

RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE
Enerģētikas un elektrotehnikas fakultāte
Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūts

Līga ŽOGLA

Doktora studiju programmas „Vides zinātne” doktorants

**METODIKAS IZSTRĀDE ENERGOEFEKTIVITĀTES
POLITIKAS INSTRUMENTU MODELĒŠANAI
RŪPniecības sektorā**

Promocijas darba kopsavilkums

Zinātniskā vadītāja
Dr. sc. ing., profesore
M. ROŠĀ

Rīga 2014

UDK 620.8 (043.2)

Žo 210 m

Žogla L. Metodikas izstrāde energoefektivitātes politikas instrumentu modelēšanai rūpniecības sektorā.

Promocijas darba kopsavilkums. – Rīga: RTU, 2014. - 42 lpp.

Iespiests saskaņā ar RTU Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūta 2014. gada 6. jūnija lēmumu, protokols Nr. 47.

Promocijas darbs izstrādāts ar Eiropas Sociālā fonda atbalstu projektā „Atbalsts RTU doktora studiju īstenošanai”.



ISBN 978-9934-507-81-6

**PROMOCIJAS DARBS IZVIRZĪTS INŽENIERZINĀTŅU
DOKTORA GRĀDA VIDES INŽENIERZINĀTNĒ IEGŪŠANAI
RĪGAS TEHNISKAJĀ UNIVERSITĀTĒ**

Promocijas darbs inženierzinātņu doktora zinātniskā grāda Vides zinātnes nozares apakšnozarē „Vides inženierzinātne” iegūšanai tiek publiski aizstāvēts 2015. gada 22. janvārī plkst. 14:00 Rīgas Tehniskās universitātes Enerģētikas un elektrotehnikas fakultātē, Rīgā, Āzenes ielā 12/1 116 auditorijā.

OFICIĀLIE RECENZENTI

Dr. sc. ing. Edgars Vīgants
Rīgas Tehniskā universitāte

Dr.sc.ing. Ritvars Sudārs
Latvijas Lauksaimniecības universitāte

Dr. Audun Amundsen,
Østfold University College, Norvēģija

APSTIPRINĀJUMS

Apstiprinu, ka esmu izstrādājis doto promocijas darbu, kas iesniegts izskatīšanai Rīgas Tehniskajā universitātē inženierzinātņu doktora zinātniskā grāda Vides zinātnes nozares apakšnozarē „Vides inženierzinātne” iegūšanai. Promocijas darbs nav iesniegts nevienā citā universitātē zinātniskā grāda iegūšanai.

Līga Žogla (Paraksts)

Datums: 22.01.2015.

Promocijas darbs ir uzrakstīts latviešu valodā, satur ievadu, 5 nodaļas, secinājumus, literatūras sarakstu, 3 pielikumus, 74 zīmējumus un ilustrācijas, 11 tabulas, kopā 142 lappuses. Literatūras sarakstā ir 154 nosaukumi.

SATURA RĀDĪTĀJS

Darba aktualitāte	5
Darba mērķis un uzdevumi.....	5
Pētījuma metodika.....	6
Darba zinātniskā novitāte	7
Darba praktiskais izmantojums	7
Darba aprobācija	8
Publikācijas	8
Darba struktūra un apjoms	10
1. Rūpniecības sektora vispārīgs raksturojums	11
2. Šķēršļi energoefektivitātes pasākumu īstenošanai ražošanas uzņēmumos....	15
3. Rūpniecības sektora energoefektivitātes politikas novērtējums.....	16
3.1. <i>Politikas instrumentu analīze</i>	18
3.2. <i>Priekšlikumi politikas instrumentu piemērošanai Latvijas rūpniecības sektorā</i>	22
0	
4. Metodikas izstrāde un aprobācija politikas instrumentu piemērošanai rūpniecības sektorā.....	21
4.1. <i>Mērķa grupas raksturojums</i>	23
4.2. <i>Esošās situācijas novērtējums</i>	23
4.3. <i>Enerģijas patēriņa potenciālā noteikšana</i>	26
5. Sistēmdinamikas modeļa izstrāde energoefektivitātes politikas instrumentu modelēšanai rūpniecības sektorā	30
Secinājumi.....	38
Literatūras saraksts.....	40

Darba aktualitāte

Rūpniecības sektors tiek uzskatīts par vienu no vislielākajiem enerģijas galapatērētājiem un galvenajiem apkārtējās vides piesārņojuma radītājiem. Latvijā rūpniecības sektors ar vidēji 32 PJ enerģijas patēriņu gadā ir trešais lielākais enerģijas galapatēriņa sektors aiz mājsaimniecību un transporta sektora. Rūpniecības sektors ir arī katras valsts tautsaimniecības izaugsmes pamatā. Esošā valsts industriālā politika paredz apstrādes rūpniecības produktivitātes pieaugumu, kas, neapšaubāmi, veicinās enerģijas patēriņa pieaugumu rūpniecības sektorā kopumā. Līdz ar to ir svarīgi noteikt, ka tiek panākts ne tikai ražošanas apjomu pieaugums, bet uzlabojas arī ražošanas efektivitāte, kas veicina uzņēmumu konkurētspēju.

Līdz šim energoefektivitātes prasības rūpniecības sektorā Latvijā tiek noteiktas, pārņemot atbilstošo Eiropas Savienības (ES) direktīvu prasības spēkā esošajos valsts normatīvajos aktos. Konkrēti mērķi enerģijas patēriņa samazināšanai noteikti netiek. Neskatoties uz to, ražošanas uzņēmumi līdz šim ir īstenojuši dažādus energoefektivitātes pasākumus, galvenokārt, pakāpeniski augošo enerģijas izmaksu dēļ. Tomēr statistikas dati rāda, ka ražošanas uzņēmumi Latvijā patērē vairāk enerģijas uz vienu pārdotās produkcijas vienību nekā vidēji ES. Līdz ar to, lai nodrošinātu energoefektivitātes paaugstināšanu rūpniecības sektorā, ir jārod jauni risinājumi energoefektivitātes politikas instrumentu piemērošanai, kuri novērstu esošos šķēršļus energoefektivitātes pasākumu īstenošanai ražošanas uzņēmumos un veicinātu rūpniecības ilgtspējīgu attīstību.

Darba mērķis un uzdevumi

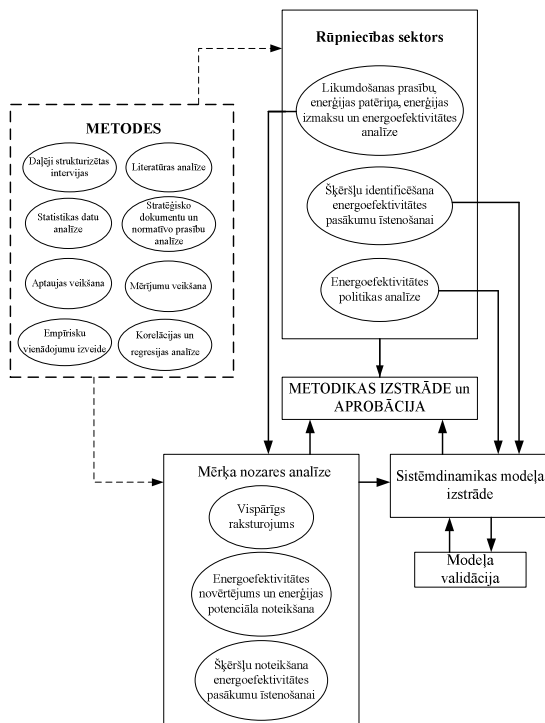
Lai veicinātu rūpniecības sektora energoefektivitāti, promocijas darba mērķis ir izstrādāt metodiku energoefektivitātes politikas instrumentu modelēšanai rūpniecības sektorā, to aprobējot uz nozares piemēra.

Darba mērķa sasniegšanai tika izvirzīti šādi uzdevumi:

- izpētīt esošo rūpniecības sektora normatīvo prasību un enerģijas patēriņa ietvaru, balstoties uz rezultātiem, definēt mērķa nozari turpmāko pētījumu veikšanai;
- izpētīt un identificēt potenciālos šķēršļus energoefektivitātes pasākumu īstenošanai ražošanas uzņēmumos;
- izpētīt un noteikt rūpniecības sektoram vispiemērotākos energoefektivitātes politikas instrumentus;
- veikt padziļinātu mērķa nozares izpēti, novērtējot energoefektivitātes izmaiņas un nosakot enerģijas ietaupījuma potenciālu;
- izveidot modeli, ar kura palīdzību iespējams prognozēt energoefektivitātes izmaiņas mērķa nozarē un novērtēt noteikto energoefektivitātes politikas instrumentu ietekmi uz enerģijas ietaupījuma potenciāla mērķu sasniegšanu.

Pētījuma metodika

Promocijas darba metodika sastāv no vairākiem posmiem, kas ir iedalīti atsevišķās izpētes daļās (skatīt 1. attēlu).



1.att. Vispārīga promocijas darba metodika

Promocijas darba izstrādē ir izmantotas kvalitatīvās un kvantitatīvās zinātniski pētnieciskās metodes. Rūpniecības sektora energoefektivitātes novērtēšanai ir veikta plaša literatūras, stratēģisko dokumentu, normatīvo aktu un statistisko datu analīze, izmantojot tādas matemātiskās statistikas metodes kā korelācijas un regresijas analīze. Mērķa nozares novērtēšanai ir veikta ražošanas uzņēmumu apskate uz vietas un nepieciešamo ražošanas procesu raksturojošo datu apkopošana un analīze, kas veikta *MS Excel* un *STATGRAF* vidē. Papildus datu matemātiskai apstrādei un empīrisku vienādojumu izveidei ir veikts elektroenerģijas monitorings vienā no mērķa nozares uzņēmumiem. Energoefektivitātes izmaiņu

prognozēšanai un energoefektivitātes politikas instrumentu ietekmes novērtēšanai *Powersim Studio 8* vidē ir izstrādāts sistēmdinamikas modelis.

Darbā ir izmantotas divu veidu kvalitatīvās zinātniski pētnieciskās metodes – padziļinātas intervijas un aptaujas –, lai identificētu šķēršļus un motivējošos faktorus energoefektivitātes pasākumu īstenošanai ražošanas uzņēmumos. Papildus ir organizētas tikšanās, telefonsarunas un elektroniskā sarakste ar nozares ekspertiem.

Darba zinātniskā novitāte

Promocijas darba rezultātā ir izstrādāta metodika energoefektivitātes politikas instrumentu piemērošanai rūpniecības sektorā. Energoefektivitātes novērtēšanai un potenciāla noteikšanai rūpniecības sektorā ir izstrādāta jauna pieeja, kas balstīta uz ražošanas procesu aprakstošu līmeņatzīmju piemērošanu. Tas ļauj novērtēt energoefektivitātes izmaiņas laikā nemainīgi un noteikt konkrētus, reāli sasniedzamus energoefektivitātes mērķus.

Ir izstrādāts jauns simulācijas modelis, kas ļauj novērtēt energoefektivitātes izmaiņas un energoefektivitātes politikas instrumentu ietekmi uz rūpniecības sektoru, ņemot vērā gan ekonomiskos, gan socioekonomiskos faktorus.

Darba praktiskais izmantojums

Promocijas darbam ir liela praktiskā nozīme. Darbā ir identificētas rūpniecības nozares Latvijā, kurām būtu jāpievērš pastiprināta uzmanība energoefektivitātes paaugstināšanas kontekstā. Ir noteikti vispiemērotākie energoefektivitātes politikas instrumenti un sniegti priekšlikumi šo instrumentu ieviešanai rūpniecības sektorā, lai veicinātu tā energoefektivitāti. Ir identificēti šķēršļi energoefektivitātes pasākumu īstenošanai ražošanas uzņēmumos, kā arī noteikti pasākumu ieviešanu motivējošie faktori.

Darbā iegūtos rezultātus var izmantot energoefektivitātes politikas veidošanai rūpniecības sektorā, un tie ir piemērojami šādām mērķa grupām, kas saistītas ar energoefektivitātes veicināšanu rūpniecībā:

- politikas veidotājiem – izstrādāta metodika energoefektivitātes politikas instrumentu piemērošanai rūpniecības sektorā, kuru ir iespējams pielāgot šī sektora novērtēšanai kopumā;
- nozaru asociācijām – norādīta asociāciju loma, uzdevumi un veids, kā vienas nozares līmenī novērtēt energoefektivitātes izmaiņas ražošanas uzņēmumos un kā izmantot izstrādāto modeli energoefektivitātes prognozēšanai;
- ražošanas uzņēmumiem – norādīts veids, kā analizēt enerģijas patēriņa datus uzņēmuma līmenī. Izstrādāto modeli var izmantot viena uzņēmuma enerģijas patēriņa izmaiņu prognozēšanai un energoefektivitātes mērķu noteikšanai.

Darba aprobācija

Par pētījuma rezultātiem tika ziņots un tie tika apspriesti šādās starptautiski zinātniskajās konferencēs:

1. Konferencē „Energy Efficiency First: a Low Carbon Society ECEEE 2011 Summer Study” ar referātu „Energy Management System in Industry. Experience in Latvia” – 2011. gada 6. – 11. jūnijā, Belambarā, Francijā.
2. Konferencē „ECEEE 2012 Industrial Summer Study” ar stenda referātu „Green investment scheme for Latvian industries” – 2012. gada 11. – 14. septembrī, Arnēmā, Nīderlandē.
3. Konferencē „2012 Intrenational Energy Program Evaluation Conference” ar stenda referātu „Methodology for Evaluation of Energy Efficiency Policy for Industries in EU Countries with Less Energy Intensive Industrial Sector” – 2012. gada 12. – 14. jūnijā, Romā, Itālijā.
4. Latvijas Universitātes 69. zinātniskā konference, sekcija „Vides zinātne” ar referātu „Latvijas rūpniecības sektora ietekme uz klimatu” – 2011. gada 2. februārī, Rīgā, Latvijā.
5. Konferencē „9th International Conference of Young Scientists on Energy Issues (CYSENI 2012)” ar referātu „Advantages and Obstacles for the Development of Industrial Symbiosis in Latvia” – 2012. gada 24. – 25. maijā, Kauņā, Lietuvā.
6. Konferencē „17th European Roundtable on Sustainable Consumption and Production” ar referātu „Efficient Use of Energy in Small Size Brewery” – 2014. gada 14. – 16. oktobrī, Portorožā, Slovēnijā.
7. 54. RTU zinātniskā konference, sekcija „Vides tehnoloģiju attīstība” ar stenda referātu „The design of support program for energy efficeincy improvement in Latvian industry” – 2013. gada 12. - 14. oktobrī, Rīgā, Latvijā.
8. 55. RTU zinātniskā konference, sekcija „Vides un klimata tehnoloģijas” ar stenda referātu „Process benchmark for evaluation energy performance of breweries” – 2014. gada 14. – 16. oktobrī, Rīgā, Latvijā.

Publikācijas

1. Ozoliņa, L., Rošā, M. The Consumer’s Role in Energy Efficiency Promotion in Latvian Manufacturing Industry. *Management of Environmental Quality*, 2013, Vol.24, No.3, 330.-340.lpp. (indeksēts SCOPUS)
2. Ozoliņa, L., Rošā, M. A review of energy efficiency policy and measures for industries in Latvia. *Management of Environmental Quality*, 2012, Vol.23, No.5, 517 – 526. lpp. (indeksēts SCOPUS)
3. Bartiaux F., Gram-Hanssen K., Fonseca P., Ozoliņa L., Haunstrup Christensen T. A practice–theory approach to homeowners' energy retrofits in four European areas. *Buliding research and Information*, 2014, Vol. 42, No.4, 525 – 538.lpp. (indeksēts SCOPUS)

4. Ozoliņa L., Rošā M., Blumberga D., Kalniņš S. Energy Management System in Industry. Experience in Latvia // Energy Efficiency First: a Low Carbon Society ECEEE 2011 Summer Study: Conference Proceedings, Francija, Belambra Presquile de Giens, 6.-11. jūnijs, 2011. 609.-618. lpp.
5. Ozoliņa L., Rošā M., Paturka A., Beloborodko A. Green investment scheme for Latvian industries // ECEEE 2012 Industrial Summer Study: Conference Proceedings, Nīderlande, Arhēma, 11. – 14. septembris, 2012, 123. – 128. lpp.
6. Ozoliņa, L., Rošā, M. Methodology for Evaluation of Energy Efficiency Policy for Industries in EU Countries with Less Energy Intensive Industrial Sector. No: *Evaluation: Key to Delivery of Energy Efficiency*, Itālija, Rome, 12.-14. jūnijs, 2012. Rome: IEPEC, 2012, 1.-2.lpp.
7. Ozoliņa, L. Latvijas rūpniecības sektora ietekme uz klimatu. No: *Ģeogrāfija. Ģeoloģija. Vides zinātne: Latvijas Universitātes 69. zinātniskā konference: referātu tēzes*, Latvija, Rīga, 2.-2. februāris, 2011. Rīga: Latvijas Universitāte, 2011, 179.-180.lpp.
8. Beloborodko, A., Žogla, L., Rošā, M. Efficient Use of Energy in Small Size Brewery. No: *17th European Roundtable on Sustainable Consumption and Production: Book of Abstracts*, Slovēnija, Portorož, 14.-16. oktobris, 2014. Maribor: Nigrad d.d., 2014, 151.-151.lpp.
9. Beloborodko, A., Rošā, M., Ozoliņa, L. Advantages and Obstacles for the Development of Industrial Symbiosis in Latvia. No: *9th International Conference of Young Scientists on Energy Issues (CYSENI 2012): Conference Proceedings*, Lietuva, Kaunas, 24.-25. maijs, 2012. Kaunas: Lithuanian Energy Institute, 2012, 279.-288.lpp.
10. Dobrāja, K., Ozoliņa, L., Rošā, M. Design of a Support Program for Energy Efficiency Improvement in Latvian Industry. No: *Environmental and Climate Technologies 2013: Conference Proceedings*, Latvija, Rīga, 14.-16. oktobris, 2013. Rīga: 2013, 49.-59.lpp.
11. Eihvalde, D., Blumberga, D., Ozoliņa, L. Cleaner Production for Insulation Material Company and Economic Calculation. *Environmental and Climate Technologies: Abstract Book*, Latvija, Rīga, 14.-16. oktobris, 2013. Rīga: Rīgas Tehniskā universitāte, 2013, 12.-13.lpp.
12. Žogla L., Žogla G., Beloborodko A., Rošā M., Process benchmark for evaluation energy performance of breweries. *Energy Procedia*, 2014 - Article in press. (indeksēts SCOPUS)
13. Dzene I., Polikarpova I., Ozoliņa L., Rošā M., How ISO 50001 can assist in implementation of sustainable energy action plans? *Energy Procedia*, 2014 - Article in press. (indeksēts SCOPUS)

Darba struktūra un apjoms

Promocijas darbs sastāv no ievada, piecām nodaļām, secinājumiem, literatūras saraksta un 3 pielikumiem. Promocijas darba teksts ir izklāstīts uz 142 lapaspusēm un paskaidrots ar 74 attēliem un 11 tabulām. Literatūra sarakstā ir iekļautas 154 atsauces. Promocijas darba struktūra ir aprakstīta zemāk.

Ievadā ir pamatota izvēlētās tēmas aktualitāte, uzskaitītas promocijas darba izstrādē izmantotās zinātniski pētnieciskās metodes, aprakstīta pētījuma zinātniskā novitāte un praktiskais izmantojums. Promocijas darba pirmajā nodaļā **„Rūpniecības sektora vispārīgs raksturojums”** ir veikta rūpniecības sektora energoefektivitātes normatīvo aktu analīze, rūpniecības sektora enerģijas patēriņa un enerģijas izmaksu datu analīze, kā arī energoefektivitātes novērtējums. Otrā nodaļa **„Šķēršļi energoefektivitātes pasākumu īstenošanai ražošanas uzņēmumos”** ir veltīta literatūras analīzei un kvalitatīvās zinātniski pētnieciskās metodes pielietošanai šķēršļu identificēšanai, kas kavē energoefektivitātes pasākumu ieviešanu ražošanas uzņēmumos Latvijā. Promocijas darba trešajā nodaļā **„Rūpniecības sektora energoefektivitātes politikas novērtējums”** ir analizēti dažādi politikas instrumenti energoefektivitātes paaugstināšanai rūpniecības sektorā, kā arī veikta Latvijā esošo politikas instrumentu novērtējums. Nodaļas noslēgumā ir sniegti priekšlikumi esošo energoefektivitātes politikas instrumentu piemērošanai situācijai Latvijā, lai paaugstinātu energoefektivitāti rūpniecības sektorā. Ceturtajā nodaļā **„Metodikas izstrāde un aprobācija politikas instrumentu piemērošanai rūpniecības sektorā”** ir izstrādāta metodika energoefektivitātes politikas instrumentu piemērošanai rūpniecības sektorā, kas aprobēta uz alus ražošanas apakšnozari. Šīs nodaļas ietvaros ir veikts padziļināts alus ražošanas apakšnozares izvērtējums, kas balstīts uz literatūras avotu un statistikas datu analīzi, vizītēm alus ražošanas uzņēmumos kā arī mērījumu veikšanu. Šīs nodaļas noslēgumā ir veikta procesu aprakstošu līmeņatzīmju piemērošana, kā rezultātā ir noteikti dažādi alus ražošanas apakšnozares enerģijas ietaupījuma potenciāli. Promocijas darba piektajā nodaļā **„Sistēmdinamikas modeļa izstrāde energoefektivitātes politikas instrumentu modelēšanai”** ir izveidots sistēmdinamikas modelis, kas balstīts uz promocijas darba iepriekšējās nodaļās veikto izpēti un secinājumiem. Šīs nodaļas ietvaros ir aprakstīts izveidotais sistēmdinamikas modelis, veikta modeļa simulācija un scenāriju veidošana, kā arī modeļa validācija un jūtīguma analīze.

Promocijas darba nobeigumā ir apkopoti darba rezultāti un secinājumi, literatūras saraksts un pielikumi.

1. Rūpniecības sektora vispārīgs raksturojums

Rūpniecības sektors kopumā ir trešais lielākais enerģijas galapatērētājs Latvijā, kas vidēji gadā patērē 30 PJ. Lielākā daļa jeb 93 % enerģijas tiek izmantoti apstrādes rūpniecības ražošanas procesu nodrošināšanai [1]. Tādēļ šī darba ietvaros ir apskatīta un analizēta tikai apstrādes rūpniecības nozare.

Ņemot vērā NACE 2. red. klasifikāciju, apstrādes rūpniecībā ietilpst 24 rūpniecības apakšnozares. Latvijā ir tikai četras apstrādes rūpniecības apakšnozares, kur enerģijas patēriņa īpatsvars ir lielāks par 5 %. Vislielākais energoresursu patēriņa īpatsvars ir koksnes un koka izstrādājumu ražošanā (46 %), nemetālisko minerālu izstrādājumu ražošanā (22 %), pārtikas produktu un dzērienu ražošanā (12 %) un metālu ražošanā (7 %). [2]. Balstoties uz ODYSSEE datubāzē pieejamo informāciju, apstrādes rūpniecības nozare Latvijā patērē vairāk enerģijas uz vienu realizēto produkcijas vienību nekā vidēji ES-28 un Norvēģijā [3].

Lai noteiktu, kuras apstrādes rūpniecības apakšnozares varētu būt energoefektivitātes politikas instrumentu mērķa nozares, tiek izmantoti trīs dažādi indikatori: energointensitāte; kapitālintensitāte un nodarbinātības intensitāte. Energointensitāte ir viens no visplašāk izmantotajiem indikatoriem rūpniecības sektora energoefektivitātes novērtēšanai. Tā raksturo enerģijas patēriņa izmaiņas atkarībā no pārdotās produkcijas daudzuma ekonomiskajiem rādītājiem, un šajā darbā ir noteikta, izmantojot šādu vienādojumu [4 – 7]:

$$I_{i,t} = \frac{E_{i,t}}{PV_{i,t}} \quad (1)$$

kur:

$I_{i,t}$ – energointensitāte nozarē i gadā t, GWh/tūkst. EUR (PV);

$E_{i,t}$ – energoresursu patēriņš nozarē i gadā t, GWh;

$PV_{i,t}^1$ – produkcijas pievienotā vērtība nozarē i gadā t, tūkst. EUR.

Kapitālintensitātes un nodarbinātības intensitātes indikatori ir izmantoti, jo tie apraksta atšķirības starp smago (energointensīvo) un vieglo (ne-energointensīvo) rūpniecību. Kapitālintensitāte raksturo ieguldījumus materiālās lietās atkarībā no realizētā produkcijas daudzuma. Tās noteikšanai ir izmantots šāds vienādojums [8]:

$$KI_{i,t} = \frac{K_{i,t}}{PV_{i,t}} \quad (2)$$

kur:

$KI_{i,t}$ – kapitālintensitāte nozarē i gadā t, tūkst. EUR/tūkst. EUR (PV);

¹ Saražotās produkcijas vai sniegto pakalpojumu apjoms, ieskaitot krājumu izmaiņas un saviem spēkiem saražotos pamatlīdzekļus un nemateriālos ieguldījumus, atskaitot tālākai pārdošanai iegādātās preces un pakalpojumus.

$K_{i,t}$ – bruto kapitālieguldījumi materiālās lietās nozarē i gadā t , tūkst. EUR.

Nodarbinātības intensitātes raksturo cilvēkresursu pieejamību uz realizētā produkcijas daudzuma. Tās noteikšanai ir izmantots šāds vienādojums [8]:

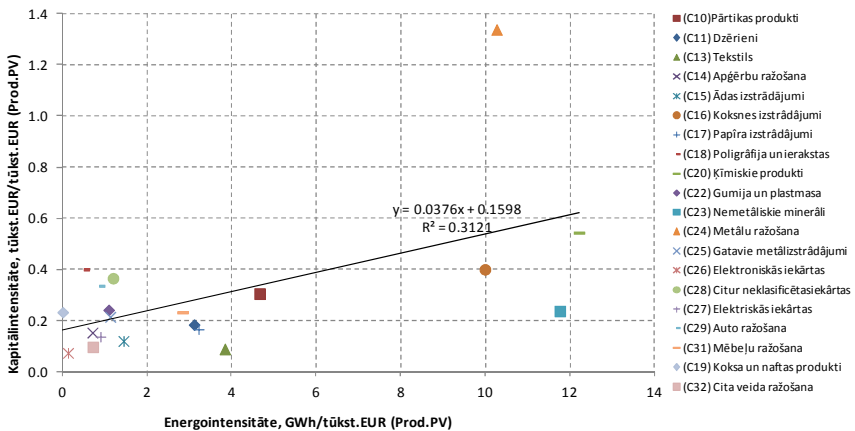
$$NI_{i,t} = \frac{D_{i,t}}{PV_{i,t}} \quad (3)$$

kur:

$NI_{i,t}$ – darbaspēka intensitāte nozarē i gadā t , darbinieku skaits/tūkst. EUR (PV);

$D_{i,t}$ – nodarbināto personu skaits nozarē i gadā t .

Iegūtie rezultāti, kas raksturo kapitālintensitātes izmaiņas atkarībā no energointensitātes, ir atspoguļoti 2. attēlā. Energointensīvajās rūpniecības nozarēs ražošanas procesu nodrošināšanai tiek ieguldīti lielāki finansiālie līdzekļi un produkcijas ražošanai ir nepieciešams lielāks enerģijas patēriņš.



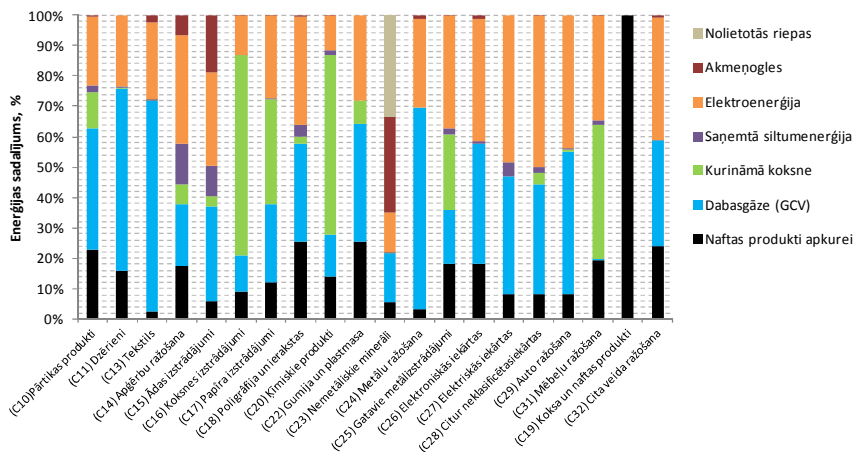
2.att. Sakarība starp kapitālintensitāti un energointensitāti apstrādes rūpniecības apakšnozarēm

Energointensitātes un kapitālintensitātes sakarības ciešums tika noteikts, izmantojot korelācijas un regresijas analīzi. Korelācijas koeficienta kvadrāts ir 0,31. Tas parāda, ka energointensitāte izskaidro 31 % no kapitālintensitātes mainīguma (63 % kapitālintensitātes mainīguma rada citi faktori).

Zinātniskajā literatūrā ir aprakstīts, ka pastāv sakarība starp nodarbinātības intensitāti un energointensitāti, kā arī kapitālintensitāti un energointensitāti. Tas ļautu šos indikatorus izmantot rūpniecības sektora energoefektivitātes mērķa nozaru noteikšanai. Līdz ar to šajā gadījumā iegūtos datu matemātiskās apstrādes rezultātus nevar uzskatīt par viennozīmīgiem, jo starp indikatoriem neveidojas statistiski

nozīmīga sakarība. Tomēr visos gadījumos skaidri iezīmējās četras apstrādes rūpniecības apakšnozares (koksnes izstrādājumu, ķīmisko produktu, nemetālisko minerālu, metālu ražošana), kuras būtiski atšķiras no pārējām apakšnozarēm.

Viens no svarīgākajiem faktoriem, kas rosina uzņēmumus īstenot energoefektivitātes pasākumus, lai samazinātu enerģijas patēriņu, ir enerģijas izmaksas. Tās galvenokārt ir atkarīgas no izmantotā kurināmā veida. Lai noteiktu enerģijas izmaksas katrai apstrādes rūpniecības apakšnozarei atsevišķi, ir apkopoti 2011. gada statistiskās dati par energoresursu patēriņu un to cenām. Iegūtie rezultāti par energoresursu patēriņu ir redzami 3. attēlā. No kopējā enerģijas patēriņa apstrādes rūpniecības nozarē elektroenerģija ir 19 %, dabasgāze – 25 %, koksnes kurināmais – 37 %, naftas produkti apkurei – 11 % un 8 % ir cita veida energoresursi.



3.att. Enerģijas sadalījums apstrādes rūpniecības apakšnozarēs

Enerģijas izmaksu īpatsvara noteikšanai ir ņemti vērā dati par energoresursu izmaksām un nozares apgrozījumu 2011. gadā. Vislielākais īpatsvars ir nemetālisko minerālu ražošanas apakšnozarē, kas sastāda 13,2 %. Koksnes izstrādājumu, ķīmisko produktu un metālu ražošanas apakšnozarēs enerģijas izmaksu īpatsvars ir 6 % robežās, tekstila ražošanā 5,5 % un pārtikas produktu ražošanā – 4,6 %.

Indikators, kas vislabāk raksturo enerģijas izmantošanas efektivitāti uzņēmumos un kas līdz šim ir izmantots apstrādes rūpniecības uzņēmumu energoefektivitātes novērtēšanai, ir īpatnējais enerģijas patēriņš (ĪEP). Tas raksturo, cik liels enerģijas daudzums tiek patērēts, lai saražotu vienu produkcijas vienību. Atšķirībā no energointensitātes, ko ietekmē ekonomiskā situācija produkcijas noieta tirgū, ĪEP galvenokārt ietekmē tikai ražotnē notiekošie procesi un resursu izmantošana. Parasti ĪEP tiek noteikts, izmantojot 4. vienādojumu. [4 – 7, 9].

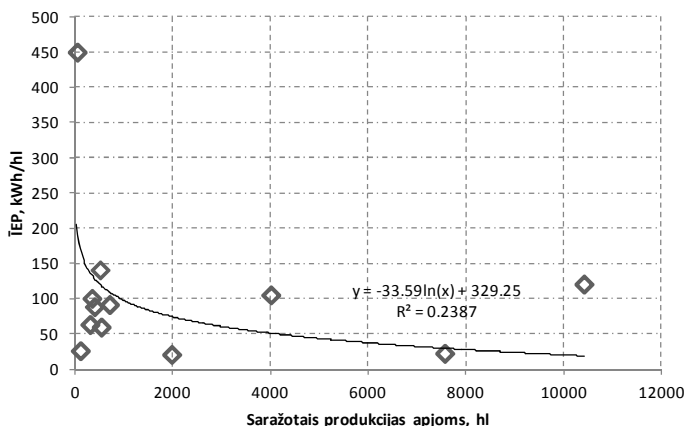
$$\bar{I}EP_{i,t} = \frac{E_{i,t}}{Y_{i,t}} \quad (4)$$

kur:

$\bar{I}EP_{i,t}$ – ģpatnējais enerģijas patēriņš nozarē i gadā t, MWh/produkcijas apjoms;

$Y_{i,t}$ – saražotie produkcijas apjomi nozarē i gadā t.

Lai izvērtētu Latvijas apstrādes rūpniecības ražošanas uzņēmumu energoefektivitāti, ir analizēti dati par alus ražošanas nozares saražotajiem produkcijas apjomiem un patērēto enerģijas daudzumu. Produkcijas ražošanas apjomu un ĪEP sakarības ciešums tiek noteikts, izmantojot korelācijas un regresijas analīzi. (skatīt 4. attēlu).



4.att. Sakarība starp produkcijas apjomu un ģpatnējo enerģijas patēriņu

Kā redzams grafikā, korelācijas koeficienta kvadrāts ir 0,23, kas norāda, ka neveidojas statistiski nozīmīga sakarība starp šiem lielumiem. Teorētiski šādai sakarībai ir jāveidojas. Skaidrojumi neatbilstībai var būt šādi: atļaujās sniegtā informācija ir nekorekta; sakarības noteikšanai tiek iekļauti dati gan no maziem un vidējiem (MVU), gan lielajiem uzņēmumiem. Lai novērtētu datu kvalitāti tika salīdzināti kurināmā patēriņa dati no Latvijas vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra datubāzes „Gauss-2” un uzņēmumu piesārņojošās darbības atļaujām. Salīdzinājumā iegūtie rezultāti norāda uz to, ka datus no šiem informācijas avotiem nevar izmantot alus ražošanas apakšnozares energoefektivitātes novērtējumā. Ķoti iespējams, ka arī citu apstrādes rūpniecības apakšnozaru gadījumā datus no šiem informācijas avotiem, vērtējot ražošanas uzņēmumu energoefektivitāti, izmantot nevar. *Galvenie secinājumi:*

Lai panāktu enerģijas patēriņa samazinājumu apstrādes rūpniecības nozarē, galvenokārt būtu jāpievērš uzmanības sekojošām apstrādes rūpniecības apakšnozarēm atbilstoši NACE 2 red. klasifikācijai:

- nemetālisko minerālu izstrādājumu ražošana (23);
- koksnes, koka izstrādājumu ražošana (16);
- ķīmisko vielu ražošana (20);
- pārtikas produktu un dzērienu ražošana (10, 11);
- tekstilizstrādājumu ražošana (13);
- metālu ražošana (galvenokārt attiecas uz AS „Liepājas metalurģis”) (24).

Viens no risinājumiem, lai panāktu ražošanas uzņēmumu izmaksu samazinājumu, ir atbalsta programmu īstenošana, kas veicinātu naftas produktu un dabasgāzes aizstāšanu ar koksnes kurināmo. Būtu jāveicina arī energoefektivitātes pasākumu īstenošana, kas samazinātu elektroenerģijas patēriņu, kas galvenokārt tiek patērēta ražošanas procesu nodrošināšanai.

Turpmāk būtu jāuzlabo esošo datu iesniegšanas un uzskaites sistēma, lai to būtu iespējams izmantot energoefektivitātes novērtēšanai. Papildus būtu arī jārod jauni risinājumi, kā novērtēt esošo energoefektivitātes stāvokli ražošanas uzņēmumos.

2. Šķēršļi energoefektivitātes pasākumu īstenošanai ražošanas uzņēmumos

Lai veicinātu enerģijas patēriņa samazināšanu ražošanas uzņēmumos ar dažādu energoefektivitātes politikas instrumentu palīdzību, ir jāidentificē un jānosaka, kādi ir galvenie šķēršļi energoefektivitātes pasākumu īstenošanai. Jau ilgstoši tiek identificēti dažādi šķēršļi, kas kavē energoefektivitātes pasākumu īstenošanu ražošanas uzņēmumos. Tiek piedāvāti dažādi veidi šķēršļu sadalīšanai kategorijās pēc to ietekmes. Identificēto šķēršļu iedalīšanai plaši tiek izmantota S.Sorrell (S. Sorrell) un E.Kagno (E. Cagno) piedāvātā metode [10 – 13]:

- ārējie šķēršļi, kas ietekmē uzņēmumus veikt energoefektivitātes pasākumus un kas saistīti ar ārējiem faktoriem kā tirgus izmaiņām (tehnoloģijas, enerģijas tarifi, u.c.), valsts politiku, tehnoloģiju piegādātāju/apkalpotāju, iekārtu ražotāju un projektētāju, kā arī energopiegādātāju un kapitāla sniedzēju pakalpojumiem;
- iekšējie šķēršļi, kas pastāv uzņēmuma līmenī: ekonomiskie, organizatoriskie (lēmumu pieņemšanas process), uzvedības (indivīda uzskati), kompetences un zināšanu, tehnoloģiskie un informētības.

Analizējot dažādus šķēršļus, ir svarīgi saprast, kurus no energoefektivitātes pasākumu ieviešanas posmiem tie ietekmē, lai piemērotu pēc iespējas labākus un efektīvākus politikas instrumentus.

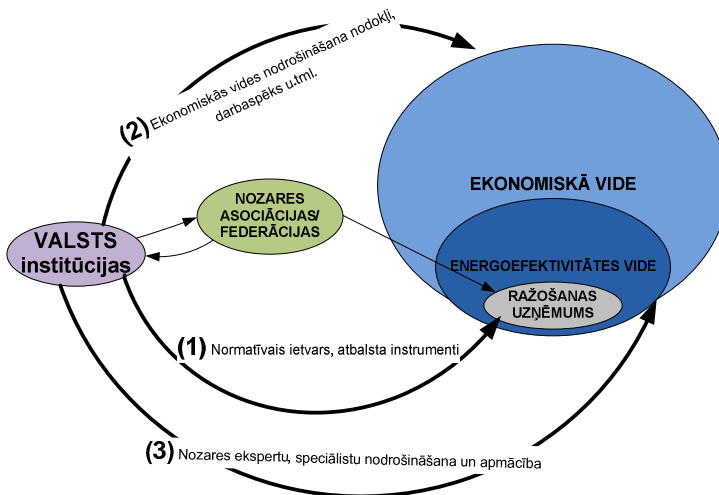
Līdz šim Latvijā nav veikts padziļināts pētījums, kas ļautu novērtēt esošos šķēršļus, kā arī virzošos faktoros energoefektivitātes pasākumu īstenošanai ražošanas uzņēmumos. Tādēļ 2010. gada rudenī šī darba ietvaros tika intervēti trīs piena pārstrādes un divi alus ražošanas uzņēmumi, kas atbilst gan MVU, gan lielo uzņēmumu statusam. Intervēti tika uzņēmumi, kas piedalījās ES projektā ExBESS [14]. Pētījuma laikā, atbilstoši S.Sorrell un E.Kagno piedāvātajam sadalījumam, tika identificēti šādi galvenie šķērslī: investīciju trūkums; riski, kas saistīti ar pasākumu ieviešanu, īpaši, kas attiecas uz ražošanas procesu pārtraukšanu un papildus izmaksu veidošanos; uzvedības aspekti: nav vēlme mainīties, intereses trūkums par energoefektivitātes pasākumiem, citas prioritātes ir būtiskākas; kā arī organizatoriskie (komplekss lēmumu pieņemšanas process (lielie), energoefektivitāte nav prioritāte, kā arī laika trūkums un nav jūtami ieguvumi no pasākumu īstenošanas). Ļoti būtisku lomu energoefektivitātes pasākumu ieviešanai rūpniecības uzņēmumos ieņem uzņēmuma vadība, jo vadība piešķir pasākumiem nepieciešamos finansiālos resursus. Līdz ar to vadības iesaistīšanās un izpratne par enerģijas patēriņa nozīmi uzņēmumā, ietekmē arī uzņēmuma attīstību energoefektivitātes jomā. *Galvenie secinājumi:*

Tā kā šis ir tikai pirmais pētījums par šķēršļu identificēšanu ražošanas uzņēmumos energoefektivitātes pasākumu ieviešanai, būtu nepieciešams, ka sadarbībā ar nozaru asociācijām tiktu turpināta esošo šķēršļu, kā arī motivējošo faktoru identificēšana. Kopumā var secināt, ka šķēršļu identifikācija ir būtisks aspekts, kas jāņem vērā, izstrādājot un ieviešot energoefektivitātes politikas instrumentus, valsts līmenī.

3. Rūpniecības sektora energoefektivitātes politikas novērtējums

Rūpniecības sektora energoefektivitātes politikas mērķis ir veicināt un panākt enerģijas patēriņa samazināšanos ražošanas uzņēmumos. Tas, savukārt, paaugstina šo uzņēmumu konkurētspēju un veicina ekonomisko izaugsmi. Lai to veicinātu, tiek izmantoti dažādi informācijas apmaiņas veidi starp valsts institūcijām un politikas veidošanā ieinteresētajām pusēm (skatīt 5. attēlu) [15, 16].

Jebkuras veiksmīgas politikas īstenošanas pamatā ir valsts institūciju cieša sadarbība ar dažādu rūpniecības nozaru asociācijām, federācijām un apvienībām, kas pārstāv konkrētās rūpniecības nozares uzņēmumu viedokļus. Lai veiksmīgi tiktu īstenota energoefektivitātes politika rūpniecības sektorā, būtisks nosacījums ir datu un informācijas pieejamība mērķu noteikšanai. Līdz ar to, uzsākot jebkuras jaunas energoefektivitātes politikas īstenošanu rūpniecības sektorā valsts līmenī, ir rūpīgi jāizvērtē esošā situācija, balstoties uz valdības un asociāciju/uzņēmumu savstarpējo sadarbību. [15, 17, 18]



5.att. Informācijas apmaiņas veidi energoefektivitātes politikas instrumentu ieviešanai rūpniecības sektorā [15]

Balstoties uz K.Tanaka (K.Tanaka) pētījumu par politikas instrumentiem rūpniecības sektorā, tos var iedalīt šādi [15]:

- perspektīvā politika – tieši ietekmē uzņēmumu rīcību enerģijas patēriņa samazināšanā. Latvijā pie šādiem pieder likumi un MK noteikumi; EPS - ISO 50001 (brīvprātīgi); vienošanās: MK noteikumi Nr.555 „Noteikumi par kārtību, kādā noslēdz un pārrauga vienošanos par energoefektivitātes paaugstināšanu”;
- fiskālā politika – ražošanas uzņēmumiem uzliek finansiālas saistības enerģijas un vides prasību ievērošanai. Latvijas situācijai var piemērot enerģijas un CO₂ nodokļus; ES ETS; tiešais valsts atbalsts – KPFI projektu konkursi ražošanas uzņēmumiem;
- atbalsta politika – palīdz izvērtēt un analizēt esošo situāciju nozarē. Atbilstoši situācijai Latvijā ir informācijas pieejamība par energoefektivitātes tehnoloģiskajiem risinājumiem; rūpnieciskais energoaudits.

Latvijas rūpniecības sektora energoefektivitātes politika līdz šim ir balstīta tikai uz ES prasību izpildi energoefektivitātes mērķu sasniegšanai ES līmenī. Kā vienu no galvenajiem trūkumiem energoefektivitātes politikas piemērošanai Latvijas rūpniecības sektorā var uzskatīt datu un informācijas trūkumu par esošo energoefektivitātes stāvokli un potenciāla noteikšanu enerģijas patēriņa samazināšanai dažādās rūpniecības apakšnozarēs un sektoram kopumā. Līdz ar to

esošie izvērītie Latvijas rūpniecības sektora energoefektivitātes politikas mērķi ir vispārīgi un pieticīgi. Tādēļ var uzskatīt, ka līdz šim veiktie energoefektivitātes pasākumi uzņēmumos, galvenokārt, ir pašu ražošanas uzņēmumu iniciatīva, nevis valsts energoefektivitātes politikas ieviešanas rezultāts.

3.1 Politikas instrumentu analīze

Šajā nodaļā ir analizēti divi perspektīvās politikas instrumenti Latvijā:

- vienošanās programmu piemērošana ražošana uzņēmumu enerģijas patēriņa samazināšanai, ir pasaulē līdz šim visplašāk izmantotais politikas instruments [19]. Kopš 2011. gada 15. jūlija Latvijā ir spēkā MK noteikumi Nr. 555 „Noteikumi par kārtību, kādā noslēdz un pārrauga vienošanos par energoefektivitātes paaugstināšanu”. Tie paredz vienošanās programmas ieviešanu, kuras mērķis ir sasniegt vismaz 10 % enerģijas ietaupījumu nozarē, uzņēmumā vai pašvaldībā. Enerģijas ietaupījumu mērķa sasniegšanu pamato energoefektivitātes rīcības plāns. Diemžēl līdz šim brīdim dalībai šajā programmā nav pieteicies ne viens dalībnieks [20]. Ņemot vērā citu valstu pieredzi un salīdzinot to ar esošajiem MK noteikumiem Nr.555, pamatoti ir uzskatīt, ka neveicot būtiskas izmaiņas esošajā vienošanās programmā, izstrādātie MK noteikumi Nr.555 netiks atbalstīti no izvērītās mērķa grupas, un netiks arī sasniegts plānotais kumulatīvais enerģijas ietaupījums uz 2020. gadu 150 GWh apmērā.
- Energopārvaldības sistēma (EPS) ir viens no energoefektivitātes pasākumiem, kas palīdz uzņēmumiem izveidot organizētas sistēmas ražošanas procesu, lai nodrošinātu efektīvu uzņēmuma darbības kontroli un samazinātu enerģijas patēriņu. Pieredze no EPS ieviešanas rāda, ka pirmajos piecos gados sistēmas ieviešanas var sasniegt 10 – 20 % enerģijas ietaupījumu. Turklāt tas ir panākams ar nelieliem finansiāliem ieguldījumiem. Tādējādi normatīvie akti paredz, ka dalībvalstīm ir jāveicina EPS ieviešana gan lielajos, gan MVU uzņēmumos [20 – 23]. Tā kā EPS ieviešana uzņēmumos Latvijā nav obligāta prasība, tad līdz 2013. gada beigām ISO 50001 sertifikāts ir piešķirts tikai vienam uzņēmumam Latvijā. Sakarā ar salīdzinoši mazo pieredzi EPS ieviešanā, plašāka informācija par EPS sistēmas piemērošanu ražošanas uzņēmumiem Latvijā nav pieejama. Neskatoties uz to, ka Latvijā ISO 50001 ir ieviests tikai vienā uzņēmumā, vairāku uzņēmumu līmenī ir ieviesti daži energopārvaldības principi [14]. Galvenokārt tas ir saistīts ar nepārtraukti augošajām enerģijas izmaksām. Līdz ar to uzņēmumi apkopo un analizē enerģijas patēriņa datus. Datu analīze un īstenotie energoefektivitātes pasākumi uzņēmumos, galvenokārt, ir pašu darbinieku vai vadības iniciēti, balstoties uz apgūtajām zināšanām.

Papildus ir analizēti arī fiskālās politikas instrumenti. Subsīdijas pasākumu vai energoauditu veikšanai ir viens no efektīvākajiem politikas instrumentiem.

Latvijā VARAM KPFI ietvaros līdz šim ir īstenoti vairāki projektu konkursi, kuru galvenais mērķis ir samazināt CO₂ emisijas un enerģijas patēriņu. Pirmais šāda veida projektu konkurss ražošanas uzņēmumiem „Kompleksi risinājumi siltumnīcefekta gāzu emisiju samazināšanai ražošanas ēkās” tika izsludināts 2010. gada jūlijā. Tika plānots, ka kopumā enerģijas patēriņš samazināsies par 33,9 GWh gadā, no kura 85 % sastāda siltumenerģijas patēriņa samazināšana un tikai 15 % elektroenerģijas [24]. Visiem projektu īstenotājiem, katru gadu līdz 31. janvārim Latvijas Vides investīciju fondam (LVIF) jāiesniedz monitoringa pārskats par pasākumu ieviešanas rezultātā sasniegto enerģijas samazinājumu. Analizējot atsevišķus monitoringa pārskatus, tika konstatēts, ka tajos ir nepilnības un katrs pārskats ir jāizvērtē atsevišķi. Tas galvenokārt bija saistīts ar enerģijas patēriņa uzskaites trūkumiem, jo lielākajā daļā uzņēmumu enerģijas patēriņa uzskaites procesiem nenotiek atsevišķi. Līdz ar to, nosakot enerģijas ietaupījumu, piemēram, jaunu tehnoloģisko iekārtu uzstādīšanas gadījumā, ir sarežģīti objektīvi novērtēt panākto ietaupījumu, ja nav korekta datu uzskaites sistēma. Līdz 2013. gada beigām KPFI programmas ietvaros papildus tika izsludināti vēl trīs konkursi „Kompleksi risinājumi siltumnīcefektu gāzu samazināšanai”, kuros varēja piedalīties gan ražošanas uzņēmumi, gan pašvaldības iestādes, gan ārstniecības iestādes. Atšķirībā no pirmās kārtas ir mainīti nosacījumi projekta konkursu iesniegšanai un apstiprināšanai, bet monitoringa sistēma un uzraudzība ir saglabājusies nemainīga. Balstoties uz KPFI programmas ražošanas uzņēmumiem izvērtējumu, var secināt, ka nav iespējams novērtēt, vai plānotais ietaupījums no ražošanas uzņēmumiem šīs programmas ietvaros tiks sasniegts, jo vērojamas pārāk lielas neprecizitātes starp iesniegtajiem uzņēmumu datiem. Lai to novērstu, viens no risinājumiem būtu pārskatīt esošo metodiku projektu monitoringam, kā arī varētu noteikt stingrākas prasības KPFI programmas dalībniekiem monitoringa pārskatu iesniegšanai.

Latvijas normatīvajos aktos šobrīd ir iestrādāts tikai viens atbalsta politikas instruments – rūpnieciskais energoaudits. Otrs atbalsta instruments rūpniecības sektora energoefektivitātes veicināšanai ir līmeņatzīmes metode. Latvijā pašlaik līmeņatzīmes netiek izmantotas ražošanas uzņēmumu energoefektivitātes novērtēšanā.

Latvijā ir izstrādāti MK noteikumi Nr.138 „Noteikumi par rūpniecisko energoauditu”, kas paredz rūpniecisko energoauditu veikšanu uzņēmumos. Noteikumos ir sniegts tikai vispārīgas prasības, kas būtu jāņem vērā, veicot energoauditu. Līdz 2013. gada martam Latvijā nav komersantu, kas atbilstoši MK noteikumu Nr.138 prasībām varētu veikt rūpniecisko energoauditu, jo komersantiem ir nepieciešams ieviest kvalitātes pārvaldības sistēmu atbilstoši ISO 9001:2008 prasībām. Ņemot vērā šo situāciju un to, ka lielajiem uzņēmumiem līdz 2015. gada

5. decembrim ir jābūt veiktiem rūpnieciskajiem energoauditiem, prasību par ISO 9001 būtu vēlams pārskatīt. [25]

Līmeņatzīmes metode bieži tiek izmantota, kā atbalsta instruments energoefektivitātes paskumumu īstenošanai ražošanas uzņēmumos. Lai arī līdz šim līmeņatzīmes metode tiek plaši lietota dažādu valstu energoefektivitātes politikas īstenošanā rūpniecības sektorā, tā nav piemērojama un vienlīdz izmantojama visās apstrādes rūpniecības apakšnozarēs. Lai veiktu uzņēmumu salīdzināšanu, ļoti svarīgs aspekts ir atbilstošu indikatoru, sistēmas robežu un korekcijas faktoru izvēle [26, 27]. Lai arī līmeņatzīmes metode tiek uzskatīta par efektīvu veidu, kā noteikt enerģijas patēriņa potenciālu un energoefektivitātes izmaiņas dažādās rūpniecības nozarēs, joprojām pastāv būtiski šķēršļi šīs metodes pielietošanai [28]:

- trūkst dati uzņēmumu, procesu un iekārtu līmenī;
- nav vienotas metodikas vai vadlīnijas kā veikt uzņēmumu salīdzināšanu.

Pašlaik līmeņatzīmes metode netiek izmantota Latvijas ražošanas uzņēmumu energoefektivitātes novērtēšanai un potenciāla noteikšanai, kaut arī to būtu iespējams izmantot, piemēram, apkopojot statistikas datus, kā arī datus no piesārņojošās darbības atļaujām un rūpnieciskajiem energoauditiem vai KPFI projekta konkursiem.

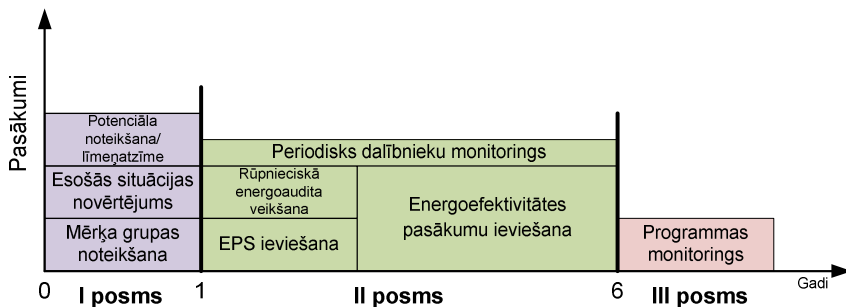
3.2. Priekšlikumi politikas instrumentu piemērošanai Latvijas rūpniecības sektorā

Šī darba ietvaros tiek piedāvāts Latvijā izstrādāt un ieviest vienošanās programmu ražošanas uzņēmumiem (VPRu). Galvenā šīs programmas priekšrocība būtu ražošanas uzņēmumu energoefektivitātes saistības ilgtermiņā, kas nodrošinātu nemainīgas prasības visā programmas ieviešanas laikā un sniegtu gan atbalstu energoefektivitātes pasākumu īstenošanai uzņēmumos, gan paredzētu sankcijas prasību nepildīšanas gadījumā. Šāda programma palīdzētu uzņēmumiem ilgtermiņā plānot energoefektivitātes paaugstināšanu uzņēmumu līmenī.

Lai ieviestu VPRu, būtu jāgroza spēkā esošie MK noteikumi Nr. 555 „Noteikumi par kārtību, kādā noslēdz un pārrauga vienošanos par energoefektivitātes paaugstināšanu”. MK noteikumu prasības būtu jāattiecina tikai uz apstrādes rūpniecības nozares uzņēmumiem, kas veido lielāko daļu no rūpniecības sektora enerģijas patēriņa. VPRu izstrāde un ieviešana būtu jāuztic atsevišķai institūcijai, piemēram, nacionālajai enerģētikas aģentūrai vai Latvijas Vides investīciju fondam, bet tās pārraudzība būtu jāuzņemas LR Ekonomikas ministrijai. Kā obligātas prasības VPRu dalībniekiem būtu jāparedz rūpnieciskā energoaudita veikšana un EPS ieviešana. Vēlamais VPRu izstrādes un ieviešanas laika grafiks ir parādīts 6. attēlā. Programmas ieviešanu var iedalīt trīs posmos:

I posms: VPRu ieviešanas laikā galvenais uzdevums ir noteikt atbilstošu programmas mērķa grupu. Svarīgi ir noteikt, kuras apstrādes rūpniecības nozares iekļaut, kāda veida uzņēmumus iekļaut (lielie, MVU, mikro) un kāda enerģijas veida

samazinājums būtu sasniedzams. Šīs programmas mērķis būtu jāvērtē, ņemot vērā izstrādātās Nacionālās industriālās politikas mērķus un ES Direktīvas 2012/27/ES prasības. Balstoties uz iepriekšējās nodaļās veikto analīzi VPRu varētu attiecināt uz MVU. Energoefektivitātes pasākumus būtu jāievieš, lai panāktu gan elektroenerģijas, gan siltumenerģijas samazināšanu.



6.att. VPRu izstrādes un ieviešanas laika grafiks

II posms: Nākamais posms ir esošās situācijas analīze un energoefektivitātes potenciāla noteikšana. Esošās situācijas potenciāla noteikšanai būtu nepieciešams pielietot līmeņatzīmes metodi. VPRu ieviešanas II posms ir saistīts ar programmas ieviešanu uzņēmumos, kas ilgtu ne mazāk kā piecus gadus. Pirmais uzdevums ir nodrošināt dalībnieku piedalīšanos. VPRu ieviešanas pirmajos divos gados, būtu jānodrošina, ka visi VPRu dalībnieki ir veikuši rūpniecisko energoauditu un ieviesuši EPS. Papildus uzņēmumu motivēšanai, par noteiktu enerģijas ietaupījuma sasniegšanu varētu veicināt nodokļu atlaides. Obligāts pasākums uzņēmumiem būtu ikgadēju pārskatu iesniegšana par enerģijas patēriņu uzņēmumā. Tāda veidā tiktu panākta uzņēmumu uzraudzība noteikto mērķu sasniegšanai.

III posms: Šis posms ir saistīts ar programmas rezultātu izvērtēšanu, kuras laikā būtu jāveic gan iesaistīto dalībnieku intervijas un aptaujas, lai noskaidrotu šķēršļus programmas īstenošanai, gan datu analīze par enerģijas patēriņa ietaupījumiem. Iegūtie rezultāti būtu jāizmanto programmas turpmākai atjaunošanai un uzlabošanai.

4. Metodikas izstrāde un aprobācija politikas instrumentu piemērošanai rūpniecības sektorā

Lai paaugstinātu energoefektivitāti rūpniecības sektorā, ir jāveic secīgi soļi politikas instrumentu piemērošanai. Šī darba ietvaros atbilstoši darba autores izstrādātajai metodikai (skatīt 7. attēlu) ir veikta politikas instrumentu piemērošana.



7.att. Metodika politikas instrumentu piemērošanai rūpniecības sektorā

Metodika politikas instrumentu piemērošanai rūpniecības sektorā ir iedalīta četros secīgos soļos:

1. *Mērķa grupas raksturojums.* Vispirms valsts līmenī tiek izvēlētas mērķa nozares, kurās jāpanāk enerģijas patēriņa samazinājums, un tiek veikts šo nozaru novērtējums. Nozaru novērtējumā uzņēmumi tiek sadalīti atbilstoši uzņēmumu lielumam, tiek noteikts enerģijas izmaksu īpatsvars un īpatnējais enerģijas patēriņš, kā arī esošā tirgus situācija un perspektīvas nākotnē. Papildus tiek apkopota informācija par ražošanas procesiem un to īpatnībām nozares līmenī.
2. *Esošās situācijas novērtējums.* Vispirms tiek izvēlēta ģenerālkopa, kas labi raksturo mērķa nozari. Ģenerālkopas energoefektivitātes novērtēšanai tiek piemērota līmeņatzīmes metode. Dati tiek salīdzināti ar pētījumu un programmu līmeņatzīmēm. Papildus uzņēmumos tiek identificēti faktori, kas

ietekmē enerģijas patēriņa izmaiņas, un tiek noteikts siltumenerģijas un elektroenerģijas sadalījums. Novērtējot esošo situāciju, izvēlētie uzņēmumi tiek apmeklēti un tiek veikti enerģijas patēriņa mērījumi. Jo precīzāk tiks veikts esošās situācijas novērtējums, jo labākus rezultātus būs iespējams sasniegt, piemērojot politikas instrumentus.

3. *Energoefektivitātes potenciāla noteikšana.* Balstoties uz esošās situācijas novērtējumu, tiek aprēķināti dažādi mērķa nozares potenciāli – teorētiskais, tehniski iespējama un ekonomiski pamatots. Papildus tiek identificēti nozari raksturojoši korekcijas faktori, kurus var lietot energoefektivitātes potenciāla noteikšanai.
4. *Energoefektivitātes politikas instrumentu piemērošana.* Vispirms, balstoties uz esošās situācijas analīzi un noteikto energoefektivitātes potenciālu, tiek noteikts mērķa nozares energoefektivitātes mērķis. Balstoties uz šķēršļiem, tiek izvēlēti atbilstoši politikas instrumenti, ar kuru palīdzību būs iespējams novērst šķēršļus energoefektivitātes pasākumu ieviešanai uzņēmumos un sasniegt izvirzīto nozares energoefektivitātes mērķi.

4.1. Mērķa grupas raksturojums

Balstoties uz informāciju no Lursoft datubāzes, 2012. gadā bija reģistrētas 22 alus darītavas. Atkarībā no darbinieku skaita un uzņēmumu apgrozījuma alus ražošanas uzņēmumus var iedalīt sekojošās grupās [29]: 3 lieli uzņēmumi (AS „Aldaris”, AS „Cēsu alus”, SIA „Cido grupa”); 3 vidējie uzņēmumi (AS „Agrofirma Tērvete”, SIA „Piebalgas alus”, SIA „Bauskas alus”); 7 mazie alus ražošanas uzņēmumi; 9 mikro-alus darītavas. Lielie uzņēmumi 2012. gadā nosedza 81,2 % no alus tirgus Latvijā. Pārējie MVU ir nodrošinājuši 11,4 % tirgus daļu, bet mikro alus darītavas tikai 4,3 %. Balstoties uz CSB sniegtajiem energoresursu patēriņa datiem alus ražošanas nozarei, vidēji 69 % no energoresursu patēriņa tiek izmantota dabasgāze un 26 % elektroenerģija. Ņemot vērā datus par nozares apgrozījumu un izmaksām par enerģiju, enerģijas izmaksu daļa no apgrozījuma ir bijusi vidēji 4 %.

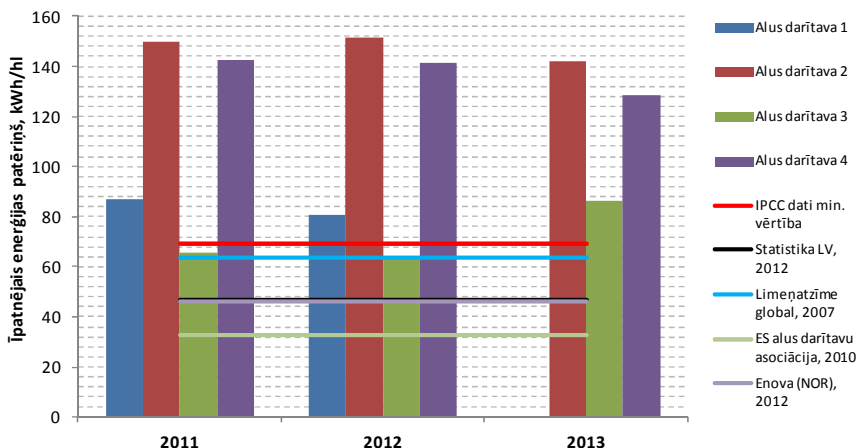
Galvenās alus ražošanas izejvielas ir ūdens, iesals, apiņi un raugs. Alus ražošanas procesus no enerģijas patēriņa viedokļa var iedalīt šādi: alus brūvēšana; alus raudzēšana/nostādīšana; alus pildīšana. Siltumietilpīgākais alus ražošanas process ir misas gatavošana (40 % no kopējā siltumenerģijas patēriņa procesos), bet elektroenerģijas patēriņa ziņā – noguldīšana jeb pēc-raudzēšanas process (18,5 % no kopējā elektroenerģijas patēriņa procesos) [30].

4.2. Esošās situācijas novērtējums

Lai novērtētu Latvijas alus ražošanas uzņēmumu energoefektivitāti, tika sagatavota aptaujas anketa, kas tika izsūtīta 13 alus ražošanas uzņēmumiem. Rezultātā uzņēmumus raksturojošie dati tika iegūti par pieciem uzņēmumiem, no

kuriem četri tika apmeklēti, un veikta padziļināta pieejamās informācijas un datu analīze.

Izvēlēto alus ražošanas uzņēmumu iegūtie īpatnējā enerģijas patēriņa (ĪEP) dati, kā arī salīdzinājums ar labākās prakses piemēriem ES un pasaulē ir parādīti 8. attēlā. Redzams, ka izvēlēto četru alus darītavu ĪEP ir gandrīz divas reizes augstāki kā vidēji citās ES un pasaulē īstenotajās energoefektivitātes programmās alus ražošanas uzņēmumiem. Tas liecina, ka Latvijas alus ražošanas uzņēmumiem varētu būt salīdzinoši liels energoefektivitātes potenciāls.



8.att. Alus ražošanas uzņēmumu ĪEP datu salīdzinājums

Kā aprakstīts iepriekš, ĪEP ietekmē enerģijas patēriņš uzņēmumā un saražotais produkcijas apjoms. Tādēļ, lai saprastu, kādi faktori ietekmē enerģijas patēriņa izmaiņas uzņēmumā un, vai visos gadījumos tie ir vienādi, tika veikta katra alus ražošanas uzņēmuma detalizēta enerģijas patēriņa datu analīze. Visu uzņēmumu pieejamie dati tiek analizēti ņemot vērā 4.1, 4.2 un 4.3 formulas.

$$En = f(\text{prod.}) \quad (5)$$

$$En = f(\text{prod.}; T) \quad (6)$$

$$En = f(\text{optimal}) \quad (7)$$

kur:

En – kopējais (elektroenerģijas, siltumenerģijas) enerģijas patēriņš;

Prod. – izstrādātais produkcijas (alus, dzērienu) daudzums;

T – mēneša vidējā āra gaisa temperatūra, °C;

optimal – raksturo galvenos faktorus, kas ietekmē enerģijas patēriņa izmaiņas alus darītavā. Katrai darītavai faktori tiek noteikti atsevišķi.

Pielietojot vairāk faktoru regresijas analīzi, kas tiek veikta datu apstrādes programmas STATGRAF vidē, katram alus ražošanas uzņēmumam tika iegūti vairāki regresijas vienādojumi, kas apraksta enerģijas patēriņa izmaiņas uzņēmumā:

$$\text{Alus darītava 1; } E_n = 50,0381 + 0,00121908 \cdot I_{ies}; R^2 = 0,710 \quad (8)$$

$$\text{Alus darītava 2; } E_n = -9,62626 + 0,090715 \cdot \text{prod.} - 1,47329 \cdot T; R^2 = 0,810 \quad (9)$$

$$\text{Alus darītava 3; } E_n = 116,288 + 1,19193 \cdot I_{ies} + 0,0136922 \cdot \text{KEG} + 0,0492631 \cdot \text{ST} - 4,10038 \cdot T \quad R^2 = 0,839 \quad (10)$$

$$\text{Alus darītava 4; } E_n = 198,598 + 0,071831 \cdot A_i + 0,171083 \cdot D_z - 9,10254 \cdot T \quad R^2 = 0,786 \quad (11)$$

kur:

I_{ies} – iesala daudzums, kg;

ST – saražotais pudeļu alus, hl;

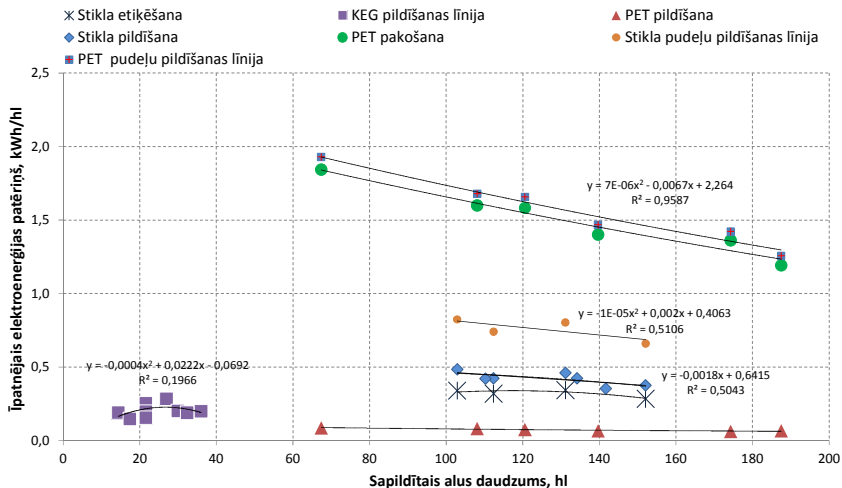
KEG – saražotais KEG alus daudzums, hl;

A_i – izbrūvētā alus daudzums, hl;

D_z – izbrūvētais dzērienu daudzums, hl.

Visos gadījumos redzams, ka visciešākā sakarība veidojas starp enerģijas patēriņu un vairākiem ražošanas procesu raksturojošiem parametriem. Balstoties uz datu analīzi, tika konstatēts, ka ne visos gadījumos starp enerģijas patēriņu un saražoto produkcijas daudzumu veidojas statistiski nozīmīga sakarība. Līdz ar to ne visos gadījumos ĪEP raksturo uzņēmuma energoefektivitātes izmaiņas.

Lai noskaidrotu, kā dažādi alus pildīšanas veidi ietekmē elektroenerģijas patēriņa izmaiņas alus ražošanas uzņēmumos, alus darītavā 1 tika veikts elektroenerģijas patēriņa monitorings alus pildīšanas iekārtām. Iegūtie rezultāti ir parādīti 9. attēlā. Īpatnējais elektroenerģijas patēriņš ir noteikts ņemot vērā papildīto alus daudzumu un elektroenerģijas patēriņu, kas tieši ir patērēts alus pildīšanas laikā. Rezultāti rāda, ka enerģijas patēriņu uzņēmumā var ietekmēt dažādi faktori. Tā kā elektroenerģijas patēriņš produkcijas pildīšanai sastāda salīdzinoši lielu daļu no kopējā elektroenerģijas patēriņa un tas var atšķirties starp alus ražošanas uzņēmumiem, būtu jāņem vērā, kādā veidā notiek produkcijas pildīšana.



9.att. Īpatnējais elektroenerģijas patēriņš dažādiem alus pildīšanas veidiem

Lai noteikt elektroenerģijas un siltumenerģijas attiecību alus darītavās, tika veikta datu analīze. Tika secināts, ka vidēji no kopējā enerģijas patēriņa 30 % sastāda elektroenerģija, bet 70 % siltumenerģija.

4.3. Enerģijas patēriņa potenciālā noteikšana

Šajā nodaļā ir aprēķinātas trīs alus ražošanas procesu raksturojošas līmeņatzīmes:

- teorētiskais īpatnējais enerģijas patēriņš ($\bar{I}EP_{\text{teor}}$) – minimāli nepieciešamais enerģijas daudzums alus ražošanas procesu nodrošināšanai;
- tehniski iespējamais īpatnējais enerģijas patēriņš ($\bar{I}EP_{\text{teh}}$) – enerģijas patēriņš, kas nepieciešams produkcijas ražošanai, izmantojot LPTP;
- ekonomiski pamatotais īpatnējais enerģijas patēriņš ($\bar{I}EP_{\text{eko}}$) – enerģijas patēriņš produkcijas ražošanai, ieviešot standarta (visplašāk lietotos) tehniskos risinājumus.

Siltumenerģijas patēriņa noteikšanai ir ņemti vērā šādi alus ražošanas procesi: iejavas gatavošana, filtrēšana, misas vārīšana, misas dzesēšana. Izmantotie procesu raksturlielumi ir parādīti 1. tabulā. Tā kā lielākā daļa misas sastāv no ūdens, tad, veicot aprēķinus, tiek ņemti vērā ūdens īpatnējie fizikālie raksturlielumi. Nosakot tvertnes izmērus, tiek pieņemts, ka tvertne ir cilindrs ar augstuma un rādiusa attiecību 2:1 ($S = 4,39 \text{ m}^2$) un ir vienāds visos gadījumos, jo tādā veidā tiek panākti minimāli siltuma zudumi.

1.tabula

Izmantotie alus ražošanas procesu raksturlielumi

	Iejavas gatavošana	Filtrēšana	Misas vārīšana	Misas dzesēšana	Rūgšana	Noguldīšana
Apjoms, hl	20	20	20	20	20	20
Sākuma T_1 , °C	35	75	95	90	-	-
Beigu T_2 , °C	75	95	100	6	-	-
Alus T, °C	75	95	100	-	5	1
Apkārtējās vides T, °C	23	24	26	-	9	7

Siltumenerģijas patēriņa un zudumu aprēķināšanai ir izmantoti termodinamikas pamatlikumi. Lai noteiktu siltuma daudzumu (q_1), kas nepieciešams vielas temperatūras mainīšanai (sildīšanai, dzesēšanai) alus ražošanas procesu laikā, tiek izmantota šāda matemātiskā izteiksme:

$$q_1 = \left| \frac{c \cdot m \cdot \Delta T}{p} \right|, \text{ Wh} \quad (12)$$

kur:

c – vielas īpatnējā siltumietilpība, J / (kg · K);

m – vielas masa, kg;

T_1 – vielas sākuma temperatūra, °C;

T_2 – vielas beigu temperatūra, °C;

p – pārejas koeficients no J uz Wh, 3600 J/Wh.

Siltumenerģijas patēriņa noteikšanai ir ņemti vērā siltumapmaiņas procesi, kas raksturo siltuma enerģijas izplatīšanās procesu ķermeņos vai to kopās (sistēmās). Aprēķinos pamatā tiek izmantoti divi siltumapmaiņas procesi: siltumvadīšana un siltumatdeve iztvaikošanas apstākļos. Tā kā dažādos alus ražošanas procesos veidojas siltumenerģijas zudumi (q_2), siltuma vadīšanas caur tvertņu sienām ceļā noteikšanai tiek izmantots šāds vienādojums:

$$q_2 = \left(\frac{1}{\frac{1}{\alpha_{si}} + \sum_{l=1}^n \frac{\delta_l}{\lambda_l} + \frac{1}{\alpha_{se}}} \cdot S \cdot (T_{misa} - T_{vides}) \right) \cdot \tau, \text{ Wh} \quad (13)$$

kur:

α_{si} – iekšējās virsmas siltuma atdeves koeficients, W/(m²K);

α_{se} – ārējās virsmas siltuma atdeves koeficients, W/(m²K);

δ_i – tvertnes sienīgas i-tā slāņa biezums, m;
 λ_i – tvertnes sienīgas i-tā slāņa siltumvadītspējas koeficients, W/(mK);
 S – tvertnes sienu laukums, m²;
 T_{misa} – misas temperatūra, °C;
 T_{vide} – apkārtējās vides temperatūra, °C;
 τ – procesa ilgums, h.

Būtisks enerģijas patēriņš veidojas misas vārīšanās laikā, iztvaikojot ūdenim. Lai noteiktu enerģijas daudzumus, kas veidojas iztvaikošanas apstākļos (q_3), tiek izmantots šāds vienādojums:

$$q_3 = \frac{m_{\text{iztv}} \cdot L}{p}, \text{ Wh} \quad (14)$$

kur:

m_{iztv} – iztvaicētais ūdens/misas apjoms, kg;
 L – ūdens īpatnējais iztvaikošanas siltums, J/kg;
 p – pārejas koeficients no J uz Wh, 3600 J/Wh.

Tā kā nav pieejama informācija par konkrētu iztvaikošanas apjomu, tad tiek izmantots lielums, kas parāda, cik liels daudzums (procentos) no kopējā misas apjoma ir iztvaikojis. Vidēji dažādās alus darītavās tas var atšķirties 4–15 % robežās atkarībā no tehnoloģiskā procesa īpatnībām [31, 32].

Katra alus ražošanas procesa posma kopējais īpatnējais siltumenerģijas daudzums (Q) tiek noteikts, izmantojot šādu vienādojumu:

$$Q = \frac{(\sum_{i=1}^x q_{1,i} + \sum_{j=1}^y q_{2,j} + \sum_{k=1}^z q_{3,k}) \cdot 10^{-3}}{V}, \text{ kWh/hl} \quad (15)$$

kur:

q_1 – siltumenerģijas daudzums, kas veidojas sildīšanas/dzesēšanas procesu laikā, Wh;
 q_2 – siltumenerģijas zudumi caur tvertnes sienīņām, Wh;
 q_3 – siltumenerģijas zudumi no iztvaikošanas, Wh;
 x – sildīšanas/dzesēšanas procesu skaits;
 y – procesu skaits, kuros veidojas siltuma zudumi caur tvertnes sienīņām;
 z – procesu skaits, kuros notiek iztvaikošana;
 V – alus ražošanas apjoms, hl.

Ņemot vērā augstāk aprakstītos vienādojumus, atsevišķi tiek noteikts teorētiskais, tehniski iespējamais un ekonomiski pamatotais īpatnējie siltumenerģijas patēriņi katram alus ražošanas procesa posmam. Enerģijas patēriņa

noteikšanai izmantoto galveno mainīgo faktoru pieņemtās vērtības, kas ietekmē enerģijas patēriņa izmaiņas alus ražošanas procesos, redzamas 2. tabulā.

2.tabula

Alus ražošanas procesa siltumenerģijas patēriņa galvenie ietekmes faktori

Raksturlielumi	Teorētiskais	Tehniskais	Ekonomiskais
Iejavas gatavošanas sākuma $T_1, ^\circ\text{C}$	45	25	10
Siltumizolācijas biezums, m	0,4	0,2	0,1
Siltumizolācijas siltumvadītspējas koeficients, $\text{W/m}^*\text{K}$	0,01	0,025	0,04
Iztvaikošanas apjoms, %	0,1	4	10

Aprēķina rezultātā ir iegūti šādi lielumi: teorētiskais enerģijas patēriņš – 16,25 kWh/hl, tehniskais – 21,15 kWh/hl, ekonomiskais – 26,99 kWh/hl. Elektroenerģijas patēriņš alus darītavās sastāda tikai 30 % no kopējā enerģijas patēriņa. Turklāt elektroenerģiju būtiski ietekmē iekārtu darbību raksturojoši parametri, kā arī to izvietojums. Līdz ar to šī darba ietvaros netiek veikti teorētiskie aprēķini par procesu laikā nepieciešamo elektroenerģijas daudzumu, bet tiek pieņemts, ka teorētiskais elektroenerģijas patēriņš ir 7,5 kWh/hl neatkarīgi no enerģijas patēriņa veida. [31, 33]

Līdz ar to ir aprēķināts, ka alus ražošanas nozarei teorētiskais enerģijas patēriņš ir 23,75 kWh/hl, tehniski iespējamais – 28,65 kWh/hl, ekonomiski pamatotais – 34,49 kWh/hl. Enerģijas potenciālu alus ražošanas nozarei kopumā var neteikt pēc šāda vienādojuma:

$$En_{pot[teor;teh;eko]} = (\bar{I}EP - \bar{I}EP_{[teor;teh;eko]}) \cdot Prod \quad (16)$$

kur:

En_{pot} – enerģijas ietaupījuma potenciāls, kWh;

$\bar{I}EP$ – faktiskais īpatnējais enerģijas patēriņš, kWh/hl;

$\bar{I}EP_{teor}$ – teorētiskais īpatnējais enerģijas patēriņš, kWh/hl;

$\bar{I}EP_{teh}$ – tehniski iespējamais īpatnējais enerģijas patēriņš, kWh/hl;

$\bar{I}EP_{eko}$ – ekonomiski pamatotais īpatnējais enerģijas patēriņš, kWh/hl;

$Prod$ – saražotais produkcijas apjoms, hl.

Nosakot nozares enerģijas ietaupījuma potenciālu, ir izmantoti 2012. gada statistikas dati: saražotais produkcijas apjoms – 1405200 hl; īpatnējais enerģijas patēriņš – 46,85 kWh/hl. Līdz ar to alus ražošanas nozares teorētiskais enerģijas potenciāls ir 32,5 GWh jeb 49 % no kopējā enerģijas patēriņa nozarē. Tehniski iespējamais potenciāls ir 25,6 GWh, bet ekonomiski pamatotais – 17,4 GWh no kopējā nozares enerģijas patēriņa.

5. Sistēmdinamikas modeļa izstrāde energoefektivitātes politikas instrumentu modelēšanai rūpniecības sektorā

Modeļa pamatā tiek veidota struktūra, kas atspoguļo enerģijas pieprasījumu un galvenos faktoros energoefektivitātes pasākumu īstenošanai ražošanas uzņēmumos. Modelis ir izveidots, par piemēru ņemot alus ražošana nozari. Modeļa pamatā ir izveidoti trīs galvenie moduļi:

- naudas uzkrājuma un investīciju modulis;
- produkcijas ražošanas modulis;
- enerģijas patēriņa un izmaksu modulis.

Visi šie moduļi savā starpā ir saistīti ar atgriezeniskajām saitēm. Naudas uzkrājuma un investīciju modeļa pamatā ir vairāki krājumi. Krājumu vērtības nosaka to izejošās un ieejošās plūsmas. Lai noteiktu, kādas ir kopējās ražošanas izmaksas, ir ņemtas vērā īpatnējās ražošanas izmaksas un enerģijas izmaksu daļa. Kopējās ražošanas izmaksas ir noteiktas ar šādu vienādojumu:

$$RI = (\bar{IRI} \cdot Prod.'') + EI \quad (17)$$

kur:

RI – ražošanas izmaksas, EUR;

\bar{IRI} – īpatnējās ražošanas izmaksas, EUR/hl;

Prod.''' – saražotais produkcijas daudzums, hl/gadā;

EI – izmaksas par enerģiju, EUR/gadā.

Nosakot ieņēmumus par pārdoto produkciju, ir ņemta vērā alus tirdzniecības cena un pārdotais produkcijas apjoms. Ieņēmumi par pārdoto produkciju ir noteikti šādi:

$$I_{prod.} = C_{alus} \cdot Prod.''' \quad (18)$$

kur:

$I_{prod.}$ – ieņēmumi par pārdoto produkcijas daudzumu, EUR/gadā;

C_{alus} – alus tirdzniecības cena, EUR/hl;

Prod.''' – pārdotais produkcijas daudzums, EUR/gadā.

No krājuma „naudas daudzums investīcijām” izejošās plūsmas ir aprēķinātas ar šādiem vienādojumiem:

$$PND_{EE} = ND_{invest.} \cdot EE_{likme} \quad , \quad (19)$$

$$PND_{citi} = ND_{invest.} \cdot (1 - EE_{likme}), \quad (20)$$

kur:

PND_{EE} – naudas daudzums energoefektivitātes pasākumiem, EUR/gadā;

$ND_{invest.}$ – naudas daudzums investīcijām, EUR;

EE_{likme} – energoefektivitātes pasākumu likme;

PND_{citi} – naudas daudzums citām investīcijām, EUR/gadā.

Ņemot vērā noteiktās ieejošās un izejošās plūsmas krājumā „pieejamais naudas daudzums”, tas ir aprēķināts šādi:

$$PND = \int_{t=0}^{t=1} I_{prod.}(t) \cdot dt - (RI + P + PND_{invest.} + AN)(t) \cdot dt + PND(t_0) \quad (21)$$

kur:

PND – pieejamais naudas daudzums, EUR;

P – peļņa, EUR/gadā;

$PND_{invest.}$ – pieejamā naudas daudzuma investīcijām izmaiņas, EUR/gadā;

AN – izmaksas par akcīzes nodokli, EUR/gadā.

Atkarībā no pieejamā naudas daudzuma energoefektivitātes pasākumiem, uzņēmumi ir spējīgi ieviest energoefektivitātes pasākumus savos uzņēmumos, ko nosaka īpatnējās energoefektivitātes investīcijas. Tās ir noteiktas izmantojot šādu vienādojumu:

$$\bar{IEP}_{invest.,i}^{EE} = \frac{\Delta IEP_i \cdot Prod_{at.} \cdot T \cdot AT_i}{Prod_{at.}}, \quad (22)$$

kur:

ΔIEP – īpatnējā enerģijas patēriņa izmaiņu starpība, MWh/hl;

$Prod_{at.}$ – atsaucies saražotais produkcijas daudzums, hl/gadā;

T – enerģijas tarifs, EUR/MWh;

AT – atmaksāšanās laiks, gadi;

i – IEP izmaiņu vērtības pārejas veids.

Produkcijas ražošanas modulis raksturo produkcijas ražošanas izmaiņas atkarībā no produkcijas pieprasījuma. Produkcijas pieprasījums ir atkarīgs no iedzīvotāju skaita, kuri potenciāli var lietot alkoholiskos dzērienus, un eksportēšanas apjomiem. Pieprasījums pēc produkcijas tiek noteikts pēc šāda vienādojuma:

$$D = (2,0635 \cdot iedz. sk. \cdot 10^{-6}) + (616407 \cdot eksp.^{0,0681}), \quad (23)$$

kur:

D – pieprasījums pēc produkcijas, hl/gadā.

Pārdotais produkcijas daudzums tiek noteikts kā minimālā vērtība no pieejamā produkcijas daudzuma un pieprasījuma. Tas nosaka, ka pārdotais apjoms nevar būt lielāks kā pieejamais produkcijas daudzums. Pārdotais produkcijas daudzums ir noteikts ar šādu vienādojumu:

$$Prod.' = MIN (P_{prod.}; D) , \quad (24)$$

kur:

$P_{prod.}$ – pieejamais produkcijas daudzums, hl.

Saražotais produkcijas apjoms ir atkarīgs no pieprasījuma un ražošanas kapacitātes, un tas ir noteikts ar šādu vienādojumu:

$$Prod' = MIN \left(D; \frac{R_k}{R_\tau} \right), \quad (25)$$

kur:

R_k – ražošanas kapacitāte, hl;

R_τ – laiks produkcijas saražošanai, gadi.

Enerģijas patēriņa un izmaksu modulis ir būtisks energoefektivitātes politikas instrumentu piemērošanai. Enerģijas patēriņa izmaiņas ir atkarīgas no produkcijas ražošanas apjomiem un enerģijas samazinājuma, kas tiek panākts ieviešot energoefektivitātes pasākumus. 5.11 vienādojuma pamatā ir regresijas vienādojums, kas iegūts, analizējot datus par esošo situāciju alus darītavā 2, kas vislabāk apraksta sakarību starp saražoto produkcijas un patērēto enerģijas daudzumu. Faktisko enerģijas patēriņu nosaka izmantojot šādu vienādojumu:

$$En = (0,0779 \cdot Prod.' - \varepsilon) \cdot (1 - EE_{invest.}) \quad (26)$$

kur:

En – enerģijas patēriņš, MWh/gadā;

ε - vienādojuma kļūda (6,9418);

$EE_{invest.}$ – energoefektivitātes pasākumu investīciju efekts.

Enerģijas izmaksas ir atkarīgas no elektroenerģijas un siltumenerģijas izmaksām, kas veidojas no siltumenerģijas un elektroenerģijas patēriņa un to tarifiem. Enerģijas izmaksas ir noteiktas ar šādu vienādojumu:

$$En_{izm.} = (En \cdot T_{el} \cdot En_{el}^d) + (En \cdot T_{th} \cdot (1 - En_{el}^d)); \quad (27)$$

kur:

E_{izm} – enerģijas izmaksas, EUR/gadā;

En_{et}^d - elektroenerģijas daļa no kopējā enerģijas patēriņa, 30 %;

T_{el} – elektroenerģijas tarifs, EUR/MWh;

T_{th} – siltumenerģijas tarifs, EUR/MWh.

Lai izveidotajā modelī būtu iespējams novērtēt energoefektivitātes izmaiņas, tiek noteikts faktiskais ĪEP (kWh/hl), ĪEP mērķis un mērķa sasniegšanas starpība. Mērķa ĪEP ietekmē motivāciju samazināt enerģijas patēriņu. Jo lielāka veidojas starpība starp mērķa ĪEP un faktisko, jo rodas lielāka vēlme investēt energoefektivitātes pasākumos. Lai novērtētu energoefektivitātes izmaiņas, faktiskais ĪEP ir aprēķināts pēc šāda vienādojuma:

$$\bar{I}EP_f = \frac{En}{Prod.}, \quad (28)$$

kur:

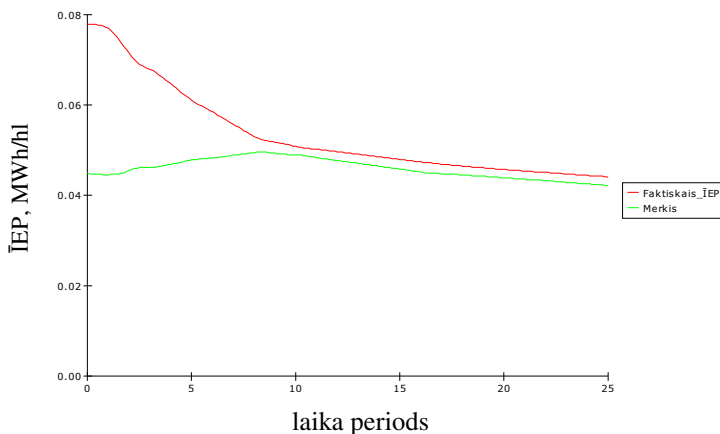
$\bar{I}EP_f$ – faktiskais īpatnējais enerģijas patēriņš, MWh/hl.

Modeļa simulācija ir balstīta uz divu scenāriju izveidi:

- bāzes scenārijs – esošās situācijas simulēšana, kad uzņēmumos nav paredzēti mērķi energoefektivitātes paaugstināšanai;
- politikas instrumentu izmantojuma scenārijs – tiek izmantoti izvirzītie politikas instrumenti energoefektivitātes paaugstināšanai uzņēmumos (aprakstīti šī darba 3. nodaļā).

Modeļa simulēšanas izvēlētais laika posms ir 25 gadi, kas atbilst reālajam laika posmam no 2006. līdz 2031. gadam. Simulēšanai izvēlētais laika solis ir 1,5 mēneši. Modeļa simulēšanas rezultātā iegūtās bāzes scenārija izmaiņas ir redzamas 10. attēlā. Grafikā tiek parādītas ĪEP izmaiņas (MWh/hl) laika gaitā. Pirmajos gados starpība starp mērķa un faktisko ĪEP ir ļoti liela. Tas dod stimulu palielināt investīcijas energoefektivitātes pasākumos.

Sākot ar otro simulācijas gadu, būtiski samazinās faktiskais ĪEP, jo starpība starp mērķa un faktisko ĪEP ir liela un ir pieejams finansējums energoefektivitātes pasākumu īstenošanai. Atkarībā no energoefektivitātes pasākumu īstenošanai pieejamā līdzekļu daudzuma faktiskā ĪEP vērtības pakāpeniski samazinās un tuvojas mērķim. Redzams, ka sistēma kopumā tiecas sasniegt līdzsvara stāvokli. Tā kā modelī ir paredzēts, ka enerģijas tarifi pakāpeniski pieaug, tad samazinās arī ĪEP mērķis. Tomēr faktiskā ĪEP vērtības modeļa simulēšanas periodā nesasniedz noteikto mērķi, jo darbojas „peldošā mērķa” princips.



10.att. Izvirzītais mērķa un faktiskais ĪEP

Balstoties uz 3.5. nodaļā izstrādātajiem priekšlikumiem energoefektivitātes politikai rūpniecības sektorā, modelī tiek integrēti šādi VPRu instrumenti:

- rūpnieciskie energoauditi (EA politika);
- energopārvaldības sistēma (EPS politika);
- mācību kursu, semināru organizēšana (Zināšanas);
- līdzfinansējums energoefektivitātes pasākumu veikšanai (Subsīdiju politika).

Politikas instrumentu modulis ir parādīts 5.12. attēlā. Politikas instrumenti, tādi kā rūpnieciskais energoaudits, EPS un zināšanas, tieši ietekmē ĪEP mērķi. Katra instrumenta vērtības un to ietekmes laiks ir dots 3. tabulā.

3.tabula

Energoefektivitātes politikas instrumentu vērtības un ietekmes laiks

Politikas instruments	Modeļa simulācijas gads		
	10	11	15
Zināšanu mērķa ĪEP vērtība, MWh/hl	0,042	0,041	0,040
EA politikas mērķa ĪEP vērtība, MWh/hl	0,035	0,037	0,040
EPS politikas mērķa ĪEP vērtība, MWh/hl	0,035	0,035	0,035

Tiek pieņemts, ka VPRu izveides gadījumā ir nepieciešams laiks katra politikas instrumenta izstrādei un ieviešanai. Līdz ar to ir pieņemts, ka visu politikas instrumentu darbība sāksies 2016. gadā. Turklāt katrs instruments mērķa ĪEP ietekmē dažādi. Stājoties spēkā politikas instrumentiem, nozares ĪEP mērķis (M_n) ir noteikts šādi:

$$M_n = MAX (EA_i^p, EMS_i^p, Z_i^p, EI_i^d) \quad (28)$$

kur:

EA_i^p – rūpniecisko energoauditu mērķa vērtība i gadā, MWh/hl;

EMS_i^p – energopārvaldības sistēmas mērķa vērtība i gadā, MWh/hl;

Z_i^p – mācību kursu, semināru mērķa vērtība i gadā, MWh/hl;

EI_i^d - enerģijas izmaksu daļa i gadā, MWh/hl.

Savukārt līdzfinansējuma pieejamība neietekmē mērķi, bet palīdz ātrāk to sasniegt. Līdz ar to līdzfinansējuma pieejamība modelī ir aprēķināta šādi:

$$I_{ipat.}^{EE} = \left(\frac{PND_{invest.}^{EE}}{K_{max}} \right) + \beta \quad (29)$$

kur:

$I_{ipat.}^{EE}$ – īpatnējās investīcijas energoefektivitātes pasākumos, EUR/hl;

$PND_{invest.}^{EE}$ - pieejamais naudas daudzums energoefektivitātes pasākumiem, EUR;

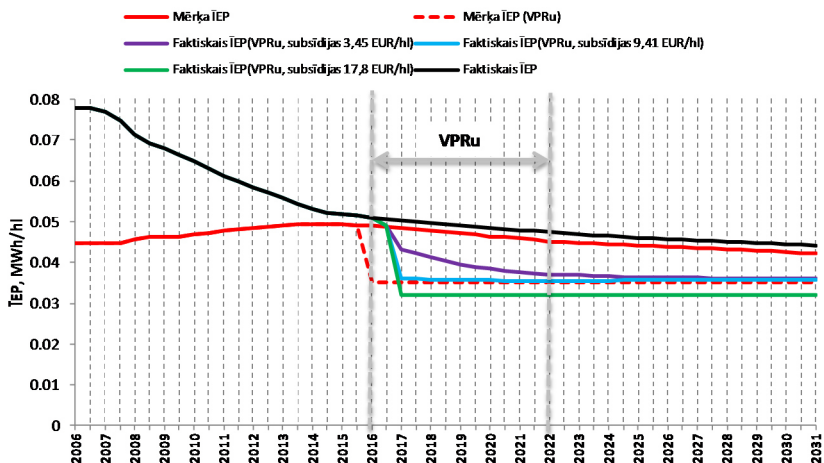
K_{max} – maksimālā nozares kapacitāte, hl;

β - līdzfinansējuma apjoms, EUR/hl.

Iegūtie simulēšanas rezultāti gadījumā, kad ir izmantoti visi politikas instrumenti, ir redzami 11. attēlā. Gadījumā, kad stājās spēkā visi politikas instrumenti, mērķa ĪEP atbilst viszemākajai ĪEP vērtībai starp politikas instrumentiem (EPS – 0,035 MWh/hl). Tā kā sistēma ietver rūpnieciskā energoaudita veikšanu esošās situācijas novērtēšanai, paralēli tiek veikts arī pasākumu kopums, kas paredz nepārtrauktu mācību kursu un semināru organizēšanu. Simulēšanas rezultāti rāda, ka izvērzīto ĪEP mērķi (0,035 MWh/hl) alus ražošanas nozarē būtu iespējams sasniegt vai tuvoties tam tikai ar nosacījumu, ka tiek piešķirts līdzfinansējums energoefektivitātes pasākumu īstenošanai:

- ja līdzfinansējuma apjoms būtu 17,80 EUR/hl, tad mērķa ĪEP tiktu sasniegts un pat pārsniegts (0,032 MWh/hl) jau otrajā VPRu ieviešanas gadā (2017. gads);
- ja līdzfinansējuma apjoms būtu 9,41 EUR/hl, tad mērķa ĪEP tiktu sasniegts (0,035 MWh/hl) piektajā VPRu ieviešanas gadā (2021. gads);
- ja līdzfinansējuma apjoms būtu 3,45 EUR/hl, tad mērķa ĪEP VPRu ieviešanas laikā netiktu sasniegts. Faktiskā ĪEP vērtība 25. simulācijas gadā (2031. gads) būtu 0,03604 MWh/hl.

Lai sasniegtu VPRu ietvaros 2022. gadam izvērzīto mērķi (0,035 MWh/hl), būtu jāievieš EPS (iekļaujot rūpniecisko energoauditu veikšanu un mācību kursu rīkošanu) un jāsniedz līdzfinansējums energoefektivitātes pasākumu īstenošanai 9,30 EUR/hl apmērā.

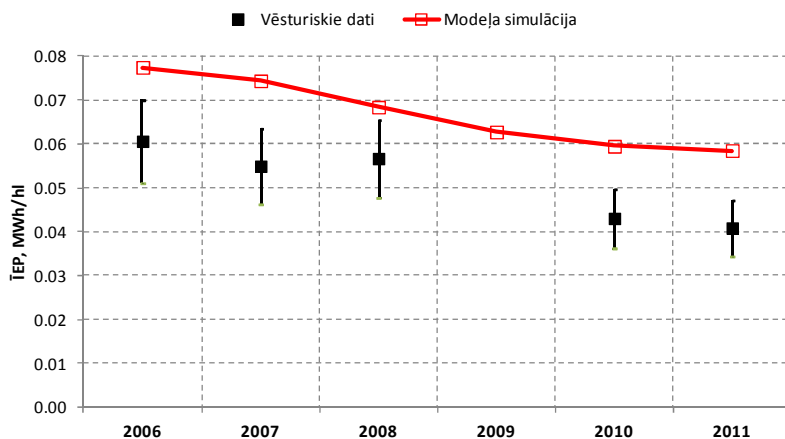


11.att. Mērķa un faktiskā ĪEP izmaiņas, ieviešot EPS pie mainīga līdzfinansējuma atbalsta

Lai veiktu sistēmdinamikas modeļa validāciju, tika izmantoti vēsturiskie enerģijas patēriņa un saražotās produkcijas apjoma dati. Vēsturiskie enerģijas patēriņa dati ir pieejami nozarei kopumā – enerģijas patēriņa dati iekļauj ne tikai alus ražošanai, bet arī citu produktu (piemēram, dzeramā ūdens, bezalkoholisko dzērienu u. c.) ražošanai patērēto enerģijas daudzumu. Saražotās produkcijas dati ir pieejami par saražotā alus apjomu (neiekļaujot citu produktu apjomus).

Lai noskaidrotu, cik lielu enerģijas patēriņa daļu veido citu produktu ražošanai nepieciešamā enerģija, tika izmantoti dati no alus ražošanas uzņēmumu atļaujām par piesārņojošo darbību. Šīs datu analīzes laikā tika noteikts, ka alus ražošanas apjoms ir 73 % no kopējā nozares saražotās produkcijas apjoma. Alus ražošana salīdzinājumā ar citu produktu ražošanu ir energoietilpīgāka, līdz ar to enerģijas patēriņš alus nozarē veido vairāk nekā 73 % no kopējā nozares enerģijas patēriņa. Precīzi dati par alus un citu produktu ražošanas energoietilpību nav pieejami, līdz ar to vēsturiskie īpatnējā enerģijas patēriņa dati nav nosakāmi kā viena fiksēta vērtība, bet gan kā vērtību apgabals. Izveidotā vēsturiskā ĪEP apgabala apakšējā robeža noteikta, pieņemot, ka alus un citu produktu ražošana ir ar vienādu energoietilpību, bet augšējā robeža noteikta, pieņemot, ka alus ražošanai tiek patērēts viss nozarē uzskaitītais enerģijas patēriņš. Veicot četru alus ražošanas uzņēmumu enerģijas patēriņa datu padziļinātu analīzi, tika konstatēts, ka pieejamie statistikas dati par nozares kopējo ĪEP ir ievērojami zemāki nekā četros analizētajos alus ražošanas uzņēmumos. Tas liecina par nepilnībām enerģijas patēriņa statistikas datu uzskaitē, līdz ar to iespējams, ka faktiskā ĪEP vērtība ir augstāka nekā norādītais vēsturisko datu apgabals.

Iegūtie modeļa simulācijas rezultāti, salīdzinot ar vēsturiskajiem datiem, ir parādīti 12. attēlā.



12. att. ĪEP izmaiņas. Salīdzinājums starp vēsturiskajiem datiem un modeļa simulācijas rezultātiem

Abos gadījumos ir vērojama vienāda ĪEP izmaiņu tendence. Sākot ar 2006. gadu, ĪEP ir pakāpeniski samazinājies līdz 2011. gadam. Sistēmdinamikas modelēšanas izmantošanas gadījumā ne vienmēr iespējams iegūt precīzu vēsturisko datu attēlojumu, taču iespējams noteikt datu izmaiņu tendences. Izveidotais alus nozares sistēmdinamikas modelis labi apraksta alus nozares ĪEP izmaiņas.

Izstrādātais sistēmdinamikas modelis ir izmantojams arī citu rūpniecības nozaru ĪEP novērtēšanai un politikas instrumentu izmantošanai. Sistēmdinamikas modeli var piemērot arī visa rūpniecības sektora energoefektivitātes izmaiņu prognozēšanai. Esošais modelis atbilst vienai apstrādes rūpniecības apakšnozaiei. Lai to piemērotu rūpniecības sektoram, kā mērķa indikators ir jāizvirza energointensitātes rādītājs, jo visām rūpniecības nozarēm nav iespējams izvēlēties vienotu indikatoru, kas raksturotu enerģijas patēriņa izmaiņas atkarībā no saražotā produkcijas apjoma.

Secinājumi

1. Veicot apstrādes rūpniecības nozares enerģijas patēriņa, enerģijas izmaksu un uzņēmējdarbību raksturojošu datu analīzi, tika noteiktas prioritārās apstrādes rūpniecības apakšnozares, kurās jāatbalsta energoefektivitātes pasākumu īstenošana un jāpiemēro energoefektivitātes politikas instrumenti. Atbalstāmās apstrādes rūpniecības apakšnozares nozares atbilstoši NACE 2. red. klasifikācijai ir nemetālisko minerālu izstrādājumu ražošana (23), koksnes, koka izstrādājumu ražošana (16), ķīmisko vielu ražošana (20), pārtikas produktu un dzērienu ražošana (10), tekstilizstrādājumu ražošana (13) un metālu ražošana (24).
2. Veicot daļēji strukturētas intervijas piecos ražošanas uzņēmumos, tika noteikti galvenie šķēršļi energoefektivitātes pasākumu īstenošanai šajos uzņēmumos. Galvenie šķēršļi tika iedalīti ekonomiskajos (investīciju trūkums un papildu izdevumi risku novēršanai), uzvedības (citu prioritāšu būtiskums) un organizatoriskajos (komplekss lēmumu pieņemšanas process) šķēršļos. Līdz šim ieviestie valsts energoefektivitātes politikas instrumenti rūpniecības uzņēmumos praktiski neņem vērā noteiktos energoefektivitātes pasākumu īstenošanas šķēršļus ražošanas uzņēmumos. Īstenojot turpmākās valsts atbalsta programmas rūpniecības energoefektivitātes paaugstināšanai, jāņem vērā visu identificēto šķēršļu iespējamā ietekme.
3. Balstoties uz spēkā esošo normatīvo aktu un literatūras analīzi, tika noteikts rūpniecības sektoram vispiemērotākais energoefektivitātes politikas instruments, kura ieviešana panāktu rūpniecības energoefektivitātes paaugstināšanu ilgtermiņā. Līdz šim lielākā daļa ieviesto politikas instrumentu ir ar īstermiņa ietekmi. Latvijas situācijā vispiemērotākais energoefektivitātes politikas instruments ir brīvprātīgās vienošanās programmas izstrāde, kas paredz rūpniecisko energoauditu veikšanu, energopārvaldības sistēmas ieviešanu, kā arī līdzfinansējuma piešķiršanu prioritāro (izmaksu un enerģijas samazinājuma ziņā visizdevīgāko) energoefektivitātes pasākumu īstenošanai.
4. Četrus ražošanas uzņēmumu enerģijas patēriņa datu padziļināta analīze pierāda, ka līdz šim rūpniecības sektorā lietotais īpatnējā enerģijas patēriņa indikators (enerģijas patēriņš/saražotās produkcijas apjoms) ne vienmēr ir lietojams sektora enerģijas patēriņa izmaiņu noteikšanas analīzei un dažādu uzņēmumu energoefektivitātes līmeņa salīdzināšanai. Tas saistīts ar faktu, ka enerģijas patēriņš daļā uzņēmumu ne vienmēr veido statistiski nozīmīgu sakarību ar saražotās produkcijas apjomiem.

5. Lai novērtētu rūpniecības sektora esošo enerģijas patēriņu, energoefektivitātes potenciālu un noteiktu energoefektivitātes politikas instrumentu ietekmi, tika izstrādāta metodika. Metodika balstīta uz jauna veida līmeņatzīmes lietošanu. Šī līmeņatzīme tiek noteikta, balstoties nevis uz nozares vidējo vai vislabāko pieejamo tehnisko paņēmieni risinājumiem, bet gan uz minimāli nepieciešamo enerģijas patēriņu konkrētajā rūpniecības apakšnozarē. Tā kā izveidotā jaunā līmeņatzīme nav saistīta ar citu uzņēmumu enerģijas patēriņa izmaiņām, tā ļauj objektīvāk novērtēt rūpniecības uzņēmuma un nozares energoefektivitātes potenciālu. Aprobējot izstrādāto metodiku uz alus ražošanas nozari, tika noteikts šīs nozares teorētiskais (maksimālais) enerģijas ietaupījuma potenciāls – 32,5 GWh gadā; tehniski iespējamais enerģijas ietaupījuma potenciāls – 25,6 GWh gadā un ekonomiski pamatotais enerģijas ietaupījuma potenciāls – 17,4 GWh gadā.
6. Balstoties uz izstrādāto metodiku, tika izveidots un validēts sistēmdinamikas simulācijas modelis energoefektivitātes politikas instrumentu piemērošanai alus ražošanas apakšnozarē. Modeļa simulācijas rezultāti rāda, ka alus ražošanas apakšnozarē, īstenojot brīvprātīgās vienošanās programmu, ekonomiski pamatoto enerģijas ietaupījuma potenciālu var sasniegt programmas īstenošanas laikā (6 gadi), ja:
 - uzņēmumos tiek ieviesta energopārvaldības sistēma, kuras mērķis ir noteikts ekonomiski pamatotas līmeņatzīmes vērtībā – 35 kWh/hl;
 - līdzfinansējuma intensitāte ir 9,3 EUR/hl. Nepieciešamais kopējais līdzfinansējuma apjoms ir 13,0 milj. EUR.
7. Darba ietvaros izstrādāto metodiku un sistēmdinamikas modeli energoefektivitātes politikas instrumentu piemērošanai rūpniecības sektorā ir iespējams pielāgot energoefektivitātes politikas instrumentu ietekmes noteikšanai arī citām apstrādes rūpniecības apakšnozarēm un rūpniecības sektoram kopumā.

Literatūras saraksts

1. Ekonomikas Ministrija, "Latvijas enerģētika skaitļos Latvian energy in figures," 2013.
2. "CSP datubāze ENG07. Energobalance / Internets. - http://data.csb.gov.lv/Selection.aspx?px_path=vide_Ikgad%C4%93jie%20statistikas%20dati_Ener%C4%A3%C4%93tika&px_tableid=EN0070.px&px_language=lv&px_db=vide&rxid=cddb978c-22b0-416a-aacc-aa650d3e2ce0. [15.05.2013]
3. "ODYSSEE datubāze: Key Indicators, Industry, Energy intensity / Internets - <http://www.indicators.odyssee-mure.eu/online-indicators.html>." [06.02.2014]
4. G. J. M. Philipsen, K. Blok, and E. Worrell, "International comparisons of energy efficiency-Methodologies for the manufacturing industry," *Energy Policy*, vol. 25, no. 97, pp. 715–725, 1997.
5. W. Eichhammer and W. Mannsbart, "Industrial energy efficiency - indicators," *Energy Policy*, vol. 25, pp. 759–772, 1997.
6. C. A. Ramirez, "Monitoring energy efficiency in the food industry," 2005.
7. C. J. Cahill and B. P. Ó Gallachóir, "Monitoring energy efficiency trends in European industry: Which top-down method should be used?," *Energy Policy*, vol. 38, no. 11, pp. 6910–6918, Nov. 2010.
8. M. Patel, K. Blok, and C. A. Ram, "The non-energy intensive manufacturing sector . An energy analysis relating to the Netherlands," vol. 30, pp. 749–767, 2005.
9. C. A. Ramirez, M. K. Patel, and K. Blok, "Energy Intensity Indicators for Non-Energy Intensive Industries : An Analysis for Germany, the Netherlands, and the United Kingdom," *Energy*, pp. 97–108.
10. S. Backlund, P. Thollander, J. Palm, and M. Ottosson, "Extending the energy efficiency gap," *Energy Policy*, vol. 51, pp. 392–396, Dec. 2012.
11. P. Thollander, "Towards increased energy efficiency in Swedish industry: barriers, driving forces&policy," Linköping University, 2008.
12. S. Sorrell, "UK Construction Industry Keywords," vol. 44, no. 67, 2001.
13. E. Cagno, E. Worrell, a. Trianni, and G. Pugliese, "A novel approach for barriers to industrial energy efficiency," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 19, pp. 290–308, Mar. 2013.
14. Līga Ozoliņa, Marika Roša, Dagnija Blumberga, Silvija Nora Kalniņš "Energy management system in industry . Experience in Latvia," in *ECEEE Summer Study*, 2011, pp. 609–618.
15. K. Tanaka, "Review of policies and measures for energy efficiency in industry sector," *Energy Policy*, vol. 39, no. 10, pp. 6532–6550, Aug. 2011.
16. D. B. (et. Al), "Energy Efficiency Policies in the EU. Lessons from the Odyssee-Mure Project," 2013.
17. J. Khan, "Success and failure in the promotion of an increased energy efficiency in industry – A comparative evaluation of the implementation of policy instruments in five EU countries," in *ECEEE Summer Study*, 2007, pp. 1461–1468.
18. P. Stigson, E. Dotzauer, and J. Yan, "Improving policy making through government–industry policy learning: The case of a novel Swedish policy framework," *Appl. Energy*, vol. 86, no. 4, pp. 399–406, Apr. 2009.
19. S. Rezessy and P. Bertoldi, "Voluntary agreements in the field of energy efficiency and emission reduction: Review and analysis of experiences in the European Union," *Energy Policy*, vol. 39, no. 11, pp. 7121–7129, Nov. 2011.
20. Ekonomikas Ministrija, "Informatīvais ziņojums. Latvijas Enerģētikas ilgtermiņa stratēģija 2030 - konkurētspējīga enerģija sabiedrībai."

21. Ekonomikas Ministrija, "Konceptija par Eiropas Parlamenta un Padomes 2012.gada 25.oktobra Direktīvas 2012/27/ES par energoefektivitāti, ar ko groza Direktīvas 2009/125/EK un 2010/30/ES un atceļ Direktīvas 2004/8/EK un 2006/32/EK, prasību pārņemšanu normatīvajos aktos."
22. D. B. (et. Al), "Energy Efficiency Policies in the EU. Lessons from the Odyssey-Mure Project," 2013.
23. IEA, "Energy Management Programmes for Industry," 2012.
24. Ozoliņa L., Roša M., Paturska A., Beloborodko A. Green investment scheme for Latvian industries // ECEEE 2012 Industrial Summer Study: Conference Proceedings, Nīderlande, Arhēma, 11. – 14. septembris, 2012, 123. – 128. pp.
25. Eiropas Savienības Oficiālais Vēstnesis, "Eiropas Parlamenta un Padomes direktīva 2012/27/ES par energoefektivitāti, ar ko groza Direktīvas 2009/125/EK un 2010/30/ES un atceļ Direktīvas 2004/8/EK un 2006/32/EK." pp. 1–56.
26. H. S. Ball A., Bowerman M., "Benchmarking in Local Government under a Central Government Agenda," *Int. J. Benchmarking*, vol. 1, p. 2034, 2000.
27. B. R. Ahmad M., *Benchmarking in the process industry*. London: Institution of Chemical Engineers, 2002, p. 155.
28. K. Bunse, M. Vodicka, P. Schönsleben, M. Brühlhart, and F. O. Ernst, "Integrating energy efficiency performance in production management – gap analysis between industrial needs and scientific literature," *J. Clean. Prod.*, vol. 19, no. 6–7, pp. 667–679, Apr. 2011.
29. "Lursoft, Infomrācija par alus ražošanas uzņēmumiem, maksas pakalpojums, [24.03.2014]."
30. Carbon Trust, "Industrial Energy Efficiency Accelerator - Guide to the brewing sector," London, 2011.
31. L. Scheller, R. Michel, and U. Funk, "Efficient Use of Energy in the Brewhouse," vol. 45, no. 3, pp. 263–267, 2008.
32. B. A. of Canada, *Guide to energy efficiency opportunities in the Canadian Brewing Industry*, Second Edi. 2011, p. 182
33. A. A. Olajire, "The brewing industry and environmental challenges," *Journal of Cleaner Production*, pp. 1–21, Mar. 2012.

Līga ŽOGLA

**METODIKAS IZSTRĀDE ENERGOEFEKTIVITĀTES POLITIKAS
INSTRUMENTU MODELĒŠANAI RŪPNIECĪBAS SEKTORĀ**

Promocijas darba kopsavilkums

Iespiests SIA „ELPA-2”, „Gutenbergs Druka” Mūku ielā 6, Rīga, LV-1050,
Latvija
50 eks.