

RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE
Enerģētikas un elektrotehnikas fakultāte
Enerģētikas institūts

Marika ROŠĀ (ROCHAS)

**CO₂ EMISIJU SAMAZINĀJUMA MEHĀNISMU
ANALĪZE SADEDZINĀŠANAS IEKĀRTĀM
LATVIJĀ**

Promocijas darba kopsavilkums

Zinātniskais vadītājs
Dr. habil. sc. ing., profesors
IVARS VEIDENBERGS

Rīga 2006

Darba aktualitāte

Klimata pārmaiņas un globālā sasilšana vairs nav tikai mīts, bet gan zinātniski pierādīts fakts. Pēdējo gadu laikā dažādās pasaules valstīs tiek novērotas krasas izmaiņas dabā - postošas vētras, dažādu sugu izzušanas, temperatūras izmaiņas un citi mainīgi notikumi, kas likuši uzsākt nopietnas sarunas un diskusijas par šo tematu.

Jau 1992.gadā daudzu pasaules valstu diplomāti apvienojās vienotā cīņā ar klimata pārmaiņām, kad tika parakstīta un ratificēta Apvienoto Nāciju Organizācijas Vispārējā konvencija par klimata pārmaiņām (Konvencija), bet 1997.gadā - Kioto protokols. Kioto protokols ir vienīgais līdz šim brīdim izstrādātais akts, kas nosaka stingrus emisiju samazinājuma mērķus starptautiskā līmenī - samazināt siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisijas vismaz par 5% apmērā no 2008. līdz 2012.gadam, un tas stājās spēkā 2005.gadā.

Arī Latvija bija starp tām valstīm, kas 1995.gadā pievienojās Konvencijai un 2002.gadā ratificēja Kioto protokolu, tādējādi uzņemoties virkni starptautisku saistību. Latvijas mērķis ir 8% samazinājums pret 1990.gada SEG emisijām.

2004.gada 1.maijā Latvija iestājās Eiropas Savienībā (ES) un apņēmas īstenot Eiropas politikas principus un ieviest tos arī Latvijā. Tai skaitā arī enerģētikas un vides sektorā. ES ir jau izstrādājusi virkni direktīvu, lai dalībvalstīs papildus uzmanību tiktu pievērsta energoefektivitātes paaugstināšanas jautājumiem gan mājsaimniecības, gan ražošanas sektoros, kā arī tajās tiktu veicināta atjaunojamo energoresursu izmantošana.

Lai gan Latvijai nebūs grūtību izpildīt savas saistības attiecībā pret Kioto protokolu 2008.-2012.gadā, jo SEG emisiju daudzums kopš 1990.gada dažādu iemeslu dēļ ir samazinājies vairāk nekā 2 reizes, Latvija ir ierindota starp tām ES valstīm, kurām ir liels tehniskais potenciāls palielināt energoefektivitāti un samazināt SEG emisijas.

Lai to panāktu, ir nepieciešama izpēte par tiem ekonomiskajiem instrumentiem, kas veicinātu uzņēmumus veikt kādus SEG emisiju samazinošus pasākumus.

Darba mērķi

Promocijas darba galvenie mērķi ir šādi:

1. Veikt emisijas kvotu tirdzniecības scenāriju analīzi, lai izveidotu Latvijas apstākļiem piemērotu emisijas kvotu noteikšanas un sadales metodiku emisijas kvotu aprēķinam sadedzināšanas iekārtām, kas piedalās ES emisiju tirdzniecības sistēmā no 2005. līdz 2007.gadam.

2. Balstoties uz pirmā emisiju tirdzniecības gada monitoringa rezultātiem un vienā siltumapgādes uzņēmumā ieviestā monitoringa gaitu, analizēt tā rezultātus un nenoteiktības ietekmi uz monitoringa mērījumiem, kā arī izvērtēt iespējas energoapgādes uzņēmumos paaugstināt darbības efektivitāti.
3. Analizēt CO₂ nodokļa likmes un emisijas kvotu cenas, lai novērtētu šo finanšu instrumentu priekšrocības un trūkumus un rosinātu uzņēmumus samazināt siltumnīcefekta gāzu emisijas, optimizējot to lielumus atkarībā no energoefektivitātes paaugstināšanas un kurināmā nomaiņas viedokļa.
4. Izstrādāt CO₂ emisiju līmeņatzīmju noteikšanas metodiku energoapgādes uzņēmumiem, lai vienkāršotu emisiju kvotu sadali un lai nākamajiem emisiju tirdzniecības periodiem par galveno izvirzītu katra emisiju tirdzniecības dalībnieka darbības orientāciju uz ietekmes uz klimata pārmaiņām samazinājumu.

Izpētes metodika

Balstoties uz promocijas darba izstrādes laika savāktiem viena energoavota monitoringa datiem, ir veikta to matemātiskā analīze, izmantojot matemātiskās statistikas metodi - regresijas analīzi - analizēta CO₂ emisiju daudzumu izmaiņas atkarībā no kurināmā patēriņa, saražotās siltumenerģijas, lietderības koeficienta un citu parametra izmaiņām. Veikta regresijas analīzes korekta lietojuma nosacījumu pārbaude, aplūkojot atkarīgo mainīgo sadalījumu likumu, autokorelāciju, multikolinearitāti un heteroscedascitāti. Veikts monitoringa datu nenoteiktības novērtējums. Iegūtās sakarības izmantotas emisijas kvotu tirdzniecības ietekmes optimizācijai.

Darba zinātniskā nozīme

Darbā piedāvātas un aprobētas izvērtēšanas metodikas diviem CO₂ emisiju samazināšanas mehānismiem (emisiju tirdzniecība un CO₂ nodoklis), kuri šobrīd ir ieviesti Latvijā.

Emisiju tirdzniecības un CO₂ nodokļa mehānismu attīstībai izstrādātas un aprobētas vairākas metodikas:

- piešķiramo emisijas kvotu noteikšanas metodika, ar kuras palīdzību var tikt aprēķinātas emisijas kvotas katram uzņēmumam Latvijā, kas piedalās emisijas kvotu tirdzniecības sistēmā;
- monitoringa datu analīzes metodika, kas balstīta uz viena energoavota monitoringa datu vākšanu gada griezumā un ar kuras palīdzību ir iespējams veikt CO₂ emisiju analīzi un atrast galvenos

parametrus, kas veicinātu emisiju samazināšanu, kā arī var novērtēt nenoteiktības ietekmi uz emisijas kvotu sadales principiem nākotnē;

- CO₂ nodokļa izvērtēšanas un enerģijas izmaksu optimizācijas metodika, ar kuras palīdzību var veikt dažādu CO₂ nodokļu analīzi, ņemot vērā izmaksas, kas saistītas ar šo emisiju samazināšanu, un meklēt optimumu starp emisijas kvotām, nodokļiem un kapitālieguldījumiem;
- emisiju kvotu noteikšanas līmeņatzīmes metodika, kas balstās uz reāliem 35 Latvijas siltumapgādes uzņēmumu 2005.gada darbības datiem, kuri atšķiras gan ar kurināmo, gan energoefektivitātes līmeņiem, gan arī saražotās enerģijas apjomiem.

Darba praktiskā nozīme

Darba praktiskā nozīme ir saistīta ar to, ka Latvijas valsts spēja līdzvērtīgi piedalīties emisiju tirdzniecības shēmas realizācijas pirmajā posmā Eiropā, jo tā rezultāti tika pakāpeniski izmantoti pirmā Nacionālā emisiju kvotu sadales plāna 2005.-2007. gadam i/slrādē un metodikas izveidē. Abus rezultātus akceptēja Eiropas Savienība 2004. gadā. Promociju darba izstrādes laikā izpētes rezultāti tika izmantoti otrā Nacionālā emisiju kvotu sadales plāna 2008.-2012. gadam izstrādei, meto-likās pilnveidošanai un pamatojumam.

Doktorantūras laikā izstrādāto un darbā aprakstītās metodikas var izmantot plaša auditorija:

- Valsts - izstrādāto metodiku līmeņatzīmes noteikšanai katlu mājām atbildīgā ministrija (Vides ministrija) varēs izmantot dialogā ar Eiropas Komisiju, kad tiks apspriestas harmonizētās līmeņatzīmes ES līmenī. Metodika ir arī labs pamats turpināt līmeņatzīmju noteikšanu koģenerācijas iekārtām, kā arī rūpniecības uzņēmumiem. Apkopotos rezultātus par CO₂ nodokļa likmi atbildīgā ministrija varēs ņemt vērā, izstrādājot jaunus vai mainot esošos likumdošanas aktus.
- Energoapgādes uzņēmumi - ar darbā piedāvāto monitoringa rezultātu analīzi un līmeņatzīmju metodiku uzņēmumi varēs atrast un novērtēt savas SEG emisijas un citus rādītājus attiecībā pret citiem uzņēmumiem Latvijā un pasaulē.
- Investori - papildus citu aspektu izvērtējumam, metodika ļaus izvērtēt un izsvērt arī visus ar vidi saistošos aspektus un nosacījumus.

Darba aprobācija

Par darba rezultātiem ir ziņots un tie ir apspriesti:

1. Starptautiskā seminārā *"District Heating Policy in Transition Economies"* ar referātu "Emission Trading Scheme. How it affects District Heating" Prāgā, Čehijā, 2004.gada 23.-24.februārī.
2. Starptautiskā seminārā *"Emission trading - challenges for Industries"* Tallinā, Igaunijā. 2004.gada 13.-14.maijā.
3. Seminārā *"Par piesārņojumu"* Latvijas energoapgādes uzņēmumu pārstāvjiem ar referātu "Emisijas kvotu sadales principi siltumapgādes uzņēmumiem Latvijā" Rīgā, Latvijā, 2004.gada 22.jūlijā.
4. Ar referātu "Emisijas kvotu sadales plāns 2005.-2007.gadam" seminārā *"Emisijas kvotu tirdzniecības sistēma Latvijā"* Rīgā, Latvijā, 2004.gada 23.septembrī.
5. 45. RTU zinātniskajā konferencē ar referātu "CO₂ nodokļa ieviešanas analīze" Rīgā, Latvijā, 2004.gada 15.-16.oktobrī.
6. Starptautiskā konferencē *"Climate Technology Initiative"* Leipcigā, Vācijā, 2004.gada 16.-20.oktobrī.
7. Starptautiskā konferencē *"Energy Efficiency"* Vīnē, Austrijā, 2004.gada 21.-22.oktobrī.
8. 46. RTU zinātniskajā konferencē ar referātu "Līmeņatzīmju metodes izmantošana emisiju kvotu noteikšanai" Rīgā, Latvijā, 2005.gada 14.oktobrī.
9. Latvijas Universitātes 64. zinātniskā konferencē ar referātu "CO₂ emisijas avotu darbības analīze" Rīgā, Latvijā, 2006.gada 31.janvārī.
10. Starptautiskā simpozijā *"2nd International Symposium on Energy, Informatics and Cybernetics: EIC2006"* Orlando, ASV, 2006.gada 16.-19.jūlijā.

Autores publikācijas

1. A.Blumberga, D.Blumberga, M.Blumberga, P.Cikmačs, I.Veidenbergs, Efektīva apgaisme // Mācību līdzeklis, Rīga, 2002, 124 lpp.
2. M.Blumberga, D.Blumberga, Challenges and Chances for Climate Technology in Latvia. Country report // Conference "Climate Technology", Tutzing, Germany, 20-24 September 2003.
3. M.Blumberga, I.Veidenbergs, D.Blumberga, Uzņēmumu emisijas kvotu novērtējuma pamatnostādnes // Latvijas Fizikas un tehnisko zinātņu žurnāls, 4.sērija, Rīga, 2004, 3-12.lpp.
4. C.Rochas, D.Blumberga, M.Blumberga, The performance of Feed-in Tariff to promote cogeneration in Latvia // Special number of "Energia pieniadzei srodowiska" - proceedings of the Conference "CHP market

with the prospect of implementation of EU CHI Directive (on the promotion of cogeneration based on a useful heat demand in the internal energy market)". Warsaw, Poland. 16 March 2004.

5. M.Blumberga, I.Binovska, I.Veidenbergs, CO₂ nodokļa ieviešanas analīze // Rīgas Tehniskās universitātes Zinātniskie raksti. 4. sērija, 12. sējums, Rīga, 2004, 24.-31. lpp.
6. D.Blumberga, M.Blumberga, Energoserviss. Energoefektivitāte. 1.grāmata // Rīga, 2004, 127 lpp.
7. M.Blumberga, Development and future of emission trading scheme in Latvia // Conference "Climate Technology Initiative", Leipzig, Germany, 16-20 October 2004.
8. M.Blumberga, D.Blumberga, C.Rochas, Analysis of Energy Efficiency Measures in Latvia. Potential of Emission Trading // Conference "Energy Efficiency", Vienna, Austria, 21-22 October 2004.
9. D.Blumberga, M.Blumberga, What it is possible to achieve with lighting training? Lessons learned in Latvia // The 6th International Conference on Energy-Efficient Lighting, Right Light 6, 9-11 May, 2005, Shanghai, China.
10. D.Blumberga, M.Blumberga, I.Veidenbergs, CO₂ laxes as economical tool for energy efficiency. Analysis of CO₂ tax impact on energy efficiency projects in Latvia // Latvian Journal of Physics and Technical Sciences, issue 3, 2005, p.3-12.
11. M.Blumberga, Līmeņatzīmju metodes izmantošana emisiju kvotu noteikšanai // RTU Zinātniskie raksti "Enerģētika un elektrotehnika", 4.sērija, 14.sējums, Rīga, 2005, 278.-284.lpp.
12. M.Blumberga, CO₂ emisijas avotu darbības analīze // Latvijas Universitātes 64. zinātniskā konference. Ģeogrāfija. Ģeoloģija. Vides zinātne: referātu tēzes. Rīga, LU, 2006, 223.lpp.
13. M.Blumberga, I.Veidenbergs, D.Blumberga, I.Dadžāne, Energoavota kurināmā patēriņa noteikšanas nenoteiktība // Latvian Journal of Physics and Technical Sciences, issue 3, 2006.
14. M.Blumberga, I.Veidenbergs, Emission benchmarks for energy installations in Latvia // The 10th World-Multi Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics, Volume VII, 2006, p.242-246.
15. M.Blumberga, I.Veidenbergs, Emisiju līmeņatzīmju aprēķins sadedzināšanas iekārtām // RTU Zinātniskie raksti "Enerģētika un elektrotehnika", Rīga, 2006 (publicēšanā)

Darba struktūra un apjoms

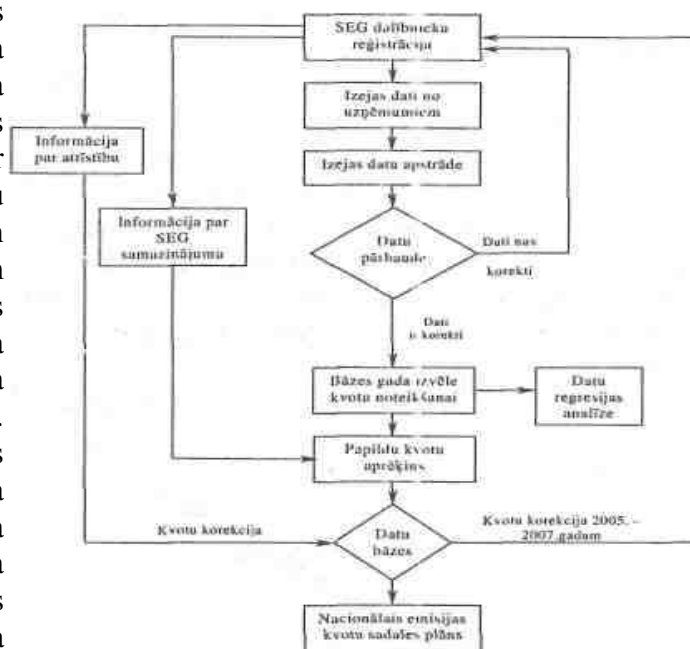
Darbs sastāv no ievada, 5 nodaļām un secinājumiem. Tajā ir 128 lappuses, t.sk., 68 attēli, 18 tabulas un literatūras saraksts ar 99 literatūras avotiem. Kopsavilkumā netiek aplūkots literatūras apskats.

1. Emisiju tirdzniecības sistēmas izveide Latvijā

Eiropas Savienības (ES) emisiju tirdzniecības sistēmas (ETS) izveide līdz 2004.gada 31.decembrim bija obligāta katrai dalībvalstij, tajā skaitā arī Latvijai, kas tika uzņemta ES 2004.gada 1.maijā.

ETS izveides darbs tika sākts kā projekts sadarbībā ar Vides ministriju, un projekta zinātniskie rezultāti un metodikas ir apkopoti un analizēti promocijas darbā. ETS izveides darba rezultātā tika izveidots Latvijas Nacionālais emisijas kvotu sadales plāns (Plāns) 2005.-2007.gadam. Tā kā ES ETS tika veidota pirmoreiz, bija nepieciešama būtiska priekšizpēte un analīze, tajā skaitā par iespējamo emisijas kvotu noteikšanas un sadales iespējām. ES dalībvalstu emisijas kvotu sadales plānu ļoti īso izstrādes termiņu dēļ dalībvalstis

zināmā mērā katra izvēlējās savu pieeju Plāna sagatavošanai, izstrādes starposmus koordinējot ar ES siltumnīcefekta gāzu emisiju monitoringa un ziņošanas vadlīnijām (Monitoringa un ziņošanas vadlīnijas), kuras arī Plāna izstrādes gaitā tika papildinātas un labotas. Darbā ir aplūkota Latvijas pieeja un pieredze Plāna izstrādē, kā arī tika pamatota bāzes gada izvēle, papildus emisijas kvotu piešķiršana uzņēmumiem, kā arī aprēķinātas rezerves emisijas kvotas valsts līmenī



1.1.att. Kopējā emisijas kvotu daudzuma noteikšanas algoritms

Kopējā emisijas kvotu daudzuma noteikšanas algoritms parādīts 1.1.attēlā, un katra algoritmā norādītā aktivitāte ir detalizēti apskatīta un analizēta promocijas darbā.

2. CO₂ emisiju monitorings un mērījumu nenoteiktība

2.1. CO₂ emisiju monitorings

Lai novērtētu monitoringa sistēmas nepieciešamību, efektivitāti un turpmākās darbības, promocijas darbā tiek analizēti viena Latvijas siltumapgādes uzņēmuma dati, kurš piedalās ES ETS.

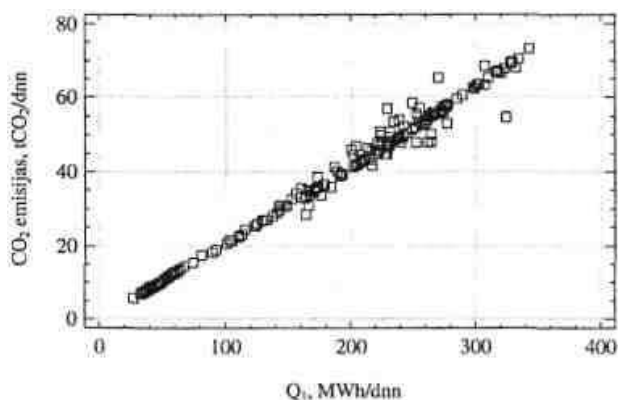
Lai nodrošinātu precīzu un ticamu SEG emisiju kontroli un pilnvērtīgu ikgadējā pārskata sagatavošanu saskaņā ar Eiropas Komisijas lēmumu 2004/156/EK, ar kuru nosaka siltumnīcefekta gāzu emisiju monitoringa un ziņošanas vadlīnijas saskaņā ar Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīvu 2003/87/EK (Monitoringa un ziņošanas vadlīnijas), monitoringa laikā ir jāievēro virkne principu, kas reglamentē mērāmos parametrus un to noteikšanas precizitāti.

Saskaņā ar Monitoringa un ziņošanas vadlīnijām SEG emisiju monitorings var tikt veikts divējādi:

- izmantojot aprēķinu metodi;
- veicot parametru mērījumus.

Būtībā direktīva uzņēmumiem ļauj izmantot visvienkāršāko metodi -- aprēķinus, bet vienlaikus uzņēmumam ir obligāti jānodrošina, ka mēraparāti darbības datu uzskaitē atbilst visiem standartiem un ir pārbaudīti un kalibrēti. Katram uzņēmumam, kurš piedalās ES ETS, ir jāizstrādā CO₂ monitoringa metodika.

Promocijas darbā ir apstrādāti un analizēti monitoringa laikā veikto



mērījumu dati. Analizējamo datu kopa ir $n = 365$, un tie reprezentē dienas vidējos lielumus. Variācijas analīzes rezultātā tika noskaidrots, ka statistiski būtiska ir avota slodze Q_1 (skat.2.1.attēlu), kurināmā sadegšanas siltums un avota

2.1.att. CO₂ emisiju izmaiņas atkarībā no avota diennakts slodzes

lietderības koeficients η . Šos lielumus saista regresijas vienādojums:

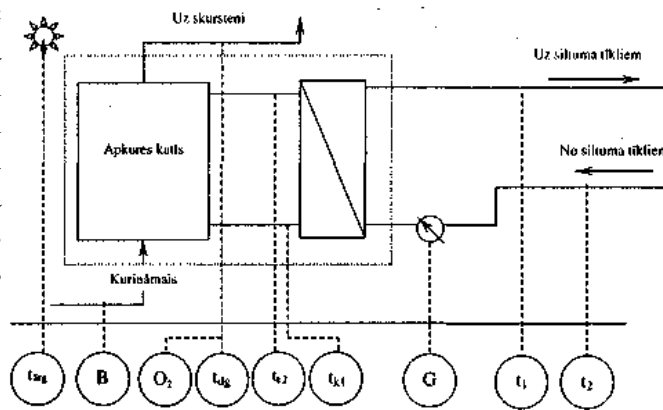
$$CO_2 = -25,76 - 9,47 \cdot \eta^2 + 0,21 \cdot Q_1 + 1,03 \cdot Q_z^d, tCO_2 / dn. \quad (2.1)$$

Vienādojumam $R^2 = 0,99$ Durбина-Vatsona statistika ir $DW = 1,51$ un nav vērojama būtiska korelācija starp neatkarīgajiem mainīgajiem lielumiem. Aplūkojot neatkarīgos mainīgos, ir redzams, ka Q_1 nosaka patērētāja enerģijas pieprasījums, Q_z^d atbilst AS "Latvijas Gāze" piegādātās dabas gāzes sadegšanas siltuma mēneša vidējai vērtībai un ietekmējama ir tikai lietderības koeficienta vērtība. Atkarībā no slodzes enerģijas izstrādi nodrošina viens vai vairāki katli, un aplūkojamais lietderības koeficients ir atsevišķā gadījumā katla efektivitātes rādītājs, piemēram, vasarā, vai divu katlu vidējās efektivitātes rādītājs, piemēram, ziemā. Taču katlu energoefektivitātes paaugstināšana ir iespējama galvenokārt konkrētā iekārtā, tāpēc ir nepieciešama sīkāka informācija par iekārtas energoefektivitāti.

Lai rastu atbildes uz šiem jautājumiem, ar esošo monitoringa sistēmu

nepietiek, tāpēc promocijas darba ietvaros tika veikti papildu mērījumi katlu mājā. Papildu eksperimenta laikā strādāja vasaras slodzei paredzētais 3,2 MW katls.

Kopā tika veikti 35 mērījumi ik pa stundai no 2005.



2.2.att. CO₂ emisiju monitoringa eksperimentālā shēma

gada 11.jūlija līdz

15.jūlijam, un noteikti 11 dažādi parametri (skat. 2.2.attēlu). Datu statistiskā apstrāde un daudzfaktoru empīriskā modeļa izveide tika veikta ar datorprogrammas STATGRAPHICSPlus palīdzību.

Izpētes rezultātā, balstoties uz eksperimentā realizētajiem režīmiem, iegūts vienādojums, kurš nosaka avota lietderības koeficienta izmaiņas:

$$\eta = 1,048 - 0,0385 \cdot \alpha - 0,516 \cdot 10^{-3} \cdot t_g - 0,0247 \cdot 10^{-3} \cdot t_{k2} \quad (2.2)$$

Izveidotā empīriskā modeļa datu statistiskās apstrādes rezultātā noteiktā R^2 vērtība ir 0,99. Tas nozīmē, ka izveidotais modelis (2.2) izskaidro 99% no analizējamo režīmu lietderības koeficienta izmaiņām.

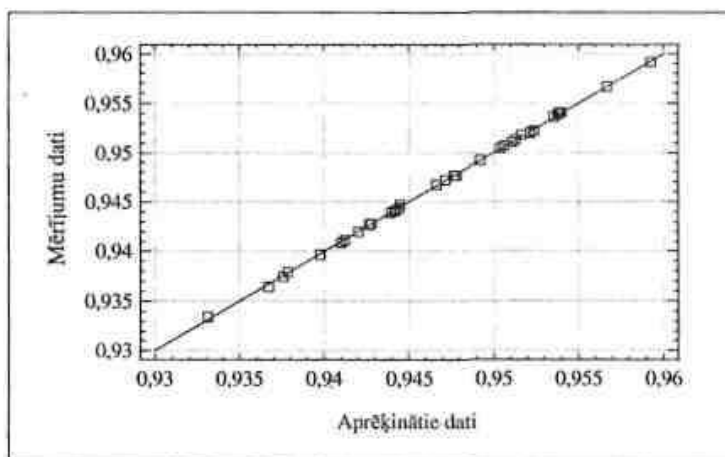
Regresijas analīzes gaitā katrā tās posmā izdarītas pārbaudes par veiktā soļa pareizību un iespēju pāriet pie analīzes nākamā posma. Ir izvērtēts regresijas analīzes rezultāts - lietderības koeficientu aprakstošs empīriskais modelis regresijas vienādojuma (2.2) veidā. Veiktā analīze ļauj izdarīt šādus secinājumus:

- datu regresijas analīzes lietojums ir korekts, jo atkarīgie mainīgie lielumi pakļaujas normālam sadalījuma likumam;
- empīriskais modelis regresijas vienādojuma (2.2) veidā ietver sevī galvenos lietderības koeficientu nosakošus faktorus, to zīmes vienādojumā ir loģiskas un atbilst procesu fizikālajam skaidrojumam;
- mazāko kvadrātu metodes lietojums lielumu noteikšanā ir pamatots un šo lielumu vērtības nav izkropļotas, jo noteiktais DW kritērijs ir lielāks par robežvērtību 1,4;
- regresijas vienādojuma koeficientu novērtējums ir korekts, jo starp tiem nav vērojama korelācija;
- datu novērtējuma standarta kļūda ir novērtēta korekti, jo atlikumu sadalījums atkarībā no atkarīgiem un neatkarīgiem mainīgajiem ir vienmērīgs.

Empīriskā modeļa adekvātuma pārbaudei ir salīdzināti empīriskie un aprēķinātie dati (skat. 2.3.attēlu). Kā redzams 2.3.attēlā, vērojama ļoti laba korelācija starp abām datu kopām. Tas nozīmē, ka:

- empīriskais modelis ir lietojams lietderības koeficienta aprēķiniem, kā arī tā izmaiņu prognozēm;
- vienādojums lietojams katlu iekārtu darbināšanas režīmu izvērtēšanai.

Promocijas darbā iegūtais empīriskais vienādojums (2.1) - modelis CO_2 emisiju aprēķiniem - saista monitoringa laikā mērītos un aplūkotajam procesam būtiskus parametrus - avota slodzi Q_1 , kurināmā sadegšanas siltumu Q_z^d un avota lietderības koeficientu n



2.3.att. Lietderības koeficienta eksperimentālo un ar regresijas vienādojumu veikto aprēķinu datu salīdzinājums

Regresijas vienādojums apskatītajā energoavotā lietojams analizējamo datu aprakstam to izmaiņu robežās:

- lietderības koeficients η no 0,91 līdz 0,99;
- diennakts siltumenerģijas izstrāde Q_1 no 30 līdz 350 MWh;
- dabas gāzes zemākais sadegšanas siltums Q_z^d no 33,54 līdz 33,67 MJ/m³.

Katlu lietderības koeficientu izmaiņas ir pētītas papildu eksperimentu laikā. Izpētes rezultātā ir iegūts regresijas vienādojums (2.2), kurš saista lietderības koeficienta izmaiņas ar tās ietekmējošiem faktoriem.

Regresijas vienādojums apskatītajā energoavotā lietojams analizējamo datu aprakstam to izmaiņu robežās:

- dūmgāzu temperatūra t_g no 80 līdz 135°C;
- gaisa patēriņa koeficients a no 1,16 līdz 1,26;
- katla ūdens temperatūra izvadā t_{k2} no 70 līdz 85°C.

2.2. CO₂ emisiju mērījumu nenoteiktība

Saskaņā ar Monitoringa un ziņošanas vadlīnijām viens no būtiskākajiem monitoringa īstenošanas principiem ir iegūto datu pareizība un precizitāte. Ir nepieciešams, lai mērījumu un SEG emisiju aprēķinu ceļā noteikto lielumu neprecizitāte būtu iespējami mazāka. Šim nolūkam emisiju tirdzniecības dalībniekiem ir jāizvēlas tādas kontroles metodikas, kuras ietver mērīšanas un aprēķinu metožu izvēli, kā arī darbības datu, emisijas un oksidācijas koeficientu noteikšanas specifisku līmeņu izvēli. Konkrētā līmeņa izvēli iekārtām nosaka, balstoties uz to kopējā gada CO₂ emisiju apjoma un izmantojot apjomu lieluma principu: jo lielāks emisiju apjoms, jo augstāks līmenis. Tas nozīmē, ka iekārtām ar lielāku emisiju apjomu ir jānodrošina augstāka datu ieguves precizitāte un tātad zemāka nenoteiktības vērtība.

Emisiju mērījumu nenoteiktības noteikšanai tiek izmantoti dati no augstāk aprakstītās katlu mājas, kurā siltumenerģijas izstrādei izmanto dabas gāzi, piedalās CO₂ kvotu tirdzniecībā un emisiju monitoringu sāka ar 2005.gada 1.janvāri. Monitoringa gaitā uzņēmumā reģistrēja dabas gāzes un siltuma skaitītāju diennakts rādījumus, un diennakts dati tika izmantoti turpmākajā analīzē. Spriežot pēc pieteiktā emisiju apjoma, uzņēmumam piemērojamas 2. vai augstākam līmenim atbilstošas monitoringa metodes.

Galvenie nenoteiktību avoti aplūkojamajā uzņēmumā, kas promocijas darbā tiek aprēķināti, ir:

- dabas gāzes patēriņa mērījumi;
- faktiskā kurināmā sadegšanas siltuma izmaiņas;
- emisiju faktora novērtējuma precizitāte.

CO₂ emisiju standartnenoteiktības kvadrātu aprēķiniem tika izmantots vienādojums:

$$u_c^2(M) = \left(\frac{\partial M}{\partial B} u(B)\right)^2 + \left(\frac{\partial M}{\partial Q_z^d} u(Q_z^d)\right)^2 + \left(\frac{\partial M}{\partial R} u(R)\right)^2 \quad (2.3)$$

kur

$\frac{\partial M}{\partial B}$; $\frac{\partial M}{\partial Q_z^d}$; $\frac{\partial M}{\partial R}$ - attiecīgo parametru jutības koeficienti c_i ;

$u(B)$; $u(Q_z^d)$; $u(R)$ - attiecīgo parametru standartnenoteiktības.

CO₂ emisiju standartnenoteiktība promocijas darbā tika aprēķināta pie dažādām slodzēm - 40; 200; 300 MWh/dn. Dabas gāzes patēriņa, kurināmā zemākā sadegšanas siltuma un emisijas faktora novērtējumi, standartnenoteiktības, jutības koeficienti, kā arī atsevišķu lielumu nenoteiktību komponentes CO₂ emisiju nenoteiktībā aprēķinu rezultāti doti 2.1.tabulā.

2.1.tabula

Nonoteiktību analizē izmantotie lielumi un to raksturojumi

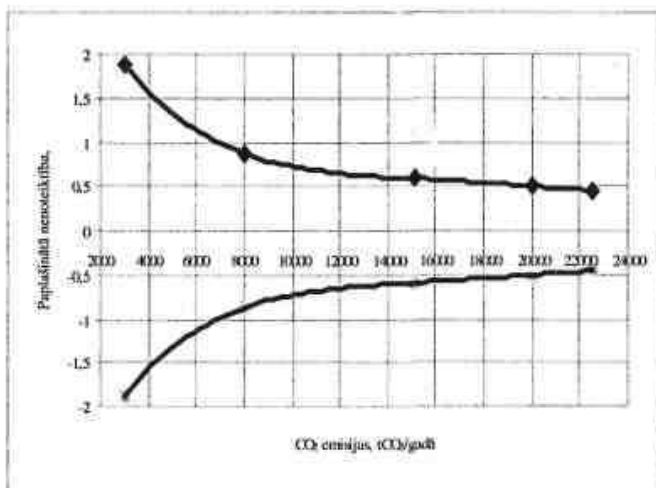
Lielums, X_i	Novērtējums, x_i	Standarta nenoteiktība, $u(x_i)$	Jutības koeficients, c_i	Standarta nenoteiktības komponente, $u_i(y)$	Ieguldījuma indekss, %
Dabas gāzes patēriņš, m ³ /h	185,1	1,74	0,045	0,078	98,7
Zemākais sadegšanas siltums, TJ/milj.m ³	33,62	0,011	0,248	0,0027	0,1
Emisijas faktors, tCO ₂ /TJ	56,1	0,058	0,149	0,0086	1,2
CO ₂ emisijas diennaktī, tCO ₂ /dn	8,43			0,0785	

Kā 2.1.tabulā apkopotie dati rāda, šajā uzņēmuma darbības režīmā (40 MWh/dn) diennakts emisiju daudzums ir 8,43±0,16 tCO₂.

Šajā darbā analizētā metodika ir izmantojama arī, lai izvērtētu aplūkoto lielumu izmaiņas uzņēmuma darbībai mēneša un gada griezumā. Faktisko nenoteiktību var noteikt, veicot detalizētus diennakts, mēneša un gada uzņēmuma darbināšanas režīmu aprēķinus, izmantojot monitoringa gada datus līdzīgi iepriekš aplūkotajam. Tas ir darbietilpīgs process, jo jāveic gada laikā realizēto režīmu analīze un aprēķins. Ātrāk nenoteiktības novērtējumu var iegūt interpolācijas ceļā, izmantojot uz režīmu aprēķinu pamata veidotus grafikus. Aprēķinātās paplašinātās nenoteiktības relatīvās

vērtības izmaiņas atkarībā no gada emisiju vērtībām analizējamajam uzņēmumam grafiski parādītas 2.3.attēlā.

Piemēram, ja uzņēmuma Monitoringā ir noteikts, ka CO₂ emisijas ir 10000 tCO₂/gadā, tad paplašinātā nenoteiktība ir ±0,75%. Atbilstoši prasībām par



2.4.att. Paplašināto relatīvo nenoteiktību izmaiņas atkarībā no uzņēmuma ikgadējām CO₂ emisijām

nenoteiktību ziņošanu gada emisijas jāuzrāda kā lielums un tā paplašinātā nenoteiktība, kura atbilst 95% varbūtības intervālam: 10000±75 tCO₂/gadā. Pieraksts ir jāsaprot kā apgalvojums, ka uzņēmuma gada emisijas ir robežās no 9925 tCO₂/gadā līdz 10075 tCO₂/gadā. Teiktajam ir praktiska nozīme kvotu tirdzniecībā. Ja uzņēmumam ir izsniegta atļauja emisijām 10000 tCO₂/gadā, tad, pārsniedzot šo vērtību ne vairāk kā 75 tCO₂/gadā, uzņēmumam kvotas nebūtu jāpērk. Arī emisiju samazinājuma gadījumā līdz 9925 tCO₂/gadā nav pamata kvotu pārdošanai.

3. CO₂ nodokļa Latvijā analīze

3.1. Esošā CO₂ nodokļa analīze

Dabas resursu nodokļa likumā ir noteikts, ka no 2005.gada 1.jūlija par visām sadedzināšanas iekārtām, izņemot tās iekārtas, kas kā kurināmo izmanto kūdru un atjaunojamus energoresursus, un tās, kas iesaistītas emisiju tirdzniecībā, ir jāmaksā 0,1 Ls par emitēto tCO₂. Sākot ar 2008.gada 1.jūliju, CO₂ nodoklis būs 0,3 Ls/tCO₂.

CO₂ nodokļa būtība ir samazināt videi mazāk draudzīgu energoresursu izmantošanu un palielināt energoresursu izmantošanas efektivitāti, kā arī stimulēt vairāk izmantot atjaunojamus un vietējos energoresursus (koksni, salmus, kūdru), tā samazinot emisijas gaisā. CO₂ nodokļa likmes katrā valstī ir atšķirīgas, tās svārstās no 0,1 Ls/tCO₂ (Latvijā) līdz pat 50 Ls/tCO₂ (Šveicē).

Lai veiktu izpēti par CO₂ nodokļa likmes ietekmi uz uzņēmuma darbības rādītājiem, tika izmantoti viena konkrēta energoavota dati. Tā ražošanas jauda ir zem 20 MW. Tas nozīmē, ka, sākot ar 2005.gada 1.jūliju,

uzņēmumam ir jāmaksā nodoklis par CO₂ emisijām, ja vien tas nepiedalīsies emisiju tirdzniecības sistēmā. Uzņēmumam piedaloties emisiju tirdzniecībā, tas tiks atbrīvots no CO₂ nodokļa maksāšanas.

Lai uzņēmumi būtu ieinteresēti veikt atbilstošus energoefektivitātes pasākumus, tā samazinot gaisa piesārņojumu, ir jāpaaugstina nodokļa likme. Protams, jebkurš energoefektivitātes pasākums prasa ieguldījumus. Tas nozīmē, ka jāanalizē jautājums, kā ar dažādām nodokļa likmēm uzņēmumus var stimulēt veikt kapitālieguldījumus, lai energoavots strādātu maksimāli efektīvi. Tādā gadījumā iegūtu gan uzņēmums, gan sabiedrība.

Tā kā maksājumi par CO₂ emisijām uzņēmumam nav vienīgie izdevumi, tad lai objektīvāk varētu novērtēt, kā uzņēmuma izmaksas stimulē uzņēmumu veikt kapitālieguldījumus energoefektivitātes pasākumos, tiek ņemtas vērā arī kurināmā izmaksas. Uzņēmums ar zemu iekārtu lietderības koeficientu gaisā emitēs vairāk CO₂, jo tajā ir lielāks kurināmā patēriņš. Kurināmā izmaksas ir gandrīz 50% no visām siltumenerģijas izmaksām, tāpēc tās ir nozīmīgas uzņēmuma budžetam. Uzņēmuma mainīgie izdevumi šajā gadījumā ir saistīti ar nodokli par CO₂ emisijām un kurināmā patēriņu enerģijas izstrādei atkarībā no iekārtu energoefektivitātes. Mainīgie izdevumi un energoefektivitātes nodrošināšanai nepieciešamo kapitālieguldījumu izmaiņas atkarībā no avota

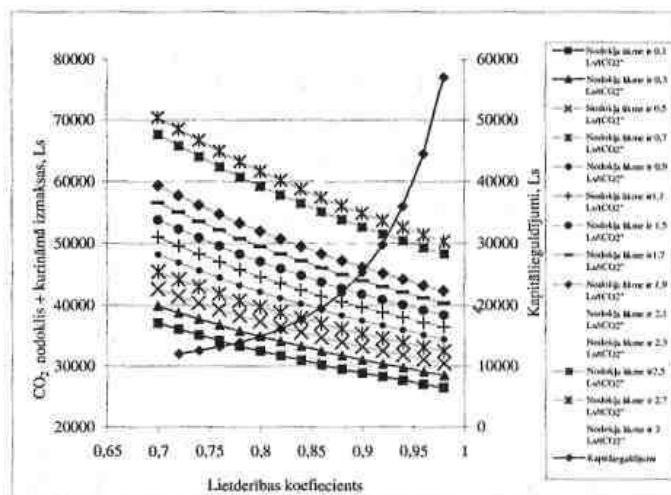
lietderības koeficienta

redzamas 3.1.attēlā.

Kā redzams 3.1.attēlā, maksa par kurināmo un CO₂ emisijas tonnām pie atšķirīgām nodokļa likmēm ir atkarīga no energoavota lietderības koeficienta.

Pieaugot iekārtu energoefektivitātei, samazinās kurināmā patēriņš un emitētā CO₂

daudzums. Piemēram, ja nodokļa likme ir 0,1 Ls/tCO₂, tad uzņēmuma izdevumi 35000 MWh/gadā izstrādei samazināsies par aptuveni 6000 Ls/gadā, pieaugot lietderības koeficientam no 0,72 līdz 0,9. Ievērojamāks



3.1.att. Uzņēmuma izdevumu izmaiņas atkarībā no CO₂ nodokļa likmes un iekārtu energoefektivitātes

samazinājums - 8000 Ls/gadā - ir tad, ja nodokļa likme būtu 0,5 Ls/tCO₂. Līdz ar to rodas jautājums, vai Dabas resursa nodokļa likumā apstiprinātā CO₂ nodokļa likme atbilst nodokļa būtībai - stimulēt uzņēmumus būt ieinteresētiem veikt atbilstošus pasākumus CO₂ emisiju samazināšanai.

Analīzē pieņemts, ka pie lietderības koeficienta 0,7 netiek veikti nekādi energoefektivitātes pasākumi, līdz ar to nav nepieciešami kapitālieguldījumi un izdevumi, kas saistīti ar iekārtu uzturēšanu darba kārtībā. Kapitālieguldījumu līkne liecina, ka, lai panāktu lielāku energoavota lietderības koeficientu, kapitālieguldījumi ir daudz lielāki par nodokļa samazinājumu. Kā liecina 3.1.attēls, paaugstinot iekārtu lietderības koeficientu no 0,72 līdz 0,9, kapitālieguldījumi pieaug par aptuveni 14000 Ls. Lai šādas kapitālieguldījumu izmaiņas nosegtu ar CO₂ nodokli un kurināmo saistīto kopējo izdevumu samazinājumu, nodokļa likmei jābūt 2,5...3,0 Ls/tCO₂.

3.2. Enerģijas izmaksu optimizācija, izmantojot CO₂ samazinājuma ekonomiskos instrumentus

CO₂ emisiju samazināšanas pasākumu optimizācijas uzdevums ir noteikt energoavota parametrus, kas nodrošinātu iespējami lielāko izstrādātās enerģijas izmaksu samazinājumu ar iespējami mazākiem kapitālieguldījumiem pasākuma veikšanai. Risinot uzdevumu, jāaplūko visu mainīgo parametru kopa.

Uzņēmuma gada enerģijas izmaksas vērtējamas kā:

$$I_e = B \cdot Q_z^d \cdot R \cdot L_{CO_2} \cdot B + C_e \cdot W + T_f \cdot Q, \text{ Ls / gadā}, \quad (3.1)$$

kur

L_{CO_2} - CO₂ nodoklis vai kvotas cena biržā, Ls/tCO₂;

C_k - kurināmā cena, Ls/t;

C_e - elektroenerģijas cena, Ls/MWh_e;

W - elektroenerģijas patēriņš, MWh_e/gadā;

T_f - siltumenerģijas tarifa fiksētā daļa, Ls/MWh.

Aplūkojot uzņēmuma darbību noteiktā laika periodā, piemēram, gada laikā, vienādojumā (3.1) principiāli nemainīgi ir divi lielumi - siltumenerģijas tarifa fiksētā daļa T_f un noteiktais izstrādātās enerģijas daudzums Q . Tad vispārējā gadījumā, mainoties kurināmā kvalitātei un cenai, elektroenerģijas cenai un patēriņam, kurināmā patēriņam, izteiksmi (4.8) diferenciālā formā var uzrakstīt kā:

$$dl_e = Q_z^d \cdot R \cdot L_{CO_2} \cdot dB + B \cdot R \cdot L_{CO_2} \cdot dQ_z^d + BQ_z^d \cdot L_{CO_2} \cdot dR + BQ_z^d \cdot R \cdot dL_{CO_2} + C_k \cdot dB + B \cdot dC_k + C_e \cdot dW + W \cdot dC_e, \text{ Ls / gadā} \quad (3.2)$$

Lai risinātu optimizācijas uzdevumu, ir jāformulē mērķim atbilstošs atkarīgais parametrs - optimizācijas rādītājs. Vienādojums, kurš saista

optimizācijas rādītāju ar neatkarīgiem mainīgajiem parametriem, ir uzdevuma mērķa funkcija. Mērķa funkcijas minimālā vērtība ir optimalitātes kritērijs, un parametri, kas nodrošina šo vērtību, ir optimālie parametri.

Aplūkojamā uzdevuma optimizācijas būtību var formulēt kā maksimālu izstrādātās enerģijas izmaksu samazinājumu energoefektivitātes pasākumu īstenošanas rezultātā. Tas nozīmē, ka tiek salīdzināti energoefektivitātes pasākuma kapitālieguldījumi un izmaksu samazinājums, un meklēts šo lielumu starpības maksimums. Matemātiski to varētu izteikt kā:

$$\Delta I_e(X_i) - \Phi_k(X_i) \rightarrow \max \quad (3.3)$$

kur

- Φ_k - projekta kapitālieguldījumi, Ls/gadā;
- X_i - uzdevuma neatkarīgie mainīgie parametri;
- ΔI_e - izmaksu samazinājums, Ls/gadā.

Promocijas darbā kapitālieguldījumu ietekmes izvērtējumam izmantots izmaksu efektivitātes rādītājs. Tad kapitālieguldījumus var izteikt kā:

$$\Phi_k = \Delta M_x \cdot E_x, \text{ Ls/gadā}, \quad (3.4)$$

kur

$$E_x = \frac{\eta \cdot \Phi_k}{Q_1 \cdot R \cdot T} \quad \text{- izmaksu efektivitāte, Ls/ tCO}_2\text{;}$$

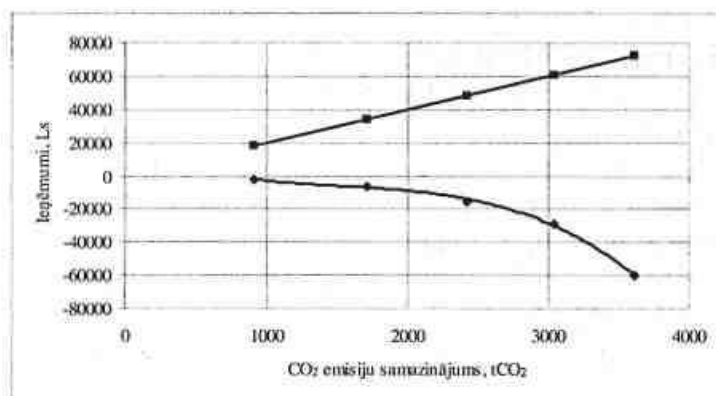
$$\Delta M_x = CO_2' - CO_2'' \quad \text{- CO}_2\text{ emisiju samazinājums, tCO}_2\text{/gadā.}$$

kur

$$CO_2' \quad \text{- CO}_2\text{ emisijas pirms pasākumiem, tCO}_2\text{/gadā;}$$

$$CO_2'' \quad \text{- CO}_2\text{ emisijas pēc pasākumiem, tCO}_2\text{/gadā.}$$

Uzņēmumi, kas piedalās emisiju kvotu tirdzniecībā, savus ieguvumus



3.2.att. Izmaksu izmaiņas atkarībā no CO₂ emisiju samazinājuma kvotu tirdzniecības gadījumā

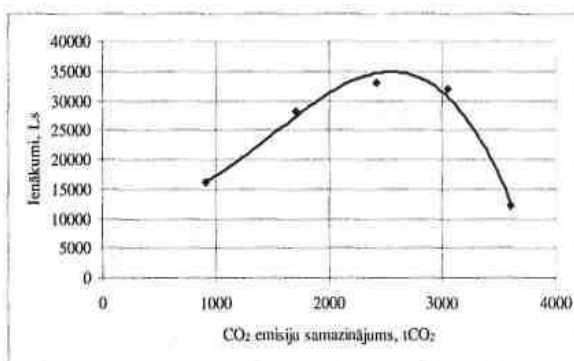
var arī noteikt naudas izteiksmē. Uzņēmums pārdot var tās kvotas (tCO₂), kuras energoefektivitātes paaugstināšanas pasākumu rezultātā izdodas uzņēmumā samazināt. Par esošo emisiju līmeni ir jānorēķinās ar

piešķirtajām kvotām, un energoefektivitātes pazemināšanas gadījumā

kvotas ir jāpērk klāt. Kvotu cenu nosaka tirgus, kas gan tikai veidojas, taču jau pašreiz ir kvotu pirkšanas piedāvājumi par cenu aptuveni 20 Ls/tCO₂.

3.2.attēlā

aplūkotajā piemērā enerģijas izmaksu samazinājumu nosaka kvotu tirdzniecībā iegūtie līdzekļi. Ja samazinātās emisijas pārdod par 20 Ls/tCO₂, tad ieņēmumus raksturo taisne virs x ass. Līkne zem ass rāda kapitālieguldījumu izmaiņas. Mērķa funkcijas izmaiņu grafiskais attēls redzams 3.3.attēlā.



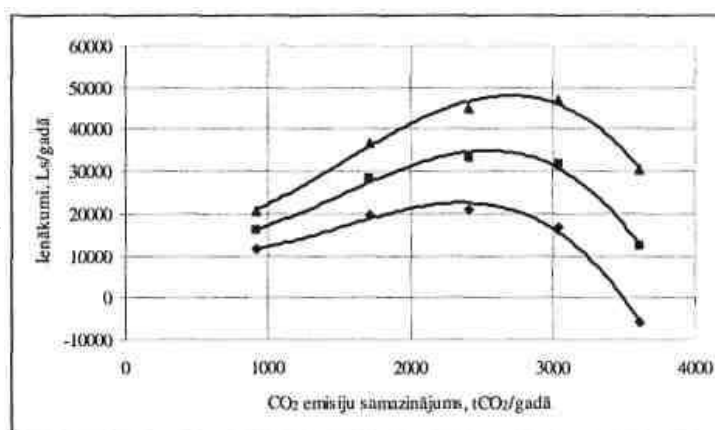
3.3.att. Ietaupījumi atkarībā no CO₂ emisiju samazinājuma emisijas kvotu tirdzniecības gadījumā

3.3.attēlā redzami rezultējošie ienākumi. To izmaiņas raksturo līkne ar izteiktu optimumu pie emisiju samazinājuma 2500 tCO₂/gadā. Ir redzams, ka uzņēmums, piedaloties kvotu tirdzniecības sistēmā, pie pašreizējām emisijas kvotu cenām var segt projekta izmaksas un gūt peļņu.

Tomēr aktuāls ir jautājums par mērķa funkcijas optimuma izmaiņām emisijas kvotu cenas izmaiņas rezultātā. Šāda informācija ļautu izvērtēt uzņēmuma risku, kas veidojas kvotu cenu svārstību biržā rezultātā. Mērķa funkcijas optimuma izmaiņas emisijas kvotu cenu izmaiņu rezultātā redzamas 3.4.attēlā. Zemākā līkne 3.4.attēlā atbilst kvotu cenai 15 Ls/tCO₂, vidējā - 20 Ls/tCO₂ un augšējā - 25 Ls/tCO₂. Ir redzams, ka, pieaugot kvotu cenai, mērķa funkcijas optimums pārvietojas lielāku CO₂ emisiju samazinājumu virzienā.

Promocijas

darbā iegūtie rezultāti liecina, ka uzņēmums var ciest zaudējumus vai gūt ienākumus vides aizsardzības ekonomisko mehānismu pielietojuma gadījumā.



3.4.att. Uzņēmuma ienākumu izmaiņas kvotu cenu svārstību rezultātā

Uzņēmuma zaudējumi vērojami CO₂ nodokļa gadījumā, bet papildu ienākumi vērojami, piedaloties emisiju kvotu tirdzniecībā. Būtībā aplūkotie gadījumi atšķiras ar maksu par samazināto tCO₂. Pirmajā gadījumā tā ir 0,1...0,3 Ls/tCO₂, un otrajā - 15...25 Ls/tCO₂. Tas nozīmē, ka eksistē noteikta robežvērtība, kuras gadījumā uzņēmums necieš zaudējumus, lai arī negūst ienākumus, īstenojot projektu. Runa ir par CO₂ nodokļa vērtību, jo, kā redzams no pašreizējās situācijas kvotu tirdzniecības jomā, kvotu cena ir augstāka par robežvērtību.

4. Līmeņatzīmju noteikšana nākamajiem ETS periodiem

Līmeņatzīmju metode ir atzīta kā viena no labākajām emisijas kvotu aprēķinu metodēm, jo tā ļauj salīdzināt līdzīga tipa uzņēmumu rādītājus dažādās valstīs ar standartiem vai labākajām pieejamajām tehnoloģijām, kā arī veicina uzņēmumus ar mazāk energoefektīvām iekārtām īstenot energoefektivitātes pasākumus, lai sasniegtu noteikto līmeņatzīmes rādītāju. Savukārt, viens no galvenajiem šīs metodes trūkumiem ir tas, ka līmeņatzīmes lieluma noteikšanai ir nepieciešami precīzi statistikas dati. Promocijas darbā tiek apskatītas līmeņatzīmes katlu mājām, kuras saražoto siltumenerģiju nodod centralizētajā siltumapgādes sistēmā un piedalās ETS. Analīzei tiek izmantoti šādi 35 katlu māju darbības dati:

- kurināmā patēriņš, t/gadā vai tūkst.m³/gadā dabas gāzes gadījumā;
- saražotais siltumenerģijas daudzums, MWh/gadā;
- lietderības koeficients.

Katlu mājās uzstādīto katlu jaudas variē no 2,8 MW līdz 144,9 MW. Lai gan tikai 2005.gada darbības dati ir pārbaudīti atbilstoši Monitoringa un ziņošanas vadlīnijām, un tos ir pārbaudījuši akreditēti verifikatori, līmeņatzīmju aprēķinā un analīzē ir izmantoti arī 2000.-2004.gada darbības dati.

Lai noteiktu līmeņatzīmes sadedzināšanas iekārtām, sākotnēji ir nepieciešams raksturot galvenos parametrus, no kuriem ir atkarīgi līmeņatzīmju lielumi. Tie ir:

- darbības vienība (tCO₂ uz ...):
 - o ievadītā enerģija (tonnas vai m³ kurināmā; MWh kurināmā),
 - o uzstādītā jauda (MW),
 - o saražotā enerģija (MWh):
 - MWh elektroenerģijas,
 - MWh siltumenerģijas,
 - MWh elektroenerģijas un siltumenerģijas (koģenerācijas ciklā);

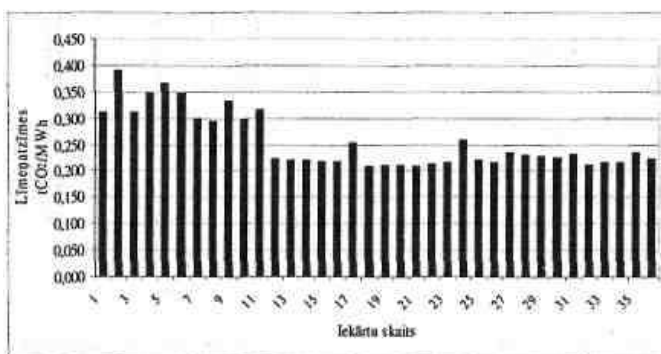
- no kurināmā atkarīga / neatkarīga.

Promocijas darbā tiek izvēlētas līmeņatzīmes uz saražoto enerģiju un aprēķinātas katrai katlu mājai, neatkarīgi no kurināmā veidā. Detalizēti iegūtie rezultāti ir parādīti promocijas darbā, bet apkopojošais līmeņatzīmju sadalījums starp

visām katlu mājām, izņemot koksnes, 2005.gadā ir dots arī 4.1.attēlā.

Balstoties uz augstāk aprakstītajiem aprēķiniem un to rezultātiem, kā arī citu valstu veiktajām izpētēm, Latvijā katlu māju līmeņatzīmes

vērtību var izvēlēties no zemāk minētajām alternatīvām.



4.1.att. Aprēķinātās katlu māju līmeņatzīmes

1. alternatīva. Izvēlēties līmeņatzīmes atkarībā no kurināmā.

1.apakšalternatīva. Izvēlēties vidējās līmeņatzīmju vērtības noteikta kurināmā robežās:

- mazuta gadījumā - 0,345 tCO₂/MWh;
- dīzeļdegvielas gadījumā - 0,314 tCO₂/MWh;
- dabas gāzes gadījumā - 0,223 tCO₂/MWh;
- koksnes gadījumā - 0 tCO₂/MWh.

2.apakšalternatīva. Izvēlēties zemākās līmeņatzīmju vērtības noteikta kurināmā robežās:

- mazuta gadījumā - 0,311 tCO₂/MWh;
- dīzeļdegvielas gadījumā - 0,295 tCO₂/MWh;
- dabas gāzes gadījumā - 0,208 tCO₂/MWh;
- koksnes gadījumā - 0 tCO₂/MWh.

2.alternatīva. Izvēlēties no kurināmā neatkarīgu līmeņatzīmi:

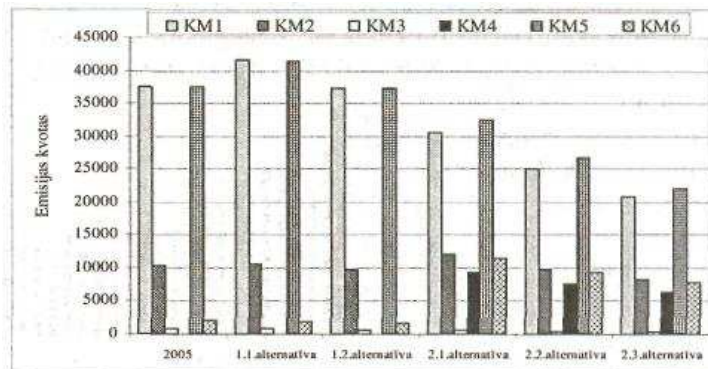
1.apakšalternatīva. Vidējo līmeņatzīmi starp esošajām iekārtām - 0,254 tCO₂/MWh (skat.4.1.attēlu);

2.apakšalternatīva. Zemāko līmeņatzīmi starp esošajām iekārtām - 0,208 tCO₂/MWh;

3.apakšalternatīva. Vidējo līmeņatzīmi starp mazutu (0,345 tCO₂/MWh) un koksnī (0 tCO₂/MWh) - 0,173 tCO₂/MWh.

Lai izvērtētu, kura no augstāk piedāvātajām alternatīvām būtu piemērotākā

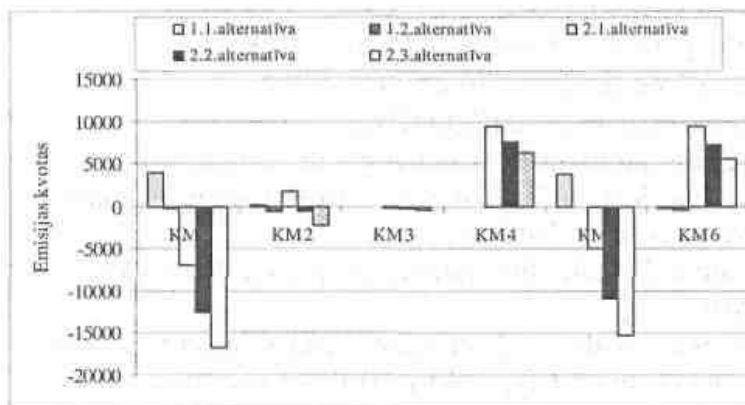
Latvijas siltumapgādes uzņēmumiem, promocijas darbā piemēra veidā ir doti emisiju līmeņatzīmju aprēķini 6 dažādu jaudu katlu mājām ar dažādiem izmantoto kurināmo veidiem un summārais rezultāts ir parādīts 4.2. un 4.3.attēlā.



4.2.att. Katlu mājām piešķiramās emisijas kvotas, kas aprēķinātas, izmantojot dažādās līmeņatzīmju alternatīvas KM1 (mazuts); KM2 (dabas gāze); KM3 (dīzeļdegv.); KM4 (koksne); KM5 (mazuts+dīzeļdegv.+dabas gāze); KM6 (dabas gāze+koksne)

4.2.attēls ir parādītas aprēķinātās emisijas kvotas katrai katlu mājai, izmantojot esošo aprēķinu metodiku (2005) un augstāk aprakstītās līmeņatzīmju alternatīvas. 4.3.attēlā savukārt ir attēlota starpība starp emisijas kvotām, kas aprēķinātas, izmantojot esošo metodiku, un emisijas kvotām, kas aprēķinātas, izmantojot līmeņatzīmju alternatīvas.

4.3.attēlā dotās pozitīvās vērtības nozīmē, ka šajā gadījumā katlu mājai, izmantojot attiecīgās alternatīvas līmeņatzīmi, CO₂ emisijas paliek pāri, salīdzinot ar 2005.gadu, un pretēji notiek negatīvu vērtību gadījumā.



4.3.att. Starpība starp emisijas kvotām, kas piešķirtas, izmantojot esošo aprēķinu metodiku, un emisijas kvotām, kas aprēķinātas, izmantojot augstāk aprakstītās līmeņatzīmju alternatīvas.

Piemēram, katlu mājai Nr.4, kurā kā kurināmais tiek izmantota tikai koksne, 1.1. un 1.2.alternatīvas gadījumā CO₂ emisijas saglabājas 2005.gada apjomā - 0, izmantojot tagadējo CO₂

emisiju aprēķinu metodiku. Bet situācija mainās, ja tiek piemērota kāda no 2.1.-2.3.alternatīvām, jo šajā gadījumā katlu mājas Nr.4 emisijām tiek piemērota no kurināmā neatkarīga līmeņatzīme.

Izvērtējot līmeņatzīmju alternatīvas, apkopotie dati rāda, ka:

- vissliktākie katlu māji rādītāji ir 1.2.alternatīvas gadījumā;
- gan 1.1., gan 1.2.alternatīvas gadījumā katlu mājas netiktu stimulētas izmantot atjaunojamus energoresursus, ko, savukārt, var panākt, piemērojot jebkuru no 2.1.-2.3.alternatīvām;
- 2.1.alternatīvas gadījumā, ņemot vērā katlu māju, kurās tiek izmantota dabas gāze, lielo īpatsvaru, katlu mājas ar rādītājiem, kas labāki par 0,254 tCO₂/MWh, netiktu motivētas uzlabot savus tehniskos rādītājus un sasniegt labāko patlaban iespējamo - 0,208 tCO₂/MWh;
- 2.3.alternatīvas piemērošanai būtu vislielākais virzītājspēks atjaunojamo energoresursu izmantošanai, bet tas var arī vienlaikus novest pie tā, ka uzņēmumi šo slogu uzliek patērētājiem, jo gadījumos, kad tiek izmantots jebkurš no šķidrājiem kurināmajiem, emisiju samazinājums ir vairāk nekā 50%. Tādējādi šo līmeņatzīmju alternatīvu varētu piemērot ilgtermiņā;
- vislabākā no alternatīvām ir 2.2.alternatīva, kad katlu mājām neatkarīgi no kurināmā veida tiek piemērota viena līmeņatzīme - 0,208 tCO₂/MWh.

Secinājumi

1. Darbā veikta četru iespējamo kvotu sadales shēmu analīze, izvērtējot to priekšrocības un trūkumus, kā arī nepieciešamo izejas datu ieguves iespējas. Balstoties uz analīzes rezultātiem, izstrādāta metodika emisijas kvotu noteikšanai un sadalei emisiju tirdzniecības sistēmas dalībniekiem, kuri noteikti likuma "Par piesārņojumu" 2.pielikumā.

Metodikas pamatā ir:

- bāzes gada izvēle, balstoties uz klimatiskajiem datiem un saražotās enerģijas apjomu;
- CO₂ emisiju daudzuma samazināšanas iespēju vērtēšana siltumapgādes uzņēmumos, kā rezultātā dodot iespēju piešķirt papildus emisijas kvotas par īstenotajiem vides pasākumiem.

Valsts līmeņa kvotu apjomā metodika paredz iekļaut emisijas kvotu rezervi jaunām iekārtām, kuru darbību plānots uzsākt laikā no 2005. līdz 2007.gadam.

Izstrādātā metodika ir apstiprināta Eiropas Komisijā un tā izmantota Latvijas Nacionālā emisijas kvotu sadales plāna 2005.-2007. gadam izstrādei.

2. Balstoties uz Latvijas siltumapgādes uzņēmuma, kurš piedalās ES ETS, viena gada CO₂ emisiju monitoringa datiem, ir piedāvāta un praktiski aprobēta metodika avota darbināšanas empīrisko datu statistiskai analīzei un uz tās pamatotai CO₂ emisiju aprēķinu sakarību ieguvei. Veikta sakarību aprakstošo procesu fizikāla interpretācija un pamatots sakarībās iekļauto parametru izmaiņu raksturs. Sakarība izmantojama konkrēta uzņēmuma CO₂ emisiju prognozēm atkarībā no enerģijas ražošanas apjoma, kā arī veicot energoefektivitātes paaugstināšanas pasākumus.
3. Ir izstrādāta un aprobēta metodika CO₂ emisiju monitoringa nenoteiktību novērtēšanai dabas gāzi izmantojošiem siltumapgādes uzņēmumiem. Veikta nenoteiktību avotu apzināšana, analizēts un noteikts nenoteiktību tips un izvērtēts CO₂ emisiju noteikšanas nenoteiktību budžets, kā arī izvērtēts atsevišķu parametru nenoteiktību ieguldījums kopējā nenoteiktībā. Lai samazinātu CO₂ emisiju noteikšanas nenoteiktību, ir jāpievērš uzmanība dabas gāzes patēriņa noteikšanai, jo, kā rāda nenoteiktību budžeta analīze, dabas gāzes patēriņa mērījumi dod lielāko ieguldījumu (79...98 %) nenoteiktību. Emisijas faktora un zemākā sadegšanas siltuma izmaiņu ieguldījums ir atbilstoši 1,2...19,3% un 0,1...1,9%. Darbā, balstoties uz uzņēmuma gada emisiju datiem, piedāvāti grafiki precīzu paplašināto nenoteiktību noteikšanai. Piedāvāts paplašinātās nenoteiktības intervālā atturēties no emisijas kvotu pārdošanas un pirkšanas.
4. Ir veikta CO₂ nodokļu ietekmes uz uzņēmumu CO₂ emisiju samazināšanas projektu izmaksām analīze. Rezultāti rāda, ka esošā CO₂ nodokļa likme (0,1 Ls/tCO₂) ir neefektīva un neveicina uzņēmumus pievērsties energoavota energoefektivitātes paaugstināšanas vai kurināmā maiņas projektiem. Analīze rāda, ka situācija mainās, ja nodokļa likme ir vismaz 2,5...3,0 Ls/tCO₂. Pie šādas nodokļu likmes uzņēmumu energoefektivitātes paaugstināšanas pasākumu kapitālieguldījumi atmaksājas ar iegūto izmaksu samazinājumu.
5. Darbā ir formulēts un risināts CO₂ emisiju samazināšanas pasākumu optimizācijas uzdevums, kura mērķis ir noteikt energoavota parametrus, kas nodrošinātu iespējami lielāko izstrādātās enerģijas izmaksu samazinājumu ar iespējami mazākiem kapitālieguldījumiem pasākuma veikšanai. Ir definēta optimizācijas uzdevuma mērķa funkciju raksturojoša vienādojumu sistēma, kurā iekļauti uzņēmuma monitoringa datu apstrādes rezultātā iegūtie regresijas vienādojumi.

Optimizācijas modelis nosaka optimumu starp CO₂ emisiju samazinājumu, tam nepieciešamajiem kapitālieguldījumiem un emisijas kvotām, mainoties to cenai, un CO₂ nodokļa likmēm. Mērķa funkcijas analīze rāda, ka, pieaugot emisijas kvotas cenai tirgū, mērķa funkcijas optimums pārvietojas lielāku CO₂ emisiju samazinājumu virzienā. Ir noteikta emisijas kvotu cenas (nodokļa) minimālā vērtība, ar kuru sākot aplūkojamajam uzņēmumam sāk atmaksāties CO₂ emisiju samazinājuma pasākumi. Aplūkotā optimizācijas metodika aprobēta vienā energoavotā, kurā veikti energoefektivitātes paaugstināšanas pasākumi.

6. Darbā ir izstrādāta metodika, lai noteiktu sadedzināšanas iekārtu līmeņatzīmes, kuras trešajā ETS posmā no 2013. līdz 2018.gadam Eiropas Komisija varētu izmantot emisijas kvotu aprēķiniem visās dalībvalstīs. Uzņēmumu klasifikācijai homogēnās grupās un tām atbilstošo līmeņatzīmju noteikšanai Latvijas iekārtām, tika izveidots algoritms. Līmeņatzīmju noteikšanai ir izmantoti 35 sadedzināšanas iekārtu darbības dati, kurus uzņēmumi snieguši, piesakoties nākamajam ETS periodam, kā arī 2005. gada monitoringa dati. Noteiktas iekārtu augstākās un zemākās līmeņatzīmes, kuru vērtības ir atbilstoši:

- dabas gāzei 0,258 tCO₂/MWh un 0,208 tCO₂/MWh;
- dīzeļdegvielai 0,348 tCO₂/MWh un 0,295 tCO₂/MWh;
- mazutam 0,39 tCO₂/MWh un 0,311 tCO₂/MWh.

Darbā aplūkotas dažādas līmeņatzīmju (augstāko, zemāko, vidējo, no kurināmā atkarīgu un no kurināmā neatkarīgu) pielietojuma alternatīvas un veikta uzņēmumiem piešķiramo emisijas kvotu daudzumu analīze. Lai veicinātu uzņēmumus samazināt CO₂ emisijas, ir jāizvēlas kurināmā neatkarīga līmeņatzīme visiem kurināmajiem, tādējādi sekmējot arī atjaunojamo energoresursu plašāku izmantošanu. Rezultāti salīdzināti ar 2005. gada emisiju monitoringa datiem.