



RĪGAS TEHNISKĀ
UNIVERSITĀTE

Līga Rozentāle

ELEKTROENERĢIJAS UN KLIMATA POLITIKAS PASĀKUMI. ZINĀMAIS NEZINĀMAJĀ

Promocijas darba kopsavilkums



RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE

Elektrotehnikas un vides inženierzinātņu fakultāte

Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūts

Līga Rozentāle

Doktora studiju programmas “Vides zinātne” doktorante

**ELEKTROENERGIJAS UN KLIMATA
POLITIKAS PASĀKUMI.
ZINĀMAIS NEZINĀMAJĀ**

Promocijas darba kopsavilkums

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

RTU Izdevniecība
Rīga 2022

Rozentāle L. Elektroenerģijas un klimata politikas pasākumi. Zināmais nezināmajā. Promocijas darba kopsavilkums. – Rīga: RTU Izdevniecība, 2022. – 37 lpp.

Iespiests saskaņā ar promocijas padomes “RTU P-19” 2022. gada 25. februāra lēmumu, protokols Nr. 152.

<https://doi.org/10.7250/9789934227745>
ISBN 978-9934-22-774-5 (pdf)

PROMOCIJAS DARBS IZVIRZĪTS ZINĀTNES DOKTORA GRĀDA IEGŪŠANAI RĪGAS TEHNISKAJĀ UNIVERSITĀTĒ

Promocijas darbs zinātnes doktora (*Ph. D.*) grāda iegūšanai tiek publiski aizstāvēts 2022. gada 6. jūnijā plkst. 14.00 Rīgas Tehniskās universitātes Elektrotehnikas un vides inženierzinātņu fakultātē, Āzenes ielā 12/1, 116. auditorijā.

OFICIĀLIE RECENZENTI

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

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

Dr. sc. ing. Anna Volkova
Tallinas Tehnoloģiju universitāte, Igaunija

APSTIPRINĀJUMS

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

Līga Rozentāle (paraksts)

Datums:

Promocijas darbs ir uzrakstīts angļu valodā, tajā ir ievads, trīs nodaļas, secinājumi, literatūras saraksts, 21 attēls, sešas tabulas, deviņi pielikumi, kopā 151 lappuse, ieskaitot pielikumus. Literatūras sarakstā ir 76 nosaukumi.

SATURS

Promocijas darba aktualitāte	6
Promocijas darba mērķis un uzdevumi	6
Promocijas darba hipotēze	6
Pētniecības metodes	7
Promocijas darba zinātniskā novitāte	7
Promocijas darba praktiskā nozīme.....	8
Promocijas darba struktūra un apraksts.....	8
Pētījuma rezultātu aprobācija	9
Prezentācijas starptautiskajās zinātniskajās konferencēs	10
Publikācijas	10
1. PĀRSKATS PAR AUTORES ELEKTROENERĢIJAS POLITIKAS PASĀKUMU IZPĒTI.....	12
1.1. Elektroenerģijas ražošanas politikas pasākumi	12
1.2. Elektroenerģijas patēriņa samazināšanas pasākumi	13
1.3. Elektroenerģijas politika elektrifikācijas veicināšanai	14
1.4. Literatūras apskata kopsavilkums	14
2. PĒTĪJUMA METODES	16
2.1. Daudzkritēriju analīze	16
2.1.1. Pašreizējo elektroenerģijas politikas pasākumu daudzkritēriju analīze	16
2.1.2. Vēja parku potenciāla Latvijā daudzkritēriju analīze	17
2.2. Izmaksu un ieguvumu analīze	17
2.3. Kvantitatīvā analīze.....	17
2.4. Sistēmdinamikas modelēšana.....	18
2.5. <i>Kaya</i> identitāte.....	18
2.6. Kvalitatīvā analīze.....	18
2.6.1. Energokopienų kvalitatīvā analīze.....	19
2.6.2. Pieprasījuma reakcijas kvalitatīvā analīze.....	19
2.7. Teorijā balstītā pieeja	20
3. PĒTĪJUMA REZULTĀTI	22
3.1. Pašreizējo elektroenerģijas politikas pasākumu fokuss	22
3.2. Vēja parku potenciāls Latvijā.....	22
3.3. Saules enerģijas attīstības potenciāls Latvijā	24
3.4. Dzelzceļa elektrifikācijas ietekme uz klimatu.....	25
3.5. Energoietilpīgo ražotāju oglekļa intensitāte	25
3.6. Energokopienų koncepts	26

3.7. Agregatoru loma elektroenerģijas tirgū.....	27
3.8. Elektroenerģijas politika no klimata viedokļa.....	28
SECINĀJUMI	32
LITERATŪRAS SARAKSTS	35

Promocijas darba aktualitāte

Eiropas Savienības (ES) enerģētikas un klimata politika pēdējo 10 gadu laikā ir bijusi viena no galvenajām ES darba kārtības prioritātēm. Kamēr ES dalībvalstis cenšas īstenot ES līmeņa dokumentos noteiktos mērķus un pienākumus, rodas arvien jauni tiesību aktu priekšlikumi un dalībvalstīm ir jāizstrādā jaunas nacionālās iniciatīvas kopējo ES mērķu sasniegšanai. Daži nacionālie pasākumi ir vairāk attīstīti un veicināti nekā citi politisku, ekonomisku, praktisku iemeslu un arī zināšanu trūkuma dēļ.

Šī pētījuma aktualitāte izriet ne tikai no ES klimata mērķiem, bet arī no tā, ka jāņem vērā Nacionālā enerģētikas un klimata plāna pārskatīšana, kas gaidāma 2023. gadā visām ES dalībvalstīm, kā arī enerģijas no cenu pieauguma 2021.–2022. gadā, kas mudināja daudzus elektroenerģijas patērētājus pāriet uz elektroenerģijas ražošanu pašpatēriņam. To vēl vairāk veicinājusi arī ES līmeņa likumdošana, kas mēģina paplašināt iespējas elektroenerģijas patērētājiem pašiem ražot elektroenerģiju un sadarboties ar citiem pašpatērētājiem. Turklāt vietējās elektroenerģijas ražošanas palielināšana ir arī būtisks enerģētiskās neatkarības aspekts, kas šobrīd ir aktuāls jautājums ģeopolitiskajā kontekstā. Tādējādi uz klimata perspektīvu vērsti elektroenerģijas politikas pasākumi ir tik aktuāli, kā iepriekš nekad nav bijis.

Promocijas darba mērķis un uzdevumi

Darba mērķis ir izpētīt tās Latvijas elektroenerģijas politikas jomas, kas pašreizējā elektroenerģijas politikas ietvarā ir maz attīstītas vai aizmirstas, lai definētu iespējamus uzlabojumus no klimata mērķu sasniegšanas perspektīvas.

Promocijas darba mērķa sasniegšanai tika noteikti vairāki uzdevumi.

1. Izvērtēt pašreizējos elektroenerģijas politikas pasākumus Latvijā un klimata aspektu lomu tajā.
2. Novērtēt ekonomiskās un tehniskās perspektīvas elektroenerģijas ražošanas paātrināšanai no saules paneļiem un vēja parkiem Latvijā, ņemot vērā šo jaudu potenciālu energokopieņu veidošanā.
3. Analizēt fosilā kurināmā patēriņa samazināšanas iespējas, ņemot vērā energointensitāti rūpniecības sektorā Latvijā, kā arī iespējamus ieguvumus, ko sniedz dzelzceļa elektrifikācija, vienlaikus ņemot vērā potenciālo agregatoru lomu kopējā elektroenerģijas patēriņa samazināšanai.
4. Pamatojoties uz otrā un trešā uzdevuma secinājumiem, piedāvāt jaunus elektroenerģijas politikas pasākumus Latvijas Nacionālajam enerģētikas un klimata plānam, sniedzot kvantitatīvus pieņēmumus par šo pasākumu ietekmi.

Promocijas darba hipotēze

Līdz šim neiekļautajiem elektroenerģijas politikas pasākumiem Latvijas Nacionālajā enerģētikas un klimata plānā var būt nozīmīga loma ceļā uz klimata neitralitāti.

Pētniecības metodes

Promocijas darbā izmantotas septiņas dažāda veida metodoloģijas to elektroenerģijas politikas pasākumu izvērtēšanai, kas daļēji vai pilnībā nav ietverti Latvijas Nacionālajā enerģētikas un klimata plānā (NEKP). Kā apkopots 1. attēlā, sešas no metodēm tiek apvienotas gala izpētē, izmantojot teorijā balstīto pieeju. Elektroenerģijas politikas pasākumu izpētes metodikas tika izvēlētas, vadoties pēc katra atsevišķā pētījuma mērķa – ja mērķis bija izprast pasākuma finansiālo pusi, vairāk tika izmantota matemātiskā pieeja, savukārt, ja mērķis bija saprast, vai un kā politikas pasākums tiek ieviests nacionālajos tiesību aktos, izmantota kvalitatīvā analīze. Tajā pašā laikā, izmantojot teorijā balstīto pieeju, visi iepriekš pētītie politikas pasākumi tika kvantitatīvi novērtēti.



1. att. Pētniecības ietvars, apvienojot septiņas dažādas metodes.

Promocijas darba zinātniskā novitāte

Pētījums sniedz zinātnisku nozīmi pienācīgi nenovērtēto elektroenerģijas politikas pasākumu visaptverošā un sistemātiskā analīzē, izmantojot vairāku izpētes metožu pieeju, kas noslēgumā tiek apvienotas teorijā balstītās pieejas lietojumā, integrējot visas iepriekšējās izpētes daļas.

Pētījums ir vērsts uz elektroenerģijas politikas teorijas sasaisti ar praktiskiem elektroenerģijas politikas rezultātiem, vienlaikus nodrošinot transversālu pieeju, apvienojot enerģētikas, ekonomikas, sociālos aspektus, lai piedāvātu konkrētus elektroenerģijas politikas uzlabojumiem no klimata perspektīvas skatpunkta.

Pētījums balstīts vairākās izpētes metodēs, lai novērtētu elektroenerģijas politikas pasākumus no dažādām prizmām, tādējādi nodrošinot katra potenciālā politikas pasākuma atsevišķu izpēti, pirms tie tiek savstarpēji apvienoti, izmantojot teorijā balstītas metodikas pieeju.

Promocijas darba praktiskā nozīme

Pētījums sniedz būtisku praktisko nozīmi, jo tajā ir sniegti konkrēti priekšlikumi NEKP uzlabojumiem Latvijā 2023. gadā. Pašreizējais Latvijas NEKP ir spēkā jau divus gadus, tas sniedzis iespēju salīdzināt Latvijas NEKP ar citu ES dalībvalstu NEKP un izvērtēt, kādi ir trūkstošie aspekti, kas var sniegt izmērāmu ieguvumu Latvijai (CO₂ izmešu samazinājuma formā), ja NEKP tiktu attiecīgi pilnveidots.

Vienlaikus pētījuma gaitā izstrādāts arī praktisks modelis, ko var izmantot kā instrumentu finanšu ieguldījumu saules paneļos atdeves novērtēšanai, kā arī sistēmdinamikas modelis, kas ļauj novērtēt dzelzceļa elektrifikācijas ietekmi uz klimatu. Šo modeli var turpmāk izmantot, attiecinot arī uz citām valstīm.

Promocijas darba struktūra un apraksts

Promocijas darbs ir deviņu tematiski saistītu zinātnisko publikāciju kopa, kas publicētas dažādos zinātniskajos žurnālos un pieejamas citēšanai vairākās zinātnisko darbu datubāzēs. Astoņās publikācijās pētīti dažādi elektroenerģijas politikas pasākumi, savukārt devītajā publikācijā sniegts kopsavilkums un priekšlikumi Latvijas Nacionālajam enerģētikas un klimata plānam, ņemot vērā iepriekšējās publikācijās aplūkotos aspektus.

Promocijas darbā ir ievads un trīs nodaļas.

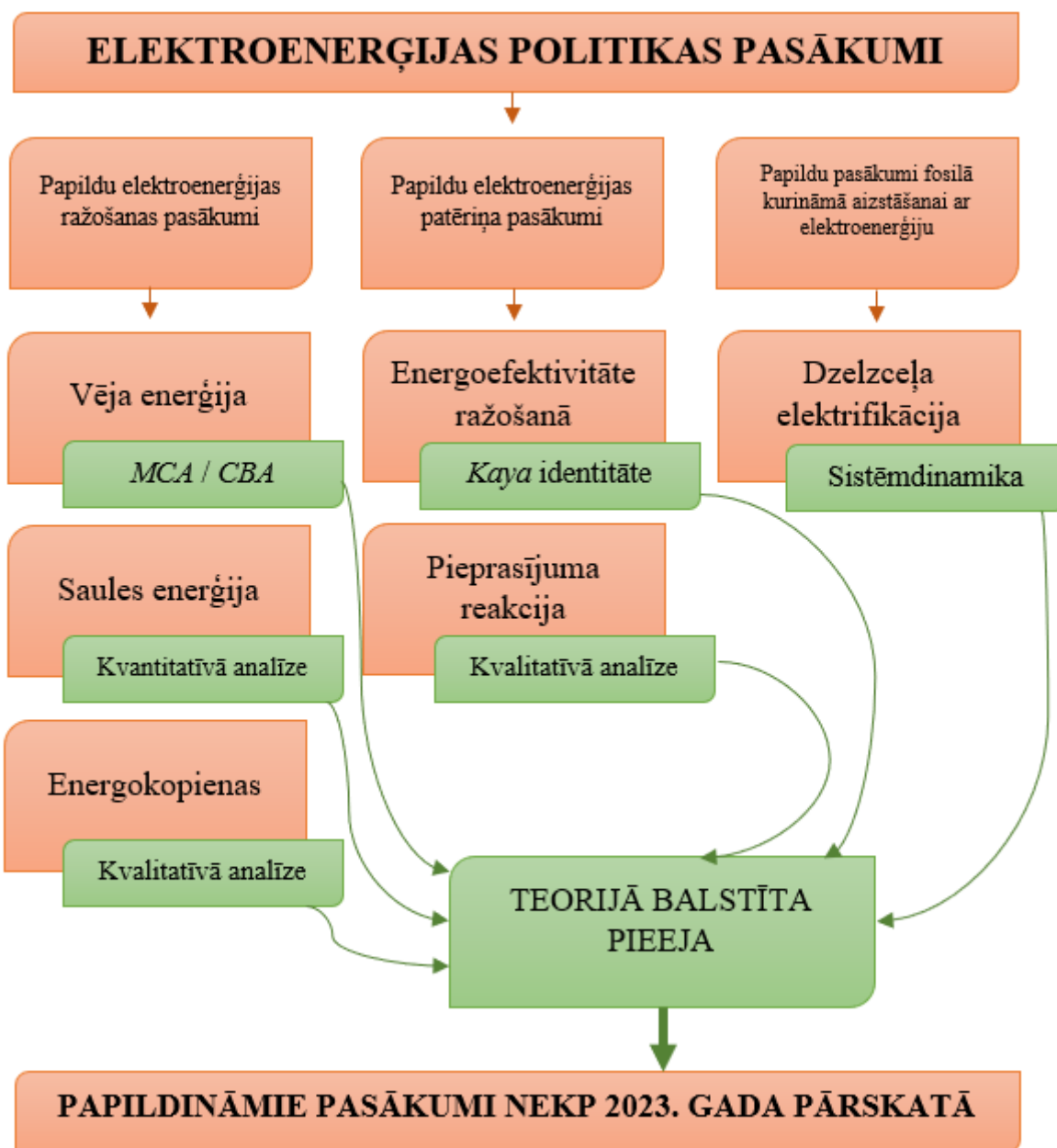
1. Literatūras apskats.
2. Pētījuma metodes.
3. Rezultāti un diskusijas.

Ievadā norādīts promocijas darba mērķis, kam seko uzdevumi šī mērķa sasniegšanai. Ievadā izvirzīta arī hipotēze, kā arī aprakstīta promocijas darba zinātniskā un praktiskā nozīme. Turpinājumā sniegta informācija par pētījumu rezultātu aprobāciju, kas veikta, piedaloties starptautiskās zinātniskās konferencēs, un atspoguļota publicētajās zinātniskajās publikācijās.

Literatūras apskata 1. nodaļā sniegts pārskats par pētījuma jomu, t. i., elektroenerģijas politiku Latvijā un attiecīgajiem politikas pasākumiem, kas aplūkoti autores publikācijās. 2. nodaļā aprakstītas pētījuma metodikas, kas izmantota visās publikācijās, lai izvērtētu dažādus elektroenerģijas politikas pasākumus, kas šobrīd Latvijas elektroenerģijas politikā nav pietiekami attīstīti. 3. nodaļā sniegti pētījuma rezultāti, kas sasniegti, izmantojot iepriekš minētās metodikas, kas ļāva autorei pabeigt promocijas darbu ar secinājumiem.

Promocijas darba struktūra redzama 2. attēlā, kas parāda, ka vispirms izvērtēti pašreizējie elektroenerģijas politikas pasākumi, pēc tam uzmanība pievērsta papildu elektroenerģijas ražošanas pasākumiem, papildu elektroenerģijas patēriņa pasākumiem un papildu pasākumiem pārejai no fosilā kurināmā uz elektroenerģiju. Politikas pasākumi šajās trīs grupās tiek pētīti, izmantojot septiņas dažādas metodikas, kas galarezultātā ļauj lietot teorijā balstīto pieeju, lai

novērtētu šo pasākumu praktisko potenciālu, 2023. gadā pārskatot Nacionālā klimata un enerģētikas plānu.



2. att. Promocijas darba struktūra.

Pētījuma rezultātu aprobācija

Pētījuma rezultāti aprobēti, prezentējot tos astoņās starptautiskajās zinātniskajās konferencēs un deviņos pilna teksta zinātniskajos rakstos, astoņi raksti ir publicēti (septiņi – *Scopus* datubāzē, seši – *ISI Web of Science* datubāzē), pēdējais no darbā iekļautajiem zinātniskajiem rakstiem atrodas recenzēšanas posmā.

Prezentācijas starptautiskajās zinātniskajās konferencēs

1. Rozentale L., Blumberga D. Potential role of energy communities in the way towards climate neutrality // 62th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering, Rīgas Tehniskā universitāte, 2021.
2. Rozentale L., Blumberga D. Cost-benefit and multi-criteria analysis of wind energy parks' development potential in Latvia // International Scientific Conference of Environmental and Climate Technologies – CONECT 2021, Rīgas Tehniskā universitāte, 2021.
3. Rozentale L., Blumberga D. Aggregator as a new electricity market player. Case study of Latvia. // 61th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering, Rīgas Tehniskā universitāte, 2020.
4. Rozentale L., Mo G., Gravelsins A., Rochas C., Pubule J., Blumberga D. System Dynamics Modelling of Railway Electrification in Latvia. // International Scientific Conference of Environmental and Climate Technologies – CONECT 2020, Rīgas Tehniskā universitāte, 2020.
5. Rozentale L., Blumberga D. Energy Intensive Manufacturers in State Economy: Case study of Latvia. // 60th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering, Rīgas Tehniskā universitāte, 2019.
6. Rozentale L., Blumberga D. Methods to Evaluate Electricity Policy from Climate Perspective. // International Scientific Conference of Environmental and Climate Technologies – CONECT 2019, Rīgas Tehniskā universitāte, 2019.
7. Rozentale L., Lauka D., Blumberga D. Accelerating Power Generation with Solar Panels. Case in Latvia. // Vilnius Gediminas Technical University 21st Conference of Lithuanian Junior Researchers “Science – Future of Lithuania. Environmental protection engineering”, Viļņa, Lietuva, 2018.
8. Rozentale L., Lauka D., Blumberga D. Accelerating Power Generation with Solar Panels. Case in Latvia. // International Scientific Conference of Environmental and Climate Technologies – CONECT 2018, Rīgas Tehniskā universitāte, 2018.

Publikācijas

1. Rozentale L., Blumberga D. Electricity policy solutions in Latvia from climate perspective // 2022. Publikācija iesniegta recenzēšanai.
2. Rozentale L., Blumberga D. Potential role of energy communities in the way towards climate neutrality. Case study of Latvia // 62nd International Scientific Conference on

- Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON), IEEE – 2021, pp. 1–6. DOI: <https://doi.org/10.1109/RTUCON53541.2021.9711724>.
3. Pakere I., Gravelins A., Bohvalovs G., Rozentale L., Blumberga D. Will Aggregator Reduce Renewable Power Surpluses? A System Dynamics Approach for the Latvia Case Study // *Energies* (EISSN 1996-1073) – 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/en14237900>.
 4. Rozentale L., Blumberga D. Cost-benefit and multi-criteria analysis of wind energy parks' development potential in Latvia // *Environmental and Climate Technologies* – vol. 25 – No. 1 – 2021 – pp. 1229–1240. DOI: <https://doi.org/10.2478/rtuct-2021-0093>.
 5. Rozentale, L., Blumberga, D. Aggregator as a new electricity market player. Case study of Latvia. // 61th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON), IEEE – 2020, pp. 1–6, DOI: [10.1109/RTUCON51174.2020.9316486](https://doi.org/10.1109/RTUCON51174.2020.9316486).
 6. Rozentale L., Blumberga, D. Energy Intensive Manufacturers in State Economy: Case study of Latvia. // 60th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON), Riga, Latvia, IEEE – 2019 – pp. 1–6. DOI: <https://doi.org/10.1109/RTUCON48111.2019.8982318>.
 7. Rozentale L., Mo G., Gravelins A., Rochas C., Pubule J., Blumberga D. System Dynamics Modelling of Railway Electrification in Latvia. // *Environmental and Climate Technologies* – 2020 – Vol. 24 – No. 2 – pp. 247–257. DOI: <https://doi.org/10.2478/rtuct-2020-0070>.
 8. Rozentale L., Blumberga D. Methods to Evaluate Electricity Policy from Climate Perspective. // *Environmental and Climate Technologies* (ISSN 1691–5208) – 2019 – Vol. 23 – No. 2, pp. 131–147. DOI: <https://doi.org/10.2478/rtuct-2019-0060>.
 9. Rozentale L., Lauka D., Blumberga D. Accelerating Power Generation with Solar Panels. Case in Latvia. // *Energy Procedia* (ISSN 1876-6102) – 2018 – Vol. 147 – pp. 600–606. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.07.077>.

1. PĀRSKATS PAR AUTORES ELEKTROENERĢIJAS POLITIKAS PASĀKUMU IZPĒTI

Labi funkcionējošam iekšējam enerģijas tirgum ir izšķiroša nozīme, lai nodrošinātu Eiropu ar drošu, ilgtspējīgu un pieejamu enerģijas piegādi [1]. Šāda iekšējā enerģijas tirgus nodrošināšanai nepieciešams īstenot pārdomātu valsts elektroenerģijas politiku, kas var ietvert nacionālo tiesību aktu izstrādi, reģionālo sadarbību, dažādu politisko lēmumu pieņemšanu (piemēram, valsts un pārrobežu infrastruktūras attīstība). Visas šīs darbības ir cieši saistītas gan ar dažādām valsts finansiālām investīcijām, gan ES finanšu resursiem. ES iekšējais enerģijas tirgus ir gan elektroenerģijas, gan gāzes tirgus, tomēr, lai sašaurinātu pētījumu, promocijas darbā uzmanība pievērsta iekšējam elektroenerģijas tirgum. Visas darbības, kas veiktas, lai nodrošinātu labi funkcionējošu iekšējo enerģijas tirgu, var aplūkot un izvērtēt no dažādām perspektīvām: cik tas maksās; vai tas būs ilgtspējīgi; kādas politiskās vai tehniskās iekšējā elektroenerģijas tirgus problēmas tas atrisinās utt.

Šajā klimata pārmaiņu laikā ar aizvien pieaugošām ES līmeņa ambīcijām klimata pārmaiņu mazināšanai līdz 2030. gadam, samazinot siltumnīcefekta gāzu emisijas, palielinot atjaunojamās enerģijas izmantošanu un uzlabojot energoefektivitāti [2], ir būtiski izvērtēt gan politiskos, gan tehniskos pasākumus elektroenerģijas nozarē no klimata perspektīvas, t. i., lai novērtētu to ietekmi uz klimatu.

ES regula 2018/1999 [3] nosaka, ka katrai ES dalībvalstij ir jāizstrādā NEKP 2021.–2030. gadam, lai sasniegtu mērķus iepriekš minētajās jomās. Promocijas darbs koncentrējas uz pasākumiem, kas Latvijas pašreizējā NEKP ir lielākā vai mazākā mērā ignorēti, lai gan šiem pasākumiem ir nopietna pieeja pārējā ES, radot bažas, kāpēc Latvija uz šīm jomām neliek lielāku uzsvāru un kāda būtu ietekme, ja Latvija šos elektroenerģijas politikas pasākumus iekļautu NEKP, kas tiks pārskatīti 2023. gadā, nodrošinot lielisku iespēju NEKP uzlabojumiem.

Izpētītos elektroenerģijas politikas pasākumus var iedalīt trīs kategorijās.

- Elektroenerģijas politikas pasākumi elektroenerģijas ražošanas palielināšanai (saules enerģija, vēja enerģija un energokopienas, kas apvieno abus).
- Elektroenerģijas politikas pasākumi enerģijas patēriņa samazināšanai (energoefektivitātes pasākumi rūpniecībā un pieprasījuma reakcija).
- Elektroenerģijas politikas pasākumi, kas patēriņā veicina pāreju no fosilā kurināmā uz elektroenerģiju (dzelzceļa elektrifikācija).

1.1. Elektroenerģijas ražošanas politikas pasākumi

Promocijas darbā apskatītie elektroenerģijas ražošanas politikas pasākumi ir vēja enerģijas un saules enerģijas politika, kas ir cieši saistītas arī ar energokopienām. Latvijas NEKP nosaka mērķi, ka līdz 2030. gadam AER īpatsvaram enerģijas gala patēriņā jābūt 50 %. Tomēr patlaban Latvijā nav jūras vēja parku un ir samērā maz sauszemes vēja parku, kas galvenokārt ir neliela mēroga un ir pieslēgti sadales tīklam (2022. gada sākumā sadales tīklam pieslēgti 90 vēja parki ar kopējo ražošanas jaudu 51 MW, kas liecina par to, ka vēja parka vidējā jauda ir krietni zem

1 MW [4]). Pašreizējā kopējā vēja enerģijas jauda Latvijā ir 78,6 MW (piemēram, Lietuvā ir vairāk nekā 500 MW [5], Igaunijā – vairāk nekā 300 MW [6]).

Savukārt saules enerģijas izmantošanu Latvijā varētu raksturot kā mazattīstītu. Centrālā statistikas pārvalde saules enerģiju nacionālā energoresursu sadalījuma statistikā neiekļauj, jo tā ir mazāka par 0,1 %. Pašreizējā uzstādītā saules enerģijas jauda mikroģeneratoriem ir 13,9 MW (2021. gada decembrī), saules elektrostacijām – 6,9 MW. Tādējādi kopējā uzstādītā saules enerģijas jauda ir 20,8 MW. Salīdzinājumam, Lietuvā pašreizējā uzstādītā saules enerģijas jauda ir aptuveni 150 MW [7], savukārt Igaunijā – ap 130 MW [6], kas liecina, ka Baltijas reģionā Latvija šajā politikas jomā lielā mērā atpaliek.

Elektroenerģijas ražošanas no vēja un saules enerģijas kontekstā ES ir nodrošinājusi jaunu tiesisko ietvaru atjaunojamās enerģijas papildu veicināšanai – energokopienas. Palielinoties decentralizētajai elektroenerģijas ražošanai, arvien aktuālāka kļūst energokopienų veidošana, ņemot vērā ekonomisko ieguvumu, kas rodas, cilvēku grupai kopīgi iesaistoties darbībā, kas individuāli tiek uzskatīta par dārgāk īstenojama [8]. Energokopienų koncepcija tiek attīstīta vairāk nekā 10 gadu, un Eiropā jau darbojas pilotprojekti [9]. Energokopienas sniedz iespēju patērētājiem dažāda lieluma un formas kopienās pašiem ražot elektroenerģiju (vai cita veida enerģiju) un patērēt to kolektīvi, daļēji vai pilnībā neiesaistot elektroenerģijas tirgotāju [10], [11].

Latvijas elektroenerģijas pārvades sistēmas operators (PSO) iespējamo elektroenerģijas pieprasījumu līdz 2030. gadam modelējis trīs scenārijos. Pirmais ir konservatīvākais, savukārt trešais – optimistiskākais un parāda augstāko elektroenerģijas patēriņa pieaugumu Latvijā [12]. Visi trīs scenāriji liecina, ka elektroenerģijas patēriņš Latvijā turpmākajos gados tikai pieaugs. Šo pieprasījumu PSO salīdzinājis arī ar iespējam nodrošināt nepieciešamo jaudu no esošajām elektrostacijām un importa. Bāzes scenārijā Latvija būtu spējīga segt pīķa slodzes pieprasījumu līdz 2024. gadam, pēc tam Latvijā būtu elektroenerģijas deficīts [12]. Tas nozīmē, ka būs nepieciešamas papildu elektroenerģijas ražošanas iekārtas un energokopienas ir veids, kā to veicināt.

Ne sauszemes vēja enerģijai, ne saules enerģijai vai energokopienām nav konkrētu ieviešanas mērķu, kas būtu jāsasniedz saskaņā ar Latvijas NEKP.

1.2. Elektroenerģijas patēriņa samazināšanas pasākumi

Elektroenerģijas patēriņa samazināšanas pasākumos tika apskatīti divi risinājumi – energoefektivitāte rūpniecībā un pieprasījuma reakcija.

Apstrādes rūpniecība dažkārt tiek uzskatīta par valsts ekonomikas mugurkaulu. Daži no galvenajiem ieguvumiem ir tādi aspekti kā nodarbinātības, valsts iekšzemes kopprodukta (IKP) un tehnoloģiju attīstības pieaugums [13]. Tomēr tiek pieņemts, ka lielā rūpniecībā ir saistīta arī ar augstu energointensitāti un augstu siltumnīcefekta gāzu emisiju apjomu. Energointensitāte Latvijā ir krietni virs vidējās ES, tomēr pēdējos gados starpība samazinās.

Kā izvērtēts pētījumā, Latvijā nav noteikts konkrēts NEKP mērķis attiecībā uz enerģijas (elektroenerģijas) intensitātes samazināšanu apstrādes rūpniecībā. Pasākumi ir aprakstoši un vērsti uz to, vai uzņēmējiem, pieņemot lēmumus par investīcijām attīstībā, būtu pienākums

salīdzināt dažādas tehnoloģiskās alternatīvas (piemēram, ražotnes ar lielāku un mazāku enerģijas patēriņu). NEKP politikas plānotājiem pieprasa veikt grozījumus arī tiesību aktos, kas aptver ES finansējuma saņemšanas nosacījumus, lai noteiktu atsevišķas energoefektivitātes prasības, kā arī prasa veikt papildu pētījumus, piemēram, par pašreizējo energoefektivitātes prasību iespējamo pārskatīšanu. Šobrīd energoietilpīgajiem ražotājiem ir jāveic energoaudits (reizi četros gados) vai jāievieš sertificēta energo/vides pārvaldības sistēma. Energoietilpīgajiem ražotājiem ir jāīsteno vismaz trīs energoefektivitātes uzlabošanas pasākumi, kas nodrošina enerģijas ietaupījumu. Tomēr ne tiesību aktos pirms NEKP, ne NEKP nav ieviesti konkrēti izmērāmi enerģijas taupīšanas mērķi energoietilpīgiem ražotājiem.

Pieprasījuma reakcija nodrošina virkni elastības mehānismu, ko īsteno agregatori dažādos elektroenerģijas tirgus segmentos, kur agregators var darboties kā starpnieks, lai vajadzības gadījumā nodrošinātu elektroenerģijas patēriņa elastību – elektroenerģijas sadales vai pārvades sistēmu operatoriem vai balansatbildīgajām pusēm (elektroenerģijas tirgotājiem) [14]. Pieprasījuma reakciju var raksturot kā izmaiņas parastajā elektroenerģijas galapatērētāja patēriņa modelī [15]. Latvijas NEKP ietver redzējumu par agregatoriem, paredzot nepieciešamību pēc tiesību aktiem, kas noteiktu agregatoru tiesības un pienākumus, taču nav noteikti konkrēti viņu rīcības mērķi, piemēram, gada elektroenerģijas ietaupījums.

1.3. Elektroenerģijas politika elektrifikācijas veicināšanai

Dzelzceļa transports ir viens no perspektīvākajiem sauszemes transporta veidiem gan drošības, gan vides ziņā. Latvijas sauszemes transportā dzelzceļa kravu pārvadājumu īpatsvars ir aptuveni 39 %, pasažieru pārvadājumos – 7 %. Dzelzceļa kravu pārvadājumu struktūrā – 85 % ir tranzīta satiksme, galvenokārt no Krievijas un Baltkrievijas uz ostām Latvijā (Austrumu–Rietumu tranzīta koridors), iekšzemes transports ir ap 11 % [16].

Latvijas dzelzceļa tīkla kopgarums ir aptuveni 1860 km, no kuriem tikai aptuveni 14 % ir elektrificēti (tas ir ievērojami mazāk nekā ES – vidēji 55 %). Taču šobrīd elektrovilcienus var izmantot tikai pasažieru pārvadāšanai, kravas pārvadā tikai ar dīzeļvilcieniem [17].

Saskaņā ar Eiropas Vides aģentūras datiem dzelzceļa transports rada 3,5 reizes mazāk CO₂ emisiju uz tonnkilometru nekā autotransports [18]. Tomēr patlaban dīzeļdegviela ir galvenais enerģijas avots gan kravas automobiļiem, gan dzelzceļa kravu pārvadājumiem, kas ir arī galvenais emisiju (galvenokārt CO₂) avots sauszemes transporta nozarē. NEKP mērķos transporta nozarē Latvijā ir iekļauta atsevišķu dzelzceļa līniju elektrifikācija līdz 2023. gadam. Taču NEKP nepaskaidro, kāds būs elektrificētā dzelzceļa procentuālais apjoms, un nav arī konkrēta mērķa 2030. gadam.

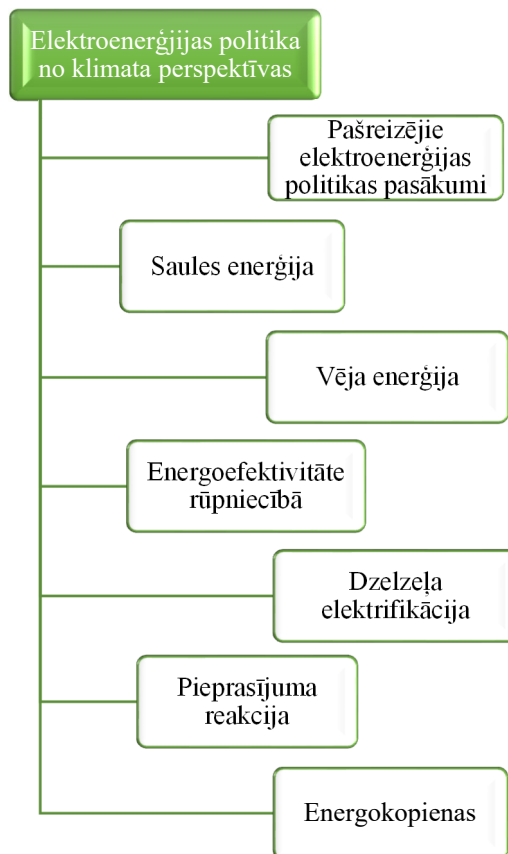
1.4. Literatūras apskata kopsavilkums

Visiem literatūras apskatā izvērtētajiem elektroenerģijas politikas pasākumiem varētu būt savi politikas mērķi, taču Latvijas NEKP gadījumā tā nav, jo šajās politikas jomās vai nu trūkst mērķa vai arī tas nav pietiekams. Literatūras apskats sniedz ieskatu par šiem politikas pasākumiem, parādot pašreizējo situāciju Latvijā attiecībā uz atjaunojamās enerģijas ražošanu,

patēriņu un pasākumiem, kas ļautu noteiktām aktivitātēm pāriet no fosilā kurināmā patēriņa uz elektroenerģijas patēriņu. Visas jomas ir cieši saistītas un papildina cita citu. Literatūras apskats parāda arī citu ES dalībvalstu zināšanas un pieredzi.

2. PĒTĪJUMA METODES

Septiņas pētījumu jomas tika aptvertas ar septiņu veidu metodikām. 2.1. attēlā redzamas promocijas darbā pētītās jomas. Elektroenerģijas politika no klimata perspektīvas ir galvenā tēma, kas apvieno visas pārējās pētniecības jomas.



2.1. att. Promocijas darba izpētes jomas.

2.1. Daudzkritēriju analīze

Daudzkritēriju analīze (*MCA*) tika izmantota divu tēmu izpētē – pašreizējos elektroenerģijas politikas pasākumos, lai izvērtētu to fokusu uz klimatu, un pētījuma pirmajā daļā par vēja parku potenciālu.

2.1.1. Pašreizējo elektroenerģijas politikas pasākumu daudzkritēriju analīze

MCA tika izvēlēti vairāki pašreizējie elektroenerģijas politikas pasākumi. Šo projektu vērtēšanas kritēriji ir dažādi ieguvumu veidi – ieguvumi elektroenerģijas patērētājam, elektroenerģijas ražotājam, elektroenerģijas tirgotājam, pārvades un sadales sistēmu operatoriem, valstij un, visbeidzot, klimatam. Šiem ieguvumiem tika piešķirts dažāds svars – būtiskākais ir ieguvums patērētājam, tam seko ieguvums ražotājam, ieguvums klimatam, ieguvums valstij, ieguvums tirgotājam un ieguvums elektroenerģijas sistēmas operatoriem.

2.1.2. Vēja parku potenciāla Latvijā daudzkritēriju analīze

MCA tika izmantota arī kā viena no divām metodikām, lai novērtētu vēja parku potenciālu. Lai varētu salīdzināt dažāda izmēra vēja parkus, tika izmantotas izlīdzinātās izmaksas par 1 megavatu. *MCA* rezultāti bija atkarīgi no vairākiem kritērijiem – investīciju izmaksām, ekspluatācijas un uzturēšanas izmaksām, administratīvā sloga, darba vietu radīšanas, jaudas koeficienta, importa samazinājuma un izlīdzinātās elektroenerģijas izmaksas. Izmantojot analītiskās hierarhijas procesa metodi [19], kritērijiem tika piešķirts konkrēts svars.

2.2. Izmaksu un ieguvumu analīze

Turpinot vēja parku analīzi, izmaksu un ieguvumu analīze (*CBA*) bija instruments, kas sniedza iespēju salīdzināt divu izpētes scenāriju izmaksas ar šo projektu sniegtajiem ieguvumiem, kas ļāva noskaidrot, vai ieguvumi pārsniedz izmaksas. *CBA* ļauj projekta virzītājiem un visām pārējām ieinteresētajām pusēm izdarīt secinājumus, vai projekts ir finansiāli īstenojams. Lai to izdarītu, izmaksas un ieguvumi ir jāizmēra monetāri un jāizsaka kā pašreizējā neto vērtība (jo izmaksas parasti parādās pirms ieguvumiem, tāpēc laika gaitā vērtība mainītos) [20].

Vēja parku gadījumā gan *MCA*, gan *CBA* tiek izmantota divu scenāriju izpētei, lai izvērtētu vēja parku attīstības potenciālu Latvijā no dažādām perspektīvām. Abas analīzes viena otru papildina.

2.3. Kvantitatīvā analīze

Saules enerģijas potenciāls tika aprēķināts, izmantojot kvantitatīvu analīzi, pamatojoties uz autores izstrādāto modeli. Būtiski bija izstrādāt funkcionālu modeli, kas ļautu noteikt nepieciešamo rīcību, lai maksimāli palielinātu saules paneļu izmantošanu Latvijā. Modelī vispirms tika iekļauti dati, kas veido mājsaimniecības elektroenerģijas rēķinu:

- 1) elektroenerģijas tarifs;
- 2) sadales tarifs;
- 3) obligātā iepirkuma komponente;
- 4) pievienotās vērtības nodoklis.

Tālāk izstrādājot modeli, tika apkopoti konkrētu 15 mājsaimniecību, kurām ir uzstādīti saules paneļi visā Latvijas teritorijā, dati. Pētījuma gaitā bija svarīgi iegūt datus no dažādām Latvijas vietām, lai novērtētu saules starojuma līmeni un lai pētījums būtu ticams, jo tas parāda situāciju visā Latvijā. Kopumā respondentiem tika lūgts atbildēt uz 13 jautājumiem par viņu saules paneļu sistēmu.

2.4. Sistēmdinamikas modelēšana

Modelēšanai var būt dažādas pieejas, taču dzelzceļa elektrifikācijas pētījums bija vērsts uz sistēmdinamikas modelēšanu. Tā ir pieeja, lai noskaidrotu sarežģītu sistēmu nelineāro uzvedību laika gaitā, izmantojot krājumus, plūsmas, iekšējās atgriezeniskās saites cilpas, tabulu funkcijas un laika aiztures [21].

Lai izprastu elektrifikācijas ietekmi uz vidi, kā arī energoapgādi un elektroenerģijas ražošanu, modelī ir ņemta vērā pašreizējā elektroapgādes sistēma un sistēmas turpmākā attīstība. Modelī ir četri galvenie faktori, kas jāņem vērā:

- emisijas;
- elektroenerģijas patēriņš;
- transporta iespējas;
- ekonomiskā ietekme.

Modelis ir izstrādāts uz skaidrojošā modeļa pamata.

2.5. *Kaya* identitāte

Būtiski ir pētīt ne tikai atjaunojamās elektroenerģijas ražošanas palielināšanas iespējas, bet arī izvērtēt pilnveidojamās energoefektivitātes pasākumus. Gadījuma izpētē tika izmantoti dati par iekšzemes kopproduktu (IKP), enerģijas patēriņu un siltumnīcefekta gāzu emisijām Latvijā, lai izvērtētu šo datu attīstības tendences. Tālākā darba gaitā izmantota *Kaya* identitāte, lai rūpīgāk analizētu atļauto oglekļa intensitāti. *Kaya* identitāti var izteikt šādi:

$$CO_2 = Pop \times \frac{CO_2}{E} \times \frac{E}{GDP} \times \frac{GDP}{Pop}, \quad (2.1.)$$

kur:

CO_2 – kopējais oglekļa emisiju daudzums;

E – kopējais enerģijas patēriņš;

GDP – iekšzemes kopprodukts;

Pop – iedzīvotāju skaits [22].

Kaya identitāte veicina izpratni par mehānismu, pēc kāda mainās emisiju apjomi. *Kaya* identitāte tiek izmantota gadījuma izpētei Latvijā. Rezultāti aprēķināti 2020. un 2030. gadam, pamatojoties uz datu (iedzīvotāju skaits, IKP uz vienu iedzīvotāju, energointensitāte) pieaugumu vai samazinājumu attiecībā pret 1990. gadu.

2.6. Kvalitatīvā analīze

Kvalitatīvās analīzes uzmanības centrā bija divas elektroenerģijas politikas koncepcijas, kas ir salīdzinoši jaunas – energokopienas un agregatori, kas strādā ar pieprasījuma reakciju.

2.6.1. Energokopieniu kvalitatīvā analīze

Attiecībā uz energokopienām pētījums bija vērsts uz ES tiesiskā regulējuma analīzi un salīdzināšanu ar atbilstošajiem Latvijas likumdošanas priekšlikumiem, lai izvērtētu, vai nacionālais tiesiskais regulējums pareizi transponē ES tiesību aktus, neradot šķēršļus energokopieniu ieviešanai Latvijā.

Autore pētīja divas ES direktīvas, kas nosaka energokopieniu tiesisko regulējumu. Viens no tiem ievieš terminu “iedzīvotāju energokopiena” (*CEC*), otrs – “atjaunojamo energoresursu kopiena” (*REC*). Galvenā atšķirība starp *CEC* un *REC* ir tā, ka *CEC* ir īpaši paredzēta elektroenerģijas ražošanai (vai uzglabāšanai, agregēšanai, koplietošanai utt.). Šī elektroenerģija var būt arī neatjaunojama, savukārt *REC* attiecas uz visiem atjaunojamās enerģijas veidiem (tās var būt arī elektroenerģija ražošanas iekārtas no atjaunojamajiem energoresursiem, taču tie var būt arī siltumsūkņi, biometāna iekārtas utt.). Tādējādi, ja cilvēku grupa izveido energokopieniu, lai kolektīvi ražotu elektroenerģiju no saules paneļiem savām vajadzībām, tā vienlaikus būs *REC* (atjaunojamās enerģijas dēļ) un *CEC* (elektrības dēļ). Gan *CEC*, gan *REC* ir izveidota kā juridiska brīvprātīga institūcija. Energokopienas kontrolē tās dalībnieki, un to galvenajam mērķim ir jābūt ieguvumu radīšanai energokopienas locekļiem (nevis finansiālas peļņas gūšanai) [23].

Pēc sadales sistēmas operatora datiem [24], līdz 2021. gada jūnija beigām uzstādītā saules jauda mikroģeneratoriem (jauda līdz 11,1 kW) bija 9,12 MW, savukārt saules elektrostaciju jauda (virs 11,1 kW) bija 4,44 MW, tādējādi kopējā saules enerģijas jauda, kas pieslēgta sadales tīklam Latvijā, bija 13,56 MW. Energokopieniu koncepcija var veicināt šo tendenci. 2022. gada janvārī jauda bija 20,8 MW, kas liecina, ka saules enerģijas jauda pusgada laikā pieaugusi par 35 %. Enerģijas kopieniu koncepcija var veicināt šo tendenci.

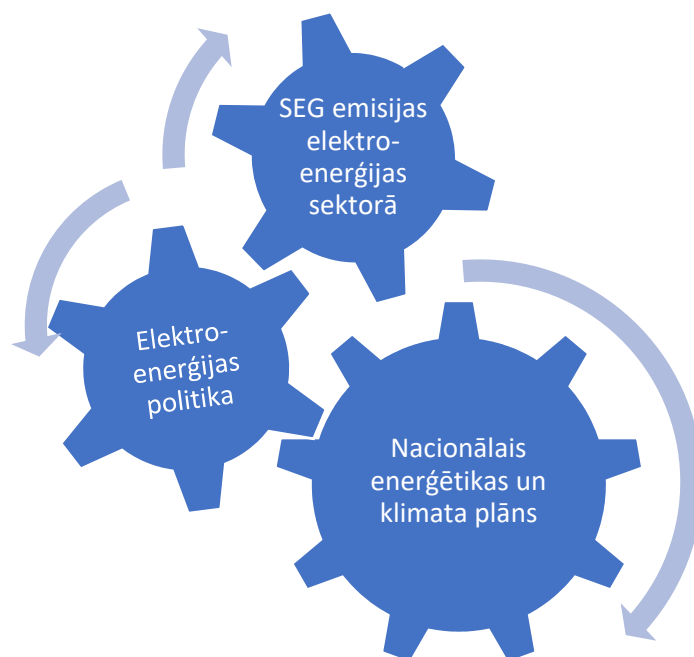
2.6.2. Pieprasījuma reakcijas kvalitatīvā analīze

Savukārt attiecībā uz agregatoriem pētījuma pamatā ir pieprasījuma reakcijas un elektroenerģijas agregācijas juridisko un ekonomisko aspektu izpēte un to izmantošana Latvijas apstākļos. Kā atzīmēts *J. K. Juffermans* [25] pētījumā, ir grūti paredzēt, cik liela daļa no konvencionālās elektroenerģijas ražošanas spēš palīdzēt nodrošināt elektroenerģijas elastību nākotnē, jo viss atkarīgs no politiskiem lēmumiem par to, vai šīs konvencionālās ražošanas iekārtas turpinās darboties (piemēram, dabasgāzes koģenerācijas stacijas). Tādējādi lielāka nozīme būs pieprasījuma puses reakcijai.

Pieaugot elektroenerģijas pieprasījumam, tas var aizstāt daļu no elektroenerģijas ražošanas, kas būs nepieciešama šī nākotnes pieprasījuma apmierināšanai. Pieprasījuma reakcijas pārvaldības veidi parāda visas iespējas, ko var izmantot agregators – tā ir ne tikai elektroenerģijas slodzes pārvešana uz citu laiku sprīdi, bet arī elektroenerģijas patēriņa samazināšanās kopumā, efektīvāk izmantojot patērētāja ierīces un tādējādi sniedzot labumu arī ES klimata politikai un klimata mērķus [26].

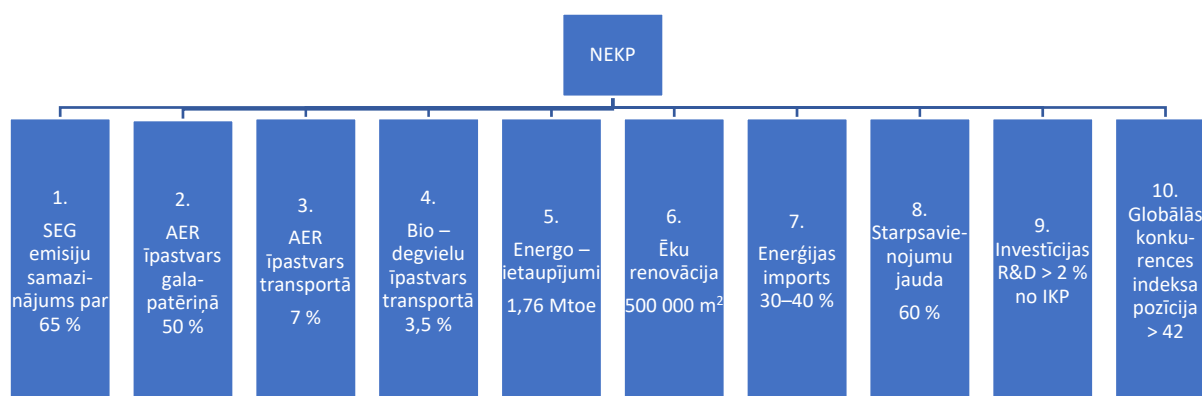
2.7. Teorijā balstītā pieeja

Kā jau tika uzsvērts iepriekš, pētījuma galvenā ideja ir piedāvāt papildu pasākumus Latvijas NEKP. Lai apkopotu iepriekš izmantotās metodikas, pētījuma pabeigšanai izmantota teorijā balstītā pieeja. Kā autore apkopojusi 2.2. attēlā, elektroenerģijas politika ir viens no NEKP zobrajiem, kam ir liela nozīme SEG emisiju apjomā enerģētikā.



2.2. att. Cēloņsakarība starp siltumnīcefekta gāzu emisijām un NEKP.

NEKP ir izstrādāts vairākās dimensijās ar konkrētiem mērķiem katrā no tām, kā redzams 2.3. attēlā. Katrā dimensijā ir plašs rīcību klāsts, un tās ir cieši savstarpēji saistītas.



2.3. att. Latvijas NEKP dimensijas un to mērķi.

Ņemot vērā iepriekšējo pētījumu jomas, autore pievērta uzmanību tam, vai NEKP dimensijām ir konkrēti elektroenerģijas politikas mērķi 2030. gadam šādās jomās:

- ✓ elektrības ražošana no saules paneļiem;
- ✓ elektrības ražošana no vēja enerģijas;
- ✓ elektroenerģijas taupīšanas prasības energoietilpīgajiem ražotājiem;
- ✓ dzelzceļa elektrifikācija;
- ✓ elektroenerģijas ietaupījums ar agregatoru starpniecību (pieprasījuma reakcija);
- ✓ AER elektroenerģijas ražošana energokopienās.

Ja šādi mērķi nebija izvirzīti vai tie bija neskaidri un saistīti tikai ar citām aktivitātēm, darba autore iespējamus mērķus izvirzīja, balstoties citu ES dalībvalstu pieredzē, zināšanās un labākajā praksē, kas izriet no iepriekš pētītajām tēmām.

3. PĒTĪJUMA REZULTĀTI

Šajā nodaļā apkopoti iepriekšējā nodaļā izmantoto un apskatīto metodiku rezultāti. Rezultāti ir savstarpēji sasaistīti kā dažādi elektroenerģijas politikas pasākumi, kuriem būtu jāklūst par Latvijas NEKP sastāvdaļu.

3.1. Pašreizējo elektroenerģijas politikas pasākumu fokuss

Izstrādājot elektroenerģijas politikas normas, politikas veidotāji bieži vien domā par tiesiskā regulējuma juridiski tehniskiem uzlabojumiem, lai ieviestu skaidrākas normas, taču šādi tiesību aktu projekti dažkārt var būt izdevīgi diezgan šaurai auditorijai.

ES līmeņa projekti elektroenerģijas jomā galvenokārt ir paredzēti klimata uzlabošanai, turklāt tie ir vērsti uz plašu auditoriju, līdz ar to autores pētījumā šiem pasākumiem rezultāti bija visaugstākie. Turklāt viens no visaugstāk novērtētajiem nacionālajiem projektiem balstīts ES prasībās, kas arī izskaidro daudzpusīgo saturu, kas uzrunā dažādas iesaistītās puses. Un ir zināma tendence – klimats gūst ieguvumu tikai tajos gadījumos, kad ieguvējas ir arī visas pārējās puses (patērētājs, ražotājs, tirgotājs utt.). Tātad var apgalvot, ka tā ir vai nu problēma vai vērtība, taču sistēma veiksmīgāk darbojas tikai kompleksā ietvarā.

Vienlaikus ir svarīgi uzsvērt, ka lielākajā daļā projektu lielāko ieguvumu gūst patērētāji un ir būtiski, lai politikas plānotāji savu spēku koncentrētu uz patērētājiem, kas ir sabiedrības pamats. Turklāt vērojama arī tendence, ka patērētājs, valsts un klimats ir kritēriji, par kuriem tiek domāts gandrīz visos projektos. Elektroenerģijas ražotāji un tirgotāji saņem daudz mazāku atbalstu, lai gan tas varētu šķist pārsteidzoši, ņemot vērā to, ka Latvijā ir izveidota obligātā iepirkuma komponentes sistēma, kur patērētāji maksā par Latvijā saražoto zaļo enerģiju un augstas efektivitātes koģenerācijas enerģiju. Taču tas nozīmē tikai to, ka politikas veidotāji pamazām attālinās no šīs visai neilgtspējīgās atbalsta sistēmas un vairāk koncentrējas uz elektroenerģijas patērētāju, vienlaikus izstrādājot jaunas koncepcijas atjaunojamās enerģijas atbalstam Latvijā bez tik ievērojamām izmaksām.

3.2. Vēja parku potenciāls Latvijā

Šajā apakšnodaļā apkopoti *MCA* un *CBA* analīzes rezultāti. *MCA* kritēriji ar pozitīvu faktoru tika pievienoti kritērijiem ar negatīvu faktoru (pozitīva vai negatīva ievirze noteikta, pamatojoties uz skaitli labākās vērtības kolonnā). *MCA* rezultāti liecina, ka, salīdzinot abus scenārijus, dažiem kritērijiem ir bijusi liela nozīme, nosakot, ka vislabākais rezultāts gadījumu izpētē ir sauszemes vēja parkam (vēja parks A). Kopumā jūras vēja parks (vēja parks B) nav optimāls risinājums gan sākotnējo kapitāla izmaksu, gan ar to saistītās izlīdzināto elektroenerģijas izmaksu (*LCOE*) vērtības dēļ. *MCA* rezultāti apkopoti 3.1. tabulā.

Vēja parku potenciāla *MCA* rezultāti

Kritēriji	Vēja parks A	Vēja parks B	Labākā vērtība
C1 Visas investīciju izmaksas, EUR/MW	+ 0,042	- 0,108	Minimālā
C2 Eksploatācijas un uzturēšanas izmaksas, EUR/MW/gadā	+ 0,041	- 0,089	Minimālā
C3 Administratīvais slogs, mēnešos	+ 0,017	- 0,033	Minimālā
C4 Radītās darbavietas, darbinieku skaits	- 0,017	+ 0,043	Maksimālā
C5 Jaudas faktors %	- 0,108	+ 0,142	Maksimālā
C6 Importa samazinājums, %	- 0,027	+ 0,053	Maksimālā
C7 LCOE, EUR/MWh	+ 0,096	- 0,184	Minimālā
Kopā	- 0,149	- 0,176	

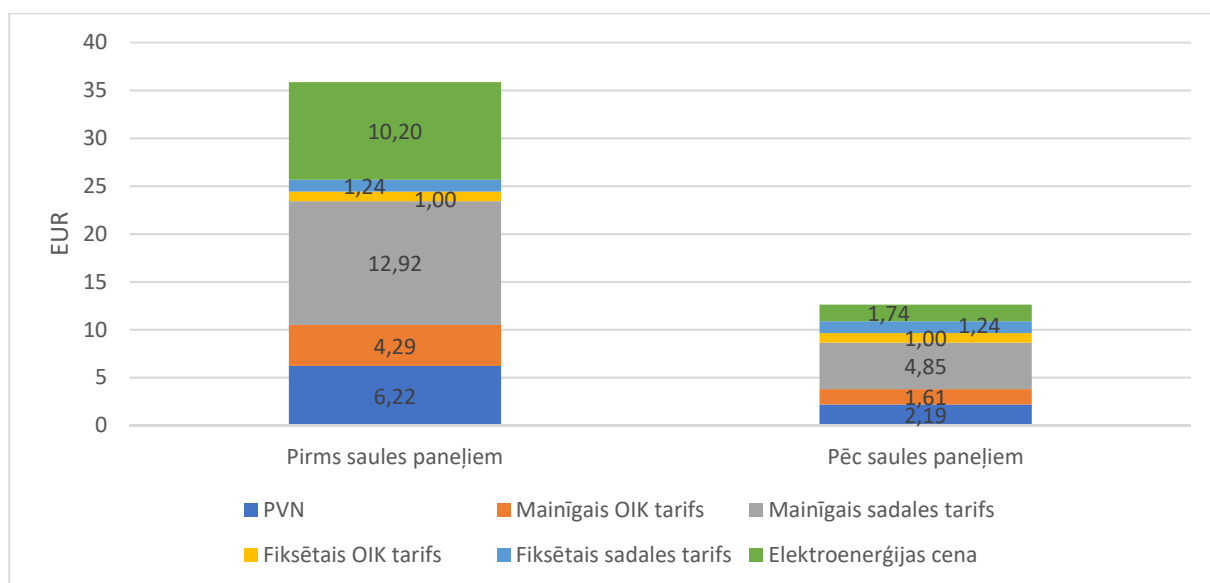
Attiecībā uz *CBA*, rēķinot izmaksas un ieguvumus no projektu virzītāja viedokļa attiecībā uz finanšu perspektīvu, redzams, ka sauszemes vēja parks var būt izdevīgs, ja saražoto elektroenerģiju pārdod par pašreizējo vidējo elektroenerģijas biržas cenu. Šie rezultāti tika aprēķināti, ņemot vērā iespējamo *OPEX* pieaugumu (2 % gadā), kā arī diskonta likmi, savstarpēji saistīto izmaksu neto pašreizējo vērtību un saražotās elektroenerģijas neto pašreizējo vērtību. Rezultāti paredz arī to, ka atkrastes vēja parks normālos tirgus apstākļos, kādi tie bija 2021. gada sākumā, nebūtu izdevīgs. Lai skaidrāk izprastu apstākļus, kad jūras vēja parks būtu izdevīgs, autore aprēķināja izlīdzinātās elektroenerģijas izmaksas (*LCOE*), kas ir elektroenerģijas pārdošanas cena, kas nepieciešama, lai projekta ieņēmumi būtu vismaz līdzvērtīgi izmaksām. *LCOE* tika aprēķināts, izmantojot projekta kopējās izmaksas (20 gadu laikā, ieskaitot operacionālās izmaksas ar 2 % gada pieauguma tempu), jaudas koeficientu, 20 gadu kalpošanas laiku, attiecīgo elektroenerģijas saražošanas apjomu 20 gados un kapitāla izmaksas (pieņemtā diskonta likme 8 %). Sauszemes projektam *LCOE* vērtība bija 57,9 EUR/MWh, kas ir tuvu faktiskajai elektroenerģijas tirgus vērtībai 2021. gada sākumā. Tajā pašā laikā atkrastes projekta *LCOE* bija 110,17 EUR/MWh, kas ir vairāk nekā tirgus vērtība 2022. gada sākumā, taču, ņemot vērā to, ka cenu kāpums tuvākajos gados stabilizēsies, projekts kļūs mazāk izdevīgs.

Vēja parku potenciāla *CBA* rezultāti

Izmaksas un ieguvumi		Vēja parks A	Vēja parks B
1	Vēja turbīnu izmaksas (kopā EUR)	- 58 000 000	- 792 970 000
2	Pieslēguma izbūve un citas izmaksas (kopā EUR)	- 64 900 000	- 792 970 000
3	Eksploatācijas un uzturēšanas izmaksas (EUR kopā 20 gados, 2 % operacionālo izmaksu pieaugums, 8 % diskonta likme)	- 37 352 254	- 403 634 155
5	Ienākumi no elektroenerģijas pārdošanas (izmantojot vidējo <i>NordPool</i> biržas cenu Latvijas apgabalam 2021. gada februārī - 59,15 EUR/MWh, 8 % diskonata likme)	+ 163 599 233	+ 1 067 939 438
	Kopā	+ 3 308 091	- 921 634 717

3.3. Saules enerģijas attīstības potenciāls Latvijā

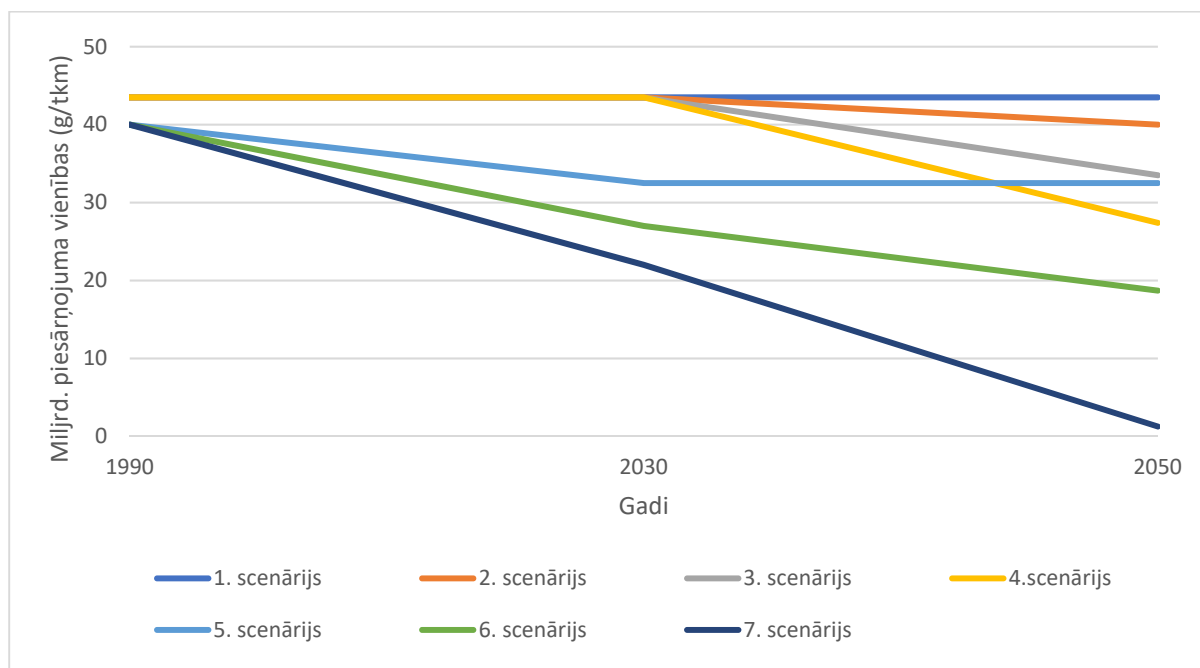
Vidējais saules paneļu efektivitātes rādītājs gadījumu izpētē bija aptuveni 16,92 %. Vidējās izmaksas sistēmas uzstādīšanai bija gandrīz 5000 EUR. Pamatojoties uz apkopotajiem datiem, pirms saules paneļu uzstādīšanas tika aprēķināts vidējais ikmēneša elektroenerģijas rēķins. Pamatojoties uz paneļu saražoto elektroenerģiju un tīklā ievadīto un no tīkla iegūto elektroenerģijas daudzumu, tika aprēķināts vidējais mēneša elektroenerģijas rēķins pēc saules paneļu uzstādīšanas. Atšķirība starp elektroenerģijas rēķinu pirms un pēc saules paneļu uzstādīšanas ir ietaupījums mēnesī. Kopējā ieguldītā naudas summa saules paneļu sistēmā tiek dalīta ar ikgadējiem ietaupījumiem, kas veido ieguldījumu atdeves periodu, kas vidēji bija aptuveni 13 gadu. Padziļināts izvērtējums tika veikts pirmajam gadījuma pētījumam – mājsaimniecībai ar patēriņu 293 kWh/mēn. Pirms saules paneļu uzstādīšanas mājsaimniecība par elektrību maksāja 35,87 eiro mēnesī. Saules paneļa sistēma ar 16,88 % efektivitāti spēja saražot aptuveni 243 kWh/mēnesī. Ņemot vērā elektroenerģijas daudzumu, ko mājsaimniecība ievadīja tīklā un paņēma no tīkla, jaunais elektrības rēķins bija 12,63 eiro mēnesī. Gandrīz trīs reizes mazāks elektrības rēķina samazinājums detalizētāk redzams 3.1. attēlā.



3.1. att. Elektroenerģijas mēneša rēķins pirms un pēc saules paneļu uzstādīšanas (293 kWh patēriņš).

3.4. Dzelzceļa elektrifikācijas ietekme uz klimatu

Dzelzceļa elektrifikācija tika izvērtēta septiņos dažādos scenārijos atkarībā no elektrifikācijas līmeņa, sākot no 0 % elektrifikācijas līdz 100 % elektrifikācijai no atjaunojamajiem energoresursiem. Scenārijos, kur vienīgais, kas tiek mainīts, ir emisijas uz tonnu, vienīgie rezultāti, kas mainās, ir emisijas (3.2. att.).



3.2. att. Sistēmdinamikas modelēšanas rezultāti.

2. scenārijā mainīgie lielumi atspoguļo pašreizējo Latvijas dzelzceļa elektrifikācijas scenāriju. Dzelzceļa radītais piesārņojums ievērojami samazinās – no 43,5 miljardiem piesārņojuma vienību (*PU*) līdz 40 miljardiem *PU*, tas ir kritums par 8,05 %. Ir svarīgi ņemt vērā, ka šajā scenārijā enerģētikas sektors modelī nav iekļauts, tādējādi elektriskajām lokomotīvēm degviela nāk no fosiliem resursiem. Savukārt 7. scenārijā dzelzceļš ir 100 % elektrificēts, un energoapgāde ir pilnībā no atjaunojamajiem energoresursiem. Kā jau varēja gaidīt, šeit emisijas ir samazinātas visvairāk. Emisijas samazinās atbilstoši lokomotīvu izmaiņām, emisijas sākas no 40 miljardiem *PU* un 2050. gadā samazinās zem 10 miljardiem *PU*. Līdz ar lokomotīvu izmaiņām samazinās arī dīzeļlokomotīvu emisijas.

Skatoties no klimata pārmaiņu perspektīvas un iespējām tās samazināt, pietiktu ar 2. scenārija realizāciju, lai jau līdz 2050. gadam samazinātu *PU* par vairāk nekā 8 %.

3.5. Energoietilpīgo ražotāju oglekļa intensitāte

3.3. tabulā apkopoti aprēķinu rezultāti par optimālo oglekļa intensitāti 2020. un 2030. gadā pie prognozētā IKP, iedzīvotāju skaita un energointensitātes pieņēmumiem.

Kaya identitātes aprēķinu rezultāti

Kritēriji	Gads		
	1990	2020	2030
CO ₂ emisijas	100 %	43 %	45 %
Iedzīvotāju skaits	100 %	72 %	63 %
IKP uz 1 iedzīvotāju	100 %	168 %	215 %
Energointensitāte	100 %	72 %	64 %
Oglekļa intensitāte	100 %	49 %	52 %

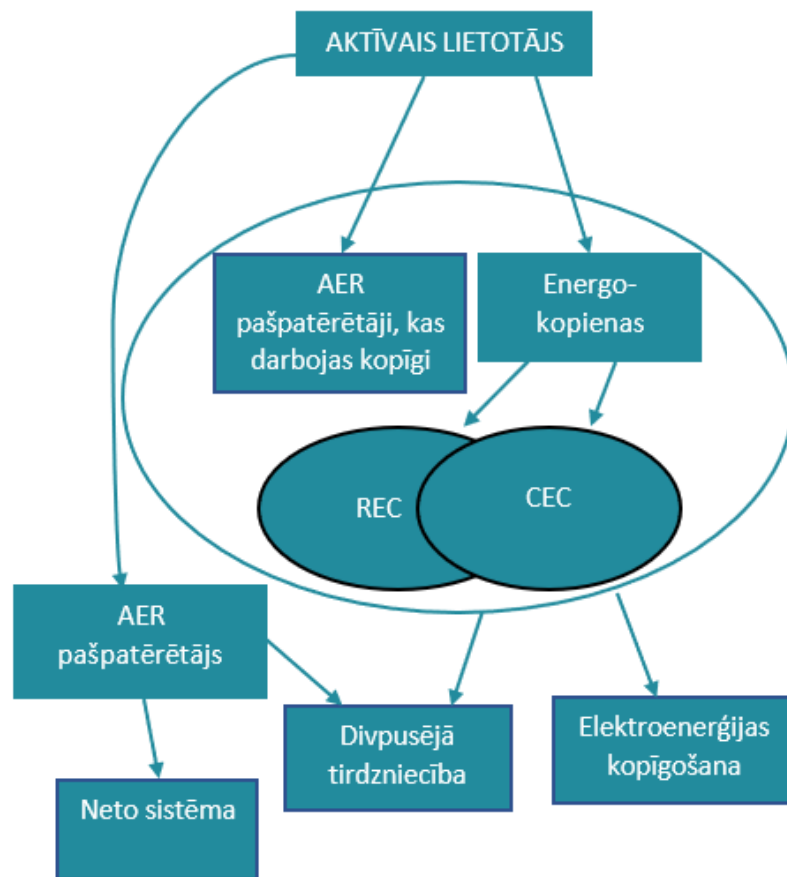
3.3. tabulā publicētie dati liecina, ka oglekļa intensitātei Latvijā 2020. gadā jābūt 49 % (t. i., jābūt 51 % samazinājumam) un 52 % 2030. gadā (t. i., jābūt 48 % samazinājumam), lai sasniegtu Nacionālā enerģētikas un klimata plāna mērķus CO₂ emisiju samazināšanā. *Kaya* identitāte ļauj operēt ar datiem un saprast, cik daudz, piemēram, enerģijas intensitātes samazināšana samazinātu oglekļa intensitāti. Ja, sākot no 2020. gada, enerģijas intensitāte katru gadu tiktu samazināta par 5 %, oglekļa intensitātes samazinājumam līdz 2030. gadam vajadzētu būt tikai par 20 %. Tādējādi nepieciešamība samazināt oglekļa intensitāti samazinātos uz pusi. Šis piemērs pierāda, ka steidzami jāattīsta ražošana ar daudz zemāku energointensitāti nekā šobrīd.

Aptuveni 15–25 % no izmaksām energoietilpīgiem ražotājiem veido enerģijas patēriņa izmaksas [27]. Šāds liels enerģijas patēriņš ir ne tikai neilgtspējīgs un pretrunā ar Latvijas enerģētikas un klimata mērķiem, bet arī ļoti dārgs ražotājam un var izraisīt maksātnespēju. Šāda situācija ne tikai atstātu negatīvu ietekmi uz IKP, bet tai būtu arī citi blakusefekti, piemēram, palielināti enerģijas tarifi pārējiem enerģijas patērētājiem. Analizējot enerģijas intensitātes (un CO₂ intensitāti), ir svarīgi to saistīt ar nošķiršanas jēdzienu. Ir divu veidu nošķiršana – resursu un ietekmes nošķiršana, ko tālāk var klasificēt kā relatīvo vai absolūto nošķiršanu. Resursu nošķiršana samazinātu enerģijas patēriņu uz saimnieciskās darbības vienību (IKP), līdz ar to saražotās produkcijas apjoms ir tāds pats, bet ar mazākiem energoresursiem, ko var apzīmēt kā palielinātu resursu produktivitāti. Ietekmes nošķiršana nozīmē, ka jāpalielina ekonomiskais piensums, vienlaikus samazinot negatīvās sekas uz vidi, piemēram, CO₂ emisijas, tādējādi ražošanas apjoms ir lielāks (ne tādā līmenī kā resursu nošķiršanas gadījumā), bet energoresursi tiek izmantoti tādā pašā apjomā kā iepriekš vai mazāk, tāpēc to var saukt par paaugstinātu ekoefektivitāti [28]. Latvijā, no valsts ekonomiskās izaugsmes viedokļa raugoties, būtu pieņemami abi varianti.

3.6. Energokopienų koncepti

ES dalībvalstis var brīvi izvēlēties labākos veidus, kā ES direktīvās noteiktos noteikumus pārņemt nacionālajos noteikumos. Katra dalībvalsts cenšas nodrošināt savu loģiskā mehānisma interpretāciju. Latvijā piedāvāto koncepciju autore apkopojusi 3.3. attēlā. Šī ES tiesību aktu interpretācija paredz, ka pastāv trīs aktīvo lietotāju veidi: atjaunojamo energoresursu

pašpatērētāji; atjaunojamo energoresursu pašpatērētāji, kas darbojas kopīgi; energokopienas. Atjaunojamās enerģijas pašpatērētāji, kas darbojas kopīgi, un energokopienas var izmantot elektroenerģijas kopīgošanas iespēju (kopīgošana netiek uzskatīta par tirdzniecību), savukārt atsevišķi atjaunojamās enerģijas pašpatērētāji (gan mājsaimniecības, gan juridiskas personas) var izmantot neto uzskaites/norēķinu shēmu. Visiem trim veidiem ir atļauts piedalīties savstarpējā elektroenerģijas tirdzniecībā.



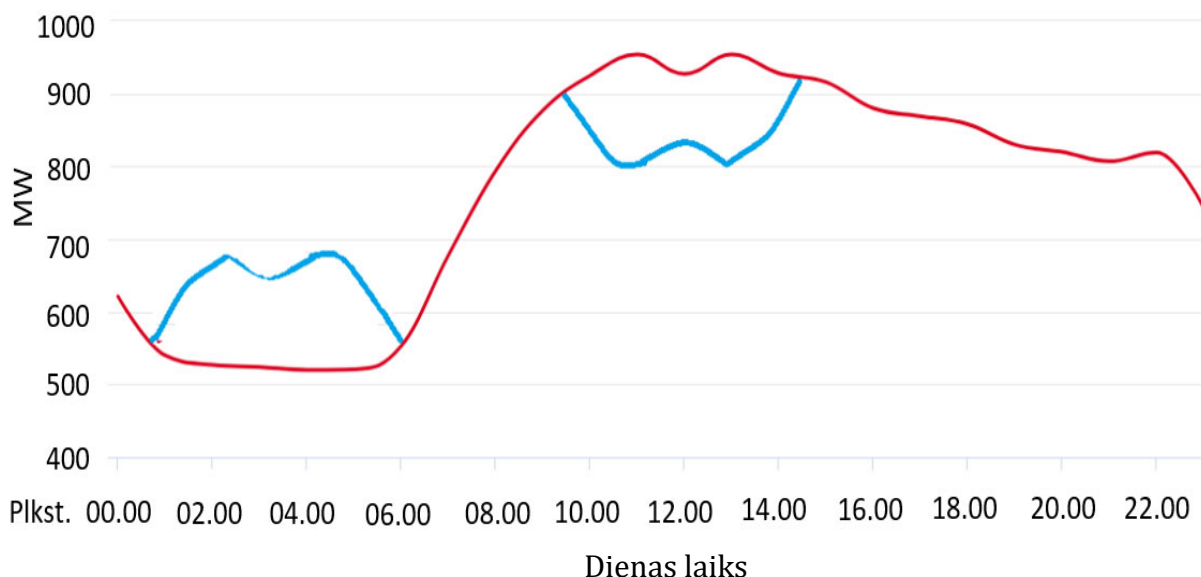
3.3. att. Tiesiskais regulējums atjaunojamās enerģijas pašpatēriņam.

Lai gan saskaņā ar ES tiesību aktiem energokopienas primārais mērķis nedrīkst būt finansiāla labuma gūšana, tie neaizliedz energokopienām saņemt ienākumus, piemēram, par enerģētikas kopienā saražoto elektroenerģiju, kas ir pārdota divpusējā tirdzniecībā kā elektroenerģija, kas tajā laikā nebija nepieciešama energokopienas biedru patēriņam. Tādējādi energokopienām var būt ienākumi, ko varētu izmantot aktīvu atmaksāšanai un elektroenerģijas ražošanas iekārtu uzturēšanai, ko sabiedrība ir uzsvērusi kā vienu no svarīgajiem aspektiem, lai energokopiena būtu rentabla.

3.7. Agregatoru loma elektroenerģijas tirgū

Mājsaimniecību sektorā agregatoram būtu jābūt aptuveni 10 000 patērētājiem, kuri ietaupa 5 kWh dienā, lai tas būtu ienesīgs business. Piemēram, balstoties uz vispārēju interneta resursos pieejamās informācijas izvērtējumu, centrālais gaisa kondicionieris/siltumsūkņis vidēji patērē

aptuveni 5–15 kW stundā, tāpēc elektroenerģijas patēriņa samazināšana par 5 kWh dienā faktiski nav tik liela, ņemot vērā to, ka daļa no elektroenerģijas apjoma joprojām tiktu patērēta, taču citā diennakts laikā, kad elektroenerģijas cenas ir zemākas. 3.4. attēlā redzams elektroenerģijas pieprasījums Latvijā 2020. gada 3. augustā. Sarkanā līnija ir faktiskais pieprasījums, ar zilo līniju autore rāda, kā agregators varētu izlīdzināt jaudas pieprasījumu pīķa stundās, novirzot to uz citu dienas laiku.



3.4. att. Elektroenerģijas patēriņš MWh/stundā Latvijā 2020. gada 3. augustā.

Ja agregatoram ir agregācijas līgumi ar 10 000 patērētājiem, kas samazinātu patēriņu par vismaz 1 kWh dienā, tās būtu 10 MWh dienā jeb 3650 MWh gadā pēc aptuveniem aprēķiniem. Latvijas elektroenerģijas patēriņš gadā ir aptuveni 7 TWh. Tas nozīmē, ka agregators varētu samazināt gada elektroenerģijas patēriņu Latvijā vismaz par 0,05 %. Tas var šķist maz, taču vienam agregatoram tas nav slikts rezultāts, un tas būtu līdzeklis valsts enerģētikas un klimata mērķu sasniegšanai.

3.8. Elektroenerģijas politika no klimata viedokļa

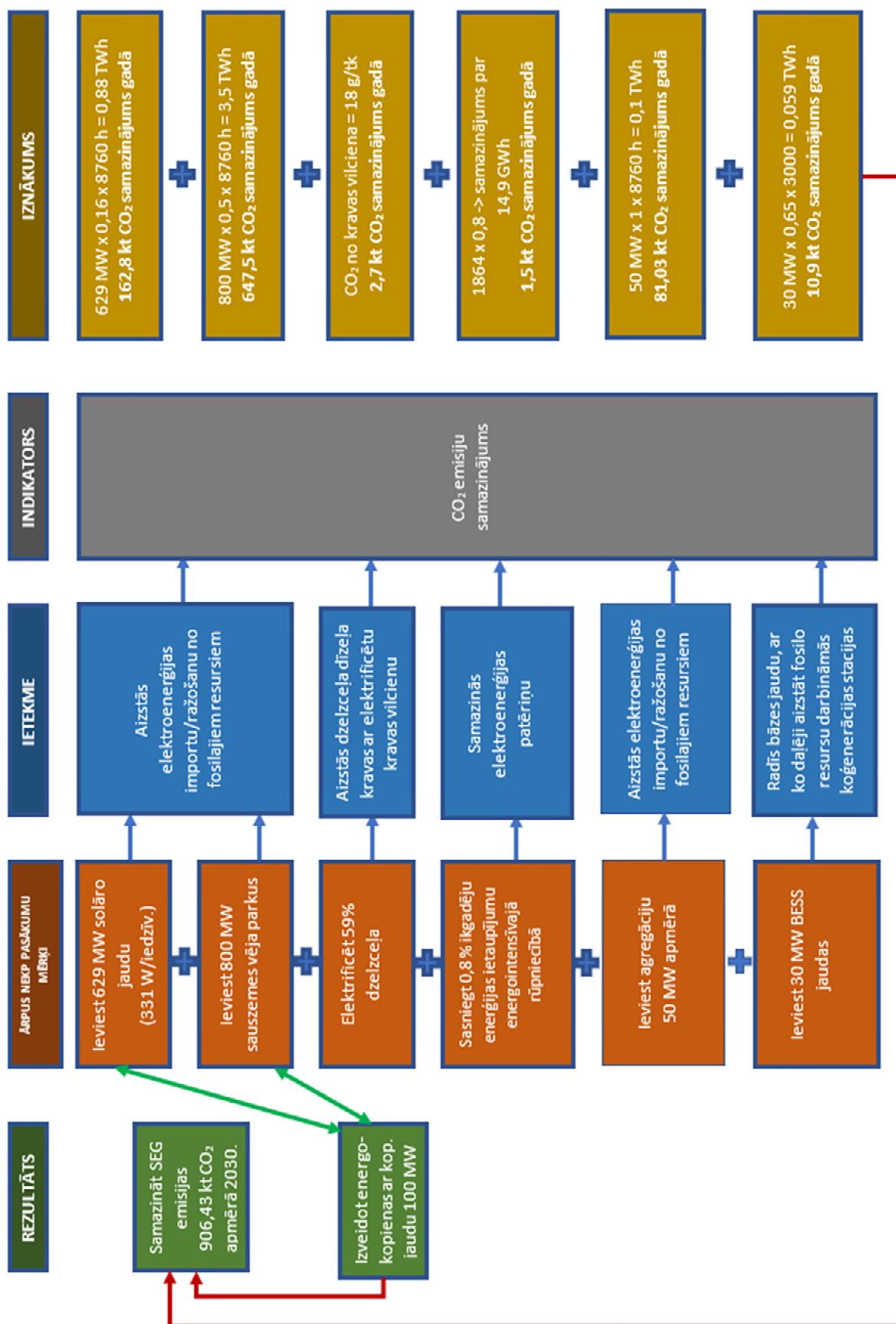
Visām iepriekšējās nodaļās pētītajām un apskatītajām ārpus NEKP aktivitātēm ir noteikts mērķis, kas parādīts 3.5. attēlā. Ja mērķi tiks sasniegti, aktivitātēm būs atšķirīga politiskā ietekme, kas arī redzams 3.5. attēlā. Uztādītās jaunās elektroenerģijas ražošanas jaudas, kā arī agregatori un akumulatoru enerģijas uzglabāšanas sistēmas (*BESS*) aizstās elektroenerģijas importu vai ražošanu no fosilā kurināmā. Elektrificēts dzelzceļš aizstās dzelzceļa kravu pārvadājumos izmantoto dīzeļdegvielu. Tajā pašā laikā energoietilpīgo ražotāju enerģijas ietaupījums samazinās kopējo enerģijas patēriņu. Lai gan visām ārpus NEKP elektroenerģijas politikas aktivitātēm ir atšķirīga ietekme, tās visas var saistīt ar kopīgu indikatoru, kas ir šī pētījuma vadmotīvs, t. i., siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisiju samazināšana. Šajā gadījumā SEG emisijas ir samazinātas līdz CO₂ emisijām, kas tiek mērītas kilotonnās gadā. Jaunu elektroenerģijas ražošanas iekārtu, agregatoru un *BESS* gadījumā CO₂ emisiju samazinājums

tiek aprēķināts, ņemot vērā to, ka dabasgāze šo aktivitāšu vietā radītu 185 kg/MWh CO₂ emisijas. Dīzeļdegvielas dzelzceļa kravu pārvadājumi radītu 18 g/tk CO₂. Energoietilpīgajiem ražotājiem, lai novērtētu CO₂ emisiju samazinājumu gadā, samazinot elektroenerģijas patēriņu, tika izmantots vidējais svērtais CO₂ emisiju koeficients 101,9 kg/MWh.

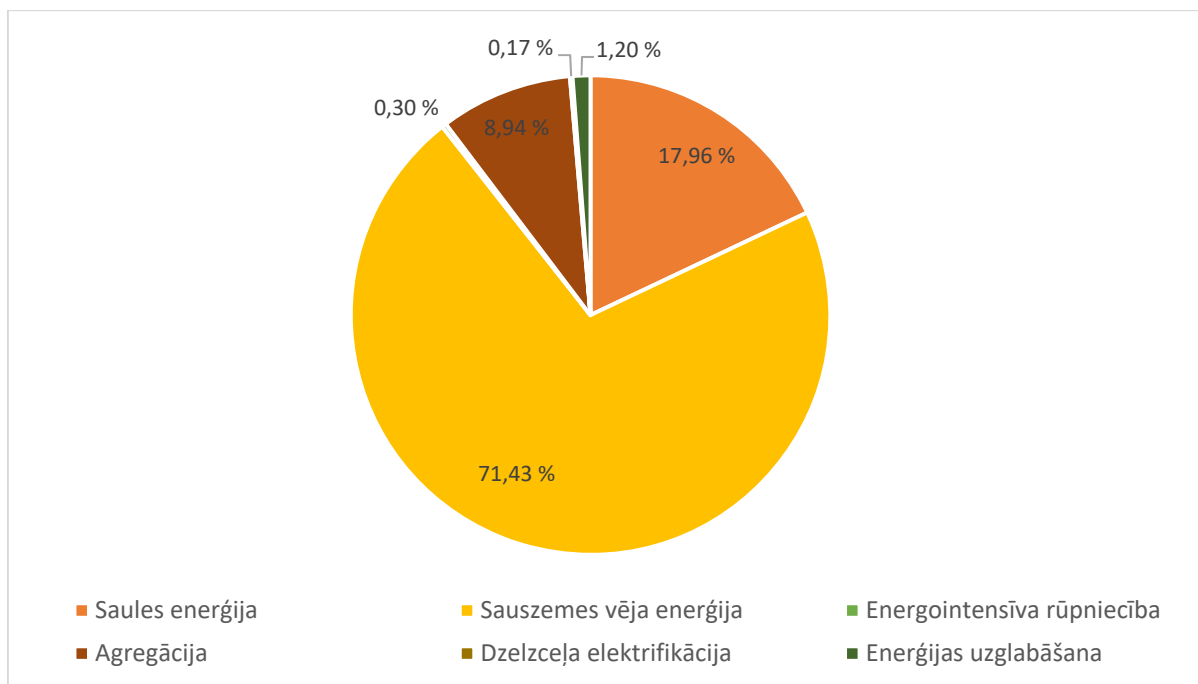
Papildu mērķi, kas tiek izvirzīti Latvijas NEKP, ir balstīti nacionālās situācijas kopsalikumā ar kaimiņvalstu pieredzi. Piemēram, uzstādītās saules enerģijas mērķis 2030. gadā ir noteikts 629 MW, pamatojoties uz Igaunijā un Lietuvā noteiktajiem mērķiem, kas izteikti vatos uz vienu iedzīvotāju. Attiecībā uz sauszemes vēja enerģiju mērķis ir precizēts, atsaucoties uz pašreizējo plānu līdz 2030. gadam Latvijā ieviest 800 MW jūras vēja enerģiju, kā arī ņemot vērā tīkla jaudas.

Saules enerģijas, vēja enerģijas, elektrifikācijas, enerģijas intensitātes un agregācijas mērķi izriet no iepriekšējiem pētījumiem par šo pasākumu iespējamību, savukārt papildu pasākums – *BESS* ieviešana – tika pievienots pēdējā posmā. Tas ir saistīts ar atjaunojamās enerģijas nepastāvību, kas būtu jālīdzsvaro ar kāda veida bāzes ražošanas slodzi vai uzglabāšanu. Ņemot vērā to, ka Latvijā šobrīd pieejamās bāzes ģenerācijas slodzes nodrošina ar dabasgāzi darbināmas koģenerācijas stacijas, ir svarīgi rast jaunus alternatīvus risinājumus balansēšanas un elektroenerģijas sistēmas stabilitātes ilgtspējīgai nodrošināšanai.

Ārpus NEKP pasākumu rezultāti parādīti 3.5. attēlā, paredzot, ka kopējais CO₂ ietaupījums, ja mērķi tiks sasniegti 2030. gadā, būtu papildu 906,43 kt. Salīdzinājumam, saskaņā ar pašreizējo NEKP, kopējās SEG emisijas 2018. gadā bija 11 800,2 kt CO₂-ekv. No tā izriet, ka ārpus NEKP pasākumi, kas aplūkoti šajā pētījumā, varētu nodrošināt SEG emisiju samazinājumu par aptuveni 8 %.



3.5. att. Ārpus NEKP pasākumu rezultātu apkopojums un to ieguldījums SEG emisiju samazināšanā.



3.6. att. Katra ārpus NEKP pasākuma ietekme uz SEG emisiju samazināšanu.

Aplūkojot katra ārpus NEKP pasākuma radīto ietekmi, 3.6. attēlā sniegts skaidrs priekšstats par to, kuri pasākumi visvairāk ietekmē galīgo CO₂ ietaupījumu. Sauszemes vēja enerģija nodrošina vislielāko potenciālu SEG emisiju samazināšanai, aizstājot elektroenerģijas ražošanu no fosilā kurināmā. Tam seko saules enerģijas jaudu uzstādīšanas priekšrocības. Arī agregatori var nodrošināt efektīvu CO₂ samazinājuma apjomu.

Tajā pašā laikā enerģijas uzglabāšanai, dzelzceļa elektrifikācijai un, visbeidzot, elektroenerģijas patēriņa samazināšanai energoietilpīgajā ražošanā būtu ļoti maza nozīme SEG emisiju samazināšanas centienos. Tomēr tie joprojām ir svarīgi pasākumi, raugoties no citiem aspektiem, proti, enerģijas uzglabāšanai būtu liela nozīme elektroenerģijas sistēmas stabilitātes nodrošināšanā, dzelzceļa elektrifikācija nodrošinātu enerģijas (degvielas) atkarības no trešajām valstīm samazināšanos, savukārt elektroenerģijas patēriņa samazināšana apstrādes rūpniecībā sniegtu labumu ražotājiem un palielinātu tā izmaksu efektivitāti un konkurētspēju.

SECINĀJUMI

Veidojot elektroenerģijas nozares politiku, klimata problēmas tiek risinātas tikai likumdošanas iniciatīvās, kas aptver plašu jautājumu spektru, bet ne specifiski individuālu jautājumu spektru. Līdz ar to pētījuma rezultāti apliecina, ka valsts līmenī vispozitīvāko ietekmi uz klimatu sniedz Nacionālais enerģētikas un klimata plāns.

Gan *CBA*, gan *MCA* analīze parādīja, ka vēja parks jūrā pašlaik nav labs biznesa risinājums, ja nav atbalsta finansiālu dotāciju vai enerģētikas politikas izmaiņu veidā attiecībā uz atjaunojamās enerģijas iepirkuma tarifu. Tajā pašā laikā pētījums skaidri parādīja labu sauszemes vēja enerģijas attīstības potenciālu, kam nebūtu nepieciešams valsts atbalsts un kas varētu darboties pēc tirgus principiem ar konkurētspējīgu elektroenerģijas cenu.

Jebkurš vērienīgs vēja parka projekts efektīvi veicinātu energoapgādes drošības aspektu, ja vēja enerģija netiktu eksportēta, bet realizēta uz vietas, kas būtiski samazinātu importu. Tajā pašā laikā vēja parki nevar nodrošināt konkrētu bāzes jaudu tās nepastāvības dēļ.

Var uzskatīt, ka vēja parka, īpaši atkrastes vēja parka, ieviešanas administratīvā procedūra ir sarežģīta, aizņem daudz laika un būtu jāuzlabo, lai jaunie elektroenerģijas ražotāji redzētu valsts atbalstu vismaz tādā apmērā kā administratīvo procedūru pilnveidošana. Savukārt valsts un pašvaldību līmenī piemērotās administratīvās izmaksas ir pieņemamā līmenī un nav uzskatāmas par šķērslī vēja parku attīstībai.

Ekonomiskā situācija un tehnoloģiskais attīstības līmenis saules enerģētikas sektorā ir pietiekami adekvāts, lai panāktu situāciju, kurā saules paneļu uzstādīšana atmaksātos piecos gados vai ātrāk. Vienlaikus būtu nepieciešami politiski stimuli un izmaiņas pašreizējā tiesiskajā regulējumā, lai samazinātu saules paneļu atmaksāšanās laiku.

Balstoties pētījumā konstatētajos faktos, saules paneļu cena Latvijā ir bijusi vismaz divas reizes augstāka nekā citās Eiropas un ārpus Eiropas valstīs, kas ir bijis milzīgs šķērslis mājsaimniecībām pastiprināti uzstādīt saules paneļus. Turklāt saules paneļu cenas nav saskaņotas ar to efektivitāti, padarot saules paneļus neadekvāti dārgus.

Ir četri faktori, kas ietekmē saules paneļu investīciju perioda atdevi: saules paneļu sistēmas efektivitātes koeficients; saules paneļu sistēmas cena; valsts atbalsts; elektroenerģijas rēķina sastāvdaļas. Atsevišķas darbības, piemēram, saules paneļu cenas samazināšana vai saules paneļu efektivitātes paaugstināšana, dod tikai daļēju efektu un nenestu piecu gadu investīciju atmaksāšanās perioda rezultātu. Tas būtu jāatrisina ar kompleksu rīcību.

Dažādi sistēmdinamikas modelēšanas scenāriji sniedza samērā plašu rezultātu klāstu, parādot divu ietekmīgu politiku – dzelzceļa elektrifikācijas un pārejas uz pilnībā atjaunojamās enerģijas izmantošanu – reālo nozīmi.

Ir svarīgi saprast, ka dzelzceļa elektrifikācija sniedz ne tikai ieguvumus klimatam, bet arī ietekmē ekonomiku gan no investīciju, gan nodarbinātības un netiešo ekonomisko ieguvumu puses. Īpaši šajos sarežģītajos starptautiskās krīzes laikos ir ļoti aktuāli apspriest nākotnes investīcijas ekonomikas atveseļošanas labā.

Energointensitāte ir Latvijas apstrādes rūpniecības visaptveroša problēma, vienlaikus tā ir arī valsts ekonomikas stūrakmens, jo tā ir cieši saistīta ar IKP.

Liela nozīme Latvijas IKP ir apstrādes rūpniecībai, tāpēc apstrādes rūpniecība nav jāsamazina, bet tā jāpilnveido, ieviešot jaunu energoefektīvu un zemas energointensitātes ražošanu ar augstu pievienoto vērtību. Lai sasniegtu ES mērķus oglekļa emisiju samazināšanai, ir svarīgi pārstrukturizēt apstrādes rūpniecību. Ir būtiski samazināt oglekļa intensitāti, kas ir tieši atkarīga no enerģijas intensitātes.

Pētījums parādīja, ka šobrīd Latvijā plānotie tiesību akti nodrošina stabilu pamatmehānismu energokopien un elektroenerģijas kopīgošanai, kā arī divpusējai tirdzniecībai bez skarbiem ierobežojumiem. Ņemot vērā nākotnes elektroenerģijas deficītu Latvijā, energokopienām ir labs potenciāls, taču vēl ir jāizstrādā sīkākas prasības (līgumi, elektroenerģijas datu uzskaitē, ziņošana, balansēšana) to veidošanai, lai nodrošinātu elektrotīkla drošu darbību.

Nacionālās normatīvās bāzes tālākai attīstībai ir svarīgi pēc iespējas vairāk iesaistīt sabiedrību, lai izprastu pašreizējo pieredzi un iespējas, lai veidotu pēc iespējas efektīvāku tiesisko regulējumu. Tiesību aktu izpēte un izstrāde ir sarežģīta arī tāpēc, ka ES trūkst labās prakses. Lai gan izmēģinājuma projekti ir iesākti daudzās ES valstīs, ES tiesību aktus vēl nav pārņēmušas kaimiņvalstis, kas varētu sniegt padomu.

Finansējums, piemēram, dotāciju piešķiršana, ir viens no galvenajiem pasākumiem, kas ļautu attīstīties energokopienām. Finansējums, atbilstošs tiesiskais regulējums, tehnoloģiju izmaksas un ar tām saistītais atmaksāšanās laiks, kā arī sabiedrības atsaucība ietekmēs energokopienas nozīmi, lai no 2024. gada izvairītos no elektroenerģijas deficīta.

Agregatori un pieprasījuma reakcija var sniegt labumu ne tikai Latvijas elektroenerģijas politikai, bet arī kalpot klimata politikas labā, samazinot elektroenerģijas patēriņu Latvijā.

Taču pastāvošie elektroenerģijas tirgus dalībnieki vēl nav iesaistījušies, lai izprastu un izmantotu šobrīd sniegtās iespējas elektroenerģijas tirgotājiem, kuri varētu apvienot savu tirgotāja lomu ar agregatora lomu. Esošajos tirgus apstākļos šis modelis var būt finansiāli izdevīgs.

Savukārt neatkarīgo agregatoru modelis Latvijā vēl ir jāattīsta. Pat tad, ja tiks novērsti tehniskie šķēršļi tiesību aktos, ar to nepietiks, lai neatkarīgie agregatori nekavējoties ienāktu elektroenerģijas tirgū no ekonomiskā viedokļa, jo agregatoram būtu nepieciešams diezgan liels klientu portfelis.

Elektroenerģijas tirgus nepārtraukti attīstās, nodrošinot jaunus mehānismus, tehniskās iespējas un risinājumus. Pašreizējais Latvijas NEKP neizmanto visu šo risinājumu potenciālu un izslēdz risinājumus, kas varētu sniegt būtisku labumu darbā pie SEG emisiju samazināšanas. NEKP nekonzentrējas uz elektroenerģijas politikas pasākumiem no klimata perspektīvas tik daudz, cik nepieciešams vai iespējams.

Pētījumā aplūkoti septiņi papildu pasākumi, kas neietilpst NEKP, un definēti seši jauni mērķi, ko varētu pievienot pārskatītajam Latvijas NEKP. Ja tie tiks sasniegti, trīs no mērķiem radītu būtisku ieguldījumu SEG emisiju samazināšanā, apstiprinot promocijas darba hipotēzi.

Lai gan visi pasākumi varētu tikt iekļauti pārskatītajā NEKP, ir svarīgi ņemt vērā katra pasākuma faktisko pievienoto vērtību, lemjot par finansējuma iespējām.

Lai gan pētījums bija vērsts uz SEG emisiju samazināšanu, aptvertie ārpus NEKP pasākumi rada papildu ieguvumus enerģētikas sektorā. Piemēram, ja valsts mērogā tiek palielināta elektroenerģijas ražošana no saules vai vēja enerģijas, Latvija kļūs pašpietiekamāka un izvairīsies no elektroenerģijas importa ne tikai no ES, bet arī no trešajām valstīm, kas arī ir enerģētiskās drošības jautājums. Ārpus NEKP pasākumi ļauj radīt kompleksu risinājumu energodrošības jautājumiem, ņemot vērā ne tikai lokālo elektroenerģijas ražošanas pieaugumu, bet arī akumulatoru uzglabāšanas un agregācijas risinājumus, kas ļautu pārvirzīt elektroenerģijas pieprasījumu.

Ārpus NEKP pasākumi var sniegt arī papildu sociāli ekonomiskos ieguvumus, ņemot vērā nodarbinātības un investīciju iespējas. Šos aspektus varētu pētīt nākamajos pētījumos.

Pārskatot NEKP 2023. gadā, tam jākoncentrējas ne tikai uz plānā esošo pasākumu uzlabojumiem, bet arī visiem iespējamajiem papildu pasākumiem, proti, ne tikai promocijas darbā aplūkotojumiem. Jāņem vērā arī citas tendences, tirgus situācija 2023. gadā un kaimiņvalstu pieredze, lai izvairītos no līdzīgiem apstākļiem kā saules enerģijas jomā, kur Latvija ir vienīgā ES dalībvalsts, kurai nav izvirzīts saules enerģijas jaudas mērķis.

LITERATŪRAS SARAKSTS

- [1] European Commission. Making the Internal Energy Market Work. Communication from The Commission To The European Parliament, The Council, The European Economic And Social Committee And The Committee Of The Regions. 2012.
- [2] European Commission. 2030 climate & energy framework. [Online]. Available at: https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_en [Accessed: 10 January 2019].
- [3] Regulation (EU) 2018/1999 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the Governance of the Energy Union and Climate Action, amending Regulations (EC) No 663/2009 and (EC) No 715/2009 of the European Parliament and of the Council, Directives 94/22/EC, 98/70/EC, 2009/31/EC, 2009/73/EC, 2010/31/EU, 2012/27/EU and 2013/30/EU of the European Parliament and of the Council, Council Directives 2009/119/EC and (EU) 2015/652 and repealing Regulation (EU) No 525/2013 of the European Parliament and of the Council.
- [4] Ministry of Economics of Latvia. Elektroenerģijas Ražošana (Electricity generation) [Online]. Available at: <https://www.em.gov.lv/lv/elektroenerģijas-razosan> [Accessed 15 March 2021].
- [5] LVEA. Lithuanian statistics. 2022. [Online] Available at: <https://lvea.lt/en/statistics/lithuanian-statistics/> [Accessed 2 March 2022].
- [6] EREA. Renewable energy in Estonia. 2021 [Online] Available at: <http://www.taastuvenergeetika.ee/en/renewable-energy-estonia/> [Accessed 8 February 2022].
- [7] IRENA. Energy profile of Lithuania. 2018 [Online]. Available at: https://www.irena.org/IRENADocuments/Statistical_Profiles/Europe/Lithuania_Europe_RE_SP.pdf [Accessed 3 March 2022].
- [8] De São José D., Faria P., Vale Z., Smart energy community: A systematic review with metanalysis, Energy Strategy Reviews, Volume 36, 2021.
- [9] Caramizaru A., Uihlein A. Energy Communities: an overview of energy and social innovation, JRC Science for policy report, 2020.
- [10] Heleweg M. A., Saintier S., Renewable energy communities as ‘socio-legal institutions’: A normative frame for energy decentralization? Elsevier. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 119, 2020.
- [11] Soeiro S., Dias M. F. Community renewable energy: Benefits and drivers. Elsevier. Energy Reports. Volume 6, Supplement 8, pp. 134–140, December 2020.
- [12] JSC “Augstsprieguma tīkls”, Pārvades sistēmas operatora ikgadējais novērtējuma ziņojums par 2019. gadu. 2020. [Online] Available at: https://www.ast.lv/sites/default/files/editor/PSO_Zinojums_2019.pdf [Accessed 8 July 2021].

- [13] Coad and A. Vezzanic, “Three cheers for industry: Is manufacturing linked to R&D, exports, and productivity growth?” *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 50, issue C, pp. 14–25, 2019.
- [14] Ziegler H., Mennel T., Hulsen C. Eurelectric. Short study on Demand Response activation by independent aggregators as proposed in the draft Electricity directive, 2017. [Online]. Available at: <https://euagenda.eu/upload/publications/untitled-97330-ea.pdf> [Accessed 23 November 2019].
- [15] A. A. Tellidou, Agent-based analysis of capacity withholding and tacit collusion in electricity markets, *IEEE, Transactions on Power Systems*, vol. 22, no. 4, pp. 1735–1742, 2007.
- [16] European Commission, Dzelzceļu kravu pārvadājumi ES: pareizais ceļš vēl nav atrasts, 2016. [Online]. Available: https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR16_08/SR_RAIL_FREIGHT_LV.pdf [Accessed 15 November 2019].
- [17] University of Latvia. Latvijas Dzelzceļš kravu pārvadājumu tarifa samazināšanas meklējumos, 2018. [Online]. Available: <https://www.jf.lu.lv/en/par-mums/ul-media/news/detailed-view/t/43463/> [Accessed 23 November 2019].
- [18] European Commission, Dzelzceļu kravu pārvadājumi ES: pareizais ceļš vēl nav atrasts, 2016. [Online]. Available: https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR16_08/SR_RAIL_FREIGHT_LV.pdf. [Accessed 15 November 2019].
- [19] Vamza I., Valters K., Blumberga D. “Multi-Criteria Analysis of Lignocellulose Substrate Pre-Treatment”, *Environmental and Climate Technologies*, vol.24, no.3, pp. 483–492, 2020.
- [20] De Rus G., “Introduction to Cost-Benefit Analysis: Looking for Reasonable Shortcuts”, *Edward Elgar*. Second edition, 2021.
- [21] Forrester J. *System Dynamics – The next fifty years*. System Dynamics Review, 2007.
- [22] V. Bianco, F. Cascetta, A. Marino and S. Nardini, “Understanding energy consumption and carbon emissions in Europe: A focus on inequality issues,” *Energy*, vol. 170, pp. 120–130, March 2019.
- [23] Ceglia F., Esposito P., Marasso E., Sasso M, From smart energy community to smart energy municipalities. Elsevier. *Journal of Cleaner production*, Volume 254, 2020.
- [24] Ministry of Economics of Latvia. Elektroenerģijas ražošana (Electricity generation) [Online]. Available: <https://www.em.gov.lv/lv/elektroenerģijas-razosana> [Accessed 15 March 2021].
- [25] Juffermans J. K., “Aggregators and flexibility in the Dutch electricity system” *Industrial Engineering & Innovation Sciences*; Eindhoven University of Technology, 2018.

- [26] K. A. Linas Gelazanskas, “Demand side management in smart grid: A review and proposals for future direction,” Elsevier, *Sustainable Cities and Society*, vol. 11, pp. 22–30, 2014.
- [27] I. Kasjanovs, “Latvijas apstrādes rūpniecība šķērsgrīzumā,” [Online]. Available: <https://www.macroeconomics.lv/node/280>. [Accessed 8 September 2019].
- [28] J. Makijenko, J. Burlakovs, J. Brizga, M. Klavins, “Energy efficiency and behavioral patterns in Latvia,” *Management of Environmental Quality*, vol. 27, no. 6, pp. 695–707, 2016.



Līga Rozentāle dzimusi 1990. gadā Rīgā. Rīgas Tehniskajā universitātē (RTU) ieguvusi starptautisko ekonomisko sakaru organizēšanās un vadīšanas bakalaura grādu, Lēvenes Universitātē (Beļģijā) – maģistra grādu Eiropas Savienības studijās. 2014. gadā sāka darbu Latvijas Republikas Ekonomikas ministrijā, strādājot ar Eiropas Savienības jautājumu koordinēšanu. Pēc diviem gadiem L. Rozentāle pievērsās enerģētikas politikas jautājumiem, kas īpašu interesi bija raisījuši jau bakalaura studiju laikā un praksē Eiropas Parlamentā.

Strādājot enerģētikas nozarē valsts pārvaldē, vienlaikus iegūts RTU un Viļņas Ģedimīna Tehniskās universitātes dubultais maģistra grāds vides inženierzinātnēs. Patlaban L. Rozentāle ir Ekonomikas ministrijas Enerģijas tirgus un infrastruktūras departamenta direktore.