

NAGY Tamás

VÁLLALATI KOCKÁZATI FAKTOROK AZ EU ETS-RENDSZERBEN

Az Európai Unió az Egyesült Államok távolmaradásával vezető szerepet kapott a kiotói jegyzőkönyv kialakításában és elfogadtatásában. A tagállamok vállalásaik költséghatékony teljesítése érdekében létrehozták az európai emissziókereskedelmirendszert (EU ETS), amely a világ legnagyobb szennyezésjog-piacá lett. A rendszer életbe lépésével a kötelezett vállalatoknak új kockázati elemmel kellett szembenéznük: az éves kibocsátásuknak megfelelő mennyiségű emissziós kvótát kell évente visszajuttatni a hatóságokhoz. Az emissziókereskedelmi rendszerben a vállalat év közben két kockázati faktorral szembesül: nem tudja előre megmondani, mennyi szén-dioxidot fog kibocsátani, és így azt sem, mennyi kvótával kell megfeleléskor rendelkeznie. Emellett az is bizonytalan, hogy a szükséges kvótamennyiséget milyen áron lesz képes beszerezni, vagy a feleslegeseket értékesíteni. A vállalat év közbeni állapotához képest veszít, ha év végén kvótafelesleggel rendelkezik, és az árak alacsonyabbak lesznek. Szintén veszteséget szenved el pozícióján kvótahiány esetén növekvő árak mellett. A cikkben a szerző egy eljárást ismertet, amelynek segítségével termék- és erőforrásokra támaszkodva előre lehet jelezni a vállalati emissziót, és bemutatja, milyen kvótamennyiséget érdemes tartani a várható értékéhez képest számított kockázatotott érték minimalizálása érdekében.

Kulcsszavak: EU ETS, kibocsátás szimulációja, kockázatotott érték

A XX. század vége felé közeledve egyre biztosabbá vált, hogy az iparosodás miatt bekövetkező jelentős mértékű szén-dioxid-kibocsátás hosszú távú globális klímaváltozást okoz. A kibocsátott üvegházhatású gázok nem ismernek államhatárokat, a légkörben elkeveredve az egész Föld éghajlatára hatással vannak. Az ipari emisszió kihat az egész emberiség jólétére (általában csökkenti azt), a hatás nem szándékolt, az érintett felek nincsenek kompenzálva az elszennvedett kárért. A kritériumok alapján (Kerekes, 2007, 118. o.) a jelenleg egy tipikus példa a piaci kudarcra, az externáliára.

Út az európai emissziókereskedelmi rendszerig

A globális szennyezés és hatás miatt a problémát csak nemzetközi együttműködés keretében lehet eredményesen kezelni. A probléma súlyosságának felismerését követően 1997-ben megszületett a kiotói egyezmény, amelyben a fejlett és átmeneti gazdaságú országok vállalták, hogy bázisidőszakukhoz (ez általában az 1990-es szint) képest meghatározott mértékben korlátozzák kibocsátásaikat.

A globális egyezmény megszületése – Kiotói Protokoll

A szerződés hatályba lépésének feltétele az volt, hogy az üvegházhatású gázok összes kibocsátásának legalább 55 százalékáért felelős államok ratifikálják azt. Az Amerikai Egyesült Államok távolmaradásával kérdésessé vált a szerződés életképessége, ez a helyzet csak 2004-ben oldódott meg, amikor egy másik jelentős szennyező – Oroszország – is aláírta a szerződést. Az életbe lépéssel kapcsolatos bizonytalanság és a hét-éves csúszás jól szemlélteti az ellentétek erejét az egyes országok rövid távú gazdasági érdekei és az emberiség hosszú távú globális érdekei között.

Az Európai Unió szerepvállalása

A közösségi szintű környezetvédelmi együttműködés első jelentős lépcsője az 1986-os Single European Act, amelyben hangsúlyt kapott a környezeti kihívások költséghatékony, közösségi szinten történő kezelése. Az üvegházhatású gázok kibocsátásának korlátozása és az externália internalizálása érdekében 1992-ben az Európai Bizottság közösségi szintű szén-dioxid-adó bevezetését javasolta. A tervet nem valósult meg, mi-

vel egyrészt az európai szintű adóban néhány tagállam a fiskális autonómiájának csökkentését látta, másrészt az ellenérdekelt energialobbyi jelentős érdekérvényesítő képességgel rendelkezett (Convery – De Perthuis – Ellerman, 2008).

A kiotói jegyzőkönyvhöz vezető tárgyalásokban az unió meghatározó szerepet vállalt, kezdeti álláspontja egységes 15 százalékos csökkentési szint bevezetése és az emissziókereskedelem mint eszköz elvetése volt. A tárgyalás európai oldalról sikertelenül zárult, mert a két pontból egy sem került be a jegyzőkönyvbe. Az egyezmény aláírása után gyökeres fordulat állt be az unió stratégiájában, az USA távolmaradásával átvette a vezető szerepet a nemzetközi klímavédelemben.

A jegyzőkönyvben az EU közösségi szinten 8 százalékos csökkentést vállalt, az EU-buborékon belül az egyes országok teljesítésének meghatározásában szabad kezdetet kapott. Az egyes tagországok kibocsátási céljait (amelyeknek eredményeképpen az uniós célkitűzés megvalósul) a tehermegosztási egyezmény (Burden Sharing Agreement) definiálta. Ebben a fejlettebb tagállamok nagyobb arányú csökkentést vállaltak, míg a kevésbé fejlett tagállamok kibocsátásai növekedhettek (European Environment Agency 2002). Az emissziós célok költséghatékony teljesítése érdekében hozták létre az európai kvótakereskedelmi rendszert (Emission Trading Scheme – EU ETS), melynek alapjait a 2003/87/EC direktíva rakta le.

Magyarországi lépések

A volt „keleti blokk” átmeneti gazdaságai (köztük Magyarország) a jegyzőkönyv szempontjából speciális helyzetben voltak, ugyanis a gazdasági szerkezetváltás miatt korábbi jelentős ipari termelésük, energiaigényük és ezzel üvegházhatásúgáz-kibocsátásuk a 1980-as évek végén jelentősen visszaesett. Ezek az államok lehetőséget kaptak arra, hogy viszonyítási alapjuk (amelyhez képest kell megvalósítani a csökkentést) nem az 1990-es, hanem a korábbi évek legyenek. Ez Magyarország esetében azt jelentette, hogy az általunk vállalt 6 százalékos csökkentést az 1985–87-es bázisidőszakhoz képest kell megvalósítanunk, amit gyakorlatilag minden jelentősebb erőfeszítés nélkül el tudunk érni.

Az európai emissziókereskedelmi rendszer (EU ETS) bemutatása

Az emissziós piac elméleti hátterét Coase tétele (Coase, 1960) adja, mely szerint az externáliák kezelésének sikeres módja a tulajdonjogok definiálása és kiosztása, mely után tárgyalásos úton valósul meg a társadalmi szintű optimum (feltéve, hogy a tranzakciós költségek

kellően alacsonyak). A Coase-i szemlélet szerint az extern hatás háttérben az áll, hogy a légneműnek nincsen pontosan definiált tulajdonosa, így szennyezésének kérdésében sem kompetens egy kijelölt személy vagy szervezet.

A helyzet megoldására létrehozták az emissziókereskedelmi rendszert, ebben a légnemű tulajdonjoga helyett a szennyezés joga van meghatározva. A szennyezés jogát egy kereskedhető értékpapír testesíti meg, amely egy tonna szén-dioxid kibocsátására jogosít. A szennyezési egységekkel való kereskedés biztosítja a kibocsátási célok hatékony elérését.

Ha egy cég a piacon többet kap a szennyezési egységért, mint amennyit keres a szennyezést okozó tevékenységgel, csökkenti termelését és eladja a feleslegessé váló kvótát (vagy nem termel, és nem szerzi be azt). Amennyiben meglévő technológiáját tisztábbra cseréli, szintén értéket teremt, hiszen a korábbihoz képest elég kevesebb kvótával rendelkeznie. A piac hatása kettős: egyrészt ott valósul meg a szennyezésmegtakarítás vagy -csökkentés, ahol a legolcsóbb (zérus tranzakciós költséget feltételezve), másrészt a kvóta ára megfigyelhetővé válik és beépülhet a vállalati döntéshozatalba.

Az európai kvótakereskedelmi rendszerben az államok évente felülről meghatározzák a kibocsátható mennyiséget, és ennek megfelelő kvótát bocsátanak ki, amellyel szabadon lehet kereskedni (cap and trade). Ennek a rendszernek az egyéb környezetgazdasági szabályozókhoz képest az az előnye, hogy az emissziós kvóták mennyisége adott, ennek következtében a teljes kibocsátás felülről korlátos. Hátránya ugyanakkor az, hogy a kibocsátást sújtó adókkal szemben a vállalati oldal teljes megfelelésének költsége nehezen tervezhető. A kvótaár a piaci viszonyok függvényében változik, az időszak elején a piaci szereplők nem tudják megmondani, hogy mennyi lesz a teljes megfelelésük költsége.

Az emissziós kvóták típusai

A kiotói jegyzőkönyv alapegysége az AAU (Assigned Amount Unit), amely egy tonna szén-dioxid légneműbe bocsátására jogosít. Az EU ETS egysége az EUA (EU Allowance), amely valójában egy címkézett AAU-nak feleltethető meg. Az alapegységek mellett még két kiotói egység érdemel említést: a CER-(Certified Emission Reduction) egységek a megvalósult tiszta fejlesztési mechanizmusokból (Clean Development Mechanism) keletkeznek, melynek során egy fejlett (Annex I) országbeli beruházó valósít meg egy emissziócsökkentést eredményező projektet egy fejlődő (nem Annex I) országban. A tényleges megtakarítás hitelesítése után bocsátják ki a CER-egységeket, melyek szintén piacképesek.

Az ERU- (Emission Reduction Units) egységek két fejlett (Annex I) ország között megvalósuló, megtakarítást eredményező közös megvalósítás projektekben jönnek létre. A kettős elszámolás elkerülése céljából keletkezésükkor azonos mennyiségű AAU-egységet semmisítenek meg.

EU ETS mérete, kiterjedése

Az európai emissziókereskedelmi rendszer (EU ETS) az első nemzetközi, szén-dioxid-kibocsátási egységeket forgalmazó rendszer. Hozzávetőlegesen 10.500 létesítmény összesen kétmilliárd tonna szén-dioxid-emisszióját fedi le az EU 27 országában és a három társult államban (Izland, Lichtenstein, Norvégia). A jelenlegi rendszer az üvegházhatást okozó gázok közül szinte kizárólag a szén-dioxidot fedi le. A kivételt a Norvégiában és Hollandiában kibocsátott dinitrogén-oxid adja (European Commission, 2009), de ennek mértéke nem jelentős.

Érdekes az EU ETS által lefedett teljes emissziómennyiséget a globális kibocsátáshoz hasonlítani. Az adatok összemérhetőségét nehezíti, hogy az egyes országkategóriák (fejlett, fejlődő) esetében más időszakra vonatkoznak az elérhető emissziós adatok.

A fejlett (Annex I) országok teljes kibocsátása 2007-ben 18,1 milliárd tonna szén-dioxidnak felelt meg (UNFCCC, Flexible Queries 2010), ebből 5 milliárd tonna köthető az EU(27)-hez. A 122 fejlődő (nem Annex I) ország kibocsátása 1994-es adatok alapján 11,7 milliárd tonna szén-dioxidnak felelt meg (UNFCCC, 2005). Az EU ETS relatív méretét a 2009-es allokált mennyiség (CITL, 2010) alapján vettem számításba.

EU ETS relatív mérete

	Kibocsátás ezer tonna CO2	Előző kategóriához képest	Teljes kibocsátáshoz képest
Teljes	29 847 563	-	100,00%
Annex-I	18 112 126	60,68%	60,68%
EU(27)	5 032 232	27,78%	16,86%
EU ETS	1 967 387	39,10%	6,59%

Az 1. táblázat kibocsátási adataiból látható, hogy a jelenleg legnagyobb emissziós piac az EU(27) teljes kibocsátásának 39,1 százalékát, a Föld teljes kibocsátásának mindössze 6,6 százalékát fedi le. Ha feltesszük,

hogy a fejlődő országok mostani emissziója a rendelkezésre álló 1994-es adatoknál magasabb, akkor az EU ETS részesedése ennél is kisebb.

Lefedett iparágak

Ha arra a kérdésre keressük a választ, hogy az európai szinten hiányzó 61 százalék milyen iparágakhoz kötődik, akkor az EU(27) 2007-es iparági megoszlását érdemes szemügyre venni. Amint a 2. táblázatban látható, a legnagyobb szennyező az energia-iparág, mely sze-

2. táblázat

Az EU(27) kibocsátásának (ezer tonna CO₂) iparági bontása, energia részletezve

1.A.1 Energiaipar	1 604 011
1.A.2 Gyar- és építő ipar	641 994
1.A.3 Közlekedés, szállítás	979 711
1.A.4 Egyéb szektorok	665 028
1.A.5 Egyéb (máshol nem említett) források	10 395
1.A Üzemanyagok elégetése	3 901 139
1.B Megszökő emisszió üzemanyagokból	86 644
1 Energia felhasználás	3 987 782
2 Ipari folyamatok	429 572
3 Oldószerek és egyéb anyagok felhasználása	12 356
4 Mezőgazdaság	461 386
5 Földhasználat és erdőgazdálkodás	-406 940
6 Hulladék	141 135
7 Egyéb	
Összesen	4 625 291
Összesen (földhasználat és erdőgazdálkodás nélkül)	5 032 232

Forrás: UNFCCC

reper a kereskedelmi rendszerben. A kvótaegységre eső tranzakciós költségek minimalizálása érdekében fontos, hogy elsősorban a legnagyobb kibocsátást okozó létesítmények kerüljenek a szabályozás hatálya alá. A rendszerbe (egyelőre) nem kerültek be a jelentős összesített kibocsátást okozó, de nagyszámú kibocsátót tartalmazó

1. táblázat

szektorok, erre két tipikus példát lehet hozni: az egyik a közlekedés, ahol rendkívül sok szennyezési forrás bocsát ki összesített szinten jelentős mértékű üvegházhatású gázt (2007-es adatok alapján közel egymilliárd tonna szén-dioxidot képvisel), a másik terület a lakossági szféra fosszilis eredetű fűtése. Szintén le nem fedett terület a mezőgazdaság közel félmilliárd tonnás kibocsátásával.

Természetesen azt nem jelenthetjük ki, hogy ezek a területek a szabályozásból teljes mértékben kimaradtak, ugyanis az egyes országok a jegyző-

könyvben a teljes kibocsátásukra vállalták a csökkentési szinteket. Bár az államszintű célokat egyéb szabályozói eszközökkel is elő tudják segíteni (például jövedéki adó az üzemanyagokra, szigetelési követelmények előírása),

azonban szerencsés lenne, ha a létező szén-dioxid-költség általánosabb mértékben be tudna épülni a gazdaságban létező árakba, ez pedig az emissziókereskedelmi rendszer bővítése mellett szól (ebbe az irányba mutat a repülési szektor tervezett bevonása is).

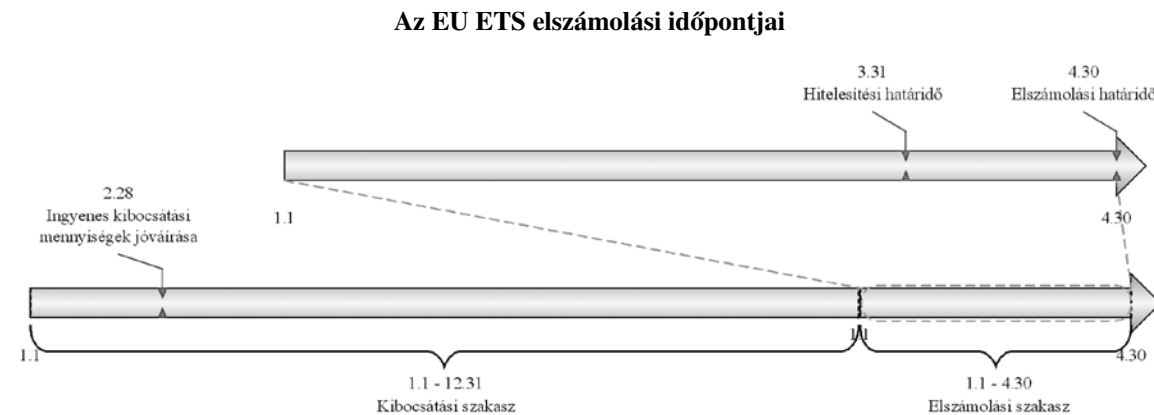
A megfelelés szabályai

Az EU ETS-ben levő, elszámolásra kötelezett vállalatok speciális elszámolási követelményekkel szembeülnek. A kvóták kínálatát a nemzeti hatóságok adják,

resztül értékesíteni. Zérus tranzakciós költségek esetében a kvótaallokáció módja (ingyenes kiosztás vagy alokáció) nem befolyásolja a rendszer hatékonyságát (Lesi – Pál, 2004: 27. o.).

Az emissziós kvóták ingyenes kiosztása minden év február végéig történik meg. A vállalat a tény kibocsátásáról a következő év március 31-éig köteles jelentést tenni, április 30-ig pedig az elfogadott mennyiségnek megfelelő számú kvótát kell visszaadnia az illetékes hatóságnál. Az elszámolási időpontokat az 1. ábra szemlélteti:

1. ábra



amelyek a jelenlegi rendszer szerint túlnyomórészt ingyenesen juttatják a kibocsátási egységeket az elszámolásra kötelezett vállalatoknak. A kezdeti ingyenes kvótaallokáció hozzájárult az európai emissziókereskedelmi rendszer piaci szereplőkkel való elfogadtatásához: a kötelezett vállalatok számára a rendszerbe való belépés nem okozott hirtelen jelentős mértékű költségemelkedést, főleg ha a szén-dioxid-adó alternatívájához viszonyítunk.

Az ingyenes juttatás alternatívája az aukció, amelyre a tagországok meghatározott mértékig engedélyt kaptak. Az első időszakban Magyarország három másik EU-taggal együtt élt ezzel a joggal, és 2006–2007-ben közel 2,4 millió

Meg nem felelés esetén (a vállalat nem tudja kibocsátását lefedni kibocsátási egységekkel) egyrészt továbbgörgetik az adott évi hiányát, másrészt tonnánként az első kereskedési szakaszban 40 euró, a kiotói szakaszban 100 euró büntetést kell fizetnie. Ha a teljes kibocsátható mennyiség szűkre van szabva (tehát a kibocsátási sapka betölti szerepét), akkor egyes vállalatok számára ingyenes alokáció esetén is jelenthet többletköltséget a megfelelés (kibocsátással való elszámolás). A helyzet megvilágítására érdemes megnézni a 2009-es alokáció és tény kibocsátások viszonyát (3. táblázat).

3. táblázat

EU ETS alokált kvóták és kibocsátás (tonna CO₂) viszonya iparáganként

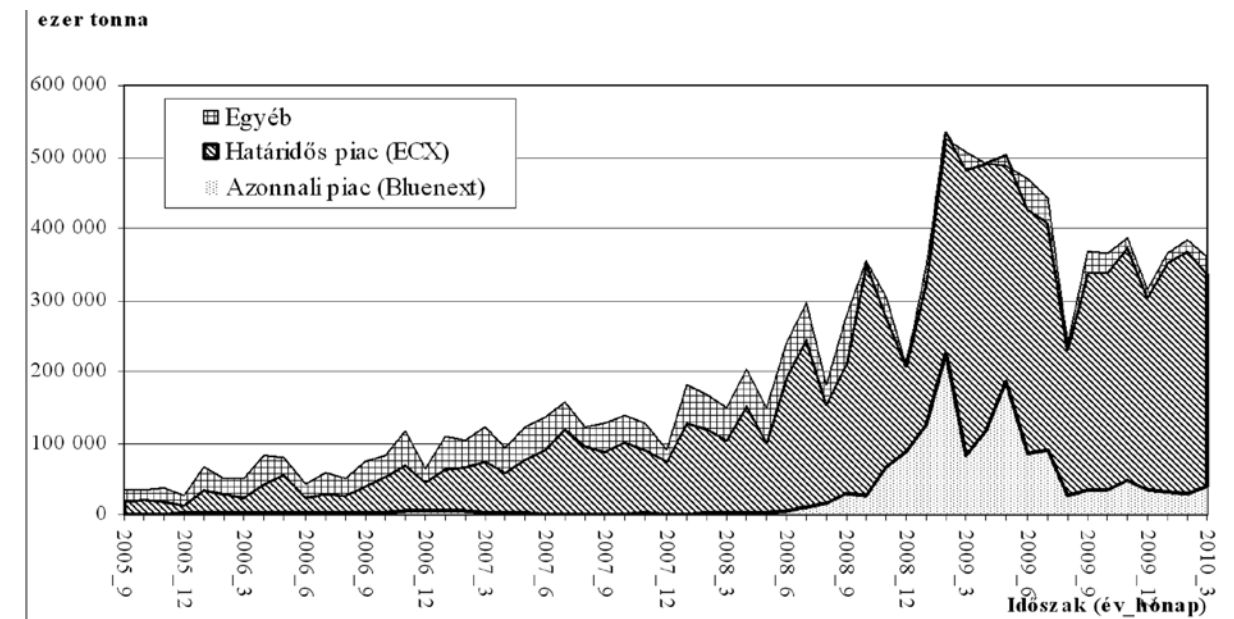
Adatok: CITL

2009-es alokáció és emisszió összehasonlítása	Alokált kvóta	Emisszió	Eltérés	
Erőművek	1 262 724 431	1 377 050 410	114 325 979	9,1%
Mész, cementgyártás	213 812 116	151 500 790	-62 311 326	-29,1%
Vas- és hengerművek	185 023 065	95 497 313	-89 525 752	-48,4%
Kőolaj finomítók	153 631 664	146 207 672	-7 423 992	-4,8%
Papír, csomagolóanyag gyártás	38 843 044	27 895 891	-10 947 153	-28,2%
Üvegyártás	25 562 614	19 389 552	-6 173 062	-24,1%
Kokszolók	22 409 275	15 757 371	-6 651 904	-29,7%
Hulladék hasznosítók	21 994 645	11 032 618	-10 962 027	-49,8%
Téglagyártás	19 214 819	9 093 890	-10 120 929	-52,7%
Egyéb	24 171 588	19 884 996	-4 286 592	-17,7%
Összesen	1 967 387 261	1 873 310 503	-94 076 758	-4,8%

2. ábra

Havi kereskedett mennyiség alakulása

Adatok: PointCarbon



2009-re összesen 1,97 milliárd tonna szén-dioxid-kvótát adtak oda a vállalatoknak, a tényleges emisszió (részben a válság miatt) mintegy 94 millió tonnával alatta maradt az alokált mennyiségnek. A kibocsátott és alokált mennyiség különbsége egyetlen iparágban, az erőművek esetében volt pozitív (többet bocsátottak ki, mint amennyi kvótát kaptak). Kissé leegyszerűsítve megállapítható, hogy az erőművi szektornak többletköltséget, a többi szektornak többletbevételt hozott a kereskedelmi rendszer. A jelenség mögött az a szándék húzódhat meg, hogy a legnagyobb, és elsősorban az európai piacra termelő szektort – a villamos erőműveket – próbálják olyan helyzetbe hozni, hogy kénytelen legyen kalkulálni a szén-dioxid árával, és így kibocsátás-csökkentő beruházásokat megvalósítani. A többi, kevésbé helyhez kötött iparágat ugyanakkor lényegében nem terheli a szén-dioxid költsége, és így versenyképes tud maradni a nemzetközi piacon az emissziókereskedelmi rendszeren kívül eső országok vállalataival.

Kereskedési adatok

Az EU ETS 2005-ben indulva három évvel előzte meg a kiotói vállalások tárgyát képező 2008 és 2012 közötti időszakot. Ehhez igazodva a kereskedelmi rendszert két szakaszra bontották: az első szakasz (Pilot Phase) 2005–2007-ig tartott, szerepe elsősorban a tapasztalatszerzés volt, a jelenleg is zajló második kiotói szakasz (2008–2012) hivatott biztosítani a vállalások költséghatékony teljesítését.

A kvótapiac az EU ETS indulása után gyors növekedésnek indult. A havi kereskedett mennyiség és a forgalom megoszlása a 2. ábrán látható.

Öt év alatt a kereskedett mennyiség megtízszereződött: a vizsgált időszak elején a teljes piacon havonta 35 millió tonna szén-dioxidra vonatkozó kvóta cserélt gazdát, 2010 márciusára az érték 361 millió tonnára emelkedett, 20 eurós tonnánkénti emissziós egységárat feltételezve, ez havi 7,2 milliárd eurós piacot jelent.

A tranzakciók legnagyobb része a határidős szekcióban zajlott, melynek oka elsősorban az lehet, hogy a határidős pozíciók nyitása az azonnali ügyletekkel szemben nem igényel jelentősebb pénzüsszeget (ugyanis csak az ügylet lejáratakor kell kifizetni a kvóta vételárát, a futamidő alatt elég az aktuális letéti követelményeknek eleget tenni). Azok a kvótapiaci szereplők, akik nem tartoznak az EU ETS hatálya alá (ilyenek például a portfóliójukat diverzifikáló pénzügyi alapok vagy spekulánsok) jellemzően szintén magas tőkeáttétellel rendelkező határidős pozíciót vesznek fel, amelyet általában lejárat előtt lezárnak, és így nem kerül sor a kvóta tényleges leszállítására.

A forgalom után vessünk egy pillantást az emissziós kvóták áralakulására. A 3. ábrán a Bluenext (azonnali árak) és az ECX (határidős ügyletek) tőzsdékről származó, 2005. június és 2010. május közötti záró-, illetve elszámolóárak alakulását ábrázoltam. A határidős ár szerepeltetésére azért volt szükség, mert segítségével az első és második kereskedési szakaszra

vonatkozó árak könnyebben összehasonlíthatók (a határidős árakban levő hozamtól eltekintve) (3. ábra).

Amint látható, 2006 márciusáig a két kereskedési szakaszra vonatkozó ár viszonylag együtt mozgott. 2006 áprilisában hatalmas áresés következett be a kvóta azonnali piacon (a leértékelődés mértékét jól szemlélteti, hogy április 27-én egy nap alatt 43,7 százalékkal csökkent a kvóta záróra). A gyors ütemű értékvesztés oka az volt, hogy ekkor kerültek nyilvánosságra az első tényleges kibocsátást bemutató adatok. A piaci szereplők számára egyre nyilvánvalóbbá vált, hogy az első időszakban több kvótát osztottak ki, mint amennyi a vállalatok tényleges kibocsátásának lefedéséhez szükséges.

Ez a jelenség rámutat a cap and trade rendszer egyik sajátosságára: ha a kvótát túlosztják, akkor a kvóta elértektelenedik, és nem hat ösztönzőleg a kibocsátás csökkentésére. Mivel a 2005-2007-es időszakra vonatkozó kvótákat, csekély kivételtől eltekintve (lásd Convery – Redmond, 2007), csak az adott kereskedési szakaszban lehetett felhasználni, az esetlegesen feleslegessé váló, első periódusra vonatkozó kvóták a 2007-es időszak elszámolása után értéküket veszítették.

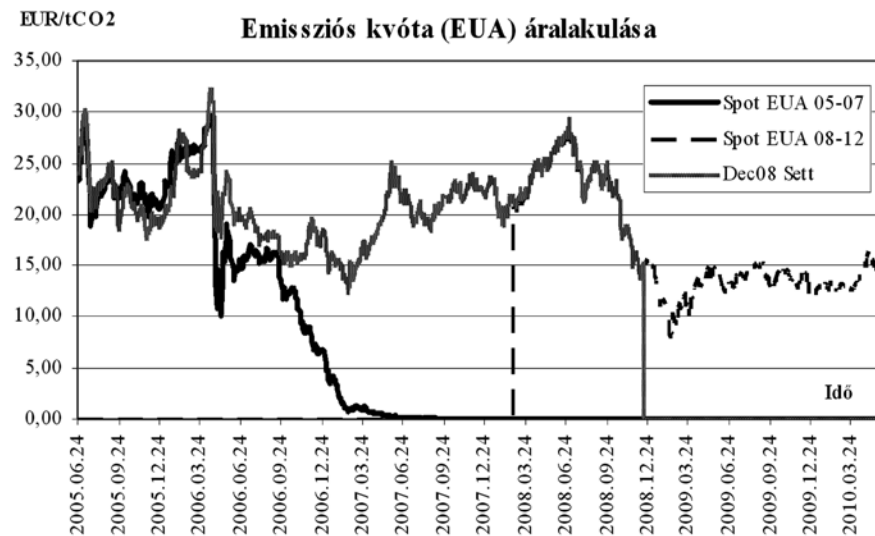
A hirtelen áresés mellett a másik érdekes jelenség az volt, hogy az első időszakra vonatkozó ár elvált a második időszakra vonatkozótól (ez utóbbi a kezdetben még csak határidős piacon létezett). Ellerman és Parsons (2006) a két időszakra vonatkozó árból valószínűsre vonatkozó változót vezetett le. A mutató mögött az a feltételezés áll, hogy ha a lejáratkor kvótafelesleg van a piacon (túlosztás), akkor a kvóta értéktelen (ára nulla), ha kvótahiány van, akkor arbitrázmentes piacot feltételezve az első időszakra vonatkozó kvóta (EUA_{05-07}) annyit fog érni, amennyit a meg nem felelés alternatívája (következő időszaki egység ára és a tonnánkénti 40 eurós büntetés).

Az első időszakra vonatkozó kvótaár a különböző alternatívák értékei és a valószínűségek segítségével számítható:

$$EUA_{05-07} = P(\text{túlosztás}) \cdot 0 + P(\text{kvótahiány}) \cdot (AUA_{08-12} + 40 \cdot P(\text{túlosztás}) + P(\text{kvótahiány})) = 1$$

A 2007. év végi kvótahiány esélyét mutató Parsons mutatót a képlet átrendezésével kapjuk meg:

Emissziós kvóta áralakulása
Adatok: Bluenext, ECX



$$\text{Parsons-mutató} = P(\text{kvótahiány}) = \frac{EUA_{05-07}}{EUA_{08-12} + 40}$$

A 2008–2012-re vonatkozó második (kiotói) szakaszban engedélyezték a „bankolást”: a vállalatok fel nem használt kibocsátási egységeket átvihetik a harmadik szakaszba. A kvótafelesleg alternatívájához tartozó ár ettől kezdve nem nulla, hanem a következő időszak hasznosítási lehetőségeinek értékétől függően pozitív, így a Parsons-mutató jelenlegi formájában érvényét veszti.

Vállalati kockázati faktorok

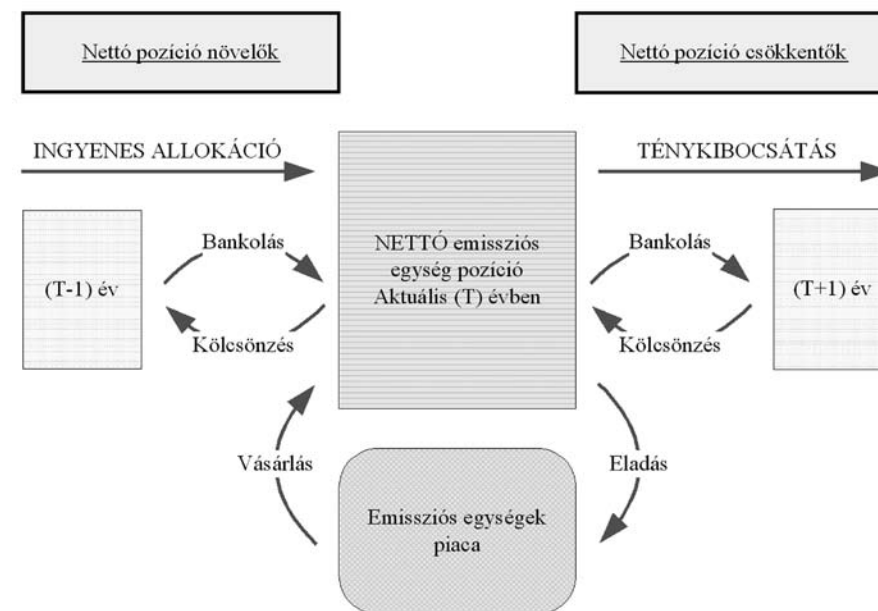
Az emissziós egységek piaca jelentős mérettel és növekvő súllyal rendelkezik. A megfelelésre kötelezett vállalatok számára fontossá vált az EU ETS-hez kapcsolódó pénzügyi kockázat ismerése és hatékony kezelése. A szabályok szerint a megfelelésre kötelezett cégeknek a ténykibocsátásuknak megfelelő mennyiségű kvótát kell visszaadniuk az illetékes hatóságoknak. Az elszámoláskor (kibocsátással megegyező számú kvóta visszaadása) nem a tényleges kibocsátás és a kibocsátási egységek abszolút száma a lényeges, hanem a kető relatív viszonya, melyről a vállalat *nettó pozíciója* árulkodik. A vállalat nettó pozíciója (NP) megmutatja, hogy a kvótában felvett pozíciója (Q) mennyivel nagyobb a kibocsátásánál (Em):

$$NP = Q - Em$$

A pozíció long (kvótafelesleg), amennyiben több kvótával rendelkezik, mint kibocsátási egységgel ($Q > Em$), és short (kvótahiány), ha a meglevő kvótái nem nyújtanak fedezetet a kibocsátására ($Em > Q$).

3. ábra

Nettó pozíciót változtató faktorok



Az elszámoláskor leadandó kibocsátási egységek többféle forrásból származhatnak. A jelenlegi rendszerben a térítésmentesen kapott emissziós egységek képviselik a rendelkezésre álló kvóták legnagyobb részét. Emellett fel lehet használni előző időszakra megmaradt (bankolt), illetve a következő időszakra előrehozott (kölcsön vett) emissziós egységet is. A vállalat a kvótapiacra emissziós egységeket adhat-vehet, amely tovább módosítja az elszámoláskor rendelkezésre álló egységek mennyiségét.

A nettó pozíciót változtató faktorokat a 4. ábra mutatja (a nettó emissziós egység pozíció felé mutató nyilak növelik annak értékét, a kifelé mutatók csökkentik) (4. ábra).

Pénzügyi szempontból, a megfelelés szabályait tekintve, az EU ETS rendszerébe tartozó vállalat a következő kétfajta kockázati elemmel szembesül:

- a kibocsátás mennyiségének bizonytalansága: év közben nem tudja pontosan meghatározni, hogy adott év alatt hány tonna szén-dioxidot fog a levegőbe bocsátani, így azt sem tudja megmondani, hogy a következő év áprilisának végén mennyi kvótát kell visszaadnia a hatóságnak,
- a kvótaár bizonytalansága: a vállalat nem tudja, hogy a későbbiekben milyen áron tudja beszerezni/eladni a szükséges vagy felesleges kvótáit.

Az idő előrehaladtával az előbbi kockázati elemek csökkennek: a vállalat teljes éves kibocsátásának egyre nagyobb hányada válik ismertté és egyre kisebb részét

4. ábra

kell előre jeleznie, állandó éves szórást feltételezve csökken a jövőbeli kvótaár bizonytalansága is. Változó volatilitású árfolyammodell alkalmazása esetén (ilyenek például a GARCH-modellek) ugyanakkor előfordulhat, hogy egy kockázatosabb időszak után az időben előrehaladva a jövőbeli árfolyam bizonytalansága növekszik.

A várható kibocsátás bizonytalansága

A vállalat év végi várható kibocsátása bizonytalan, ezért egy valószínűségi változóval jellemezhető. Kockázatkezelési szempontból a jövőbeli kibocsátás sűrűségfüggvényére van szükségünk, amely rendelkezik várható kibocsátást mutató várható értékkel, és a bizonytalanságot képviselő szórással. A függvény alakja az egyes esetek bekövetkezésének valószínűségét adja meg. Osszuk fel az időszakot (példánkban legyen egy év) n darab egyenlő hosszúságú periódusokra (például napokra). Az év végi halmozott kibocsátás megkapható a periódusokban levő kibocsátások összegével:

$$Emmisszió_{ÉVES} = \sum_{i=1}^n Emmisszió_i$$

Év közben (t -edik periódus után) az év végi kibocsátás várható értéke a következők szerint fog alakulni:

$$E(Emmisszió_{ÉVES})(t) = \sum_{i=1}^t \text{Múltbeli Tény Emmisszió}_i + \sum_{i>t} E(\text{Jövőbeli Emmisszió}_{PERIÓDUS}_i)$$

A vállalati kibocsátás bizonytalanságát alapvetően technológiai és piaci faktorokkal lehet magyarázni. Az előbbiek a várható üzemzavarokra és leállásokra, az utóbbiak a nyersanyag és termék áralakulásaira vonatkoznak. A kibocsátás alakulásában a piaci faktorok hatása nem jelentős, ha a vállalat teljes kapacitását hosszú távú szerződések fedik le, termelési kötelezettségei vannak. Ebben az esetben a piaci árakon nem múlik a termelési, és ezen keresztül a kibocsátási mennyisége.

A továbbiakban először kizárólag technológiai bizonytalanságot feltételezve független normális eloszlásokkal modellezzük a várható emissziót. Ezután a piaci faktorok által okozott bizonytalanságot szimuláció segítségével vetítjük előre.

A kibocsátás alakulása független normális eloszlású kibocsátás esetén

Ha feltesszük, hogy a periódusok kibocsátásai azonos eloszlásúak, függetlenek egymástól, várható értékük: γ , szórásuk: δ , akkor a jövőbeli halmozott emisszió is normális eloszlású, a következő paraméterekkel (összesen n periódus van, jelenleg a t -ediknél tartunk):

$$\sum_{t>1}^n E(J\ddot{o}v\ddot{o}b\ddot{e}l\ddot{i} \text{ Emisszi\ddot{o}}_{PERI\ddot{O}DUS}) \approx N((n-t) \cdot \gamma, \sqrt{n-t} \cdot \delta)$$

Mivel a tény emisszió szórása nulla (teljesen biztos), az éves emisszió eloszlását megkaphatjuk, ha az előző eloszlás átlagához hozzáadjuk a tényemisszió értékét.

$$E(Emisszi\ddot{o}_{EVES}) \approx N(T\ddot{e}nyemisszi\ddot{o} + (n-t) \cdot \gamma, \sqrt{n-t} \cdot \delta)$$

Az időben előrehaladva ($t \rightarrow n$) az éves emisszió bizonytalansága csökken, az eloszlás szórása nullához tart (mert $\sqrt{n-t} \rightarrow 0$).

Ha feltesszük, hogy az allokáció, az előző időszakról félretett (bankolt) kvóta, a piaci tranzakciók nem rendelkeznek mennyiségi kockázattal (vagy teljes mértékben külső adottságok, vagy a vállalat döntéskörébe tartoznak), a kibocsátási egységek (kvóták) várható nettó pozíciójának eloszlása egyenlő lesz a kibocsátás eloszlásának ellentettjé és a többi tétel (allokáció, bankolás, stb) hatásainak összegével:

$$E(Nett\ddot{o} \text{ poz\ddot{i}c\ddot{i}\ddot{o}}_{EVES}) \approx$$

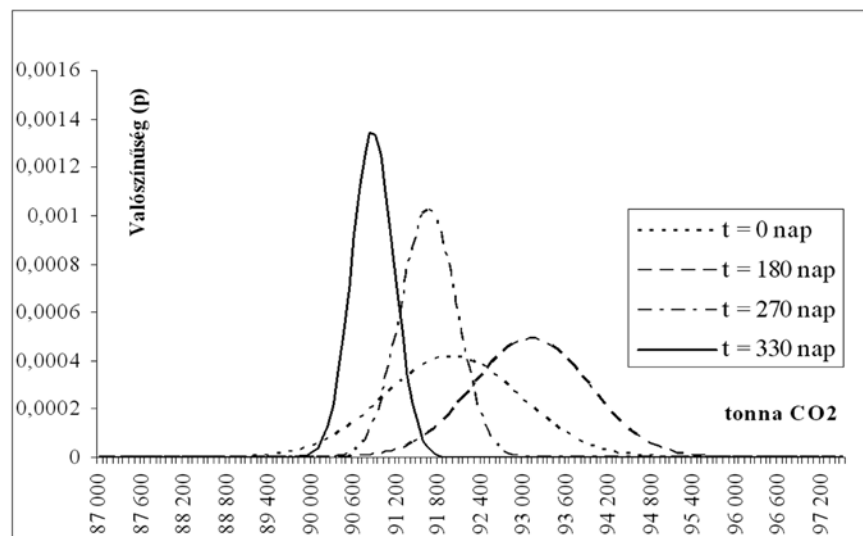
$$N(Allok\ddot{a}c\ddot{i}\ddot{o} + Bankol\ddot{a}s + Tranzakc\ddot{i}\ddot{k} - T\ddot{e}nyemisszi\ddot{o} - (n-t) \cdot \gamma, \sqrt{n-t} \cdot \delta)$$

Tételezzünk fel egy példát, melyben az évet 365 napra osztjuk fel és a 180, 270, illetve 330-dik napon vizsgáljuk a várható éves kibocsátás alakulását a 4. táblázat paraméterei és számítási eredményei szerint.

A kibocsátás bizonytalansága normális eloszlást feltételezve

t (nap)	0	180	270	330
Hátralévő napok száma (n-t)	365	185	95	35
Átlagos napi múltbeli kibocsátás (tonna)		250	255	252
Tény kibocsátás (tonna)	0	45 000	68 850	83 160
Jövőbeli napi kibocsátás várható értéke (tonna)	252	260	240	220
Jövőbeli kibocsátás várható értéke (tonna)	91 980	48 100	22 800	7 700
Éves kibocsátás várható értéke (tonna)	91 980	93 100	91 650	90 860
Napi szórás (tonna)	50	60	40	50
Hátralévő idő eloszlásának szórása (tonna)	955,25	816,09	389,87	295,80

A vállalati emisszió sűrűségfüggvényének időbeli alakulása normális eloszlást feltételezve



A két kiemelt sor határozza meg a kapott normális eloszlások paramétereit (átlag, szórás), az eredményként kapott sűrűségfüggvények az 5. ábrán láthatók lesznek.

A grafikonon jól látszik, ahogy az éves várható kibocsátás változásával a haranggörbe eltolódik, a hátralévő idő csökkenése következtében pedig csökken a szórás, mely a sűrűségfüggvény csúcosságát növeli. Az éves kibocsátás haranggörbéjének feltételezése mögött az állt, hogy a napi kibocsátások azonos, normális eloszlású, független valószínűségi változók. A továbbiakban megvizsgáljuk a piaci faktorok hatását a vállalati emisszióra.

A kibocsátás származtatása a piaci faktorokból

Hosszú távú szerződések híján a vállalat termelését a termék eladási árainak és változó termelési költségeinek különbsége határozza meg. Amennyiben a vállalat profitot realizál termelésével, termel (és szén-dioxidot bocsát a légkörbe), ha azonban bevétele alatta marad a termelés változó költségeinek, termelési kapacitását

4. táblázat szünetelteti (és nem szennyez).

Tételezzünk fel egy villamosenergia-termelő vállalatot, amely az azonnali piacon adja el az elektromos áramot és szerzi be a termeléshez szükséges fosszilis energiahordozót, va-

lamint a szennyezés lefedéséhez szükséges emissziós egységet. Az egyszerűség kedvéért tegyük fel, hogy a vállalat nem készletez, a beszerzett tüzelőanyagot azonnal felhasználja.

Tételezzük fel továbbá azt is, hogy a vállalati tevékenységben nincsen szezonális, és a vállalat a piachoz képest kicsi (árelfogadó, a tevékenységének szintje nincs hatással az árakra). A vállalat profitja kifejezhető egységnyi emisszióra vonatkoztatva. Ennek számításához szükségünk van a termék szénintenzitására (δ), amely az egységnyi termék előállításakor keletkező szén-dioxid mennyiségét mutatja, értéke adott technológia esetén a feltételezés szerint fix. A mérőszám a tüzelőanyag karbon intenzitás (I), a termikus hatékonyság (e) és a csővégi tisztítási arány (c) segítségével számítható, a következők szerint:

$$\delta = I \cdot \frac{(1-c)}{e}$$

Ha S paraméterek jelzik a megtermelt áram, energiahordozó- és kvótaárakat, az OVC pedig a termék-egységre eső egyéb változó költségeit, akkor a termelés feltétele a következő (részletesen lásd Nagy, 2010b):

$$Egys\ddot{e}gny\ddot{i} \text{ kibocs\ddot{a}t\ddot{a}sra} \text{ jut\ddot{o}} \text{ termel\ddot{e}si} \text{ fedezet} = \frac{1}{\delta} \left(S_{\ddot{A}ram} - \frac{1}{e} S_{\text{Energiahordoz\ddot{o}}} - OVC \right) - S_{EUA} > 0$$

Az előbbi képlet hasonlít az erőművi szektorban elterjedt spread fogalomra (Alberola – Chevallier – Chèzec, 2008). *Clean spark spread* a gázturbinás erőművekben megtermelt egy MWh energián realizált kvóta árát is tartalmazó fedezetet jelenti. A spread és a levezetett fedezet képlet között két lényeges különbség van: egyrészt a képletben a fedezet nem a termelésre, hanem a kibocsátásra van vetítve, másrészt tartalmazza az egyéb változó költség(OVC)tagot. A fedezet és spread fogalmakhoz kapcsolódóan fontos hangsúlyozni, hogy míg az alaptermék (áram, energiahordozó, EUA) piaci árai minden szereplő esetében azonosak, az egyes üzemek eltérő technológiai paraméterekkel működnek, így az egységnyi kibocsátásra eső termelési fedezetük eltér.

A termelési feltételben a technológiai paramétereket a modellezési időtartam alatt állandónak tételezzük fel, az alaptermék árak ugyanakkor sztochasztikus valószínűségi változók. A továbbiakban összefoglalóan bemutatjuk, hogyan lehet levezetni a vállalati emissziót.

Hozzuk létre döntési változót, amely 0 vagy 1 értéket vehet fel attól függően, hogy a vállalat egységnyi kibocsátásra jutó termelési fedezete milyen előjelű:

$$\Phi = \begin{cases} 0 & \text{ha } \frac{1}{\delta} \left(S_{\text{Term\ddot{e}k}} - \frac{1}{e} S_{\text{Energiahordoz\ddot{o}}} - OVC \right) - S_{EUA} \leq 0 \\ 1 & \text{ha } \frac{1}{\delta} \left(S_{\text{Term\ddot{e}k}} - \frac{1}{e} S_{\text{Energiahordoz\ddot{o}}} - OVC \right) - S_{EUA} > 0 \end{cases}$$

A napi döntési változó (Φ) megfeleltethető egy egzotikus, három alaptermékre vonatkozó, európai típusú, bináris opció kifizetésfüggvényének. A döntési változó várható értéke megegyezik az opció értékével, annyi megkötéssel, hogy egyrészt kifizetésfüggvényét nem kell a jelenre visszadiszkontálni, továbbá az opciós értékelésénél szokásos módszertannal szemben a drift tagban nem a kockázatmentes hozam, hanem az alaptermékek hozama szerepel. A t -edik napra vonatkozó napi döntési változó várható értékét kifejezhetjük a felvehető értékek és a valószínűségek szorzataként is:

$$E(\Phi[t]) = 0 \cdot P(\text{Termel\ddot{e}si} \text{ fedezet}(t) \leq 0) + 1 \cdot (Termel\ddot{e}si \text{ fedezet}(t) > 0) = P(\text{Termel\ddot{e}si} \text{ fedezet}(t) \leq 0)$$

Amint látható, a változó várható értéke megegyezik annak a valószínűségével, hogy a termelési fedezet pozitív lesz. Az időszaki emisszió modellezése érdekében vezessük be a halmozott döntési változót (Ω), amely T időszak alatti termelési döntések halmozott értékét mutatja:

$$\Omega(T) = \sum_{t=1}^T \Phi_t$$

Ha termelés esetén egy nap alatt a vállalat állandó (c) mennyiségű szén-dioxidot bocsát a légkörbe (állás esetén semmit), akkor T időszak alatti várható kibocsátása az alábbi lesz:

$$E(Em(T)) = c \cdot \Omega(T) = c \cdot \sum_{t=1}^T P(\text{Termel\ddot{e}si} \text{ fedezet}(t) > 0)$$

Az emisszió jövőbeli értékének modellezésére a sztochasztikus pénzügyekben elterjedt eszközök alkalmazhatók. A modellezési problémát nehezíti, hogy a modellben megengedjük az alaptermékek hozamai közötti korrelációt. A szerző korábbi munkáiban a témához kapcsolódóan két numerikus módszert alkalmazott: a Korn–Müller-féle multinomiális fa módszerét (Nagy, 2010a) és a Monte Carlo-szimulációt (Nagy, 2010b). A többdimenziós, korrelációt is tartalmazó Monte Carlo szimuláció elméleti háttere és részletes ismertetése az említett munkában található, a jelen cikkben csak az új futtatás kiinduló paramétereit és a szimuláció eredményeit mutatjuk be.

A modellben egy gázturbinás erőmű szerepelt, a következő technológiai paraméterekkel, amelyek az 5. táblázatban találhatóak.

Technológiai paraméterek

Paraméter	Dimenzió	Érték
Tüzelőanyag szén intenzitása (I)	tCO ₂ _kibocsátott/MWh_bemenő	0,2014
Termikus hatékonyság (e)	MWh_kimenő/MWh_bemenő	38%
Csővégi tisztítási arány (c)	tCO ₂ _megkötött/tCO ₂ _termelt	0%
Termelt elektromos energia szén intenzitása (ä)	tCO ₂ _kibocsátott/MWh_kimenő	0,5300
Egyéb változó költség (OVC)	EUR/MWh_kimenő	3

5. táblázat

A szimuláció alapján az emisszió várható értéke 31.778 tonna, a szimulált sűrűségfüggvény alakja teljesen eltér a Gauss-féle haranggörbétől: a véglet (150 nap

alatt egyáltalán nem termel – 0 emisszió) valószínűsége magas, aminek magyarázata az egymást követő napok döntéseinek függőségében rejlik. Mivel egy nap alatt a termékek és erőforrások árai nem mozdulnak el jelentősebben, az adott napi termelési szünetet nagyobb valószínűséggel követi állás, mint termelés. A szimulált sűrűségfüggvény alakja többek között a kiindulási egységnyi kibocsátásra eső fedezettől függ (ez a 2010. 07. 30-i időpontban erősen negatív értékű volt: -38,43 EUR/tCO₂). Ha az induló fedezet közelíti a nullát, a sűrűségfüggvény kád alakú lesz (a „sosem termel” és „mindig termel” valószínűsége lesz kiemelkedő). Magas pozitív fedezet esetében viszont a kibocsátásra szélsőségesen jobbra ferde eloszlást kapunk

(a minden napon történő termelés a legvalószínűbb). A továbbiakban először kitérünk a kvóta árfolyamkockázatára, majd megnézzük a két kockázati faktor együttes hatását a vállalat jövedelmezőségére.

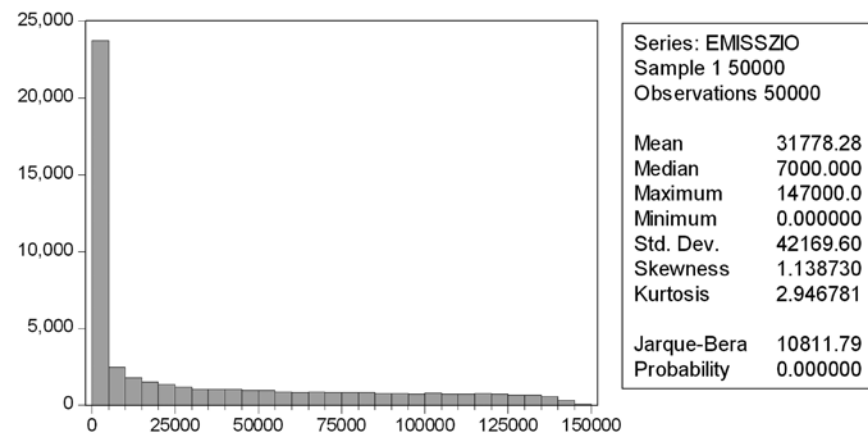
6. táblázat

Alaptermékek árfolyam-alakulásával kapcsolatos kiindulási paraméterek

	Hozam	Szórás	Induló ár	Korreláció
Áram	-0,000223	0,070501	38,550	Áram-Gáz 0,027559
Gáz	-0,000279	0,058578	18,425	Áram-EUA -0,016272
EUA	-0,001606	0,025099	14,020	Gáz-EUA -0,125647

A szimuláció 150 napra 50.000 futtatásra lett elvégezve, a kibocsátás modellezett gyakorisági függvénye a 6. ábrán.

Vállalati emisszió szimulált gyakorisági függvénye



Amennyiben a vállalat az adott időpillanatban több gázt bocsátott ki, mint amennyi kibocsátási egységgel rendelkezik, short pozíciója lesz kvótából (kvótahiány).

6. ábra

A jövőbeli kvótaár bizonytalansága

Ebben az esetben a jövőben kibocsátási egységeket kell vásárolnia a lefedésre. Amíg nem történik meg a vételi tranzakció, addig számára bizonytalan, hogy a vásárlás pillanatában mennyiért tudja beszerezni a szükséges mennyiséget. Short pozíció esetén a kvótaár csökkenése emeli nyitott (kockázatnak kitett) pozíciójának értékét (hiszen olcsóbban tudja lefedezni a többlet kibocsátását), az áremelkedés hatása ezzel ellentétes.

Amennyiben a vállalat az adott ideig kevesebb üvegházhatású gázt bocsátott ki, mint amennyi kibocsá-

VEZETÉSTUDOMÁNY

tási egységgel rendelkezik, az aktuális kvótapozíciója long (kvótafelesleg). Erre a helyzetre a vállalat megkapta az éves kibocsátását nagy részben lefedő mennyiséget, amíg ténylegesen csak az év negyede telt el. Csökkenő árak esetében jobban járhatna, ha a jóváírás után eladná az összes felesleges kvótáját, majd a tényleges felmerülés pillanatában (alacsonyabb áron) visszavásárolná. Amennyiben a vállalat hosszú ideig jelentős mértékű long pozícióval rendelkezik, és nyitott pozícióját nem fedezi, akár akaratlanul hasonló pozíciót vesz fel, mint egy áremelkedésre fogadó spekuláns.

Most vizsgáljuk meg, hogy a vállalat 2010. 07. 30-i pontból nézve várhatóan milyen kvótaárral fog találkozni 150 nap múlva. A kvóta jövőbeli árának eloszlására a pénzügyekben elterjedt lognormalitást tételeztük fel (Hull, 1999: 292. o.), azaz az árfolyamok logaritmusának eloszlása normális:

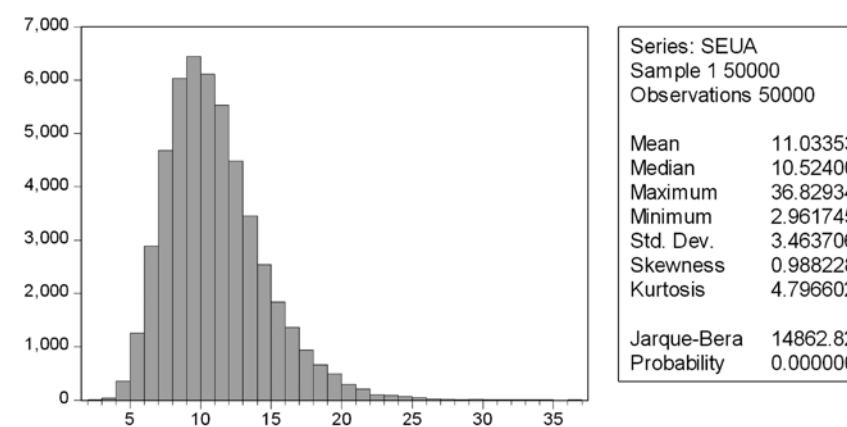
$$\ln S_T \sim N \left[\ln S_0 + \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) T, \sigma \sqrt{T} \right]$$

A T idő múlva levő árfolyam várható értéke és varianciája a következő képletek szerint alakul:

$$E(S_T) = e^{\mu T} \quad \text{var}(S_T) = S_0^2 e^{2\mu T} [e^{\sigma^2 T} - 1]$$

A gyakorisági függvény a szimuláció alapján a 7. ábrán látható lett.

Az emissziós kvóta jövőbeli árának (euró/t CO₂) szimulált gyakorisági függvénye

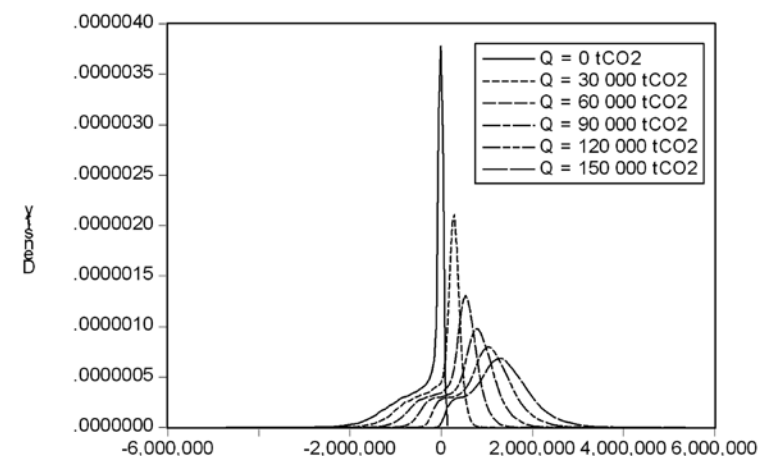


A szimulált eloszlás tipikus, balra ferde lognormális eloszlás, a magasabb árfolyamok esélye nagyobb, mint normális eloszlás esetében. Az árfolyam kapott várható értéke (11,034) közel van az elméleti várható értékhez (11,018), a szimulált szórás (3,464) szintén jól közelíti

VEZETÉSTUDOMÁNY

8. ábra

Nettó kvótapozíció euróban számolt értékének szimulált sűrűségfüggvénye különböző birtokolt kvótamennyiségek mellett



az elméleti szórását (3,469). A továbbiakban nézzük meg, hogyan alakul a két kockázati faktor (kibocsátás- és kvótaár bizonytalanság) együttes hatása.

A nettó kvótapozíció értékének meghatározása

A nettó pozíció pénzben kifejezett értéke (V_{NP}) megmutatja, hogy adott időpontban a vállalatnak mennyibe kerül lefedeznie kibocsátását (ha az érték negatív), illetve mennyit kaphat a felesleges kvótákért (ha az érték pozitív). Értéke számítható a nettó pozíciómennyiség

7. ábra

(NP) és a kvótaár (S_{EUA}) szorzataként. Tegyük fel, hogy a vállalat Q mennyiségű kvótával rendelkezik. Az elszámolásra kötelezett vállalat T időpontbeli nettó kvótapozíciójához (V_{NP}[T]) megkaphatjuk a következő képlet szerint:

$$V_{NP}(T) = NP(T) \cdot S_{EUA}(T) = (Q - Em[T]) \cdot S_{EUA}(T)$$

A képletben mind a T időpontbeli kvótaár, mind a vállalati kibocsátás valószínűségi változó, a szorzat a szimuláció segítségével számítható. Hat különböző kvótamennyiség (Q) mellett a nettó pozíció értékének sűrűségfüggvénye a

8. ábrán láthatók szerint alakul (8. ábra).

Amint látható, kibocsátási egységek nélkül a nettó pozíció értéke nulla vagy negatív (zérustól különböző kibocsátás esetén a vállalatnak T időpont múlva biztosan fizetnie kell a pozíciója fedezéséért). A vásárolt

kvóta (Q) emelkedésével a nettó pozíció sűrűségfüggvénye jobbra tolódik (a kvótafelesleget jelentő pozitív nettó pozícióértékek esélye megnő) és „ellapul”.

A különböző kvótamennyiség (Q) mellett levezethető a nettó kvótapozíció várható értéke ($E(V_{NP}(T, Q))$):

$$E(V_{NP}(T, Q)) = E[(Q - Em(T)) \cdot S_{EUA}(T)] = E[Q \cdot S_{EUA}(T)] - E[Em(T) \cdot S_{EUA}(T)]$$

$$Q \cdot S_{EUA}(0) \cdot e^{\mu_{EUA}T} - c \cdot E(\Omega(T) \cdot S_{EUA}(T))$$

Amint látható kiemelhető a vásárolt kvótamennyiségtől (Q) függő tag, és a várható érték jelen ($E(\dots)$) belül csak a két sztochasztikus tag (Ω , $S_{EUA}(T)$) szorzata marad. Mivel a halmozott döntési változó (Ω) és a jövőbeli árfolyam ($S_{EUA}(T)$) függenek egymástól, a szorzatuk várható értékét szimulációval célszerű becsülni (független esetben a szorzat várható értéke egyenlő a várható értékek szorzatával). A képlet alapján az is látható, hogy a nettó kvótapozíció várható értéke a rendelkezésre álló kvótamennyiség (Q) lineáris függvénye, amelynek meredeksége az árfolyam várható értéke, a tengelymetszete az emisszió lefedésére szükséges T időpontbeli pénzmenyiség ellentettje. A nettó kvótapozíció szimulált várható értékeit a 7. táblázat tartalmazza.

Nettó kvótapozíció várható értéke különböző birtokolt kvótamennyiségek mellett

Q tCO2	$E(V_{NP}(T))$ EUR	Q x $E(S_{EUA}(T))$ EUR	$E(V_{NP}(T)) - Q \times E(S_{EUA}(T))$ EUR
0	-351 347	0	-351 347
30 000	-20 341	331 006	-351 347
60 000	310 665	662 012	-351 347
90 000	641 671	993 018	-351 347
120 000	972 677	1 324 024	-351 347
150 000	1 303 683	1 655 030	-351 347

Amint látható, a nettó pozíció várható értékéből levonva a kvótamennyiség (Q) és a kvótaár várható értékének szorzatát megkapjuk a kibocsátás fedezéséhez szükséges várható költséget, amely a birtokolt kvótamennyiségtől függetlenül -351 ezer euró.

Optimális birtokolt kvótamennyiség meghatározása

Az előbbieket ismeretében feltehető a kérdés, hogy mennyi kvótát érdemes a vállalatnak a jelen időpontban vásárolnia a T időpontbeli kockázatának minimalizálása érdekében. A kérdés eldöntésére először egy kockázati mérték fogalomra van szükségünk. Erre használjuk a kockázatkezelésben elterjedt kockázatotott érték (Value at Risk-VaR) fogalmat,

amely azt a pénzösszegben (vagy hozamkategóriában) kifejezett értéket jelenti, amelynél a portfólió egy előre meghatározott valószínűségi szinten és egy előre meghatározott időtávon várhatóan nem szenved el nagyobb veszteséget (Kóbor, 2000).

A VaR-t hagyományos értelemben (Jorion, 1999: 97. o.) a várható értékéhez képest vett elmozdulásból származtatjuk (ahol W^* jelenti az adott konfidenciaszinthez tartozó portfólióértéket):

$$VaR = E(W) - W^*$$

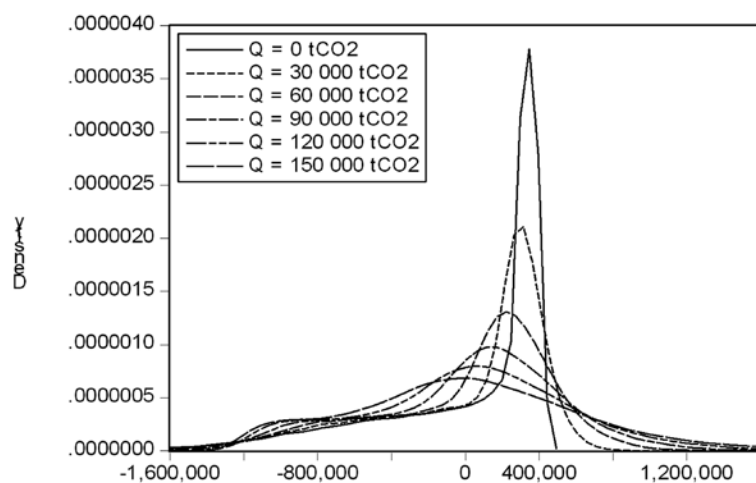
Esetünkben az adott vásárolt kvótamennyiség (Q) melletti VaR jelentse azt a negatív értékkülönbséget (veszteségszintet), amelynél a nettó pozíció pénzben kifejezett várható értékéhez képest T idő (a modellben 150 nap) múlva, adott konfidenciaszint (k) mellett nem realizál nagyobbat a vállalat:

$$1 - k = P(V_{NP}(T, Q) - E(V_{NP}(T, Q)) \leq VaR(T, Q)) = p$$

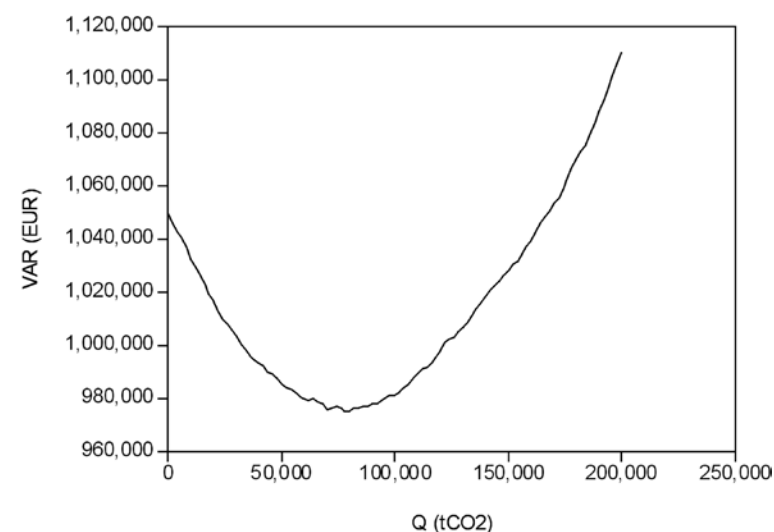
A számítás érdekében első lépésben hozzuk létre a szimulált nettó pozícióérték és várható érték különbségének sűrűségfüggvényét a 9. ábra mutatja. Amint látható, a kvótamennyiség növelésével a sűrűségfüggvény jobb szélének (a várható értékhez képest számított nyereség)

7. táblázat

és a várható nettó pozícióérték euróban kifejezett különbségének sűrűségfüggvénye különböző birtokolt kvótamennyiség mellett



95%-os konfidenciaszinthez tartozó kockázatotott érték (VaR) a birtokolt kvóta (Q) függvényében



A grafikonon látható, hogy a 95 százalékos kockázatotott érték felvesz egy minimumértéket. Ennek helye 76.640 tonnánál van (ez a 31.778 tonnás várható kibocsátás több mint kétszerese), értéke 975.500 euró. 95 százalék eséllyel tehát a teljes fedezés költsége nem fogja meghaladni a várható érték és 975.500 euró összegét.

További kutatásra érdemes annak vizsgálata, hogy hogyan alakul a VaR minimalizáló kvóta pozíciója a szimulációs paraméterek függvényében, illetve hogyan alakulnak a szimulált sűrűségfüggvények változó volatilitást (például GARCH-modellt) feltételezve.

Konklúzió

Az EU ETS életbe lépésével az elszámolásra kötelezett vállalatok új típusú kockázati faktorokkal szembesültek, amelyek a saját kibocsátásuk alakulására és a kvótipiac áralakulására vonatkoznak. A kibocsátás és kvótaár sűrűségfüggvényének előrejelzése kulcsfontosságú az optimális kockázatcsökkentési stratégia kialakításához. Ha a vállalat hosszú távú szerződésekkel nem rendelkezik, a termék, tüzelőanyag és az emissziós egység árainak alakulása határozza meg a vállalat termelését vagy állását, és ezen keresztül kibocsátását. Monte Carlo-szimulációval sikeresen becsülhető a vállalati jövőbeli emisszió, a kvótaár és a kettő szorzatából számítható nettó pozícióérték sűrűségfüggvénye. A kapott eloszlásokból meghatározható az a kvótamennyiség, amelyet az adott konfidenciaszint mellett számított kockázatotott érték minimalizálása érdekében vásárolnia kell a vállalatnak.

10. ábra Felhasznált irodalom

Alberola, E. – Chevallier, J. – Chèzec, B. (2008): Price drivers and structural breaks in: European carbon prices 2005–2007. Energy Policy, 36 (2), p. 787–797.

Coase, R. H. (1960): The Problem of Social Cost. Journal of Law and Economics, 3 (1), p. 1–44.

Convery, F. – De Perthuis C. – Ellerman, D. (2008): The European Carbon Market In Action: Lessons From The First Trading Period, Interim Report. Center for Energy and Environmental Policy Research

Convery, F. – Redmond, L. (2007): Market and Price Developments in the European Union Emissions Trading Scheme. Environmental Economics and Policy, 2007 1(1), p. 88–111.

Ellerman, A.D. – Parsons, J. (2006): Shortage, Inter-period Pricing, and Banking. Tendances Carbone, Volume 5.

European Environment Agency (2002): EU reaches CO2 stabilisation target despite upturn in greenhouse gas emissions, http://www.eea.europa.eu/pressroom/newsreleases/greenhouse_gas_emission, Copenhagen, 29 April 2002, letöltve: 2010. 06. 08

European Union Emissions Trading Scheme (EU ETS) data from CITL (2010); <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/>, letöltve: 2010.06.12

European Commission Environment Directorate-General (2009): EU Environment Policy Brief; Issue 27, May 2009, http://ec.europa.eu/environment/news/brief/2009_05/newsletter_05_2009.pdf, letöltve: 2010.06.08

Fazekas D. (2009): Aukciók az Európai Unió szén-dioxid-kereskedelmi rendszer próbaidőszakában. Vezetéstudomány, XL. évfolyam, 6. szám

Hull, J. C. (1999): Opciók, határidős ügyletek és egyéb származtatott termékek. Panem-Prentice-Hall, Budapest

Kerekes S. (2007): A környezetgazdaságtan alapjai. Aula Kiadó, Budapest

Kóbor Á. (2000): A feltétel nélküli normalitás egyszerű alternatívái a kockázatotott érték számításában. Közgazdasági Szemle, XLVII. évfolyam, 2000. november, 878–898. o.

Lesi M. – Pál G. (2004): Az üvegházhatású gázok kibocsátásának szabályozása, és a szabályozás hatása a villamosenergia-termelő vállalatokra Magyarországon. PhD Értekezés, Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem

Nagy T. (2010a): Effect of price uncertainty to power sector innovations. Springwind konferencia, Pécs

Nagy T. (2010b): Simulation of carbon-dioxide emission by option model; előkészületben, tervezett megjelenés: Society and Economy

Száz J. (1999): Tőzsdei opciók. Tanszék Kft. , Budapest

UNFCCC (2005): Inventories of anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of greenhouse

gases; Sixth compilation and synthesis of initial national communications from Parties not included in Annex I to the Convention, Montreal, http://unfccc.int/documentation/documents/advanced_search/items/3594.php?rec=j&preref=600003578#beg, letöltve: 2010. 06. 11

UNFCCC (2010): Flexible Queries; <http://unfccc.int/di/FlexibleQueries/Event.do?event=go>, letöltve: 2010. 06. 12.

Cikk beérkezett: 2010. 6. hó

Lektori vélemény alapján véglegesítve: 2010. 8. hó

Szerzőinknek

A Vezetéstudomány a Budapesti Corvinus Egyetem Gazdálkodástudományi Karának havi, referált folyóirata. A lapban a vezetési és gazdálkodási tudományterületekhez kapcsolódó témakörök elméleti és gyakorlati kérdéseit elemző és vizsgáló írások jelennek meg. A szerkesztőség (robert.becsky@uni-corvinus.hu) elektronikus formában kéri az írásokat.

A cikkeket elektronikus levélben (*MS Word fájl formátumban*) lehet a szerkesztőséghez eljuttatni. A Vezetéstudományban megjelent cikkek magyar és angol nyelvű összefoglalói elérhetőek a <http://www.vezetestudomany.hu> és a <http://vezetestudomany.hu> címeken.

A lap tudományos folyóirat, ezért szövegek közti forráshivatkozások és ezek jegyzéke nélküli írásokat nem jelent meg. A Vezetéstudományban megjelentetni szándékozott kéziratok szerzőitől az alábbi követelmények figyelembevételét kérjük:

- A cikkek szokásos terjedelme a hivatkozásokkal, ábrákkal és táblázatokkal együtt 20–24 oldal, 1,5-es sortávolsággal (*12-es betűméret, Times New Roman betűtípus*).
- A cikkek első oldalának alján tüntessék fel a szerző foglalkozását, munkahelyét és beosztását, elektronikus levelezési címét, a tanulmány elkészítésével kapcsolatos információkat és az esetleges köszönetnyilvánításokat.
- A kézírathoz csatolandó egy magyar nyelvű és lehetőség szerint egy angol nyelvű rövid összefoglaló (*200 szót nem meghaladó terjedelemben*), valamint a cikk fő témaköreit megnevező kulcsszavak jegyzéke.
- Kiemeléshez **félkövér** és *dőlt betű* használható, aláhúzás nem. Jegyzeteket lehetőleg ne használjanak, amennyiben azok feltétlenül szükségesek, szövegvégi jegyzetként adják meg.
- A táblázatoknak és ábráknak legyen sorszáma és címe, valamint – átvett forrás esetén – pontos hivatkozása.
- Az ábrákat és a táblázatokot a kézirat végén, külön oldalon, sorszámmal és címmel ellátva kérjük csatolni, helyüket a szövegben egyértelműen jelölve (pl. „Kérem az 1. táblázatot kb. itt elhelyezni!”).

- A szövegek közti bibliográfiai hivatkozásokat zárójelben, a vezetéknev és az évszám feltüntetésével kérjük jelölni: pl. (*Veress, 1999*); szó szerinti, idézőjeles hivatkozás esetén kiegészítve az oldal(ak) számával (pl. *Prahalad – Hamel, 1990: 85.*).

- Amennyiben egy hivatkozott szerzőnek több bibliográfiai tétele van ugyanazon évben, ezeket 1999a, 1999b stb. módon kell megkülönböztetni.

- A felhasznált források cikk végén elhelyezett jegyzékét ábcérendben kérjük, a következő formában:

1. *példa* (könyv): Porter, M.E. (1980): *Competitive Strategy*; New York: The Free Press

2. *példa* (folyóiratcikk): Prahalad, C.K. – Hamel, G. (1990): *The Core Competence of the Corporation*; Harvard Business Review, május–június, 79–91. o.

A formai követelmények fentiekben érvényesített, ún. „Harvard” rendszeréről (*más néven „szerző/év” vagy „név/dátum” hivatkozási módszerről*) részletes tájékoztatást nyújtanak az alábbi WEB-címeken elérhető források.

Havi folyóirat lévén és a megjelenés átfutási idejének csökkentése érdekében a Vezetéstudomány kefelevonatot nem küld, elfogadás előtt azonban a szerzőknek egyeztetés céljából elküldi a cikk szerkesztett változatát.

2009. januártól a Vezetéstudományban publikált cikkek elérhetőek az ISI Eme „www.securities.com” internetcímen található strukturált on-line információs adatbázisban. 2009 júniusától a Vezetéstudományban közölt írások elérhetőek az EBSCO Academic Search Complete adatbázisában a <http://web.ebscohost.com/ehost/search?vid=20&hid=102&sid=747a764f-362f-4683-9255-4e54f5ba0df7%40sessionmgr112> oldalon is.

Külön kívánságra 2004-ig visszamenőleg az összes korábbi kiadás publikációit elektronikus változatban is elküldjük.

Ha a szerző nem járul hozzá cikkének eseti kérésre, elektronikus úton való továbbadásához, kérjük, előre közölje ezt.