**RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE**
Elektrotehnikas un vides inženierzinātņu fakultāte
Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūts

**Kristaps Ločmelis**
Doktora studiju programmas "Vides zinātne" doktorants

# LATVIJAS ENERGOEFEKTIVITĀTES POLITIKA APSTRĀDES RŪPNIECĪBAI PĀREJĀ UZ EIROPAS ZAĻO KURSU

**Promocijas darba kopsavilkums**

Zinātniskā vadītāja
profesore *Dr. habil. sc. ing.*
DAGNIJA BLUMBERGA

RTU Izdevniecība
Rīga 2020

Ločmelis, K. Latvijas energoefektivitātes politika apstrādes rūpniecībai pārejā uz Eiropas zaļo kursu. Promocijas darbs. Rīga: RTU Izdevniecība, 2020. 40 lpp.

Iespiests saskaņā ar RTU EVIF Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūta 2020. gada 7. aprīļa lēmumu, protokols Nr. 113.

**ISBN 978-9934-22-461-4 (print)**
**ISBN 978-9934-22-462-1 (pdf)**

# PROMOCIJAS DARBS IZVIRZĪTS ZINĀTNES DOKTORA GRĀDA IEGŪŠANAI RĪGAS TEHNISKAJĀ UNIVERSITĀTĒ

Promocijas darbs zinātnes doktora grāda (*Ph. D.*) iegūšanai tiek publiski aizstāvēts 2020. gada 1. jūlijā plkst. 15 Rīgas Tehniskās universitātes Elektrotehnikas un vides inženierzinātņu fakultātē, Rīgā, Āzenes ielā 12 k-1, 115. auditorijā.

OFICIĀLIE RECENZENTI

Profesors *Dr. sc. ing.* Gatis Bažbauers,
Rīgas Tehniskā universitāte, Latvija

Profesors *Dr. sc. ing.* Aigars Laizāns,
Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Latvija

Profesors *D. sc.* (*tech.*) *Peter D. Lund*,
Ālto Universitāte, Somija

APSTIPRINĀJUMS

Apstiprinu, ka esmu izstrādājis šo promocijas darbu, kas iesniegts izskatīšanai Rīgas Tehniskajā universitātē zinātnes doktora grāda (*Ph. D.*) iegūšanai. Promocijas darbs zinātniskā grāda iegūšanai nav iesniegts nevienā citā universitātē.

Kristaps Ločmelis ……. (paraksts)
Datums: ……

Promocijas darbs ir uzrakstīts latviešu valodā, tajā ir ievads, piecas nodaļas, secinājumi, literatūras saraksts, 44 attēli, astoņas tabulas, astoņas pievienotās publikācijas, kopā 159 lappuses. Literatūras sarakstā ir 90 nosaukumu.

# SATURA RĀDĪTĀJS

IEVADS ..... 5
Tēmas aktualitāte ..... 6
Promocijas darba mērķis un uzdevumi ..... 6
Promocijas darba zinātniskās novitātes ..... 7
Izvirzītā hipotēze ..... 8
Praktiskā vērtība ..... 8
Promocijas darba zinātniskā aprobācija ..... 8
1. ENERGOEFEKTIVITĀTES POLITIKA RŪPNIECĪBAI ..... 11
1.1. Latvijas nacionālie energoefektivitātes mērķi ..... 11
1.2. Energoefektivitātes pienākumi lielajiem uzņēmumiem un patērētājiem ..... 12
2. LATVIJAS RŪPNIECĪBAS SEKTORU PROFILĒJUMS ..... 13
2.1. Energoresursu patēriņš ..... 13
2.2. Elektroenerģijas cenu analīze ..... 15
2.3. Energointensitātes analīze ..... 16
2.4. Rūpniecības $CO_2$ intensitātes analīze ..... 19
2.5. Diskusijas un secinājumi ..... 20
3. ENERGOIETILPĪGO APSTRĀDES RŪPNIECĪBAS UZŅĒMUMU ATBALSTA POLITIKA UN TĀS IESPAIDS UZ ENERGOEFEKTIVITĀTI ..... 21
3.1. Politikas modelēšana ar sistēmdinamikas modeļa palīdzību ..... 21
3.2. Atbalsta politikas kvantitatīvā analīze un laika nobīdes faktors ..... 25
3.3. Diskusijas un secinājumi ..... 27
4. RŪPNIECISKO ENERGOAUDITU DATU SALĪDZINOŠĀ ANALĪZE UN ENERGOEFEKTIVITĀTES PLAISU NOVĒRTĒŠANA ..... 28
4.1. EMS datu analīze ..... 29
4.2. Rūpniecības energoefektivitātes potenciāls, izvērtējot iesniegtos energoauditus ..... 31
4.3. Diskusijas un secinājumi ..... 33
5. SAISTOŠIE ENERGOEFEKTIVITĀTES MĒRĶI UN IZPILDES TRAJEKTORIJAS KONTEKSTĀ AR ZAĻO KURSU ..... 35
SECINĀJUMI UN PRIEKŠLIKUMI ..... 37
KOPSAVILKUMĀ IZMANTOTĀ LITERATŪRA ..... 39

# IEVADS

Eiropas Savienība (ES) vairāk nekā divas desmitgades ir bijusi viena no līderēm virzībā uz vērienīgiem klimata un vides aizsardzības mērķiem, būtisku vērību piešķirot ambicioziem mērķiem enerģētikā. ES klimata un enerģētikas politikā līdz 2030. gadam ir izvirzīti ambiciozi mērķi, kas būs izaicinoši pašreizējiem enerģijas ražošanas un patēriņa modeļiem visā Eiropā. Tajā pašā laikā politikas mērķis ir saglabāt enerģijas pieejamību uzņēmumiem un iedzīvotājiem, kas nozīmē, ka enerģijas un klimata mērķi būtu jāsasniedz iespējami rentablākā veidā.

Šobrīd enerģētikas pārorientēšanās uz ilgtspējīgākiem energoresursiem izmaksas galvenokārt gulstas uz enerģijas patērētājiem, jo īpaši – sadārdzinot elektroenerģijas rēķinus, tādējādi palielinot arī enerģijas izmaksas rūpniecībā un radot globālās konkurētspējas riskus ES rūpniecības uzņēmumiem. Lai mazinātu bažas par ES energoietilpīgo nozaru konkurētspēju, Eiropas Komisija (EK) piedāvā energoefektivitātes politiku, kas tiek uzskatīta par vienu no vissvarīgākajiem stūrakmeņiem ES klimata un enerģētikas politikā, kā instrumentu rūpniecības energointensitātes mazināšanai. Energoefektivitāte tiek uzskatīta par vienu no rentablākajiem veidiem, kā nodrošināt energoapgādes drošību, samazināt oglekļa emisijas un ekonomisko konkurētspēju.

Lai īstenotu ambiciozos energoefektivitātes mērķus, ES ir pieņēmusi vairākas Energoefektivitātes direktīvas, kas nosaka dalībvalstīm obligātus energoefektivitātes mērķus, īpašu vērību pievērošot rūpniecības sektoram kā vienam no lielākajiem siltumnīcefekta izraisošo gāzu (*SEG*) emitētājam. 2019. gada 11. decembrī EK ar prezidenti Urzulu fon der Leienu (*Ursula von der Leyen*) priekšgalā nāca klajā ar vēl tālejošākiem ES klimata mērķiem, publicējot Eiropas zaļo kursu (*European Green Deal*), kura mērķis ir līdz 2050. gadam panākt ES klimatneitralitāti, kas nav iespējama bez rūpniecības nozares tūlītējas būtiskas iesaistes, vienlaikus atzīstot iespējamos konkurētspējas riskus ar globālajiem spēlētājiem, kur klimata mērķu ambīciju līmenis ievērojami atpaliek no ES (EC, 2019). Zīmīgi, ka EK nepiedāvā risināt rūpniecības oglekļa noplūdes riskus (*carbon leakage*) ar subsīdiju vai nodokļu atlaižu palīdzību, bet uzsverot tieši energoefektivitātes politikas lomas nozīmi energoietilpīgajās nozarēs kā vienu – ja ne vienīgo – no ilgtspējīgajiem risinājumiem globālās konkurētspējas saglabāšanai.

Arī Latvijas rūpniecības sektors jau šobrīd saskaras ar energoresursu sadārdzināšanos un konkurētspējas samazināšanos, tāpēc energoefektivitātes politikas jautājums ir būtisks arī Latvijā. Šobrīd energoietilpīgās apstrādes rūpniecības nozares Latvijā ir nodrošinājušās ar elektroenerģijas maksājumu atlaidēm, kas izpaužas kā obligātās iepirkuma komponentes atmaksa (MK, 2015), tomēr šāds mehānisms nav uzskatāms par ilgtspējīgu, jo īpaši skatoties Eiropas zaļā kursa perspektīvā. Cita būtiska energoefektivitātes politika, kas kopš 2017. gada ir ieviesta Latvijā ar Energoefektivitātes likumu, ir obligāto energoauditu vai energopārvaldības sistēmu ieviešana lielajos uzņēmumos[1] un lielajos patērētājos[2]

[1] Komersants, kurš nodarbina vismaz 250 darbinieku vai kura apgrozījums pārskata gadā pārsniedz 50 miljonus EUR un gada bilance pārsniedz 43 miljonus EUR.
[2] Komersants, kura gada elektroenerģijas patēriņš pārsniedz 0,5 GWh.

(Saeima, 2016). Kopumā Latvijas energoefektivitātes politikai rūpniecības uzņēmumiem ir jāveicina rūpniecības konkurētspējas palielināšanās, virzību uz $CO_2$ emisiju neitrālu ekonomiku un energoresursu piegādes drošību.

## Tēmas aktualitāte

Energoefektivitāte tiek uzskatīta par vienu no stūrakmeņiem ES enerģētikas un klimata politikas īstenošanai līdz 2030. gadam, izvirzot kopumā ambiciozus mērķus – sasniegt 32,5 % enerģijas patēriņa samazinājumu pret 2007. gada bāzes scenārija projekciju (EP, 2018). Arī Latvijas Nacionālais enerģētikas un klimata plāns ietver energoefektivitātes mērķu trajektoriju, kurā būtiska loma ir sagaidāma tieši apstrādes rūpniecības energoefektivitātei (MK, 2020).

Savukārt Eiropas zaļais kurss un stratēģija Latvijas klimatneitralitātes sasniegšanai līdz 2050. gadam prezumē visas ekonomikas *SEG* emisiju samazināšanu visos sektoros (tajā skaitā arī rūpniecībā) un $CO_2$ piesaistes palielināšanu, savstarpēji līdzsvarojot ietekmi uz klimatu un īstenojot principu "energoefektivitāte pirmajā vietā".

Sekmīgas ambiciozas energoefektivitātes politikas īstenošanai jākonstatē esošais stāvoklis un esošās politikas un jāvirza jaunas politikas konstatēto energoefektivitātes plaisu (*energy efficiency gap*) novēršanai. Līdz 2022. gada beigām ir sagaidāms esošās Latvijas energoefektivitātes politikas izvērtējums Nacionālā enerģētikas un klimata plāna ietvaros, un izvērtējuma secinājumi veidos enerģētikas politikas uzlabošanu nākamajai desmitgade.

## Promocijas darba mērķis un uzdevumi

Šī promocijas darba mērķis bija novērtēt Latvijas enerģētikas politikas ietekmi uz rūpniecības sektoru un sniegt rekomendācijas turpmākiem politikas instrumentiem kontekstā ar sasniedzamajiem ES un Latvijas mērķiem attiecībā un klimata neitralitāti.

Lai sasniegtu mērķi, tika risināti šādi uzdevumi:

1) analizēts Latvijas un citu ES valstu rūpniecības sektoru profilējums makroekonomiskā līmenī:
   a) elektroenerģijas cenu salīdzinājums rūpnieciskajiem patērētājiem;
   b) energointensitātes salīdzinājums, izmantojot dažādus makroekonomiskos rādītājus rūpniecisko nozaru griezumā;
   c) $CO_2$ emisiju salīdzināšana rūpniecības nozaru griezumā;
2) analizēta Latvijas energoefektivitāti veicinošā un kavējošā politika energo-intensīvajiem rūpniecības uzņēmumiem:
   a) energointensīvo rūpniecisko uzņēmumu profils un saņemtais atbalsts;
   b) ietekme uz energoefektivitātes lēmumu pieņemšanu uzņēmuma līmenī;
3) analizēti energoefektivitātes potenciāla dati Latvijas vadošajās rūpniecības nozarēs, izmantojot rūpniecisko energoauditu atskaišu datus, un veikta to salīdzinošā analīze ar līdzīga programmas pētījuma rezultātiem Zviedrijā;
4) analizēti Latvijas energoefektivitātes politikas definētie mērķi un izpildes trajektorijas kontekstā ar Eiropas zaļā kursa mērķiem.

## Promocijas darba zinātniskās novitātes

Zinātniskā izpēte balstās Latvijas energoefektivitātes politikas dažādo izpausmju kopsakarību analīzē, piemērojot dažādas zinātniskās izpētes metodes un integrējot izpētes rezultātus rekomendāciju izstrādei turpmākiem politikas instrumentiem. Promocijas darbā izmantota inovatīva kompleksa metodiskā pieeja, kas ir redzama 1. attēlā.

1. att. Promocijas darba metodiskā pieeja.

Promocijas darbā piemērotas vairākas metodikas (statistiskās datu apstrādes, sistēmdinamikas, salīdzinošās analīzes) dažādo politikas izpausmju pētīšanai, kas integrētas cita citā.

1. Rūpniecisko sektoru profilējums izveidots, apstrādājot statistiskos datus par rūpniecības nozaru enerģijas patēriņu, enerģijas intensitāti un $CO_2$ intensitāti un veicot salīdzinošo analīzi ar citām valstīm. Iegūtie rezultāti ļauj identificēt nozīmīgākās Latvijas rūpniecības nozares pēc enerģijas patēriņa un bruto pievienotās vērtības (BPV), nosakot to enerģijas un $CO_2$ intensitātes atšķirības, kā arī veikt salīdzinošo analīzi ar citām valstīm. Rezultātus var izmantot konkrētai nozarei specifisku klimatneitralitātes risinājumu meklēšanai.
2. Energointensīvo rūpniecības uzņēmumu individuālo lēmumu pieņemšanas modelēšanai par energoefektivitātes pasākumu veikšanu vai neveikšanu, ievērojot energointensitātes atbalsta politikas prasības, izveidots sistēmdinamikas modelis. Modelēšanas mērķis ir novērot savstarpēji pretrunīgo politiku ietekmi uz energointensīvo uzņēmumu energoefektivitāti, kā arī piedāvāt risinājumus šo pretrunu novēršanai.
3. Latvijas energoefektivitātes un $CO_2$ izmešu samazinājuma potenciāla salīdzinošā metodika, kas izmanto rūpniecisko energoauditu ziņojumu statistiskos datus, nodrošina energoefektivitātes potenciāla salīdzināšanu starp rūpniecības nozarēm un

valstīm. Izmantojot izstrādāto metodiku, noteikts Latvijas politikas vēl neatklātais energoefektivitātes un $CO_2$ izmešu samazinājuma potenciāls vadošajās rūpniecības nozarēs.

4. Latvijas energoefektivitātes mērķu analīze rūpniecībai, ievērojot rūpniecības energointensitātes vēsturiskos un mērķa datus, izmantojot statistiskās datu apstrādes metodes un interpretējot nepieciešamo trajektoriju kontekstā ar Eiropas zaļo kursu, sniedz informāciju par esošo energoefektivitātes mērķu ambīciju līmeni Latvijas apstrādes rūpniecībai pārejā uz klimata neitralitāti.

Vadoties no autora pieredzes un zināšanām, šī ir pirmā reize, kad energoefektivitātes politika ir pētīta, izmantojot tik plašu metožu loku, aptverot gan makroekonomiskos nozaru parametrus, gan individuālu lēmumu modelēšanu.

## Izvirzītā hipotēze

1. Latvijas energoefektivitātes politika veicina energoefektivitātes plaisas mazināšanos, tomēr tās sekmīga īstenošana nav iespējama bez kvalitatīvas uzraudzības sistēmas.
2. Latvijas energoefektivitātes politikai dažādām rūpniecības nozarēm nākotnē jābūt vairāk specifisku mērķu orientētai, piemērojot atšķirīgus instrumentus $CO_2$ intensīvām un $CO_2$ mazintensīvām rūpniecības nozarēm.

## Praktiskā vērtība

Promocijas darbā gūtās atziņas un secinājumi ir noderīgi Latvijas energoefektivitātes politikas pilnveides procesā, ievērojot līdzšinējos pieticīgos rūpnieciskās energoefektivitātes sasniegumus Latvijā un sagaidāmo mērķu pieaugumu nākamajās desmitgadēs, jo īpaši pārejā uz klimata neitralitāti 2050. gadā.

Promocijas darbā izstrādātās metodikas ļauj novērtēt rūpniecības nozaru energointensitāti, $CO_2$ intensitāti, energoefektivitātes potenciālu un salīdzināt tos savstarpēji, kā arī ar citām valstīm. Izstrādātās metodikas ir praktiski lietojamas zinātniskajā pētniecībā un enerģētikas politikas veidošanā.

## Promocijas darba zinātniskā aprobācija

### Zinātniskās publikācijas par promocijas darba tēmu

1. Ločmelis, K., Bariss, U., Blumberga, D. Latvian Energy Policy on Energy Intensive Industries. *Energy Procedia*, 2017, Vol. 113, 362.–368. lpp. ISSN 1876-6102. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.04.008 (indeksēts SCOPUS, Web of Science).
2. Ločmelis, K., Blumberga, A., Bariss, U., Blumberga, D. Energy Policy for Energy Intensive Manufacturing Companies and Its Impact on Energy Efficiency Improvements. System Dynamics Approach. *Energy Procedia*, 2017, Vol. 128, 10.–16. lpp. ISSN 1876-6102. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.005 (indeksēts SCOPUS, Web of Science).

3. Ločmelis, K., Blumberga, D., Bariss, U. Energy Efficiency in Large Industrial Plants. Legislative Aspects. *Energy Procedia*, 2018. Vol. 147, 202.–206. lpp. ISSN 1876-6102. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.07.058 (indeksēts SCOPUS, Web of Science).
4. Ločmelis, K., Bariss, U., Blumberga, D. Energy Efficiency Obligations and Subsidies to Energy Intensive Industries in Latvia. *Environmental and Climate Technologies*, 2019, Vol. 23, No. 2, 90.–101. lpp. ISSN 1691-5208. e-ISSN 2255-8837. https://doi.org/10.2478/rtuect-2019-0057 (indeksēts SCOPUS, Web of Science).
5. Locmelis, K., Blumberga, D. Energy taxation exemptions for energy intensive industries and its impact on energy efficiency in Latvia. *2019 IEEE 60th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON)*, Riga, Latvia, 2019, pp. 1–4. https://doi.org/10.1109/RTUCON48111.2019.8982313.
6. Kubule, A., Ločmelis, K., Blumberga, D. Analysis of the results of national energy audit program in Latvia. *Energy*, 2020, ISSN 0360-5442 https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117679.
7. Ločmelis, K., Blumberga, D., Bariss, U., Balode, L., Blumberga, A. Industrial energy efficiency towards Green Deal transition. Case of Latvia. *Environmental and Climate Technologies* (pieņemts publicēšanai).
8. Ločmelis, K., Blumberga, D., Blumberga, A., Kubule, A. Benchmarking of Industrial Energy Efficiency. Outcomes of an energy audit policy program. *Energies*, 2020. https://doi.org/10.3390/en13092210.

**Citas zinātniskās publikācijas**

1. Zigurs, A., Balodis, M., Ivanova, P., Locmelis, K., Sarma, U. National Energy and Climate Plans: Importance of Synergy, *Latvian Journal of Physics and Technical Sciences*, 2019, 56 (6), 3.–16. lpp. https://doi.org/10.2478/lpts-2019-0031 (indeksēts SCOPUS).
2. Žīgurs, Ā., Ločmelis, K., Bunkovskis, J. Eiropas Enerģētikas savienība. Rīgas process. *Enerģija un Pasaule*. 2015, Nr. 2 (91), 8.–10. lpp. ISSN 1407-5911.
3. Ločmelis, K., Jansons, L., Elektroenerģijas tirgus jautājumos un atbildēs. *Enerģija un Pasaule*. 2012, Nr. 3 (74), 50.–52. lpp. ISSN 1407-5911.

**Zinātniskās konferences**

1. Ločmelis, K., Bariss, U., Blumberga, D. Latvian Energy Policy on Energy Intensive Industries.: International Scientific Conference "Environmental and Climate Technologies", CONECT 2016, 2016. gada 12.–14. oktobris, 2016, Rīga, Latvija.
2. Ločmelis, K., Blumberga, A., Bariss, U., Blumberga, D. Energy Policy for Energy Intensive Manufacturing Companies and Its Impact on Energy Efficiency Improvements. System Dynamics Approach.: International Scientific Conference "Environmental and Climate Technologies", CONECT 2017, 2017. gada 10.–12. maijs Rīga, Latvija.

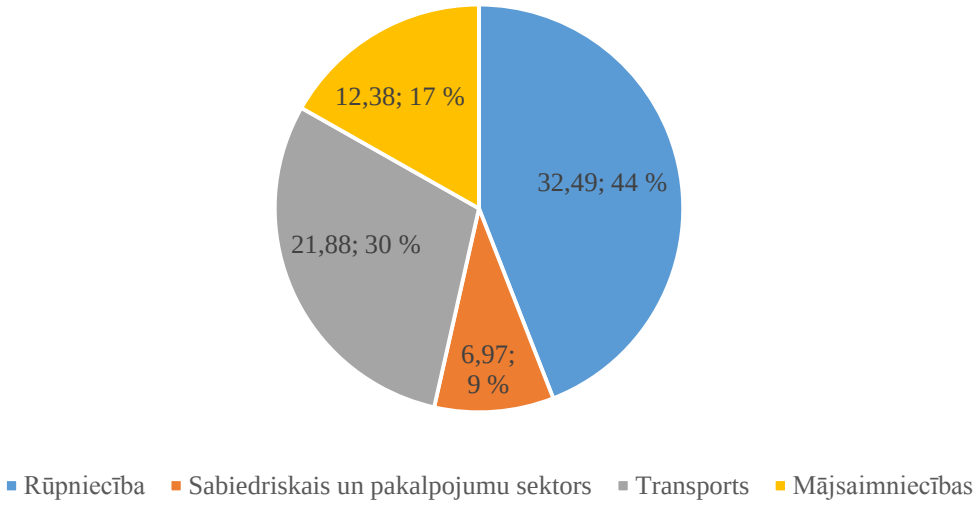
3. Ločmelis, K., Blumberga, D., Bariss, U. Energy Efficiency in Large Industrial Plants. Legislative Aspects: International Scientific Conference "Environmental and Climate Technologies", CONECT 2018, 2018. gada 16.–18. maijs, Rīga, Latvija.
4. Ločmelis, K., Bariss, U., Blumberga, D. Latvian Energy Policy on Energy Intensive Industries: International Scientific Conference "Environmental and Climate Technologies", CONECT 2016, 2016. gada 12.–14. oktobris, 2016, Rīga, Latvija.
5. Ločmelis, K., Blumberga, A., Bariss, U., Blumberga, D. Energy Policy for Energy Intensive Manufacturing Companies and Its Impact on Energy Efficiency Improvements. System Dynamics Approach: International Scientific Conference "Environmental and Climate Technologies", CONECT 2017, 2017. gada 10.–12. maijs Rīga, Latvija.
6. Ločmelis, K., Blumberga, D., Bariss, U. Energy Efficiency in Large Industrial Plants. Legislative Aspects: International Scientific Conference "Environmental and Climate Technologies", CONECT 2018, 2018. gada 16.–18. maijs, Rīga, Latvija.
7. Ločmelis, K., Bariss, U., Blumberga, D. Energy efficiency obligations and subsidies to energy intensive industries in Latvia: International Scientific Conference "Environmental and Climate Technologies", CONECT 2019, 2019. gada 15.–17. maijs Rīga, Latvija.
8. Ločmelis, K., Blumberga, D. Energy taxation exemptions for energy intensive industries and its impact on energy efficiency in Latvia: 2019 IEEE 60th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON), 2019. gada 7.–9. oktobris Rīga, Latvija (saņemta balva kā labākajam pētījumam un izcilākajai prezentācijai *Environmental Assessment in Electrical Engineering* sadaļā).
9. Ločmelis, K. Sustainability of National energy and climate plans in Baltics: The 6th WEC EU Baltic Sea Round Table 2019, 2019. gada 12.–13. augusts Rīga, Latvija.
10. Ločmelis, K. RES and energy efficiency policy in LATVIA from the stakeholders point of view: The 6th Japan-Baltic Seminar "Challenges of Energy Security that the Baltic States and Japan face", Waseda universitāte, 2014. gada 11. marts, Tokija, Japāna.

# 1. ENERGOEFEKTIVITĀTES POLITIKA RŪPNIECĪBAI

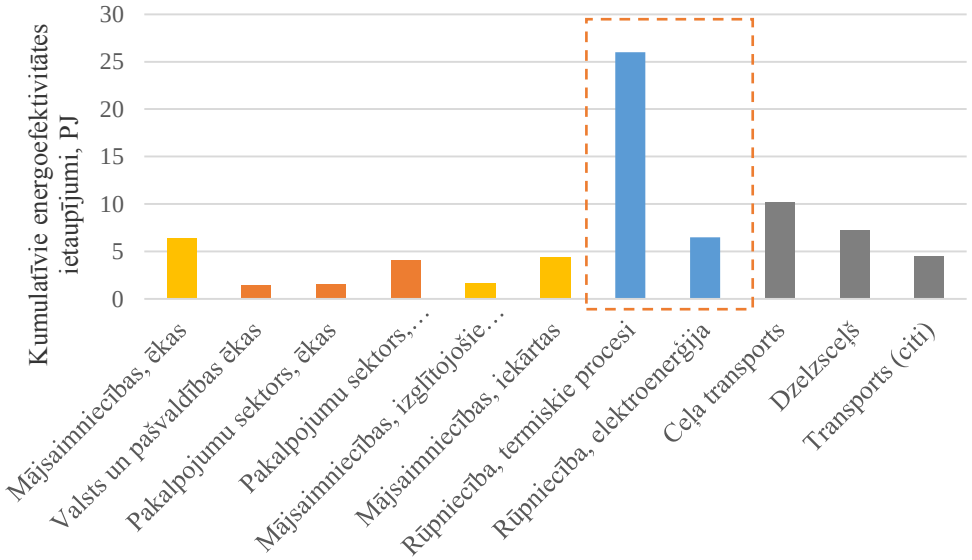
## 1.1. Latvijas nacionālie energoefektivitātes mērķi

Energoefektivitātes politika ir bijusi viena no galvenajām prioritātēm ES vairāk nekā 25 gadus. Energoefektivitāte tiek uzskatīta par vienu no rentablākajiem veidiem, kā nodrošināt energoapgādes drošību, samazināt oglekļa emisijas un palielināt ekonomisko konkurētspēju. ES Energoefektivitātes direktīva (EED) nosaka dalībvalstīm obligāti paaugstināmus energoefektivitātes mērķus, tomēr konkrēts veids, kā sasniegt energoefektivitātes mērķus, ir pašu dalībvalstu ziņā (EP, 2018). Ņemot vērā atšķirīgos energoefektivitātes mērķu līmeņus, ko nosaka dažādas ES direktīvas, Latvijas energoefektivitātes mērķi laika gaitā ir mainījušies, tomēr ir manāms, ka katrā nākamajā pārskata periodā sasniedzamie energoefektivitātes ietaupījumi ir palielinājušies, kas apliecina pieaugošo energoefektivitātes politikas nozīmi.

Latvijas saistošie energoefektivitātes mērķi 2030. gadam ir noteikti Nacionālajā enerģētikas un klimata plānā (NEKP) (MK, 2020). Saskaņā ar NEKP kumulatīvajiem gala patēriņa energoefektivitātes ietaupījumiem laika posmā no 2021. līdz 2030. gadam vajadzētu sasniegt 73,7 PJ jeb 20,5 TWh (salīdzinājumam: mērķis 2014.–2020. gadam bija 9,9 TWh) (MK, 2020). Lielāko ieguldījumu (aptuveni 44 %) veidos enerģijas ietaupījumi rūpniecībā (1.1. att.), no kuriem aptuveni 80 % ietaupījumu būtu jāpanāk termiskajos rūpniecības procesos un tikai 20 % – ar elektroenerģijas ietaupījumiem (1.2. att.).




1.1. att. Sasniedzamie kumulatīvie enerģijas ietaupījumi (PJ un %) pa sektoriem 2021.–2030. gadā.




1.2. att. Sasniedzamie kumulatīvie enerģijas ietaupījumi (PJ) pa sektoriem un aktivitātēm 2021.–2030. gadā.

## 1.2. Energoefektivitātes pienākumi lielajiem uzņēmumiem un patērētājiem

Lai arī EED tieši nosaka prasības regulāriem energoauditiem lieliem uzņēmumiem, Energoefektivitātes likums (Saeima, 2016) definē papildu pienākumus ieviest vismaz trīs energoefektivitātes uzlabošanas pasākumus, kas norādīti energoauditā ar vislielāko aprēķināto enerģijas ietaupījumu vai ekonomisko atdevi līdz 2020. gadam. Lielajam uzņēmumam nav pienākuma veikt energoauditus, ja tas ir ieviesis un uztur sertificētu enerģijas pārvaldības sistēmu vai ja tas ievieš un uztur papildu enerģijas pārvaldību sertificētā vides vadības sistēmā, ja tā sedz vismaz 90 % no kopējā lielā uzņēmuma enerģijas gala patēriņa. Lielajam uzņēmuma ir jāīsteno vismaz trīs ieteiktie energoefektivitātes uzlabošanas pasākumi ar vislielāko aprēķināto enerģijas ietaupījumu vai ekonomisko atdevi. Ar mērķi iesaistīt vairāk rūpniecības patērētāju, Energoefektivitātes likums lielajiem elektrības patērētājiem nosaka līdzīgas prasības kā lielajiem uzņēmumiem, un tam ir pienākums ieviest vismaz trīs energoefektivitātes uzlabošanas pasākumus, ko iesaka energoaudits vai enerģijas pārvaldības sistēma ar vislielāko aprēķināto enerģijas ietaupījumu vai ekonomisko atdevi līdz 2022. gadam (Saeima, 2016).

Ja lielais uzņēmums vai lielais patērētājs nepilda Energoefektivitātes likumā noteiktos pienākumus, tam ir piemērojama energoefektivitātes nodeva 7 % apmērā no gada elektroenerģijas izmaksām. Saskaņā ar Energoefektivitātes likumu Ekonomikas ministrija (EM) ir atbildīga par energoefektivitātes pienākuma izpildes uzraudzību lielajiem uzņēmumiem un lielajiem patērētājiem.

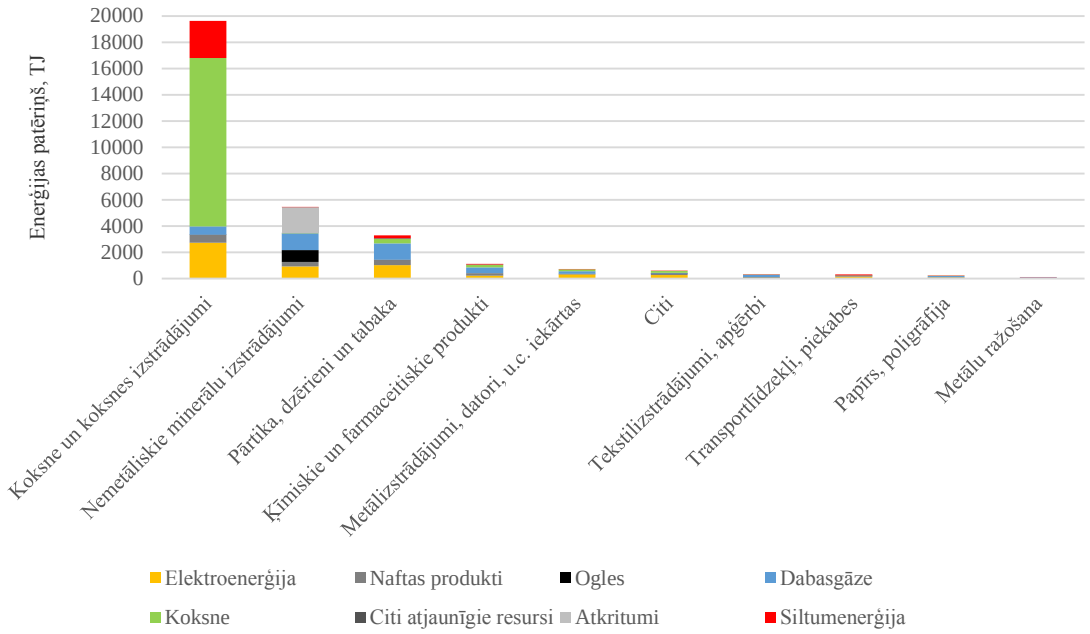
# 2. LATVIJAS RŪPNIECĪBAS SEKTORU PROFILĒJUMS

Latvijas apstrādes rūpniecības profilējums tiek veikts ar mērķi identificēt nozīmīgākās Latvijas apstrādes rūpniecības nozares pēc enerģijas patēriņa un BPV. Rūpniecisko sektoru profilējums izveidots, apstrādājot statistiskos datus par rūpniecības nozaru enerģijas patēriņu, apgrozījumu, enerģijas izmaksām, enerģijas un $CO_2$ intensitāti un veicot nozaru savstarpējo salīdzinošo analīzi, kā arī salīdzināšanu ar citām valstīm.

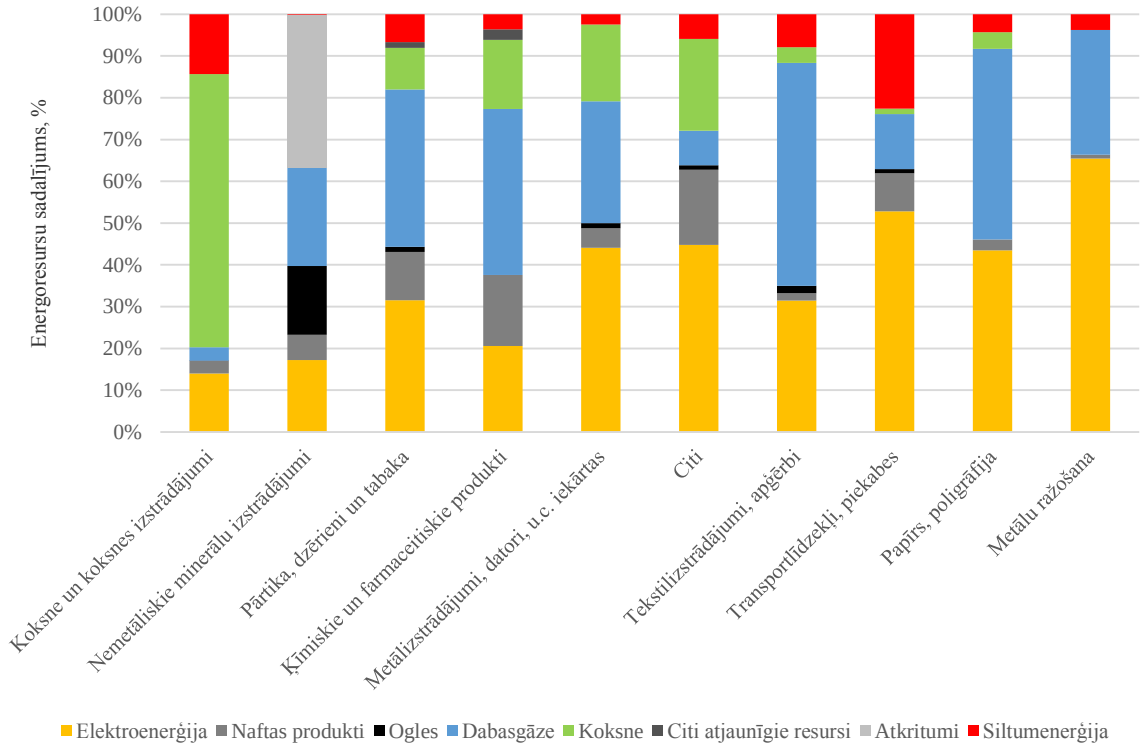
## 2.1. Energoresursu patēriņš

Apstrādes rūpniecības nozaru daļa Latvijas nacionālajā IKP 2018. gadā bija 11,9 %, savukārt enerģijas galapatēriņa daļa – 20,3 % (CSP, 2018). Latvijā dominējošākais apstrādes rūpniecības sektors gan pēc BPV, gan enerģijas patēriņa ir koksnes un koksnes izstrādājumu ražošana. Šis sektors patērē 62 % no visa rūpniecības enerģijas patēriņa un saražo 24 % no visa rūpnieciskā BPV pēc ražošanas faktora izmaksām 2017. gadā. Latvijā trīs nozīmīgākās rūpniecības nozares pēc energoresursu patēriņa ir koksnes un koksnes izstrādājumu ražošana, nemetālisko minerālu ražošana un pārtikas produktu un dzērienu ražošana, kopumā veidojot 89 % no visa rūpniecības patēriņa (CSP, 2017).

Apstrādes rūpniecības nozaru energoresursu patēriņš un sadalījums pa energoresursu veidiem ir redzams 2.1. attēlā, savukārt energoresursu proporcija gala patēriņā – 2.2. attēlā.

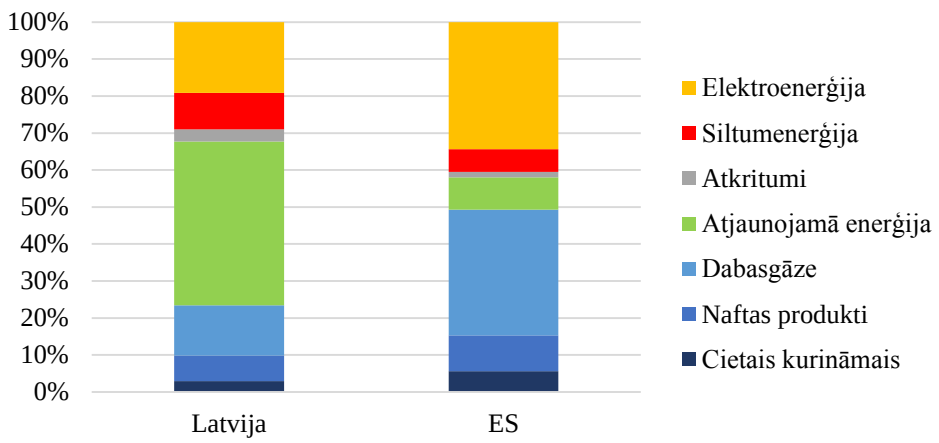



2.1. att. Energoresursu patēriņš un sadalījums pa energoresursu veidiem (2017).




2.2. att. Energoresursu proporcija apstrādes rūpniecības gala patēriņā (2017).

Svarīgs aspekts ekonomiski rentablu energoefektivitātes pasākumu noteikšanā ir pareiza ietaupītās enerģijas tirgus vērtības novērtēšana, jo dažādiem MWh ietaupījumiem ir atšķirīgas tirgus vērtības. No 2.2. attēla grafika datiem ir secināms, ka būtiskāko resursu daļu trīs lielākajās apstrādes rūpniecības nozarēs veido ar termiskajiem procesiem saistītie resursi (naftas produkti, ogles, koksne, dabasgāze, atkritumi), savukārt relatīvi mazāks īpatsvars ir no resursu cenu viedokļa dārgākajai elektroenerģijai. Svarīgi ir arī atzīmēt Latvijas apstrādes rūpniecības būtisko koksnes patēriņu, kas saskaņā ar ES Emisiju tirdzniecības sistēmas (ETS) regulējumu tiek uzskatīts par $CO_2$ neitrālu kurināmo (EP, 2003), līdz ar to Latvijas rūpniecība lielā mērā ir ar mazāku $CO_2$ intensitāti, salīdzinot, piemēram, ar ES vidējo (2.3. att.).

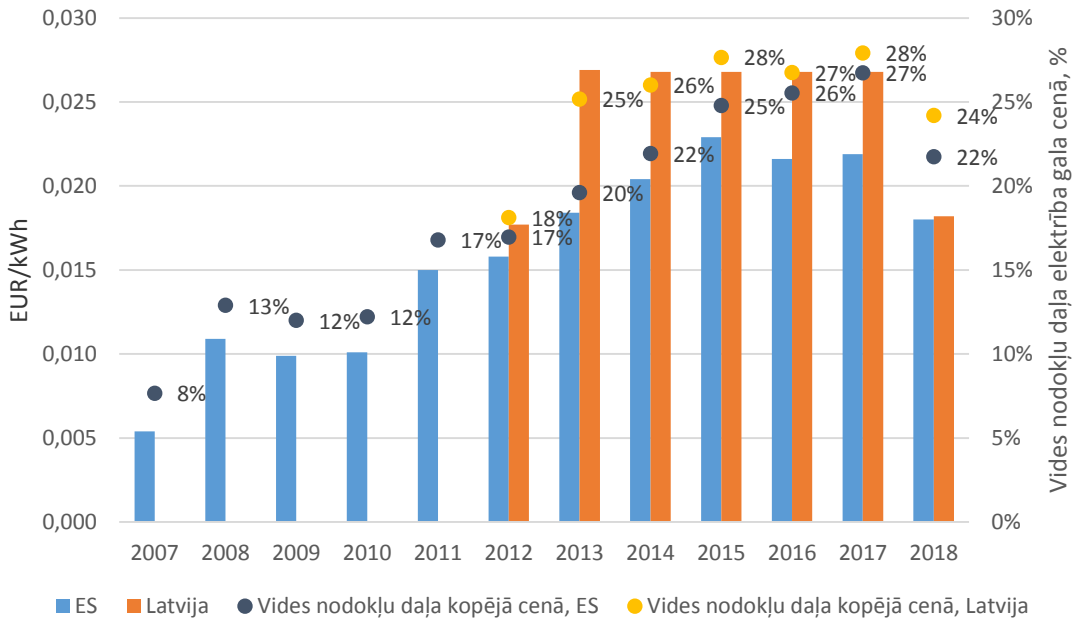



2.3. att. Energoresursu proporcija apstrādes rūpniecības gala patēriņā Latvijā un ES (2017).

## 2.2. Elektroenerģijas cenu analīze

Enerģētikas pārorientēšanās uz ilgtspējīgākiem energoresursiem izmaksas galvenokārt gulstas uz enerģijas patērētājiem, jo īpaši – palielinot elektroenerģijas rēķinus, tādējādi palielinot arī enerģijas izmaksas rūpniecībā un radot globālās konkurētspējas riskus ES rūpniecības uzņēmumiem. Visaptverošs pētījums par elektroenerģijas cenām energoietilpīgām nozarēm ES un tās globālajiem konkurentiem uzsver zemu elektroenerģijas izmaksu nozīmi energoietilpīgu nozaru konkurētspējas saglabāšanā pasaulē (Lutz et al., 2015).

Energoefektivitāte tiek uzskatīta par vienu no rentablākajiem veidiem, kā nodrošināt energoapgādes drošību, samazināt oglekļa emisijas un ekonomisko konkurētspēju. Energoefektivitāte tiek minēta arī kā risinājums pieaugošajām elektroenerģijas cenām Latvijā un ES. Elektroenerģijas cenu salīdzinājums lielajiem rūpnieciskajiem patērētājiem ar gada elektroenerģijas patēriņu no 20 000 MWh līdz 70 000 MWh vidēji ES un Latvijā saskaņā ar *Eurostat* datiem (Eurostat, 2019) ir apkopots 2.4. attēlā.




2.4. att. Elektroenerģijas cenas lielajiem rūpnieciskajiem patērētājiem ar gada elektroenerģijas patēriņu no 20 000 MWh līdz 70 000 MWh vidēji ES un Latvijā (kreisā ass) un vides nodokļu daļa elektrības gala cenā (labā ass).

*Eurostat* dati liecina, ka elektroenerģijas cenas energointensīviem apstrādes rūpniecības uzņēmumiem gan ES, gan Latvijā katru gadu ir konsekventi pieaugušas, būtiski samazinoties 2018. gadā. Tieši tāpat konsekventi ir pieaugusi vides nodokļu (Latvijā – OIK) proporcija elektrības gala cenā un ievērojams samazinājums 2018. gadā, uzrādot ciešu korelāciju starp vides nodokļu proporciju un kopējo elektroenerģijas cenu. Līdz ar to var secināt, ka elektroenerģijas cenu pieauguma viens no iemesliem ES ir ar vides nodokļiem saistītās izmaksas, un Latvijā to analogs – OIK. 2018. gada izmaksu samazinājums izriet no EK un Latvijas politikas īstenošanas, kas, lai mazinātu negatīvo ietekmi uz energoietilpīgiem

uzņēmumiem, kas ir īpaši pakļauti starptautiskai konkurencei, nodrošina, ka dalībvalstis var daļēji atbrīvot energoietilpīgus uzņēmumus no šiem nodokļiem un nodevām.

## 2.3. Energointensitātes analīze

ES institūcijas, piemēram, Eiropas Vides aģentūra, izmanto enerģijas patēriņa attiecību pret BPV kā rādītāju, lai novērtētu energoefektivitāti valsts līmenī (EEA, 2020). Šis rādītājs parāda, cik lielā mērā enerģijas patēriņš un ekonomiskā izaugsme ir savstarpēji atsaistīti. Vides kontekstā mazāks enerģijas patēriņš uz vienu ekonomiskās izlaides vienību ir līdzvērtīgs energoefektivitātei, tomēr kopējā ietekme uz klimatu ir atkarīga no kopējā enerģijas patēriņa, kurināmā un tehnoloģijas, ko izmanto enerģijas ražošanai.

Enerģijas intensitāti aprēķina saskaņā ar 2.1. vienādojumu:

$$EI_{\mathrm{BPV}} = \frac{E}{I_{\mathrm{BPV}}}, \qquad (2.1.)$$

kur

$EI_{\mathrm{BPV}}$ – enerģijas patēriņš pret BPV noteiktā rūpniecības nozarē, GJ uz 1000 EUR;

$E$ – enerģijas patēriņš noteiktā rūpniecības nozarē, GJ;

$I_{\mathrm{BPV}}$ – noteiktās rūpniecības nozares BPV, 1000 EUR.

Latvijas rūpniecības nozaru energointensitāte un salīdzinājums ar ES vidējo apkopots 2.1. tabulā.

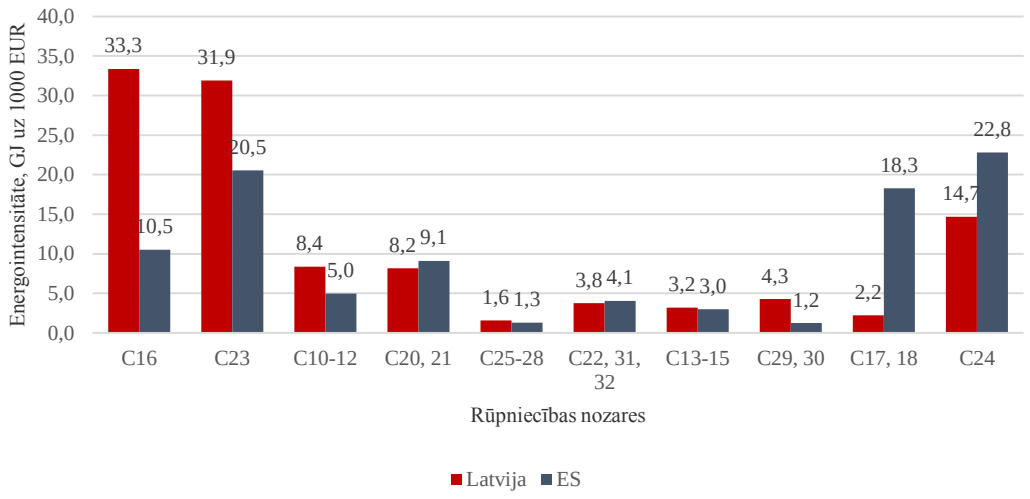
2.1. tabula

Latvijas rūpniecības nozaru īpatsvars enerģijas patēriņā, BPV un to energointensitāte, salīdzinot ar vidējo nozares rādītāju ES (2017)

| Rūpniecības nozares (*NACE* kods) | Enerģijas patēriņa daļa no rūpniecības patēriņa, % | BPV daļa kopējā Latvijas rūpniecības BPV, % | Energointensitāte, GJ uz 1000 EUR | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Latvija | Vidēji ES |
| Koksne un koksnes izstrādājumi (C16) | 62 | 27 | 33,3 | 10,5 |
| Nemetālisko minerālu izstrādājumi (C23) | 17 | 8 | 31,9 | 20,5 |
| Pārtika, dzērieni un tabaka (C10–C12) | 10 | 18 | 8,4 | 5,0 |
| Ķīmiskie un farmaceitiskie produkti (C20, C21) | 4 | 6 | 8,2 | 9,1 |
| Metālizstrādājumi, darbgaldi, elektronika, optika, datori, u. c. iekārtas (C25–C28) | 2 | 21 | 1,6 | 1,3 |
| Gumijas, plastmasas, mēbeļu u. c. ražošana (C22, C31, C32) | 2 | 8 | 3,8 | 4,1 |
| Tekstilizstrādājumi, apģērbi (C13–C15) | 1 | 5 | 3,2 | 3,0 |
| Transportlīdzekļi, piekabes (C29, C30) | 1 | 3 | 4,3 | 1,2 |
| Papīrs, poligrāfija (C17, C18) | 1 | 5 | 2,2 | 18,3 |
| Metālu ražošana (C24) | 0 | 0 | 14,7 | 22,8 |
| Kopā | 100 | 100 | 14,4 | 5,4 |

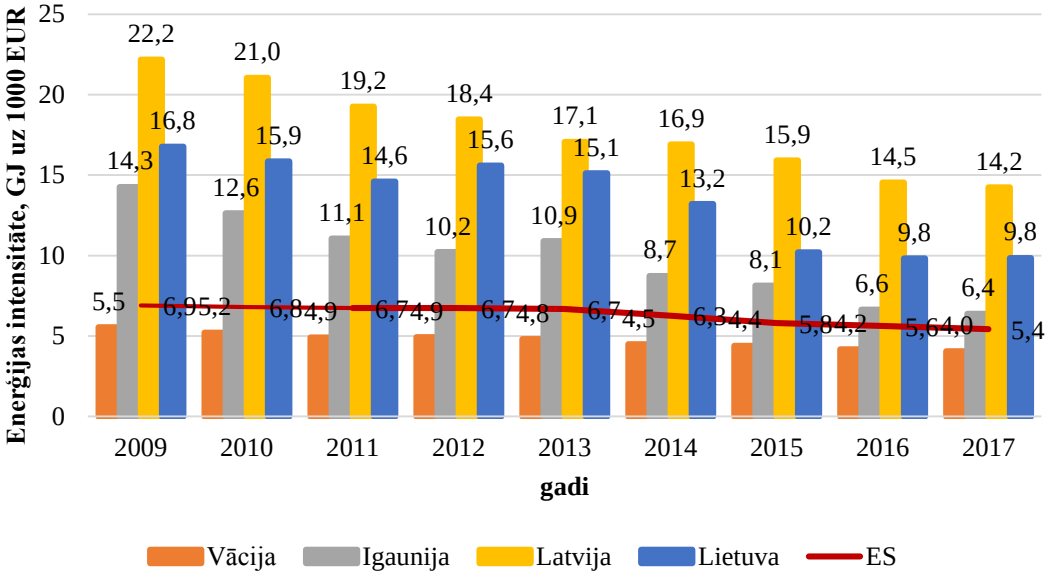
Trīs lielākās un nozīmīgākās Latvijas apstrādes rūpniecības nozares pēc enerģijas patēriņa ir koksne un koksnes izstrādājumi (C16), nemetālisko minerālu izstrādājumi (C23) un pārtika, dzērieni un tabaka (C10–C12), kopumā veidojot 89 % no visa rūpniecības enerģijas patēriņa Latvijā, vienlaikus šīs nozares saražo 53 % no kopējās rūpniecības BPV. Šajos sektoros arī ir novērojami Latvijas rūpniecības augstākie energointensitātes rādītāji (izņemot metālu ražošanu, kas šobrīd ir ļoti nebūtiska nozare gan pēc patēriņa, gan BPV), kas aprēķināti saskaņā ar 2.1. vienādojumu. No rūpniecības nozarēm atzīmējama ir gatavo metālizstrādājumu, mašīnu, elektronisko, optisko, datortehnikas ražošana (C25–C28), kas nodrošina 21 % no rūpniecības BPV, vienlaikus patērējot tikai 2 % no rūpniecības enerģijas patēriņa (2.1. tab.). Salīdzinot Latvijas rūpniecības nozaru vidējās energointensitātes ar ES vidējiem līmeņiem, ir redzams, ka lielākajās un nozīmīgākajās nozarēs pēc enerģijas patēriņa un BPV Latvijā ir arī novērojama augstāka energointensitāte, salīdzinot ar ES vidējo, turklāt lielākajā nozarē tā ir vismaz trīs reizes lielāka.

2.5. attēlā redzams, ka tādās rūpniecības nozarēs kā papīrs, celuloze un poligrāfija (C17, C18) un metālu ražošana (C24), kas ierasti tiek uztvertas kā izteikti energoietilpīgas nozares, Latvijā ir salīdzinoši zema enerģijas intensitāte, salīdzinot ar ES vidējo rādītāju, kas izskaidrojams ar to, ka Latvijā šo nozaru struktūra ir ar izteikti lielāku pievienoto vērtību (piemēram, poligrāfija pret celulozes ražošanu).



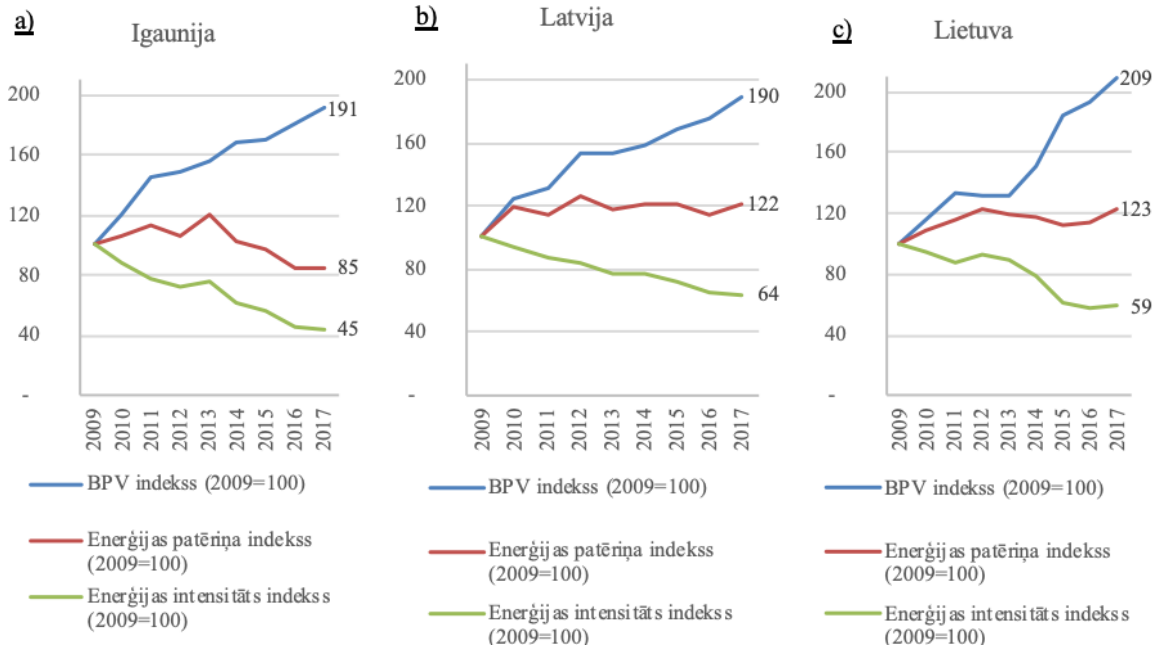

2.5. att. Latvijas un ES rūpniecības nozaru vidējā energointensitāte (2017).

2.5. attēlā un 2.1. tabulā ir aplūkoti tikai viena gada (2017) rādītāji. Lai varētu novērtēt energointensitātes vektoru ilgākā termiņā, 2.6. attēlā parādīta visas Latvijas rūpniecības energointensitāte vairāku gadu (2009.–2017.) griezumā, salīdzinot ar citu valstu un ES vidējiem rādītājiem.




2.6. att. Latvijas, Lietuvas, Igaunijas, Vācijas un ES rūpniecības vidējā energointensitāte (2009–2017).

2.6. attēlā redzams, ka Latvijas apstrādes rūpniecības energointensitāte ar katru gadu samazinās, bet būtiski pārsniedz gan citu Baltijas valstu (Igaunijas un Lietuvas), gan Vācijas, gan ES vidējos rādītājus. Latvijas rūpniecībā kopumā 2017. gadā tika patērēts aptuveni 2,6 reizes vairāk enerģijas, lai saražotu tādu pašu BPV, kā vidēji ES. Lai arī Latvijas rūpniecībā vērojama enerģijas intensitātes samazināšanās tendence, tas galvenokārt panākts, palielinoties ekonomiskajai aktivitātei, savukārt enerģijas patēriņš joprojām pieaug, lai arī pēdējos gados tas ir stabilizējies.




2.7. att. Rūpniecības enerģijas patēriņa, BPV un enerģijas intensitātes tendences: a) Igaunija; b) Latvija; c) Lietuva.

Rūpniecības enerģijas patēriņa, BPV un enerģijas intensitātes tendences Igaunijā, Latvijā un Lietuvā, salīdzinot ar 2009. gadu, redzamas 2.7. attēlā (rezultāti ir vizualizēti kā indeksa punkti, kur 2009 = 100 punkti). Latvija, salīdzinot ar citām Baltijas valstīm, uzrāda augstāko rūpniecības enerģijas intensitātes indeksu – 64 punkti, savukārt Lietuva un Igaunija attiecīgi – 59 un 45 punktus. Kopumā Latvijas un Lietuvas rūpniecības indeksi ir ļoti līdzīgi, tomēr no Baltijas valstu vidū izceļas Igaunija, kurā rūpniecības patēriņš ir ievērojami krities, vienlaikus nodrošinot BPV pieaugumu.

## 2.4. Rūpniecības $CO_2$ intensitātes analīze

Lai noteiktu rūpniecības nozares energoefektivitātes pasākumu ietekmi uz $CO_2$ izmešu samazinājumu, $CO_2$ intensitāti noteiktai rūpniecības nozarei aprēķina saskaņā ar vienādojumu:

$$CI = \frac{EI_{\text{BPV}}}{1000} \cdot CF, \tag{2.2.}$$

kur

*CI* – $CO_2$ emisiju intensitāte uz 1000 EUR BPV, t uz 1000 EUR;

*CF* – rūpniecības nozares kurināmā $CO_2$ emisijas faktors, t/TJ.

$$CF = \frac{\sum_{i}^{n} \left( CF_i \cdot E_i \right)}{\sum_{i}^{n} E_i}, \tag{2.3.}$$

kur

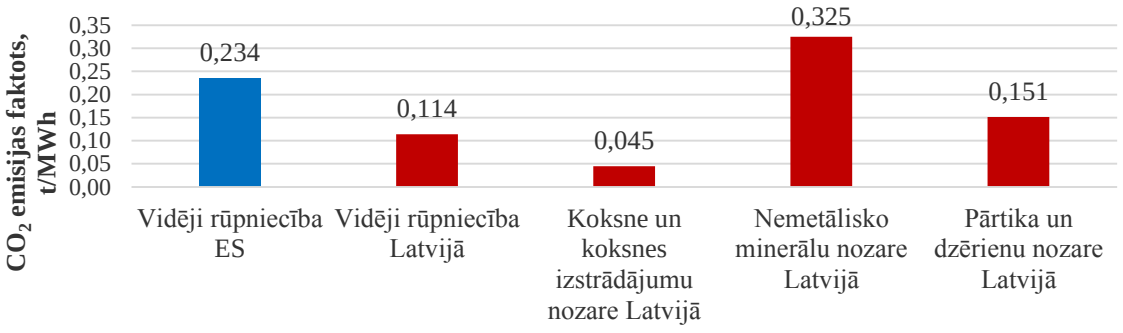
$CF_i$ – $CO_2$ emisijas faktors kurināmā veidam *i*, t/TJ;

$E_i$ – kurināmā *i* patēriņš, TJ.

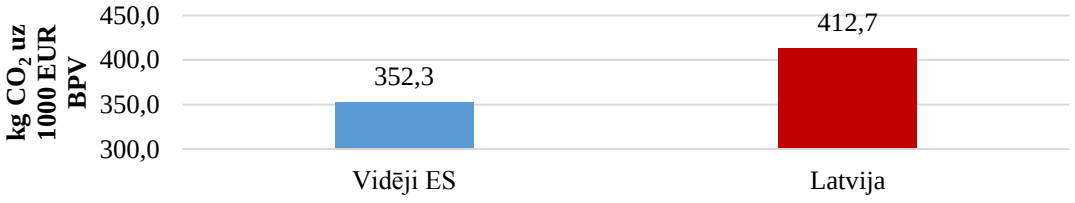
Kurināmā $CO_2$ emisijas faktoriem ($CF_i$) izmantoti dati par emisijas faktoriem no stacionārām sadedzināšanas iekārtām rūpniecībā un būvniecībā saskaņā ar Starpvaldību klimata pārmaiņu ekspertu grupas vadlīnijām valsts *SEG* uzskaitei (IIPC, 2006). $CO_2$ emisijas intensitāte elektroenerģijas patēriņā tika ņemta no Eiropas Vides aģentūras apkopotajiem datiem (EEA, 2017).

Latvijas rūpniecības vidējais $CO_2$ emisiju faktors ir 0,114 t/MWh, savukārt vidēji ES šis rādītājs ir 0,234 t/MWh (2.8. att.). Latvijas trīs nozīmīgāko apstrādes rūpniecības nozaru $CO_2$ emisiju faktors ir 0,045 t/MWh koksnes un koksnes izstrādājumu ražošanas nozarē, 0,325 t/MWh nemetālisko minerālu ražošanas nozarē un 0,151 pārtikas un dzērienu ražošanas nozarē.

$CO_2$ intensitātes salīdzinājums starp Latvijas apstrādes rūpniecību un ES redzams 2.9. attēlā, un tas liecina, ka vidējā $CO_2$ emisiju intensitāte Latvijā ir 412,7 kg $CO_2$ uz 1000 EUR BPV, kas ir par 60,4 kg jeb 17 % vairāk nekā vidēji ES.




2.8. att. Rūpniecības $CO_2$ intensitāte vidēji ES, Latvijā, un Latvijas trīs nozīmīgākajās nozarēs.




2.9. att. Rūpniecības radītās $CO_2$ emisijas uz 1000 EUR saražotās BPV vidēji ES un Latvijā.

## 2.5. Diskusijas un secinājumi

Makroekonomikas līmenī Latvijas rūpniecībai ir augstāka enerģijas intensitāte, salīdzinot ar kaimiņvalstīm, Vāciju un ES vidējo līmeni. Augstāka intensitāte ir gan rūpniecībā kopumā, gan rūpniecības nozaru griezumā, turklāt būtiski augstāka intensitāte ir tieši Latvijas tautsaimniecības nozīmīgākajās rūpniecības nozarēs – koksnes un koksnes izstrādājumi, nemetāliskie minerāli un pārtikas un dzērienu ražošana, kas kopumā veido 89 % no rūpniecības enerģijas patēriņa. Būtiskāko resursu daļu trīs lielākajās apstrādes rūpniecības nozarēs veido ar termiskajiem procesiem saistītie resursi (naftas produkti, ogles, koksne, dabasgāze, atkritumi), relatīvi mazāks īpatsvars ir no resursu cenu viedokļa dārgākajai elektroenerģijai.

Ņemot vērā būtisko koksnes un koksnes izstrādājumu īpatsvaru Latvijas un attiecīgi lielo koksnes un citu $CO_2$ neitrālo kurināmo īpatsvaru rūpniecības enerģijas bilancē, Latvijas rūpniecības $CO_2$ intensitāte ir divas reizes zemāka nekā ES vidējā. Līdz ar to $CO_2$ cenu noteikšanai kā vienam no politikas instrumentiem rūpnieciskās energoefektivitātes stimulēšanai Latvijā būs divreiz mazāka ietekme nekā vidēji ES.

Latvijas rūpniecība patērē vidēji 2,6 reizes vairāk resursu, lai iegūtu tādu pašu rūpnieciskās produkcijas vērtību, salīdzinot ar vidējo ES līmeni, un emitē par 60 kg vairāk $CO_2$ uz 1000 EUR BPV. Tas nozīmē, ka Latvijas rūpniecībai ir neizmantots energoefektivitātes potenciāls, jo īpaši nozarēs ar lielu patēriņu un zemu pievienoto vērtību, lai arī energoefektivitātes paaugstināšanai būs relatīvi maza ietekme uz $CO_2$ emisiju ietaupījumiem.

# 3. ENERGOIETILPĪGO APSTRĀDES RŪPNIECĪBAS UZŅĒMUMU ATBALSTA POLITIKA UN TĀS IESPAIDS UZ ENERGOEFEKTIVITĀTI

## 3.1. Politikas modelēšana ar sistēmdinamikas modeļa palīdzību

Latvijā izveidotais regulējums, kas daļēji atbrīvo energoietilpīgus uzņēmumus no OIK maksājuma (MK 2015). Viens no būtiskākajiem priekšnoteikumiem, lai saņemtu daļēju OIK atmaksu, ir relatīvi augsta elektroenerģijas izmaksu intensitāte. Elektroenerģijas izmaksām ir jāpārsniedz 20 % no uzņēmuma BPV. Uzņēmuma līmenī lēmumi par energoefektivitātes pasākumu ieviešanu ir balstīti uz energoefektivitātes pasākumu ekonomisko novērtējumu, gūstot finansiālus ieguvumus no samazināta patēriņa. No otras puses, uzņēmumam ir finansiāls stimuls nepārtraukti uzturēt enerģijas intensitāti virs 20 %, kamēr pastāv iespēja atgūt daļu no elektroenerģijas izmaksām kā energoietilpīgam uzņēmumam. Līdz ar to Latvijas enerģētikas politika energoietilpīgām nozarēm stimulē energoietilpīgus uzņēmumus īstenot energoefektivitātes pasākumus, vienlaikus saglabājot diezgan augstu enerģijas intensitātes līmeni, kas ir savstarpēji pretrunīgi.

Ņemot vērā sarežģīto lēmuma pieņemšanas procesu uzņēmuma līmenī, ievērojot visus faktorus, kas ietekmē uzņēmuma naudas plūsmu, šīs politikas izpētē izstrādāts sistēmdinamikas modelis. Tajā ar dažādiem ievades parametriem var simulēt energoietilpīgu uzņēmumu uzvedību un novērtēt šīs politikas rezultātus. Sistēmdinamikas pieeja nodrošina arī nepieciešamos rīkus dažādu politikas uzlabojumu simulēšanai.

Saskaņā ar *J. Sterman* (Sterman, 2000), sistēmdinamikas modelēšana ietver šādus soļus:

1) risināmās problēmas formulēšana;
2) dinamiskās hipotēzes vai teorijas formulēšana par problēmas cēloņiem;
3) simulācijas modeļa izstrāde, lai pārbaudītu dinamisko hipotēzi;
4) modeļa izejas datu pārbaude mērķa sasniegšanai;
5) uzlabošanas politikas izstrāde un novērtēšana.

Šajā pētījumā tika izstrādāts hipotētisks energoietilpīgs ražošanas uzņēmuma uzvedības prognozēšanas modelis, kas simulē uzņēmuma lēmumu veikt vai neveikt energoefektivitātes pasākumus, pamatojoties uz enerģijas intensitātes indikatoru. Modelēšanas periods ir septiņi gadi, tas ietver laikposmu, kurā pastāv šī atbalsta politika, un periodu bez tās.

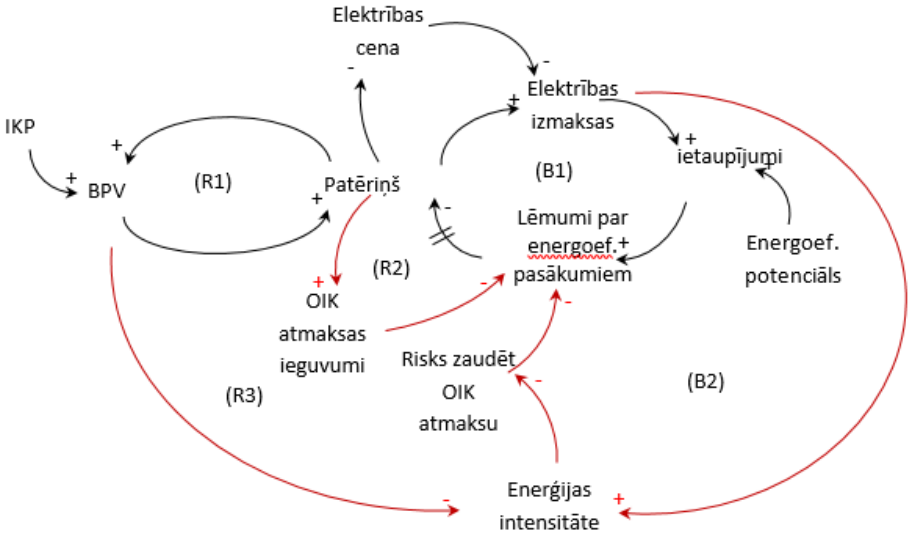
**Risināmās problēmas formulēšana**

Energoefektivitātes pasākumi samazina uzņēmuma enerģijas patēriņu un enerģijas izmaksas, attiecīgi samazinot arī tā energointensitāti. Ja tā rezultātā enerģijas intensitāte samazinās zem politikas noteiktā sliekšņa un faktiskās elektroenerģijas izmaksas OIK daļējas atmaksas zaudēšanas dēļ pārsniedz efektivitātes ieguvumus, energoietilpīgi uzņēmumi, visticamāk, upurētu efektivitātes pasākumus tikai tāpēc, lai intensitāte atrastos virs politikas noteiktā sliekšņa, vai pat apzināti palielinātu elektroenerģijas patēriņu, lai saglabātu enerģijas intensitāti virs noteiktā sliekšņa. No enerģētikas politikas viedokļa šīs ir nevēlamas sekas, kas

jānovērtē un jānovērš. Acīmredzami enerģijas politikas nevēlamās sekas rodas, ja uzņēmuma enerģijas intensitāte ir tuvu politikā noteiktajam slieksnim. Ja uzņēmuma enerģijas intensitāte ir krietni virs vai zem sliekšņa, visticamāk, nevēlamās politikas sekas neradīsies. Ņemot vērā šo apsvērumu, modelēšana ir vērsta uz gadījumiem, kad ir pierādījumi par iespējamu enerģijas politikas neveiksmi, proti, gadījumiem, kad uzņēmuma sākotnējā enerģijas intensitāte ir tuvu vai tuvojas noteiktajam intensitātes slieksnim.

**Dinamiskās hipotēzes formulēšana**

Elektroenerģijas patēriņš apstrādes rūpniecībā ir atkarīgs no dažādiem faktoriem. Cēloņsakarības cilpas diagramma parādīta 3.1. attēlā. Krājumi atbilst uzņēmuma elektrības patēriņam, kas katru gadu palielinās, pieaugot uzņēmuma ražošanas apjomam, savukārt izejošā elektroenerģijas patēriņa plūsma atspoguļo energoefektivitātes pasākumus.




3.1. att. Cēloņsakarības cilpas diagramma energoietilpīga ražošanas uzņēmuma lēmumiem par energoefektivitāti.

Parasti modelim ir divas cēloņsakarības cilpas – pastiprinošā cilpa (R1) un balansēšanas cilpa (B1). Divu cilpu spēku nosaka patēriņa pieauguma faktors, kas lielā mērā ir atkarīgs no ekonomiskās situācijas jeb IKP pieauguma, un energoefektivitātes faktors, kas ir atkarīgs no uzņēmuma identificētā ekonomiski pamatotā energoefektivitātes potenciāla.

Energoefektivitātes pasākumi līdzsvaro patēriņa pieaugumu, bet neietekmē augošā uzņēmuma BPV, tāpēc uzņēmuma enerģijas intensitāte samazinās. Ražošanas uzņēmumam var nebūt izdevīgi samazināt enerģijas intensitāti zem politikas noteiktās sliekšņa 20 %, jo tādā gadījumā tas zaudē energoietilpīgā ražošanas uzņēmuma statusu un līdz ar to – arī OIK atmaksas ekonomiskos ieguvumus. Ja uzņēmuma ietaupījumi no energoefektivitātes ir mazāki par OIK atmaksu, uzņēmumam jāpieņem racionāls lēmums pārtraukt energoefektivitātes pasākumu veikšanu un saglabāt enerģijas intensitāti virs politikas sliekšņa. Līdz ar to sistēmas dinamiskajam modelim ir papildu pastiprinošās un balansējošās cilpas, kas būtiski vājina

galveno balansēšanas cilpu (B1) (3.1. att.). Šī sistēma atbilst *Senge* definētajam arhetipam "labojumi, kas neizdodas" (*fixes that fail*) (Senge, 1990). Proti, energoietilpīgiem ražošanas uzņēmumiem sākotnēji tiek radīts stimuls – OIK atmaksa, lai īstenotu energoefektivitātes pasākumus un uzlabotu to konkurētspēju, tomēr ar laika nobīdi var rasties apstākļi, kuros energoefektivitātes pasākumus vairs neīsteno, pat ja tie ir ekonomiski pamatoti un rentabli, jo būt pārlieku energoefektīvam nozīmētu maksāt vairāk par elektroenerģiju.

**Simulācijas modeļa izstrāde**

Galvenie krājumi sistēmdinamikas modelī ir energoietilpīga ražošanas uzņēmuma patērētais elektroenerģijas daudzums, energoietilpīgā ražošanas uzņēmuma BPV un uzkrātais energoefektivitātes ietaupījums.

Krājumu izmaiņas ir ieejas un izejas plūsmu funkcijas, un šīs plūsmas ir atkarīgas no dažādiem faktoriem. Elektroenerģijas patēriņš attiecīgajā gadā (krājums) ir atkarīgs no patēriņa pieauguma faktoriem un energoefektivitātes faktoriem saskaņā ar vienādojumu:

$$E = \int_{t=2017}^{t=2023} \left(E_{\mathrm{gr}} - E_{\mathrm{EE}}\right)\mathrm{d}t + E_{\mathrm{ini}}, \tag{3.1.}$$

kur

$E$ – elektroenerģijas patēriņš gadā, MWh;

$E_{\mathrm{gr}}$ – elektroenerģijas patēriņa pieaugums, MWh gadā;

$E_{\mathrm{EE}}$ – īstenotie energoefektivitātes pasākumi, MWh gadā;

$E_{\mathrm{ini}}$ – sākotnējais elektroenerģijas patēriņš, MWh.

Lai arī energoietilpīgā ražošanas uzņēmuma enerģijas patēriņš attiecīgajā gadā varētu tikt izmantots kā faktors enerģijas politikas rezultātu novērtēšanai, ir lietderīgāk izmantot uzkrātos jaunos energoefektivitātes ietaupījumus kā enerģijas politikas novērtēšanas pasākumu. Uzkrāto jauno energoefektivitātes ietaupījumu apjoms tiek iegūts no energoefektivitātes pasākumiem, ko uzņēmums ir ieviesis, saskaņā ar vienādojumu:

$$E_{\mathrm{AS}} = \int_{t=2017}^{t=2023} E_{\mathrm{EE}}\mathrm{d}t, \tag{3.2.}$$

kur $E_{\mathrm{AS}}$ – uzkrātie jaunie energoefektivitātes ietaupījumi, MWh.

Patēriņa pieauguma faktors sistēmdinamikas modelī ir atkarīgs no ievadītajiem datiem par IKP pieaugumu, tā korelāciju ar uzņēmuma BPV pieaugumu un attiecīgo korelāciju ar elektroenerģijas patēriņa pieaugumu. Energoefektivitātes faktors sistēmdinamikas modelī ir maināms: tas var būt statisks un reprezentēt vidējo energoefektivitātes potenciālu vai arī dinamisks, tādā veidā reprezentējot dažādā laika periodā īstenotos dažādos energoefektivitātes pasākumus ar atšķirīgiem potenciāliem.

Enerģijas intensitāte tiek aprēķināta kā uzņēmuma gada pilnās elektroenerģijas izmaksas pret uzņēmuma gada BPV. Elektroenerģijas izmaksas tiek aprēķinātas, reizinot patēriņu un elektrības cenu, kas tiek summēta no trīs cenu komponentēm – iepirkuma cena, tīkla tarifi un OIK. Elektroenerģijas cena tiek aprēķināta saskaņā ar 3.3. vienādojumu:

$$T = T_{\mathrm{E}} + \frac{T_{\mathrm{NC}}C}{E} + T_{\mathrm{NE}} + \frac{T_{\mathrm{MC}}C}{E} + T_{\mathrm{ME}}, \qquad (3.3.)$$

kur

$T$ – elektroenerģijas gala cena, EUR/MWh;

$T_{\mathrm{E}}$ – elektroenerģijas iepirkuma cena, EUR/MWh;

$T_{\mathrm{NC}}$ – sistēmas pakalpojumu tarifu kapacitātes (jaudas) komponente, EUR/kW;

$T_{\mathrm{MC}}$ – OIK kapacitātes (jaudas) komponente, EUR/kW;

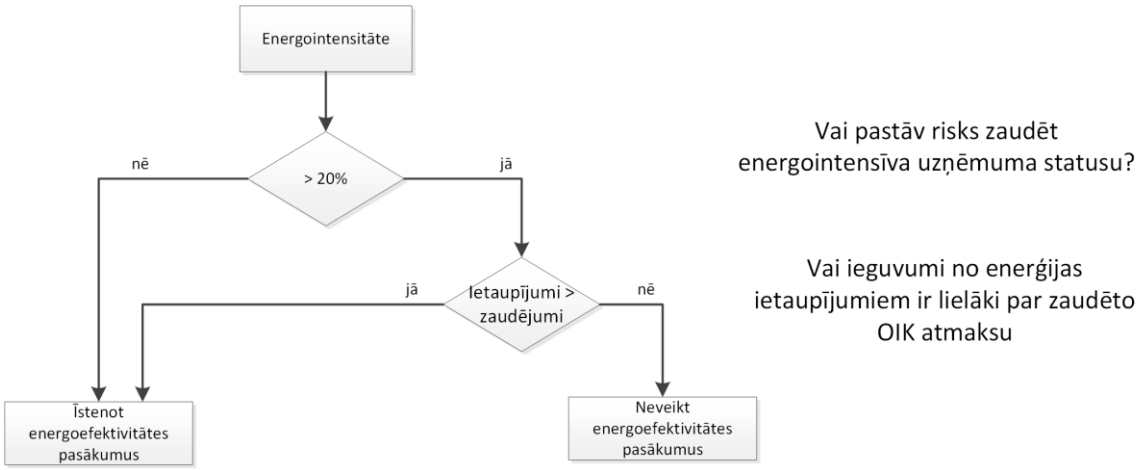
$T_{\mathrm{NE}}$ – sistēmas pakalpojumu tarifu enerģijas komponente, EUR/MWh;

$T_{\mathrm{ME}}$ – OIK enerģijas komponente, EUR/MWh;

$C$ – ražotāja pieslēgtā jauda, kW;

$E$ – elektroenerģijas patēriņš, MWh.

Uzņēmuma lēmumi par energoefektivitātes pasākumu ieviešanu vai neveikšanu tiek veikti, pamatojoties uz īstermiņa ekonomisko ieguvumu. Proti, ja pastāv risks, ka energoefektivitātes pasākuma rezultātā tiks zaudēts energoietilpīgā ražošanas uzņēmuma statuss, energoefektivitātes pasākumu veic tikai tad, ja ietaupījumu īstermiņa finansiālie ieguvumi pārsniedz īstermiņa finanšu zaudējumus no OIK atmaksas zaudēšanas. Pretējā gadījumā energoefektivitātes pasākumus neīsteno vai atliek. 3.2. attēlā atainota lēmuma pieņemšanas blokshēma.




3.2. att. Lēmuma pieņemšanas blokshēma.

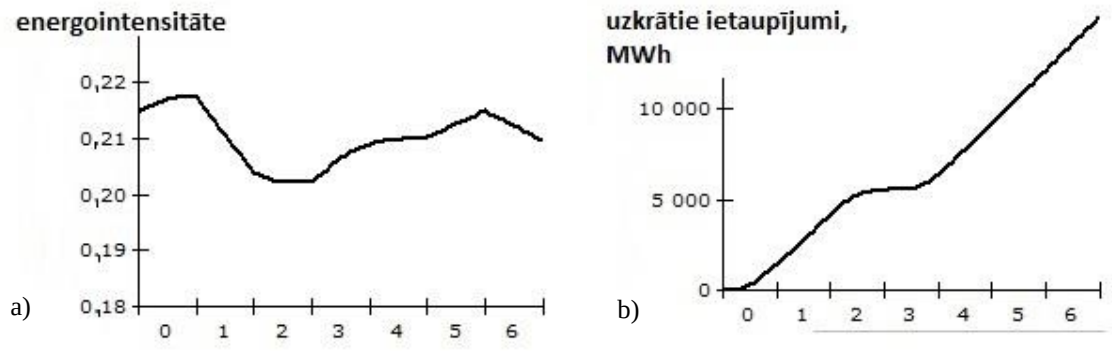
Lēmumu pieņemšanas procesam un pašu pasākumu ieviešanai parasti ir nepieciešams laiks, tāpēc sistēmdinamikas modelī tiek veidota kavēšanās funkcionalitāte.

**Sistēmdinamikas modeļa simulācija**

Sistēmas dinamiskais modelis ir izveidots, izmantojot *Powersim* simulācijas rīku. Modelēšanas solis ir viens gads, simulācijas periods – 2017.–2023. gads vai septiņi gadi.

Lai novērtētu simulācijas rezultātu, tiek izmantoti divi rādītāji. Pirmais – uzkrātais jaunais energoefektivitātes ietaupījums (3.3. b att.), kas norāda energoefektivitātes pasākumu rezultātu, otrais – enerģijas intensitāte, kas parāda uzņēmuma pašreizējo enerģijas intensitātes

stāvokli (3.3. a att.). Modelēšanas rezultāti norāda, ka tik ilgi, kamēr uzņēmuma enerģijas intensitāte pārsniedz politikas slieksni 0,2 (20 %), uzņēmums veic energoefektivitātes pasākumus, un uzkrātais ietaupījums palielinās. Kad enerģijas intensitāte tuvojas slieksnim, energoefektivitātes pasākumi netiek īstenoti un uzkrātais ietaupījums nepalielinās. Pēc tam, kad enerģijas intensitāte palielinās virs noteiktā intensitātes sliekšņa, uzņēmums atsāk īstenot energoefektivitātes pasākumus. Simulācijas rezultātu var izskaidrot ar īstermiņa ekonomisku labumu, ko uzņēmums gūst no daļējas OIK atmaksas, pretstatā labumam, ko uzņēmums varētu iegūt no samazināta enerģijas patēriņa.




3.3. att. Simulācijas rezultāts: a) energointensitāte un b) uzkrātie ietaupījumi, MWh.

Līdz ar to nevar izslēgt situāciju, ka uzņēmums ar šādu politiku tiek stimulēts neefektīvi palielināt patēriņu tikai tāpēc, lai saglabātu enerģijas intensitāti virs sliekšņa, un uzkrātie ietaupījumi laika gaitā pat samazināsies, kas no politikas viedokļa ir ļoti nevēlami. Šajās simulācijās būtiskais nav iegūtās akumulēto energoefektivitātes ietaupījumu absolūtās vērtības, jo tās ir atkarīgas no sistēmdinamikas modelī ievadītajiem sākotnējiem datiem, bet gan tendenču novērošana, kas raksturo politiku.

## 3.2. Atbalsta politikas kvantitatīvā analīze un laika nobīdes faktors

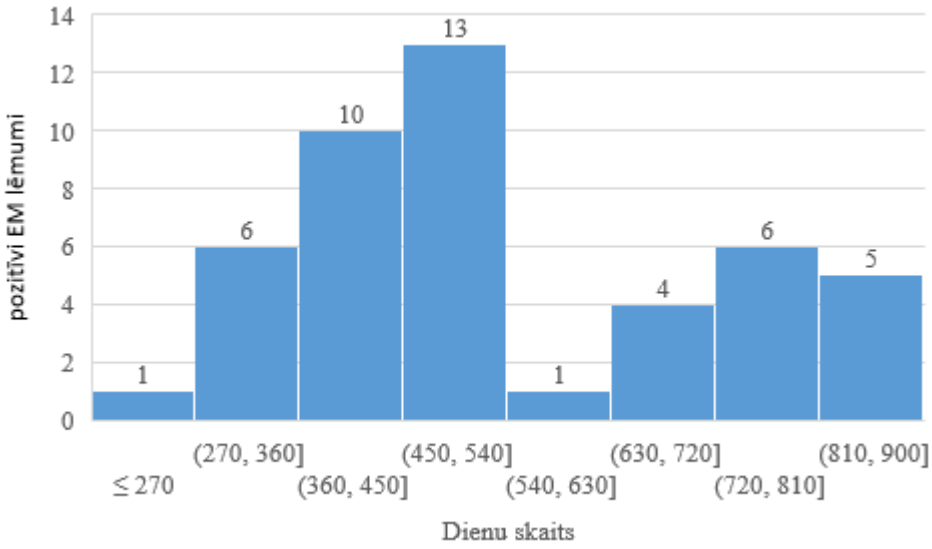
Līdz 2019. gada 1. jūlijam EM bija pieņēmusi 46 lēmumus par OIK atmaksu, kuru kopsumma ir nedaudz vairāk par 10 miljoniem EUR. Vairāk nekā puse OIK atmaksas tiek piešķirta kokrūpniecības nozarei, kurā tikai koksnes granulu ražošanas apakšnozare (C1629) vien ir saņēmusi 42,59 % no visām OIK atmaksām. Citas galvenās apstrādes rūpniecības nozares, kas saņēma OIK atmaksas, ir cementa ražošana un stikla šķiedru ražošana (3.1. tab.).

OIK atmaksa netiek saņemta nekavējoties. Nepieciešamos apliecinājumus var iesniegt pēc kalendārā gada beigām, turklāt dokumentu izskatīšana un lēmuma pieņemšana ir laikietilpīga. Izpēte liecina, ka pozitīva lēmuma pieņemšana vidēji prasa 554 dienas (mediāna 490 dienas), savukārt puse no visiem pozitīvajiem lēmumiem tika pieņemti ar laika starpību no viena līdz pusotram gadam (3.4. att.).

3.1. tabula

OIK atmaksas apmēri par 2015.–2017. gadu un procentuālais sadalījums pa apstrādes rūpniecības apakšnozarēm

| Apakšnozare (*NACE* kods) | OIK atmaksa, EUR | OIK atmaksa, % |
|---|---|---|
| Zāģēšana, ēvelēšana un impregnēšana (C1610) | 860 018,35 | 8,57 |
| Finiera lokšņu un koka paneļu ražošana (C1621) | 648 433,79 | 6,46 |
| Galdniecības izstrādājumu ražošana (C1623) | 284 904,73 | 2,84 |
| Koksnes granulu ražošana (C1629) | 4 272 601,65 | 42,59 |
| Plastmasas iesaiņojuma ražošana (C2222) | 67 814,98 | 0,68 |
| Stikla šķiedras ražošana (C2314) | 1 024 418,29 | 10,21 |
| Cementa ražošana (C2351) | 2 667 376,12 | 26,59 |
| Metālu ražošana (C2410) | 29 606,61 | 0,30 |
| Čuguna liešana (C2451) | 90 382,94 | 0,90 |
| Citu plastmasas izstrādājumu ražošana (C2229) | 85 935,57 | 0,86 |
| Kopā | 10 031 493,03 | 100,00 |




3.4. att. EM lēmumu pieņemšanas dienu skaita histogramma (no kalendārā gada, par kuru var saņemt OIK atmaksu, beigām līdz pozitīva lēmuma pieņemšanas dienai).

Samērā ilgais laika posms, kas nepieciešams, lai pieņemtu pozitīvu lēmumu par OIK atmaksu, rada zināmu neskaidrību par OIK atmaksāšanas politikas ilgtspēju, kas ietekmē lēmumu pieņemšanas procesu uzņēmuma līmenī, kas sākotnēji nebija paredzēts sistēmas dinamikas modelī. Stimuls saglabāt noteiktu enerģijas intensitāti virs politikas sliekšņa mazinātos, ja zustu pārliecība, ka mākslīgi uzturētā augstā energointensitāte tiktu atlīdzināta ar OIK atlaidēm arī nākotnē. Pieaugot šim nenoteiktības laika sprīdim, mazinās sākotnējie stimuli uzturēt augstu intensitāti. Vēl vairāk – vēlīnie lēmumi par OIK atmaksu uzņēmumos drīzāk veido "negaidītu peļņu", ko energoietilpīgie uzņēmumi varētu izmantot kā finansēšanas avotu energoefektivitātes pasākumu finansēšanai, kas ir vienīgais ilgtspējīgais ilgtermiņa risinājums, lai samazinātu enerģijas izmaksas un palielinātu uzņēmuma konkurētspēju. Tomēr šāda politika būtu nostiprināma nacionālajā regulējumā, nosakot pienākumu daļu no šīs "negaidītās peļņas" reinvestēt energoefektivitātes pasākumos.

## 3.3. Diskusijas un secinājumi

Latvijas elektrības izmaksu mazināšanas politika motivē energoietilpīgus uzņēmumus īstenot energoefektivitātes pasākumus, vienlaikus stimulējot saglabāt augstu enerģijas intensitātes līmeni, kas ir savstarpēji pretrunīgi. Uzņēmuma līmenī lēmumi par energoefektivitātes pasākumu ieviešanu ir balstīti uz energoefektivitātes pasākumu ekonomisko novērtējumu, gūstot finansiālus ieguvumus no samazināta patēriņa. No otras puses, uzņēmumam ir finansiāls stimuls nepārtraukti uzturēt enerģijas intensitāti virs 20 %, kamēr pastāv iespēja atgūt daļu no elektroenerģijas izmaksām kā energoietilpīgam uzņēmumam. Ņemot vērā sarežģīto lēmuma pieņemšanas procesu uzņēmuma līmenī, ievērojot visus faktorus, kas ietekmē uzņēmuma naudas plūsmu, šīs politikas izpētē ir izveidots sistēmdinamikas modelis.

Sistēmdinamikas modelēšanas rezultāti norāda, ka tik ilgi, kamēr uzņēmuma enerģijas intensitāte pārsniedz noteikto intensitātes slieksni (20 %), uzņēmums veic energoefektivitātes pasākumus, un uzkrātais ietaupījums palielinās. Kad enerģijas intensitāte tuvojas slieksnim, energoefektivitātes pasākumi netiek īstenoti, un uzkrātais ietaupījums nepalielinās, ko var izskaidrot ar īstermiņa ekonomisku labumu, ko uzņēmums gūst no daļējas OIK atmaksas, pretstatā labumam, ko uzņēmums varētu iegūt no samazināta elektroenerģijas patēriņa. Līdz ar to nevar izslēgt situāciju, ka uzņēmums ar šādu politiku tiek stimulēts neefektīvi palielināt patēriņu tikai tāpēc, lai saglabātu enerģijas intensitāti virs sliekšņa.

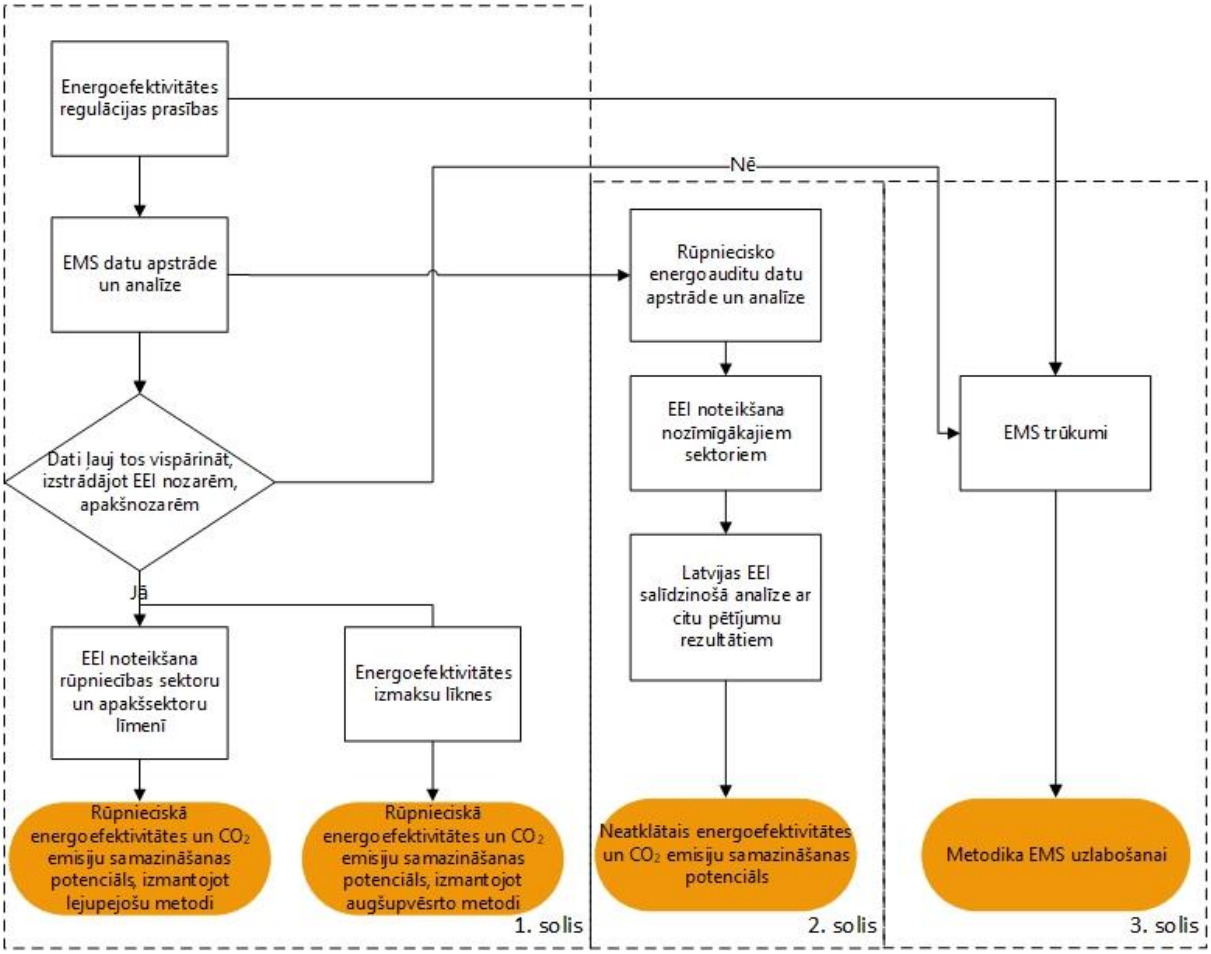
Līdz 2019. gada 1. jūlijam EM bija pieņēmusi 46 lēmumus par OIK atmaksu par kopsumma, kas nedaudz pārsniedz 10 miljonus EUR. Vairāk nekā puse OIK atmaksas tiek piešķirta kokrūpniecības ražošanai, kurā tikai koksnes granulu ražošanas apakšnozare ir saņēmusi 42,59 % no visas OIK atmaksas summas. Citas galvenās apstrādes rūpniecības nozares, kas saņēma OIK atmaksu, ir cementa ražošana (26,59 %), stikla šķiedru ražošana (10,21 %), zāģēšana, ēvelēšana un impregnēšana (8,57 %) un finiera lokšņu un koka paneļu ražošana (6,46 %).

Šie EM lēmumi tiek pieņemti ar ievērojamu laika nobīdi no brīža, kad uzņēmumi kļūst tiesīgi šo atmaksu pieprasīt. Puse no visiem lēmumiem pieņemti ar gada, pusotra kavēšanos, līdz ar to OIK atmaksa, visticamāk, neatstāj iespaidu uz operatīvo lēmuma pieņemšanu, bet drīzāk veido uzņēmumiem "negaidītu peļņu", ko energoietilpīgie uzņēmumi varētu izmantot kā finansēšanas avotu energoefektivitātes pasākumu finansēšanai, kas ir vienīgais ilgtspējīgais ilgtermiņa risinājums, lai samazinātu enerģijas izmaksas un palielinātu uzņēmuma konkurētspēju.

Līdz ar to šādas politika turpināšana būtu saistāma tieši ar nosacījumu par investīciju veikšanu energoefektivitātes pasākumos, nodrošinot arī atbilstošu kontroli un mainot intensitātes aprēķina nosacījumus, piemēram, aprēķinot elektroenerģijas izmaksas noteikto gadu skaitu līmenī pirms energoefektivitātes pasākumu ieviešanas.

# 4. RŪPNIECISKO ENERGOAUDITU DATU SALĪDZINOŠĀ ANALĪZE UN ENERGOEFEKTIVITĀTES PLAISU NOVĒRTĒŠANA

Viens no šī pētījuma mērķiem ir novērtēt Latvijas pirmās rūpnieciskās energoefektivitātes programmas rezultātus, analizējot datus, kas pieejami EM izveidotajā un uzturētajā energoefektivitātes monitoringa sistēmā (EMS), un salīdzināt Latvijas nozīmīgāko rūpniecības nozaru identificēto energoefektivitātes potenciālu ar līdzīgas energoefektivitātes programmas secinājumiem Zviedrijā. Papildus tam tika analizēta iespējamība konstruēt energoefektivitātes izmaksu līknes, ja pieejamais datu apjoms un kvalitāte būtu pietiekama to izveidei, un izmantot tās, lai noteiktu rūpniecības nozaru tehnisko un ekonomisko energoefektivitātes potenciālu, izmantojot augšupejošo pieeju.




4.1. att. EMS izpētē lietotais algoritms.

Izpēte tika veikta pa soļiem. Pirmajā solī EMS datu apstrāde un statistiskā analīze tika veikta ar mērķi noskaidrot to piemērotību EEI un energoefektivitātes izmaksu līkņu izveidei. Otrajā solī tika izveidota energoefektivitātes potenciāla salīdzinošā metodika, kas izmanto statistiski apstrādātus rūpniecisko energoauditu ziņojumu datus un nodrošina

energoefektivitātes potenciāla salīdzināšanu starp rūpniecības nozarēm un valstīm. Ar šīs metodikas palīdzību veikta dominējošo Latvijas rūpniecības nozaru energoefektivitātes potenciāla salīdzinājums ar Zviedriju. Visbeidzot, trešajā solī, izstrādātas rekomendācijas EMS trūkumu novēršanai. Izmantotais EMS izpētes algoritms parādīts 4.1. attēlā.

## 4.1. EMS datu analīze

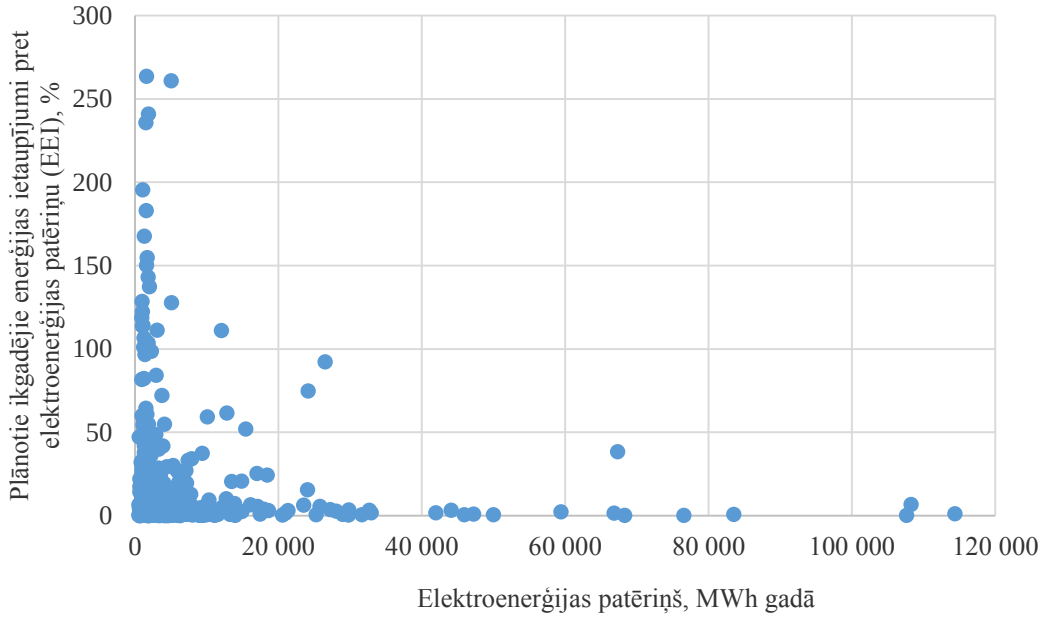
Latvijā izveidotais regulējums (MK, 2016) paredz izveidot EMS, kurā tiek apkopoti lielo uzņēmumu un lieto patērētāju dati par veiktajiem energoauditiem, energopārvaldības sistēmu ieteikumiem, sasniegtajiem un plānotajiem energoefektivitātes pasākumiem un to ieatupījumiem. EMS ir šāda informācija:

- katra uzņēmuma pārstāvētā nozare pēc *NACE* klasifikatora;
- lielā uzņēmuma vai lielā patērētāja identifikācija;
- elektroenerģijas (ne visu energoresursu) patēriņš 2016.–2018. gadā;
- pazīme par īstenotu energoauditu vai ieviestu enerģijas pārvaldības sistēmu *ISO 50001* vai papildinātu vides pārvaldības sistēmu *ISO 14001*;
- energoefektivitātes pasākumu sasniedzamais enerģijas ietaupījums gadā un tā sadalījums starp konkrētiem energoefektivitātes pasākumu veidiem (ēku energoefektivitāte, apgaismojums, iekārtas un aprīkojums, transports, citi);
- jau sasniegtais enerģijas ietaupījums 2016.–2017. gadā (MWh) un tā sadalījums starp konkrētiem energoefektivitātes pasākumu veidiem (ēku energoefektivitāte, apgaismojums, iekārtas un aprīkojums, transports, citi);
- veikto energoauditu kopijas, ja tika veikts energoaudits.

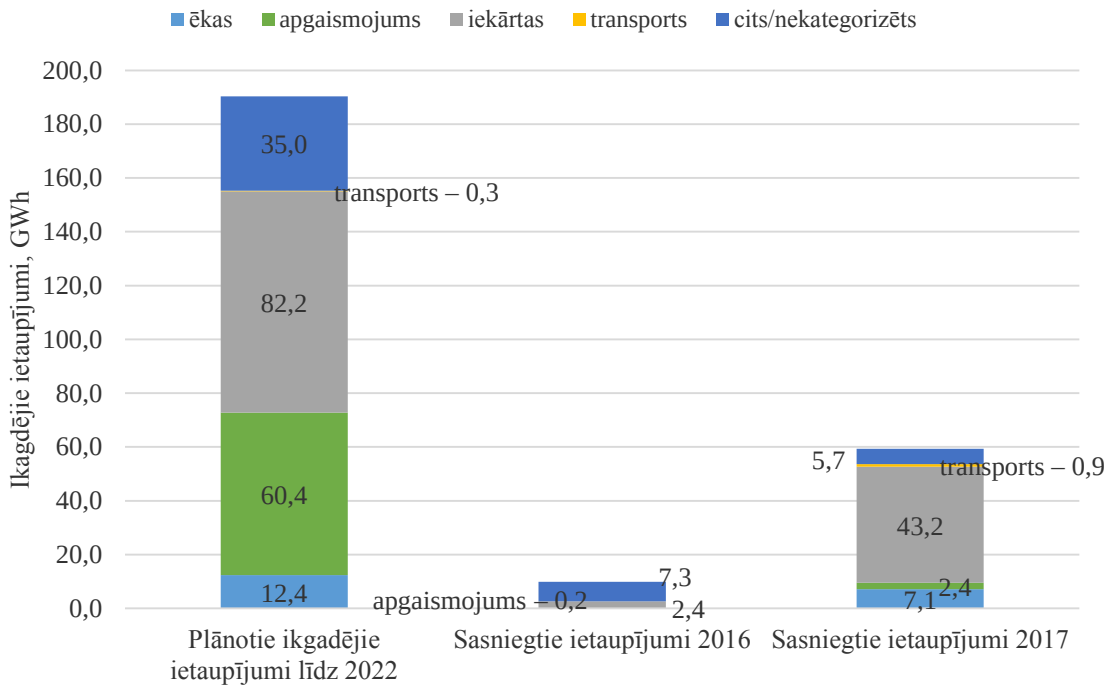
EMS pieejamās informācijas padziļināta kvantitatīva analīze tika veikta no 2019. gada maija līdz 2019. gada oktobrim. EMS bija iekļauts 1441 ieraksts, no kuriem aptuveni 500 bija rūpniecības uzņēmumi, kā arī bija pieejami 111 rūpniecisko energoauditu ziņojumi.

Uzņēmumu plānotie energoefektivitātes ietaupījumi, kas iesniegti EMS, tika attiecināti pret vienīgo EMS pieejamo kopējo parametru – elektroenerģijas patēriņu, rezultāti ir apkopoti 4.2. attēlā. Gada plānotie enerģijas ietaupījumi var pārsniegt 100 % no elektroenerģijas patēriņa, jo energoefektivitātes ietaupījumus var sasniegt visos energoresursu veidos, bet EMS tiek norādīts tikai elektroenerģijas patēriņš. 4.3. attēlā var redzēt, ka uzņēmumi ar lielāku elektroenerģijas patēriņu plāno sasniegt proporcionāli mazākus ietaupījumus. Tomēr plānotā enerģijas ietaupījuma un elektroenerģijas patēriņa datu kopa neuzrāda korelāciju, tāpēc nav iespējams vispārināt enerģijas ietaupījuma potenciālu, balstoties tikai uz elektroenerģijas patēriņu, un ir būtiski, lai EMS tiktu uzkrāti dati par dalībnieku visu energoresursu patēriņu (ne tikai elektroenerģiju).

Kopējie prognozētie rūpniecības energoefektivitātes ietaupījumi gadā programmas beigās saskaņā ar EMS ir 190,3 GWh jeb 1,87 % no pašreizējā Latvijas rūpniecības enerģijas gala patēriņa (4.3. att.). Prognozēts, ka trīs ceturtdaļas jeb 142,6 GWh no plānotajiem ikgadējiem ietaupījumiem tiks sasniegti energoefektivitātes pasākumos, kas saistīti ar apgaismojumu un iekārtām, ēkās plānots ietaupīt 12,4 GWh (6,5 %), transportā – 0,3 GWh, lielu daļu jeb 35 GWh (18 %) plānots ietaupīt neklasificētās aktivitātēs (4.3. att.).




4.2. att. Visu EMS dalībnieku ikgadējais elektroenerģijas patēriņš un plānotie enerģijas ietaupījumi.




4.3. att. Ikgadējie rūpniecības nozares energoefektivitātes ietaupījumi, GWh.

Sasniegtais ietaupījums 2016. gadā ir 9,9 GWh jeb 0,10 % no pašreizējā Latvijas rūpniecības enerģijas patēriņa, 2017. gadā – 59,3 GWh jeb 0,58 % no rūpniecības patēriņa Latvijā. Šādus pieticīgus sākotnējos rezultātus var izskaidrot ar programmas "ieskriešanās" laiku, kas nepieciešams kapitālieguldījumu lēmumu pieņemšanai vai līdzšinējās inerces pārvarēšanai. Salīdzinot gada plānotos ietaupījumus līdz 2022. gadam un sasniegtos ietaupījumus 2017. gadā, ir redzams (4.3. att.), ka ēkās ir sasniegti 57 %, aprīkojumā – 53 %

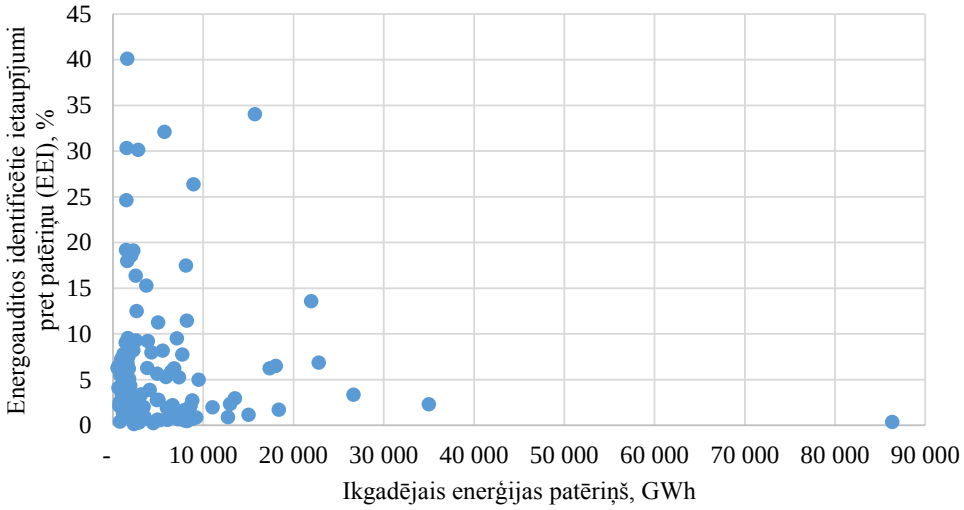
no plānotajiem ietaupījumiem. Ietaupījumi apgaismojumā ir sasnieguši tikai 4 % no sākotnēji plānotajiem ietaupījumiem, savukārt transporta ietaupījumi ir trīskāršoti, salīdzinot ar sākotnēji plānotajiem, lai gan šī joprojām ir nenozīmīga aktivitāte.

EMS pieejamo datu nepietiekamība ierobežo turpmāko rezultātu izmantošanu, lai izstrādātu EEI rūpniecības nozaru un apakšnozaru līmeņos vai izstrādātu energoefektivitātes izmaksu līknes.

## 4.2. Rūpniecības energoefektivitātes potenciāls, izvērtējot iesniegtos energoauditus

Pretēji vispārīgajiem EMS datiem energoaudita ziņojumos bija ietverta plašāka informācija par enerģijas (ne tikai elektrības) patēriņu un energoauditora ierosinātajiem energoefektivitātes pasākumiem. Pētījumā tika izmantoti pieejamie 111 rūpniecisko energoauditu dati, kas aptvēra tikai daļu no visas rūpnieciskās energoefektivitātes programmas Latvijā.

Energoauditos norādītā energoefektivitātes potenciāla datu kopas statistiskā analīze (4.4. att. un 4.1. tab.) norāda, ka energoauditos iegūtie dati neatbilst normālsadalījumam, tāpēc nav iespējams noteikt skaidru korelāciju starp energoauditos identificēto enerģijas ietaupījuma tehnisko potenciālu un uzņēmuma energoresursu patēriņu.




4.4. att. Energoauditos identificētais energoefektivitātes potenciāls atkarībā no patēriņa.

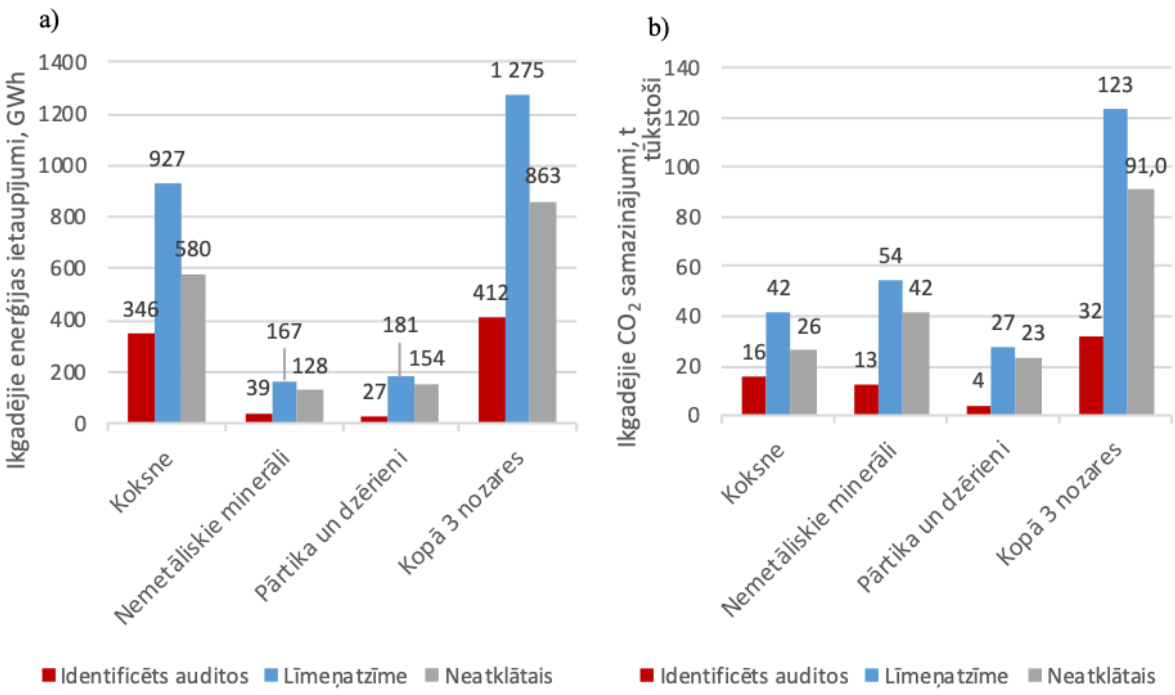
Neskatoties uz to, energoauditos norādītā vidējā tehniskā energoefektivitātes potenciāla vērtība ir 6,53 % no enerģijas gala patēriņa (4.1. tab.), kas ir 3,5 reizes vairāk nekā programmas plānotie 1,87 % ietaupījumi. 84 % no analizētajiem energoauditu ziņojumiem norādīja uz tehnisko energoefektivitātes potenciālu zem 10 % no kopējā patēriņa, kas, salīdzinot ar citu valstu pētījumiem, ir zems rādītājs. Atsevišķi tika analizēti energoauditu dati par Latvijas rūpniecības trīs nozīmīgākajām nozarēm – koksnes un koksnes izstrādājumi, nemetāliskie minerāli un pārtikas ražošana. Rezultāti ir apkopoti 4.1. tabulā.

4.1. tabula

Energoauditos norādītā enerģijas efektivitātes potenciāla statistiskā analīze rūpniecībai un nozīmīgākajām nozarēm [autora veidots]

| Parametri | Rūpniecība kopā | Koksne un koksnes izstrādājumi (C16) | Nemetāliskie minerāli (C23) | Pārtika, dzērieni (C10, C12) |
|---|---|---|---|---|
| Vidējā vērtība | 6,53 | 6,68 | 2,57 | 3,00 |
| Mediāna | 3,60 | 3,49 | 1,02 | 2,33 |
| Standartnovirze | 7,93 | 7,37 | 2,73 | 2,27 |
| Vērtību diapazons | 39,97 | 31,98 | 6,25 | 7,60 |
| Minimālā vērtība | 0,13 | 0,13 | 0,30 | 0,62 |
| Maksimālā vērtība | 40,11 | 32,11 | 6,55 | 8,21 |
| Ierakstu skaits | 111 | 36 | 7 | 22 |

Energoefektivitātes potenciāla vidējās vērtības attiecīgi ir 6,68 % (C16), 2,57 % (C23) un 3,00 % (C10, C12), kas būtiski atšķiras no S. Paramonovas un *P. Thollander* pētījumā konstatētā energoefektivitātes potenciāla – 17 % (C16), 11 % (C23) un 20 % (C10, C12) līdzīgā programmā Zviedrijā (Paramanova & Thollander, 2016). Piemērojot S. Paramonovas un *P. Thollander* pētījumā (Paramanova & Thollander, 2016) iegūtās energoefektivitātes potenciāla līmeņatzīmes Latvijas rūpniecības nozarēm, tiek iegūts iespējamais neatklātais energoefektivitātes un attiecīgi arī $CO_2$ emisiju samazināšanas potenciāls, kas apkopots 4.5. attēlā.




4.5. att. Identificētais, līmeņatzīmes un neatklātais ikgadējais potenciāls: a) enerģijas ietaupījuma; b) $CO_2$ emisiju samazinājuma.

Lai gan Latvijas energoauditos konstatētā vidējā tehniskā energoefektivitāte trīs lielākajās rūpniecības nozarēs nodrošinātu gada enerģijas ietaupījumu 412 GWh apmērā jeb vidēji 5,2 % no šo nozaru energoresursu patēriņa, tomēr salīdzinošā analīze ar līdzīgas programmas rezultātiem Zviedrijā liecina, ka, iespējams, pastāv līdz 863 GWh nekonstatēts energoefektivitātes potenciāls. Ievērojot katras apstrādes rūpniecības nozares $CO_2$ intensitāti, ir novērtēts šī energoefektivitātes potenciāla $CO_2$ emisiju samazinājums Latvijas trīs nozīmīgākajās apstrādes rūpniecības nozarēs (4.5. att.).

4.5. attēlā redzams, ka kopumā lielākais $CO_2$ emisiju samazināšanas potenciāls ir nemetālisko minerālu ražošanas nozarē, ievērojot to, ka šajā nozarē ir lielākais energoresursu, kas emitē $CO_2$, īpatsvars. Arī lielākais iespējamais neatklātais $CO_2$ emisiju samazinājums ir nemetālisko minerālu ražošanas nozarē. No tā var secināt, ka energoefektivitātes politika būtu pastiprināti jāuzrauga tieši šīs nozares uzņēmumos, sākot ar kvalitatīvāki veiktiem energoauditiem. Būtisks $CO_2$ samazināšanas potenciāls ir arī koksnes un koksnes izstrādājumu ražošanas nozarē, tomēr šeit $CO_2$ emisiju samazināšanas iespējas ir ierobežotākās, ņemot vērā zemo $CO_2$ intensitāti šajā nozarē.

## 4.3. Diskusijas un secinājumi

Energoefektivitātes likums lielajiem uzņēmumiem un lielajiem patērētājiem nosaka pienākumu ieviest vismaz trīs energoefektivitātes uzlabošanas pasākumus, ko iesaka energoaudits vai enerģijas pārvaldības sistēma ar vislielāko aprēķināto enerģijas ietaupījumu vai ekonomisko atdevi līdz 2020. gadam (lielajiem uzņēmumiem) vai 2022. gadam (lielajiem patērētājiem), tomēr izveidotais kontroles mehānisms ir nepilnīgs un nenodrošina pietiekamas informatīvās bāzes iegūšanas energoefektivitātes potenciāla noskaidrošanai un politikas uzlabošanai.

EMS pieejamo datu analīze norāda, ka rūpnieciskās energoefektivitātes programmas potenciāls ir pieticīgs – tikai 1,9 % no visa rūpniecības sektora enerģijas gada patēriņa, bet faktiskais ietaupījums 2017. gadā bija 0,6 %, kas varētu būt izskaidrojams ar rūpniecības uzņēmumu adaptēšanās laiku.

Rūpniecisko energoauditu, kas veikti saskaņā ar Energoefektivitātes likuma prasībām, analīze norāda, ka vidējā tehniskā energoefektivitātes potenciāla vērtība ir 6,53 % no enerģijas gala patēriņa. 84 % no analizētajiem energoauditiem norādīja uz tehnisko energoefektivitātes potenciālu zem 10 % no kopējā patēriņa, kas, salīdzinot ar citu valstu pētījumiem, ir zems rādītājs.

Izveidotā metodika, apstrādājot energoauditu datus, ļāva salīdzināt Latvijas trīs nozīmīgākajās rūpniecības nozarēs (koksnes un koksnes izstrādājumi, nemetāliskie minerāli un pārtikas un dzērienu ražošana) konstatēto energoefektivitātes potenciālu, attiecīgi – 6,68 %, 2,57 % un 3,00 %, ar līdzīgas programmas secinājumiem Zviedrijā. Salīdzinošajā analīzē, kā līmeņatzīmes izmantojot Zviedrijas pētījumā konstatētos energoefektivitātes potenciālus, aprēķināts šo trīs nozaru neatklātais energoefektivitātes potenciāls Latvijā, kas var sasniegt 862,6 GWh ikgadējo enerģijas ietaupījumu jeb 11 % no šo nozaru gada enerģijas patēriņa. Neatklātais atbilstošais $CO_2$ emisiju mazināšanas potenciāls var sasniegt

91,0 tūkstoti tonnu gadā, kur aptuveni 46 % no $CO_2$ emisiju ietaupījumiem rodas tieši nemetālisko minerālu ražošanas nozarē (cements, stikla šķiedra, citi būvniecības materiāli).

EMS pieejamie dati apkopo tikai kopējās energoefektivitātes pasākuma izmaksas, bet nav iespējams precīzi noteikt, kādas ir vidējās izmaksas atsevišķām energoefektivitātes pasākumu grupām (apgaismojums, ierīces utt.) vai dažiem pasākumu veidiem. No EMS datiem nav iespējams iegūt pilnvērtīgas energoefektivitātes īpatnējo izmaksu līknes. Nozīmīgs energoefektivitātes politikas trūkums ir tas, ka EMS vāc datus tika par elektroenerģijas patēriņu, nevis visu enerģijas patēriņu, tādā veidā neradot priekšstatu par patieso energoefektivitātes potenciālu.

Energoauditu manuālā analīze atklāja dažādas enerģijas auditoru izmantotās pieejas un dažkārt arī viņu nevēlēšanos iejaukties ražošanas procesos, tāpēc energoauditos noteiktie energoefektivitātes pasākumi aptver tikai daļu no faktiskā efektivitātes potenciāla. Standartizētas energoaudita veidnes nav, tāpēc energoaudita ziņojumu struktūra ievērojami atšķiras, un tas apgrūtina to analīzi. Saistošu energoefektivitātes mērķu neesamība rada situāciju, ka nepieciešamie energoefektivitātes pasākumi var tikt noteikti tikai formāli, ziņojot par nelielu enerģijas ietaupījumu, kas veido tikai dažus procentus no uzņēmuma kopējā enerģijas patēriņa. Lai gan energoauditu ziņojumos ir identificēti vairāki energoefektivitātes pasākumi, dažos audita ziņojumos ir tikai trīs minimāli nepieciešamie pasākumi, turklāt nereti – viena un tā paša veida.

Tomēr energoefektivitātes politiku rūpniecības sektoram var būtiski uzlabot, uzlabojot datu vākšanas procesu, standartizējot ziņošanas veidlapas un ieviešot elektronisko vidi periodiskai datu iesniegšana un atbilstošu datu kvalitātes atbalsta un kontroles mehānismu.

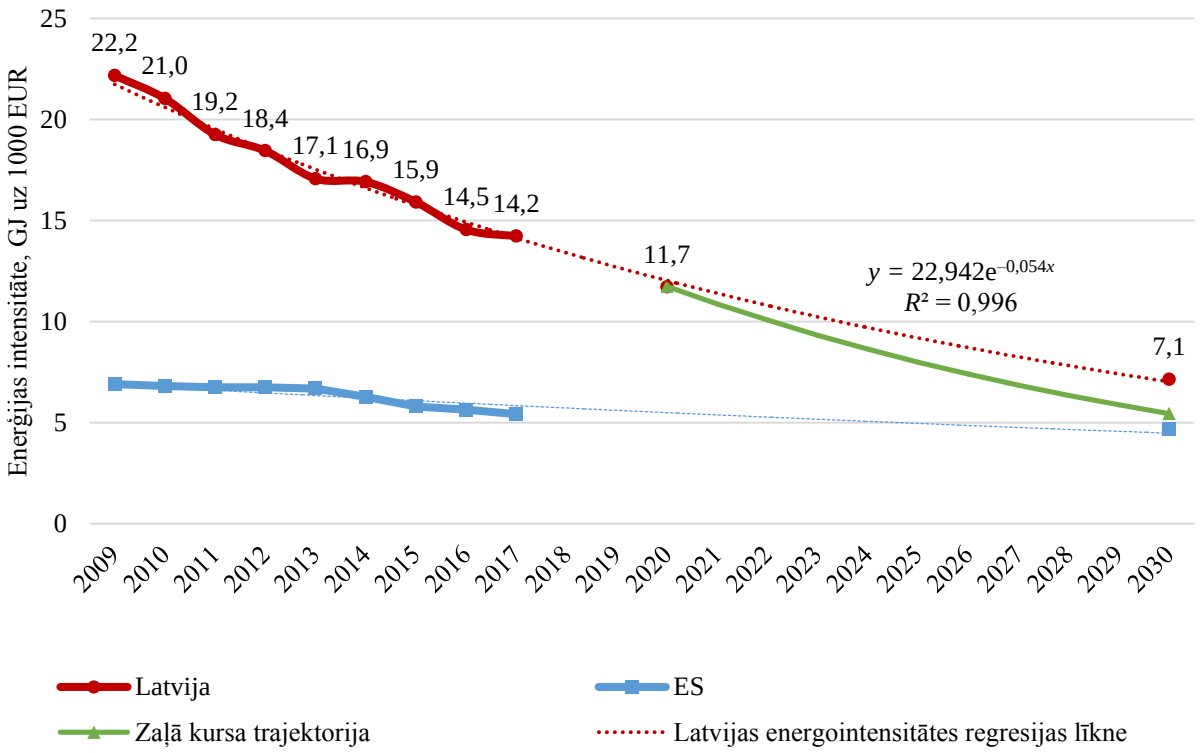
# 5. SAISTOŠIE ENERGOEFEKTIVITĀTES MĒRĶI UN IZPILDES TRAJEKTORIJAS KONTEKSTĀ AR ZAĻO KURSU

Lai īstenotu ambiciozos energoefektivitātes mērķus, ES Tīrās enerģijas visiem eiropiešiem (*Clean energy for all Europeans*) (EC, 2019) iniciatīvas ietvaros ir pieņēmusi EED grozījumus, kas definē dalībvalstīm obligātus energoefektivitātes mērķus, īpašu vērību pievērošot rūpniecības sektoram kā vienam no lielākajiem SEG emitētājam (EP, 2018). 2019. gada 11. decembrī EK nāca klajā ar vēl tālejošākiem ES klimata mērķiem, publicējot Eiropas zaļo kursu, kura mērķis ir līdz 2050. gadam panākt ES klimata neitralitāti, kas nav iespējama bez rūpniecības nozares tūlītējas būtiskas iesaistes (EC, 2019).

2020. gada 4. martā EK nāca klajā ar Eiropas klimata likuma (*European Climate Law)* priekšlikumu, kas paredz nostiprināt ES likumdošanā saistošos Zaļās vienošanās mērķus, proti, visā ES sasniegt neto nulles *SEG* emisijas, galvenokārt samazinot emisiju apjomus, ieguldot zaļajās tehnoloģijās un aizsargājot dabisko vidi (EC, 2020). Eiropas klimata likumā ir iekļauti pasākumi, lai pastāvīgi sekotu izpildes progresam un attiecīgi koriģētu ES rīcību, pamatojoties uz esošajām sistēmām, piemēram, dalībvalstu nacionālo enerģētikas un klimata plānu pārvaldības procesu, regulārajiem Eiropas Vides aģentūras ziņojumiem un jaunākajiem zinātniskajiem pierādījumiem par klimatu pārmaiņām un to ietekmi.

Lai novērtētu Latvijas rūpniecības energoefektivitātes mērķu ambīciju līmeni nākamajām desmitgadēm, pašreizējā faktiskā Latvijas rūpniecības enerģijas intensitātes līkne (2009.–2017. gadam) ir papildināta ar definētajiem mērķiem 2020. gadā no Nacionālā attīstības plāna (Saeima, 2013) un 2030. gadā no NEKP (MK, 2020), un var secināt, ka faktiskās rūpniecības enerģijas intensitātes vērtības labi korelē ar šiem mērķiem, un līknei ir eksponenciāla forma ar $R^2$ 0,9962 (5.1. att.).

Tas ļauj secināt, ka rūpniecības nozarē definētie energoefektivitātes mērķi Eiropas zaļā kursa ietekmē būs jāprecizē, izvirzot ambicioeirpoākus ieguldījumus pašreizējās energoefektivitātes plaisas mazināšanā. To vajadzēs panākt gan ar investīcijām energoefektivitātes risinājumos, gan zaļajās tehnoloģijās, mazinot gan enerģijas patēriņa intensitāti, gan tā $CO_2$ intensitāti. Reālistiski līdz 2030. gadam nebūs iespējams rūpniecībā panākt ES vidējo energointensitātes līmeni, tomēr 2050. gada mērķu sasniegšanai enerģijas patēriņa intensitātes rūpniecībā ir jāmazina daudz straujāk, sekojot Eiropas zaļā kursa trajektorijai (5.1. att.).




5.1. att. Latvijas un ES apstrādes rūpniecības energointensitātes ikgadējie rādītāji, Latvijas izvirzītie mērķi 2020. un 2030. gadā un to korelācija, kā arī Eiropas zaļā kursa ieviešanas trajektorija.

# SECINĀJUMI UN PRIEKŠLIKUMI

Promocijas darbā izvērtēta Latvijas energoefektivitātes politika apstrādes rūpniecībai pārejā uz Eiropas zaļo kursu. Energoefektivitātes politikas izvērtēšanai ir izstrādāta kompleksa metodiskā pieeja, kurā, izmantojot dažādas zinātniskās izpētes metodes (statistiskā, sistēmdinamikas, salīdzinošā), analizētas energoefektivitātes politikas dažādas izpausmes. Iegūtie rezultāti integrēti rekomendāciju izstrādē turpmākiem politikas instrumentiem.

Izmantotā metodiskā pieeja ļauj identificēt nozīmīgākās Latvijas rūpniecības nozares pēc enerģijas patēriņa un BPV, nosakot to enerģijas un $CO_2$ intensitātes atšķirības, kā arī veikt salīdzinošo analīzi ar citām valstīm. Iegūtie rezultāti ļauj identificēt rūpniecības nozares, kurās enerģijas un $CO_2$ intensitātes būtiski atšķiras, kas ļauj veidot nozaru specifiskus politikas risinājumus ilgtermiņa klimata neitralitātes mērķu sasniegšanai. Rūpniecības nozaru energointensitātes analīze uzrāda, ka Latvijas rūpniecība patērē vidēji 2,6 reizes vairāk resursu, lai iegūtu tādu pašu rūpnieciskās produkcijas vērtību, salīdzinot ar vidējo ES līmeni. Lai gan Latvijas rūpniecības energointensitāte ar katru gadu samazinās, mazinot atpalicību no ES vidējā līmeņa, uzņemtais temps ir nepietiekams, domājot par klimata neitralitātes mērķiem nākotnē, ievērojot Eiropas zaļā kursa definētos mērķus. Tomēr Latvijas rūpniecības $CO_2$ intensitāte ir divas reizes zemāka nekā ES vidējā, līdz ar to $CO_2$ izmešu nodokļu izmaiņām kā vienam no politikas instrumentiem rūpnieciskās energoefektivitātes stimulēšanai Latvijā būs vidēji divas reizes mazāka ietekme nekā ES.

Kopš Energoefektivitātes likuma pieņemšanas Latvijā un obligātu energoefektivitātes pienākumu noteikšanas lielajiem uzņēmumiem un patērētājiem energoefektivitātes loma rūpniecībā ir pieaugusi, un to apliecina EMS apkopotie dati par jau sasniegtajiem un pieaugošajiem energoefektivitātes ietaupījumiem 2016. un 2017. gadā. Tomēr izveidotā salīdzinošā metodika, kas izmanto pieejamo Latvijas rūpniecisko energoauditu ziņojumu datus un ļauj veikt Latvijas rūpniecības nozaru energoefektivitātes potenciāla salīdzinājumu ar līdzīgas energoauditu programmas rezultātiem Zviedrijā, uzrādīja ievērojami zemāku identificēto energoefektivitātes potenciālu Latvijas trīs vadošajās nozarēs (koksnes un koksnes izstrādājumi, nemetālisko minerālu izstrādājumi, pārtikas un dzērienu ražošana). Šis neatklātais energoefektivitātes potenciāls Latvijas trīs vadošajās rūpniecības nozarēs tika novērtēts 863 GWh ikgadēju enerģijas ietaupījumu apmērā, kas atbilst 91 tūkstotim tonnu $CO_2$ emisiju gadā.

Iemesli Latvijas nozīmīgāko rūpniecības nozaru salīdzinoši augstajai energointensitātei un zemajiem energoefektivitātes rādītājiem tika meklēti energointensīvo rūpniecības uzņēmumu rīcības analīzē, izmantojot sistēmdinamikas modelēšanu un EMS pieejamo datu analīzi. Sistēmdinamikas modelēšana izgaismoja savstarpēji pretrunīgas enerģētikas politikas izpausmes Latvijā, kas veicināja energointensīvos rūpniecības uzņēmumus saglabāt relatīvi augstu energointensitātes līmeni, upurējot energoefektivitātes pasākumus. Savukārt kvalitatīvas energoefektivitātes uzraudzības sistēmas trūkums ir radījis energoefektivitātes

datu nepilnīgu apkopošanu, formālu ziņojumu pieņemšanu un nekvalitatīvu energoauditu veikšanu.

Minētos energoefektivitātes uzraudzības sistēmas trūkumus var novērst:

1) investējot līdzekļus datu vākšanas, atbalsta un kontroles procesa uzlabošanai, standartizējot ziņošanas veidlapas un ieviešot elektronisko vidi periodiskai datu iesniegšanai;
2) investējot līdzekļus energoauditoru profesionālo prasmju paaugstināšanai un darbības uzraudzībai, uzlabojot kvalitatīvu energoauditu pieejamību.

Tas Latvijas rūpniecības uzņēmumiem ļautu iegūt kvalitatīvākus energoauditus un politikas veidotājiem pilnvērtīgāk izmantot energoefektivitātes politikas rezultatīvos rādītājus, kā arī definēt specifiskus mērķus rūpniecības nozarēm, ņemot vērā to energointensitāti, $CO_2$ intensitāti, energoefektivitātes potenciālu un salīdzinošo analīzi. Promocijas darbā gūtās atziņas par dažādām rūpniecības nozarēm ļauj secināt, ka virzībā uz Eiropas zaļo kursu apstrādes rūpniecībai ir jādefinē nozaru specifiskie mērķi, atsevišķi izvirzot un risinot $CO_2$ intensīvo nozaru energoefektivitātes mērķus, piemēram, cementa ražošana, un zemas $CO_2$ intensitātes rūpniecības nozaru energoefektivitātes mērķus, piemēram, koksnes un koksnes izstrādājumu ražošana. Ieteiktie risinājumi ir:

3) $CO_2$ intensīvo nozaru energoefektivitātes un klimata neitralitātes mērķi var sasniegt ar esošajiem ETS risinājumiem, vienlaikus palīdzot uzņēmumiem pielāgoties, izmantojot zaļā kursa piedāvātos ES finanšu instrumentus;
4) energointensīvo apstrādes rūpniecības uzņēmumu elektroenerģijas izmaksu atbalsta politika, kas pārsvarā sasniedz augstas enerģijas intensitātes un zemas pievienotās vērtības nozares, turpināšana ir saistāma ar nosacījumu par investīciju veikšanu energoefektivitātes pasākumos, nodrošinot gan saistošu mērķu izvirzīšanu, gan arī to sasniegšanas kontroli, mainot arī intensitātes aprēķina nosacījumus un novērtējot elektroenerģijas izmaksas uzņēmumā pirms energoefektivitātes pasākumu ieviešanas.

# KOPSAVILKUMĀ IZMANTOTĀ LITERATŪRA


CSP (Centrālā statistikas pārvalde) (2017). Enerģijas bilance. Pieejams internetā: https://data1.csb.gov.lv/pxweb/en/vide/vide__energetika__ikgad/ENG020.px/ [Apmeklēts 09.02.2020]

CSP (Centrālā statistikas pārvalde) (2018). Preču un pakalpojumu izlaide, starppatēriņš un pievienotā vērtība pa darbības veidiem. Pieejams intenetā: https://data1.csb.gov.lv/pxweb/lv/ekfin/ekfin__ikp__IKP__ikgad/IKG10_050.px/ [Apmeklēts 09.02.2020]

EC (European Commission) (2019). Clean energy for all Europeans. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

EC (European Commission) (2019).The European Green Deal. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

EC (European Commission) (2020). Commission proposal for a regulation: European Climate Law. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

EEA (European Environmental Agency) (2017). CO2 emission intensity. Pieejams: https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/co2-emission-intensity-5 [Apmeklēts: 31.01.2020].

EEA (European Environmental Agency) (2020). Indicators. Intensity of final energy consumption in Europe. Pieejams: https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/final-energy-consumption-intensity-5 [Apmeklēts 31.03.2020].

EP (European Parliament and the Council) (2003) Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council of 13 October 2003 establishing a system for greenhouse gas emission allowance trading within the Union and amending Council Directive 96/61/EC. *Official Journal of European Union* L 275 25.10.2003, p. 32.

EP (European Parliament and the Council) (2018). Directive (EU) 2018/2002 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 amending Directive 2012/27/EU on energy efficiency. *Official Journal of European Union* 2018: L 328

Eurostat (Statistical office of the European Union) (2019). Electricity prices for non-household consumers – bi-annual data (from 2007 onwards). Pieejams: https://ec.europa.eu/eurostat/data/database [Apmeklēts 01.07.2019].

IPCC (The Intergovernmental Panel on Climate Change) (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 2. Energy. Hayama: Institute for Global Environmental Strategies.

Lutz, C., Grave, K., Mandana, H., Boeve, S., Blücher, F.V., Bourgault, C., Breitschopf, B., Friedrichsen, N., Arens, M., Aydemir, A., et al. (2015). Electricity Costs of Energy Intensive Industries: An International Comparison. Berlin: Ecofys Germany GmbH.

MK (Ministru kabinets) (2015). Ministru kabineta 2015. gada 14. jūlija noteikumi Nr. 395 “Kārtība, kādā energoietilpīgi apstrādes rūpniecības uzņēmumi iegūst tiesības uz samazinātu līdzdalību obligātā iepirkuma komponentes maksājumam”. Latvijas Vēstnesis, 149.

MK (Ministru kabinets) (2016). Ministru kabineta 2016. gada 11. oktobra noteikumi Nr. 668 “Energoefektivitātes monitoringa un piemērojamā energopārvaldības sistēmas standarta noteikumi”. Latvijas Vēstnesis, 211.

MK (Ministru kabinets) (2020). Ministru kabineta 2020. gada 4. februāra rīkojums Nr. 46 “Par Latvijas Nacionālo enerģētikas un klimata plānu 2021.–2030. gadam”. Latvijas Vēstnesis, 29.

Paramonova, S., Thollander, P. (2016). Ex-post impact and process evaluation of the Swedish energy audit policy programme for small and medium-sized enterprises. Journal of Cleaner Production, 135, 932–949.

Saeima (2013). Nacionālais attīstības plāns 2014.–2020. gadam. Latvijas Vēstnesis, 6.

Saeima (2016). Energoefektivitātes likums. Latvijas Vēstnesis, 52.

Senge, Peter M. (1990). The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization. New York: Doubleday.

Sterman J. (2000). Business dynamics: systems thinking and modelling for a complex world. McGraw-Hill.