

# Energetikos įmonės kaštų optimizavimas Europos Sąjungos prekybos apyvartiniais taršos leidimais sistemoje

Rūta Bubnienė<sup>1</sup>,

Vytis Kopustinskas<sup>2</sup>,

Dalia Štreimikienė<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Vilniaus universiteto Kauno humanitarinis fakultetas, Muitinės g. 8, LT-44280 Kaunas  
El. paštas: ruta@llppc.lt*

<sup>2</sup> *Lietuvos energetikos institutas, Breslaujos g. 3, LT-44403 Kaunas  
El. paštas: dalia@mail.lei.lt*

Pasaulyje prekybos apyvartiniais taršos leidimais sistemos funkcionuoja nuo praėjusio šimtmečio aštuntojo dešimtmečio ir yra paskelbta nemažai teorinių tyrimų bei pateikta praktinių pavyzdžių. Europos Sąjungos apyvartinių taršos leidimų rinka dar nėra nusistovėjusi ir nėra visiškai aiškūs šio naujo ekonominio instrumento praktiniai privalumai ir trūkumai. Pirmosios ES prekybos apyvartiniais taršos leidimais sistemos įgyvendinimo įvertinimas parodė, kad tiek ekonominis, tiek aplinkosauginis efektyvumas yra mažas. Instrumento efektyvumą padidintų aktyvesnis įmonių dalyvavimas. Tam reikia suvokti įmonės pozicijos pasirinkimą lemiančius veiksnius ir įmonės kaštų optimizavimo galimybes. Straipsnyje analizuojamos gamybos kaštų optimizavimo prielaidos ir pristatomas matematinis modelis, padedantis įmonėms priimti racionalius sprendimus. Anglies dioksido ir apyvartinių taršos leidimų valdymo strategijos sukūrimas bei kaštų optimizavimas leistų įmonėms aktyviau įsitraukti į prekybos apyvartiniais taršos leidimais rinką, pagerinti sistemos efektyvumą bei sumažinti gamybos kaštus.

**Raktažodžiai:** Europos Sąjungos prekybos apyvartiniais taršos leidimais sistema, apyvartinis taršos leidimas, gamybos kaštų optimizavimas, tiesinis programavimas, matematinis modeliavimas

## 1. ĮVADAS

Nuo 2005 m. sausio 1 d. Europos Sąjungoje (ES) pradėjo veikti prekybos apyvartiniais taršos leidimais (ATL) sistema, kurios tikslas – mažiausiais kaštais sumažinti išmetamų vadinamųjų šiltnamio dujų kiekius. ES šalys narės apriboja nustatytų ūkio šakų įmonių anglies dioksido (CO<sub>2</sub>) išlakas daugiau negu 11 500 įrenginių (stambiųjų teršėjų, kurie apima apie 45% viso šalinamo CO<sub>2</sub> kiekio ir apie 30% visų Europos Sąjungos šiltnamio dujų). ES prekybos ATL sistema bus įgyvendinama dviem etapais: 2005–2007 ir 2008–2012 metais. Įmonių sąrašas, paskirtas ATL kiekis, paskirstymo principai ir taisyklės yra nurodomos kiekvienos šalies narės nacionaliniuose apyvartinių taršos leidimų paskirstymo planuose. Lietuvoje 2005–2007 metais ATL paskirstyti 93-ioms įmonėms [1], o 2008–2012 metais – 134-ioms įmonėms [2].

ES prekybos ATL sistema yra veiksmingas būdas šalinamo CO<sub>2</sub> kiekiui sumažinti, jeigu sudaromos sąlygos ATL paklausai formuoti ir taikomas tinkamas ATL paskirstymo metodas. Pastebėta, kad pirmaisiais sistemos funkcionavimo metais ES prekybos ATL sistemos aplinkosauginis ir ekonominis efektyvumas iki šiol buvo nedidelis. Tikėtina, kad šalys narės – potencialios ATL pirkėjos – naudos Kyoto protokolo projektų mechanizmus nacionaliniams klimato kaitos išpareigojimams pasiekti, o tai, savo ruožtu, mažins ATL kainą rinkoje. Aplinkosauginis efektyvumas turėtų padidėti išsiplėtus sistemos apimčiai, tačiau praktiškai dėl politinių ir ekonominių kliūčių trumpuoju laiko-

tarpiu sistema nesiplėtos ir aplinkosauginio efektyvumo padidėjimas yra mažai tikėtinas.

Kaštų mažinimas yra pagrindinė rinkos dalyvių paskata ir prekybos ATL sistemos efektyvumą lemiantis veiksnys. Todėl svarbu išanalizuoti kaštų mažinimo prielaidas ir galimybes.

Šiame straipsnyje analizuojami įmonės atsaką į prekybos ATL sistemą skatinantys veiksniai bei kaštų optimizavimo galimybės. Straipsnyje taip pat pateikiamas tiesinio programavimo metodų bazėje sudarytas optimizacinis gamybos kaštų modelis ir jo pritaikymo Lietuvos įmonei rezultatai.

## 2. KAŠTŲ OPTIMIZAVIMAS NAUDOJANT PREKYBOS APYVARTINIUS TARŠOS LEIDIMUS

Taršos leidimų rinkos principas yra tai, kad vyriausybė paskirstys leidimus išmesti nustatytą kiekį teršalų, kuriuos rinkos dalyviai gali pirkti ir parduoti. Rinka funkcionuos tol, kol bus mažinami taršos šalinimo kaštai. Pelningai dirbančios, tačiau didelių taršos mažinimo kaštus turinčios įmonės noras mokėti už taršos leidimus bus didelis. Šiuo atveju visuomenės taršos mažinimo alternatyvūs kaštai taip pat bus dideli. Kita vertus, nepelningai dirbančios įmonės ir įmonių, kurių taršos mažinimo kaštai yra maži, noras mokėti už taršos leidimus bus mažas. Prekyba ATL yra kaštus tausojanti priemonė. Taršos leidimo pirkėjas laimi, sutaupęs kaštus, o pardavėjas laimi, gaudamas pelną už parduotą taršos leidimą. Ribiniai taršos mažinimo kaštai įmonėje bus lemiamas veiksnys, pasirenkant pirkėjo ar pardavėjo vaidmenį rinkoje.

Paminėtina, kad prekybos ATL koncepcijas ir ES prekybos ATL sistemos įgyvendinimo efektyvumą tyrė daugelis mokslininkų [4, 5, 7, 11, 15, 18, 24, 25] ir nemažai organizacijų [8–10, 14, 17, 19, 26].

Prekybos ATL sistemos poveikis rinkai (įmonėms ir įmonių klientams) labai priklausys nuo kiekvienos įmonės produkto rinkos ir nuo to, kaip kaštų pokytis paveiks produkto kainą ir kiekį. Įmonių atsaką į aplinkosauginės ekonomines priemones ir sprendimų priėmimui įtaką turinčius veiksniai nagrinėjo [3, 6, 12, 13, 16, 20–22, 27, 28].

Pažymėtina, kad įmonės poziciją rinkoje lemia vidinių ir išorinių veiksnių visuma. Identifikuoti šie įmonės ATL valdymo strategijai įtaką turintys veiksniai: Europos Sąjungos ir nacionalinė klimato kaitos politika, Nacionalinių ATL paskirstymo planų taisyklės ir paskirstymo metodai, ATL rinkos likvidumas, ATL kiekis ir ATL kaina. Šie egzogeniniai veiksniai nuo įmonės nepriklauso. Įmonė žino ir gali kiekybiškai įvertinti įmonei paskirtą ATL kiekį ir ATL rinkos kainą. Kitų trijų išorinių veiksnių palankumą įmonei ir jų poveikį įmonė turi kokybiškai įvertinti. Kita vertus, įmonę veikia endogeniniai, nuo įmonės specifikos, geografinės padėties, gaminamos produkcijos rinkos specifikos priklausantys veiksniai: įmonėje galimos deginti kuro rūšys, kuro deginimo efektyvumas (priklausantis nuo katilų naudingumo koeficiento), gamybos apimtys, kurias lemia įmonės produkcijos gamybos poreikis. Be to, įmonės kaštams įtakos turi transakciniai kaštai, atsirandantys diegiant ES prekybos ATL sistemą, ribiniai CO<sub>2</sub> mažinimo kaštai ir įmonės personalo žinios bei pasirengimas dalyvauti ATL rinkoje. Iš šių vidinių veiksnių kuro kaina, kuro rūšys, deginimo efektyvumas bei gamybos apimtys yra geriausiai žinomos ir prognozuotinos įmonėje. Transakcinius kaštus bei ribinius CO<sub>2</sub> mažinimo kaštus įmonei įvertinti sunkiau, o įmonės pasirengimą dalyvauti ATL rinkoje tikslinga vertinti tik kokybiškai.

Norint išanalizuoti, kaip įmonė galėtų sutaupyti kaštus aktyviai dalyvaujant prekybos ATL sistemoje, buvo sukurtas įmonės gamybos kaštų optimizavimo matematinis modelis.

### 3. ĮMONĖS GAMYBOS KAŠTŲ OPTIMIZAVIMO VYKDANT PREKYBĄ ATL MATEMATINIS MODELIS

Įmonės energijos gamybos kaštų optimizavimo modelis, kurio principinė schema parodyta 1 paveiksle, sudarytas remiantis informacija apie ATL rinką, ATL kainą, kuro rūšių charakteristikas bei įmonės gamybos charakteristikas.

Naudojant optimizavimo modelį, galima kiekybiškai įvertinti, kokioms sąlygoms esant, kuri strategija bus tinkamiausia individualiai įmonei. Daugiausia ES prekybos ATL sistemoje dalyvauja energetikos įmonių, todėl šis modelis yra pritaikytas energetikos įmonėms ir remiasi kuro deginimo charakteristikomis. Tačiau nagrinėjant pramonės įmones, gaminančias kitus produktus, o ne energiją, modelio principai nesikeičia, tiesiog vietoje kuro charakteristikų reikėtų naudoti produkto gamybos charakteristikas. Kaštų optimizavimo modelis įmonėms gali būti pagalbine priemone priimant sprendimus dėl prekybos ATL. Naudodamos šį optimizacinį modelį, įmonės galės nuspręsti, kokias kuro rūšis ir koku santykiu pravartu naudoti, siekiant sutaupyti ATL ir juos pardavus rinkoje gauti pelną.

Modelyje nagrinėjamas skirtingų kuro rūšių (skirtingi anglių kiekiai ir atitinkamai skirtingi išmetamo CO<sub>2</sub> kiekiai) deginimas įmonėse esančiuose katiluose, esant nustatytam ATL limitui (CO<sub>2</sub> limitas atitinkamam įrenginiui) ir atitinkamai kuro kainai. Teoriškai aptariant ATL kainą, buvo parodyta, kad kuro kaina yra svarbus veiksnys sprendžiant, ar prekiauti atliekamais ATL, pakeitus taršų kurą švaresniu ir brangesniu, ar deginti pigesnę kurą ir neturėti atliekamų ATL, kuriuos būtų galima parduoti.

Modelyje įvertinami dviejų tipų veiksniai: išoriniai (rinkos) ir vidiniai (kuro ir gamybos charakteristikos).

Išoriniai (rinkos) veiksniai yra šie:

- $P_{ATL}$  – ATL kaina rinkoje, Lt/ATL (1 tona CO<sub>2</sub> atitinka 1 ATL);

- $Q_{ATL}$  – paskirtas įmonei ATL kiekis, kuris fiksuojamas Nacionaliniame ATL paskirstymo plane, vnt. ATL;

- $P_i$  –  $i$ -osios kuro rūšies kaina rinkoje Lt/t.

Vidiniai (kuro ir gamybos charakteristikos) veiksniai yra šie:

- $E_i$  –  $i$ -osios kuro rūšies CO<sub>2</sub> emisijos dydis tonos CO<sub>2</sub>/MWh;

- $K_i$  –  $i$ -osios kuro rūšies oksidacijos koeficientas (visiškai sudegančio kuro dalis);

- $Max_i$  – maksimaliai įmanomos suvartoti  $i$ -osios kuro rūšies kiekis t per metus;

- $SV_i$  –  $i$ -osios kuro rūšies šiluminė vertė MWh/t;

- $NVK_i$  –  $i$ -osios kuro rūšies katilo naudingumo koeficientas;

- $W$  – reikalingos pagaminti energijos kiekis MWh per metus (numatytas įmonės sutartyse su vartotojais).

Įvertinant minėtus veiksniai, buvo sudarytas optimizacinis modelis su tokiomis ribinėmis sąlygomis:

$$X_i \geq 0;$$

$$X_i \leq Max_i;$$

$$\sum_{i=1}^N SV_i \cdot X_i \cdot NVK_i \geq W$$

bei tikslo funkcija:

$$F(X_1, \dots, X_N) = \sum_{i=1}^N (X_i \cdot P_i) +$$

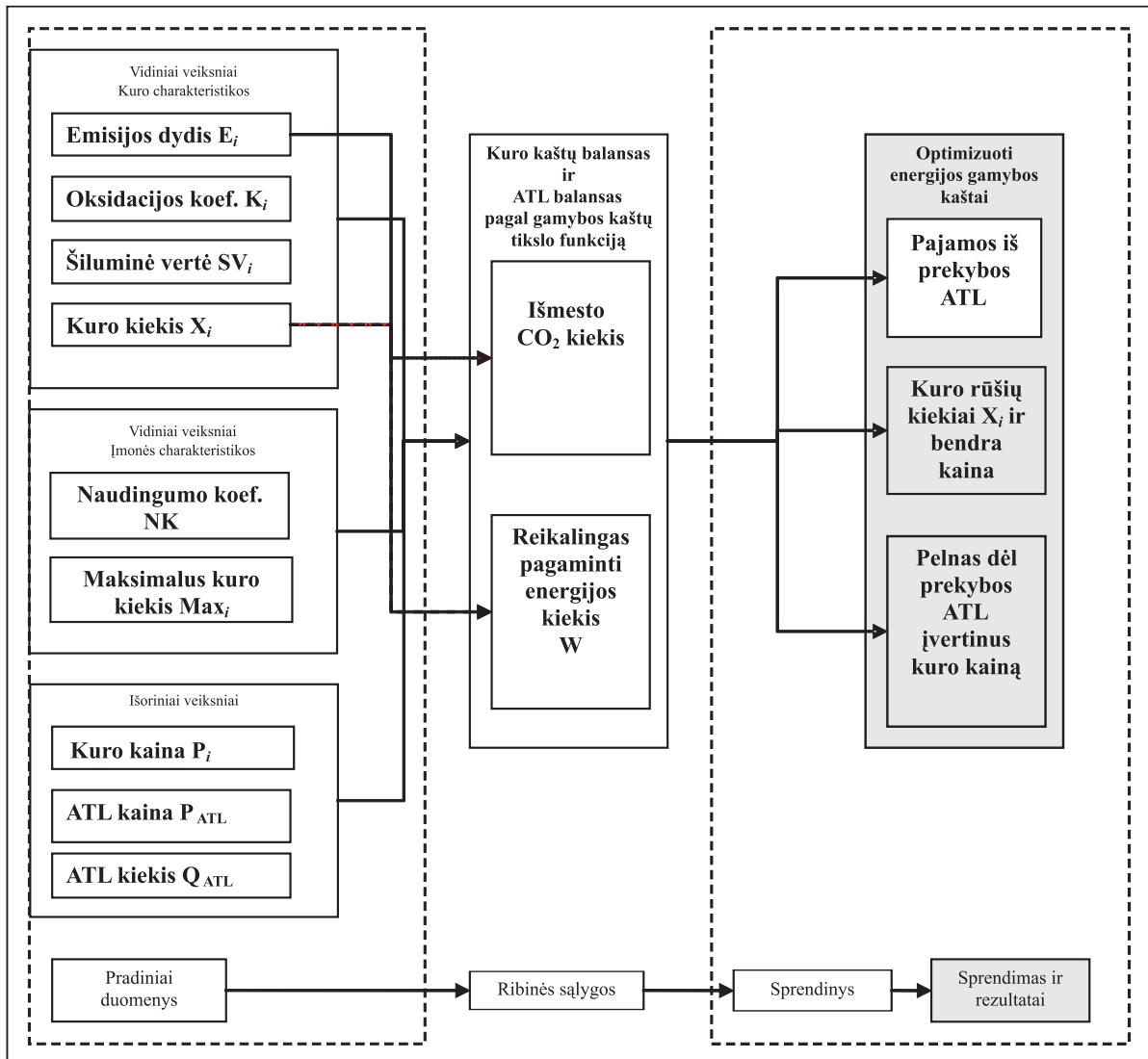
$$+ \left( \sum_{i=1}^N (X_i \cdot K_i \cdot E_i \cdot SV_i) - Q_{ATL} \right) \cdot P_{ATL};$$

čia  $N$  – galimų naudoti įmonėje kuro rūšių skaičius;

$X_i$  – suvartojamos įmonėje  $i$ -osios kuro rūšies kiekis per metus  $t$ .

Šio modelio tikslo funkcijos praktinė interpretacija yra įmonės kintami gamybos kaštai dėl dviejų veiksnių: kuro sąnaudų ir ATL. Ši tikslo funkcija neįvertina pastovijų gamybos kaštų (administracijos išlaikymo, energijos transportavimo) ir amortizacijos nuostolių. Tačiau šie veiksniai gali būti nesunkiai įvertinti toliau tobulinant modelį.

Optimalus sunaudojamų kuro rūšių kiekis nustatomas minimizuojant tikslo funkciją, t. y. ieškant tokių įvairių kuro rūšių deginimo proporcijų, kuomet tenkinamos nurodytos kraštinės sąlygos ir gamybos kaštai (t. y. tikslo funkcija) yra minimalūs. Šis modelis buvo sudarytas MathCAD specializuota matematinė programine įranga optimaliam sprendiniui surasti taikant Simplekso metodą.



1 pav. Įmonės kaštų optimizavimo modelio principinė schema

Nustačius optimalias kuro rūšių proporcijas, galima nesunkiai apskaičiuoti ir kitus dydžius, reikalingus formuojant racionalius įmonės verslo sprendimus: ATL perviršis arba trūkstamas kiekis, bendra gamybos kaštų suma, kaštai tik dėl CO<sub>2</sub> taršos, kaštai tik dėl kuro kainos ir t. t. Taip pat galima nesunkiai modeliuoti įvairias ateities situacijas, pvz., kaip ATL ir / arba kuro kaina rinkoje veikia optimalias kuro rūšių deginimo proporcijas. Atsakymai į šiuos klausimus gali parodyti, kokia ATL kaina galėtų lemti įmonės sprendimą keisti naudojamas kuro rūšis iš tradicinių energijos šaltinių (pvz., mazuto, dujų) į atsinaujinančiųjų energijos šaltinių (pvz., medieną). Pastaroji ATL kaina, kuriai esant įmonės gauna kainos signalą keisti vartojamo kuro rūšį, taip pat žymi ribą, nuo kurios prekyba ATL tampa veiksmingu aplinkosauginiu metodu.

#### 4. ĮMONĖS GAMYBOS KAŠTŲ, VYKDANT PREKYBĄ ATL, OPTIMIZAVIMO MODELIO TAIKYMAS

Sukurtas matematinis modelis buvo pritaikytas pasirinktam tyrimo objektui – realiai Lietuvos įmonei. Tyrimo objektu pa-

sirinkta Šiaurės Lietuvoje esanti katilinė, gaminanti tik šilumą. Šilumos gamybai naudojamas mazutas ir mediena. Nagrinėjamu atveju nėra galimybės naudoti dujas, nes nėra nutiestas dujotiekis. Planuojama, kad tokia galimybė atsiras nuo 2008 metų. Todėl nagrinėjami du kuro naudojimo variantai: esant galimybei deginti dujas ir nesant galimybės deginti dujas. Naudojant aprašytą modelį, buvo patikrintas kuro rūšių panaudojimo scenarijus, esant skirtingoms ATL kainoms. Nagrinėjamas scenarijus, kai ATL kaina kinta nuo 0 iki 40 eurų (40 eurų yra maksimali galima ATL kaina, nes tokio dydžio numatyta bauda už nesankcionuotą pašalintą 1 toną CO<sub>2</sub>), esant nekintamai kuro kainai, norint nustatyti, kuriai ATL rinkos kainai esant įmonė pajus ekonominę paskatą mažinti išmetamo CO<sub>2</sub> kiekį, siekdama optimizuoti gamybos kaštus.

Nagrinėjant pasirinktą atvejį daromos tokios prielaidos ir nustatomos šios pradinės sąlygos:

1. Visas prognozuojamas elektros ir šilumos gamybos poreikis įmoneje bus patenkintas.
2. Siekiant, kad įmonė laikytųsi kitų ES aplinkosauginių reikalavimų (pvz., neviršytų išmetamo sieros dioksido kiekio apribojimo), šilumos kiekio gamybai iš atskirų kuro rūšių buvo pritaikyti tokie apribojimai:

– šilumos gamyba deginant dujas gali sudaryti iki 100% visos pagamintos energijos (tai leidžia pasiekti techninės įmonės charakteristikos);

– šilumos gamyba deginant mazutą gali sudaryti iki 45% visos pagamintos energijos, o likusią dalį gali sudaryti dujos ir kitos kuro rūšys (taip išvengiama ES nustatytų sieros dioksido ribinių verčių aplinkos ore viršijimo).

– medienos deginimą apriboja instaliuota medienos katilų galia.

3. Remiantis Lietuvos įmonių praktika, apibrėžtas kuro rūšiai būdingas katilų naudingumo koeficientas, parodantis, kokia dalis kuro šiluminės energijos katilė virsta energija (kita dalis kuro šiluminės energijos yra energijos nuostoliai):

- mediena kūrenamų katilų naudingumo koeficientas – 0,9;
- dujomis kūrenamų katilų naudingumo koeficientas – 0,9;
- mazutu kūrenamų katilų naudingumo koeficientas – 0,8.

4. Įmonės gaminamos šilumos poreikis yra 205 000 MWh per metus.

5. Instaliuota galia yra 214 MW, iš kurių biokurui deginti instaliuota galia yra 10 MW.

6. Įmonės turimas ATL kiekis 2005–2007 metams yra lygus 177 428 ATL, arba  $Q_{ATL} = 59\,143$  ATL per metus [1].

Sprendžiami tokie optimizavimo uždaviniai:

1. *A variantas.* Optimizuojami kaštai, kai nėra galimybės naudoti dujas (iki įmonės nėra nutiestas dujotiekis) ir biokuras deginamas tik 10 MW (tokia šiuo metu yra galimybė) esant numatytoms kuro kainoms ir ATL kainai nuo 0 iki 40 eurų, nustatomas optimalus kuro rūšių kiekio santykis, atsižvelgiant į techninius apribojimus;

2. *B variantas.* Optimizuojami kaštai, kai yra galimybė naudoti dujas ir jas deginti mazuto katiluose. Nustatoma, koks dujų, mazuto ir medienos santykis būtų optimalus, esant numatytoms kuro kainoms ir ATL kainai nuo 0 iki 40 eurų, bei kokia ATL kaina skatintų perėjimą prie CO<sub>2</sub> neutralių kuro rūšių.

Matematinis modelis optimizuoja įmonės energijos gamybos kaštus prekiaujant ATL ir pateikia tokius rezultatus: ATL balansą, įvertinant pirktų / parduotų ATL kiekį priklausomai nuo jos rinkos kainos ( $P_{ATL}$ ); kuro kaštų balansą; bendrųjų kaštų balansą dėl prekybos ATL.

Esant paskirtam ATL kiekiui, nekintamam energijos poreikiui, fiksuotai kuro kainai, ribotoms katilų darbo valandoms ir nustatytam katilų naudingumo koeficientui bei nustatytam maksimaliai galimo kurenti mazuto santykiui (45% dėl sieros dioksido kiekio apribojimų), buvo išanalizuoti deginamų kuro rūšių santykių scenarijai ir gauti rezultatai, esant skirtingai ATL kainai.

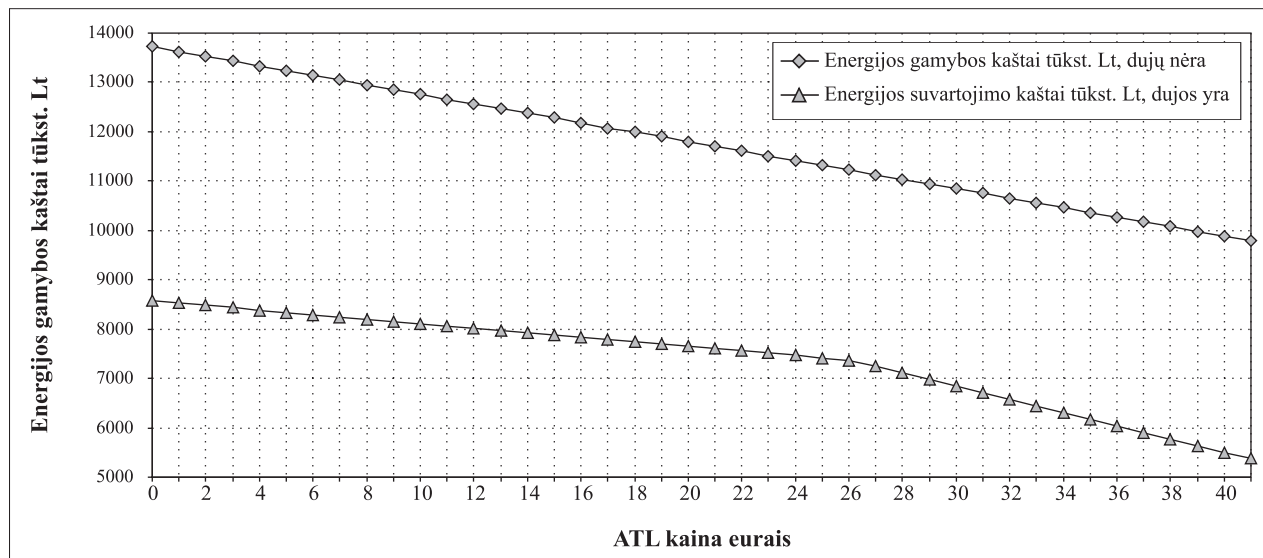
Modeliavimo rezultatai parodė, kad bet kuriuo atveju, esant dabartinėms ATL paskirstymo sąlygoms ir paskirtam ATL kiekiui Nacionaliniame apyvartinių taršos leidimų paskirstymo plane 2005–2007 metams, keičiant kuro rūšies santykius įmonėje susidaro skirtingas ATL kiekio likutis – kuo daugiau deginama medienos, tuo didesnis ATL likutis susidaro įmonėje ir tuo daugiau ATL įmonė gali parduoti.

Be to, atlikta energijos kaštų funkcijos jautrumo analizė, norint iširti ATL kainos pokyčio įtaką energijos gamybos kaštų pokyčiui. Jautrumo analizės rezultatai suteikia papildomos informacijos vykdant kaštų–naudos analizę, kuri, be kitų sričių, yra naudojama ir naujų aplinkosauginių priemonių efektyvumui nustatyti [23]. Jautrumas parodo, kad pakitus ATL kainai, pakis energijos gamybos kaštai. 2 paveiksle pavaizduota energijos gamybos kaštų ir ATL kainos priklausomybė esant galimybei deginti dujas ir energijos gamybos kaštų priklausomybė nesant galimybės deginti dujas.

2 paveiksle matyti, kad augant ATL kainai, energijos gamybos kaštai mažėja. Galima daryti išvadą, kad energijos gamybos kaštai yra mažai jautrūs ATL pokyčiams, o jautrumo kitimas yra tiesinis.

*A variantas.* Yra galimybė deginti dujas. Atlikus analizę paaiškėjo, kad kylant ATL kainai, energijos gamybos kaštai turi mažėjimo tendenciją, nes didėja ATL, kuriuos potencialiai galima parduoti rinkoje, skaičius. Esant ATL kainai, lygiai 27 eurai ar daugiau, ir norint įmonėje optimizuoti energijos gamybos kaštus, reikėtų maksimaliai deginti medieną ir likusią energijos gamybos paklausą patenkinti, deginant dujas. Šilumos gamybos kaštai mažėja lėčiau tol, kol pasiekama ATL kainos – 27 eurų – riba, o toliau, ATL kainai tolygiai augant, energijos gamybos kaina mažėja didesniu tempu.

Lūžis energijos gamybos kaštų kreivėje ties ATL kainos – 27 eurų – riba atspindi energijos gamybos kaštų sumažėjimą dėl



2 pav. Energijos gamybos kaštų ir ATL kainos priklausomybė esant galimybei deginti dujas arba jos nesant

kuro rūšies naudojimo prioriteto pakeitimo – perėjimo nuo maksimalaus galimo dujų kiekio deginimo prie maksimalaus medienos deginimo. Todėl nagrinėtu atveju įmonė gauna ekonominę paskatą (kainos signalą) pereiti prie CO<sub>2</sub> neutralaus kuro, kai ATL kaina pasiekia 27 eurus. Tik esant tokiai rinkos kainai, įmonė reaguos į šį ekonominį metodą ir keis kuro rūšį, t. y. tik esant tokiai kainai, metodas bus efektyvus ekonominiu ir aplinkosauginiu požiūriu.

*B variantas.* Nėra galimybės deginti dujas. Šiuo atveju (tokia situacija dabar yra šiaurinėje Lietuvos dalyje, kur nėra dujotiekio) įmonių pasirinkimas reaguoti į ATL kainos signalą yra ribotesnis. Atlikus šilumos gamybos kainos kitimo ir ATL kainos kitimo nuo 0 iki 40 eurų priklausomybės analizę paaiškėjo, kad esant bet kuriai ATL kainai įmonė optimizuos kaštus degindama maksimalų kiekį medienos ir likusią dalį energijos paklauso kompensuos gamindama energiją deginant mazutą. Todėl, kitaip negu esant galimybei deginti dujas, ATL kainų ir energijos gamybos kaštų kreivės neturi staigių lūžio taškų ir, didėjant ATL kainai, energijos gamybos kaštai mažėja dėl potencialios galimybės parduoti sutaupytus ATL.

Taip ATL kaina turės įtaką energijos gamybos kaštams. Pakitus ATL kainai 10% nuo atskaitinės kainos 20 eurų, gamybos kaštai pakinta 1,2%. Todėl galima daryti išvadą, kad energijos gamybos kaštai yra mažai jautrūs ATL kainos pokyčiams. Nagrinėtu atveju, ATL kainai padidėjus 50%, gamybos kaštai sumažėja 667 000 Lt, arba 8,72%, esant galimybei deginti dujas.

Pažymėtina, kad analizuojant kaštų optimizavimą, kai nėra galimybės deginti dujas, reikėtų išnagrinėti naujų investicijų į medienos katilų galingumo didinimą galimybes ir atsiperkamumą, atsižvelgiant į ATL kainas bei galimybę parduoti jų perteklių. Taip pat reikėtų įvertinti valstybės investicijas, reikalingas dujotiekiui nutiesti, ir kurių šių investicijų dalį būtų galima kompensuoti, parduodant sutaupytus ATL. Šių klausimų sprendimas galėtų būti tinkama tema tolesniems tyrimams.

Be to, pažymėtina, kad modelis taikomas atvejų nagrinėjimui trumpame laikotarpyje. Čia buvo nagrinėtas atvejis 2005–2007 metams (pirmasis ES prekybos laikotarpis). Trumpame laikotarpyje kuro kainos kinta nedaug, todėl jų vaidmenį gamybos kaštų dinamikoje galima laikyti nedideliu. Nagrinėjant energijos kaštų kitimą ilgame laikotarpyje (antruoju ES prekybos laikotarpiu 2008–2012 metais ir kitais laikotarpiais iki 2020 metų) būtų tikslinga analizuoti kuro kainos kitimo poveikį. Modelį būtų galima patobulinti, įgalinant prognozuoti energijos gamybos kaštus, didinant kuro kainas. Tai būtų aktualu, modelį taikant konkrečiai įmonei ir siūlant jai anglies valdymo strategijos variantus. Tačiau tikėtina, kad principinių skirtumų nuo gautųjų modelio rezultatų nebūtų: ekonominio metodo efektyvumą lemiantys veiksniai, įtraukti į modelį, nepakistų.

## 5. IŠVADOS

1. Pagal prekybos ATL teoriją, kaštų mažinimas yra pagrindinė rinkos dalyvių paskata ir prekybos ATL sistemos efektyvumą lemiantis veiksnys. Kuo aktyviau įmonės dalyvaus ES prekybos ATL sistemoje, tuo ši sistema bus efektyvesnė.

2. Įmonės sprendimą, kokios ATL valdymo strategijos imtis, lemia vidinių (įmonės technologinės galimybės sumažinti išmetamas šiltnamio dujas, įmonės vadovybės požiūris) ir išorinių

(tarptautinė, nacionalinė klimato kaitos politika, prekybos ATL sistemos taisyklės ir plėtra, energijos išteklių išsidėstymas ir plėtos tendencijos, konkurentai) veiksnų kompleksas.

3. Sukurtas matematinis įmonės kaštų optimizavimo ir ATL valdymo modelis apima nustatytus svarbiausius išorinius (ATL kiekį ir ATL kainą) ir vidinius veiksnus (įmonės gamybos ir kuro charakteristikos). Modelis nustato bendrąjį pelną arba nuostolį dėl prekybos ATL atsižvelgiant į išlaidas pasirinktos rūšies kurui.

4. Taikant optimizavimo modelį ir naudojant faktinius Lietuvos įmonės duomenis, nustatyta, kad nagrinėta įmonė gauna ATL kainos signalą pereiti prie anglies dioksidui neutralaus kuro (medienos), kai ATL kaina pasiekia 27 eurus. Tik esant tokiai rinkos kainai metodas bus efektyvus ekonominiu ir aplinkosauginiu požiūriu nagrinėjamai įmonei.

Gauta 2008 05 05

Priimta 2008 06 20

## Literatūra

1. Nacionalinis apyvartinių taršos leidimų paskirstymo planas 2005–2007 metams. LR aplinkos ministerija, Įsakymas Nr. DI-686, 2005. <http://www.nap.lt/lt/informacija>
2. Nacionalinis apyvartinių taršos leidimų paskirstymo planas 2008–2012 metams. LR aplinkos ministerija, Projektas 2007-04-18, 2007. <http://www.nap.lt/lt/informacija>
3. Aragon-Correa J. A., Sharma S. A contingent resource-based view of proactive corporate environmental strategy // *Academy of Management Review*. 2003. N 28(1). P. 71–88.
4. van den Bergh J. Handbook of Environment and Resource Economics // Bohm D. Government revenue Implications of Carbon Taxes and Tradable Carbon Permits: Efficiency Aspects. Edward Elgar, 1999. P. 268.
5. Boemare C., Quirion P. Implementing greenhouse gas trading in Europe: lessons from economic theory and international experiences // *FEEM Discussion Paper N 35*. 2002. <http://ssrn.com/abstract=315499>
6. Bostum T., Poysti E. Environmental Strategy in the Enterprise. Helsinki: Helsinki School of Economics, 1992.
7. Burtraw D., Palmer K., Bharvirkar R. Paul A. The effect of allowance allocation on the cost of carbon emission trading // *RFF Discussion Paper 01–30, Implementing Greenhouse Gas Trading in Europe: Lessons from Economic Theory and International Experiences*, 2001.
8. CAN-E ataskaita. National Allocation Plans 2005–2007: Do They Deliver? Key Lessons for Phase II of the EU ETS. Brussel, 2006.
9. Carbon Trust ataskaita. The European Emissions Trading Scheme: Implications for Industrial Competitiveness. JK, 2004.
10. Business Consequences of the EU Emissions Trading Scheme. CEPS task force report N 53, 2005.
11. Ellerman D. Emissions trading and environmental policy // *The Emissions Trader*. 1998. N 2(4). P. 1–5.
12. Gloski D., Hoag R., Plank K. Will the real allowance manager please stand up?: The organizational impact of the allowance trading program on utilities // *Proceedings of the AWMA Acid Rain Conference*. USA, 1995.

13. Grubb M. On the differentiating of quantified emission limitations and reduction objectives for annex 1 countries // Paterson M., Grubb M. (eds.). *Sharing the Effort, Options for Differentiating Commitments on Climate Change*. London: The Royal Institute of International Affairs, 1996. P. 45–60.
14. Emission trading and its possible impacts on investments decisions in the power sector // Renaud J. *International Energy Agency Information Paper*. 2003. P. 74.
15. Kruger J. A., Pizer W. A. Greenhouse gas trading in Europe: The new grand policy experiment // *Environment*. 2004. N 46(8). P. 17–25.
16. Levy D. L., Kolk A. Strategic response to global climate change: conflicting pressures in the oil industry // *Business and Politics*. 2002. N 4(3). P. 275–300.
17. NERA (National Economic Research Associates). *Alternatives for implementing the UK's national allocation plan // A report for the Department for Environment, Food and Rural Affairs, AEA Technology and SPRU University of Sussex*. London, JK, 2003-08-11.
18. Niininen H. *BALTREL Report on the consequences of emissions trading and different allocation methods to the functioning of the power market // Proceedings of the BASREC. Conference*. Tallinn, 2004.
19. Point Carbon ataskaita. *Uncertainty in EU ETS and post-2012 stunts growth in CDM/JI*. 2006-10-26. [www.pointcarbon.com](http://www.pointcarbon.com)
20. Pricewaterhouse Coopers ataskaita. *Emission Critical. Connecting Carbon and Value Strategies in Utilities*. 2004. P. 25.
21. Reiss A. Ramp up your emissions management and compliance performance through strategic modification of your technology infrastructure // *Proceedings of the Conference "European Emission Trading'05 IQPC"*. Brussel, 2005.
22. Roome N. *Developing Environmental management strategies // Business Strategy and the Environment*. 1992. N 1(1). P. 11–24.
23. Spadaro J. V. *Quantifying the Impacts of Air Pollution*. Centre d'Énergetique, Ecole des Mines de Paris, 1999.
24. Shrivastava P. *Environmental technologies and competitive advantage // Strategic Management Journal*. 1995. N 16. P. 183–200.
25. Tietenberg T. *Lessons from using transferable permits to control air pollution in the United States // van den Bergh J. (ed.). Handbook of Environment and Resource Economics*. Edward Elgar, 1999. P. 275–289.
26. EPA 430-B-03-002. *Tools of the Trade: A Guide to Designing and Operating a Cap-and-trade Program for Pollution Control // EPA Office of Air and Radiation*. 2003. <http://www.epa.gov/airmarkets/international/tools.pdf>
27. Wubben E. F. W. *The Dynamics of the eco-efficient economy // Environmental Regulation and Competitive Advantage*. Edward Elgar, 2001. P. 8.
28. Zapfel P. *The EU ETS after 2012: Building a global carbon market // Proceedings of the Conference "Future of EU ETS in Global Market"*. 2006. P. 45–51.

Rūta Bubnienė, Vytis Kopustinskas, Dalia Štreimikienė

#### COST OPTIMISATION OF ENERGY PRODUCING COMPANY IN THE EUROPEAN EMISSION TRADING SYSTEM

##### Summary

Although the European Union market of carbon dioxide emission allowances is immature, it presents potential opportunities for the companies involved for environmental improvements and optimal use of resources. Emission trading is designed to be a cost-managing instrument. However, evaluation of the first-year performance of the European Union Emission Trading scheme showed its weak environmental and economic impacts. This could be enhanced, among others, through a more active participation of the companies in the allowances trading. A company's enrolment in the trading scheme is based on saving costs, therefore, it is essential to explore the complexity of factors influencing trading and identify the internal opportunities of cost optimisation. The article presents a mathematical model of cost optimisation and focuses on the key factors influencing decision-making at a company level.

**Key words:** the EU emission trading scheme, emission allowance, production cost optimisation, linear programming, mathematical modelling

Рута Бубнене, Витис Копустинскас, Даля Штреймикене

#### ОПТИМИЗАЦИЯ РАСХОДОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ КОМПАНИИ В ЕВРОПЕЙСКОЙ СИСТЕМЕ ТОРГОВЛИ ДОПУСКАМИ ЭМИССИИ

##### Резюме

Европейский рынок торговли допусками эмиссии углекислого газа не является очень развитым, и это предоставляет участникам рынка потенциальные возможности для экологических решений и оптимального использования ресурсов. Торговля допусками эмиссии разработана как инструмент управления затратами. Однако оценка первого года работы в Европейском Союзе рынка торговли допусками эмиссии показала её слабое воздействие на экономику. Для того, чтобы система торговли допусками эмиссии была эффективной, в частности, необходимо более активное участие компании в торговле допусками. Участие компании в торговой схеме основано на экономии затрат, поэтому необходимо исследовать сложность факторов, влияющих на торговлю, и идентифицировать внутренние возможности оптимизации затрат. Представлена математическая модель оптимизации затрат компании, исследованы основные факторы, влияющие на принятие решений.

**Ключевые слова:** торговая система торговли допусками эмиссии в ЕС, допуск эмиссии, оптимизация расходов производства, линейное программирование, математическое моделирование