

# Széndioxid-kereskedelmi megfontolások a kapcsolt energiatermeléssel elérhető kibocsátás-csökkentés megvalósításához<sup>1</sup>

Dr. Emhő László

**A széndioxid-kereskedelem a Kiotói Jegyzőkönyv óta fontos szempontja az energiagazdálkodásnak és az ezzel összefüggő környezetvédelemnek.**

**Ez a kereskedelem jelentősen elősegítheti az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentését, elsősorban a kedvezményezett létesítmény, régió és ország földrajzi területéről.**

**Az egyik jelentős kibocsátó az energiaipar, felelőssége ebben a folyamatban vitathatatlan. A Budapesti Erőmű Rt. üzletfilozófiájában az 1912. évi alapításától kezdve fontos helyet foglal el a fenntartható fejlődés elősegítése. Ezért törekszik a fenti kibocsátás csökkentésére.**

\*

**The carbon emission trading became an important viewpoint in the energy economy and in the related environmental protection since the existence of Kyoto Protocol. This trading may considerably contribute to the greenhouse gas emission reduction, especially in the beneficiary installation, region, and country. One of the major emissions producing industries is the energy industry; its responsibility in this process is indisputable. In the business philosophy of the Budapest Power Plant Company the support of the sustainable development has been a major issue since its foundation in 1912. Therefore the company makes efforts to reduce its carbon emission.**

## Az üvegház-hatású gázok kibocsátásának számszerűsítése

Tekintsük át ezért először ennek tüzelőanyagtól függő fajlagos és azok felhasznált mennyiségétől függő abszolút értékeit! Hazánk energiafelhasználásából jelentős mennyiségű üvegház-hatást növelő gáz kerül a légterbe. Ezek közül a CO<sub>2</sub> a legjelentősebb. Minden elégetett GJ hőmennyiségből földgáz, olaj, illetve szén esetén 55, 75, 95 kg CO<sub>2</sub> jut a légkörbe. Ez jól egybevághat a fűtőértékre, illetve égéshőre vonatkoztatott [1] referencia számaival (1. táblázat).

Az IEA 1999-es jelentése szerint a teljes Európát tekintve a szénerőművek CO<sub>2</sub> kibocsátása országonként 0,4 és 1,2 kg/kWh között változik, míg ez a MEH 1995-2000-es időszakára vonatkoztatott, az egyes hőerőművek önbevallásai alapján figyelembevett adatok szénnél 1,26–1,31 kg/kWh-ot (míg földgáznál 0,43–0,67 kg/kWh-ot) mutatnak. Fentiekből megállapítható, hogy az általánosan elfogadott 55, 75, 95 kg/GJ kibocsátás optimális rendszer kialakításnál, gondos üzemelésnél „teljes égésnél” képzelhető el, a gyakorlatban ennek többszörösre is előfordulhat.

Alapvető számításaink elvégzéséhez így ezen értékekre tudunk alapozni, illetve konkrét méréseket kell végeznünk. Az energiaszektor CO<sub>2</sub> kibocsátása az 1986. évi 80 millió tonnáról 2000-re 55,7 tonnára csökkent. Az összes üvegházhatású gáz CO<sub>2</sub> egyenértéke ugyanakkor 98,5 millió tonnáról 80,3 millió tonnára redukálódott. Kiotói célkitűzésünk, vállalásunk 92,6 millió tonna/év. Így országosan jelentős „szabad”, azaz eladható CO<sub>2</sub> kibocsátással rendelkezünk.

1. táblázat

Fajlagos károsanyag-kibocsátások

Tüzelőanyag	Fűtőérték, kWh/kg	Égéshő, kWh/kg	Maximális CO <sub>2</sub> -emisszió, kg/kwh	
			fűtőértékre	égéshőre
Kőszén	8,14	8,41	0,350	0,339
Koksz	7,50	7,53	0,420	0,418
Barnaszén	2,68	3,20	0,410	0,343
Brikett	5,35	5,75	0,380	0,351
Fűtőolaj EL	10,08	10,57	0,312	0,298
Fűtőolaj S	10,61	11,24	0,290	0,273
Földgáz L	8,87	9,76	0,200	0,182
Földgáz H	10,42	11,42	0,200	0,182
Városi gáz	4,48	5,00	0,200	0,179

1 A VII. Kapcsolt Hő- és Villamosenergia-termelési Konferencián (Debrecen, 2004. március 2–3.) elhangzott előadás kivonata.

Az Európai Unió országainak kiotói vállalása az üveg-házi gázok tekintetében példamutatóan 8% kibocsátás-csökkentés volt, 2008–12 közötti időszakra ütemezve. Folyamatos csökkentést számolva itt nincs elmaradás, de a terhelés 82%-át kitevő CO<sub>2</sub> tekintetében 5% „késelem” mutatkozik. Legnagyobb volt az elmaradás 2000-ben Spanyolországban (26,2%), Portugáliában (16,6%), Írországban (17,5%), Belgiumban (10%) és Dániában (8,8%).

## A kibocsátás-csökkentés területei és eszközei

A kibocsátást az energiagazdálkodás két fő területén tett intézkedésekkel csökkenthetjük: a felhasználásnál és a termelésnél/átalakításnál. A *felhasználási energia és kibocsátás megtakarítás* a régi földműves gazda életfelfogásából ered: „az el nem költött pénz az igazi megtakarítás”.

Ezzel a lehetőséggel, ennek a feltárásával a vonatkozó irodalom, illetve a képzési fórumok [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] az említett referenciákon túlmenően is részletesen foglalkoznak, ezért ezt csak összefoglalóan érintjük. Hazai épületállományunkat véve – amely az országos teljes energiafogyasztásnak mintegy 40%-át (mintegy 400 PJ/évet) képviseli – a megvizsgálandó területek az alábbiak:

- az általános energia- és költségmegtakarítás,
- az épülethatároló szerkezetek, fűtőrendszer, szellőzőrendszer
- használati melegvíz-rendszer, ventilátorok és szivattyúk
- világító rendszer, egyéb.

A legfontosabbak az egyes területeken:

- Általános intézkedések:
  - üzemeltetési és karbantartási utasítás,
  - energiagazdálkodási rendszer,
  - épületfelügyeleti rendszer,
  - üzemeltetők, karbantartók oktatása,
  - energiahordozó választás-váltás,
  - tarifaválasztás és -váltás, tárgyalás,
  - energiaszolgáltató-választás és -váltás,
- Épülethatároló-szerkezetek
  - intelligens homlokzatok,
  - homlokzatszigetelés, hézagok tömítése
  - külső nyílászárók karbantartása, tömítése,
  - új, energiatakarékos külső nyílászárók.
- Fűtési rendszer
  - megújuló energiaforrások, hőszivattyús rendszerek,
  - lakásonkénti mérés-elosztás, beszabályozás,
  - automatikus szabályozás, hőmérséklet visszaállítás,
  - hőtárolás, zárt tárolási tartály,
  - égő, kazán tisztítása, beállítása,
  - hőszigetelés, szivárgások megszüntetése
- Szellőző-klímatiszító rendszer
  - valós igény szerinti légszállítás,
  - földhő hasznosítása,
  - hőszivattyús rendszer
  - beszabályozás,
  - jól záró zsaluk, új ventilátorok,
  - hővisszanyerés, hőcserélő-tisztítás
  - automatikus szabályozó rendszer, jelenlétkapcsoló
  - szűrők cseréje, tisztítása.

- Használati melegvíz-rendszer
  - megújuló energiaforrások,
  - hőszivattyús rendszer,
  - kifolyószelep időkapcsoló,
  - termosztatikus keverőszelep,
  - szivárgás, csepegés megszüntetése,
  - hőszigetelés.
- Ventilátorok, szivattyúk
  - Kapcsolóóra, fordulatszám szabályozás,
  - új ventilátorok, új szivattyúk.
- Világítás
  - hatékony világítótestek, fényforrások,
  - fényerősség szabályozás,
  - automatikus szabályozás, jelenlétkapcsoló.
- Egyéb
  - felhasználók tájékoztatása
  - berendezések programozott üzemeltetése, kikapcsolása épület-üzemen kívül

Alapvető, országos szinten mintegy 340 Mrd Ft költséggel járó, gyorsan megtérülő intézkedésekkel – mint például nyílászáró tömítéssel, hőmérséklet-szabályozással, pontos fogyasztásméréssel, rendszeres éves (tehát sűrűbben, mint az EU-direktívában meghatározott két- és négyévenkénti) kazán- és fűtőrendszer-felülvizsgálattal, karbantartással – 20% (80 PJ/a) energiamegtakarítás érhető el, míg nagyobb költséggel, hosszú megtérülési idővel akár 65% (260 PJ/a) is. Ennek számított beruházási költsége viszont már 14,4 trillió forint 5.

A felhasznált energia megtakarításánál a fenti módszerekkel a lehetőségek csaknem korlátlanok. Ismeretsek például „0-energiás” lakóépületek, ahol extrém hőszigeteléssel, valamint hővisszanyeréssel látszólag nincs energiafogyasztás, legalábbis az üzemelés során. Annál több a gyártásnál: ez a hőszigetelő anyagok létrehozásánál olyan mértékű is lehet, hogy csak 10–20 éves üzemeltetés során térül meg, miközben a többletköltség szükséglet már jóval a használatbavétel előtt jelentkezik. A gyártók csoportérdeke persze ezt is „indokoltá” teheti.

Az átalakítási, termelési energia és kibocsátás megtakarítása részben a választott energiahordozó minőségétől, részben folyamat hatásfokától függ. Az évmilliókkal ezelőtt a nap- és földenergia hatására kialakult fosszilis energiahordozók a már említett kibocsátási értékeket okozzák. Jelenkori napenergia vagy geotermia hasznosításánál 0-kibocsátással számolhatunk, például napkollektorok, napelemek, vízerő, termálvizek esetén [10] [11].

Állati eredetű biomassa elégetésénél ugyanez a helyzet. Növényi eredetű biomassa (dendromassza) elégetésénél általában képződik széndioxid, de hallgatólagosan feltételezzük, hogy a növények „előéletükben” széndioxid felvételük után oxigén-termeléssel előre ledolgozták „kötelezettségüket” és végül a kettő „kiegyenlíti egymást”. E feltételezés hosszú távon még vizsgálatra szorul, mivel adott „életkört” megélt adott növényeknél az adott földrajzi helyen ez igaz lehet, de minden más esetben ez feltételezés, és „üzemi naplóval” alá nem támasztható. A megújuló energiák – több, azoktól függetlenül ok miatt – egyelőre még fajlagosan magas beruházási költséget jelentenek, így elterjedésük viszonylag lassan halad előre.

A megszokott fosszilis energiahordozók alkalmazásánál viszont még van „tartalékunk”: jelentősen csökkenthető az ÜHG-kibocsátás a korábbiakhoz képest – többek között – kapcsolt hő és villamos energia előállításával.

Ennek jól ismert mértéke optimális esetben 40% körül van. Az optimális rendszerkialakítás természetesen feltételezi, hogy az áramtermelés során felszabaduló hőt fel tudjuk használni. Ennek legfontosabb szempontja és egyben a beruházni szándékozó egyik legfontosabb feladata a megfelelő fogyasztó becserkészése [12].

Kogenerációnál a kielégítendő mértékadó hőfogyasztás – amely áramtermelési lehetőségeinket is nagyban meghatározza – korlátozott mértékű: erősen HMV-igénytől függő. A fűtőenergia-igényhez hasonló mértékű nyári hőigény fellépése – például klíma- vagy hűtőrendszert kiszolgáló abszorpciós folyadékűhűtők működtetése – esetén trigenerációval ennek többszörösét lehet kielégíteni, így egész éven át jóval nagyobb teljesítményű rendszert üzemeltethetünk gazdaságosan, hatékonyan. Ez további piackutatási erőfeszítést igényel a beruházóktól, de sok példa van már ilyen rendszerekre hazánkban is [13], 14, [15].

A kogenerációval, illetve trigenerációval az egyik leg sikeresebb eszköz áll rendelkezésünkre energiaigényeink csökkentett mértékű széndioxid-kibocsátás mellett történő kielégítésére is.

Jelenlegi rendelet-, és árviszonyaink között azonban távol vagyunk bármiféle euforikus állapottól. Ennek oka az, hogy például a 105/2003.(XII.29.) GKM rendelet „a kötelező átvétel alá tartozó villamos energia árváltozásáról” erősen túlzó, szigorító feltételeket vezetett be a gázmotoros rendszereinkkel szemben. Ennek a rendeletnek azért van különleges jelentősége, mert a kogenerációs vagy trigenerációs rendszereket a termelő részéről maig is a megtermelt villamos energia eladása „tartotta el”, ez volt a legfontosabb hajtóerő létesítésükre is.

Az EU-elvárásoktól eltérő rendelet feltételei szerint a „kötelező átvétel”-nek a termelő számára kedvező 15,90 Ft/kWh átvételi ára csak akkor jár, ha gázmotoroknál a havi 75%, illetve egyéb erőtelepeknél a havi 65% összhatásfokot a berendezés eléri. A hálózatra adás megfelel a vonatkozó üzletszabályzatoknak, gázmotoroknál a termelő menetrendet ad a vásárlónak, rendelkezik a menetrend betartásának ellenőrzésére alkalmas mérőberendezéssel, egyben nyilatkozik a kibocsátási határértékek betartásáról szóló éves önellenőrzési dokumentumok meglétéről, és végül az erőműegység kiadott villamos teljesítménye 0,1-6 MW között van. A 6–50 MW kiadott villamos teljesítmény esetén az éves szintű 65% hatásfokot megfelelő mérések alapján egyértelműen bizonyítani kell.

Az előbbi feltételek nélkül a megtermelt villamos energia nem minősül kapcsoltnak és kötelező átvételűnek, így átvételi ára mindössze 11,0 Ft/kWh, ami akár veszteséggé is teheti a tevékenységet. Diszkriminatív elem a 100 kW alatti és az 50 MW feletti teljesítmények kivétele is a kötelező átvételi körből, amelyet csak részben magyaráznak a MAVIR rendszerirányítási nehézségei 17.

A fenti összefoglalás természetesen nem teljes – a rendelet és hivatkozott elődei a feltételeket rendkívül részletesen taglalják –, de a gázmotoroknál előírt 75%-os hatásfok-követelmény szigorúnak mondható, és az eddig telepített egységeknél profit tekintetében kritikus helyzetet teremt, ezzel egy időben évente több „kényszerpihenőt” is prognosztizál és lerontja új telepítések üzleti terveit is. Így a rendelet felülvizsgálatára a termelők – köztük a Budapesti Erőmű Rt. is – mindent meg kívánnak tenni.

Meg kell említeni, hogy a „kellemetlen” folyamat perze jól illeszkedik országunk haladásába az EU felé, ahol

a legújabb Kapcsolt Energiatermelés Direktíva Javaslat [16] már 80% hatásfoknál húzza meg annak minimum határát. Ez a mára már elfogadott direktíva – figyelembe véve, hogy az EU jelenlegi importfüggősége a mai trendek mellett 2030-ra 70%-ra növekedhet, így „eléri” hazánk mostani szintjét – továbbra is sarkallja a magyarországi energetikai – ezen belül a kapcsolt energia – beruházókat: a 2012-re kitűzött „kapcsolt” EU-cél 18% részesedés a teljes bruttó villamosenergia-termelésben. Ettől a legtöbb hazai megfogalmazású statisztikai kiértékelés szerint még el vagyunk maradva.

## A széndioxid kereskedelem

Ennek történetével, hatásával „már tele van a padlás”, így ezt csak röviden, legérdekesebb momentumaiból válogatva tekintjük át. Az első ismert nemzetközi tranzakció során Norvégia vásárolt fölös kibocsátást Costa Ricától 200 000 t/év mennyiségben. Az 1997. évi Kiotói Jegyzőkönyv után már 1999-ben felhívták a figyelmet [18] a Közép- és Kelet-európai országokban – köztük hazánkban is – rendelkezésre álló „szabad” emisszió mennyiségre, amelyet akkor 10–50 USD/t áron láttak „eladhatónak”. Ez mai szemmel nyilvánvalóan túlzott várakozás volt.

Clinton akkori amerikai elnök a Kiotói Egyezmény aláírása esetére (ami a mai napig sem történt meg, habár egyes Államok – például New York, George Pataki kormányzó irányításával, közreműködésével – jelentősen előrehaladtak a kibocsátás-csökkentésben) a szükséges 846 millió t csökkentés 85%-át, azaz 719 millió tonnát meg kívánta „vásárolni” a nemzetközi fölös-emisszió piacon. 50 USD/t árunál ez 36 Mrd USD értékű kereskedelmet jelentett volna, míg 10 USD/t-nál 7 Mrd USD-t. A későbbi amerikai irányzat az SO<sub>2</sub>- és NO<sub>x</sub>-csökkentés felé tendált. Ez utóbbinál 2001-ig az északnyugati államokban 2 M t kibocsátás-csökkenést értek el, és további 1,8 M t-t vállaltak 2007-ig [19].

Nagy-Britannia az amerikai SO<sub>2</sub>-rendszer és az EU-direktíva szellemében indította a Kiotói Egyezményre épülő CO<sub>2</sub> kereskedelmét, ezzel biztosítva a kibocsátás-kereskedelmi piac likviditását. Bevezették a Klímaváltozási Adót, amellyel az ipari és kereskedelmi fogyasztókat terhelik. Az adó csökken, ha az intenzív energia-felhasználó kötelezi magát a kibocsátás csökkentésre. A kontinentális EU országaiban is számtalan ilyen irányú intézkedést vezettek be.

Ausztrália jelentősen és sokféleképpen támogatja a megújuló energiák alkalmazását. Ilyen eszköz az Energiatermelési Előírás (ennek égisze alatt az erőműveknek szerződést kell kötniük a kormánnyal az ÜHG-kibocsátásuk csökkentésére), vagy az áramkereskedők, illetve a nagyfogyasztók villamos áram forgalmuknak további 2%-át megújuló forrásokból kell fedezniük, azon kívül élniük kell a fogyasztóoldali igény befolyásolásának eszközével. A legkülönlegesebb „auszi” projekt a Japán CO<sub>2</sub>-kibocsátásának 8%-át adó Tokyo Electric Power Company-val kötött megállapodás alapján telepített 1000 hektáros eukaliptusszal vegyes erdő, amelynek területe 40 000 hektárra növekszik egy évtized alatt. Ez az erdő 200 000 t/év CO<sub>2</sub>-t fog megkötni [20].

A Kiotói Jegyzőkönyv alapján *háromféle mechanizmus* jött létre. Ezek az „Együttes Megvalósítás” (a 6. cikkely alapján), a „Tiszta Fejlesztési Mechanizmus” (a 12.

cikkely alapján) és végül az „Emissziós Kereskedelem” (a 17. cikkely alapján). Az „Együttes Megvalósítás”-nál egy fejlettebb ország (vagy annak egy cége) az eladóval közösen finanszíroz egy kibocsátás-csökkentő projektet egy kevésbé fejlett és „eladható” kibocsátással rendelkező országban. Időkerete: 2008–2012.

Fontos kritérium az „addicionalitás, pótlólagosság”, tehát az elv, hogy a projekt által megvalósult kibocsátás-csökkenés „pótlólagos” – tehát a projekt nélkül nem valósulna meg. A kibocsátás-csökkenés „tulajdonlása” megoszlik a beruházó és a befogadó ország között. A „Tiszta Fejlesztési Mechanizmus” hasonló az előbbiekhöz, de a kibocsátás-csökkenés teljesen a beruházó ország/cég tulajdonába megy át. Fenti megoldásokra jellemző példák a kazincbarcikai és pécsi – a rekonstrukció után részben faaprítékot felhasználó – erőművek.

A harmadik az „Emisszió/Kibocsátás Kereskedelem”, ahol az EU COM (2001) 581. direktíva [21] szerint:

a) A nagy energiafogyasztó tevékenységek közül az alábbiak esnek az irányelv hatálya alá:

- Energetikai tevékenységek:
  - tüzelőberendezések 20 MW bemenő teljesítmény felett (kivéve a veszélyes, vagy városi hulladékot elégető rendszereket),
  - ásványolaj finomítók,
  - koksizáló kemencék.
- Vasgyártás és feldolgozás
  - fém érc (beleértve a szulfid érceket is), égetők, szinterezők,
  - nyersvasat, acélt előállító elsődleges vagy másodlagos olvasztó berendezések 2,5 t/h teljesítmény felett, beleértve az öntést is.
- Ásványfeldolgozó-ipar
  - cementgyártó forgókemencék 500 t/nap teljesítmény felett,
  - mészégető forgókemencék 50 t/nap teljesítmény felett,
  - más kemencék 50 t/nap teljesítmény felett,
  - üveg- és üvegszálgyártó berendezések 20 t/nap olvasztó-teljesítmény felett
  - égetett kerámiatermékek (tetőcserepek, téglák, kohótéglák, csempék, más kőagyag-, és kerámiaárak 75 t/nap teljesítmény felett, és/vagy 4 m<sup>3</sup>-nél nagyobb kemencetérrel és nagyobb mint 300 kg/m<sup>3</sup> árubehelyezéssel..
- Más tevékenység
  - farost vagy más szálas pépgyártás,
  - fapír- és kartongyártás 20 t/nap teljesítmény felett.

Fentiekből jelen konferencia körét leginkább a „tüzelőberendezések 20 MW bemenő teljesítmény felett” kategória érinti.

b) A fenti vállalati körnek ÜHG-kibocsátási engedélyt kell kérnie, hogy megfelelő CO<sub>2</sub>-kibocsátási kvótával rendelkezzen. Az engedély nem ruházható át, megfigyelési, bevallási és igazolási kötelezettséggel jár, az engedélyesnek éves CO<sub>2</sub> kibocsátásának megfelelő kvótát kell benyújtania a hatóságnak. Az engedély nem ad meg kibocsátási határértéket. Ezen engedély nélkül nem működhet a berendezés/cég. A kvóta 1 t CO<sub>2</sub> kibocsátásra szól, átruházható, nélküle nem bocsáthat ki CO<sub>2</sub>-t az engedélyes, egységes az EU-ban, minden EU tagállam elismeri, jogi, vagy természetes személyek vehetik meg, nyilvántartása nemzeti regiszterben történik, nemzeti hatóság adja ki és semmisíti meg.

c) A tagállamok az Európai Bizottság által jóváhagyott allokációs terv szerint osztják szét a cégek zavartalan továbbműködéséhez szükséges számú kvótát, első időszakban a kvóták legalább 95%-át ingyenesen, a későbbi minimum 90% lehet. A számunkra sok tekintetben mértékadó Írország például a 2005–2007 évek során évi 22,5 millió tonna kvóta legalább 97%-át tervezi szétosztani az addigi szereplőknek, addigi kibocsátásuk alapján, míg 1,5%-ot az új belépők számára, 0,75%-ot pedig aukciók részére tartana fenn – a kvótarendszer adminisztratív költségeinek fedezésére. Az összkvóta mennyiségnek arányosnak kell lennie az adott ország kiotói vállalásával.

d) A többletkibocsátást az első – 2005 január 1-től 2007. december 31-ig terjedő – időszakban 40 €-val bünteti a direktíva t/évenként, a második – 2008 január 1-től 2013 december 31-ig terjedő – időszakban ez 100 EUR/t/év.

e) Ezután az energetikai cégeknek már hasonlóan kell gazdálkodniuk CO<sub>2</sub>-kibocsátásukkal, mint egyéb működési/termelési költségtényezőkkel: kezdődik a nem minden kockázat nélküli CO<sub>2</sub> „éleslövészet”, ahol minden résztvevőnek – köztük a Budapesti Erőmű Rt.-nek is – még jobban „résen kell lennie”.

Szolid 5 EUR/t CO<sub>2</sub> árat és 2600 M t CO<sub>2</sub> megvásárolandó mennyiséget feltételezve ez a számunkra is nyitva álló piac kb. 13 milliárd EUR-t képvisel az Európai Unióban.

Fentiek alapján megállapíthatjuk, hogy az első két megoldásnál a célzottan finanszírozó ország/cég pénzen fölös kibocsátást vesz meg, ezzel a kedvezményezett ország/cég korszerűsíteni tudja viszonylag elavult, nagy kibocsátást okozó energiatermelő berendezéseit, míg a harmadik esetben fordított finanszírozási folyamat zajlik le: befektetéssel magvalósított korszerűsítéssel szabaddá váló kvóták eladása/vétele válik lehetővé, javítva a projekt belső megtérülési rátáját. A választás erőteljesen függ az adott ország, cég hosszú távú befektetési filozófiájától és az alapul vett gazdasági helyzettől.

## Összefoglalás

Az elégetett tüzelőanyagra – amelynek mennyisége jól mérhető – vonatkoztatott CO<sub>2</sub>-kibocsátás a cikkben feltárt fajlagos értékekkel jól számolható. Ezt helyszíni kibocsátás-mérésekkel tovább lehet pontosítani. A kapcsolt hő- és villamosenergia-termeléssel az adott létesítménynél megtakarítható tüzelőanyag számítható. A kettő szorzatán alapuló számítási rendszer kiadja a CO<sub>2</sub>-kibocsátás csökkenést t/év egységben. A kapcsolt energiatermeléssel és a CO<sub>2</sub>-kereskedelemmel foglalkozó EU direktívák – és az azokat egyre jobban követő hazai törvények és rendeletek – pedig jó támpontot nyújtanak az adott kapcsolt energia-termelés projekthez legjobban illeszthető, azt legjobban támogató megvalósítási/finanszírozási módszer kiválasztásához. Ezáltal bővülnek a CO<sub>2</sub>-kereskedelem nélküli létesítési lehetőségek az ezen kereskedelemről származó jövedelemmel támogatható projektekkel, többlet kapcsolt kapacitást, profitot, további energiahordozó-importfüggőség és ÜHG-kibocsátás csökkenést eredményezve. Így a „gondolkodj globálisan, cselekedj lokálisan” elv és gyakorlat sokoldalú megvalósításával hosszú távon is eredményesebben tudjuk javítani közös, „unokáinktól kölcsönvett” környezetünk állapotát. Ahogyan azt legjobb tudásunk szerint igyekszünk tenni a Budapesti Erőmű Rt.-nél is.

## Felhasznált irodalom

- [1] Recknagel-Sprengler-Schramek: Fűtés és Klímatechnika 2000. Dialog-Campus Kiadó, Budapest–Pécs, 2000.
- [2] Emhő László, Joe Flanagan: EU-rendszerű energia auditor képzés. BME Mérnök-továbbképző Intézete, Budapest, 1998-tól.
- [3] Ronald Wulfinhoff: Energy Efficiency Manual. Energy Institute Press, Wheaton, MD, USA 1999.
- [4] Wayne Turner: Energy Management Handbook. The Fairmont Press, Lilburn, GA, USA, 1997.
- [5] Emhő László, Klaus Reisinger: Energiamegtakarítás a háztartásokban. EU-PHARE-tanulmány, Energy Framework Consortium, IPARTERV Rt., Budapest, 1999.
- [6] Emhő László, Klaus Reisinger: Energia statisztikai adatgyűjtés a szállítási ágazatokban. EU-PHARE-tanulmány, Energy Framework Consortium, IPARTERV Rt., Budapest, 1999.
- [7] Emhő László, Klaus Reisinger: Energiastatisztikai adatgyűjtés a kereskedelmi, szolgáltatási és kommunális intézményeknél. EU-PHARE tanulmány, Energy Framework Consortium/IPARTERV Rt., Budapest, 1999.
- [8] Good Practice Guides, Building Research Establishment, Garston, UK 1990-től.
- [9] Csináljuk jól, EU-PHARE kiadványsorozat, Energia Központ Kht, Budapest, 1990-től.
- [10] Emhő László: Megújuló energiák feltárása és hasznosítási javaslata az osztrák–magyar határmenti energetikai együttműködés számára. EU-PHARE tanulmány, Energy Framework Consortium/IPARTERV Rt., Budapest, 1998.
- [11] Barótfi István: Energiafelhasználói kézikönyv. Környezettechnikai Szolgáltató Kft. Budapest, 1993.
- [12] Scott Laidlaw: Benefits of Combined Heat and Power Synergy előadás, Houston, TX, USA 2003.
- [13] Emhő László: District Energy Efficiency Improvement with Trigeneration: Basic Considerations and Case Studies. Energy Engineering, Stillwater, OK, USA, 2002.
- [14] Emhő László: Energy Efficiency Improvement with Trigeneration: the Hungarian Experience. World Energy Engineering Conference, Atlanta, GA, USA, 2001. október 24–26.
- [15] Emhő László: District Energy Efficiency Improvement of Cogeneration by Absorption Cooling: the Hungarian Experience. ASHRAE Annual Meeting, Honolulu, HI, USA, 2002. június 23–26.
- [16] Recommendation for Second Reading ... Directive on the Promotion of Cogeneration. Session Document of the European Parliament, 2003. december 4., Brüsszel, EU.
- [17] Stróbl Alajos: A kapcsolt termelés és a rendszer-szabályozás. VII. Kapcsolt Hő-, és Villamosenergia-termelési Konferencia, Debrecen, 2004 március 2–3.
- [18] Larry Good: Global Warming: New Markets for Energy Efficiency. AEE Regional Energy Efficiency Conference, Budapest, 1999. június.
- [19] Jonathan Gottlieb: International Emissions Trading. Strategic Planning for Energy and the Environment, Vol 20. No.3. – 2001.
- [20] Ann Goodman: Australia's Greenhouse Gambit. Tomorrow Global Environment Business, 2000. január–február, Stockholm, Svédország.
- [21] Directive/Proposal of the European Parliament and of the Council establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community, COM (2001), 581, final. Brüsszel, EU.

### A széndioxid-kiváltás költsége

Egy angol-újzélandi elemzés azt vizsgálta, hogy miibe kerül a széndioxid-kibocsátás csökkentése megújuló energiaforrások segítségével. Alapesetnek a jelenlegi technológiájú szénportüzelésű erőműveket tekintették, amelynek adatai közül csak a fajlagos kibocsátást és a villamosenergia-előállítás önköltségét adták meg (a 229 gC/kWh fajlagos kibocsátásból 42–46% határfokra lehet következtetni). Összehasonlításként két tüzelőanyag alapú kibocsátás-csökkentő eljárás adatait is megadják. Ezek közül a szénportüzelésű erőmű kiegészítése széndioxid kivonási eljárással elég nyilvánvalóan és jelentősen emeli a költséget. A gáztüzelésű kombinált ciklusú erőmű költségeinek megítélése elég pesszimistának tűnik. A megújuló energiaforrások esetében nulla kibocsátással számolnak, ami csak a létesítéshez kapcsolódó – esetenként nem jelentéktelen – kibocsátások figyelembe nem vételével lehetséges. A vízerőműhöz nem fűznek magyarázatot, a költség nyilván tapasztalati adatokon alapul. A biomassza elgázosításával működő kombinált ciklusú erőmű esetén a széles költséghatárok részben a beruházási, részben a tüzelőanyag költség bizonytalanságaiból adódik. A

Erőmű típus	fajlagos kibocsátás, gC/kWh	kibocsátás csökkenés, gC/kWh	önköltség, US\$/kWh	kiváltás költsége, US\$/tC
Szénportüzelés (alapeset)	229	–	4,9	–
Szénpor CO <sub>2</sub> kivonással	40...50	179...189	7,4...10,6	136...165
Kombinált ciklus gáztüzelés	103...122	107...126	4,9...6,9	0...156
Vízerőmű	0	229	4,2...7,8	–31...127
Biomassza-elgázosítás G/G	0	229	2,8...7,6	–92...117
Szélenergia	0	229	3,0...8,0	–82...135
Napenergia	0	229	8,7...40,0	175...1400

beruházási költségeknél szélső esetként azt feltételezték, hogy a jelenlegi 2000 US\$/kW fajlagos beruházási költség 2030-ra 1100 US\$/kW-ig csökkenhet. Tüzelőanyagár egyik szélső esete, amikor ingyen hulladékot használnak fel, sőt a felhasználással a hulladék-elhelyezés költsége csökkenthető. A másik szélső eset az energiaütletrvényből kapott biomassza, amelyet 4 US\$/GJ hőárral értékeltek. A szélenergia alsó költséghatárát a nagyon jó adottságú, a felső határt a közepes adottságú, de még hasznosításra alkalmas telephelyre becsülték.

Napenergia esetén mind fotovoltaikus, mind nap-hőerőműves változatot figyelembe vettek, de nem részletezik a közel ötszörös el-

térés okait. További előnyként értékelik a megújuló energiák hasznosításának nagyobb élőmunka igényét. Míg 100 GWh/év villamosenergia előállítása – adataik szerint – hagyományos erőművekben 1–6 fő alkalmazását igényli, addig ugyanennyi energiához szélenergia farmok esetén 16–20 fő, fotovoltaikus erőmű esetén 50–54 fő, nap-hőerőműben 25–27 fő, kis vízerőművekben pedig 8–9 fő szükséges. Biomassza-tüzelés esetén a termesztési-begyűjtési és a felhasználási technológiától függően 50–80 fő lehet a személyzet létszáma.

(Renewable Energy World, 2004. 1. sz.)

GI