

LESI MÁRIA ÉS PÁL GABRIELLA

**A SZÉNDIOXID EMISSZIÓ KERESKEDELEM
BEVEZETÉSÉNEK VÁRHATÓ HATÁSA A
HAZAI VILLAMOS ENERGIA PIACRA**

„Az EU széndioxid emisszió kereskedelmi rendszerét
bevezető irányelv, az átvételhez kapcsolódó feladatok és várható
költségvetési hatások” című kutatás résztanulmánya

2005. április

A tanulmány a szerzők véleményét tükrözi, azaz nem tekinthető a
Pénzügyminisztérium hivatalos álláspontjának.

Szerzők:

Lesi Mária

*Budapesti Corvinus Egyetem,
Vállalatgazdaságtan Tanszék*

Pál Gabriella

*Budapesti Corvinus Egyetem,
Környezetgazdaságtani és Technológiai Tanszék*

Sorozatszerkesztők: Benedek Dóra és Scharle Ágota

*Pénzügyminisztérium
Közgazdasági kutató osztály
pmfuzet@pm.gov.hu*

A Közgazdasági kutató osztály (korábban Stratégiai elemző önálló osztály) feladata, hogy a pénzügypolitika kiemelt területein a vonatkozó összefüggések feltárásával segítse a döntéshozatalt. Ennek érdekében saját kutatást végez, a meglévő tudományos eredményeket hozzáférhetővé teszi a döntéshozók számára, és elősegíti a kormányzati munkában az igényes kutatási módszerek alkalmazását.

A Kutatási Füzetek sorozat célja a Pénzügyminisztériumban, illetve a Pénzügyminisztérium megrendelésére készült kutatómunkák eredményeinek bemutatása.

Az egyes tanulmányok letölthetők a Pénzügyminisztérium honlapjáról:

www.pm.gov.hu

Nyomtatott példányok a Sajtóosztályon rendelhetők

(e-mail: sajtofo@pm.gov.hu)

Összefoglaló

A tanulmány a szén-dioxid emisszió-kereskedelem szabályozás hazai bevezetésének hatását vizsgálja a villamos energia piacán. A szabályozás lényege, hogy a széndioxid-kibocsátást eladható joggá teszi, és ezen keresztül ösztönzi a vállalatokat az emisszió csökkentésére. A piaci feltételek alakulására többféle scenáriót vázolunk, és ezekben elsősorban kétféle hatást vizsgálunk: a villamos energia piaci árak változását, illetve a várható állami bevételeket.

A villamos energia kínálatát lépcsős görbével írjuk le, amely az egyes termelőkapacitások eltérő üzemeltetési költségeit és termelési kapacitását is kifejezi. A kereslet egy liberalizált és egy közüzemi szegmenst tartalmaz, ez utóbbiban az árak rendeletben szabályozottak. Az emisszió kereskedelmi szabályozás hatása a villamos energia piacra a kínálati görbe megváltozásán keresztül vizsgálható.

A modellben a vállalatok saját széndioxid kibocsátásuk egységnyi csökkentésének várható költsége (elhárítási határköltség), a villamos energia piaci ára és a szennyezési jog (kvóta) ára alapján döntenek arról, hogy mennyit ruházzanak be saját kibocsátásuk csökkentésébe, és szennyezési jogaik (kvótájuk) mekkora részét adják el. Külső adottságként kezeljük az európai CO₂ kvótaárat, a villamos energia import árat és a földgáz árat, és tizenkét modellváltozatot készítünk, aszerint, hogy ezek a külső adottságok hogyan alakulnak.

A modellben a 2004. október 8-i Nemzeti Kiosztási Terv szerinti szabályozást vizsgáljuk, melyben a kvóták 2,5 százalékat árverés útján osztják ki. A szabályozás hatására csak akkor nő jelentősen a villamosenergia ára, ha a kvótaár 10€/t fölé emelkedik. 2007-re a magas kvótaár 3-6 százalékos áremelkedést eredményez a hazai villamos energia piacon a szabályozás hiányában kialakuló árszinthez képest. A hazai vállalatok széndioxid emissziója ugyanakkor 2010-re minden modellváltozatban számottevően alacsonyabb, mint a szabályozás nélkül lenne.

Az állam kvóta-árverésből származó bevétele a vizsgált erőművi körből évi 0,3 és 1 Md forint között alakulhat 2005 és 2007 között 3 és 10 € közötti kvótaár esetén. További évi 2-11 Md forint bevételre tehetne szert a költségvetés, ha a jelenlegi kiosztási tervben ingyen kiosztott kvótamennyiség a jelenlegi tényleges emisszió felül kiosztott (túlallokált) részét is árverésre bocsátaná.

Bevezetés

Tanulmányunkban a 87/2003/EC európai uniós irányelv által bevezetett szén-dioxid emisszió kereskedelmi szabályozás hazai villamos energia piacra gyakorolt hatásait elemezzük. A villamos energia piaci hatások vizsgálata egyrészt a villamos energia termelő erőművek helyzetének változására, másrészt pedig a villamos energia fogyasztók által érzékelt hatásokra terjed ki.

A tanulmány első fejezetében bemutatjuk a kérdés vizsgálatára kidolgozott modellünket. A CO₂ szabályozás hatásainak elemzéséhez egy statikus parciális egyensúlyi modellben történő számítás-sorozatot végeztünk el. A számítások két külön részre bonthatók, a villamos energia piac keresleti és kínálati viszonyait vizsgáló kalkulációkra és a szén-dioxid szabályozás hatásait vizsgáló modellre.

A második részben az általunk fontosnak ítélt piaci és szabályozási modellváltozók paramétereinek különböző értéket adva tizenkét eltérő forgatókönyvet alakítunk ki, és CO₂ szabályozás nélküli alapmodellekhez hasonlítva tárgyaljuk a megfigyelhető villamos energia piaci hatásokat.

Ez a tanulmány szorosan kapcsolódik „A széndioxid emisszió kereskedelem elméleti alapjai és Európai Unió szabályozása” című tanulmányhoz, amely a PM Kutatási füzetek sorozat 11. számaként 2005. márciusban jelent meg. Ezért ebben a második tanulmányban a számításainkat megalapozó elméleti összefüggéseket nem tárgyaljuk, azok részletes kifejtése az előző tanulmányban szerepel.

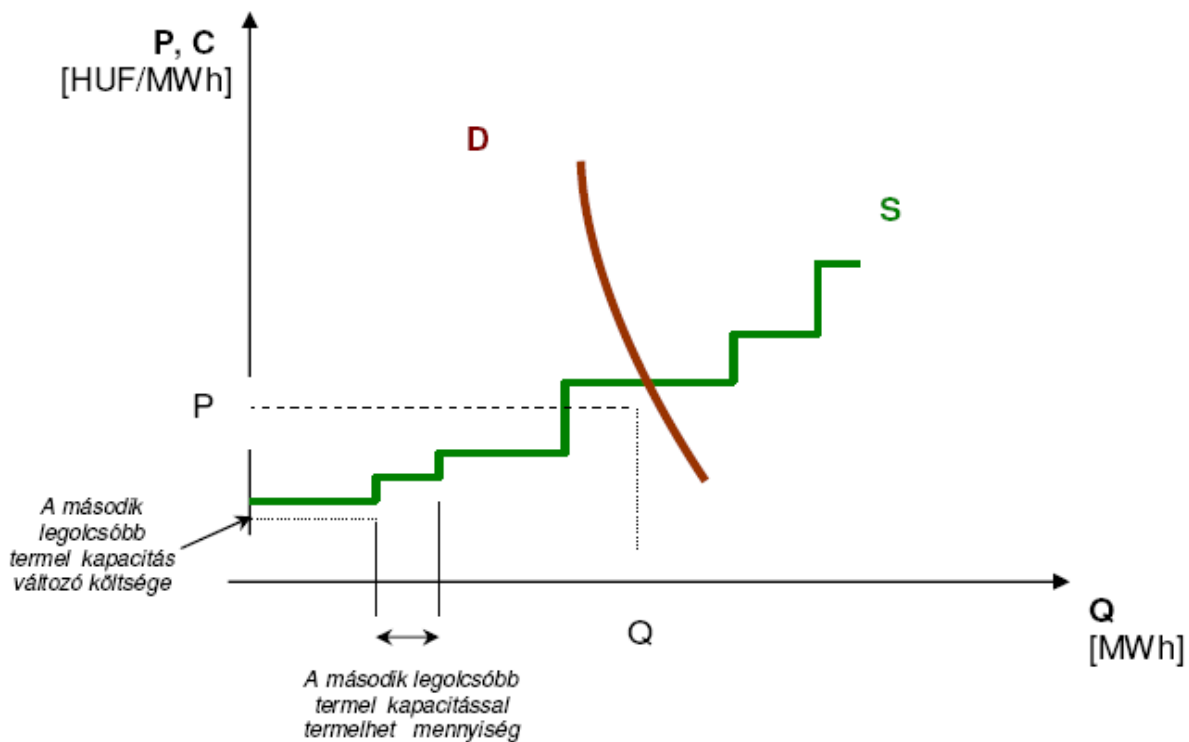
1. Modell leírás

1.1 A villamos energia piac működésének vizsgálata

A villamos energia piac működése ún. teherkiosztási algoritmus segítségével modellezhető, melynek lényege, hogy a villamos-energia rendszerben rendelkezésre álló termelő kapacitásokat a villamos-rendszer irányítója a mindenkori villamos-energia keresletnek megfelelő mértékig, az egyes termelőkapacitások változó üzemeltetési költségeinek megfelelő sorrendben „terheli ki” (az erőművek áramot termelnek a villamos hálózatra). Az árampiaci kínálat leegyszerűsítve leírható egy lépcsős görbével, melynek lépcsőit az egyes termelőkapacitások termelési lehetőségei, valamint üzemeltetésük változó költsége határozza

meg (Bach, P. F. (2003), Paul A. and D. Burtraw (2002), North, M. et. al. (2002), Hogan, W. W. (1993)). A lépcsős kínálati görbe feltételezi, hogy az egyes erőművi blokkok kapacitásuk teljes intervallumában egyenletes változó költséggel képesek üzemelni.¹ Az erőművek beépített kapacitása megszabja a maximálisan termelhető mennyiséget, a termelő blokkok technológiája, műszaki jellemzői és fajlagos üzemanyag-felhasználása (illetve hatásfoka) függvényében pedig az adott erőművi blokkra jellemző kWh-kénti változó költség is megadható. A következő ábra szemlélteti a villamos-energia piacra jellemző keresleti-kínálati viszonyokat.

1. ábra: A piaci egyensúly alakulása lépcsős kínálati függvény esetén



¹ Az ugyan nem felel meg teljesen a valóságnak, hogy a termelt mennyiség függvényében nem változik a termelés költsége, hiszen a hőfogyasztási jellemzőket a terhelés függvényében leíró erőművi jelleggörbék segítségével meghatározható az egyes blokkok optimális terhelési pontja, ahol az adott egység a legkisebb fajlagos hőfogyasztással működik. (Balogh, Bihari, 2002) A modellezéshez szükséges absztrakció szintjén azonban jól közelíti a konstans, határköltséggel egyenlő átlagos változó költség feltételezése a valóságot.

Az ún. határköltés alapú kiosztás (merit order dispatch) a termelő egységeket változó költséjük szerint állítja menetrendbe a mindenkori villamos energia igény kielégítése céljából, vagyis feltételezzük, hogy a piac mindig a legolcsóbb kapacitást választja adott időpillanatban. Az utolsó, a kereslet kielégítésében még részt vevő erőmű blokk változó-költsége határozza meg a szabadpiaci árat.

A Villamos Energia Törvény (2001/CX) alapján 2003. január elsejétől megkezdődött az addig kizárólag közüzemi villamos energia szolgáltatás keretében működő villamos energia piac liberalizációja, amely fokozatosan megy végbe, ezért a villamos energia ellátás szerkezetében legalább 2007-ig két, különböző feltételek mellett működő piac lesz jelen: a közüzemi és a liberalizált villamos energia piac. A kereslet tehát a vizsgált időperiódusban két részből tevődik össze, egy közüzemi és egy szabadpiaci szegmensből. A piacnyitás számításainkban a 2003/54/EC EU direktívában megjelölt piacnyitási forgatókönyvnek megfelelő ütemezésnél valamivel lassabban halad, az elmúlt években tapasztalt tendenciáknak megfelelően. Számításainkban a következő piacnyitási ütemezést feltételeztük:

1. táblázat: A szabadpiaci szegmens mérete

Év	Szabadpiaci fogyasztás aránya
2002	0%
2003	18%
2004	22%
2005	25%
2006	30%
2007	35%
2008	40%
2009	50%
2010	60%
2011	75%

Forrás: saját becslés

A közüzemi szegmens keresletének meghatározása előrejelzésen alapul, érvényes árai pedig a mindenkori GKM rendeletekben közölt hatóságilag szabályozott tarifák, külön az egyes ipari és lakossági

fogyasztói csoportokra. (VET, 2001/CX Tv.) A MAVIR megbízásából a GKI 2003-ban villamosenergia-igény prognózist készített (MAVIR, 2003) a villamos energia rendszer közép- és hosszú távú kapacitás-tervezéséhez. Modellezésünk során ennek eredményeit használtuk fel a közüzemi szegmens igénynövekedésének előrejelzésére. A MAVIR által figyelembe vett GKI előrejelzés szerint a villamosenergia-rendszer csúcsterhelése átlagosan évi 1,8%-al emelkedik majd a következő évtizedben, ezért számításainkban a közüzemi villamos energia igény éves növekedési üteme 1,8%.

A szabadpiaci villamos energia iránti kereslet előrejelzéséhez hatványkitevős keresleti függvényeket használtunk, melyek segítségével a fogyasztók árérzékenységének figyelembevétele is megtörténik a szabadpiaci szegmensben. A villamos-energia piacra rövid és középtávon jellemző az alacsony keresleti árrugalmasság. A szabadpiaci kereslet meghatározásához szükséges árrugalmassági adatok meghatározása az ipari fogyasztókra megfelelő magyarországi előrejelzések híján nemzetközi szakirodalomból származó becsléssel történt.² A lakossági fogyasztók árampiaci keresleti árrugalmasságára vonatkozóan a TÁRKI (2003) eredményeire támaszkodtunk. Az ipari fogyasztókra vonatkozóan $-0,25$, a lakossági fogyasztókra pedig $-0,15$ árrugalmassági értékeket feltételeztünk. A mindenkor villamos energia igény mértéke az egyes időszakokban érvényes közüzemi és szabadpiaci kereslet összegeként adódik.

A közüzemi piac keresletének kielégítése a közüzem számára lekötött kapacitásokból történik, mindig az adott évre jellemző mértékig.³ A szabadpiac fokozatos térnyerésével a közüzemi piac mérete csökken, és a közüzemben ki nem terhelt közüzemi kapacitások, valamint a hosszú távú szerződéssel nem rendelkező kapacitások változó költségük alapján növekvő sorrendben vesznek részt a szabadpiaci teherkiosztásban.

A CO₂ szabályozás hatása a villamos energia piacra a kínálati görbe megváltozásán keresztül vizsgálható. Mivel az inverz árampiaci kínálati görbét a fajlagos termelési költségek és az egyes erőművek

² Donnelly, W. A. (1987) *The Econometrics of Energy Demand : a survey of applications*, Praeger, New York

³ A közüzemi célokra lekötött áramtermelő kapacitások mértékét Horváth (2004), tartalmazza: BKAE, Rekk (2004) alapján becsültük meg.

rendelkezésre álló kapacitás által meghatározott villamos energiamennyiség határozza meg, ezért a CO₂ kereskedelem villamos energia piaci hatásainak elemzéséhez azt kell megvizsgálnunk, hogyan változnak ezek az értékek a szabályozás bevezetésének hatására.

1.2 A szén-dioxid szabályozással kapcsolatos vállalati döntések

Mivel az üvegházhatású gázok kibocsátásának korlátozására vonatkozó EU szabályozás célja, hogy ösztönözze a vállalatokat emissziójuk visszafogásában, számítási modellünk feltételezi, hogy az emisszió-kereskedelemben részt vevő vállalatok pénzügyi eredményességüket mérlegelve, saját elhárítási határkölség (MAC) görbéjük és a külsőleg számukra adott villamos energia ár és CO₂ kvótaár alapján döntenek az elhárítással kapcsolatos beruházási lehetőségeikről, illetve szennyezési jog eladásukról/vásárlásukról.

A vállalati döntések modellezése érdekében összefoglaltuk azokat az elhárítási opciókat, amelyek az egyes kiinduló erőművi technológiák üzemeltetői számára elérhetőek mint emisszió-elhárítási lépések. Az egyes erőművi technológiák fajlagos CO₂ kibocsátási mutatói, kibocsátás-csökkentési potenciálja és beruházási költsége segítségével összefoglaltuk azon szén-dioxid csökkentéssel járó technológiai lehetőségeket, melyek alapján kiderül, hogy adott erőművi technológiához tartozó CO₂ kibocsátás milyen fajlagos költségnövekedés révén csökkenthető különböző szintekre.

Az elhárítási opciók meghatározásánál abból indultunk ki, hogy a fosszilis erőművek esetében három forrása lehet az üvegház hatású gázok (ÜHG) elhárításának: 1) fajlagos hatékonyság javulás, 2) tüzelőanyag váltás, 3) csövégi elhárítás.⁴ Modellünk különböző elhárítási opciókat foglal magába a különböző tüzelőanyagot használó, és különböző termelési technikával működő erőművek esetén. A modellbe épített elhárítási opciók köréből minden vizsgált erőmű egyedi

⁴ Az általunk felépített elhárítási határkölség-görbék forrásai a nemzetközi szakirodalomban közölt erőművi technológiai leírások és költségadatok, valamint az IIASA CO₂ adatbázisa, amely az egyes elérhető technológiákat alkalmazó valós és kísérleti erőművek beruházási és működtetési paramétereit, és a kapcsolódó költségeket tartalmazza. A források pontos felsorolását lásd a tanulmány végén.

adottságait figyelembe véve lehet választani a modell paraméterek változásának hatására.

Széntüzelésű erőművek esetén modellünk a következő elhárítási opciókat veszi figyelembe: a) egyszerű szénportüzelés (PCC - alapeset), b) atmoszferikus fluidágyas tüzelés (AFBC), c) nyomás alatti fluidágyas tüzelés (PFBC), d) szilárd tüzelőanyagot elgázosító és azzal kombinált gáz és gőzciklusú áramtermelést végző technológia (IGCC). Az alap-technológia megváltoztatása nélkül lehetséges elhárítási módszerként vettük figyelembe a e) távozó füstgáz hőenergiájának visszanyerését javító megnövelt felületű hőcserélő alkalmazását, valamint a f) szén előszárítását gőzmelegítésű csőrendszerrel fűtött fluidágy segítségével. A tüzelőanyag-váltás is két további opciót jelent: váltást biomassza vagy földgáz alapú tüzelésre. A biomassza esetében is eltérő szilárd tüzelés-technikák közül lehet választani. Földgázra való átállás esetén az egyszerű gőzciklus mellett teljes technológiaváltás is lehetséges, nyílt vagy kombinált ciklusú gázturbina beruházás is szerepel az opciók között.

A szénhidrogén tüzelésű erőművek esetén az egyedi erőművi alapeseteket követő opciókban tüzelőolaj - földgáz arány változtatásával, illetve a gőzciklus helyett gázturbinás technológiára való átállással (nyílt vagy kombinált ciklus) csökkenthető a fajlagos CO₂ kibocsátás.

A csővégi elhárító technikák közül több lehetőség (membrános, vegyi vagy fizikai túlhűtéses széndioxid leválasztás) tanulmányozása után úgy döntöttünk, hogy csak a legkisebb fajlagos költségű csővégi technikát vesszük figyelembe. Ez a monoetanolamin füstgázba történő permetezése és a széndioxiddal képzett csapadék mechanikus leválasztása alapján működő MEA-scrubber. Valamennyi csővégi technológia az erőművi önfogyasztás növekedésével, így az összhatásfok romlásával jár, ami a villamos energia önköltségét is érezhető mértékben növeli.

Feltételeztük, hogy az erőművek egy előre becsült szén-dioxid kvótaár és áramár alapján - a széndioxid szabályozással kapcsolatos kiadásokat és bevételeket is figyelembe véve - a technológia élettartamának időszakára vetített diszkontált pénzáram alapján döntenek az egyes beruházási alternatívákról. A pénzáramok (cash-flow) kiszámításához minden egyes technológiai lépcsőhöz kapcsolódóan meghatároztuk a bevételi és kiadási oldalon jelentkező jövőbeli pénzmozgásokat, egy kW teljesítményre vonatkoztatva. A költség oldalon az első évben jelentkező

egyszeri fajlagos beruházási költség, az állandó és változó termelési és karbantartási költségek, a tüzelőköltség és az esetleges kvótavásárlás költsége szerepelnek. Bevételek a tervezett villamos energia értékesítéséből és kvótaeladásból származhatnak.

A modellezés reálértéken történik, az infláció értékének figyelembevétele nélkül. A bevételek és költségek számításához külső változóként adható meg reálértéken az adott időszakra vonatkozó európai villamos energia eladási ár és szén-dioxid kvótaár. A kiválasztó algoritmus az adott technológiára jellemző előre becsült TIT-nek (ténylegesen igénybe vehető teljesítmény) megfelelő, kW-ként megtermelhető villamos energia mennyiséggel kalkulál. Az egyes lépcsők közül a széndioxid-szabályozás életbelépését követően az erőművek a szabályozási időszak előtt választanak. A modell az adott beruházás megvalósításának évétől kezdve az új technológiára jellemző fajlagos költségekkel és kapacitás-kihasználási adatokkal számol.

Bemenő adatként szerepel a vállalatok saját tüzelőanyag összetétele⁵, amelyből a modell az IPCC⁶ által meghatározott emissziós faktorokkal számítja ki a CO₂ kibocsátásokat. A szétosztott mennyiség és az allokáció elve szabadon beállítható a modellben. Lehetőség van a számított szükséges kibocsátási mennyiség tetszőleges szűkítésére, illetve árverezett hányad beállítására. Ami az allokációt illeti, az aukció lehetősége mellett lehet emisszió- vagy termelés-alapú allokációs mechanizmus választható ki. Ahogy az alábbiakban részletesen is bemutatjuk, a jelenlegi kalkulációk során a magyar nemzeti kiosztási terv legutolsó érvényes allokációs adatait állítottuk be a modellben.

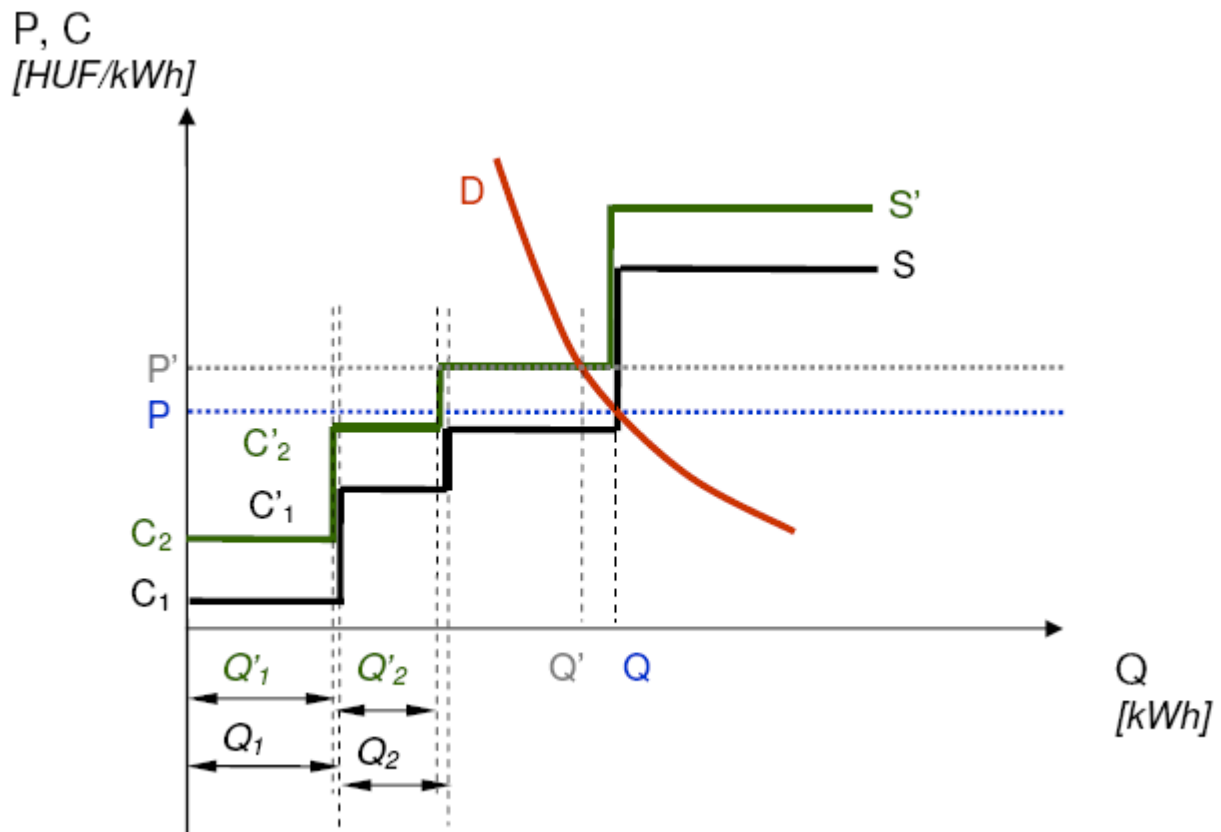
Az adott szén-dioxid ár mellett alkalmazott technológiai paraméterek, valamint az allokáció módja alapján minden erőműre kiszámítható, hogy adott évben kvótahiánnyal vagy kvótatöbblettel szembesül-e. A kalkulált kvótatöbblet/kvótahiány pénzben (HUF) kifejezett értéke a fajlagos termelési költséghez adódik hozzá, ami a kínálati függvényt megváltoztatja. Az egyes technológia opciók ezen kívül a rendelkezésre álló kapacitás nagyságát is befolyásolhatják. Modellünkben a villamos-energia termelők lépcsős kínálati görbéjét

⁵ MEH (2002) Villamos energia statisztikai évkönyv, 2002

⁶ IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change: Good Practice Guide and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventory , http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/pdf/2_Energy.pdf

jellemző rendelkezésre álló kapacitás és változó költségadatok módosulnak az egyes termelők által kiválasztott technológia és a kvótaár függvényében. Az új piaci egyensúly megkeresésével kapjuk meg az adott vizsgálati forgatókönyvre jellemző villamos-energia ár és fogyasztási eredményeket. A piaci egyensúly változását szemlélteti a következő ábra. A C_1 és C_2 és Q_1 , Q_2 , valamint C'_1 és C'_2 és Q'_1 , Q'_2 értékek az első két legolcsóbb áramtermelő blokk fajlagos költségeit és az általuk termelt mennyiséget (kWh) mutatják a szabályozás bevezetése nélküli és a szabályozás melletti állapotban.

2. ábra: A piaci egyensúly megváltozása a szén-dioxid szabályozás hatására



1.3 Számításaink bemenő adatainak alapbeállításai

A modellben a következő exogén változókat állítottuk be:

- **Európai CO₂ kvótaár:** A bemutatott eredményeket 3, 5 és 10 €/t kvótaár beállításával kaptuk.
- **Villamos energia import ár:** A beruházási számításokhoz használt európai áramár, valamint importált villamos-energia eladási ár a modellben jelenleg 30€/MWh, amely tipikus zsinór ár volt az EEX európai áramtőzsdén 2004 során. A szén-dioxid kereskedelem lehetséges árfelhajtó hatásának figyelembevétele céljából a határidős zsinór árakat vettük figyelembe⁷:

2. táblázat: A számításoknál figyelembe vett határidős európai áramár (zsinór)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
EUR/kWh	0,0345	0,0348	0,0354	0,0377	0,0385	0,0394
HUF/kWh	8,65	8,73	8,88	9,45	9,65	9,88

- **A földgáz ár változása:** A CO₂ szabályozás hatására mind a magyarországi, mind az európai erőművek körében nagy valószínűséggel növekedni fog a gáz alapú villamos energia termelés a szentes technológiák rovására. A gázár változására vonatkozó megbízható becslés nem áll rendelkezésre. Egyes szakértők szerint a karbon szabályozás hatásaként jelentkező gázár növekedést valószínűleg ellensúlyozza majd az Európa szerte meginduló gázpiaci liberalizáció következtében várható gázár csökkenés. A modellben lehetőség van a gázár-növekedés %-os megadására, ami mind az elhárítási technológia kiválasztására, mind a gázos erőművek fajlagos termelési költségére hat, a jelen vizsgálatnál viszont 0% és 15% gázár-növekedéssel számoltunk.

⁷ Az európai áramárakat a frankfurti EEX jelenlegi zsinór és a határidős kötések (2005-2010) áradatai alapján adtuk meg.

www.eex.de/futures_market/market_data/intraday_table_print_e.asp?type=2004.08.02, (lekérd: 2004. 08. 02, 14:20).

- **Diszkonttényező:** A beruházási számításokhoz szükséges diszkontrátát jelenleg 10%-osra állítottuk be a modellben, feltételeztük, hogy e mellett a leszámítolási ráta mellett várják el a beruházók pénzüik megtérülését a technológia élettartama alatt.

Egyéb fontos megjegyzések:

- Az egyéb hazai erőművek között szerepelnek azok a kisebb teljesítményű, kapcsoltan villamos energiát és hőt termelő blokkok és a megújuló energiahordozóból termelő kapacitások, melyeket az 56/2002 GKM rendelet alapján kötelező átvétel alá sorolnak.
- Az Oroszlányi erőmű TIT-jének (126 MW) megfelelő mennyiségű termelt energiára garantált átvételt feltételeztünk.
- A Mátrai erőmű I-II. blokkjának MVM Partners által lekötött kapacitását szerződött kapacitásként vettük figyelembe 2005-2010 között.
- Az MVM szerződött importkapacitásai (ATEL, EGL, SYSTEM) előnyt élveznek a teherkiosztásban.
- Az éves eredmények összehasonlítási lehetősége miatt a paksi blokkok igénybe vehető kapacitásának teljes rendelkezésre állását állítottuk be a 2003-as, 2004-es évekre is.

1.4 A Nemzeti Kiosztási Terv

Jelenleg a Nemzeti Kiosztási Tervnek két változata ismert, és tanulmányunk lezárásakor és a modellezési forgatókönyvek kidolgozásakor még nem alakult ki a magyar kormány végleges javaslata az EU ETS szerinti CO₂ kibocsátási kvóták kezdeti kiosztására. 2004. szeptember 20-i keltezéssel jelent meg a Nemzeti Kiosztási Terv első változata, október 8-i keltezéssel pedig a második változata. A Nemzeti Kiosztási Tervben ágazati összkvóta mennyiségek és létesítmény szintű, ingyenesen kiosztandó kvótamennyiségek is szerepelnek. Az általunk jelen kutatás keretében vizsgált villamos erőművek engedélyköteles villamos energia termelők, így a Nemzeti Kiosztási Terv „I/a” szektorában jelennek meg a rájuk vonatkozó egyedi kibocsátási kvótamennyiségek 2005-2006-2007-re. (Az I/a szektor a Magyar Energia Hivatal termelői engedélyesi körét jelenti.)

A Nemzeti Kiosztási Terv az ingyenes egyedi kibocsátási kvóták mellett rendelkezik az ágazatonként árverés útján kiosztható kvótamennyiségekről is. A szeptember 20-i változatban ez a mennyiség 1%, a Nemzeti Kiosztási Terv október 8-i változatában pedig 2,5%.

A következő táblázatban összefoglaljuk a Nemzeti Kiosztási Terv (NKT) két változatában szereplő, az általunk modellezett erőműveknek ingyenesen kiosztható kvótamennyiségeket. Látható, hogy a két tervben levő összes kibocsátási kvóta mennyisége nem tér el jelentősen, de átrendeződést látunk a kvóták megoszlásában.

3. táblázat: a Nemzeti Kiosztási Terv szerint a jelen kutatásban vizsgált erőműveknek ingyenesen kiosztható CO₂ kvóták, tonna

	szept. 20.		okt. 8.	
	2005-6-7 évente	3 év alatt összesen	2005-6-7 évente	3 év alatt összesen
Bánhida	94 126	282 378	93 706	281 118
Oroszlány	1 309 329	3 927 987	1 303 487	3 910 461
Dunam. II	1 401 796	4 205 388	1 395 541	4 186 623
Dunam. GT1	658 958	1 976 874	677 011	2 031 033
Dunam. GT2	683 422	2 050 266	702 144	2 106 432
Mátra I-V	6 419 736	19 259 208	6 229 697	18 689 091
Tisza II	1 526 109	4 578 327	1 519 300	4 557 900
Tiszap. I-III	532 797	1 598 391	530 420	1 591 260
Csepel GT	846 767	2 540 301	869 965	2 609 895
Pécs IV-V	260 787	782 361	351 246	1 053 738
Újpest+Kispest	622 748	1 868 244	639 808	1 919 424
Kelenföld GT	296 625	889 875	304 751	914 253
Debrecen GT	313 294	939 882	321 877	965 631
összesen	14 966 494	44 899 482	14 938 953	44 816 859
egyéb erőművek	540 515	1 621 545	917 319	2 751 957
mindösszesen	15 572 224	46 716 672	15 856 272	47 568 816

Megjegyzés:

Az egyéb erőművek közé tartoznak: AES Borsodi Energetikai Kft – Kazincbarcikai Erőmű fosszilis blokkok, Bakonyi Erőmű Rt – Ajkai Erőmű, Budapesti Erőmű Rt – Kőbányai Erőmű, EMA-Power Rt erőműve, G-TER – Litér, Lőrinci, Sajószöged erőművek, valamint a szeptember 20-i változatban a Bakonyi Erőmű Rt – Inotai Erőmű, és a Vértesi Erőmű Rt – Tatabányai Erőmű

A számításainkban szereplő összes erőművi kiadott villamos energia magában foglalja a kötelezően átvett, kapcsoltan termelt kiserőművi kiadott villamos energiát is. Ez az erőművi kör számításainkban csak összevontan szerepel, mivel nem tartoznak a Magyar Energia Hivatal termelői engedélyesei közé,

így az NKT-ban sem az I/a szektorban, hanem az I/b és I/c szektorokban jelennek meg.

A távhő termeléssel (gőz- és melegvíz ellátás) kapcsolatos villamos energiát termelő további erőművek és fűtőművek nem az NKT I/a, hanem az I/b szektorába tartoznak. Az I/c szektorban szerepelnek a saját célú tüzelőberendezések.

Modellszámításaink a 2004. október 8-i NKT változat ingyenes egyedi erőművi kibocsátási sapkáival és 2,5%-os árverési hányaddal készültek. Így a Nemzeti Kiosztási Terv legutolsó változatának hatását is be tudjuk mutatni. Ezen szabályozási keretek vizsgálatára tíz különböző modell változatot dolgoztunk ki, három fontos modell változó paramétereinek a változtatásával. Ez a három modell változó a földgáz végfelhasználói átlagár, a villamos energia import átlagár és a CO₂ kibocsátási kvóta piaci átlagára.

A földgáz szerepe a hazai villamos energia termelésben meghatározó, gyakorlatilag a szénnel egyező súlyú fosszilis tüzelőanyag. További jelentősége várhatólag növekvő, nemcsak az erőművi tüzelőanyag váltások miatt, hanem az újonnan létesülő kapacitások tüzelőanyag választása révén is. Míg a hazai termelésben felhasznált szénfajták alapvetően egyedi előfordulású, integrált saját bányából származó alapanyagok, a földgáz piaci termék, ára jobban kitett a piaci hatásoknak. A földgáz végfelhasználói árra vonatkozóan két változatot használtunk. Az egyik a jelenlegi árszint fennmaradását feltételezi reáláron, a másik pedig a jelenlegi árszintnél összességében 15%-kal magasabb földgáz árszinttel számol a vizsgált időszakban.⁸

⁸ A földgáz hazai árára vonatkozó várakozások erősen szóródnak aszerint, hogy milyen feltételeknek mekkora súlyt és milyen változást tulajdonítunk. A földgáz nem tömegtermék a szó klasszikus árutőzsdei értelmében, ezért az ára egy adott régióban a kitermelést, szállítást, elosztást végző társaságok, illetve a kereskedők és a fogyasztói csoportok megállapodásainak függvényében jelentősen változó lehet. Jelenleg a hazai nagyfogyasztói kör árszínvonalja közel áll az EU átlagos nagyfogyasztói szintjéhez, és az árváltozásra ható tényezők tekintetében az árnövelő és árcsökkentő hatások érvényesülése is várható. Árnövelő lehet a tartósan magas kőolaj ár, árcsökkentő pedig a földgáz piaci dereguláció, amely a piac fokozatos megnyitásával a közüzemi ellátási szerződésektől kedvezőbb ajánlatokat eredményezhet a nagyfogyasztók jelentős része számára.

A villamos energia import a fokozatosan megnyíló villamos energia piac révén egyre nagyobb szerepet játszik a hazai ellátásban és így a belföldi áralakulásban. Ahogy az I. fejezetben leírtuk, a modellkalkulációk során kétfajta villamos energia import ár forgatókönyvet használtunk, amelyek abban térnek el egymástól, hogy az import villamos energia ár jelenlegi szintjének fennmaradását vagy növekedését feltételezik.

Három paraméter értéket használtunk a CO₂ kibocsátási kvóták piaci árát tekintve. A 2004. harmadik negyedévét alapvetően a kisvolumenű forward tranzakciók jellemezték az európai karbon piacon, a jellemző kötési árak 8 €/t körül mozogtak.⁹ Ezért eredményeinket 5 és 10 €/t kvótaárak mellett is vizsgáljuk. Az EU Bizottsághoz benyújtott nemzeti allokációs tervek és az EU Bizottság eddigi reakciói alapján azonban azt tartjuk valószínűnek, hogy a kereslet a vártnál alacsonyabb lesz, mivel a nemzeti kormányok többsége nem alkalmazott szigorú alapelveket a kiosztható össz mennyiségek megállapítására.¹⁰ Ezért eredményeinket a vártnál jóval alacsonyabb, 3€/t CO₂ kvótaár mellett is vizsgáljuk.

A modell változók paraméter értékei szerint tizenkét modell változat adódik. Így a jelenlegi tanulmányban a CO₂ szabályozás nélküli szokásos üzletmenetre („business as usual”, BAU; gaz0BAU; gaz15BAU) vonatkozó alapforgatókönyvekkel együtt tizennégy eltérő modell változatot állítottunk össze.¹¹ A következő táblázat áttekintést nyújt a tanulmányunkban vizsgált modell változatokról.

⁹Egyedi tranzakciók adatai és összesített piaci információ:

www.pointcarbon.com; letöltések folyamatosan

¹⁰ A tagállamok által benyújtott nemzeti allokációs tervek és a Bizottság által elfogadott változatok a Környezetvédelmi Főigazgatóság honlapján érhetőek el. Letöltések: 2004. október;

http://europa.eu.int/comm/environment/climat/emission_plans.htm

¹¹ A villamos energia import árát a szabályozás nélküli (BAU) modellekben a jelenlegi árszinten állandónak állítottuk be, tehát nincs növekvő áramlás BAU változat, ugyanis az áramárak esetleges növekedését a CO₂ szabályozás EU-szintű bevezetésével hozzuk összefüggésbe.

4. táblázat: A modellezés során módosított változók és paramétereik, az így vizsgált modell változatok, és az egyes forgatókönyvek megnevezése a tanulmányban

		Import villamos energia átlagára			
		állandó jelenlegi reálár		áramtőzsdei futures kötésárak szerint	
		Földgáz árszint változása		Földgáz árszint változása	
		0%	+ 15%	0%	+ 15%
CO ₂ kvóta piaci ár, €/t	3	3€-gaz0imall	3€-gaz15imall	3€-gaz0imfut	3€-gaz15imfut
	5	5€-gaz0imall	5€-gaz15imall	5€-gaz0imfut	5€-gaz15imfut
	10	10€-gaz0imall	10€-gaz15imall	10€-gaz0imfut	10€-gaz15imfut

A következőkben áttekintjük a modellezési forgatókönyvek eredményeit.

2. Modellezési eredmények

2.1 Változatlan gázárak modellek

Ezekben a modell számításokban a CO₂ szabályozás nélküli esethez képest azt látjuk, hogy az importálható villamos energia árának alakulása nagyobb hatással van a hazai szabadpiaci villamos energia rendszer határkötségére, mint a CO₂ kibocsátás kereskedelem bevezetése. Amennyiben az európai villamos energia ára stabilan marad az EU CO₂ emisszió kereskedelem bevezetése ellenére, (3 illetve 5 €/t CO₂ kvótaár esetén ez reális feltételezés, különösen nem EU tagállamok felől – Ukrajna, Románia – érkező jelentős import mennyiséget) akkor a villamos energia rendszer határkölsége nem tér el alapvetően a CO₂ szabályozás nélküli esethez képest. Csak 10€/t kvótaár esetén alakul ki a BAU-hoz képest kissé magasabb szabadpiaci ár, ami változatlan importárak feltételezése esetén azt jelenti, hogy a hazai termelők 10€-s CO₂ költsége megnöveli a határon levő termelő önköltségét, miközben az importálható villamos energia ára stabilan marad – ami lehet az európai dereguláció vagy a CO₂-semleges atomenergia domináns szerepének hatása. A piacnyitás mértékének növekedésével az import kapacitások azonban már nem fedik le a növekvő szabadpiaci kapacitás igényt, így a

hazai ár a 10€ kvótaköltség hatására elszakad a BAU illetve 3 és 5€ változatoktól.

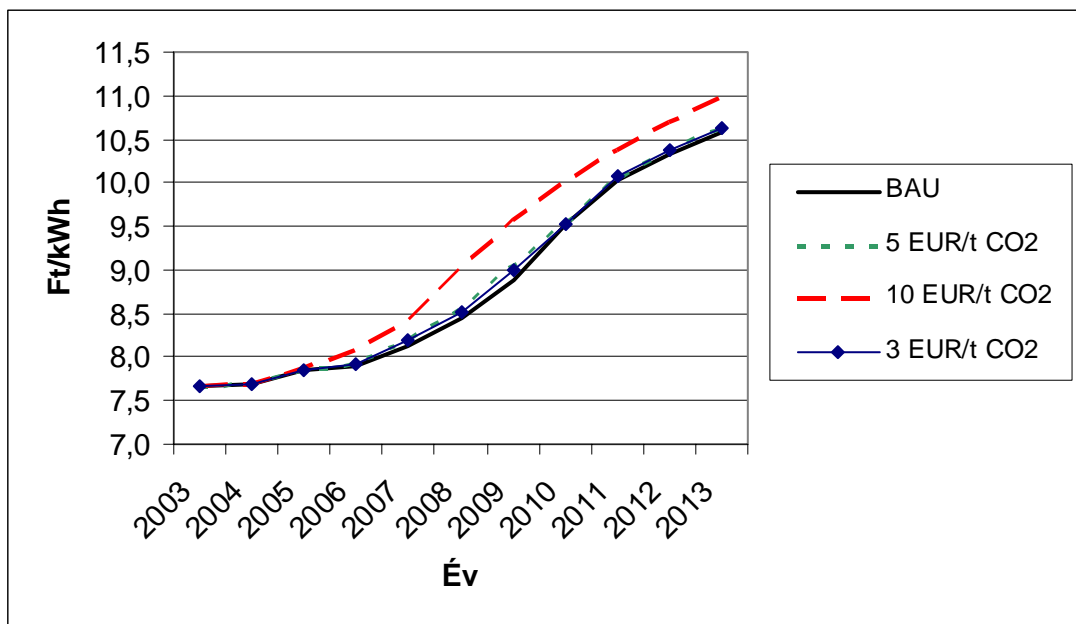
Ha azonban a változatlan gázárak ellenére a CO₂ szabályozás európai bevezetése együtt jár az importálható villamos energia áraknak olyan mértékű növekedésével, amivel jelenleg számolnak a határidős ügyletekben, akkor a hazai szabadpiaci ár számottevően meghaladja a CO₂ szabályozás nélküli változatét, mivel a behozható import áram ára is magasabb, és a drágább import révén a hazai termelési sorrendben is termelési lehetőséget kapnak drágább erőművek.

5. táblázat: A szabadpiaci áramár alakulása különböző CO₂ kvótaárak, változatlan gázár és állandó illetve növekvő import áramárak mellett, Ft/kWh

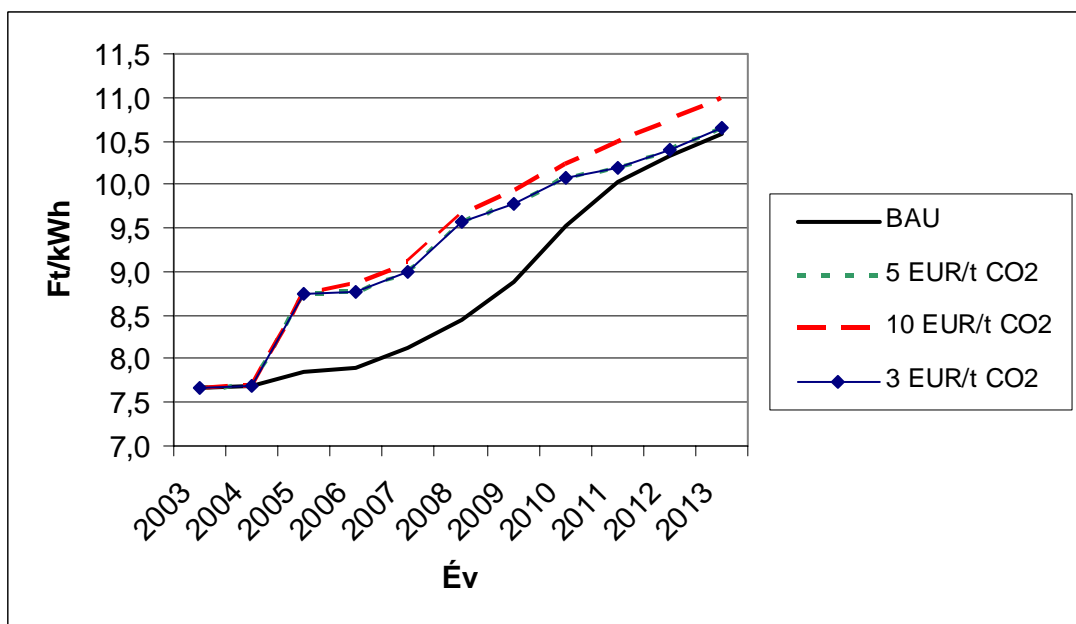
Év	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
BAU	7,68	7,70	7,85	7,90	8,13	8,45	8,88	9,52	10,02	10,33
Állandó import áramár esetén										
3 EUR/t CO ₂	7,68	7,70	7,85	7,92	8,20	8,52	9,00	9,52	10,07	10,36
5 EUR/t CO ₂	7,68	7,70	7,85	7,92	8,20	8,55	9,04	9,53	10,05	10,37
10 EUR/t CO ₂	7,68	7,70	7,88	8,08	8,39	9,02	9,57	10,01	10,37	10,69
Növekvő import áramár esetén										
3 EUR/t CO ₂	7,68	7,70	8,74	8,76	9,00	9,57	9,79	10,07	10,19	10,39
5 EUR/t CO ₂	7,68	7,70	8,74	8,76	9,00	9,57	9,79	10,07	10,19	10,39
10 EUR/t CO ₂	7,68	7,70	8,77	8,87	9,11	9,66	9,93	10,24	10,48	10,74

Látható, hogy 2007-re a stabil importárak esetén nincs belföldi árváltozás a szabadpiacon a CO₂ szabályozás bevezetésének hatására, ha a CO₂ kvótaár 3 vagy 5 €/t, 10€ esetén is csak 3% a szabadpiaci ár-emelkedés. A CO₂ szabályozás bevezetésével együtt járó importár növekedés azonban 10%-ot meghaladó árnövekedést okoz a szabadpiacon.

3. ábra: A villamos energia szabadpiaci árának alakulása változatlan gázárak és import árak mellett, különböző CO₂ kvótaárak hatására



4. ábra: A villamos energia szabadpiaci árának alakulása változatlan gázárak és növekvő import árak mellett, különböző CO₂ kvótaárak hatására



A fogyasztás ennek megfelelően alakul. Az egyre nagyobb szabadpiaci szegmens hatására növekszik az árérzékeny fogyasztás aránya. Ennek köszönhetően fokozatosan válnak szét a forgatókönyvek:

6. táblázat: Az éves nettó fogyasztás alakulása változatlan gázárak esetén, állandó vagy növekvő import áramárok és különböző CO₂ kvótaárak mellett, GWh

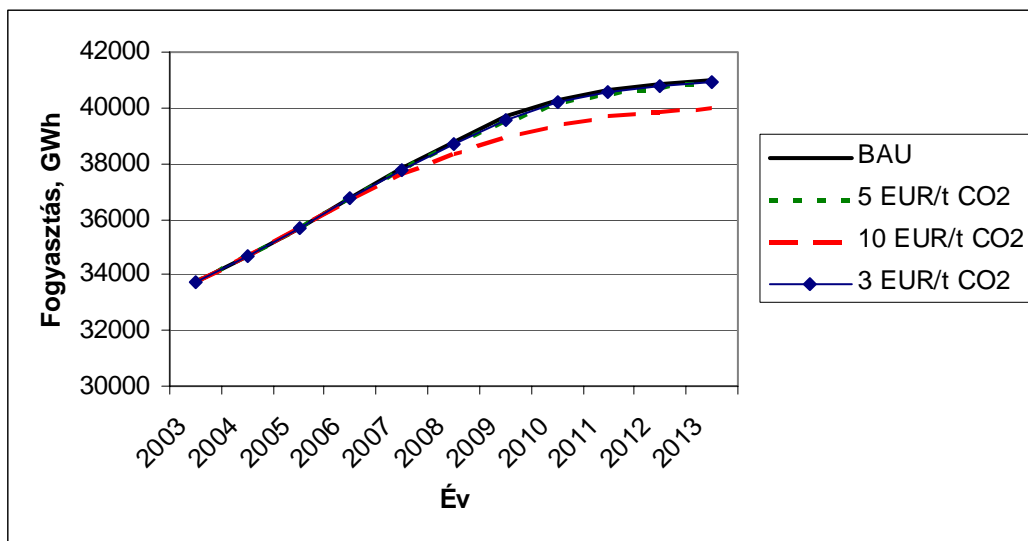
Év	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
BAU	33710	34687	35672	36744	37805	38773	39674	40274	40646	40857
ebből sz.piaci:	6571	8598	10255	12652	15052	17387	21463	25341	31052	31090
Állandó import áramár esetén										
3€/t CO ₂	33710	34687	35672	36737	37767	38699	39538	40171	40531	40746
ebből sz.piaci:	6571	8598	10255	12646	15014	17314	21326	25238	30936	30979
5€/t CO ₂	33710	34687	35672	36737	37764	38682	39498	40132	40520	40737
ebből sz.piaci:	6571	8598	10255	12646	15012	17297	21286	25199	30925	30970
10€/t CO ₂	33710	34687	35664	36673	37629	38328	38898	39337	39684	39867
ebből sz.piaci:	6571	8598	10247	12582	14876	16943	20686	24404	30089	30100
Növekvő import áramár esetén										
3€/t CO ₂	33710	34687	35362	36150	36936	37522	38167	38760	39417	39922
ebből sz.piaci:	6571	8598	10255	12646	15014	17314	21326	25238	30936	30979
5€/t CO ₂	33710	34687	35362	36150	36936	37522	38167	38760	39417	39922
ebből sz.piaci:	6571	8598	10255	12646	15012	17297	21286	25199	30925	30970
10€/t CO ₂	33710	34687	35354	36110	36862	37423	38006	38528	39009	39347
ebből sz.piaci:	6571	8598	10247	12582	14876	16943	20686	24404	30089	30100

Megjegyzés:

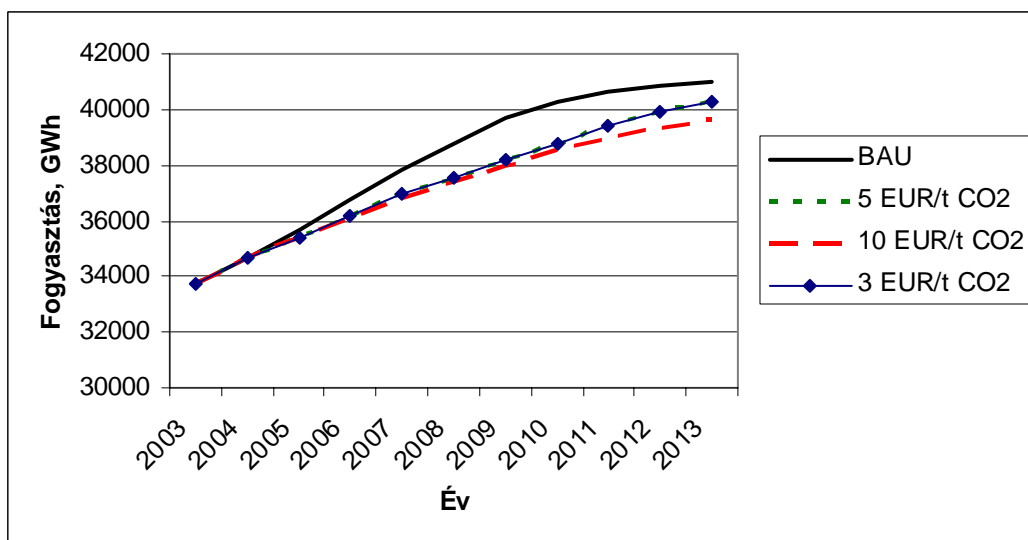
A nettó fogyasztás nem tartalmazza az erőművi önfogyasztást és a hálózati veszteséget

Az alábbi ábrákon jól látszik, hogy a növekvő árak és az árrugalmas fogyasztás növekedésének együttes hatására a fogyasztás növekedésének üteme lassuló minden forgatókönyvben, de a CO₂ szabályozás nélküli esetben is. Nem meglepő, hogy a leginkább mérséklődő fogyasztás bővülés 10€/t kvótaár mellett várható, de itt is látszik az az érdekes eredményünk, hogy stabil importárok esetén a CO₂ szabályozás bevezetése nincs hatással a villamos energia fogyasztásra, ha a CO₂ kvóták másodlagos piaci ára nem haladja meg az 5€-t. Növekvő importárok mellett már az alacsonyabb kvótaárak mellett is tapasztalunk fogyasztásmérséklő hatást.

5. ábra: Az éves fogyasztás alakulása változatlan gázárak, változatlan villamos energia importárak és különböző CO₂ kvótaárak mellett



6. ábra: Az éves fogyasztás alakulása változatlan gázárak, növekvő villamos energia importárak és különböző CO₂ kvótaárak mellett



2.2 Növekvő gázárak modellek

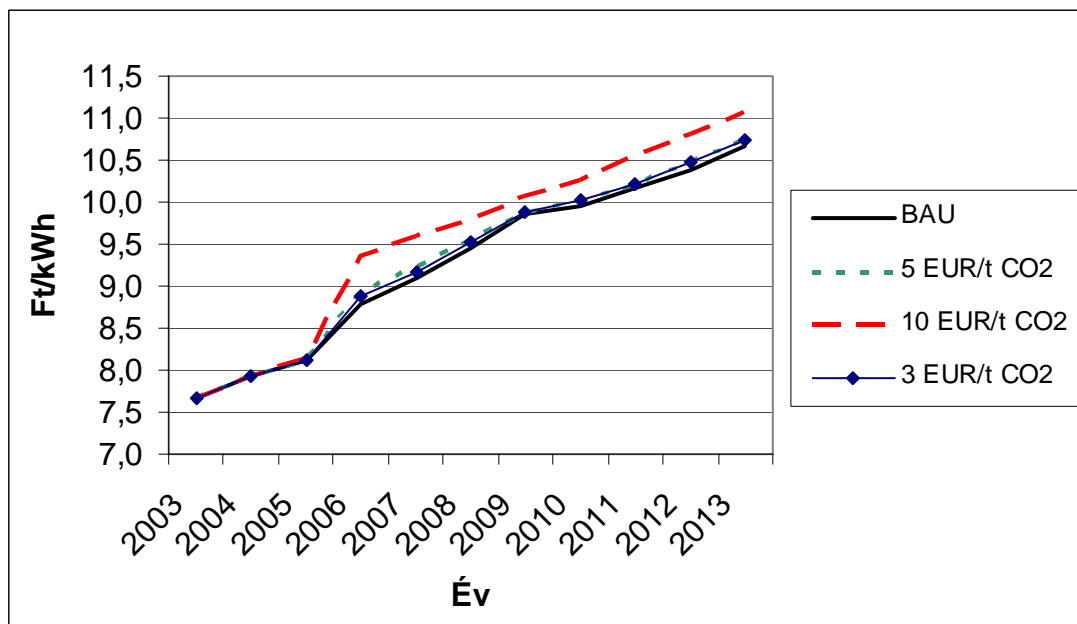
A modell változatok másik csoportjában a villamos energia import ára ugyanúgy két változatban jelenik meg, mint az előzőekben: egyszer a jelenlegi árszinten stabilizálódik, másszor pedig fokozatosan növekszik (a tanulmány első részében közölt mértékben). A földgáz ára azonban az előző szintnél 15%-kal magasabb a teljes vizsgált időszakban.

7. táblázat: A szabadpiaci áramár alakulása különböző CO₂ kvótaárak, növekvő gázár és állandó illetve növekvő import áramárak mellett, Ft/kWh

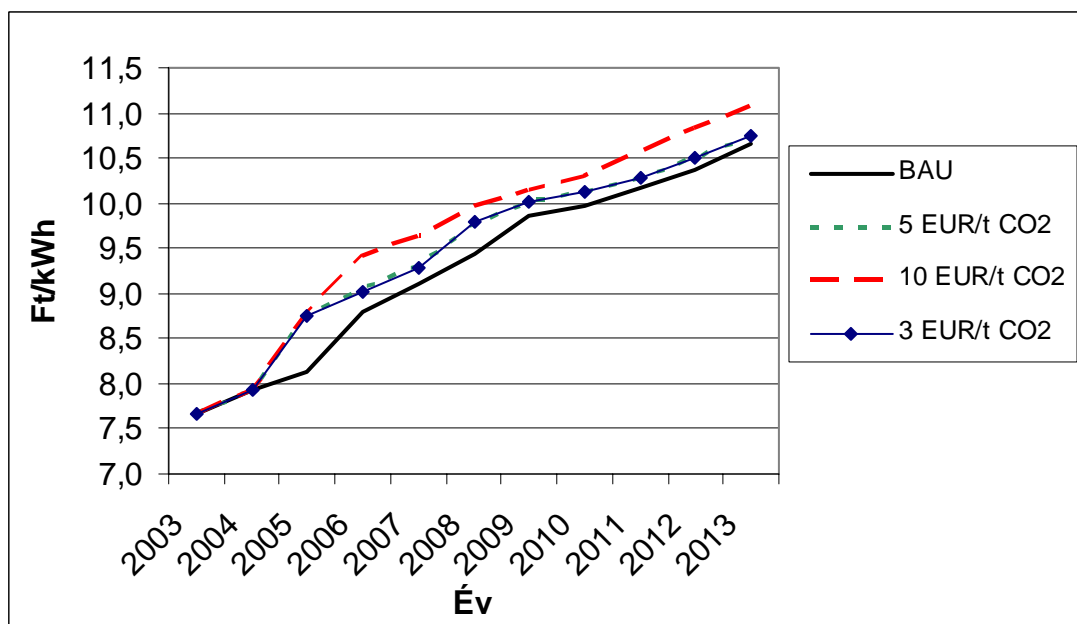
Év	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
BAU	7,68	7,92	8,12	8,79	9,10	9,44	9,86	9,96	10,16	10,38
Állandó import áramár										
3 EUR/t CO ₂	7,68	7,92	8,12	8,87	9,18	9,53	9,87	10,02	10,23	10,48
5 EUR/t CO ₂	7,68	7,92	8,12	8,92	9,23	9,54	9,88	10,03	10,22	10,48
10 EUR/t CO ₂	7,68	7,92	8,14	9,35	9,59	9,79	10,06	10,26	10,54	10,82
Növekvő import áramár										
3 EUR/t CO ₂	7,68	7,92	8,76	9,01	9,28	9,79	10,01	10,13	10,27	10,51
5 EUR/t CO ₂	7,68	7,92	8,76	9,06	9,31	9,78	10,01	10,13	10,27	10,51
10 EUR/t CO ₂	7,68	7,92	8,77	9,41	9,64	9,97	10,14	10,30	10,56	10,84

2007-re stabil importárak esetén a szabályozás nélküli esethez képest a belföldi árnövekedés a szabadpiacon a CO₂ szabályozás bevezetésének hatására körülbelül mindössze 1%-os, ha a CO₂ kvótaár 3 vagy 5€, és 5%, ha a kvótaár 10€. Az állandó gázár változatban ez 0% illetve 3% volt. A CO₂ szabályozás bevezetésével együttes importár növekedés 2007-ben kb. 2%-kal növeli a szabadpiaci árakat a szabályozás nélküli változathoz képest, ha a kvótaár nem haladja meg az 5€-t, és kb 6% az árnövekedést a szabadpiacon 10€/t esetén a BAU-hoz képest, amely a változatlan gázár, növekvő importálás modell változatokban magasabb, mintegy 10% körüli volt minden kvótaár esetén. Ennek az az oka, hogy a változatlan gázár alapmodell, amely CO₂ szabályozás nélkül vizsgálja a szabadpiaci ár alakulását, alacsonyabb BAU árat eredményez, mint a növekvő gázár, CO₂ szabályozás nélküli alapmodell BAU árai. Érdeemes megfigyelni, hogy a növekvő gázár BAU forgatókönyv ugyan tartósan magasabb szabadpiaci határköltséget eredményez, mint a gázár növekedés nélküli BAU forgatókönyv, a különbség egyre csökkenő, mert a változatlan gázár alapmodell is hasonló árszintet közelít a vizsgált időszak végére, mint a növekvő gázár, de lassabb felfutással.

7. ábra: A villamos energia szabadpiaci árának alakulása növekvő gázárak és változatlan import árak mellett, különböző CO₂ kvótaárak hatására



8. ábra: A villamos energia szabadpiaci árának alakulása növekvő gázárak és import árak mellett, különböző CO₂ kvótaárak hatására



Látható, hogy 5€/t CO₂ kvótaárig és az alatt az import villamos energia ára modellünkben meghatározó, a szabadpiaci ár csak akkor szakad el a CO₂ szabályozás bevezetésének hatására a szabályozás nélküli áralakuláshoz képest, ha az import villamos energia ára növekvő.

10€/t kvótaár esetén a „karbon-hatás” erősebb, állandó szinten maradó importárak esetén is elszakad a szabadpiaci ár a szabályozás nélküli esettől. Magának a CO₂ szabályozásnak a bevezetése tehát egy CO₂ költségszint alatt kisebb hatást gyakorol a hazai villamos energia árakra stabil import áramárak esetén, még ha a gázárak magasabbak is, mint a CO₂ szabályozás miatt esetleg növekedésnek induló import villamos energia árak mellett. Ehhez nemcsak a viszonylag jelentős import volumenek feltételezése szükséges, hanem az a feltevés is, hogy 3€/t vagy 5 €/t CO₂ kvótaár esetén a hazai erőművek jelentős része a termelését változatlan költségszinten fenn tudja tartani.

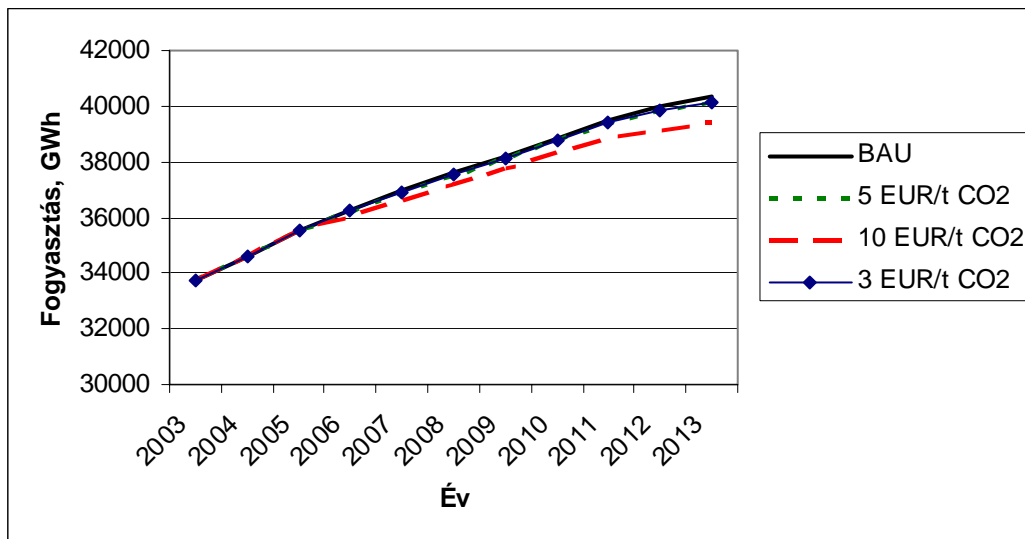
A következő táblázatban bemutatjuk az éves fogyasztás alakulását a növekvő gázárak modell változatokban.

8. táblázat: Az éves nettó fogyasztás alakulása növekvő gázárak esetén, állandó vagy növekvő import áramárak és különböző CO₂ kvótaárak mellett, GWh

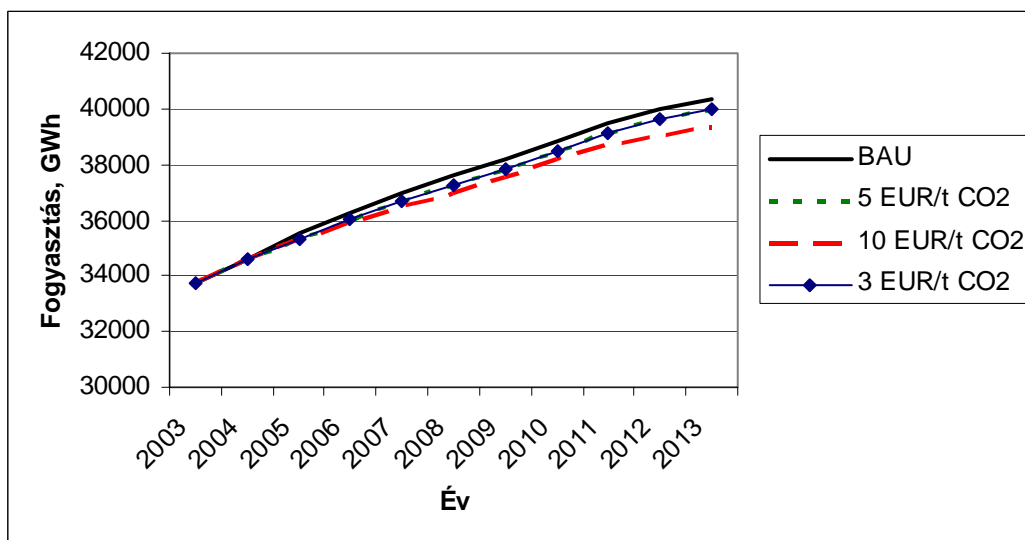
Év	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
BAU	33710	34620	35525	36264	36977	37627	38199	38863	39510	40001
ebből sz.piaci	6571	8531	10108	12172	14224	16242	19988	23930	29915	30234
Állandó import áramár esetén										
3€/t CO ₂	33710	34620	35525	36232	36921	37542	38132	38773	39392	39837
<i>ebből sz.piaci:</i>	6571	8531	10108	12141	14168	16157	19920	23840	29798	30070
5€/t CO ₂	33710	34620	35525	36213	36883	37509	38101	38743	39373	39822
<i>ebből sz.piaci:</i>	6571	8531	10108	12121	14130	16123	19890	23810	29779	30055
10€/t CO ₂	33710	34620	35521	36054	36614	37191	37764	38341	38828	39158
<i>ebből sz.piaci:</i>	6571	8531	10104	11962	13861	15805	19553	23408	29233	29391
Növekvő import áramár esetén										
3€/t CO ₂	33710	34620	35307	36014	36714	37256	37841	38484	39145	39633
<i>ebből sz.piaci:</i>	6571	8531	9890	11923	13962	15870	19630	23551	29551	29866
5€/t CO ₂	33710	34620	35307	35997	36686	37241	37831	38478	39143	39632
<i>ebből sz.piaci:</i>	6571	8531	9890	11906	13933	15856	19620	23545	29548	29865
10€/t CO ₂	33710	34620	35303	35870	36456	36984	37570	38172	38689	39042
<i>ebből sz.piaci:</i>	6571	8531	9886	11778	13703	15598	19359	23239	29095	29275

Az árrugalmasságok növekvő jelentősége itt is látszik, és az áralakulás alapján várható hatásokat látjuk a fogyasztásban, amelyben kevésbé erős hatásokat váltanak ki a modell változók paramétereinek változtatásai, mint amit az állandó gázárak modelleknél tapasztaltunk.

9. ábra: Az éves fogyasztás alakulása növekvő gázárak, változatlan villamos energia importárak és különböző CO₂ kvótaárak mellett



10. ábra: Az éves fogyasztás alakulása növekvő gázárak, növekvő villamos energia importárak és különböző CO₂ kvótaárak mellett



A fenti modellváltozatok elemzése bebizonyította, hogy a vizsgált erőművek piaci részesedését, így a piaci árat és az összes CO₂ kibocsátást elsősorban az import villamos energia ára befolyásolja, és nem a földgáz hazai árszintje (legalábbis a jelenlegi és annál 15%-kal magasabb gázárak feltételezése esetén). Azonban a gázár hatása sem elhanyagolható. A gázár szintjének változása ugyanis olyan mértékben módosítja a

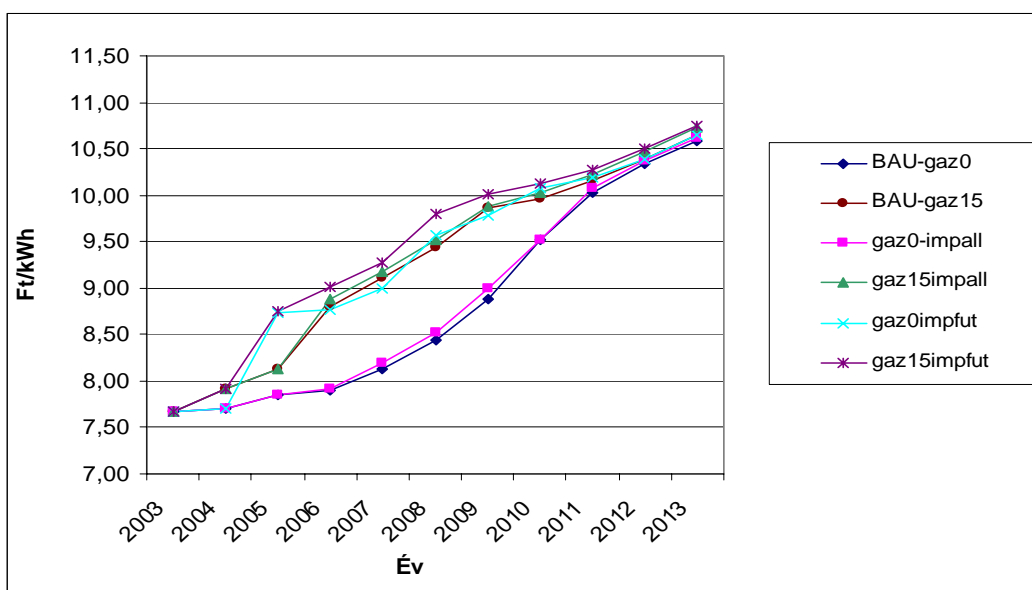
szabályozás nélküli (BAU) alapváltozatot, hogy a CO₂ szabályozás bevezetése ebben az esetben kisebb változást okoz az árakban és a fogyasztott mennyiségben, mint ha a szabályozás nélküli alapmodellben nem növeljük meg a gáz jelenlegi árszintjét 15%-kal. A változatlan gázáras modellek így alacsonyabb és lassabban növekvő árakat, így gyorsabban növekvő fogyasztást eredményeznek, de az időszak vége felé a különbségek csökkennek.

A CO₂ kibocsátási kvóták másodlagos piaci árának hatása összetett módon érvényesül, mivel egyes modellváltozatok érzékenysége a kvótaárakra eltérőnek bizonyult. A következőkben eredményeink és a CO₂ kvótaárak megfigyelhető összefüggéseit mutatjuk be.

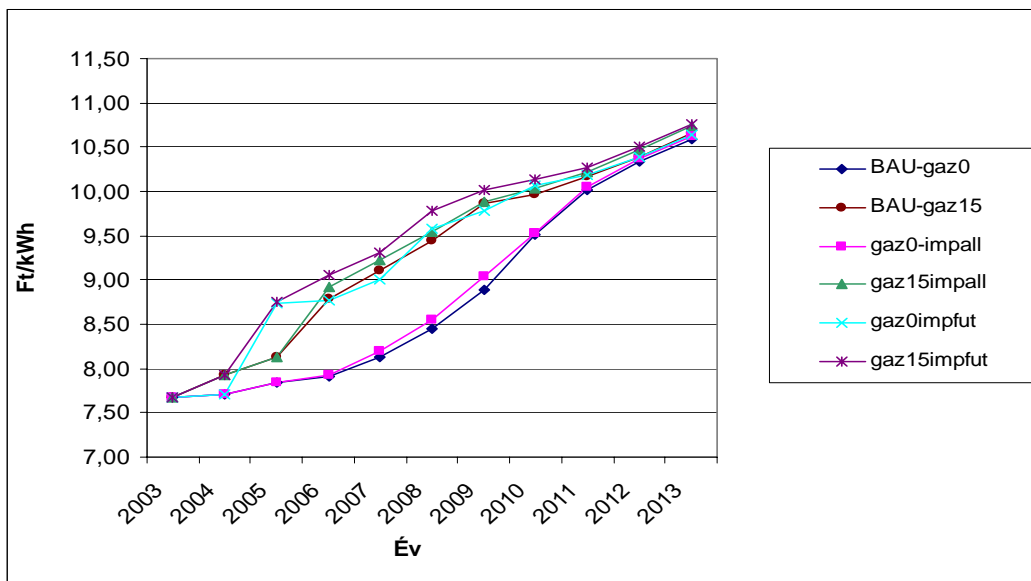
2.3 CO₂-árérzékenység

A következő két ábra 3€ és 5€ CO₂ kvótaár mellett mutatja be a szabadpiaci ár alakulását. Néhány érdekes tényezőre érdemes figyelni. A legfontosabb, hogy a 3€/t és 5€/t kvótaár sávban az eredmények nem érzékenyek a kvótaár változására, a két ábra szinte megegyezik (a pontos értékeket az előző fejezetben közöltük).

11. ábra: A szabadpiaci villamos energia ár alakulása a két alapmodellben, és a 3 €/t kvótaár mellett megvalósuló CO₂ szabályozást modellező változatokban



12. ábra: A szabadpiaci villamos energia ár alakulása a két alapmodellben, és az 5 €/t kvótaár mellett megvalósuló CO₂ szabályozást modellező változatokban

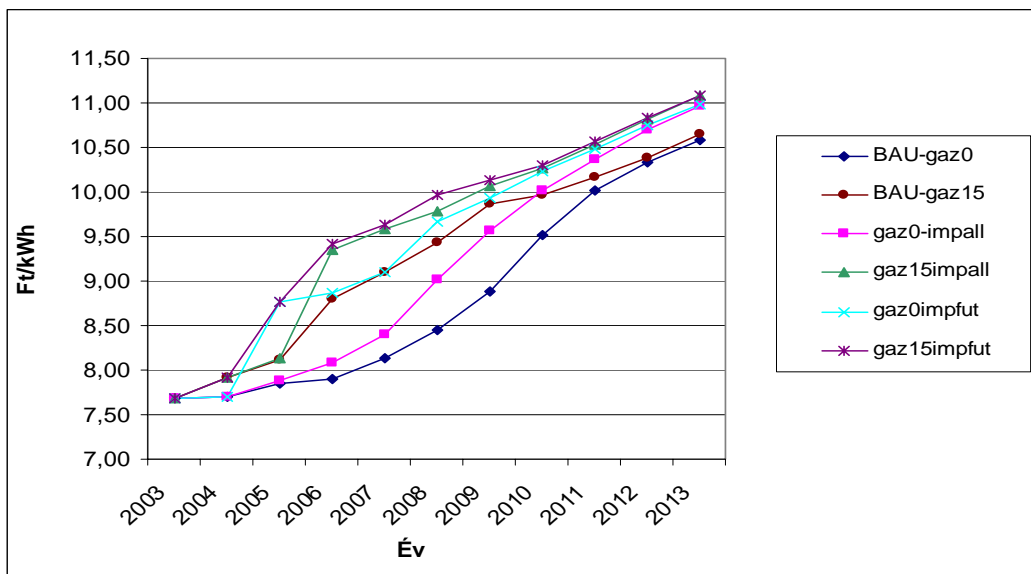


Ezzel összefügg, hogy a 3-5€ kvótaárak esetén az áramár alakulása elsősorban az import áramártól és a gázár szintjétől függ, nem pedig a CO₂ szabályozás bevezetésétől. Erre utal, hogy a növekvő gázárak alapmodell (BAU-gaz15) elszakad a változatlan gázárak alapmodelltől (BAU-gaz0), és besimul a növekvő gázárak CO₂ modellek közé. Ezzel szemben a legalacsonyabb árakat eredményező változatlan gázárak alapmodellhez (BAU-gaz0) nagyon közeli eredményeket kaptunk a változatlan gázárak és állandó importálás, de CO₂ szabályozással kombinált modell változatból (gaz0-impall), 3 és 5 €/t kvótaár esetén egyaránt.

A harmadik fontos észrevétel, hogy 2011-től a szabadpiaci árak gyakorlatilag minden modell változatban kiegyenlítődnek vagy nagyon megközelítik egymást. Ennek oka valószínűleg a figyelembe vett kapacitások korlátossága, amely a 3 és 5€-s változatokban hasonlóan emeli a piaci árat, és a fogyasztás bővülésének eltérő ütemét minden változatban lelassítja és 2011-2012-re hasonló fogyasztási szinteket eredményez.

A CO₂ kvótaár 3 és 5€ értékeivel készült kalkulációktól eltérő eredményeket kapunk, ha a kvótaár értékét 10€/t szintre állítjuk be. Az eltéréseket jól szemlélteti a fenti két ábra összehasonlítása a következő ábrával.

13. ábra: A szabadpiaci villamos energia ár alakulása a két alapmodellben, és az 10 €/t kvótaár mellett megvalósuló CO₂ szabályozást modellező változatokban



Mindenek előtt feltűnik, hogy az egyes modell változatok nem simulnak össze, mint ahogy azt az alacsonyabb kvótaárak mellett láttuk, hanem markánsabban elkülönülnek. Legérdekesebb a stabil import áramarat és változatlan gázarat feltételező (gaz0-impall) modell viselkedése. Ez 3 és 5€ mellett alapvetően nem szakad el változatlan áras alapmodellről, itt azonban lassan de határozottan egyre magasabb piaci árakat eredményez, míg végül 2012-re gyakorlatilag beolvad a CO₂ szabályozással futtatott egyéb modellek közé.

Ettől eltérően viselkedik 10€/t esetén a növekvő gázaras alapmodell (BAU-gaz15), amelynek az eredményeit 3 és 5€ kvótaár esetén nem lehetett elkülöníteni a CO₂ szabályozás mellett kapott eredményektől. Úgy tűnik, 10€/t már olyan CO₂ költséget jelent, amelynél még a növekvő gázaras alapmodell is elválk a CO₂ szabályozást modellező változatoktól. Így végül a vizsgált időszak végére a 10€ határozottan megteszi a hatását: elkülönülnek egymástól a CO₂ szabályozás nélküli és a CO₂ szabályozással adódó értékek, ez utóbbi kalkulációk egyöntetűen magasabb piaci villamos energia árat jeleznek előre, mint az előbbieik.

2.4 A CO₂ kibocsátás alakulása

Figyelemre méltó, hogy minden egyes forgatókönyvben jóval magasabb az általunk vizsgált erőművekre a Nemzeti Kiosztási Terv

utolsó publikus változatában kiosztott összes CO₂ kvóta, mint az ezen erőművek által kibocsátott összes CO₂ mennyiség. Ennek oka összetett, amelynek részletes elemzését elvégeztük. Az NKT-ban szereplő CO₂ kvóta mennyiségek megállapítása előrejelzésen alapszik,¹² amelynek háttér tanulmányait és számításait a KvVM közölte¹³. A villamos energia termelőkre vonatkozó számítások tanulmányozása alapján a különbség magyarázatát a következő tényezőkben találtuk.

Az NKT által hivatkozott ágazati előrejelzés 2005-re nagyrészt megegyezik a MAVIR honlapján található közép- és hosszútávú kapacitás tervvel.¹⁴ A mi modellünk is azokat a kapacitási, kihasználtsági és hatásfok mutatókat alkalmazza, amelyeket a MAVIR publikált¹⁵. Az abban szereplő adatok felhasználásával azonos kereslet alakulás mellett becsült forrásoldali struktúra azonban modelljeinkben kisebb-nagyobb mértékben eltér a 2005-ös MAVIR forrás szerkezettől.

A mi számításaink szerint a legjelentősebb eltérés a villamos energia importban mutatkozik, amely a mi modelljeinkben minden esetben jóval magasabb az NKT által hivatkozott ágazati előrejelzésnél. Ennek hatására modell eredményeinkben a hazai termelés azonos bruttó fogyasztás mellett alacsonyabb, vagyis kisebb az összes CO₂ kibocsátás.

A másik legfontosabb különbség a kötelezően átvett villamos energia volumenének nagysága, melyben a mi modellünk szintén nagyobb mennyiségekkel számol. A termelt villamos energia kötelező átvétele azokra az energia termelőkre vagy termelési technikákra vonatkozik, amelyek a vonatkozó jogszabályok (2001/CX. VET, 56/2002 GKM) szerint preferenciát élveznek. Ezek nagyrészt megújuló energiahordozókból vagy távhővel kapcsoltan villamos energiát termelő erőművek. A modellünkben ezek által termelt villamos energia a vonatkozó miniszteri rendelet aktuális változata¹⁶ alapján becsült mennyiség, és jelentősen

¹² NKT 8. fejezet, A kibocsátási egységek ágazati szintű meghatározása

¹³ www.kvvm.hu/szakmai/klima

¹⁴ A villamosenergia-rendszer közép- és hosszú távú forrásoldali kapacitásterve – Letöltés, Mellékletek. www.mavir.hu

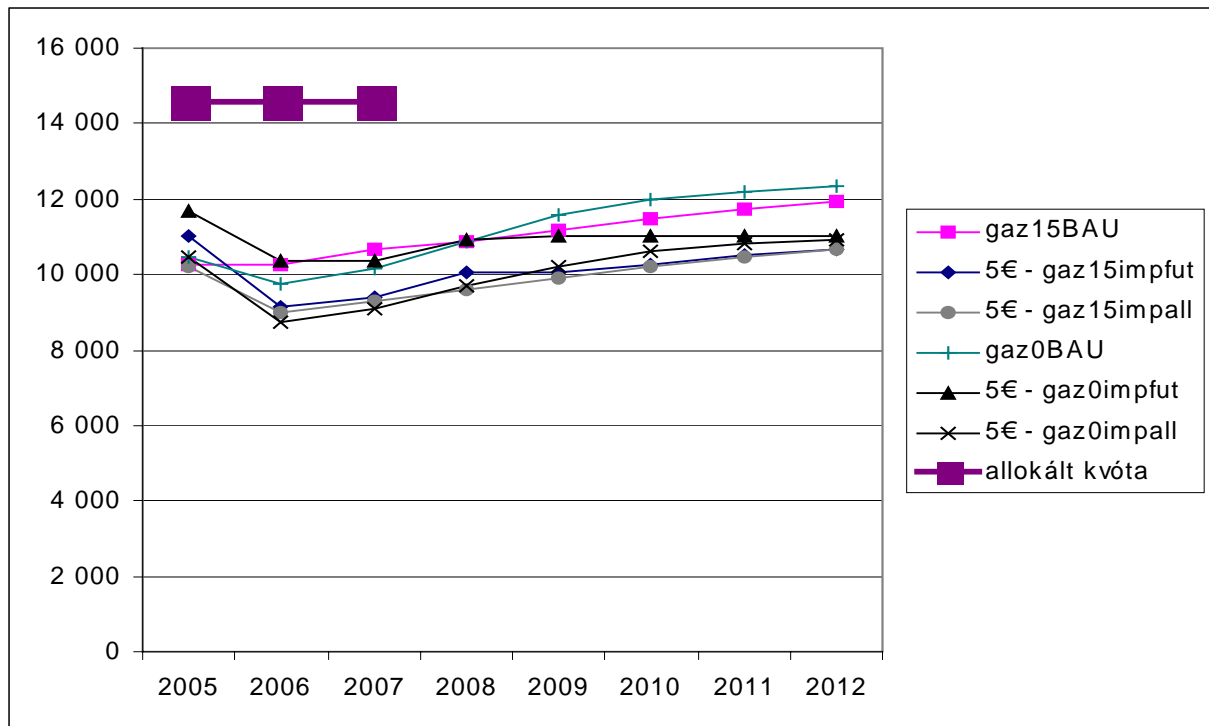
¹⁵ A MAVIR « Mellékletek » file adatain kívül további adatforrás: Villamos energia statisztikai évkönyv 2001, 2002.

¹⁶ 56/2002. (XII. 29.) GKM rendelet az átvételi kötelezettség alá eső villamos energia átvételének szabályairól és árainak megállapításáról; 2004. VII. 17. – 2004. XII. 30.

meghaladja az NKT által hivatkozott előrejelzésben szereplő várakozást. Ez szintén azt okozza, hogy azonos bruttó fogyasztás mellett alacsonyabb lesz a vizsgált nagyerőművi kör termelése, hiszen a kötelezően átvett nagyobb mennyiség csökkenti a többiek termelését. Ez egyben azt is jelenti, hogy az NKT I/a és I/b szektorai (kisebb mértékben az I/a és I/c szektorai) között is feszültség léphet fel, ha modellezési eredményünk megvalósul, mert a nagyerőművi kör a vártnál kevesebbet, a kiserőművi kör pedig vártnál többet termelhet annál, mint amit a kvóták megosztása mutat.

A fenti tényezők alapján azokban a modellváltozatokban, ahol a CO₂ szabályozás bevezetése megemeli az import villamos energia árát, a különbség az NKT-ban ingyenesen kiosztott és az általunk számított összes CO₂ kvótamennyiség között kisebb, mint az állandó importálás változatokban. Az állandó importálás változatokban a mi eredményeink szerint több villamos energia importtal lehet számolni, ami növeli a vizsgált hazai erőművi kör által ténylegesen kibocsátott CO₂ mennyiség és a számukra ingyenesen kiosztott CO₂ kvóta mennyiség közötti különbséget.

14. ábra: Az 5€/t modellváltozatokban kialakuló CO₂ kibocsátás, és az NKT-ban allokált összkvóta mennyiség, kt

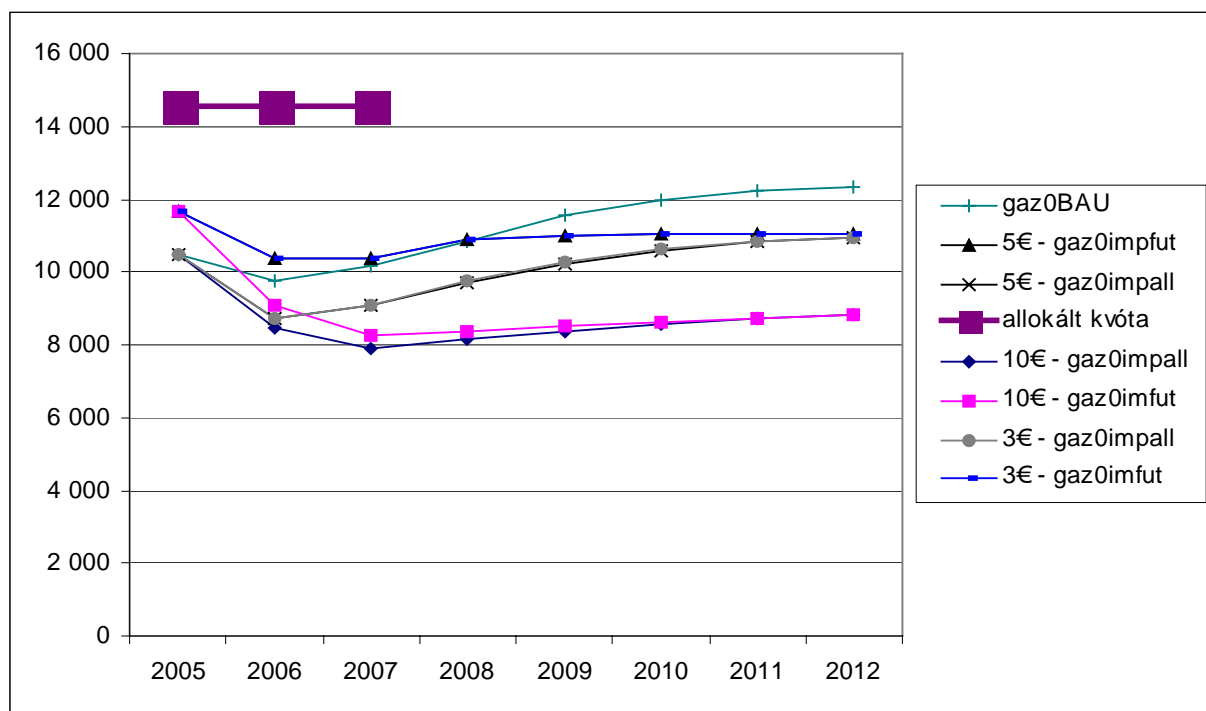


Ennek a túlallokációnak három komponensét azonosítottuk. Az általunk jóval magasabb szintűre becsült import és a szintén magasabb szintűre becsült egyéb, nem I/a szektorba tartozó erőművi termelés nem magyarázza meg teljes egészében a kiosztott kvóták és a kibocsátott CO₂ közötti különbséget. Az egyes változatokban legalább 1-1,5 millió tonna kvóta többletet nem tudtunk mivel magyarázni.

Figyelemre méltó, hogy a változatlan gázárak BAU modell emissziója megközelíti és a vizsgált időszak végére meghaladja a változó gázárak BAU modell emisszióját. Ennek az az oka, hogy a változatlan gázárak forgatókönyvében kevesebb az import, mint a magasabb gázárak esetében, ahol a drágább földgáz rontja a hazai termelők versenyképességét az import villamos energiával szemben, és ez a piacnyitás révén az egyre növekvő importban nyilvánul meg.

A túlallokáció mértékét 3€/t és 10€/t kvótaárak mellett is bemutatjuk. A következő két ábrán összehasonlítjuk az eltérő CO₂ kvótaárak hatását a kibocsátások alakulására.

15. ábra: A vizsgált erőművek összes CO₂ kibocsátásának alakulása változatlan gázárak és különböző CO₂ kvótaárak mellett, kt

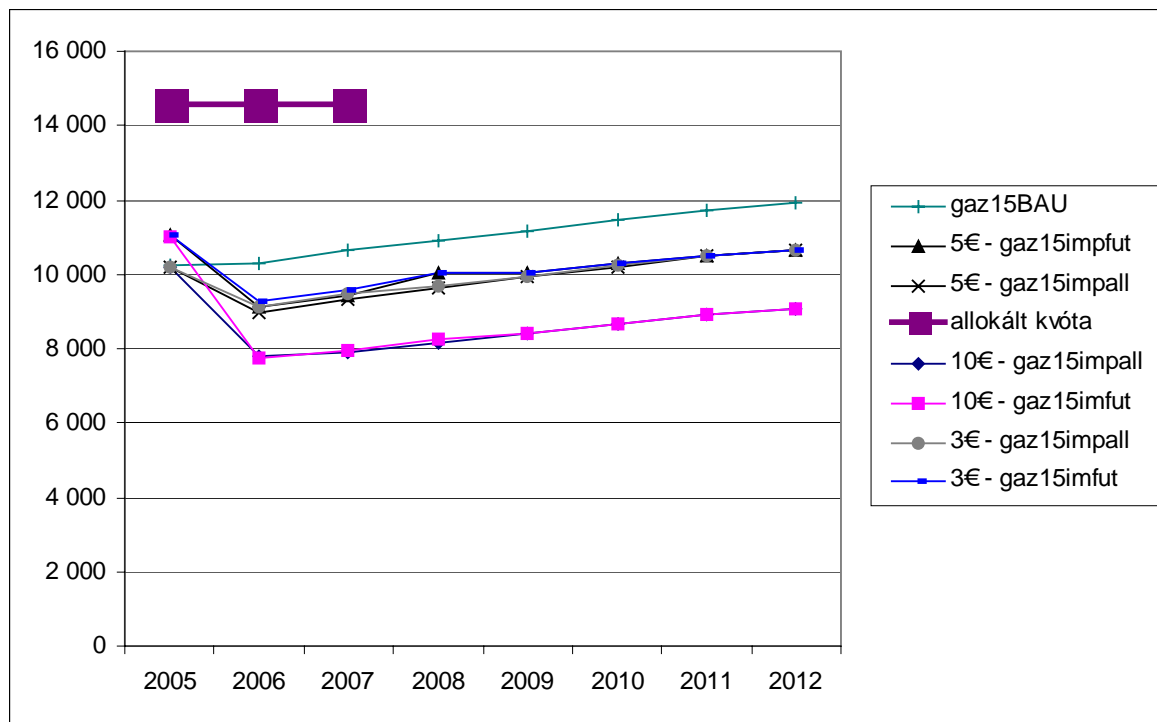


Az 5€ mellett már észlelt túlallokáció 3 és 10€/t CO₂ kvótaár és változatlan gázár esetén is megismétlődik. Nemcsak az induló évre, de a teljes időszakra jóval magasabb a modellünkben szereplő erőművi körnek az NKT szerint ingyenesen kiosztandó kvóta mennyiség ennek az erőművi körnek az összes CO₂ kibocsátásánál. Az eltérés okaként minden esetben az import és az egyéb erőművek termelése adódott, de még így sem magyarázható az 1 millió tonna körüli extra kvóta mennyiség.

A korábban bemutatott piaci hatások alapján úgy tűnt, hogy 3€ és 5€ kvótaár mellett a szabályozásnak minimális hatása van, hiszen több modellváltozatban sem tértek el egymástól a szabadpiaci árak és mennyiségek a szabályozás nélküli alapesethez képest. A fenti ábra jól szemlélteti, hogy ez csak a piaci hatásokra igaz, mert a szabályozás nélküli alapeset összes CO₂ kibocsátása jóval meghaladja a 3€ és 5€ kvótaárral modellezett változatok összes CO₂ kibocsátását. A 3 és 5 eurós változatokban az emissziós pálya nem tér el jelentősen, és az időszak végére ugyanakkora összes emisszió adódik eredményül.

Ezektől egyértelműen elkülönül a két 10€-s modell változat, ahol mind az emissziós pálya, mind a stabilizálódó összes emissziós szint jóval alacsonyabb a többi változatnál. Érdekes tanulság tehát, hogy 3 vagy 5€/t kvótaár esetén úgy csökken a villamos energia ellátás forrásoldali összes CO₂ kibocsátása, hogy a legtöbb modell változatban a szabadpiaci szegmensben ez nem okoz érezhető áremelkedést, fogyasztás csökkenést.

16. ábra: A vizsgált erőművek összes CO₂ kibocsátásának alakulása növekvő gázárak és különböző CO₂ kvótaárak mellett, 1000 t



A növekvő gázárak modellekben is megfigyelhető a túlallokáció. A túlzott kvótamennyiség itt is három komponenssel magyarázható számításaink szerint, amelyből kettő ismert, az import és az egyéb erőművek kínálati oldalon betöltött részarányának alulbecslése, valamint egy harmadik, ismeretlen ok. Úgy tűnik, hogy emissziós eredményeink robusztusak, mert a három eltérő emissziós pálya és egyensúlyi kibocsátási szint növekvő gázárak esetén is határozottan kirajzolódik, és a változatlan gázárak modellekhez képest itt is összesimulnak a 3€/t-val és 5€/t-val adódó eredmények, és ez a csomópont egyértelműen alacsonyabb a szabályozás nélküli emisszióknál és magasabb a 10€/t kvótaárral kapott emisszióknál.

2.5 Állami bevétel lehetősége

Végül fontosnak tartjuk, hogy a fenti ábrákon az „allokált kvótamennyiség” az ingyenesen kiosztott mennyiségeket mutatja, tehát a vizsgált erőművi körre megállapított CO₂ összkvóta mennyiségnek a 2,5%-os árverési hányaddal csökkentett részét. Ez azt jelenti, hogy az állam az ingyenesen allokált mennyiségen felül évente mintegy 373 kt

CO₂ kvótát értékesíthet az európai kvótapiacon,¹⁷ amelynek révén 3-5-10 €/t kvótaár esetén 280-467-934 millió forint bevételre tehetne szert **évente**, három éven keresztül (2005-2006-2007-ben).

Egy másik állami bevételforrás lehetne a túlallokáció formájában átadott többlet kvótamennyiség árverésen történő értékesítése. Ez különböző forgatókönyveinkben más-más mennyiséget jelent. A következő táblázatban bemutatjuk az egyik legvalószínűbb modell változatban (5€-gaz15impall) kialakuló túlallokációs többlet, és a legmagasabb induló emisszióval járó (legkisebb túlallokációt mutató) modell változatban (5€-gaz0imfut) kialakuló túlallokációs többlet kvóta értékesítése révén évente elérhető állami bevételeket.

9. táblázat: Az állam által évente elérhető bevételek a többlet CO₂ kibocsátási kvóták értékesítéséből, millió Ft / év

	CO ₂ kvóta mennyiség tonna	Különböző kvótaárak mellett elérhető állami bevétel, millió Ft / év		
		3€	5€	10€
2,5% árverés	373474	280	467	934
5€ - gaz15impall	4365695	3274	5457	10914
5€ - gaz0imfut	2898770	2174	3623	7247

A fenti többletkvóták értékesítésén a vevők nagy valószínűséggel nem a vizsgált hazai erőművi körből kerülnének ki, hanem - a közvetítőkön kívül - azon EU tagállamokból származó vállalatok közül, amelyek CO₂ kibocsátásaiknál szűkebb összkvóta mennyiséggel rendelkeznek, és CO₂ emisszió csökkentési határkölségük magasabb a kvótapiacon kialakuló egyensúlyi árnál.

¹⁷ „Az Irányelv 10. cikke értelmében a létesítmények az összes kiosztható kibocsátási egység mennyiség 2,5%-a árverés keretében kerül kiosztásra. Az árbevételből befolyó összeget a kibocsátás-csökkentéssel összefüggő tevékenységekre, illetve a megújuló energiaforrások támogatására fordítja a költségvetés.” (NKT, 7. fejezet)

Felhasznált irodalom

- Adloch, W., H. Bergmann, L. Plassés C. Hamilton: From research to reality: the Kobra IGCC project, 437-446.
- Audus, H. és P. Freund: Technologies for Reducing Greenhouse Gas Emissions from Fossil Fuels, www.ieagreen.org.uk/fossilfs.htm (lekérd: 2002, július 16, 14:30)
- Audus, H. és P. Freund: The Use of Woody Biomass for Large-Scale Generation of Power, Poster presented at the Power-gen 98 conference, Milan, June 1998
- Audus, H., O. Kaarstad és G. Skinner: CO2 Capture by Pre-Combustion Decarbonisation of Natural Gas, <http://www.ieagreen.org.uk/haght4.htm> (lekérd: 2002. július 18, 12:10)
- Bach, P. F. (2003) Simulation and Optimisation in a Power Market, Eltra Transmissions System Operator, Denmark, paper presented at the 16th International Conference on Efficiency, Costs, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy Systems, Copenhagen, Denmark, June 30 - July 2, 2003, <http://www.ecos2003.dtu.dk/keynotes/Bach.SimulationECOS2003-06-30.pdf>
- Balogh A. és Bihari P. (2002) Erőművek, BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék, <http://www.energia.bme.hu/downloads.htm>, (lekérd: 2003 december 5., 15:10)
- BKAE, REKK (2004) Magyarország jelentős üvegházgáz kibocsátó ágazatainak közgazdasági prognózisa 2012-ig, készült a KVVM megbízásából, <http://www.kvvm.hu/szakmai/klima/>, (lekérd: 2004 október 22, 18:47)
- Dawes, S., P. Cross, A. Minchenerés J. Topper: Advanced coal burning systems for power generation, pp. 411-420.
- EIA (Energy Information Administration) 1997. Electricity Prices in a Competitive Environment: Marginal Cost Pricing of Generation Services and Financial Status of Electric Utilities—A Preliminary Analysis Through 2015, DOE/EIA-0614, U.S. Department of Energy, Washington, D.C., August.

- Freund, P.: Abatement and Mitigation of Carbon Dioxide Emissions from Power Generation, paper presented at the Power-gen 98 conference, Milan, June 1998, www.ieagreen.org.uk/pge98.htm (lekérd: 2002. július 16, 15:00)
- Greenhouse Gas Emissions from Power Stations, Report by the IEA Greenhouse Gas R&D Programme, <http://www.ieagreen.org.uk/sr1p.htm> (lekérd: 2002. július 11, 17:00)
- Hadley, S. W. (1998) The Impact of Carbon Taxes or Allowances on the Electricity Generation Market in the Ohio and ECAR Region, paper prepared for the U.S. Environmental Protection Agency, Oak Ridge National Laboratory, Tennessee (lekérd: 2004. július 12, 10:25)
<http://www.ornl.gov/sci/btc/apps/Restructuring/con463.pdf>,
- Hauser, U.: Topping gas turbines: concept for new plants and for repowering, pp. 373-381.
- Hishinuma, Y. és T. Abe: Molten carbonate fuel cell (MCFC) power generation system combined with coal gasification, 447-454.
- Hogan, W. W. (1993) A competitive Electricity Market Model, Center for Business and Government, John F. Kennedy School of Government, Harvard University, Cambridge, Massachusetts,
<http://ksghome.harvard.edu/~whogan/transvis.pdf>
- IEA: Energy and Climate Change: An IEA Source Book for Kyoto and Beyond, IEA/OECD, 1997
- IIASA: CO2DB technológiai adatbázis:
http://www.iiasa.ac.at/Research/ECS/docs/data_index.htm
- International Conference on Coal, the Environment & Development: Technologies to reduce Greenhouse Gas Emissions; Sydney, Australia; 18-21 Nov. 1992.; IEA - OECD Conference; IEA Paris:
- Ishikawa, H., T. Hamamatsu, és M. Sato: Next generation coal-used electricity generating system, 463-473.
- Johnson, T. R.: Best practice technology for low rank coals, pp. 393-403.
- MAVIR (2003) "A villamosenergia-rendszer közép- és hosszú távú forrásoldali kapacitásterve", <http://www.mavir.hu>, (lekérd: 2004 július 10, 15:20)
- Nakabayashi, Y.: Comparative assessment of best practice and advanced power generation technologies from an utility perspective, 473-483.

North, M. et. al. (2002) E-laboratories: Agent-based Modeling of Electricity Markets, Paul A. and D. Burtraw (2002) The RFF Haiku Electricity Market Model, <http://www.rff.org/Documents/RFF-RPT-haiku.pdf>

Schellenberg, W.: Combined cycle (IGCC) with preflow and its contribution to reducing greenhouse gas emissions, pp.427-435.

TÁRKI (2003) A háztartási villamos energia iránti kereslet ár- és jövedelemrugalmassága, <http://www.eh.gov.hu/gcpdocs/200309/tarki1.pdf>, lekérd: (lekérd: 2004 március 2, 13:00)

Wijffels, J.: The Shell coal gasification process; clean coal technology for power generation with high efficiency, 421-426.

Yugeta, E.: Overview of efficient and clean coal use, pp. 363-372.

TARTALOMJEGYZÉK

Bevezetés.....	3
1. Modell leírás	4
1.1 A villamos energia piac működésének vizsgálata	4
1.2 A szén-dioxid szabályozással kapcsolatos vállalati döntések	8
1.3 Számításaink bemenő adatainak alapbeállításai	12
1.4 A Nemzeti Kiosztási Terv	13
2. Modellezési eredmények.....	17
2.1 Változatlan gázáras modellek.....	17
2.2 Növekvő gázáras modellek.....	21
2.3 CO ₂ -árérzékenység	26
2.4 A CO ₂ kibocsátás alakulása.....	28
2.5 Állami bevétel lehetősége.....	33
Felhasznált irodalom.....	35

A PM Kutatási Füzetek sorozatban eddig megjelent tanulmányok

1. Kállay László, Kissné Kovács Eszter, Kőhegyi Kálmán: Piaci környezet, szabályozás, és vállalkozásösztönzés. 2003. augusztus
2. Fleischer Tamás: Az infrastruktúra-hálózatok és a gazdaság versenyképessége. 2003. augusztus
3. Sass Magdolna: Versenyképesség és a közvetlen külföldi működőtőke-befektetésekkel kapcsolatos gazdaságpolitikák. 2003. szeptember
4. Scharle Ágota: Munkaerőpiac és versenyképesség. 2003. október
5. Pataki György, Bela Györgyi, Kohlheb Norbert: Versenyképesség és környezetvédelem. 2003. december
6. Borsi Balázs: A technológiai megújulás, az innováció és a kutatás-fejlesztés, mint versenyképességi tényezők a magyar gazdaságban. 2004. február
7. Lelkes Orsolya: Társadalmi kohézió Magyarországon: elméleti alapok és tények. 2004. március
8. Hills, John: Az állami és magánszektor a jóléti szolgáltatásokban. (Szerkesztette: Benedek Dóra). 2004. május
9. Benedek Dóra, Lelkes Orsolya, Scharle Ágota és Szabó Miklós: A magyar államháztartási bevételek és kiadások szerkezete 1991-2002. 2004. augusztus
10. Benedek Dóra és Lelkes Orsolya: A magyarországi jövedelem újraelosztás vizsgálata mikroszimulációs modellel. 2005. január
11. Lesi Mária és Pál Gabriella: A széndioxid emisszió kereskedelem elméleti alapjai és Európai Unió szabályozása. 2005. március