes villamosenergia-ár érvényes, az EU-ETS miatt a barnaszén-erőművek üzemeltetőinek termelt kilowattóránkénti költségfordítása magasabb.

Az első és második allokációs időszakban az EU-ETS által okozott gazdasági hátrányokat nem kellett viselni, mert a villamosenergia-termelők CO<sub>2</sub>-kvótaigényüket ingyenesen, ill. nagymértékben ingyenesen kapták meg. Csak a 2013-ban kezdődött harmadik allokációs időszakkal kell a villamosenergia-termelőknek a CO<sub>2</sub>-kvótaigényüket teljes egészében megvásárolni. Így válik a kalkulált költség tényleges költséggé. *Az EU-ETS a barnaszén-erőműveket különösen sújtja. 2013-s évtől kezdve a villamosenergia-termelés egyéb fajtáihoz képest különösen hátrányba kerültek, mert náluk a legmagasabb a termelt kilowattóránkénti CO<sub>2</sub>-kibocsátási tényező.*

A villamosenergia-árak az ún. költségáthárítási tényezőn keresztül a CO<sub>2</sub>-árak változásaira reagálnak. Ez ugyan pótolja a plusz CO<sub>2</sub>-kvótaköltséget, a barnaszén-erőművek számára viszont a pluszköltséget nem teljes terjedelmében, mert ezek kibocsátási tényezője a piaci adottságú költségáthárítási tényezőtől magasabb. Különösen az atomerőművek, amelyek a zsinórterhelésű tartományban a konkurens erőművek, profitálnak a CO<sub>2</sub>-kvóták növekvő áraiból. Nulla kibocsátási tényező esetén nem kell CO<sub>2</sub>-kvótát venniük, viszont részesednek a növekvő CO<sub>2</sub>-árak által kiváltott villamosenergiaár-emelkedésből. A gázerőműveknél a növekvő CO<sub>2</sub>-kvótaárak mindamelllett nagymértékben semleges hatásúak, mivelhogy a kibocsátási tényezőjük a költségáthárítási tényezőn vagy annak közelében van. *Növekvő CO<sub>2</sub>-kvótaárakkal aránytalanul növekszik a barnaszén-erőművek kikényszerített versenyhátránya az egyéb hagyományos villamosenergia-termelési fajtákhoz képest.* (Hauck, 2011)

Vizsgálataim megerősítették, hogy az egyes villamosenergia-termelési fajták közötti konkurencia-szerkezet tartósan meg fog változni a barnaszén-erőművek különös hátrányára. Egyrészt a 2013-ban kezdődött harmadik allokációs időszak paradigma-váltása, miszerint az összes szükséges CO<sub>2</sub>-kvótát meg kell vásárolni, másrészt a CO<sub>2</sub>-kvóták mesterségesen növekvő árának szisztematikája miatt. Mindez, a végrehajtott szereplőket gondolkodás-váltásra készíteti, és új módszereket kell a versenyhátrányuk csökkentésére kidolgozniuk.

### Új modell kifejlesztése a CO<sub>2</sub>-kvótaárak hosszú távú hedzselésére

*A CO<sub>2</sub>-kvótaáraknak maximum három évre történő szokásos hedzselése az első allokációs időszakban (2005-2007) és a második allokációs időszakban (2008-2012) még elegendő volt, de a harmadik allokációs időszakra (2013-2020) már nem célravezető, mert ennek az allokációs időszaknak a futamideje összesen nyolc év és ezen felül nincs már ingyenes kiosztás.*

A vállalatok a CO<sub>2</sub>-kvóták ingadozó áraival szemben rendszerint határidős ügyletekkel biztosítják be magukat. A tőzsdén kereskedhető ezen termékek futamideje maximum három éves időszakot fog át, ez az ún. likvid időszak. Jelen dolgozatban megmutattam, hogy ez a fajta hedzselési szisztematika az első és második allokációs időszakra megfelelő és ésszerű volt, mert a két időszak futamidejével megegyezett és azért is, mert a termelési folyamathoz szükséges CO<sub>2</sub>-kvótáknak csak viszonylag kis részét kellett hedzselni. Ezzel lett megszüntetve a CO<sub>2</sub>-kvóták árkockázata, ill. ezzel sikerült korlátozni.

A dolgozatban részletesen bemutatott vizsgálatok eredménye, hogy a harmadik allokációs időszakban a maximális három éves hedzselés már nem elég, mert ebben az esetben az árkockázatot már nem lehet teljes egészében kikapcsolni. A harmadik allokációs időszak nyolc évet fog át és így a maximális hedzselési időszakot öt évvel haladja meg. Így a nem hedzselte időszakokra túlzott árkockázatok keletkeznek. Ezek a paradigmaváltás miatt még erősödnek is, miszerint a harmadik allokációs időszaktól kezdve megszűnik az ingyenes kiosztás és így az összes szükséges CO<sub>2</sub>-kvótát meg kell vásárolni.

Tanulmányozásaim eredményeiből az a következtetés vonható le, hogy az érintett piaci szereplők ezt az ismeretet még nem kielégítő mértékben valósították meg. Ez könnyen meglehet, mert a harmadik allokációs időszak még csak most kezdődött és közvetlen cselekvési nyomás még nem alakult ki.

A vállalatok a CO<sub>2</sub>-kvótaárakat hosszú távra ma még nem biztosítják be. A dolgozat készítése folyamán kifejlesztettem egy olyan modellt, amely a felhasználónak lehetővé teszi, hogy a termelési folyamathoz szükséges CO<sub>2</sub>-kvótáit a teljes nyolc éves harmadik allokációs időszakra hedzselje és ezáltal az árkockázatait semlegesítse. A fejlesztési folyamatot és a modell struktúráját a dolgozatban részletesen bemutattam és kifejtettem. Ezen felül az inputparaméterek levezetésére függvény-egyenleteket fejlesztettem ki, amelyek a jobb megértést szolgálják és a modellt megfoghatóbbá teszik.

A gördülő árhedzselési tulajdonság révén és mert csak a szükséges CO<sub>2</sub>-kvóták azon részének hedzselése történik, amely nem korrelál a villamosenergia-árral, a kifejlesztett modell struktúrájában új és ezáltal új ismeretekkel szolgál a CO<sub>2</sub>-kvótaárhedzselés kutatási területén. Hasonló modellek nem találhatók az irodalomban. Szintén erre a modellre fejlesztettem ki a függvény-egyenleteket, és csak erre alkalmazhatók. A potenciális felhasználók ezen modell segítségével barnaszénerőművük jövedelmezőségét a teljes harmadik allokációs időszakra tudják biztosítani, és a többi hagyományos villamosenergia-termelési fajtával szembeni versenyhátrányt kiegyenlíteni. Ez hasznos eszköznek bizonyul a barnaszénerőművek üzemeltetői számára a CO<sub>2</sub>-árkockázataik minimalizálására. A modell működését és a gyakorlati működőképességét a Mátrai Erőmű ZRt. eseti példáján keresztül teszteltem.

*Igazoltam, hogy egy barnaszénerőmű-üzemeltető a kifejlesztett hosszú távú hedzselési modellel a teljes harmadik allokációs időszakra konstans CO<sub>2</sub>-kvótaárakra és ezzel 2020-ig ismét tervezési biztonságra tesz szert. Amegtervezett új hosszú távú modell csökkenti a barnaszénerőművek azon gazdasági hátrányait, amelyek a harmadik allokációs időszakban az emelkedő CO<sub>2</sub>-árak miatt jelentkeznek.*

A modell alkalmazása a gördülő árhedzselés funkciójával hosszú távú stabil CO<sub>2</sub>-kvótaárakat biztosít és ezáltal semlegesíti az áringadozásokat, amelyek a kibocsátás-

kereskedelem kialakítása miatt állnak elő. A barnaszénerőművek üzemeltetői visszakapják tervezési biztonságukat, és ismét abba a helyzetbe kerülnek, hogy stabil alapon hozhassanak stratégiai döntéseket, pl. az erőmű fenntartásába és bővítésébe történő beruházásokról. Az energia-ágazatban a beruházások jobbra hosszú távra orientáltak, és ezzel együtt a tervezési biztonság fontos és elengedhetetlen tényező. A modell támogatja a felhasználókat a számukra fontos döntéshozatali folyamatban.

Megfelelő kockázati controllingot működtető vállalatoknál nyitott pozíciók elfogadása alapvetően nem engedélyezett. Ebből adódik, hogy az erőmű-üzemeltetők a szükséges CO<sub>2</sub>-kvótaikat csak akkor hedzselik, ha az ennek megfelelő villamosenergia-mennyiséget eladták. Előre ez persze csak a három éves likvid időszakra lehetséges. A vállalatok és szakérték közötti közvélemény-kutatás eredménye, hogy a CO<sub>2</sub>-kvótaárak likvid időszakon túli hedzselése nem történik meg, mindenekelőtt azért, hogy a nyitott pozíciókat elkerüljék. A dolgozat készítése folyamán elkészült modell a harmadik allokációs időszak utolsó évének, 2020 végéig, és ezáltal a likvid időszakon túl teszi lehetővé a CO<sub>2</sub>-kvóták árának bebiztosítását. A modell szerint csak a viszonylagos versenyhátránynak megfelelő CO<sub>2</sub>-kvótaigény van hedzselve. Ezáltal ez az igény a teljes CO<sub>2</sub>-kvótaigénytől lekapcsolódik. A CO<sub>2</sub>-kvóták viszonylagos versenyhátrány mértékű aránya nem korrelál a villamosenergia-árral, azaz független a villamosenergia-ár mozgásaitól. Ha változik a villamos energia ára, a viszonylagos versenyhátrány költsége változatlan marad. Ez nem fedezetlen hedzselés, miáltal a kockázati controlling követelményeivel konform.

*A kockázati controlling szempontjainak különös figyelembe vételével ez a modell a viszonylagos versenyhátrány által érintett barnaszénerőművek üzemeltetői számára praktikusán alkalmazható.*

## **Összegzés**

A kifejlesztett modell a piaci szereplők számára a villamosenergia-termelési folyamathoz szükséges CO<sub>2</sub>-kvóták árának teljes mértékű hedzselését teszi lehetővé, a teljes harmadik allokációs időszakra, 2020-ig, azaz a likvid tőzsdei kereskedési időszakon túlra. Így be tudják biztosítani magukat a környezetpolitikailag kívánatos és az európai kibocsátás-kereskedelem kialakítása szerint létrehozott, növekvő CO<sub>2</sub>-kvótaárakkal szemben. Ezáltal hosszú távú ár- és tervezési biztonságot kapnak és biztosítják jövedelmezőségüket. A járulékos hatás a kockázat minimalizálása, mert a hedzselés csak a viszonylagos versenyhátrány mértékében történik. Ez lehetővé teszi a hedzselésnek a kockázati controlling követelményeivel konform végrehajtását. Az olyan áringadozások, amelyek a múltban is megfigyelhetők voltak, eliminálódnak. A barnaszén-, ill. magas CO<sub>2</sub>-kibocsátási tényezővel rendelkező erőműveknek az Európai Kibocsátás-kereskedelem bevezetésével kikényszerített, az egyéb villamosenergia-termelési fajtákhoz viszonyított növekvő pozícióromlása a modell alkalmazásával megszüntethető, ill. a mai állapotban befagyasztható.

A jelentős áringadozásoknak kitett hosszabb távú kötelezettségek leképezése a mérlegben a hedzselési módszerek teljes egészében történő üzemgazdasági vizsgálatának integráns részét képezi. Azonban annak érdekében, hogy a CO<sub>2</sub>-kvóták hosszú távú hedzselési modelljét az érintett piaci szereplőkhöz közelebb vihessük, az egészet lefedő vizsgálati módszerre van szükség. Ebből kiindulva a komplex kérdéskör teljessé tétele érdekében a további kutatások szükségesek a származékos ügyletek mérlegkészítési területén, ami persze a teljes likviditásmenedzsmentet is érinti. Mivel a szükséges CO<sub>2</sub>-kvóták fedezetére jelentős pénzeszközt kell felhasználni, ajánlott és szükséges a villamosenergia-értékesítés bevételei és a CO<sub>2</sub>-kvóták kiadásai közötti szinkronizáció.

**Irodalom**

EUROPEAN ENERGY EXCHANGE (EEX) (2012):

<http://www.eex.com/en/Market%20Data/Trading%20Data/Emission%20Rights/EU%20Emission%20Allowances%20%7C%20Spot> (12. Oktober 2012)

EUROPÄISCHE KOMMISSION (2004), Richtlinie 2004/101/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG über ein System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Gemeinschaft im Sinne der projektbezogenen Mechanismen des Kyoto-Protokolls, Amtsblatt ABI. L 338 vom 13.11.2004

EUROPÄISCHE KOMMISSION (2009): Richtlinie 2009/29/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Verbesserung und Ausweitung des Gemeinschaftssystems für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikate, ABI. L 140 vom 5.6.2009, S. 63–87

KYOTO-PROTOKOLL (1998): im Gesetz zu dem Protokoll von Kyoto vom 11. Dezember 1997 zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen, erschienen in der amtlichen deutschen Übersetzung im Bundesgesetzblatt, 2 Mai 2002

STEUWER, DAGMAR SIBYL (2007), Der Europäische Emissionshandel und die Rolle der Europäischen Kommission, ibidem-Verlag, Stuttgart, ISBN 978-3-89821-793-4

TIETENBERG, TOM (2008): The Évolution of Emissions Trading,

[http://www.aeaweb.org/annual\\_mtg\\_papers/2008/2008\\_90.pdf](http://www.aeaweb.org/annual_mtg_papers/2008/2008_90.pdf) (29. Mai 2014)

HAUCK, TORSTEN (2011): Environmental and economic aspects of coalfiring in electric power generation, *Bányászat és Geotechnika*, Miskolci Egyetem, HU ISSN 1417-5398