



ENERGOPLĀNOŠANAS ATTĪSTĪBAS TENDENCES LATVIJAS PAŠVALDĪBĀS

Zinātniskā monogrāfija

Marikas Rošā redakcijā



VASSI



Rīgas Tehniskā universitāte
Enerģētikas un elektrotehnikas fakultāte
Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūts

ENERGOPLĀNOŠANAS ATTĪSTĪBAS TENDENCES LATVIJAS PAŠVALDĪBĀS

Marikas Rošā redakcijā

Zinātniskā monogrāfija

Apstiprinājusi RTU Zinātnes padome 2018. gadā

Recenzenti:
Agrita Briede
Sylvestre Njakou Djomo

RTU Izdevniecība
Rīga 2020

Energoaplānošanas attīstības tendences Latvijas pašvaldībās. Zinātniskā monogrāfija. Rīga, RTU Izdevniecība, 2020. 172 lpp.

Kolektīvā zinātniskā monogrāfija ir veltīta metodiku kopai, kas ir izstrādāta, lai ilustrētu pašvaldību ilgtspējīgu pāreju uz zema oglekļa ekonomiku, ņemot vērā starptautisko praksi un tendences. Grāmatā galvenā uzmanība ir pievērsta diviem energoplānošanas aspektiem – energopārvaldībai un inženiertehniskajiem risinājumiem.

Monogrāfijā apkopotie izpētes rezultāti ir svarīgi valsts un pašvaldības iestāžu speciālistiem, kas ir atbildīgi par reģionālā līmeņa energoplānošanu, atjaunojamo energoresursu izmantošanas veicināšanu un valsts enerģētiskās neatkarības palielināšanu. Tā sniedz zinātnisku informāciju, kas ir nepieciešama pētniekiem, augstskolu pasniedzējiem un studentiem.

Recenzenti

Agrita Briede, *Dr. geogr.*, Latvijas Universitāte

Sylvestre Njakou Djomo, *Dr. sc. ing.*, Aarhus University

Zinātniskā redaktore

Lauma Žihare, *Mg. sc.*, Rīgas Tehniskā universitāte

Zinātniskā monogrāfija apstiprināta publicēšanai RTU Zinātnes padomes 2018. gada 18. jūnija sēdē, protokols Nr. 04000-3/5.

Zinātniskā monogrāfija izdota ar Rīgas Tehniskās universitātes Zinātnes atbalsta fonda finansiālu atbalstu.



Zinātniskā monogrāfija izdota Valsts pētījuma programmas projekta “Energoefektīvi un oglekļa mazietilpīgi risinājumi drošai, ilgtspējīgai un klimata mainību mazinošai energoapgādei (LATENERGI)” ietvaros.

Literārā redaktore Inga Ivanova
Tehniskā redaktore Irēna Skārda
Datorsalikums Paula Lore
Attēlu datorgrafika Paula Lore
Vāka dizains Paula Lore

© Rīgas Tehniskā universitāte, 2020

ISBN 978-9934-22-061-6

ISBN 978-9934-22-062-3 (pdf)

Development of Energy Planning in the Local Municipalities of Latvia.
Scientific monography. Riga, RTU Press, 2020. 172 pp.

Collective scientific monograph has been developed to show how local municipalities can make sustainable transition towards low-carbon economy by considering international practices and trends. The main focus in the book is set on two aspects of energy planning – energy management and engineering solutions.

Results of scientific research are important for specialists of state and municipal institutions who are responsible for regional energy planning, promotion of renewable energy use and increase of energy independence of the country. Monograph provides scientific information that is necessary for researchers, lecturers and students.

Reviewers

Agrita Briede, Dr. geogr., University of Latvia

Sylvestre Njakou Djomo, Dr. sc. ing., Aarhus University

Scientific Editor

Lauma Žihare, Mg. sc., Riga Technical University

The monograph is published in accordance with the resolution of RTU Scientific Council of 18 June, 2018, minutes No. 04000-3/5.

The scientific monograph is published with the financial support from RTU Research Support Fund.



This work has been supported by the National Research Program “Energy efficient and low-carbon solutions for a secure, sustainable and climate variability reducing energy supply (LATENERGI)”.

Literary Editor Inga Ivanova

Technical Editor Irēna Skārda

Design Paula Lore

Cover design Paula Lore

© Riga Technical University, 2020

ISBN 978-9934-22-061-6

ISBN 978-9934-22-062-3 (pdf)

Autori

Agris Kamenders, *Dr. sc. ing.*, RTU Enerģētikas un elektrotehnikas fakultātes Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūta pētnieks

Aiga Barisa, *Dr. sc. ing.*, RTU Enerģētikas un elektrotehnikas fakultātes Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūta pētniece

Andra Blumberga, *Dr. sc. ing.*, RTU Enerģētikas un elektrotehnikas fakultātes Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūta profesore

Claudio Rochas, *Dr. sc. ing.*, RTU Enerģētikas un elektrotehnikas fakultātes Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūta vadošais pētnieks

Dagnija Blumberga, *Dr. habil. sc. ing.*, RTU Enerģētikas un elektrotehnikas fakultātes Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūta direktore, profesore

Ieva Pakere, *Mg. sc. ing.*, RTU Enerģētikas un elektrotehnikas fakultātes Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūta eksperte

Ilze Dzene, *Dr. sc. ing.*, RTU Enerģētikas un elektrotehnikas fakultātes Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūta docente

Ilze Burmistre, *Dr. sc. ing.*, RTU Enerģētikas un elektrotehnikas fakultātes Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūta vadošā pētniece

Indra Muižniece, *Mg. sc.*, RTU Enerģētikas un elektrotehnikas fakultātes Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūta pētniece

Ivars Veidenbergs, *Dr. habil. sc. ing.*, RTU Enerģētikas un elektrotehnikas fakultātes Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūta profesors

Jelena Ziemele, *Dr. sc. ing.*, RTU Enerģētikas un elektrotehnikas fakultātes Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūta pētniece

Kaspars Kļavenieks, *Dr. sc. ing.*, RTU Enerģētikas un elektrotehnikas fakultātes Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūta eksperts

Kristaps Kašs, *Mg. sc. ing.*, RTU Enerģētikas un elektrotehnikas fakultātes Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūta pētnieks

Lauma Žihare, *Mg. sc.*, RTU Enerģētikas un elektrotehnikas fakultātes Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūta pētniece

Līga Sniega, *Mg. geogr.*, RTU Enerģētikas un elektrotehnikas fakultātes Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūta pētniece

Līga Žogla, *Dr. sc. ing.*, RTU Enerģētikas un elektrotehnikas fakultātes Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūta vadošā pētniece

Marika Rošā, *Dr. sc. ing.*, RTU Enerģētikas un elektrotehnikas fakultātes Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūta profesore

Silvija Nora Kalniņš, *Dr. sc. ing.*, RTU Enerģētikas un elektrotehnikas fakultātes Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūta vadošā pētniece

Saturs

Priekšvārds	6
Energopārvaldība	8
1. Bioekonomikas kartēšanas indikatori un metodoloģija. Latvijas piemērs	8
2. Reģionālā energoplānošanas modeļa izstrāde	15
3. Enerģijas pārvaldības sistēmas ieviešana Latvijas pašvaldībās: no teorijas uz praksi	28
4. ISO 50001 piemērošana ilgtspējīgas enerģētikas rīcības plānu īstenošanai	34
5. Elektromobiļu ieviešana Latvijas pašvaldībās: aptaujas rezultāti	45
6. Kopīgais un atšķirīgais pašvaldību sadzīves atkritumu apsaimniekošanā Baltijas valstīs	56
7. Zema oglekļa patēriņa pašvaldības. Energopārvaldības ietekme uz klimata pārmaiņu mazināšanu vietējā mērogā	70
Tehnoloģiskie risinājumi	79
8. Kā izvēlēties piemērotus pasākumus, lai samazinātu negatīvo ietekmi uz vidi? Skrīninga metodes pārbaude reģionālajā enerģētikas sistēmā	79
9. Biogāzes izmantošanas optimizācijas modelis Latvijas poligonos	92
10. Koksnes kurināmā izmantošanas attīstības analīze Rīgā	124
11. Pašvaldību ēku enerģijas patēriņa novērtējums, izmantojot siltumenerģijas pieprasījuma kartēšanu	137
12. Energotatērētāja vadības programmas modelis	147

Priekšvārds

Eiropas Savienība īsteno enerģētikas politiku, lai veidotu zema enerģijas patēriņa ekonomiku, iegūstot drošāku, konkurētspējīgu un ilgtspējīgu enerģijas patēriņu. Latvija ir apņēmusies līdz 2020. gadam īstent izvirzīto mērķi un sasniegt 40 % atjaunojamo energoresursu īpatsvaru enerģijas galapatēriņā. Lai to izpildītu, ir nepieciešamas vadlīnijas un ilgtermiņa energoplānošana, ietverot enerģētikas, vides un transporta sektoru, reģionālo un teritoriālo plānošanu, apzinot visus ar enerģētikas sektora attīstību saistītos plānošanas procesus.

Energoaplānošanu var veikt trīs līmeņos: valstiskā, reģionālā un lokālā. Atjaunojamo energoresursu izmantošanas veicināšanai un enerģētikas neatkarības palielināšanai kā vispiemērotākā ir atzīta energoplānošana reģionālajā līmenī.

Latvijas pašvaldību energoplānošanas attīstību tendenču izpēte tika veikta, analizējot energopārvaldības sistēmas ieviešanu pašvaldībās, enerģijas datu pieejamību un pieņēmumus. Tika izstrādāta metodika ilgtspējīgai pašvaldību pārejai uz zema oglekļa ekonomiku, ņemot vērā starptautisko praksi un tendences.

Kā redzams 1. attēlā, energoplānošanas attīstības galvenie virzieni ir energopārvaldība un tehnoloģiskie risinājumi.

1. att. Energoaplānošanas attīstības galvenie virzieni pašvaldību energosistēmās.



Lai izprastu un uzlabotu pašvaldību energosistēmas, ir svarīgi apzināties esošo situāciju un tendences, kā arī izpētīt ārvalstu esošo labo praksi. Monogrāfijā ir apskatīti visi uzskaitītie posmi. Izmantojot kartēšanu un indikatoru analīzes metodiku, analizēts un atrasts vislabākais reģionālās bioekonomikas attīstības virziens. Tāpat apskatīti energosektora attīstības scenāriji. Izstrādātas vadlīnijas energopārvaldības sistēmu ieviešanā, balstoties uz dažādiem energopārvaldību sistēmu starptautiskajiem standartiem.

Lai varētu panākt enerģijas galapatēriņa efektivitāti, ir jāiesaista valsts iestādes, kas ir galvenais virzītājspēks. No energopārvaldības viedokļa tiek apskatīta arī iespēja elektromobilitātes ceļā sasniegt transporta dekarbonizācijas mērķus.

Tehnoloģiskie risinājumi palīdz samazināt ietekmi uz vidi. Monogrāfijā apskatīta tehnoloģijas integrēšana, pielāgojot mērogošanas risinājumus. Izmantojot *Statgraphics* modeli, analizēti scenāriji pārejai uz atjaunojamajiem energoresursiem centralizētajā siltumapgādē.

Enerģopārvaldība

Bioekonomikas kartēšana

1. Bioekonomikas kartēšanas indikatori un metodoloģija. Latvijas piemērs

*Dagnija Blumberga, Indra Muižniece,
Lauma Žihare, Līga Sniega*

Ievads

Kartēšanas un indikatoru analīzes metodes tiek lietotas visdažādāko nozaru pētījumos, tai skaitā arī savstarpēji kombinējot šīs metodes, lai padarītu uzskatāmākus un vieglāk analizējamus plaša apjoma datus. Pēdējo gadu laikā aizvien aktuālāki kļūst pētījumi, kuros izmantota kartēšanas metode bioekonomikas kontekstā [1]–[5]. Tas skaidrojams ar Eiropas Savienības (ES) bioekonomikas stratēģijas [6] izveidi un centieniem ieviest tās koncepciju turpmākajā ES dalībvalstu attīstībā. Šajā sakarā ir izveidoti arī indikatoru rīki ES bioekonomikas attīstības novērtēšanai un monitoringam [7] un izstrādāti kritēriji un indikatori, lai raksturotu reģionālo bioekonomiku [8].

Vairums pētījumu par indikatoriem atsevišķu bioekonomikas tautsaimniecības nozaru izvērtējumam ir veikti tieši par mežsaimniecību, precīzāk – par ilgtspējīgu mežu apsaimniekošanu [1], [9]. Lai gan Ministru konferencē par mežu aizsardzību Eiropā (*Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe* jeb *MCPFE*) ir izstrādāti 34 Paneiropas indikatori ilgtspējīgai mežu apsaimniekošanai [10] un mežu bioloģiskās daudzveidības indikatori [11], zinātnieki un mežsaimniecības nozares pārstāvji ir sapratuši, ka šis indikatoru saraksts ir nepilnīgs un tas ir jāuzlabo [1], [12], [13]. Iepriekš veiktajos pētījumos ir pierādīts, ka, lai izmantotu šo indikatorus ilgtspējīgas mežsaimniecības analīzei, nav pieejami kvalitatīvi nepieciešamie dati [14].

Šī raksta autori kā galveno jau esošo ilgtspējīgas mežu apsaimniekošanas indikatoru nepilnību bioekonomikas kontekstā saskata to virspusējo raksturu, jo ar šiem indikatoriem galvenokārt tiek attēlota statistikas datu informācija, nevis to atkarība no citiem faktoriem vai ietekme uz tiem, vai indikatoru savstarpējā mijiedarbība. Tāpēc indikatoru analīzei būtu lietojami nevis

neapstrādāti statistikas dati, bet gan to attiecības pret datiem, ar kuriem tiem ir korelācija. Šī pētījuma ietvaros ir piedāvāta kombinēta metodoloģija, lai, izmantojot kartēšanas un indikatoru analīzes metodes, izvērtētu bioekonomikas attīstības virzienus un noteiktu tam vispiemērotākos reģionus. Kā piemērs metodes aprobācijai ir izmantots Latvijas gadījums, jo Latvija ir maza, bet meža resursiem bagāta valsts. Ar šī gadījuma izpēti palīdzību tika meklēta atbilde uz jautājumu, kur un uz kādiem mežu resursiem orientētu koksnes resursu pārstrādes rūpnīcu Latvijā vislabāk veidot, lai tiktu ievēroti bioekonomikas pamatprincipi.

Metodoloģija

Balstoties uz Paneiropas meža ilgtspējīgas apsaimniekošanas kritērijiem un indikatoriem, Latvijā ir veikts mežu nozares attīstības novērtējums [15], bet tas nav izmantojams, lai noteiktu, kurā reģionā un uz kādiem bioresursiem balstoties, būtu attīstāma bioekonomika.

Šī pētījuma ietvaros ir izstrādāta kombinēta metodoloģija reģionālās bioekonomikas attīstības perspektīvo virzienu



1.1. att. Metodoloģijas algoritms.

analīzei (sk. 1.1. attēlu), kas sastāv no 8 moduļiem. Šajā metodoloģijā tiek kombinēta faktoru, indikatoru, korelācijas un regresijas analīzes metodes un kartēšana. Tādējādi ir iegūts vizuāli uzskatāms pētāmo jautājumu analīzes rezultāts – kuros reģionos valsts līmenī kādi bioekonomikas virzieni, uz kādiem bioresursiem orientējoties, būtu attīstāmi.

Šajā pētījumā piedāvātā metodoloģija tika aprobēta Latvijas gadījumam, izvērtējot uz meža resursiem, precīzāk – koksnes resursiem, balstītas rūpniecības izveides visperspektīvākās vietas. Lai izvērtētu kādas konkrētas tautsaimniecības nozares attīstības perspektīvas bioekonomikas kontekstā, jautājums ir jāaplūko kompleksi, ņemot vērā tādus galvenos bioekonomikas attīstību ietekmējošos faktoros kā ekonomiski pamatota

1.1. tabula

**Mežsaimniecības attīstības izvērtēšanas indikatori
bioekonomikas kontekstā**

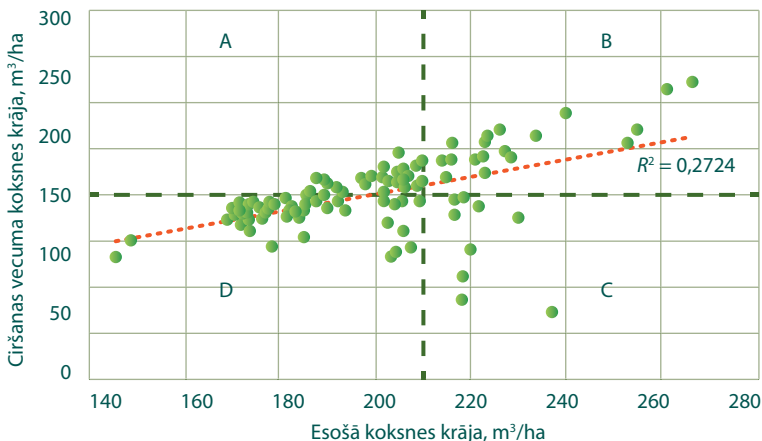
Nr.	Indikators	Datu avots	Mērvienība	Kas ar to pateikts
1.	Ciršanas vecumu sasniegusi koksnes krāja uz 1 ha attiecībā pret esošo koksnes krāju uz 1 ha	[16]	(m ³ /ha)/(m ³ /ha)	Proporcionāli reģiona mežu platībai, kur ir lielāka ciršanas vecumu sasniegusi koksnes krāja un tā ir blīvāka, respektīvi, kur ir vairāk produktu un ražošanai pieejamo resursu
2.	Esošā lapu koksnes krāja uz 1 ha attiecībā pret esošo skuju koku koksnes krāju uz 1 ha	[16]	(m ³ /ha)/(m ³ /ha)	Kādi koki – skuju vai lapu koki – dominē katrā reģionā
3.	Īpatnējais kokapstrādes un koksnes produktu ražošanas uzņēmumu skaits uz ciršanas vecuma koksnes krāju 1 ha attiecībā pret ciršanas vecuma koksnes kopējo krāju	[16], [17]	(uzņēmumu skaits / m ³)/(ha/m ³)	Novērtēta konkurence pēc koksnes resursiem kā izejvielas produktu ražošanai attiecīgajā reģionā
4.	Bezdarbnieku skaits attiecībā pret ciršanas vecuma koksnes krāju uz 1 ha	[16], [18]	bezdarbnieku skaits / (m ³ /ha)	Pieejamais darbaspēks uz potenciāli iegūstamo koksnes resursu daudzumu
5.	Īpatnējais bezdarbnieku skaits uz ciršanas vecuma koksnes krāju 1 ha attiecībā pret kokapstrādes un koksnes produktu ražošanas uzņēmumu skaitu	[17], [18]	[bezdarbnieku skaits / (m ³ /ha)] / uzņēmumu skaits	Vislielākais pieprasījums pēc darbiniekiem kokapstrādes un koksnes produktu ražošanas uzņēmumos

resursu pieejamība (tagad un nākotnē), pašreizējā nozares attīstība, ar ko vienlaikus tiek noteikta arī konkurence par resursiem, un darbaspēka pieejamība, kas ir īpaši aktuāls jautājums lauku reģionos. Pēc reģionālās bioekonomikas ietekmējošo faktoru analīzes tika izstrādāts indikatoru saraksts. Šiem indikatoriem un statistikas datiem tika veikta korelācijas un regresijas analīze, lai noteiktu dažādu faktoru savstarpējo mijiedarbību. Balstoties uz šo analīzi, tika atlasīti 5 indikatori (sk. 1.1. tabulu), kas tika atainoti Latvijas kartē, izmantojot ģeogrāfiskās informācijas sistēmas programmu *ArcMap*. Informācijas atainošanai izmantota administratīvā vienība – novads (kopā 110 novadi). Savstarpēji pārklājot kartes, tika noteikti reģioni, kas ir visperspektīvākie uz koksnes resursu izmantošanu balstītas rūpniecības attīstībai.

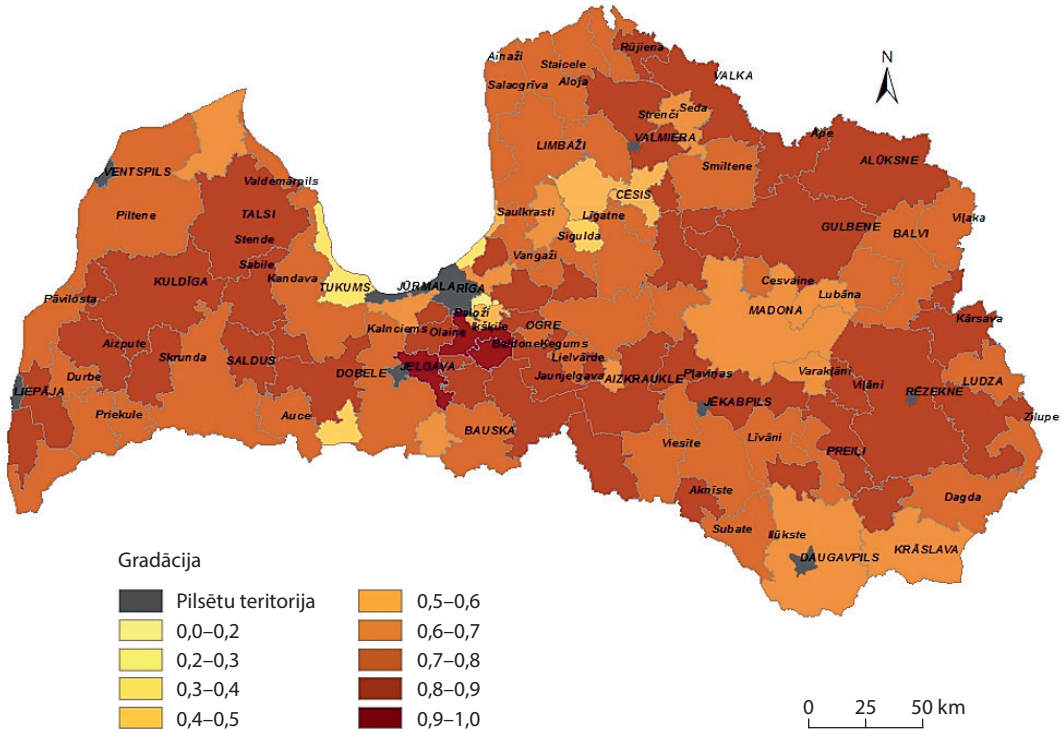
Indikatoru aprēķiniem izmantoti 2014. gada beigu dati no Latvijas reģioniem, neņemot vērā pilsētu statistiku [16]–[18]. Ciršanas vecuma koksnes krājas apjoms noteikts, ņemot vērā Latvijas Republikas normatīvajos aktos ietverto galvenās cirtes vecumu atkarībā no valdošās koku sugas un bonitātes. Tā kā nav pieejama informācija par koksnes krāju vecuma grupās atkarībā no bonitātes, tiek ņemts maksimālais cirtes vecums. Priedei, lapeglei un ozolam tas ir 121 gads, eglei, osim un liepai – 81, bērzam un melnalksnim – 71, apsei – 41 [19].

Rezultāti un diskusija

Pētījumā piedāvātā metode tika aprobēta Latvijas gadījumam. Kā piemērs tiks parādīta pirmā indikatora analīze – ciršanas vecumu sasniegusi koksnes krāja uz 1 ha attiecībā pret esošo koksnes krāju uz 1 ha (sk. 1.2. attēlu).



1.2. att. Indikatoru korelācijas un regresijas analīzes piemērs. Ciršanas vecumu sasniegusi koksnes krāja m^3 uz 1 ha attiecībā pret esošo koksnes krāju m^3 uz 1 ha.



1.3. att. Kartēšanas piemērs. Ciršanas vecumu sasniegusi koksnes krāja uz 1 ha attiecībā pret esošo koksnes krāju uz 1 ha.

Tā kā novadu administratīvās robežas nav šķērslis koksnes resursu pārvadāšanai un par ekonomiski pamatotu attālumu koksnes resursu pārvadāšanai tiek uzskatīti 150 km rādiusā no izcirtuma, tad iegūtie rezultāti ir jāvizualizē valsts mērogā. Datu attēlošanai izmantota krāsu gradācija *ArcMap* programmā.

Redzams, ka starp ciršanas vecumu sasniegušo koksnes krāju uz 1 ha attiecībā pret esošo koksnes krāju uz 1 ha pastāv neliela korelācija ($R^2 = 0,272$). Sadalot šo grafiku četros kvadrantos, iespējams noteikt, kuros reģionos vienlaikus ir spēkā divi priekšnoteikumi, lai pateiktu, vai būs pieejams pietiekams koksnes resursu daudzums produktu ražošanai. Šie priekšnoteikumi ir pēc iespējas lielāka esošā īpatnējā koksnes krāja (m^3 koksnes uz ha meža zemes) un īpatnējā ciršanas vecumu sasniegusi koksnes krāja (m^3 ciršanas vecumu sasniegusi koksnes krāja uz ha meža zemes). *B* kvadrantā atrodas tie reģioni, kuros no esošās koksnes krājas lielākā daļa ir sasniegusi ciršanas vecumu. Tas nozīmē, ka tieši šādos reģionos ir vērts veidot jaunas rūpnīcas koksnes produktu ražošanai, jo būs pieejami ražošanai nepieciešamie resursi.

Iegūtajā Latvijas kartē (sk. 1.3. attēlu) uzskatāmi redzams, kuri reģioni, no koksnes resursu pieejamības viedokļa, būtu

vispiemērotākie jaunas ražotnes izveidei koksnes produktu ražošanai. Tie ir Baldones, Ozolnieku, Ķekavas, Alsungas un Iecavas novadi. Vismazāk ciršanas vecuma koksnes krāja ir palikusi Stopiņu, Engures, Carnikavas, Tērvetes un Līgatnes novadā. Lai ņemtu vērā arī citus ietekmējošos faktorus, ir jāveic pārējo (sk. 1.1. tabulu) indikatoru analīze un kartēšana, karšu pārklāšana un analīze. Tad būs skaidri redzams, vai, skatoties koksnes resursu, darbaspēka pieejamības un konkurences aspektā, Latvijā ir kāds reģions, kurā ir iespējams veidot jaunu koksnes produktu ražošanas uzņēmumu.

Secinājumi

Šī pētījuma ietvaros izstrādāta metodoloģija, ar kuras palīdzību atkarībā no nozares un izmantotajiem bioresursiem var atrast bioekonomikas attīstībai vispiemērotāko vietu. Kā piemērs ņemta Latvija, un izvērtēts, kurā reģionā atkarībā no pieejamajiem koksnes resursiem vislabāk būtu veidot jaunu kokapstrādes rūpnīcu produktu ražošanai, lai attīstītu bioekonomiku valsts līmenī. Latvijas gadījumā tie ir Baldones, Ozolnieku, Ķekavas, Alsungas un Iecavas novadi. Izmantotais piemērs uzskatāmi parāda, ka ar šādas metodes palīdzību iespējams iegūt pārskatāmus un viegli analizējamus valsts līmeņa datus un indikatorus reģionu griezumā. Lai aprobežotu šo metodi pilnībā, ir jāveic turpmāki pētījumi, analizējot un kartējot citus indikatorus un pārklājot savstarpēji iegūtos kartogrāfiskos materiālus, lai rastu atbildi uz jautājumu, kur, resursu, darbaspēka un konkurences aspektā, visizdevīgāk būtu veidot jaunu koksnes resursu pārstrādes rūpnīcu produktu ražošanai.

Izstrādāto metodi iespējams pielāgot un izmantot jebkurai bioekonomikas nozarei ar jebkāda veida bioresursiem. Tomēr jāņem vērā, kā šīs metodes izmantošanā būtiska ir ticamu datu pieejamība.

Rakstā iekļautās daļas pirmēji angļu valodā publicētas žurnālā "Energy Procedia" rakstā "Bioeconomy mapping indicators and methodology. Case study about forest sector in Latvia" (DOI: 10.1016/j.egypro.2017.09.053). Autori pateicas VPP LATENERGI programmas projektam par iespēju attīstīt rakstu latviešu valodā.

Literatūra

- [1] Wolfslehner B., Linser S., Pultzl H., Bastrup-Birk A., Camia A., Marchetti M. Forest bioeconomy – a new scope for sustainability indicators. From Science to Policy 4. European Forest Institute, 2016.
- [2] Winther T. A Bioeconomy for the Baltic Sea Region – mapping of stakeholders, practices and opportunities, Copenhagen, 2014.

- [3] Lancker J. V., Wauters E., Huylenbroeck G. V. Managing innovation in the bioeconomy: An open innovation perspective. *Biomass and Bioenergy* 2016;90; pp. 60–68.
- [4] Jannike F. A., Magnar F., Birger V. Mapping the bioeconomy: Biological resources and production in forestry, agriculture, fisheries and aquaculture across Norway, Northern Research Institute, 2016.
- [5] Knudsen M. T., Hermansen J. E., Thostrup L. B. Mapping Sustainability Criteria for the Bioeconomy. Aarhus University, Department of Agroecology, 2015.
- [6] European Commission. The Bioeconomy Strategy. Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe, COM(2012)60 Final, Brussels, 2012.
- [7] SAT-BBE Consortium. Tools for evaluating and monitoring the EU bioeconomy: Indicators. 2013.
- [8] BERST. Criteria and Indicators describing the regional bioeconomy, Cambridge, 2014.
- [9] Prabhu R., Colfer C. J. P., Dudley R. G. Guidelines for developing, testing and selecting criteria for sustainable forest management. Criteria and indicators toolbox series no. 1. Bogor, Indonesia: CIFOR, 1999.
- [10] MCPFE. Vienna Living Forest Summit Declaration. European forests – common benefits, shared responsibilities, 2003.
- [11] Marchetti M. Monitoring and Indicators of Forest Biodiversity in Europe – From Ideas to Operationality. *EFI Proceedings No. 51*, 2004.
- [12] MCPFE. Liaison Unit Vienna. 2003. Improved Pan-European Indicators for Sustainable Forest Management as adopted by the MCPFE Expert Level Meeting 7–8 October 2002, Vienna, Austria.
- [13] European Forest Institute. Implementing Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management in Europe, 2013.
- [14] Requardt A., Köhl M., Näscher F. Reporting on Pan-European Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management – Experiences from Liechtenstein 2003. Liechtenstein, 2007.
- [15] Zemkopības ministrija. Meža nozares attīstības novērtējums Latvijas ilgtspējīgas apsaimniekošanas novērtējums, ievērojot Paneiropas meža ilgtspējīgas apsaimniekošanas kritērijus un indikatorus 1990.–2013. g.
- [16] Valsts mežu dienests. Statistika 2014. <https://www.zm.gov.lv/en/mezi/statiskas-lapas/statistics?nid=1233#jump>.
- [17] Centrālā statistikas pārvaldes datubāze. SRG0431. Tirdzniecības ekonomiski aktīvi uzņēmumi statistiskajos reģionos, pilsētās un novados sadalījumā pa uzņēmumu lieluma grupām pēc nodarbināto skaita un galvenajiem darbības veidiem (NACE 2. red.) http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/uzreg/uzreg__ikgad__01_skaitis/SR00431.px/table/tabl.
- [18] Nodarbinātības valsts aģentūra. Bezdarba rādītāji reģionos un pilsētās 2014. gada beigās. <http://www.nva.gov.lv/index.php?cid=6&mid=-470&txt=483&t=stat>.
- [19] Latvijas Republikas likums. Meža likums. 24.02.2000. <https://likumi.lv/doc.php?id=2825#n1>.

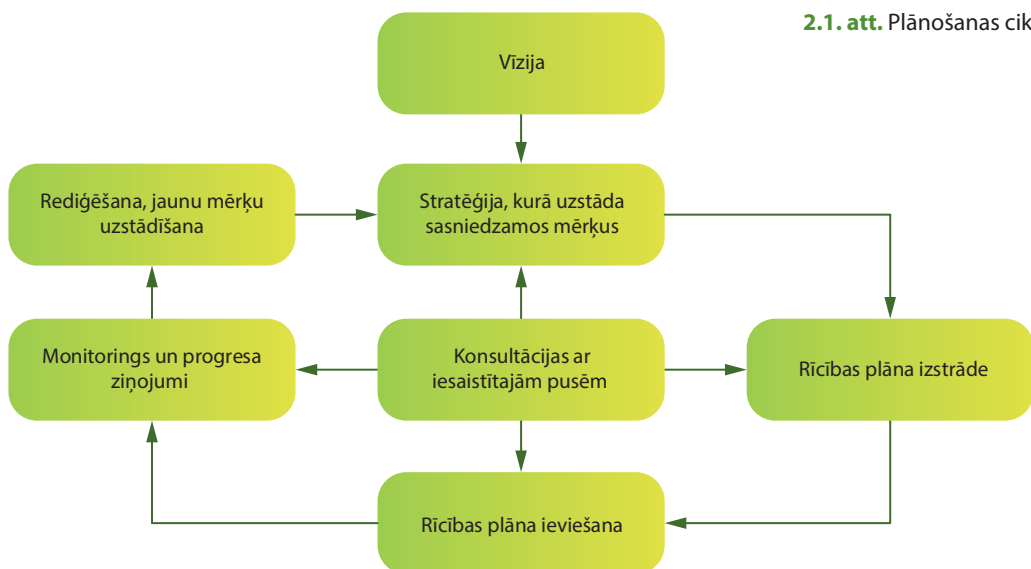
Energoplānošana

2. Reģionālā energoplānošanas modeļa izstrāde

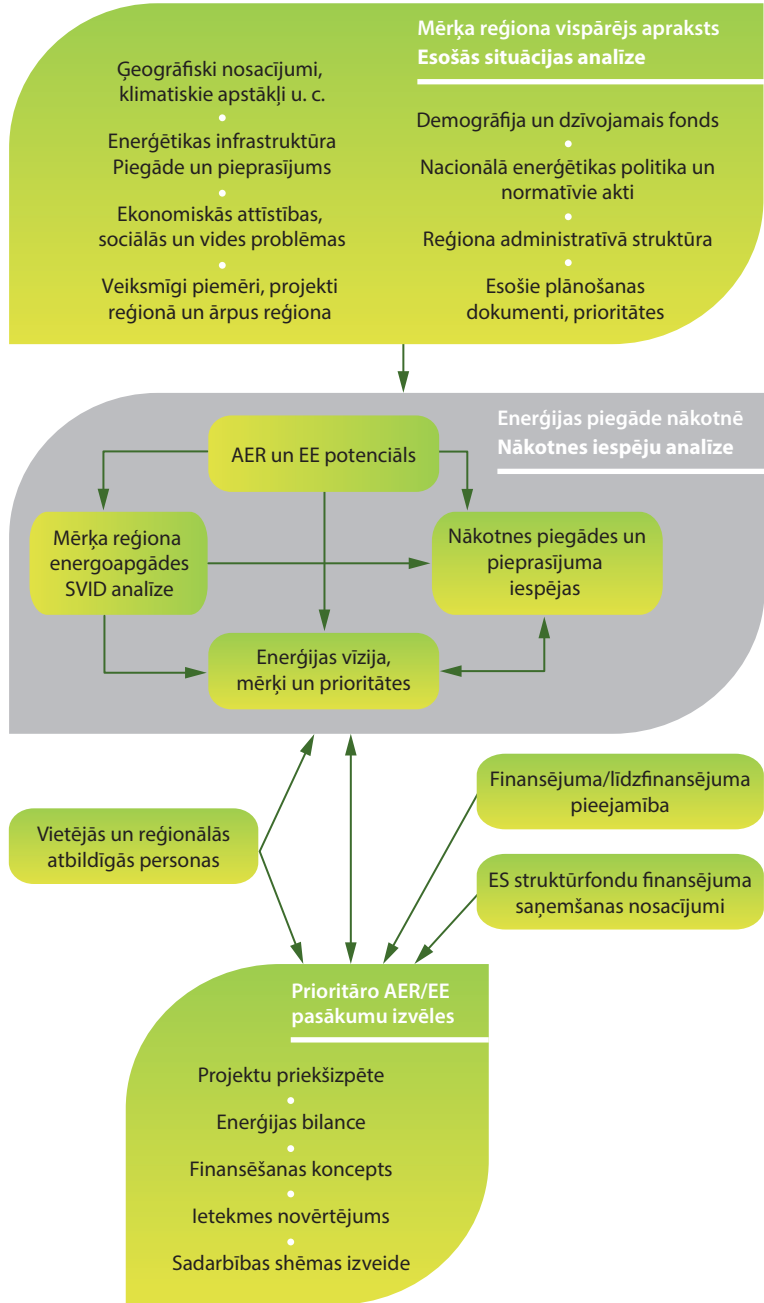
Ilze Dzene, Ivars Veidenbergs, Marika Rošā

Reģionālā energoplānošana ir drīzāk ciklisks process, kas ietver iesaistīto pušu uzklaušīšanu un iepriekš pieņemtu lēmumu maiņu, nevis lineāra soļu secība. Plānošanas cikls shematiski ir atainots 2.1. attēlā.

Iepriekš veikti pētījumi norāda uz vairākām problēmām atjaunojamo energoresursu izmantošanā un energoefektivitātes pasākumu īstenošanā reģionālajās energosistēmās. Augstākas atjaunojamās enerģijas izmaksas salīdzinājumā ar tradicionālajiem fosilajiem resursiem [4], finansējuma trūkums, administratīvo struktūru nesaderība, tirgus stimulu trūkums un citas problēmas rada nepieciešamību izstrādāt integrētu enerģētikas sektora attīstības stratēģiju. Viens no integrētās stratēģijas aspektiem ir vides pārvaldības principu iekļaušana, kas uzlabo energopārvaldības sistēmu, veicinot enerģijas patēriņa samazināšanu, un paātrina atjaunojamo energoresursu plašu izmantošanu [5].



2.2. att. Reģionālas energoplānošanas konceptuālā shēma [1].



Koksnes potenciāla noteikšana

Šobrīd valsts energobilancē ir neattaisnojami liels fosilā kurināmā īpatsvars, kuru ir iespējams samazināt, uzsākot aktīvu vietējā kurināmā – koksnes – izmantošanu reģionos.

Fosilo kurināmo aizstāšana ar atjaunojamajiem ir ne tikai mūsu valsts enerģētikas sektora neatkarības jautājums, bet arī valsts politiskās gribas apstiprinājums. Statistikas dati liecina, ka Latvijas teritorijas aizaug ar mežiem. Pēdējo piecu gadu laikā apmežoto teritoriju īpatsvars ir pieaudzis no 44 % līdz 52 %.

Pēdējos desmit gados Latvijā ir izstrādāti un publicēti vairāk nekā 25 pētījumi par enerģētisko koksni. Vairāk nekā puse pētījumu veltīti jautājumiem, kas saistīti ar enerģētiskās koksnes potenciālu Latvijā.

Analizējot iepriekš minētos biomasas izmantošanas pētījumus, enerģētiskās koksnes potenciāla noteikšanas metodes atšķiras. Atšķirīgi ir arī rezultāti. Vērtētie pētījumi šajā jomā sadalīti četrās grupās.

1. grupa. Pētījumos ir sniegts pilnvērtīgs un izsmelošs kopējā enerģētiskās koksnes potenciāla aprēķins un apraksts. Apvienojot pētījumu datus no Būvniecības, enerģētikas un mājokļu aģentūras ekspertu darba [1], Rīgas Tehniskās universitātes Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūta un mežsaimniecības sektora ekspertu izpētes rezultātiem [2], Latvijas Lauksaimniecības universitātes zinātnieku veikuma [3], LVMI "Silava" darbinieku izpētes darba [4], ir iespējams iegūt vispusīgu ainu par enerģētiskās koksnes potenciālu.

2. grupa. Enerģētiskās koksnes potenciāls ir noteikts, balstoties uz iepriekš veiktajiem pētījumiem, piemēram, SIA "Arhitektūras konsultācijas" pētījums [5].

3. grupa. Pētījumi ir balstīti uz normatīvajos aktos [6] noteiktajiem enerģētiskās koksnes potenciāliem, kas nozīmē, ka dati ņemti no iepriekšējos gados izstrādātajiem modeļiem (bez būtiskām korekcijām), kaut arī Centrālā statistikas pārvalde katru gadu ziņo par Latvijas teritoriju aizaugšanu ar mežiem.

4. grupa. Pētot atsevišķu koksnes resursu avotu potenciālu, ir veikti pētījumi par lauksaimniecības atkritumiem (Fizikāli enerģētiskais institūts, 2006) [7], par apaugumu uz grāvjiem, par lietotu koksni (LVMI "Silava", 2008) [4] un koksnes resursiem bioeļļas ieguvei (SIA "E&IC", 2006) [8].

Apkopojot datus par enerģētiskās koksnes potenciālu Latvijā (sk. 2.1. tabulu), tas tiek prognozēts plašās robežās – no 13,5 TWh līdz 30,0 TWh gadā. Pēdējā laikā arvien vairāk speciālistu tiecas domāt, ka tuvojamies pēdējam.

Latvija ir viena no tām nedaudzajām valstīm, kura varētu paaugstināt atjaunojamo energoresursu īpatsvaru līdz 50 % no kopējā enerģijas patēriņa. Koksne spēlē būtisku lomu, it īpaši siltumenerģijas ražošanā.

2.1. tabula

Energētiskās koksnes potenciāls Latvijā

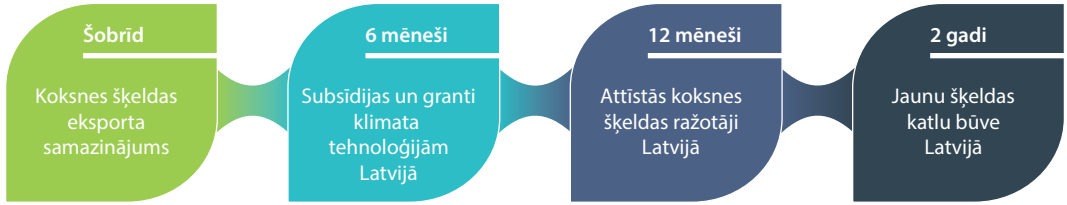
Pētījums	Energētiskās koksnes potenciāls	Datu avots
Energētiskās koksnes plūsmas teorētiskā un eksperimentālā modeļa izstrāde un produktu kvalitātes prasību izvērtējums [3]	8,39–8,89 milj. m ³ : koksnes pārstrādes blakusprodukti – 5,5 milj. ciešm ³ ; zari un nemežu zemes – 0,49 milj. ciešm ³ ; malka no cirsām – 1,19 milj. ciešm ³ ; malka no privātmežiem – 1,2–1,7 milj. ciešm ³ .	Zemkopības ministrijas un CSP 2007. gada dati
Atjaunojamo energoresursu potenciāls Latvijā. Atjaunojamā enerģija un tās attīstības iespējas nākotnē [1]	12,6 milj. m ³ (30 TWh): meža un “nemeža” zemes – 7,6 milj. ciešm ³ (16,2 TWh); papīrmalka un celulozes šķeldas – 4 milj. ciešm ³ (10 TWh); otrreizējā koksne – 1 milj. ciešm ³ (3 TWh); enerģētiskās koksnes eksports.	Eksperta aprēķini
Faktiskās enerģētiskās koksnes plūsmas apzināšana [2]	9,24 milj. m ³ meža izstrāde – 3,5 milj. m ³ ; koksne ārpus meža – 0,1 milj. m ³ ; kokapstrādes blakusprodukti – 5,54 milj. m ³ ; lietota koksne – 0,1 milj. m ³ .	2007. gada CSP dati, Latvijas Valsts mežu dati, ekspertu viedoklis un vērtējums
Biomassas izmantošanas ilgtspējības kritēriju lietošana un pasākumu izstrāde [4]	2 480 378 t _{sausnas} gadā (13,15 TWh) Biokurināmā izmantošanas intensificēšanas potenciāls ir 5 TWh.	Citi pētījumi, CSP dati

Plānošanas dimensija vietējo atjaunojamo energoresursu izmantošanā ir saistīta ar dažāda veida infrastruktūras izvietojumu, izvērtējot vides, sociālos un ekonomiskos aspektus. Latvijas vietējo energoresursu attīstība ir jābalsta uz puduru veidošanas, vides un klimata problēmu integrēšanas un pakāpeniskuma principiem.

Pudura veidošanas princips paredz, ka katrs reģions izvēlas sava energosektora attīstību, integrējot energoapgādes sistēmas attīstības plānu novada vai pilsētas attīstības plānā.

2.3. att. Fosilā kurināmā cenu izmaiņas īstermiņā.





Izmantojot integrēšanas principu, iespējams prognozēt valsts kopējo energosektora attīstību, noārdot energoapgādes reģionālās robežas un izceļot vides aizsardzības un ietekmes uz klimata pārmaiņām problēmas. Šobrīd valstī veiksmīgi ir izveidota fosilā kurināmā izmantošanas sistēma, attīstot dabasgāzes cauruļvadu tīklus. Tāds pats tīklojums ir jāizveido arī enerģētiskās koksnes, salmu un citas biomasas izmantošanai Latvijas enerģētikā.

Balstoties uz izpēti par atjaunojamo energoresursu potenciālu, par šo energoresursu izmantošanas tehnoloģiskajām iespējām, ekonomiskajām un sociālekonomiskajām izmaksām, ir iespējams izvēlēties pasākumus, kas ir jāīsteno īstermiņā, vidējā termiņā vai ilgtermiņā. Pasākumiem ir jābūt tādiem, lai tie nebūtu pretrunīgi un tiktu ieviesti noteiktā secībā.

Enerģētiskās koksnes attīstības tirgus Latvijā ir cieši saistīts ar energoresursu tirgu pasaulē, un fosilā kurināmā tirgus cenu svārstības pasaulē izraisīja to fluktuāciju Latvijā ar nelielu laika nobīdi. Cita cenu svārstību iezīme ir saistīta ar to, ka cenu samazināšanās ietekmē fosilā kurināmā patēriņa pieaugumu, kas savukārt izraisa cenu paaugstināšanos. Loģiska un ekonomiski pamatota fosilā kurināmā cenu izmaiņu ietekme uz Latvijas energosektora attīstību īstermiņā ilustrēta 2.3. attēlā. Tajā nav ņemta vērā politisko partiju ietekme uz fosilā kurināmā tirgu.

Dabasgāzes tirgus sašaurināšanās iespējama arī gadījumā, kad tiek uzsākta mērķtiecīga enerģētiskās koksnes izmantošana reģionos, aizstājot dārgo fosilo kurināmo katrā pagasta, pilsētas un novada katlu mājā.

Koksnes šķeldas izmantošanas attīstības posmi analogi fosilā kurināmā cenu izmaiņām ir ilustrēti 2.4. attēlā.

Šobrīd Latvijā ir pašvaldības, kuras pieņem lēmumus par energoavotu izbūvi, bet pēc pāris gadiem šos lēmumus maina, kaut arī ir iztērēti desmitiem un dažreiz pat simtiem tūkstošu eiro konkursu dokumentācijas un tehnisko specifikāciju izstrādei.

Pašvaldību ieinteresētība koksnes izmantošanā tiek aplūkota no jaunu darba vietu veidošanas, investīciju ieplūšanas jaunās ražotnēs un infrastruktūras attīstības viedokļa.

2.4. att. Koksnes šķeldas izmantošanas attīstības posmi Latvijā.

Enerģētiskās koksnis izmantošanas sistēmiskā analīze

Ieinteresētība enerģētiskās koksnis ieviešanā Latvijā teorētiski pastāv visos līmeņos. Tomēr visvairāk par to tiek domāts zemākajā – vietējo pašvaldību – līmenī. Kaut arī enerģētiskās koksnis ieviešana telpiskās plānošanas dažādos līmeņos dod pievienoto vērtību katram, galvenais iemesls vietējā līmeņa aktivitātēm pašvaldībās ir siltumenerģijas tarifa samazināšanas iespējas. Aktivitātes vietējā līmenī rosina uz darbību novada un reģionālajā līmenī.

Sistēmiskā analīze rāda, ka šķeldas izmantošanas telpiskā dimensija (sākot no vietējā, turpinot reģionālajā un sasniedzot nacionālo līmeni) ir tikai viens no faktoriem, kas ir jāintegrē valsts energosektora attīstībā.

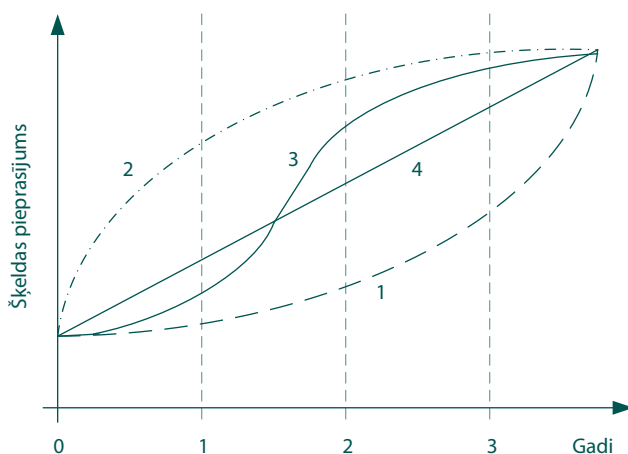
Koksnis izmantošana pašvaldībās ir saistīta ar divu veidu biznesa attīstību. Pirmo vietu ieņem šķeldas pieprasījuma attīstīšana. Ir jāveido jaunas darba vietas un jāīsteno sociālekonomiskie pasākumi, lai katrā pašvaldībā rīcībspējīgie nenodarbinātie iedzīvotāji (darbu zaudējušie) uzsāktu šķeldas sagādes biznesu, tīrot grāvjus, ceļmalas un atmatā atstātos laukus.

Enerģētiskās koksnis ražotņu attīstības iespēju sistēmiskā analīze ir veikta, balstoties uz dažādiem aspektiem:

- šķeldas pieprasījuma pieaugumu;
- šķeldas ražošanas apjoma pieaugumu;
- algu un nodokļu pieaugumu;
- infrastruktūras attīstību no investīciju pieauguma.

Šķeldas pieprasījums vietējā līmeņa pašvaldībās atšķirsies. Tā attīstības modeļi ir grafiski atainoti 2.5. attēlā. Dažās no pašvaldībām šķeldas pieprasījums attīstīsies lēnām, eksponenciāli

2.5. att. Šķeldas pieprasījuma attīstības modeļi pa gadiem.



pieaugot pa gadiem (1. līnija). Citās tas attīstīsies daudz straujāk, jo pašvaldība uzķers iespēju izmantot vietējos energoresursus tūlīt un nekavējoties (2. līnija).

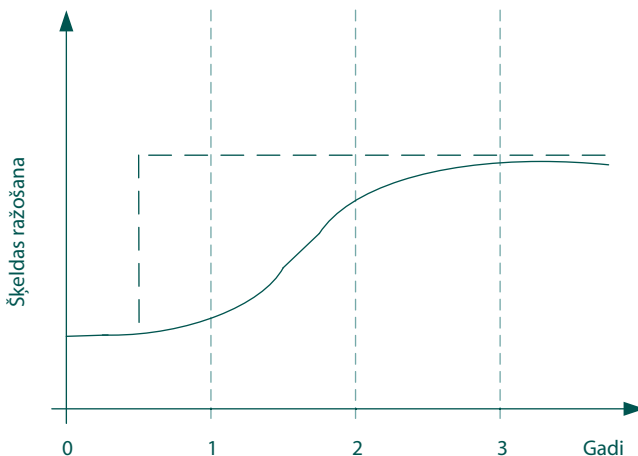
Visbiežāk Latvijā vietējā līmenī sākotnēji būs attīstības kavēšanās, un pēc tam attīstība notiks straujāk (3. līnija). Teorētiski iespējams arī lineārs šķeldas pieprasījuma pieaugums vietējā līmenī (4. līnija). Šķeldas pieprasījuma attīstības modeļa īstenošana ir atkarīga no dažāda līmeņa faktoriem, piemēram, no tehnoloģiju pieejamības nacionālajā līmenī, no darbinieku profesionalitātes vietējā līmenī utt.

Savukārt šķeldas ražošana, visticamāk, attīstīsies atbilstoši "S" burta formas līknei: vispirms lēni uzsākot šķeldas ražošanu un pēc tam turpinot strauji attīstīties (sk. 2.6. attēlu).

Tomēr ir svarīgi saprast, kādas iekārtas būtu jāuzstāda, lai aizstātu dabasgāzi, kādi būs kapitālieguldījumi, kā investīcijas atmaksāsies un vai tas novedīs pie zemākiem siltumenerģijas tarifiem. Ekonomiskie un sociālekonomiskie faktori gan nacionālajā, gan arī vietējā līmenī būtiski ietekmēs šķeldas ražošanas attīstības modeļi, jo tas ir saistīts ne tikai ar importa samazināšanos valsts līmenī, bet arī ar nodarbinātības pieaugumu visos līmeņos.

Koksnes šķeldas ieviešanas sistēma vietējā līmenī ir ilustrēta 2.7. attēlā. Tajā redzamas saites un cilpas, kas saista šķeldas pieprasījuma un ražošanas attīstības modeļus un blakusefektus, kurus izraisa koksnes šķeldas izmantošanas attīstība.

Galvenais problēmas uzstādījums ir koksnes šķeldas pieprasījuma pieaugums, kas veicinās šķeldas ražošanas biznesa attīstību. Tā savukārt palielinās šajā biznesā iesaistīto skaitu. Šķeldu



2.6. att. Šķeldas ražošanas attīstības modelis vietējās pašvaldībās.

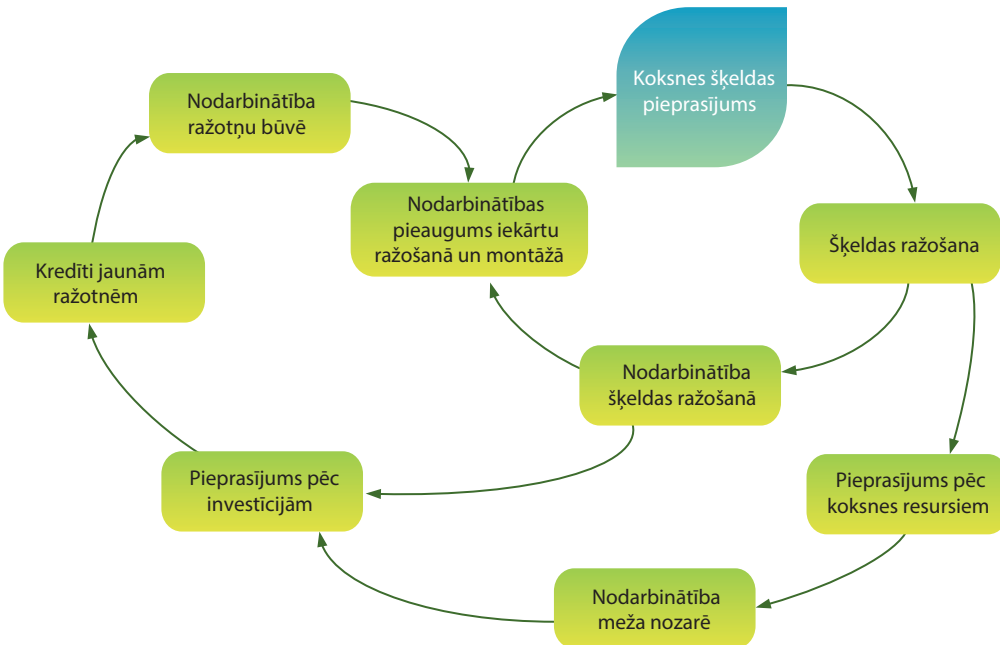
iespējams izmantot siltumapgādes sistēmu enerģētiskajās iekārtās, kuru skaitam ir jāpieaug, un līdz ar to būs jāiesaista vairāk katlu māju būvnieku un iekārtu montāžas speciālistu. Nodarbināto skaita pieaugums sākotnēji attīstīsies lēnām, un laika gaitā, palielinoties šķeldas pieprasījumam, tas pieaugs. Nodarbinātības attīstības modelis šajā sektorā vietējā līmenī attīstīsies pa “S” burta veida likni: vispirms lēni uzsākot šķeldas ražošanu un pēc tam uzsākot strauju attīstību (sk. 2.5. attēlu).

Šķeldas un enerģijas ražošanai ir nepieciešamas tehnoloģiskās iekārtas, kuras var ražot Latvijā (nacionālā līmeņa attīstības kritērijs) vai arī iepirkt ārpus valsts. Neatkarīgi no tehnoloģiju ražotāja atrašanās vietas šķeldas un enerģijas ražošanas biznesa uzsākšanai ir nepieciešamas investīcijas.

Vīzijas izveide valsts līmenī

Vīzijas izstrāde ir viens no galvenajiem energoplānošanas elementiem. Eiropas Komisijai ir skaidra vīzija par turpmāko enerģētikas attīstību Eiropā. Dānija kā pirmā Eiropas valsts ir publicējusi savu vīziju – kļūt neatkarīga no fosilā kurināmā līdz 2050. gadam. Skaidri definētu mērķu izvirzīšana ir pirmais solis uz ilgtspējīgu un ekonomiski līdzsvarotu politiku, kas dos ievērojamu ieguldījumu arī nākamajām paaudzēm.

2.7. att. Koksnes šķeldas ieviešanas sistēma vietējā līmenī.



Mērķus var noteikt:

- valsts līmenī;
- reģionu līmenī;
- atsevišķu pašvaldību līmenī;
- nelielu administratīvo vienību līmenī;
- mājsaimniecību līmenī.

Latvijai kā neatkarīgai valstij šādas vīzijas nav. Latvijas enerģētikas politika ir galvenokārt balstīta uz Eiropas Komisijas izvirzīto mērķu teorētisko sasniegšanu, neanalizējot energoresursu potenciālu, mehānismus šī potenciāla sasniegšanai un neplānojot sistēmisku pieeju rezultāta sasniegšanai.

Latvijā enerģētikas sektora attīstība ir atkarīga no enerģijas patēriņa un energoresursu piegādes un pieejamības. Enerģijas lietotāja struktūru Latvijā raksturo liels enerģijas patēriņš mājsaimniecību, publiskajā un pakalpojumu sektorā, salīdzinot ar samērā nelielu patēriņu lauksaimniecības un rūpniecības sektorā. Tas uzliek īpašus uzdevumus energosektora attīstībai, it īpaši izvēloties energoresursus enerģijas ražošanas un piegādes nodrošināšanai.

Latvijā tiek izmantoti importētie fosilie un atjaunojamie energoresursi. Konkrētu energoresursu izmantošana ir atkarīga no katra reģiona izvēlētās energoapgādes politikas, un kopējais energoresursu patēriņš ir atkarīgs no katra energoresursu veida attīstības reģionos.

Šajā pētījumā iekļautajās enerģijas iekārtās galvenokārt izmanto dabasgāzi (75 %) un koksnes resursus (22 %). Dabasgāzes īpatsvars Rīgas reģionā sasniedz apmēram 91 %, savukārt Kurzemes reģionā ir vislielākā kurināmā diversifikācija, izmantojot ne tikai dabasgāzi un koksnes resursus, bet arī dīzeļdegvielu, ogles, mazutu un citus kurināmos. Tajā pašā laikā Vidzemē galvenokārt izmanto koksnes resursus (apmēram 81 %), kas, iespējams, skaidrojams ar lielo reģiona mežu platību (aptuveni 52 % no kopējās reģiona platības), tāpat kā Kurzemes reģionā.

2008. gadā un 2009. gadā tika izstrādāti divi pētījumi "Atjaunojamo energoresursu izmantošanas iespēju izvērtējums Latvijā līdz 2020. gadam" un "Latvijas atjaunojamo energoresursu izmantošanas un energoefektivitātes paaugstināšanas modelis un rīcības plāns". Abi pētījumi secīgi meklēja alternatīvas, kā Latvijai sasniegt noteiktos Eiropas Savienības mērķus atjaunojamo energoresursu īpatsvara palielināšanā, un analizēja, vai tas ir iespējams, kā arī identificēja galvenos pasākumus energoefektivitātes un AER sektoros.

Pirmajā pētījumā ir analizēti četri energosektora attīstības scenāriji, kuri atšķiras ar politiskajiem uzstādījumiem un atjaunojamo energoresursu īpatsvaru.

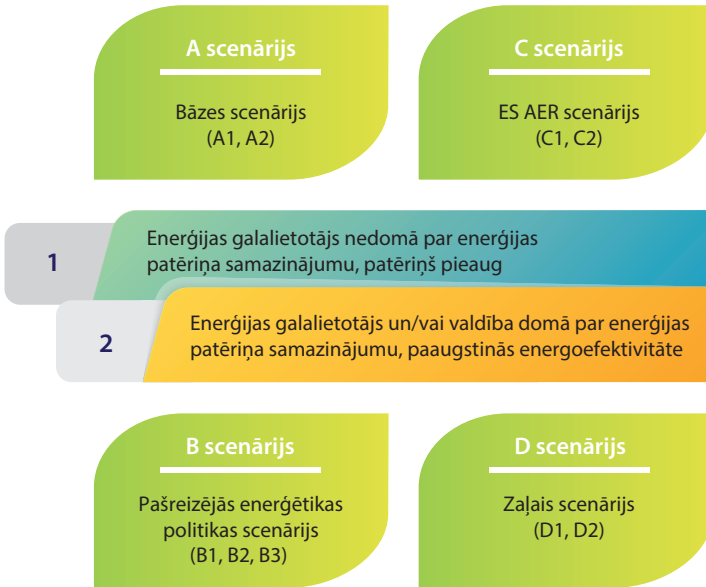
A scenārijs. Šis scenārijs ir t. s. “bāzes” scenārijs, kas ir veidots ar apsvērumu, ka energoapgādes sistēmas attīstība turpināsies, kā līdz šim, un līdz ar to izmaiņas atjaunojamo energoresursu izmantošanas un energoefektivitātes jomā ir minimālas. Netiek īstenoti Eiropas Savienības direktīvās nospraustie mērķi, un netiek izmantoti papildu politikas instrumenti, kas nozīmīgi izmainītu energosektora attīstību. Tādējādi tas faktiski ir scenārijs, kurā parādīts, kas notiks, ja energosektora attīstība turpināsies bez izmaiņām.

B scenārijs. Šis scenārijs ir izveidots, ievērojot 2006. gadā Ministru kabinetā apstiprināto enerģētikas plānošanas dokumentu “Enerģētikas attīstības pamatnostādnes 2007.–2016. gadam”, kas nosaka, kā attīstīsies Latvijas enerģētika nākamajos desmit gados, “Pārvaldes sistēmas operatora ikgadējo novērtējuma ziņojumu”, kas izdots 2008. gadā, kā arī jaunāko Ekonomikas ministrijas izpētes dokumentu, kurā ir izvērtētas atjaunojamo energoresursu izmantošanas iespējas 2020. gadā (B3 scenārijs). Jāatzīmē, ka B scenārijs nav burtisks iepriekš minēto plānošanas dokumentu atspoguļojums, bet ņem vērā tajos plānoto elektrostaciju un koģenerācijas staciju jaudu attīstību, kā arī to, ka atjaunojamo energoresursu izmantojošo avotu attīstība nenotiek saskaņā ar minētajos plānos paredzētajiem laika grafikiem.

C scenārijs. Sasniegts Eiropas Savienības rekomendētais atjaunojamo energoresursu īpatsvars Latvijas energobilancē. Eiropas Savienības speciālisti šobrīd aktīvi strādā pie klimata un enerģijas politikas dokumentu paketes laika posmam, kas definēts kā periods pēc Kioto protokola, un ilgst līdz 2020. gadam. Eiropas Savienības enerģijas un klimata paketē tiks noteikti ierobežojumi katrai valstij, lai mazinātu ietekmi uz klimata pārmaiņām. Latvijai šajā laikā būs jāsasniedz atjaunojamo energoresursu īpatsvars 42 % apmērā no kopējā enerģijas galalietotāju patēriņa.

D scenārijs. Zaļais scenārijs, kurā maksimāli izmantoti atjaunojamie energoresursi. Šis scenārijs ir jāuztver arī kā Latvijas neatkarības scenārijs, jo principā ilustrē iespējas, kā samazināt energoresursu importu un attīstīt vietējos energoresursus.

Scenāriju apkopojums ilustrēts 2.8. attēlā. Katram no scenārijiem ir veikti inženiertehniskie un ekonomiskie aprēķini. Vienam variantam veikta aprites cikla analīze, lai ieskicētu ietekmes uz vidi plašo problēmu loku.



2.8. att. Pētījumā izvirzītie energosektora attīstības scenāriji.

C un D enerģētikas attīstības scenāriju inženiertehniskā analīze rāda, ka tikai gadījumā, ja vienlaikus tiek īstenota energoefektivitātes paaugstināšanas stratēģija un atjaunojamo energoresursu kardinālas izmantošanas stratēģija, ir iespējams pietuvoties Eiropas Savienības noteiktajiem atjaunojamo energoresursu izmantošanas mērķiem. Tikai kardināli pasākumi, piemēram, lielo pilsētu energoavotu (ieskaitot Rīgas TEC-1 un Rīgas TEC-2) rekonstrukcija, mainot fosilo kurināmo uz biomasu, ļauj sasniegt jūtamus rezultātus. Tos sasniegt nav iespējams, ja vienlaikus netiek īstenota atjaunojamo energoresursu īpatsvara palielināšanas politika transporta sektorā.

Ja netiek ieviesti ievērojami energoefektivitātes pasākumi un rezultātā samazināts primāro energoresursu patēriņš, kopējās energoapgādes izmaksas (kas ietver primāro energoresursu un kapitālizmaksas) visu scenāriju 1. alternatīvai (kas paredz, ka netiek būtiski samazināts enerģijas patēriņš) aptuveni pēc 2016. gada pārsniegs visu 2. alternatīvu kopējās izmaksas, neraugoties uz fosilo energoresursu un importētās elektroenerģijas īpatsvaru atbilstošajos scenārijos. Respektīvi, atjaunojamo energoresursu īpatsvara ievērojama palielināšana energobilancē nepalīdzēs izvairīties no kopējo izmaksu kāpuma, ja netiks veikti ievērojami energoefektivitātes pasākumi.

Attīstības scenārijs ar ievērojamu primāro energoresursu patēriņa samazinājumu un vislielāko atjaunojamo energoresursu

2.9. att. Scenāriju CO₂ emisiju līmenis 2020. gadā.



īpatsvaru energobilancē (D2 scenārijs) varētu piedāvāt viszemāko izmaksu energoapgādes sistēmas attīstības ceļu.

Energosektora ietekme uz klimata pārmaiņām ir atkarīga no atjaunojamo energoresursu īpatsvara un enerģijas galalietotāja energoefektivitātes. SEG emisiju samazinājums iespējams tikai variantā, ja valsts vienlaikus veic gan energoefektivitātes pasākumus, gan īsteno atjaunojamo energoresursu īpatsvara palielināšanas politiku.

Scenāriju CO₂ emisiju līmeņa 2020. gadā salīdzinājums ilustrēts 2.9. attēlā. Kā redzams grafiskajā attēlā, 2020. gadā SEG emisiju apjomi ir uzskatāmi par līdzvērtīgiem D1, D2 un C2 scenārijā. Tas nozīmē, ka šie scenāriji ir uzskatāmi par klimatam draudzīgiem.

Rakstā iekļautās daļas pirmēji publicētas promocijas darbā: Dzene I. Latvijas reģionu enerģosistēmu ilgtspējīgas attīstības modelēšana un optimizācija. RTU, 2011. Autori pateicas VPP LATENERGI programmas projektam par iespēju attīstīt rakstu plašākai pieejamībai.

Literatūra

- [1] Vashishthaa S., Ramachandranb M. Multicriteria evaluation of demand side management (DSM) implementation strategies in the Indian power sector. *Energy* 2006; 31:2210–2225.
- [2] Ove Arup and Partners. *Planning for Renewable Energy a Companion Guide to PPS22*. Office of the Deputy Prime Minister UK: Queen's Printer and Controller of Her Majesty's Stationery Office, 2004. See also: <http://www.communities.gov.uk/documents/planningandbuilding/pdf/147447.pdf>.
- [3] Yang M. Demand side management in Nepal. *Energy* 31 (2006) 2677–2698.
- [4] Foo D. C. Y., Tan R. R., Ng D. K. S. Carbon and footprint-constrained energy planning using cascade analysis technique. *Energy* 33 (2008) 1480–1488.
- [5] Fang Y., Zeng Y. Balancing energy and environment: The effect and perspective of management instruments in China. *Energy* 32 (2007) 2247–2261.
- [6] International Institute for Energy Conservation. *Demand Side Management Best Practices Guidebook*, July 2006. See also: <http://www.sidsnet.org/docshare/other/20070110DSMBestpractices.pdf>.
- [7] Institute of Energy Systems and Environment. *Investigation of possibilities for using renewable energy sources in Latvia in 2020 (Atjaunojamo energoresursu izmantošanas iespēju izvērtējums Latvijā līdz 2020. gadam)*, report: 2008. Riga Technical University, Institute of Energy Systems and Environment (http://www.lvaf.gov.lv/faili/petijumi/AER_iespeju_izvertejums_2020_gala_atskaite2.pdf), 2008 (in Latvian).
- [8] *Energy value and use of agricultural waste analysis of prospects and the development of alternative fuels*. FEL, 2006. – 77 pp. *Fuel from renewable resources (ARIK) intensification of use in Latvia, LTD "E& IC", 2006. – 117 pp.*

Enerģijas rīcības plāns

3. Enerģijas pārvaldības sistēmas ieviešana Latvijas pašvaldībās: no teorijas uz praksi

Marika Rošā

Ievads

Pieaugošās enerģijas izmaksas un cenu mainīgums kopā ar samazinātu enerģijas piegādi pastiprina riskus, kas ir saistīti ar enerģijas izmantošanu. Vienlaikus pieaug energoefektivitātes, energopārvaldības un atjaunojamās enerģijas nozīme. Lai ilgtspējīgi un rentabli kontrolētu un samazinātu enerģijas patēriņu, tika izstrādātas dažādas energopārvaldības sistēmas un starptautiski standarti. Viens no šādiem standartiem ir EN ISO 50001:2011 “Energo pārvaldības sistēmas. Prasības un lietošanas norādījumi” (ISO 50001:2011) [1]. Pamatojoties uz šo standartu, tika izstrādātas vadlīnijas energopārvaldības sistēmas ieviešanai Latvijas pašvaldībās. Šī standarta mērķis ir ļaut organizācijām strukturēti izveidot sistēmu un ar pastāvīgiem pasākumiem veicināt energoefektivitātes uzlabošanu.

Ir jāizveido vadlīnijas energopārvaldības sistēmas ieviešanai pašvaldībās, lai atvieglotu energopārvaldības sistēmas ieviešanu. Jāveic analīze, un jāņem par piemēru citu valstu pieredze energopārvaldības sistēmu ieviešanā. Lai noteiktu iespējamās enerģijas ietaupījumus no energopārvaldības sistēmas ieviešanas pašvaldībās, jāveic pašvaldību enerģijas patēriņa analīze dažādās Latvijas pilsētās un reģionālajās pārvaldēs, kurās ir izstrādāts ilgtspējīgas enerģētikas rīcības plāns. Vēlams izveidot vienotu energopārvaldības sistēmas ieviešanas kārtību pašvaldībā, kas ir balstīta uz reģionālās pārvaldes struktūru un enerģijas patēriņa datiem. Jāizstrādā arī politikas instrumenti, lai stimulētu energopārvaldības sistēmu ieviešanu Latvijas pilsētās un reģionālajās pārvaldēs, jāveicina izpratne par energopārvaldības sistēmām, jāsniedz veiksmīgi piemēri un jāinformē par šādas sistēmas ieviešanas pozitīvo ietekmi [3].

Jāpievērš uzmanība vairākiem jautājumiem, kas skar energopārvaldības sistēmu. Piemēram, kā valsts pārvalde var vienkārši un efektīvi iegūt informāciju par reģionālo enerģijas patēriņu un ietaupījumu datus, lai tos iekļautu kopējā valsts

energoefektivitātes mērķi. Valsts līmenī ir jāizveido ilgtspējīgs mehānisms, lai stimulētu energopārvaldības sistēmas ieviešanu pašvaldībās un turpmāk dalītos savā pieredzē ar citām pašvaldībām.

Energopārvaldības sistēma

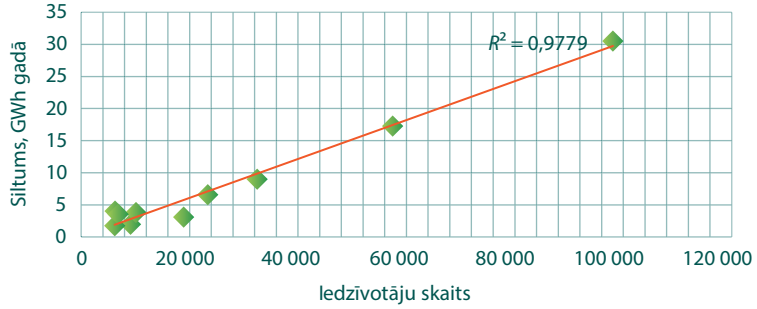
Energopārvaldības sistēma ir saistītu un mijiedarbībā esošu plāna elementu kopums, kas nosaka energoefektivitātes mērķi un šāda mērķa sasniegšanas stratēģiju [4]. Energopārvaldībā ir trīs jomas, kurās tiek veikti uzlabojumi: cilvēki, tehnoloģija un rezultātu novērtēšana. Energopārvaldības sistēmas ieviešana maina cilvēku uzvedību un kultūru, apmāca viņus un uzliek pienākumus. Energopārvaldības sistēmas ieviešanā kā vislabāk pieejamās (energoefektīvākās) tehnoloģijas tiek izvēlētas tehnoloģijas ar ekodizainu, nodrošinot to pareizu ekspluatāciju un uzturēšanu. Energopārvaldības ieviešana paredz veikspējas novērtēšanu, veicot statistikas un datu analīzi. Šos procesus raksturo princips “plāno, dari, pārbaudi, rīkojies”. Energopārvaldības mērķis ir samazināt enerģijas patēriņu; šā mērķa nolūkos ir jāīsteno pasākumi, kas vispirms ir jāplāno un pēc tam jāīsteno. Tomēr pirms pasākumu īstenošanas un plāna izstrādes jānosaka pienākumi šo pasākumu veicējiem, un ir jāizstrādā plāns, kur šīs personas var atrast vadlīnijas. Jānosaka arī uzraudzības veicējs, kā arī jāanalizē, vai šādu pasākumu īstenošana veicinās enerģijas patēriņa mērķa sasniegšanu [5].

Dati

Lai veiktu regresijas analīzi, tika apkopoti enerģijas patēriņa dati no pašvaldību ilgtspējīgas enerģētikas rīcības plāniem. Pašvaldībās, kurās tiek plānota energopārvaldības sistēmu ieviešana, bet enerģijas patēriņa dati nav pieejami, jāizdara pieņēmumi, uz kuru pamata aprēķināt enerģijas ietaupījuma kopējo apmēru šajās pašvaldībās. Veicot regresijas analīzi, izvēlētais visticamākais rādītājs bija pašvaldības enerģijas patēriņš, kas attiecināts uz pilsētas vai reģiona iedzīvotāju skaitu. Pašvaldības enerģijas patēriņš attiecībā uz citiem rādītājiem parādīja nelielu vai vidēju korelāciju. Korelācija starp pašvaldības ēku siltumenerģijas patēriņu un iedzīvotāju skaitu pilsētā vai reģionā ir redzama 3.1. attēlā.

3.1. attēlā ir redzams, ka noteikšanas koeficients (R^2), kas demonstrē korelāciju starp siltumenerģijas patēriņu un pašvaldības iedzīvotāju skaitu, ir lielāks par 0,97. Tas nozīmē, ka šī korelācija ir ļoti tuva. Korelācija starp pašvaldības elektrības

3.1. att. Siltumenerģijas patēriņš pašvaldības ēkās atkarībā no pašvaldības iedzīvotāju skaita (uz x ass – iedzīvotāju skaits; uz y ass – siltumenerģija, GWh gadā).

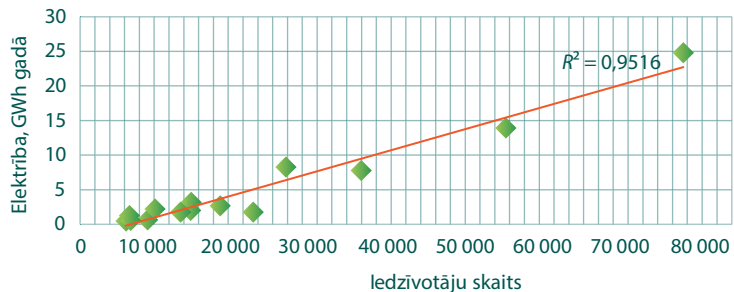


patēriņu un iedzīvotāju skaitu ir redzama 3.2. attēlā. Šajā gadījumā noteikšanas koeficients ir lielāks par 0,95.

Veicot Latvijas pilsētu un novadu pašvaldību siltumenerģijas un elektrības patēriņa datu analīzi, kurus var atrast ilgtspējīgas enerģētikas rīcības plānos, aprēķinātais vidējais siltumenerģijas patēriņš pašvaldības ēkās attiecībā pret pašvaldības iedzīvotāju skaitu ir 304 kWh. Saistībā ar pašvaldības ēku un sabiedrisko vietu apgaismošanai patērēto elektroenerģiju rādītājs ir 219 kWh attiecībā pret pašvaldības iedzīvotāju skaitu. Ja tiek pieņemts, ka energopārvaldības sistēmas ieviešanas gadījumā pirmajā gadā tā sniedz 5 % enerģijas ietaupījumu, tad vidējais siltumenerģijas ietaupījums būtu 15,18 kWh un vidējais elektrības ietaupījums būtu 10,93 kWh.

Lai noteiktu rādītāju, ir jāiegūst enerģijas patēriņa dati no iespējami liela pašvaldību skaita. Siltumenerģijas patēriņa atšķirību viens no iemesliem ir pašvaldības ēku atjaunošana, kas ietver gan siltināto pašvaldības ēku skaitu, gan atjaunošanas pabeigšanas gadu. Elektrības patēriņa līmeņi pašvaldību vidū atšķiras, jo tiek īstenoti dažādi energoefektivitātes pasākumi un atšķiras elektrības daudzums, kas tiek izmantots apkurei un karstā ūdens sildīšanai.

3.2. att. Elektrības patēriņš pašvaldības ēkās atkarībā no pašvaldības iedzīvotāju skaita.



Vadlīnijas

Vadlīnijas ir paredzētas pašvaldībām, lai atvieglotu energopārvaldības sistēmas ieviešanas procesu. Ņemot vērā, ka pašvaldības var izvēlēties, vai tās pieaicina konsultantu energopārvaldības sistēmas ieviešanas procesā, vai arī tiek galā ar saviem spēkiem, pašvaldībām ir jāsniedz sīkāka informācija par energopārvaldības sistēmas ieviešanu.

Pirmkārt, jāpastiprina energopārvaldības sistēmas ieviešanas kārtība pašvaldībā. Pašvaldībai ir jāizveido energopārvaldības sistēmas ieviešanas darba grupa, kas ir iekļauta pašvaldības pārvaldības sistēmā, jānosaka darba grupas pienākumi, kā arī sistēmas robežas un tvērums. Darba grupā ir jābūt pašvaldības darbiniekiem, kas ir atbildīgi par sistēmas attīstību, energoefektivitātes pasākumu īstenošanu un sasniegto rezultātu uzraudzību [5].

Energo pārvaldības sistēma pašvaldībā skar pašvaldības iestādes, vietējo transportu, sabiedrisko vietu apgaismojumu, publiskos iepirkumus utt. Iespējams, ka tā arī skar kapitālsabiedrības, kurās pašvaldībai pieder kapitāldaļas. Sistēma raksturo enerģijas patēriņa datu plūsmu energopārvaldības sistēmas ieviešanai organizatoriskā struktūrā; nosaka īstermiņa un ilgtermiņa enerģijas ietaupījumu mērķus (var būt arī daļa no atjaunojamās enerģijas un CO₂ samazināšanas mērķiem); precizē, vai citi pašvaldības plānošanas dokumenti attiecas uz enerģijas ietaupījumu vai energoefektivitāti kā prioritāti; nosaka energopārvaldības sistēmas robežas; izvērtē vajadzīgos resursus, kas ir nepieciešami sistēmas ieviešanai un uzturēšanai; izveido energopārvaldības finansēšanas un starpnieku piesaistes sistēmu [5].

Enerģijas izmantošanas plānošanas nodaļa sastāv no šādiem galvenajiem punktiem:

- vislielāko enerģijas patērētāju noteikšana;
- galveno speciālistu noteikšana;
- rādītāja noteikšana, lai ievērotu energoefektivitātes uzlabošanas trajektoriju;
- galveno ekspluatācijas parametru noteikšana;
- uzdevumu un mērķu noteikšana;
- enerģētikas rīcības plāna izstrāde;
- datu un rezultātu metodes izvēle;
- apmācības plāna izveide;
- nākamajā periodā paredzamā enerģijas patēriņa aprēķināšana [5].

Galveno enerģijas patērētāju noteikšana paredz:

- cik daudz un kāda veida enerģija tiek izmantota pašvaldībā;

- kur tiek tērēta enerģija;
- kas ir vislielākie enerģijas patērētāji, kādu enerģijas veidu viņi izmanto un kas ietekmē izmantošanu;
- vai ir jāveic energoaudits [5].

3.1. tabula

Energopārvaldības sistēmas ieviešanas pasākumi

Pasākums	Prioritāte	Ieviešanas posms	Nepieciešamais finansējums, EUR
Organizatoriskas izmaiņas	Augsta	1 mēnesis	0
Darbinieku apmācība	Augsta	3 mēneši	200
Enerģijas piegādātāja pārskats	Zema	1 mēnesis	0
Publiski pieejama informācija	Vidēja	Pastāvīgi	300 (gadā)
Individuālā siltuma patēriņa skaitītāja uzstādīšana	Augsta	1 mēnesis	1100

Turpmāk ir jāoptimizē enerģijas patēriņš un jāizstrādā enerģijas patēriņa galvenais scenārijs. Jānosaka augstas, vidējas un zemas prioritātes pasākumi un šo pasākumu īstenošanai nepieciešamais naudas daudzums. Jānosaka pasākumi, kam nav vajadzīgi finanšu ieguldījumi, un, ja tiem ir augsta prioritāte, tie jāīsteno vispirms. 3.1. tabulā ir attēloti augstas, vidējas un zemas prioritātes īstenojamie pasākumi un nepieciešamie naudas līdzekļi.

Dati būtu jāreģistrē tabulā un jāattēlo grafikā. Jāīsteno pasākumi un jāpārbauda rezultāti. Rezultāti jāapkopo pārvaldības pārskatā un jāiesniedz pašvaldības vadībai ikgadējās vai biežāk rīkotās sanāksmēs. Jāinformē atbildīgā ministrija par kopējo enerģijas patēriņu un enerģijas ietaupījumu, lai iekļautu šos ietaupījumus valsts līmeņa energoefektivitātes mērķī [6].

Secinājumi

Energopārvaldības sistēmas ieviešana ir piemērots risinājums, lai nodrošinātu enerģijas ietaupījumu. Lai energopārvaldības sistēmu veiksmīgi ieviestu pašvaldībā, svarīgi ir saņemt politisko partiju atbalstu, iesaistīt dažādu departamentu darbiniekus, samazināt administratīvo procesu, kā arī organizēt regulāras sanāksmes un informatīvās kampaņas.

Pētījuma laikā tika iegūts ticams rādītājs, ar kura palīdzību ir iespējams noteikt iespējamus enerģijas ietaupījumus no energopārvaldības sistēmas ieviešanas pašvaldībās, kurās nav

izstrādātu ilgtspējīgas enerģētikas rīcības plānu un kuras nav informētas par savu enerģijas patēriņu.

Balstoties uz analizēto informāciju un datiem, tika izstrādātas EPS sistēmas ieviešanas pašvaldībās veicināšanas vadlīnijas. Turklāt tika piedāvāts politikas instruments, kas 9 lielākajām pilsētām un reģionālajām pašvaldībām uzliek par pienākumu ieviest un apliecināt energopārvaldības sistēmu saskaņā ar standartu ISO 50001. Tas mudinās citas pašvaldības ieviest energopārvaldības sistēmas.

Turpmāk ir jāizstrādā vienkārša un efektīva sistēma, ar kuras palīdzību valsts pārvalde varēs iegūt enerģijas patēriņa un ietaupījuma datus no pašvaldībām, lai tos varētu iekļaut kopējā valsts energoefektivitātes mērķī. Pašvaldībām, kas ievieš vai ir ieviesušas energopārvaldības sistēmas, ir jāiesaistās pieredzes apmaiņā ar pašvaldībām, kuras joprojām plāno ieviest energopārvaldības sistēmu. Valsts iestāžu pienākums ir izveidot ilgtspējīgu mehānismu, lai stimulētu energopārvaldības sistēmu pašvaldībās. Pārvaldes iestādēm ir jāuzlabo konkurence starp akreditētajām institūcijām, kas ir pilnvarotas apliecināt energopārvaldības sistēmas ieviešanu saskaņā ar standartu ISO 50001.

Rakstā iekļautās daļas pirmēji angļu valodā publicētas žurnālā “Energy Procedia” rakstā “Energy Management System Implementation in Latvian Municipalities: From Theory to Practice” (DOI: 10.1016/j.egypro.2016.09.018). Autori pateicas VPP LATENERGI programmas projektam par iespēju attīstīt rakstu latviešu valodā.

Literatūra

- [1] LVS EN ISO 50001: 2012 Energopārvaldības sistēmas. Prasības un lietošanas norādījumi (ISO 50001:2011). (Rīga: Latvijas valsts standartizācijas iestāde “Latvijas standarts”). 2012.
- [2] Latvijas Republikas Ekonomikas ministrija. Latvijas nacionālās reformu programmas “ES 2020” stratēģijas īstenošanai projekts. Rīga: Valsts kanceleja: 2010.
- [3] Latvijas Republikas Ekonomikas ministrija. Likumprojekts “Energoefektivitātes likums”. Rīga: Valsts kanceleja: 2015.
- [4] Eiropas Parlaments un Padome. Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīva 2012/27/ES (2012. gada 25. oktobris) par energoefektivitāti, ar ko groza Direktīvas 2009/125/EK un 2010/30/ES un atceļ Direktīvas 2004/8/EK un 2006/32/EK. Strasbūra: Eiropas Savienības Oficiālais Vēstnesis 2012.
- [5] McLaughlin L., Stifter R. ISO 50001 Energy Management Systems Training material. Geneva: ISO; 2013.
- [6] Panvini A., Piantoni E. ISO 50001 state of implementation in Europe, benefits and implementation and best practices. Madrid: EnergiAAmbientE; 2014.

4. ISO 50001 piemērošana ilgtspējīgas enerģētikas rīcības plānu īstenošanai

Ilze Dzene, Līga Žogla, Marika Rošā

Ievads

Šobrīd pašvaldībām ir grūtības apkopot vēsturiskos datus par enerģijas patēriņu. Datu vākšana ir laikietilpīga, un dažos gadījumos datu kvalitāte ir zema. Tāds varētu būt gadījums, kad, piemēram, dati ir pieejami tikai par vienu gadu vai kad pašvaldība var sniegt informāciju tikai par daļēju enerģijas patēriņu sabiedriskajās ēkās. Šī iemesla dēļ ir jārod risinājums, kā nodrošināt enerģijas datu kvalitāti, lai varētu izvēlēties atbilstošus pasākumus enerģijas patēriņa un CO₂ emisiju samazināšanai.

Simtiem pašvaldību visā Eiropā ir pievienojušās Pilsētu mēru paktam (angļu val. *the Covenant of Mayors* jeb *CoM*) iniciatīvai un ir izstrādājušas ilgtspējīgas enerģētikas rīcības plānu (*SEAP*), kura mērķis ir samazināt CO₂ emisijas par vismaz 20 % līdz 2020. gadam. Šai iniciatīvai ir pievienojušās deviņpadsmit Latvijas pašvaldības, un tām visām ir izstrādāti un apstiprināti *SEAP*. Tomēr lielais pakta parakstītāju skaits nenozīmē, ka tiks sasniegti izvirzītie mērķi. Vietējām pašvaldībām ir nepieciešama apņemšanās, kā arī spēja atrast un izmantot pieejamos līdzekļus, lai finansētu nepieciešamos uzlabojumus [1]. Šis pētījums ir vērsts uz to, kā palielināt spēju ne tikai finansēt, bet arī organizēt nepieciešamās darbības, izmantojot energopārvaldību, kas tiek pastiprināta, pieņemot starptautisko standartu ISO 50001. Cits jautājums, kas aplūkots šajā pētījumā, ir saistīts ar ticamu datu pieejamību, lai varētu novērtēt *SEAP* ieviešanas rezultātus, aprēķinot attiecīgos enerģijas rādītājus.

Pētījuma metodoloģija

Pētījuma metodoloģijā ir izmantotas tradicionālās energopārvaldības sistēmas kopā ar ISO 50001 noteikumiem. Ir ierosināts veidot jaunu enerģijas pārvaldības sistēmu, pamatojoties uz standartā aprakstītajām procedūrām, un galvenā uzmanība ir pievērsta mērāmu enerģijas indikatoru lietojumam, kā to ir ieteikuši *Neves* un *Leal* 2010. gadā [2].

Energopārvaldības sistēmu ieviešana palīdz samazināt enerģijas izmaksas, samazināt ietekmi uz vidi, uzlabot iekšējo klimatu un darba apstākļus, kā arī veidot pozitīvu pašvaldības tēlu [3]. Galvenais energopārvaldības mērķis ir uzlabot enerģijas patēriņa

organizēšanu un kontroli. Energopārvaldība ietekmē organizatoriskās darbības un tehniskās procedūras, kā arī uzvedības modeļus, lai samazinātu organizācijas kopējo enerģijas patēriņu.

Energopārvaldības shēmas

Pastāv vairākas energopārvaldības shēmas un organizatoriskie modeļi. Atbilstošu shēmu izvēle ir atkarīga no pašvaldības lieluma, esošās organizatoriskās struktūras, esošajām zināšanām, kapacitātes, cilvēku un finanšu resursu pieejamības [4], [5]. Turpmāk šajā pētījumā ir sniegti daži tipiski energopārvaldības shēmu modeļi – sākot no vienas motivētas personas kā enerģijas pārvaldītāja pašvaldībā līdz struktūrvienībai, kas nodarbojas ar enerģijas datu vākšanu, SEAP pasākumu ieviešanu un rezultātu uzraudzību.

Vienkāršas datu vākšanas un analīzes sistēmas ieviešana

Parasti novērotā situācija pašvaldībās ir tāda, ka enerģijas ražošanas un patēriņa datus savāc dažādas pašvaldību struktūrvienības un tālāk tos nosūta grāmatvedības nodaļai. Turklāt informācija netiek analizēta. Bieži vien siltuma mērierīces netiek uzstādītas nedz sabiedriskajās un dzīvojamajās ēkās, nedz apkures iekārtās. Dati bieži vien satur tikai informāciju par kurināmā iegādi, turklāt ļoti bieži tie ir aptuveni. Šajā situācijā ir svarīgi izveidot uzticamu un funkcionālu datu vākšanas sistēmu, reģistrējot siltuma ražošanas un patēriņa datus apkures iekārtā un katrā ēkā, kas ir pieslēgta apkures sistēmai. Lai varētu reģistrēt saražoto un patērēto enerģiju, siltuma mērīšanas ierīču uzstādīšana ir obligāta. Ar šo vienkāršo pasākumu iespējams ietaupīt līdz pat 10 % enerģijas [6]. Turpmāk īsi raksturoti četri galvenie energopārvaldības posmi.

Sistēmas izstrāde (plāno!). Ir vairākas iespējas, kā datus iegūt un reģistrēt. Datus var apkopot grāmatvedība, tomēr efektīvāk ir iecelt vienu personu, kas ir atbildīga par energopārvaldību. Šai personai jāmeģina izstrādāt datu vākšanas sistēmu, kas prasītu minimālus ieguldījumus, lai iegūtu maksimālo attiecīgās informācijas apjomu.

Datu vākšana (dari!). Atbildīgajai personai jābūt skaidrai idejai un izpratnei par informāciju, kas ir jāsavāc. Siltuma mērīšanas ierīču uzstādīšana nodrošina katras ēkas faktisko enerģijas patēriņu (kWh mēnesī, nedēļā vai dienā), bet ir svarīgi arī savākt informāciju par kurināmā patēriņu, kvalitāti, katlu efektivitāti utt. Tikai visaptveroša informācija ļaus veikt pienācīgu datu analīzi, izdarot secinājumus un plānojot nepieciešamās darbības [4].

Datu analīze (pārbaudi!). Apkopotie dati ir jāapstrādā un jāanalizē. Tas ļaus izvairīties no situācijām, kad katla efektivitāte ir nereāli augsta (vairāk nekā 100 %) vai ir pārāk zema (zem 50 %). Savāktie dati ir savstarpēji salīdzināmi, un tie ir jāsalīdzina ar vēsturiskajiem datiem un, ja iespējams, ar citām ēkām citos reģionos. To sauc par salīdzinošo novērtēšanu [7].

Secinājumi un rīcības maiņa (rīkojies!). Atkarībā no datu analīzes atbildīgā persona var izdarīt secinājumus un plānot rīcības virzienu. Analizējot datus par enerģijas patēriņu, pašvaldība varēs noteikt ēkas, kurās energoefektivitātes pasākumi būtu jāīsteno kā prioritāte. Turklāt katras ēkas enerģijas patēriņa uzskaitē nodrošina, ka enerģijas lietotāji maksā par faktiski patērēto enerģijas daudzumu. Izmaksas par apkuri (siltumenerģijas tarifs) daudzdzīvokļu mājās, kuras pieder pašvaldībai, bieži vien ir mazākas par faktiskajām siltuma ražošanas un pārvades izmaksām.

Centralizētas uzraudzības un energopārvaldības sistēmas ieviešana

Enerģijas patēriņa samazināšana ēkā un noteiktu ietaupījumu sasniegšana ir iespējama, ja pašvaldībā tiek īstenota ēkas enerģijas patēriņa centralizēta uzraudzība gan par patēriņu dienā un nedēļā, gan mēnesī un gadā. Energoapgādes finansējuma un līgumattiecību shēmas pašvaldības ēku iekārtošanai piemērs ir parādīts 4.1. attēlā.

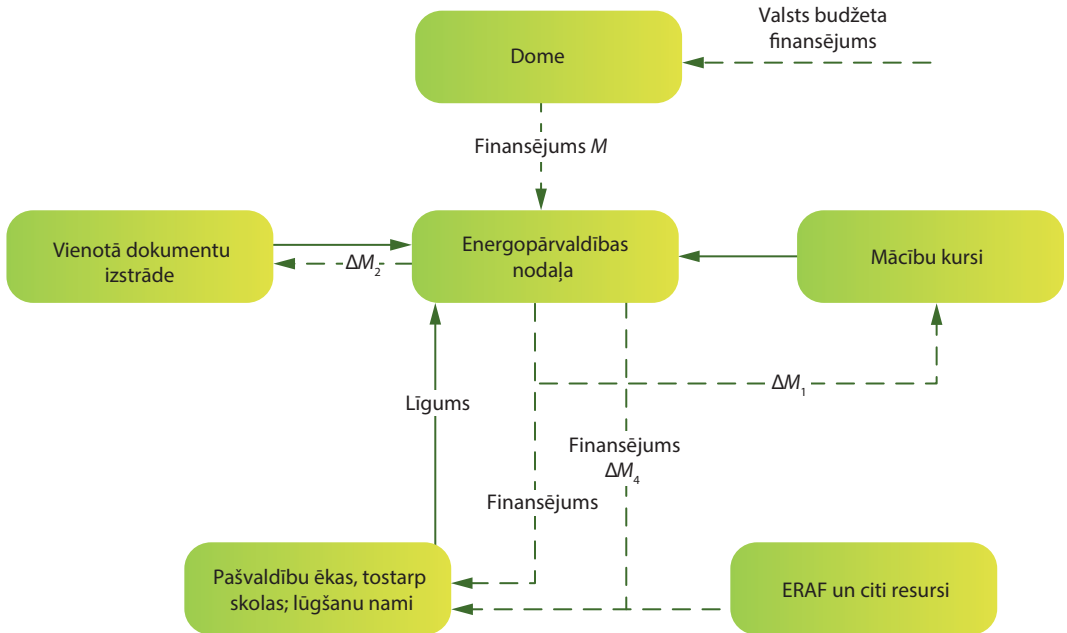
Kā redzams 4.1. attēlā, viena no iespējām ir izveidot energopārvaldības nodaļu. Sākotnēji tā varētu nodarbināt tikai vienu personu – nodaļas vadītāju, pakāpeniski palielinot nodaļas darbinieku skaitu, kad tiktu iegūts attiecīgais finansējums. Energoapgādes nodaļā strādājošā persona būtu atbildīga par siltumapgādes uzņēmumu operatoru vadību un pašvaldības ēku pārvaldniekiem (cilvēkiem, kas ēkā veic ikdienas energoapgādi). Šīs struktūrvienības galvenie uzdevumi ir plānot un sasniegt enerģijas ietaupījumus un regulāri ziņot par progresu pašvaldības vai pilsētas domei.

Uzraudzības un energopārvaldības izdevumi tiktu segti no enerģijas ietaupījumiem. Kopējais budžets, ko pašvaldība tērē enerģijai (elektrība, siltums un/vai kurināmais), nemainīsies, tomēr tam arī nebūs vajadzīgi papildu līdzekļi. Šī shēma būs izdevīga ilgtermiņā (sk. 4.1. vienādojumu):

$$M = M_{\text{cons}} + \sum_{k=1}^5 \Delta M_k, \quad (4.1.)$$

kur

M – enerģijas pašreizējās kopējās izmaksas, EUR gadā;



M_1 – apmācību kursu un sistēmas izveide un uzturēšana, EUR gadā;
 M_2 – iepirkumu sistēmas izveide (un atjaunināšana), EUR gadā;
 M_3 – energopārvaldības nodaļas uzturēšana, EUR gadā;
 M_4 – energoefektivitātes pasākumu līdzfinansējums, EUR gadā;
 M_5 – energopārvaldības sistēmas izmaksas, EUR gadā;
 M_{cons} – patērētās enerģijas izmaksas, EUR gadā.

4.1. att. Pašvaldības ēku energoapgādes finansējuma un līgumattiecību shēmas piemērs [6].

Starptautiskais standarts ISO 50001

Pirms ISO 50001 ieviešanas bija vairāki mēģinājumi izstrādāt kopīgu energopārvaldības sistēmu. Sākumā atsevišķas valstis vai reģioni izstrādāja savus standartus savām vajadzībām, tomēr trūka vispārējā regulējuma starptautiskajā līmenī. Pašvaldībām ir ievērojama ietekme uz energopārvaldības sistēmām, jo tās var vai nu atvieglot, vai kavēt šo procesu. Kopš 2000. gada ir vērojama strauja valstu energopārvaldības standartu attīstība [8], [9].

2011. gada jūnijā tika izstrādāts ISO 50001 starptautiskais standarts, lai nodrošinātu vienotu energopārvaldības sistēmu. Tajā precizētas obligātas prasības energopārvaldības sistēmai, piemēram, enerģētikas politikai, enerģētikas mērķiem, uzdevumiem un rīcības plāniem par enerģijas izmantošanu [10]. Līdz šim standartu izmantoja galvenokārt rūpniecības nozares organizācijas un uzņēmumi [11]. Citu starptautisku vides pārvaldības

standartu ISO 14001 izmanto, lai uzlabotu organizāciju, uzņēmumu un pašvaldību energoefektivitāti [12]. Tomēr pēdējais standarts koncentrējas uz vispārējiem vides rādītājiem un mazāk uz enerģijas jautājumiem. Tāpēc šajā pētījumā autori pētījuši iespēju piemērot ISO 50001 pašvaldību energopārvaldības shēmām. Tālāk ir sniegts enerģijas rādītāju kopums, ko var izmantot pašvaldības, un tiek analizēti rezultāti saistībā ar ISO 50001. Tāpat raksturotas divas vienkāršas energopārvaldības shēmas un to dažādo organizatorisko modeļu piemēri Ventspils un Liepājas pašvaldībās.

Rezultāti analizēti, izmantojot Saldus novada pašvaldībai izstrādāto metodiku. Šīs pašvaldības energopārvaldības sistēma tiek vērtēta SEAP īstenošanas kontekstā, piemērojot atlasītos enerģijas indikatorus, lai varētu izmantot ISO 50001 aprakstītās procedūras.

Rezultāti

Enerģijas rādītāji

Enerģijas rādītājus vietējā ilgtspējīgas enerģijas plānošanā var izmantot gan kā novērtējumu, gan kā rīcības plānošanas instrumentu. Pašvaldības indikatorus galvenokārt izmanto diagnostikas nolūkos, pievēršot mazāk uzmanības rādītāju uzraudzībai. Rādītāju kā lēmumu pieņemšanas kritēriju izmantošana, lai izvēlētos rīcības plānā iekļautās darbības, vēl nav praksē īpaši izplatīta [2].

Polikarpova [13] ir sniegusi astoņus svarīgus enerģijas indikatorus, kas būtu jāņem vērā, ieviešot ISO 50001 procedūras

4.1. tabula

Energo pārvaldības rādītāji standarta ieviešanai pašvaldībā SEAP kontekstā

Rādītājs	Vienība
Īpatnējais siltumenerģijas patēriņš	kWh/m ² gadā
Īpatnējais elektroenerģijas patēriņš	kWh/m ² gadā
Enerģijas patēriņš uz vienu iedzīvotāju	MWh uz iedzīvotāju
AER daļa kopējā enerģijas ražošanā	%
Renovēto ēku īpatsvars kopējā ēku skaitā	%
Veloceliņu garums kopējā ceļu tīklā	%
Energoefektīva apgaismojuma daļa kopējā apgaismojuma patēriņā	%

pašvaldībā, kur ir izstrādāts *SEAP*. Šie rādītāji tiek izmantoti, lai novērtētu pašvaldības energoefektivitātes rādītājus, un tos var izmantot, lai veiktu salīdzinošo novērtēšanu gan starp ēkām, gan pašvaldības administratīvajām vienībām. Pārskats par izvēlētajiem rādītājiem ir sniegts 4.1. tabulā.

Divi alternatīvi energopārvaldības organizēšanas modeļi – Latvijas pašvaldību gadījumu izpēte

Šajā nodaļā ir apskatītas divas Latvijas pašvaldības – Ventspils un Liepāja –, kuras ir ieviešas atšķirīgas energopārvaldības organizācijas sistēmas. Abas pilsētas ir starp septiņām lielākajām Latvijas pilsētām un ir valsts rietumu daļas divas lielākās pilsētas.

Ventspils pilsētas vadība ir viens un galvenais lēmumu pieņēmējs. 2011. gadā tika nolemts organizēt publisko ēku vadītāju un tehniskā personāla apmācības. Iniciatīva nāca no Ventspils pilsētas domes un bija obligāta visiem publisko ēku pārvaldniekiem. Apmācības nodrošināja profesionāli pasniedzēji energoefektivitātes, iekštelpu klimata un ventilācijas sistēmu jomā. Tika organizēti divi mācību kursi 2011. gadā un 2013. gadā. Pēc apmācībām dalībniekiem bija jākārto eksāmens. Šī prasība motivēja pielikt lielākas pūles pētījumos un sasniegt labākus rezultātus. Pēc apmācībām ēku vadītājiem un tehniskajiem darbiniekiem tika lūgts izmantot jaunās zināšanas, lai īstenotu energoefektivitātes pasākumus savās ēkās. Obligāta prasība bija saglabāt labus mikroklimatiskos apstākļus ēkās. Paralēli tika uzsākta plaša ēku energoefektivitātes monitoringa un iekštelpu klimata uzlabošanas (CO₂ koncentrācija, temperatūra) programma. Uzraudzību veica ārējais auditors, kas apstiprināja ēku pārvaldnieku sasniegtos rezultātus.

Cita Latvijas pašvaldība – Liepāja – uzsāka savu enerģijas pārvaldības programmu pēc *SEAP* izstrādes. Viens no pasākumiem bija saistīts ar enerģijas datu monitoringa sistēmas izveidi un šīs sistēmas ieviešanu pašvaldībā. Liepājas pašvaldības īpašumā ir 65 sabiedriskās ēkas, no kurām 56 ir atjaunotas pēdējo gadu laikā. 54 ēkām, kas savienotas ar pilsētas siltumapgādes sistēmu, tika piemērota enerģijas patēriņa uzraudzības sistēma. Šīm ēkām aprēķināts kopējais gada siltumenerģijas patēriņš (MWh), īpatnējais siltuma patēriņš (kWh/m² gadā) un ietaupījumi salīdzinājumā ar iepriekšējo gadu (%).

Tā kā lielākā daļa ēku Liepājā tika atjaunotas ar mērķtiecīgu ieguldījumu dotācijām, noteiktie ietaupījumi bija obligāti. Lai sasniegtu plānoto enerģijas ietaupījumu, pašvaldība nolēma

sākt energopārvaldības programmu un iecelt vienu personu, kas darbosies kā energopārvaldnieks un uzņemsies atbildību par nepieciešamo darbību īstenošanu. Visas ēkas tika aprīkotas ar datu reģistrētājiem temperatūras, mitruma un CO₂ līmeņa mērījumiem. Reģistrētā informācija elektroniski tika nosūtīta enerģijas pārvaldītājam, kurš to analizēja. Tika veiktas trīs ēku tehniķu apmācības par ēku pienācīgu darbību pēc renovācijas. Tika izdota arī pilsētas domes regula par laba mikroklimate nodrošināšanu ēkās. Enerģijas patēriņa uzraudzītāja darbam tika izstrādāts datu analīzes rīks.

Lai motivētu ēku tehniķus un pārvaldniekus panākt vēl lielāku enerģijas ietaupījumu, daļa no ietaupītās naudas tika atdota atpakaļ ēkai. Atdodamā summa varēja sasniegt līdz pat 15 % no uzkrājuma budžeta, ko varēja izmantot ēku pārvaldnieku algām. Atlikušo budžetu varēja izmantot tehniskās apkopes darbiem, aprīkojuma iegādei vai papildu enerģijas taupīšanas pasākumu finansēšanai.

Energoapārvaldības sistēmas izmantošana atbilstoši ISO 50001 Saldus pašvaldībā

Iedzīvotāju skaita ziņā Saldus pašvaldība ir viena no desmit lielākajām pašvaldībām Latvijā. 2014. gada janvārī iedzīvotāju skaits bija aptuveni 27,2 tūkstoši. Pašvaldība atrodas Latvijas dienvidrietumu daļā un sastāv no 16 teritoriālajām vienībām – 15 lauku teritorijām un Saldus pilsētas. 43 % iedzīvotāju dzīvo pilsētā. Lauku teritorijas pārvalda 13 vietējās pārvaldes [14].

Iedzīvotāju skaits ir svarīgs faktors, jo tas ietekmē to darbinieku skaitu, kuri būtu jāiesaista energoapgādes pakalpojumu sniegšanā. Tas sarežģī enerģijas piegādi un lietošanu. Lai varētu ieviest energopārvaldības standartu, ļoti svarīga ir informācijas apmaiņa un komunikācija starp daudzajām vietējām administratīvajām vienībām.

Novērtējot iespēju ieviest energoapgādes pārvaldības standartus šajā konkrētajā pašvaldībā, jāņem vērā pašvaldības pašreizējā funkcija enerģētikas nozarē. Saldus pašvaldība ir enerģijas patērētāja, enerģijas ražotāja un piegādātāja. Turklāt viena no tās funkcijām ir arī siltumenerģijas tarifu regulēšana. Piemērojot ISO 50001 procedūras, jāņem vērā visas šīs lomas.

Saldus pašvaldības SEAP norādīts, ka ir jāpiesaista enerģijas pārvaldnieks. Energoapārvaldnieks novērtēs esošo datu vākšanas un pieejamības sistēmu, un, pamatojoties uz šo analīzi, tiks izveidota centralizēta datu vākšanas sistēma, kurā apkopotu

informāciju no visām iesaistītajām organizācijām. Pašlaik enerģijas datu vākšana ir daļēji centralizēta, un to veic pašvaldības grāmatvedība. Tomēr apkopotā informācija nav izvērtēta un analizēta. Energo pārvaldnieka uzdevums būtu nodrošināt, ka informācija ir pārredzama un skaidra un ka analizētie dati un analīzes secinājumi tiek pārvērsti enerģijas ietaupījumos. Energo pārvaldniekam vajadzētu cieši strādāt ar darba grupu, kas atbildīga par SEAP pasākumu īstenošanu (sk. 4.2. attēlu). Saskaņā ar 4.2. attēlā redzamo organizatorisko modeli vietējo pārvaldes iestāžu pārstāvji ir atbildīgi par enerģijas datu vākšanu un nodošanu pašvaldības energo pārvaldniekam.

Arī uzņēmumiem, kas pilnībā vai daļēji pieder pašvaldībai, ir pienākums sniegt informāciju energo pārvaldniekam. Tie ir komunālo pakalpojumu uzņēmumi (SIA "Saldus namu pārvalde"), ūdens un atkritumu apsaimniekošanas uzņēmums (SIA "Saldus komunālserviss") un centralizētās siltumapgādes uzņēmums (SIA "Saldus siltums"). SEAP darba grupu vada pašvaldības izpilddirektors.

Atkarībā no pašvaldības lieluma un iesaistīto institūciju skaita mainās energo pārvaldības struktūras sarežģītība. Mazāk apdzīvotās pašvaldībās ierosinātā struktūra būs vienkāršāka. Papildus organizatoriskām darbībām SEAP ietver arī tehniskās aktivitātes, kuras jāīsteno, lai samazinātu CO₂ emisijas. Daži no tehniskajiem pasākumiem ir saistīti ar standarta ISO 50001 ieviešanu. Tie ietver:

- siltuma mērīšanas ierīču uzstādīšanu vietējās apkures iekārtās;
- siltuma mērīšanas ierīču uzstādīšanu ēkās, kurās tiek izmantota centralizēta siltumapgādes sistēma;
- reģistra izveidi, lai uzskaitītu koka baļķu patēriņu apkurei;
- uzmanības pievēršanu kurināmā kvalitātei un ar to saistīto parametru reģistrēšanu;
- ielu apgaismojuma īpašumtiesību jautājuma risināšanu;
- apmācību par elektroenerģijas taupīšanu nodrošināšanu darbiniekiem;
- iekštelpu apgaismojuma nomaiņu pret efektīvākām sistēmām;
- energo auditu veikšanu ēkās ar visaugstāko īpatnējo enerģijas patēriņu.

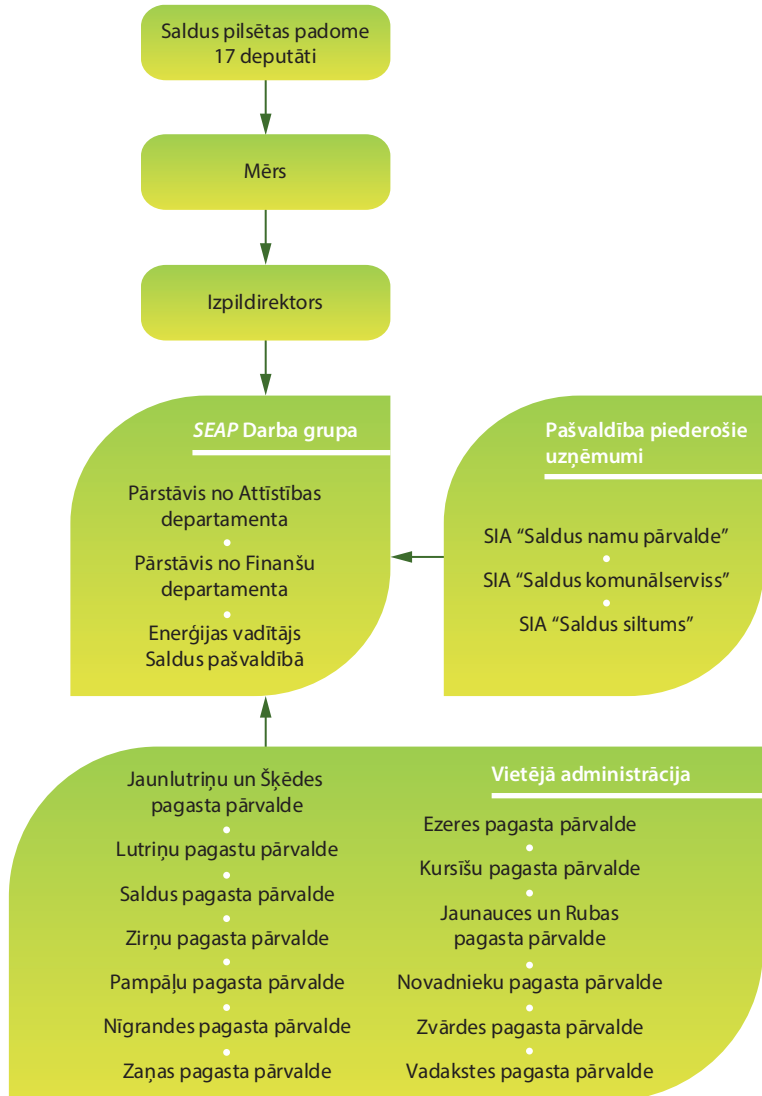
Lai Saldus pašvaldībā sāktu pieņemt ISO 50001, pirmais solis ir domes oficiāls lēmums. Starp SEAP darbībām un standartizācijas procedūru var panākt labu sinerģiju. Standartizācija nozīmē noteiktas procedūras noteiktā laika posmā. Procedūru

noteikšana var ietekmēt enerģijas patēriņu un ātrāku CO₂ emisiju samazināšanos.

Pirmajos soļos ir būtiski izveidot stingras saziņas procedūras visos līmeņos – domē, vietējās pārvaldes iestādēs, organizācijās un uzņēmumos. Citi sagatavošanās darbi, kas Saldus pašvaldībai jāveic, ir siltuma mērīšanas ierīču uzstādīšana un centralizētas informācijas uzglabāšanas datu bāzes izveide.

Energo pārvaldnieka uzdevums būs kontrolēt datu ievadi, analizēt tos un sagatavot pārskatus. Šajā datubāzē vai datu analīzes

4.2. att. Saldus pašvaldības SEAP ierosinātā organizatoriskā struktūra.



rīkā vajadzētu arī aprēķināt enerģijas rādītājus, kas būtu jāizmanto salīdzinošās novērtēšanas nolūkos. Datubāzē jābūt vismaz informācijai par iedzīvotāju skaitu katrā apgabalā, informācijai par enerģētikas uzņēmumu (siltumapgādes rūpnīcu, koģenerācijas staciju) ik mēnesi radīto enerģiju, patērēto kurināmo, patērēto elektroenerģiju un siltumenerģiju, apsaimniekojamo ēku skaitu, transportlīdzekļu skaita izmaiņām, degvielas patēriņu utt.

Diskusija

Uzņēmumi līdz šim ir piemērojuši starptautisko standartu ISO 50001, taču procedūras ir elastīgas, un to var veiksmīgi piemērot arī dažādām organizācijām, tostarp pašvaldībām. Enerģijas datu pieejamībai ir izšķirīga nozīme pasākumu plānošanā un to īstenošanas uzraudzībā. Datu trūkumu var novērst, ieviešot integrētus datus kā daļu no energopārvaldības sistēmas. Jāturpina izmantot apkopoto informāciju, lai aprēķinātu izmērāmus enerģijas rādītājus.

Pašvaldību energosistēmas novērtējumam atbilstošu rādītāju kopums ir pieejams un pārbaudīts Saldus pašvaldībā. Sistēma darbosies tikai tad, ja pastāvēs integrēts pašvaldības organizatoriskais un administratīvais modelis. Tādēļ standartizētu procedūru izmantošana (kā noteikts ISO 50001) ir svarīga veiksmīgas, funkcionējošas un efektīvas energopārvaldības sistēmas ieviešanai pašvaldību līmenī. Tas veicinās efektīvāku SEAP īstenošanu. Lai atvieglotu energopārvaldības standartu ieviešanu pašvaldībās, būtu ļoti noderīga visaptverošas vadlīnijas ar pakāpeniskām procedūrām un piemēriem. Šajās vadlīnijās jāietver arī enerģijas rādītāju kopums, kas jāizmanto, lai novērtētu un identificētu pašvaldības energosistēmas kritiskās daļas.

Secinājumi

SEAP ir labs pamats ISO 50001 procedūru ieviešanai pašvaldībā. Tas ir tāpēc, ka lielākā daļa informācijas, kas nepieciešama sekmīgai energopārvaldībai, jau ir strukturēta SEAP. Lai gan ir vērojama laba sinerģija starp SEAP izstrādi un standartizāciju saskaņā ar ISO 50001, tomēr tas notiek tikai tad, ja SEAP darbības ir vērstas uz energopārvaldības sistēmas ieviešanu vai pilnveidošanu pašvaldībā.

Rakstā iekļautās daļas pirmēji angļu valodā publicētas žurnālā "Energy Procedia" rakstā "Application of ISO 50001 for Implementation of Sustainable Energy Action Plans" (doi.org/10.1016/j.egypro.2015.06.016). Autori pateicas VPP LATENERGI programmas projektam par iespēju attīstīt rakstu latviešu valodā.

Literatūra

- [1] Christoforidis G. C., Chatzisavvas K. Ch., Lazarou S., Parisses C. Covenant of Mayors initiative – Public perception issues and barriers in Greece, *Energy Policy* 2013; 60:643–655.
- [2] Neves A. R., Leal V. Energy sustainability indicators for local energy planning: Review of current practices and derivation of a new framework, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2010; 14:2723–2735.
- [3] Ates S. A., Durakbasa N. M. Evaluation of corporate energy management practices of energy intensive industries in Turkey, *Energy* 2012; 45:81–91.
- [4] Dzene I., Rosa M., Blumberga D. How to select appropriate measures for reductions in negative environmental impact? Testing a screening method on a regional energy system. *Energy* 2011; 36(4):1878–1883.
- [5] Vigants H., Blumberga D., Veinbergs I. Demand Side Management in Pellet Production: Internal and External Factors. *Environmental and Climate Technologies* 2014; 14:30–35.
- [6] Blumberga D., Barisa A., Rosa M., Dzene I., Energy planning guidelines of Vidzeme Planning Region, Report of the project “Wood Energy and Cleantech” 2012:17.
- [7] Zahare D., Rosa M. Analysis of Energy Intensive Enterprises under EU Emission Trading System in Latvia. *Scientific Journal of Riga Technical University. Environmental and Climate Technologies* 2012; 7(1):125–132.
- [8] Mey J., How can we facilitate the introduction of energy management systems (EnMS), EGEE 2011 Summer study 2011:759–766.
- [9] Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU), *Energy Management in Practice*, Germany 2012.
- [10] ISO 50001:2011(E). International standard, energy management systems – requirements with guidance for use. International Organization for Standardization 2011.
- [11] Gopalakrishnan B., Ramamoorthy K., Crowe E., Chaudhari, S., Latif H. A structured approach for facilitating the implementation of ISO 50001 standard in the manufacturing sector, *Sustainable Energy Technologies and Assessments* 2014; 7:154–165.
- [12] Lozano M., Vallés J. An analysis of the implementation of an environmental management system in a local public administration, *Journal of Environmental Management* 2007; 82: 495–511.
- [13] Polikarpova I., Energy management systems (ISO 50001) application of local energy consumption reduction goals, Bachelor Thesis, Riga Technical University, Institute of Energy Systems and Environment 2014:61.
- [14] Sustainable Energy Action Plan of Saldus municipality 2014–2020, Saldus municipality 2013:2–66.

5. Elektromobiļu ieviešana Latvijas pašvaldībās: aptaujas rezultāti

Aiga Barisa, Marika Rošā

Ievads

Pāreja uz elektrisko mobilitāti ir galvenā stratēģija, lai sasniegtu vērienīgos transporta dekarbonizācijas mērķus, kas iekļauti Eiropas Komisijas Baltajā grāmatā [1]. Šobrīd Eiropā ir apmēram 200 000 elektrisko transportlīdzekļu un 63 250 hibrīda elektrisko transportlīdzekļu [2]. Starptautiskā Enerģētikas aģentūra ir aprēķinājusi, ka elektrisko transportlīdzekļu pasažieru īpatsvars līdz 2020. gadam varētu sasniegt 2 % no kopējo vieglo automobiļu skaita jeb aptuveni 20 miljonus [3].

Neraugoties uz pozitīvo ietekmi uz vidi, alternatīvo degvielu ieviešana kopumā ir liels izaicinājums. Dažādi šķēršļi, tostarp tehniskie, finansiālie, organizatoriskie un administratīvie, politiskie un juridiskie, kā arī fiziskie šķēršļi, kavē plašāku ilgtspējīga transporta izmantošanu [4].

Valsts iestādes ir svarīgs virzītājspēks, lai panāktu enerģijas galapatēriņa efektivitāti [5]. Elektriskās mobilitātes ieviešana publiskajā sektorā varētu dot nozīmīgu stimulu, palīdzot pārvarēt esošos šķēršļus (piemēram, sociālo pieņemšanu) un stimulēt pāreju uz oglekļa mazieltīpīgu ekonomiku. Turklāt elektriskā mobilitāte var veicināt elektrisko slodžu maiņu, atjaunojamo enerģijas avotu integrāciju un CO₂ emisiju samazināšanu Latvijā, izmantojot transporta sistēmas tīklu, kā parādīts [6], [7]. Tādēļ šis pētījums ir vērsts uz publiskā sektora transportlīdzekļu parku. Šī pētījuma mērķis ir novērtēt pirmos soļus elektriskās mobilitātes ieviešanā Latvijas pašvaldībās.

Latvijā elektromobilitāte ir tās agrīnajā attīstības stadijā. Tas galvenokārt attiecas tikai uz elektriskā sabiedriskā transporta (tramvaju un trolejbusu) izmantošanu trīs lielākajās Latvijas pilsētās iedzīvotāju skaita ziņā (Rīga, Daugavpils un Liepāja) un elektrificētajām dzelzceļa līnijām. Elektrisko automobiļu ienākšana tirgū ir bijusi diezgan lēna. Elektrisko transportlīdzekļu skaits 2013. gadā bija 10, 2014. gadā tie bija 15 transportlīdzekļi, savukārt 2015. gadā – 188. Pieaugums 2015. gadā, salīdzinot ar

iepriekšējo gadu, bija valsts atbalsta programmas dēļ. Programma paredzēja subsīdijas elektrisko transportlīdzekļu iegādei un uzlādes infrastruktūras attīstībai gan valsts, gan privātajā sektorā. Kopumā tika saņemti 112 projekti, kur kopējais elektrisko automašīnu skaits bija 208. Finansiālais atbalsts bija 35–85 % apmērā no kapitāla izmaksām. Šajā pētījumā tika apkopota programmas dalībnieku elektrisko transportlīdzekļu izmantošanas pieredze. Tas tika paveikts, izmantojot aptauju, kuras mērķis bija apkopot lietotāju viedokļus un attieksmi pret jaunajiem elektriskajiem automobiļiem.

Metodika

Aptauja sastāvēja no 21 jautājuma, kas tika iedalīti trīs sadaļās. Pirmā jautājumu grupa bija par pašvaldību autoparka tehniskajiem datiem, tostarp elektriskajiem transportlīdzekļiem. Otrā jautājumu grupa tika izstrādāta, lai precizētu lietotāju paradumus un attieksmi par elektriskajiem transportlīdzekļiem. Trešā jautājumu grupa bija paredzēta, lai izprastu pašvaldību motivāciju piedalīties valsts atbalsta programmā, kā arī novērtētu esošos šķēršļus, kas kavē plašāku elektrisko transportlīdzekļu izmantošanu. Aptauja sastāvēja no atvērta tipa jautājumiem, jautājumiem ar atbilžu variantiem un Likerta skalas jautājumiem.

Lūgums aizpildīt aptauju tika nosūtīts elektroniski 55 valsts iestādēm (pašvaldību administrācijām, universitātēm, komunālajiem dienestiem u. c.), kuriem tika piešķirts valsts atbalsts elektrisko transportlīdzekļu iegādei. Uzaicinājums tika nosūtīts atbildīgajām personām pašvaldību attīstības departamentos. Tika piedāvātas trīs iespējas aptaujas aizpildīšanai:

- aizpildot tiešsaistes aptaujas veidlapu, izmantojot *visidati.lv*;
- aizpildot anketu elektroniskā vai drukātā dokumenta versijā;
- izmantojot telekonferenci.

Pēc sākotnējā uzaicinājuma tika saņemti 16 pašvaldību, pašvaldību iestāžu un sabiedrisko iestāžu rezultāti. Lai palielinātu respondentu skaitu, atgādinājums tika izplatīts atkārtoti pa elektronisko pastu un tālruni. Rezultātā aizpildītas aptaujas tika saņemtas no 24 respondentiem (44 % no visiem). 15 atbildes tika saņemtas elektroniski, no tiešsaistes sistēmas tika saņemtas 8 atbildes un viena atbilde – telekonferences ceļā.

Rezultāti

Turpmākajās sadaļās aptaujas rezultāti ir raksturoti pa trim jautājumu grupām.

Tehniskā informācija

Respondentu transportlīdzekļu parkā dominē dīzeļdzinēju automobiļi (55 %), kam seko benzīna dzinēju automobiļi (31 %), sašķidrinātās naftas gāzes (LPG) automobiļi (6 %) un elektriskie transportlīdzekļi (8 %). Automašīnas vidējais vecums ir 7 gadi, un transportlīdzekļu parks tiek atjaunots reizi 2–20 gados atkarībā no respondenta. Gandrīz puse respondentu (46 %) atzina, ka elektriskais transportlīdzeklis netika nopirkts, lai aizstātu kādu šobrīd izmantotu transportlīdzekli. 42 % atbildēja, ka elektriskais transportlīdzeklis aizstāj iepriekš izmantoto parasto automašīnu. 12 % respondentu atbildēja, ka elektriskā automašīna aizstās pašreiz izmantoto tradicionāli darbināmo automašīnu pēc tās ekspluatācijas laika beigām. Starp iegādātajiem elektriskajiem transportlīdzekļiem vispopulārākais 2014. gadā bija *Volkswagen e-up!* modelis (81 %), kam sekoja *Mitsubishi i-MiEV* (7 %), *Nissan E-NV200: 1* (5 %), *Citroen Berlingo III FG Elektro* (5 %) un *Nissan Leaf* (2 %). Elektriskie transportlīdzekļi parasti tiek uzlādēti no regulārām kontaktligzdām. No 9 apstiprinātajiem projektu priekšlikumiem valsts atbalsta programmā tika uzstādītas tikai trīs publiski pieejamas ātrās uzlādes stacijas.

Elektrisko transportlīdzekļu izmantošana

Visi elektriskie transportlīdzekļi tiek izmantoti ikdienas darba vajadzībām (komunālie un sociālie pakalpojumi, pārbaudes). Parasti elektrisko automobiļi tiek izmantoti vai nu bez jebkādiem ierobežojumiem, vai tos lieto ierobežots cilvēku skaits.

Elektrisko transportlīdzekļu ikdienas nobraukums respondentu vidū atšķiras. 36 % aptaujāto nobrauc no 6 km līdz 20 km, bet 23 % respondentu nobrauc vidēji 51–70 km vienā braucienā. 27 % respondentu neatbilst nevienai no minētajām grupām, jo nav skaidri definēts attālums, tas svārstās no 6 km līdz 70 km. Kopumā nevienam no respondentiem brauciena attālums nepārsniedz 90 km. Tas bija maksimālais brauciena attālums, ko norādīja respondenti. Tomēr jāatzīmē, ka elektriskie transportlīdzekļi tika iepirkti aukstajā sezonā, un aptauja tika veikta agrā pavasarī, tādēļ var uzskatīt, ka maksimālais nobraukums vienā uzlādē vasaras laikā varētu būt lielāks. 5.1. tabulā ir attēlota respondentu attieksme pret elektrisko transportlīdzekļu lietošanu.

Saskaņā ar rezultātiem 91,2 % piekrīt, ka, braucot ar elektriskajiem transportlīdzekļiem, detalizētāk jāplāno braucieni, ņemot vērā ierobežoto nobraukumu ar vienu akumulatora uzlādi. 65,3 % arī piekrīt, ka laiks, kas pavadīts elektrisko

5.1. tabula

Dalībnieku procentuālā daļa, kas norāda piekrišanas pakāpi attiecībā uz apgalvojumiem par elektromobiļa (ETL) izmantošanu.

Apgalvojums par elektrisko transportlīdzekļu lietošanu	Kategoriski nepiekrītu	Piekrišanas pakāpe, %			Pilnībā piekrītu
		Nepiekrītu	Nav viedokļa	Piekrītu	
ETL nobraukuma limits ietekmē ikdienas aktivitātes	4,4	0,0	4,4	26,1	65,1
Laiks, kas pavadīts ETL uzlādēšanai, ietekmē ikdienas aktivitātes	13,0	8,7	13,0	26,1	39,2
Palielinās automobiļu uzturēšanas izmaksas	43,4	17,4	34,8	0,0	4,4
Degvielas izmaksas ir ievērojami zemākas salīdzinājumā ar tradicionālajiem automobiļiem	4,4	8,7	17,4	30,4	39,1
ETL funkcionalitāte samazinās aukstā laikā	13,1	8,2	0,0	21,9	56,8
Braucošs ETL rada interesi no sabiedrības puses	0,0	4,4	13,0	56,5	26,1
Pasažieru un kravas pārvadājumi ar ETL ir limitēti	8,7	13,0	13,0	43,5	21,8

transportlīdzekļu uzlādei, ietekmē ikdienas darbību plānošanu. Vairums respondentu nav novērojuši ievērojamu automobiļu uzturēšanas izmaksu pieaugumu salīdzinājumā ar parastajiem automobiļiem. Tomēr trešdaļa respondentu (34,8 %) nespēj salīdzināt uzturēšanas izmaksas. Tas varētu būt tāpēc, ka elektriskais transportlīdzeklis pie īpašnieka ir bijis nosacīti īsu laiku. 69,5 % respondentu ir pozitīvi novērtējuši degvielas izmaksu samazinājumu salīdzinājumā ar fosilā kurināmā automobiļiem. 78,7 % respondentu piekrīt, ka aukstajā sezonā maksimālais nobraukums ar vienu uzlādi ir mazāks. Vislielākā neskaidrība bija saistīta ar citu elektrisko transportlīdzekļu funkcionalitātes aspektu, t. i., automašīnas izmēru. 65,3 % respondentu piekrīt, ka mašīnas lielums ir ierobežojošs faktors pasažieru un preču pārvadājumiem. Savukārt 21,7 % nepiekrīt šim apgalvojumam. Atsevišķu viedokļu atšķirības var izskaidrot ar respondentu izmantoto elektrisko transportlīdzekļu modeļu atšķirībām. 82,6 % aptaujāto piekrīt, ka elektriskie transportlīdzekļi uz ielas piesaista sabiedrības interesi.

Kā elektrisko transportlīdzekļu pozitīvo pusi respondenti minēja piemērotību pilsētas braucieniem, jo tie ir labi

manevrējami. Lietotāji pozitīvi novērtēja automobiļu spēju ātri uzsilt ziemas sezonā, strauji paātrināties, un tiem ir labi braukšanas un bremzēšanas režīmi, kā arī tie samazina gaisa piesārņojumu. Kā pozitīvs aspekts tika novērtēta arī spēja uzlādēt transportlīdzekļus mājās vai citur, pieslēdzot standarta elektrības kontaktligzdai. Turklāt respondenti elektroenerģijas izmaksas definēja kā zemas. Papildu aprīkojums, piemēram, borta dators, priekšējais vējstikla sildītājs, klimata kontrole un navigācija, tika minēts kā priekšrocība. Tajā pašā laikā elektrisko transportlīdzekļu klusais braukšanas režīms tika novērtēts neviennozīmīgi. Respondenti to minēja kā pozitīvu aspektu attiecībā uz mašīnas vadītāju un pasažieriem, bet vienlaicīgi kā negatīvu aspektu gājējiem un dzīvniekiem.

Galvenie respondentu minētie elektrisko transportlīdzekļu trūkumi bija uzlādes infrastruktūras trūkums, ilgāks degvielas uzpildes laiks, salīdzinot ar parasto automašīnu, un ierobežots nobraukums ar vienu uzlādi. Respondenti arī pamanīja faktu, ka tehniskajās specifikācijās sniegtā informācija ne vienmēr atbilst reālajiem datiem (galvenokārt attiecībā uz nobraukumu), kā arī to, ka elektriskie automobiļi tirgū ir jauni un ir maz pieredzes to izmantošanā. Tādējādi nav skaidrs, kādus trūkumus var sagaidīt nākotnē, neskatoties uz garantiju.

Motivācija un turpmākā attīstība

5.2. tabulā parādīts respondentu viedoklis par elektrisko transportlīdzekļu iegādi motivējošajiem faktoriem. No konkrētajiem motivējošajiem faktoriem kā svarīgus vairumā gadījumu respondenti norādīja gaisa piesārņojuma samazināšanos, ieguldījumu valstu klimata un enerģētikas politikas mērķos un ieguldījumu reģionālajā attīstībā. 58,3 % aptaujāto novērtēja savu ieguldījumu pašvaldības “zaļajā tēlā”, kas tad arī bija galvenais motivējošais faktors elektrisko transportlīdzekļu iegādei. Kā otrs svarīgākais motivējošais faktors tika minēta iespēja samazināt degvielas izmaksas, pārejot no tradicionālā fosilā kurināmā automobiļa uz elektrisko.

Novērtējot dažādu šķēršļu nozīmi, kas aizkavē elektrisko transportlīdzekļu plašāku ieviešanu, visi respondenti puda viedokli, ka vissvarīgākie vai ļoti svarīgi aspekti ir cena, tehniskie ierobežojumi un vājā uzlādes infrastruktūra. Informācijas trūkums par elektriskajiem transportlīdzekļiem kā svarīgs aspekts bija 56,0 % respondentu, bet citi atbildēja, ka tas vispār nav svarīgi vai parasti nav svarīgi. 5.1. attēlā redzami apkopotajās atbildēs minētie visnozīmīgākie šķēršļi.

5.2. tabula

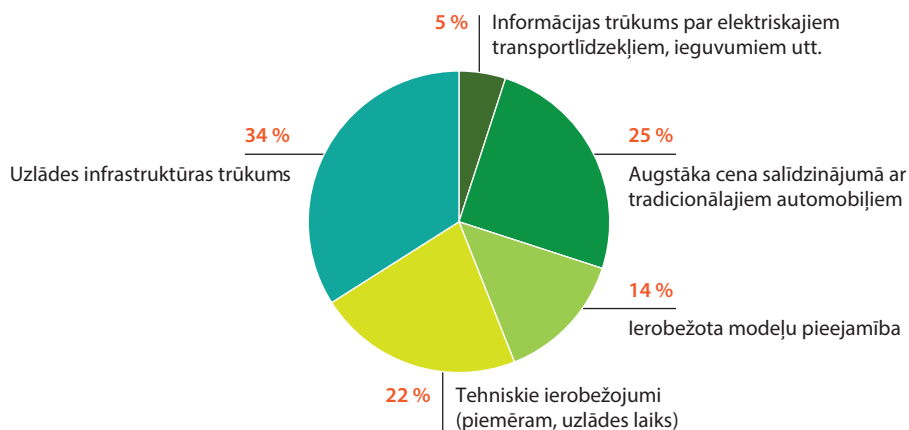
Dalībnieku procentuālā attiecība, norādot elektromobiļu iegādes motivācijas pakāpi

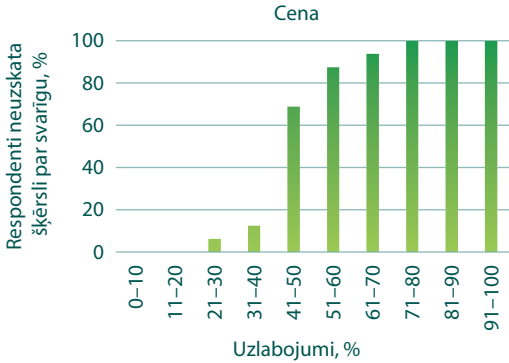
Motivācija	Nozīmīguma pakāpe, %				
	Nepavisam	Mazliet	Nav viedokļa	Daudz	Dominējošs
Gaisa piesārņojuma samazināšana pašvaldībā	0,0	4,2	0,0	70,8	25,0
Ieguldījums valsts klimata un enerģētikas politikas mērķu sasniegšanā	0,0	0,0	8,3	66,7	25,0
Ieguldījums vietējās pašvaldības politikas mērķos	0,0	4,2	8,3	66,7	20,8
Ieguldījums reģionālajā attīstībā	0,0	12,5	12,5	62,5	12,5
Ieguldījums pašvaldības "zaļajā tēlā"	4,2	4,2	0,0	33,3	58,3
Iespēja samazināt degvielas izmaksas	4,2	4,2	0,0	45,8	45,8

Tālāk respondentus lūdza novērtēt nepieciešamās izmaiņas, lai viņi iepriekš minētos šķēršļus neuzskatītu par nozīmīgiem elektrisko transportlīdzekļu izmantošanas ieviešanā. Rezultāti ir apkopoti 5.2. attēlā. Katram 5.2. attēlā redzamajam grafikam ir pievienots paskaidrojošs teksts. Tāpat tas tika darīts aptaujā.

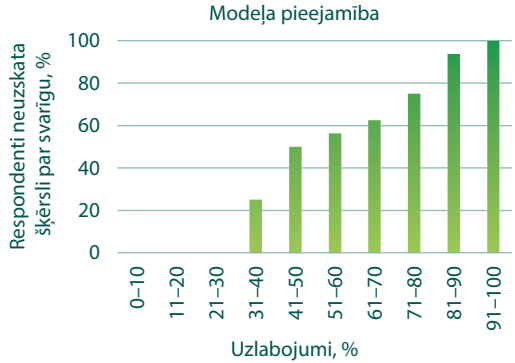
Balstoties uz respondentu atbildēm, rezultāti liecina, ka katru no identificētajiem šķēršļiem var novērst, nodrošinot dažādus uzlabojumus. Runājot par elektrisko transportlīdzekļu cenu, respondenti ir atzinuši, ka izmaksu samazinājums virs 40 % ievērojami uzlabotu attieksmi potenciālo lietotāju vidū. Piemēram, ja elektriskās automašīnas cena būtu par 41 % līdz 50 %

5.1. att. Šķēršļu nozīme elektrisko transportlīdzekļu ieviešanā (%).

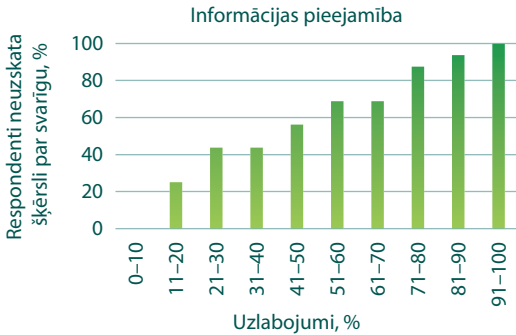




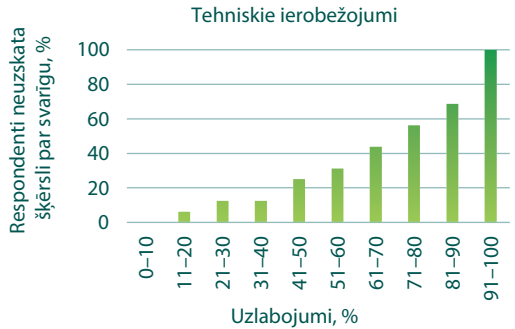
a) Augstāka cena, salīdzinot ar tradicionālajām automašīnām. 0 % – cena var saglabāties esošajā līmenī, un tā nav šķērslis [piemēram, *Volkswagen e-up!* standarta cena ir 21 000 EUR (bez PVN)]. 100 % – situācija, kad elektroautomobili iespējams iegūt bez maksas.



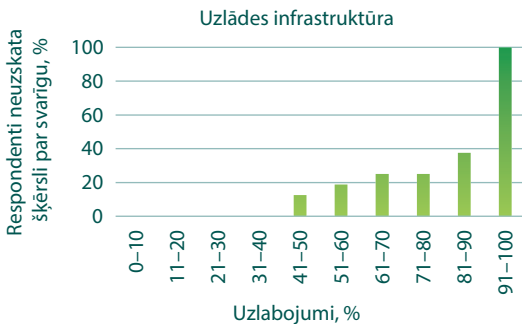
b) Ierobežotas izvēles iespējas attiecībā uz modeļu pieejamību tirgū. 0 % – modeļu pieejamība saglabājas esošajā līmenī un ierobežotas izvēles iespējas nav šķērslis. 100 % – izvēles iespējas ir līdzvērtīgas kā tradicionālajām automašīnām.



c) Informācijas trūkums par elektroautomobiļiem, to priekšrocībām u. c. 0 % – informācijas pieejamība var saglabāties esošajā līmenī un tās trūkums nav šķērslis. 100 % – publiski ir brīvi pieejama detalizēta informācija latviešu valodā par elektroautomobiļiem, uzlādes stacijām un ar tiem saistītiem jautājumiem.



d) Tehniski ierobežojumi (piemēram, uzlādes laiks). 0 % – esošā situācija, kad lielākā daļa uzlādes staciju ir lēnās uzlādes stacijas (~8 h). 100 % – situācija, kad lielākā daļa uzlādes staciju ir ātrās uzlādes (līdz 30 min.) vai superātrās (baterijas nomaīņa) uzlādes.



e) Uzlādes infrastruktūras neesamība pietiekamā apmērā. 0 % – uzlādes staciju pieejamība var saglabāties esošajā līmenī un tās trūkums nav šķērslis. 100 % – uzlādes staciju skaits ir pietiekams, lai neradītu ierobežojumus (t. i., stāvvietās, uz lielceļiem u. c.).

5.2. att. Šķēršļu samazināšanas ietekme uz elektrisko transportlīdzekļu ieviešanu: cenu ietekme (a); modeļa pieejamība (b); informācijas pieejamība (c); uzlādes laiks (d); infrastruktūras pieejamība (e).

mazāka nekā pašlaik, gandrīz 70 % respondentu elektrisko transportlīdzekļu ieviešanu neuzskatītu par šķērslī (sk. 5.2.a attēlu). Cenu barjera pilnīgi zaudē savu nozīmīgumu, ja izmaksas tiek samazinātas par 71 % līdz 80 %. Attiecībā uz elektriskā transportlīdzekļa modeļa pieejamību (sk. 5.2.b attēlu), ir nepieciešami uzlabojumi par 31 % līdz 40 % salīdzinājumā ar pašreizējo situāciju. Pakāpeniski pieaugot elektrisko automobiļu modeļu skaitam, šķērslis pakāpeniski samazinās. Līdzīgu lineāri pieaugošu tendenci var novērot, ja uzlabo ātras uzlādes infrastruktūras pieejamību un informācijas pieejamību (sk. 5.2.c un 5.2.e attēlu). Šos šķēršļus labākajā gadījumā var pilnībā novērst, tomēr, ņemot vērā pastāvīgo infrastruktūras attīstību un informācijas pieejamību, var sagaidīt pakāpeniskus uzlabojumus. Tikmēr elektrisko transportlīdzekļu uzlādēšanas infrastruktūras trūkums liek veikt ievērojamus uzlabojumus salīdzinājumā ar pašreizējo situāciju, lai pārvarētu šķēršļus. Balstoties uz aptaujas rezultātiem, ja uzlabojumi tiktu mainīti 41 % līdz 90 % apmērā, tad tikai gandrīz 40 % potenciālo elektrisko transportlīdzekļu lietotāju attieksme mainītos.

Visbeidzot, 5.3. tabulā ir sniegts respondentu viedoklis par nepieciešamajiem valsts politikas atbalsta pasākumiem elektrisko transportlīdzekļu plašākai iegādei. Vairums respondentu uzskata, ka finansiāls atbalsts transportlīdzekļu iegādei ir izšķirošs, lai tie veidotu lielāku tirgus daļu. Arī citi ekonomiskie motivatori, piemēram, nodokļu politika, būtu motivējošs faktors lielākajai daļai respondentu. Tāpat fosilā kurināmā cenas

5.3. tabula

Procentuālā respondentu daļa, kas norāda atbalsta politikas pasākuma nozīmes pakāpi

Atbalsta politikas pasākums	Nozīmīguma pakāpe, %				
	Nepavisam	Mazliet	Nav viedokļa	Daudz	Dominējošs
Valsts finansiālais atbalsts (piemēram, līdzfinansējums elektrisko transportlīdzekļu iegādei)	0,0	0,0	0,0	8,3	91,7
Fosilā kurināmā cenu kāpums	0,0	8,3	16,7	54,2	20,8
Nodokļu atlaides un līdzīgi stimuli elektriskajiem transportlīdzekļiem	0,0	8,3	0,0	37,5	54,2
Informācijas pieejamība par elektrisko transportlīdzekļu tehniskajiem aspektiem, izmaksām un ieguvumiem	4,2	25,0	4,2	54,2	12,4
Skaidra valsts politika un nostāja	4,2	4,2	4,1	50,0	37,5

pieaugums būtu nozīmīgs signāls, kā uzskata 75 % respondentu, kā arī skaidra nostāja valsts līmenī attiecībā uz elektrisko mobilitāti ir svarīga 87,5 % aptaujāto. Valsts uzsāktās informatīvās kampaņas kā svarīgas novērtēja 66,6 % respondentu, savukārt 25 % respondentu novērtēja to nozīmi kā mazvērtīgu.

Secinājumi un diskusija

Elektrisko automobiļu lietošanas pieredze Latvijā tikai sāk uzkrāties. 2014. gadā īstenotā valsts atbalsta shēma elektrotransportlīdzekļu iegādei bija pirmā svarīgā iniciatīva, lai veicinātu elektrisko transportlīdzekļu izmantošanu autotransportā. Pētījuma mērķis bija vērtēt elektriskās uzlādes automašīnu līdzekļu ieviešanu un izmantošanu Latvijas pašvaldībās. Šī iemesla dēļ tika izstrādāta un izplatīta aptaujas anketa valsts iestādēm, kurām piešķirts finansiāls atbalsts valsts atbalsta programmā. Aptaujas rezultāti raksturo elektrisko transportlīdzekļu lietošanas pozitīvos un negatīvos aspektus, motivāciju ieviest elektromobilitāti savā pašvaldībā un arī ar to saistītos šķēršļus.

Kopumā aptaujas rezultāti saskan ar iepriekšējiem pētījumiem par šķēršļiem elektrisko transportlīdzekļu ieviešanā, lai gan vērojamas nelielas atšķirības. Kādā pētījumā [8] kā vislielākās bažas aptaujātie minēja elektrisko transportlīdzekļu akumulatoru diapazona ierobežojumus (33 %), kam sekoja augstas izmaksas (27 %) un uzlādes infrastruktūras nepilnības (17 %). Šie rezultāti saskan ar citu pētījumu [9], kurā konstatēts, ka elektriskā transportlīdzekļa cena un braukšanas diapazons ir elektrisko transportlīdzekļu būtiski trūkumi. Šiem secinājumiem piekrituši attiecīgi 55,9 % un 44,9 % respondentu. Turklāt 28 % piekrita, ka elektrisko transportlīdzekļu visbūtiskākais trūkums ir uzlādes laiks. Saskaņā ar aptaujas rezultātiem, kas aprakstīti [10], elektrisko transportlīdzekļu publiskās uzlādes infrastruktūras attīstīšanai ir pozitīva ietekme uz patērētāju vēlmi iegādāties šādu automašīnu. Tomēr vairāki dalībnieki minēja, ka ir svarīgi, lai automašīnu pa nakti būtu iespējams uzlādēt mājās. Šis jautājums tika uzdots Kanādas aptaujā [11]. Autori konstatēja, ka publiskajām uzlādes stacijām acīmredzot nav vissvarīgākā loma elektrisko automobiļu iegādē. Viņi ierosināja tādu politiku, kuras mērķis ir palielināt uzlādes pieejamību mājās, tādā veidā veicinot elektromotoru izmantošanu vairāk nekā tad, ja tiktu vērsta uzmanība tikai uz valsts mēroga uzlādes infrastruktūru.

Autoru izpratnē, atšķirības starp šo pētījumu rezultātiem var izskaidrot, ņemot vērā dažādus infrastruktūras pieejamības

pamatnosacījumus, kā arī vispārējo ekonomisko situāciju, jo šīs aptaujas tika veiktas ASV un Kanādā. Turklāt mērķauditorija bija privātie automobiļu lietotāji, nevis valsts un pašvaldību sektors, kā šajā pētījumā.

Pētījuma rezultātus var izmantot turpmākajos zinātniskajos un praktiskajos pētījumos. Tā kā šis ir pirmais šāda veida novērtējums Latvijā, šī pētījuma rezultātus var izmantot, lai veicinātu politikas lēmumu pieņemšanu ilgtspējīga transporta un enerģētikas nozarē. No zinātniskā viedokļa, aptaujas rezultātus var integrēt politikas analīzes modeļos, piemēram, sistēmdinamikā, kuru mērķis ir veicināt elektrisko transportlīdzekļu izmantošanu, lai varētu redzēt patērētāju pielāgošanās spēju.

Rakstā iekļautās daļas pirmēji angļu valodā publicētas žurnālā "Energy Procedia" rakstā "Introducing Electric Mobility in Latvian Municipalities: Results of a Survey" (doi.org/10.1016/j.egypro.2016.09.015). Autori pateicas VPP LATENERGI programmas projektam par iespēju attīstīt rakstu latviešu valodā.

Literatūra

- [1] European Commission. White Paper Roadmap to a single European transport area – Towards a competitive and resource efficient transport system. Brussels, 28.3.2011 COM(2011) 144 final.
- [2] Meyer G. Electric mobility in Europe. Available: http://www.irena.org/remap/IRENA_REmap_presentation_EVwebinar_Meyer_2015.pdf [13.09.2015.].
- [3] Global EV Outlook, Understanding the electric vehicle landscape to 2020. International Energy Agency; 2013.
- [4] Banister D. Overcoming barriers to the implementation of sustainable transport, In: Rietveld P, Stough RR, editors. Barriers to sustainable transport: Institutions, regulation and sustainability. UK: Spon Press; 2005.
- [5] Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing directives 2004/8/EC and 2006/32/EC. Official Journal of the European Union 2012; L315:1–56.
- [6] Udrene L., Bazbauers G. Role of vehicle-to-grid systems for electric load shifting and integration of intermittent sources in Latvian power system. Energy Procedia 2015;72:156–162.
- [7] Barisa A., Rosa M., Laicane I., Sarmins R. Application of low-carbon technologies for cutting household GHG emissions. Energy Procedia 2015; 72:230–237.
- [8] Egbue O., Long S. Barriers to widespread adoption of electric vehicles: An analysis of consumer attitudes and perceptions. Energy Policy 2012; 48:717–729.
- [9] Carley S., Krause R. M., Lane B. W., Graham J. D. Intent to purchase a plug-in electric vehicle: A survey of early impressions in large US cities. Transport Res D-Tr E 2013; 18:39–45.

- [10] Krupa J. S., Rizzo D. M., Eppstein, Lanute D. B., Gaalema D. E., Lakkaraju K., Warrender C. E. Analysis of a consumer survey on plug-in hybrid electric vehicles. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 2014; 64:14–31.
- [11] Bailey J., Miele A., Aksen J. Is awareness of public charging associated with consumer interest in plug-in electric vehicles? *Transportation Research part D* 2015; 36:1–9.

Atkritumu apsaimniekošana

6. Kopīgais un atšķirīgais pašvaldību sadzīves atkritumu apsaimniekošanā Baltijas valstīs

Kaspars Kļavenieks, Dagnija Blumberga

Īstenojot aprites ekonomikas stratēģiju [1], arvien lielāka uzmanība tiek pievērsta racionālai resursu izmantošanai. Aprites ekonomikas pieeja būtiski skar atkritumu apsaimniekošanas sektoru, lai maksimizētu atkritumu atkārtotu izmantošanu, pārstrādi un reģenerāciju. Piedāvātie mērķi, kas jāsasniedz, ir šādi:

- līdz 2030. gadam sadzīves atkritumu apglabāšana jāsamazina līdz 10 % no radītā atkritumu apjoma [2];
- līdz 2030. gadam sadzīves atkritumu pārstrādei jāsasniedz 65 % no radītā sadzīves atkritumu apjoma [3].

Šo mērķu kontekstā īpaša uzmanība vēršama uz apstākli, ka sadzīves atkritumiem ir noteikts pārstrādes, nevis reģenerācijas mērķis, kas attiecīgi samazina atkritumu sadedzināšanas (angļu val. *waste-to-energy*) lietojumu. Jāatzīmē, ka tieši sadzīves atkritumi (mājsaimniecībā, tirdzniecībā, pakalpojumu sniegšanas procesā vai citur radušies atkritumi, ja tie īpašību ziņā ir pielīdzināmi mājsaimniecībās radītajiem atkritumiem) ir viena no problemātiskākajām atkritumu plūsmām pārstrādes mērķu sasniegšanas kontekstā. Sadzīvē radīto atkritumu plūsmas raksturīgā pazīme ir dažādu materiālu, t. sk. bioloģiski noārdāmu atkritumu, papīra, plastmasas, stikla, metāla, inerto atkritumu, sadzīves bīstamo atkritumu u. c., sajaukums, kas būtiski apgrūtina šīs atkritumu plūsmas reģenerāciju. Raugoties no atkritumu apsaimniekošanas hierarhijas viedokļa, vēlamās atkritumu apsaimniekošanas darbības prioritārā secībā ir:

- novēršana;
- sagatavošana atkārtotai izmantošanai;
- otrreizēja pārstrāde;
- cita reģenerācija, piemēram, enerģijas iegūšana;
- apglabāšana [4].

Šobrīd aktuālie mērķi, kas jāsasniedz laika posmā līdz 2020. gadam, ir:

- sagatavot atkritumus otrreizējai izmantošanai un atkārtoti pārstrādāt atkritumus (piemēram, papīru, metālu, plastmasu un stiklu), kas iegūti no mājsaimniecībām un,

iespējams, no citām izcelsmes vietām, līdz vismaz 50 % no svara [4];

- poligonos apglabāto bioloģiski noārdāmo sadzīves atkritumu apjomu samazināt līdz 35 % no 1995. gadā apglabāto bioloģiski noārdāmo sadzīves atkritumu kopējā apjoma [5].

Neskatoties uz izmantotajiem politikas instrumentiem, ņemot vērā pašreizējās situācijas novērtējumu, pastāv bažas, ka grūtības mērķu sasniegšanā var rasties gan laikā līdz 2020. gadam, gan līdz 2030. gadam. Lai identificētu faktoros, kas ietekmē atkritumu apsaimniekošanas rezultātus, šajā rakstā analizēta Baltijas valstu Latvijas, Lietuvas un Igaunijas pieredze atkritumu apsaimniekošanā laika posmā no 2004. gada līdz 2014. gadam. Apkopotā informācija liecina, ka valstīs, kas ir līdzīgas sociāli ekonomisko apstākļu ziņā, arī ar atkritumu apsaimniekošanu saistīto jautājumu aktualizācija ir notikusi salīdzinoši vienlaicīgi, proti, līdz ar iestāšanās Eiropas Savienībā procedūras uzsākšanu, bet ir vērojamas būtiskas atšķirības progresā attiecībā uz atkritumu reģenerācijas mērķu sasniegšanu. Vērtējot reģenerēto un apglabāto atkritumu tendences aplūkotajā laika posmā, redzams, ka laikā līdz 2011. gadam faktiski visās aplūkotajās valstīs ir vērojams mērens apglabāto atkritumu apjoma samazinājums, pastāvot nelielām svārstībām gadu gaitā. Latvijā, Igaunijā un Lietuvā 2004. gadā atkritumu apglabāšanas kā atkritumu apstrādes veida īpatsvars sasniedza attiecīgi 93 %, 72 % un 98 %, savukārt 2011. gadā atbilstošie rādītāji bija 88 %, 72 % un 79 %. Salīdzinot 2014. gada rezultātus, redzams, ka Latvijā atkritumu apglabāšanas īpatsvars veido 80 %, Igaunijā – 8 % un Lietuvā – 60 % [6], tādējādi Igaunija ir uzrādījusi vislabākos rezultātus, savukārt Lietuva, kas vēl 2010. gadā atpalika no Latvijas, laika posmā līdz 2014. gadam ir uzrādījusi būtisku progresu, samazinot atkritumu apglabāšanas īpatsvaru par 35 procentpunktiem.

Ņemot vērā ieskicēto situāciju, šī raksta mērķis ir identificēt un analizēt cēloņus, kas nosaka sekmīgu atkritumu novirzīšanu no atkritumu apglabāšanas poligonā uz citām atkritumu apsaimniekošanas alternatīvām. Līdz ar iestāšanos Eiropas Savienībā aplūkotajās Baltijas valstīs tika īstenoti sadzīves atkritumu apsaimniekošanas sistēmas attīstības projekti, kas ietvēra atkritumu poligonu būvniecību, savākšanas sistēmas pilnveidošanu, arī atkritumu dalītās vākšanas sistēmas attīstību. Visās valstīs stratēģiski izvēlētais virziens sadzīves atkritumu apsaimniekošanā bija atkritumu apglabāšana sadzīves atkritumu poligonos un atkritumu reģenerācijas nodrošināšana, balstoties uz

atkritumu dalītās vākšanas sistēmu. Pretstatā Centrāleiropas valstīm un Skandināvijas valstīm, divtūkstošo gadu vidū neviena no Baltijas valstīm kā atkritumu utilizācijas tehnoloģisko alternatīvu neīstenoja atkritumu sadedzināšanu. Saskaņā ar Eiropas Vides aģentūras pētījumu [7] pamatā atkritumu apglabāšanas samazināšanai ir divas stratēģijas:

- 1) virzīties uz augstu materiālu atguves līmeni, kombinējot ar atkritumu sadedzināšanu;
- 2) virzīties uz materiālu atguvi, balstoties uz pārstrādi, kompostēšanu un mehāniski bioloģisko apstrādi [7].

Šajā pašā pētījumā minēts, ka būtiskākie politikas instrumenti, kas izmantojami atkritumu apglabāšanas poligonos, lai samazinātu atkritumu utilizācijas metodes lietojumu, ir atkritumu apglabāšanas nodoklis, atkritumu apglabāšanas aizliegums, sadzīves atkritumu dalītās vākšanas sistēmas un depozīta sistēmas [7]. Atkritumu apglabāšanas samazināšanas prakse ir plaši analizēta Eiropas Savienības valstīs. 2014. gadā vismazākais apglabāto atkritumu apjoms uz vienu iedzīvotāju ir fiksēts Zviedrijā, Beļģijā un Nīderlandē [6]. Kā viens no piemēriem bieži tiek minēta tieši Nīderlandes pieredze. Nīderlandes atkritumu apglabāšanas samazināšanas prakse ir balstīta pamatā uz diviem instrumentiem – atkritumu apglabāšanas nodokli un apglabāšanas aizliegumu [8]. Atkritumu apglabāšanas nodoklis Nīderlandē tika ieviests 1996. gadā un pakāpeniski tika paaugstināts, līdz 2011. gadā tas sasniedza 108 EUR/t sadedzinājamiem atkritumiem un 16 EUR/t sadedzināšanai nederīgajiem atkritumiem. Apglabāšanas aizlieguma politika tika īstenota, balstoties uz pārstrādes jaudu un tehnoloģiju pieejamību, proti, apglabāšanas aizliegums tika noteikts atkritumiem, kuriem izveidotas tehnoloģiski atbilstošas un pietiekamas pārstrādes jaudas. 2014. gadā apglabāšanas aizliegums bija noteikts 64 atkritumu kategorijām [8]. Lai arī īstenotā politika izrādījās sekmīga un 2012. gadā atkritumu apglabāšanas nodoklis tika atcelts, turpmāk, ļaujoties tikai uz apglabāšanas aizliegumu, Nīderlandes piemērā ir konstatētas vairākas būtiskas problēmas. Pirmkārt, augstās nodokļa likmes un apglabāšanas aizliegums veicināja pelēkā atkritumu eksporta attīstību uz kaimiņvalstīm, kur apglabāšanai bija noteiktas mazāk stingras prasības. Otrkārt, tā kā vēl šobrīd izbūvētie poligoni nav izsmēluši savu kapacitāti un nav piepildīti, bet atkritumi poligonos nonāk ļoti nelielā apjomā, pastāv pamatotas bažas par poligonu operatoru spēju segt savas saistības, kā arī nodrošināt poligonu slēgšanu, rekultivāciju un uzturēšanu pēc slēgšanas [8]. Vērtējot Nīderlandes

piemēru, jāsecina, ka būtisks ir ne tikai nodokļa jautājums, bet arī tehnoloģisko alternatīvu pieejamība. Šādu secinājumu pauž pētījums par atkritumu apglabāšanas nodokļa efektivitāti Itālijā, kur secināts, ka atkritumu apglabāšanas samazinājumu ietekmē ne tikai nodokļu politika, bet arī tehnoloģiskās alternatīvas, tieši sadedzināšanas jaudu pieejamību minot kā vienu no apglabāšanas samazināšanas veicinātājiem [9], [10]. Eiropas Savienības līmeņa pētījuma [11] par atkritumu apglabāšanas nodokļa piemērošanu Eiropas Savienības valstīs (Nīderlandē, Lielbritānijā, Dānijā, Austrijā, Somijā, Zviedrijā, Francijā un Beļģijā) secinājumi liecina, ka atkritumu apglabāšanas nodokļa piemērošana atstāj tiešu ietekmi uz apglabāto sadzīves atkritumu samazinājumu. Vienlaicīgi pētījumā norādīts, ka precīza nodokļa ietekme nav nosakāma, jo valstis ar labākiem rezultātiem atkritumu apglabāšanas nodokli izmanto kā vienu no instrumentiem, kas strādā kopā ar apglabāšanas aizliegumu noteiktām atkritumu kategorijām [11]. Tāpat tiek uzsvērts, ka būtisku lomu atkritumu apglabāšanas nodokļa efektivitātē spēlē nodokļa līmenis – zemas nodokļa likmes nav efektīvas. Šajā pētījumā kontekstā ar atkritumu apglabāšanas nodokli un apglabāšanas aizliegumu tiek vērtētās atkritumu utilizācijas tehnoloģisko alternatīvu (apglabāšana, sadedzināšana, pārstrāde) sociālās izmaksas, un, lai gan pētījuma autori norāda, ka rezultāti nav viennozīmīgi, pastāv iespēja, ka atkritumu apglabāšanas/pārstrādes scenārijam ir viszemākās sociālās izmaksas [11]. Pie līdzīga secinājuma nonāk arī cita pētījuma autori [12], uzsverot, ka, ja atkritumu poligonā tiek ražota enerģija, sociālās izmaksas ir zemākas, turklāt arī vides izmaksas nav kritiski augstākas nekā sadedzināšanas gadījumā [12] un enerģijas ražošana poligonā ir iespējama ne tikai lielas ietilpības, bet arī relatīvi nelielās iekārtās [13]. Vērtējot pieredzi atkritumu apglabāšanas samazinājuma jomā, ir vērojams, ka pirmā izvēles alternatīva ir atkritumu sadedzināšana. Kā to norāda vairāki autori, atkritumu apglabāšanas nodoklis un apglabāšanas aizliegums efektīvi ietekmē atkritumu apglabāšanas samazināšanu, bet tie faktiski neatstāj ietekmi uz radīto atkritumu apjomu, kā arī ietekme uz pārstrādes apjomu nav tik būtiska [9]. Līdz ar to, īpaši raugoties nākotnes perspektīvā, aktuāls jautājums ir pārstrādes palielināšana [2], [3], kas attiecīgi nozīmē īpatsvara maiņu starp sadedzināšanu un pārstrādi par labu pārstrādei. Zviedrija, kā minēts iepriekš, uzrāda vienus no mazākajiem apglabāto atkritumu apjomiem, un šie rezultāti tiek sasniegti, pateicoties tieši atkritumu sadedzināšanas infrastruktūras kapacitātei. Lai sekmētu

pārstrādāto atkritumu apjomu palielinājumu, Zviedrijā arī atkritumu sadedzināšana ir aplikta ar nodokli. Pētījumā [15] tiek analizēta atkritumu sadedzināšanas nodokļa efektivitāte un potenciālā ietekme uz pārstrādes pieaugumu. Kā secina pētījuma autori, tad sadedzināšanas nodoklim var būt noteikts efekts, bet augstāka efektivitāte, kas varētu palielināt pārstrādes apjomus, ir atkritumu šķirošanas izmaksu, t. sk. gan mājsaimniecību izmaksu, gan tehnoloģiju izmaksu, samazināšana [15].

Materiāli un metodes

Šī pētījuma mērķis ir analizēt atkritumu apsaimniekošanas sistēmas attīstību Baltijas valstīs un identificēt faktorus, kas nosaka sistēmas attīstības efektivitāti kontekstā ar Eiropas Savienības līmenī noteiktajiem mērķiem attiecībā uz atkritumu apsaimniekošanas sektorā sasniedzamajiem rādītājiem šobrīd un arī nākotnē, kas definēti aprites ekonomikas koncepta ietvaros. Pētījums ietver šādu pamatuzdevumu izpildi: aplūkojamo politikas instrumentu atlasī, atkritumu apsaimniekošanas sistēmu raksturojošo datu atlasī, politikas instrumentu izmantošanas efektivitātes novērtējumu, balstoties uz vēsturiskajiem sistēmas darbību raksturojošajiem datiem un atsevišķu valstu – Latvijas, Igaunijas un Lietuvas – rezultātu salīdzinājumu. Papildus tiek skatīts jautājums par šā brīža sistēmas potenciālu nākotnes mērķu sasniegšanā. Aplūkojamo politikas instrumentu atlase tika balstīta uz literatūras analīzes rezultātiem, kas atspoguļoti šī raksta ievadā. Informācija par valstīs izmantotajiem politikas instrumentiem iegūta no pētījuma, kas veikts Eiropas Komisijas uzdevumā (izpildītājs *BiPRO GmbH*) [17]–[19].

Paralēli politikas instrumentiem tiek vērtētas atkritumu apsaimniekošanas sistēmas tehnoloģiskās iespējas jeb pieejamās atkritumu apglabāšanas kā atkritumu utilizācijas metodes alternatīvas – atkritumu sadedzināšana un atkritumu pārstrāde. Atkritumu pārstrādes jautājums tiek skatīts divos griezumos:

- 1) atkritumu pārstrādes īpatsvars kopējā atkritumu apstrādē;
- 2) atsevišķi tiek skatīts bioloģiski noārdāmo atkritumu pārstrādes jautājums kontekstā ar bioloģiski noārdāmo atkritumu dalītās vākšanas apjomiem, proti, jautājuma mērķis bija noskaidrot, cik lielā mērā bioloģiski noārdāmo atkritumu pārstrādes apjomi ir atkarīgi no atkritumu dalītās vākšanas apjomiem.

Atkritumu apsaimniekošanas sistēmas darbību raksturojošie dati tika iegūti no diviem avotiem: vispārējā sadzīves atkritumu plūsmas apsaimniekošana statistika – no *EUROSTAT* resursiem;

specifiski bioloģiski noārdāmo atkritumu plūsmu raksturojošie dati – no nacionālās Latvijas, Igaunijas un Lietuvas atkritumu statistikas datu bāzes [27]–[30]. Šāda pieeja bija nepieciešama, jo *EUROSTAT* dati nenodrošina iespēju iegūt informāciju par apsaimniekotajiem atkritumu apjomiem detalizācijas līmenī, kas atbilst Atkritumu klasifikatoram [20], tādēļ nacionālajās datu bāzēs tika atlasīta informācija par dalīti savāktajiem bioloģiski noārdāmo atkritumu apjomiem, ietverot šādus atkritumu kodus: “bioloģiski noārdāmie virtuves un ēdināšanas atkritumi” (kods 200108), “pārtikas eļļas un tauki” (kods 200125), “bioloģiski noārdāmi atkritumi” (kods 200201) un “tirgus atkritumi” (kods 200302) 10. Iegūtā informācija tika salīdzināta ar *EUROSTAT* datiem par bioloģiski noārdāmo atkritumu kompostēšanas un anaerobās fermentācijas apjomiem. Informācija par atkritumu apglabāšanas nodokļa piemērošanu un nodokļa likmju dinamiku aplūkotajā laika posmā tika iegūta, analizējot normatīvos aktus [25], [26]. Jāatzīmē, ka aplūkotajā pārskata periodā Lietuvā atkritumu apglabāšanas nodoklis netiek piemērots un tiek ieviests tikai 2016. gadā.

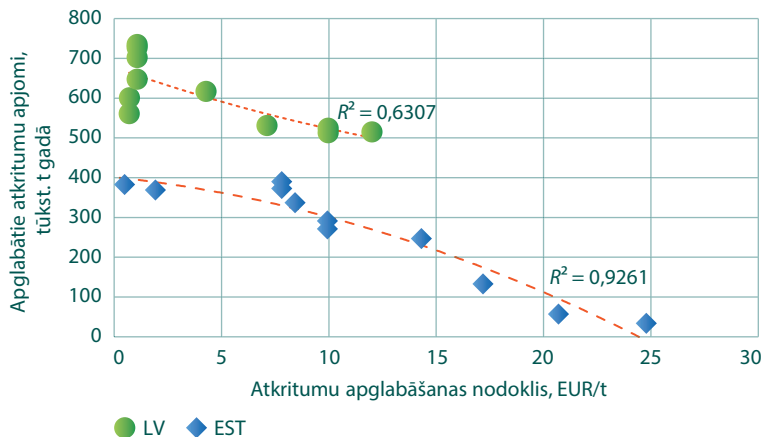
Rezultāti un diskusija

Atkritumu apsaimniekošanas sistēmas darbības rezultāti laika posmā no 2004. gada līdz 2014. gadam ir atspoguļoti 6.3. attēlā. Kā jau minēts, tad Latvijas, Igaunijas un Lietuvas rezultāti aplūkotā perioda beigās ir krasi atšķirīgi. Apkopojot informāciju par katras valsts atkritumu apsaimniekošanas sektorā izmantotajiem instrumentiem, secināms, ka Latvijā 2012. gadā uz atkritumu apglabāšanas samazināšanu vērstie instrumenti ietver atkritumu apglabāšanas nodokli un apglabāšanas aizliegumu, tomēr apglabāšanas aizliegums faktiski nav attiecināms uz sadzīves atkritumiem, jo pamatā paredz aizliegumu apglabāt noteiktus ražošanas atkritumu veidus. Papildus Latvijā ir spēkā aizliegums apglabāt neapstrādātus sadzīves atkritumus, bet, tā kā apstrādes prasības nav skaidri definētas, šis aizliegums ir vērtējams kā formāls. No infrastruktūras viedokļa Latvijā tiek attīstīta dalītās vākšanas sistēma pārstrādei derīgiem materiāliem, bet šai sistēmai nav definētas minimālās pakalpojuma pieejamības prasības, un bioloģiski noārdāmo atkritumu dalītā vākšana ir ļoti ierobežota. Latvijā nav atkritumu sadedzināšanas iekārtu, izņemot cementa ražotni, kas faktiski neizmanto sadzīves atkritumus kā enerģijas avotu [17]. Igaunijā izmantotie politikas instrumenti, līdzīgi kā Latvijā, ietver atkritumu apglabāšanas nodokli un apglabāšanas aizliegumu neapstrādātiem sadzīves atkritumiem.

Atšķirībā no Latvijas, Igaunijā apglabāšanas aizliegums neapstrādātiem sadzīves atkritumiem ietver arī minimālās prasības pašvaldībām organizēt dalītās vākšanas sistēmu pārstrādei derīgiem materiāliem, un papildu ieguvumu sniedz dzērienu iepakojuma depozīta sistēma. 2012. gadā Igaunijā nav sadedzināšanas iekārtu, tomēr, kā norādīts dokumentā [18], sadedzināšanas iekārta tiek būvēta un tiks nodota ekspluatācijā 2013. gadā. Lietuvā, atšķirībā no Latvijas un Igaunijas, pārskata periodā nav ieviests atkritumu apglabāšanas nodoklis. Apglabāšanas aizliegums Lietuvā ir noteikts dārzu un parku bioloģiski noārdāmajiem atkritumiem. Tāpat ir noteikts aizliegums apglabāt neapstrādātus sadzīves atkritumus, bet, līdzīgi kā Latvijā, nav definētas apstrādes prasības. Lietuvā tiek ieguldītas būtiskas investīcijas dalītās vākšanas infrastruktūrā. Līdz 2011. gadam ir izvietoti aptuveni 20 tūkstoši dalītās vākšanas konteineru. Atkritumu sadedzināšanai Lietuvā plānotas divas stacijas [19].

Atkritumu apglabāšanas nodokļa ietekme uz apglabāto atkritumu apjomu

Atkritumu apglabāšanas nodokļa ietekme uz atkritumu apglabāšanu Latvijā un Igaunijā ir analizēta, salīdzinot nodokļa likmes lielumu ar apglabāto atkritumu apjomu. Lietuvā šāda analīze nav veikta, jo pārskata periodā šajā valstī atkritumu apglabāšanas nodoklis nav ieviests. Atkritumu apglabāšanas nodokļa likmes apmērs Latvijā laika posmā no 2004. gada līdz 2014. gadam ir pieaudzis no 0,70 EUR līdz 12,00 EUR par apglabāto atkritumu tonnu [25]. Igaunijā atkritumu apglabāšanas nodokļa likme aplūkotajā periodā ir pieaugusi no 0,30 EUR līdz 24,90 EUR par apglabāto atkritumu tonnu [26], [27], tātad



6.1. att. Atkritumu apglabāšanas nodokļa likmes un apglabāto atkritumu apjomu dinamikas salīdzinājums.

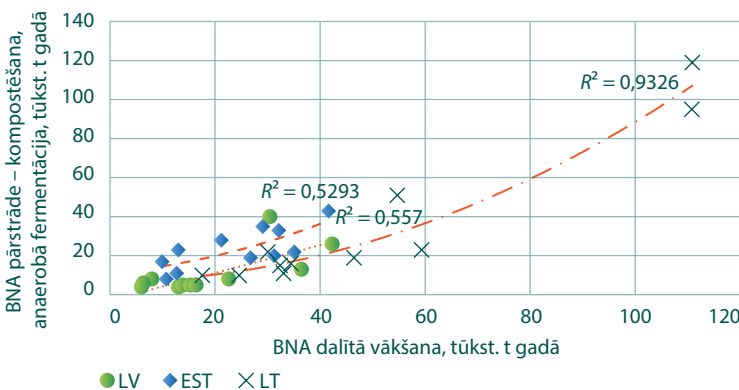
2014. gadā nodokļa likme Igaunijā bija vairāk nekā divas reizes lielāka. Atkritumu apglabāšanas nodokļa attiecība pret apglabāto sadzīves atkritumu apjomu [6], pastāvot noteiktai likmei, Latvijā un Igaunijā ir atspoguļota 6.1. attēlā.

Analīzes rezultāti liecina par augstu korelāciju starp atkritumu apglabāšanas nodokļa likmes pieaugumu un apglabāto atkritumu apjomu samazinājumu, kas ļauj secināt, ka šis instruments arī Latvijas un Igaunijas gadījumā pozitīvi ietekmē atkritumu apsaimniekošanas mērķu sasniegšanu.

Bioloģiski noārdāmo atkritumu dalītās vākšanas ietekme uz pārstrādes apjomu pieaugumu

Atkritumu dalītā vākšana tiek uzvērta kā galvenais priekšnosacījums, lai sekmīgi palielinātu pārstrādes apjomu, jo dalīti savāktie atkritumi ir augstvērtīgāks materiāls (mazāk citu materiālu piemaisījumi) un tiem ir plašākas apstrādes iespējas nekā mehāniski šķirotiem atkritumiem. Tomēr, kā liecina prakse, sadzīves atkritumu dalītās vākšanas apjomu palielināšana ir tieši atkarīga no atkritumu radītāju iesaistīšanās, tomēr, kā zināms, paradumu maiņa ir laikietilpīgs process. Lai novērtētu sakarību starp dalīti savāktu atkritumu apjomu un pārstrādes apjomu Baltijas valstīs, ir analizēts dalīti savāktu bioloģiski noārdāmo atkritumu plūsmas apjoms un bioloģiski noārdāmo atkritumu pārstrādes apjoms, kompostējot un fermentējot anaerobās fermentācijas iekārtās. Pārstrādāto bioloģiski noārdāmo atkritumu apjoms attiecībā pret dalīti savāktu apjomu Latvijā, Igaunijā un Lietuvā ir atspoguļots 6.2. attēlā.

Veiktā analīze norāda uz ciešu korelāciju starp dalīti savāktajiem bioloģiski noārdāmo atkritumu apjomiem un pārstrādes apjomiem Lietuvā, savukārt Latvijā un Igaunijā saikne ir vājāka.



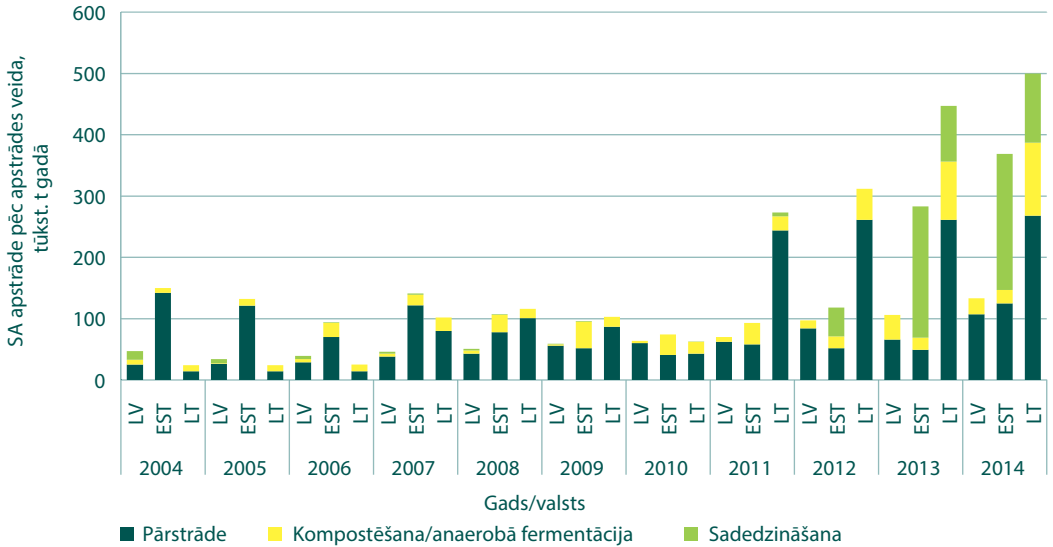
6.2. att. Bioloģiski noārdāmo atkritumu dalītās vākšanas apjomu un pārstrādes apjomu salīdzinājums.

Analizējot šo rādītāju attiecību pa gadiem, redzams, ka Latvijas gadījumā faktiski pārstrādes apjoms aplūkotajā periodā vidēji nepārsniedz 52 %, kas norāda uz faktu, ka bioloģiski noārdāmie atkritumi, tiek apstrādāti ar citām metodēm, t. sk. apglabāti. Igaunijas gadījumā savukārt vidējais aplūkotā perioda pārstrādes rādītājs ir virs 100 %, kas ļauj secināt, ka bioloģiski noārdāmo atkritumu kompostēšanai/anaerobajai fermentācijai tiek pakļauti arī no nešķiroto atkritumu plūsmas mehāniski atdalīti bioloģiski noārdāmie atkritumi. Jāatzīmē, ka pēdējos gados pārstrādes apjomi ir samazinājušies līdz 60–70 % no dalīti savāktā atkritumu apjoma, kas norāda uz citu tehnoloģiju lietojumu. Lietuvas gadījumā bioloģiski noārdāmo atkritumu pārstrāde, izmantojot kompostēšanas un anaerobās fermentācijas metodes, vidēji šajā laika posmā veido 60 % no dalīti savāktā bioloģiski noārdāmo atkritumu apjoma, tomēr pēdējos gados ir vērojama pārstrādes apjoma tuvošanās dalīti savāktajam apjomam.

Sadzīves atkritumu reģenerācijas alternatīvie risinājumi

Indikators, kā tiek salīdzināta Latvijas, Igaunijas un Lietuvas atkritumu apsaimniekošanas sistēmu darbība, ir atkritumu reģenerācijas apjomi pa dažādiem reģenerācijas veidiem, t. sk. bioloģiskā apstrāde, materiālu pārstrāde un sadedzināšana. Veiktās analīzes mērķis galvenokārt ir vērtēt tieši sadedzināšanas ietekmi uz kopējo reģenerēto sadzīves atkritumu apjomu. Kā jau minēts, Latvijā nav izveidotas sadzīves atkritumu sadedzināšanas iekārtas, līdz ar to Igaunijas un Lietuvas piemēri, kur šādas iekārtas ir izveidotas, salīdzinājumā ļauj rast priekšstatu par sadedzināšanas tehnoloģiskā risinājuma ieguldījumu reģenerācijas apjomu palielināšanā. Sadzīves atkritumu reģenerācijas apjomi pa reģenerācijas veidiem Latvijā, Igaunijā un Lietuvā laika posmā no 2004. gada līdz 2014. gadam atspoguļoti 6.3. attēlā.

Apkopotie Latvijas situāciju raksturojošie dati iezīmē stabili pieaugošu kopējo sadzīves atkritumu reģenerācijas tendenci, sākot no 2005. gada. 2014. gadā tiek sasniegts reģenerācijas maksimums, kas ir vienāds ar 21 % no radītā sadzīves atkritumu apjoma. Proporcioniāli lielāko īpatsvaru reģenerācijas darbības veido pārstrāde – 17 % no kopējā radīto sadzīves atkritumu apjoma, kompostēšana/anaerobā fermentācija veido 4 %. Sadedzināšanas apjomi datus atspoguļoti laika posmā no 2004. gada līdz 2009. gadam, un, lai gan precīzi nav konstatējams, var pieļaut, ka šajā periodā neliels sadzīves atkritumu apjoms ir izmantots kā kurināmais cementa ražotnē, vēlāk no šādas pieejas atsakoties materiāla neatbilstības kurināmā kvalitātes prasībām dēļ.



Igaunijā laika posmā no 2004. gada līdz 2012. gadam kopējie reģenerācijas apjomi dažādos gados svārstās 17–25 % no kopējā radīto sadzīves atkritumu apjoma. Būtisks reģenerācijas palielinājums sākas no 2013. gada, kad reģenerācijas īpatsvars sasniedza 73 %, un 2014. gadā palielinājās par vēl 6 procentpunktiem, sasniedzot 79 %. Analizējot reģenerācijas pieauguma rādītājus reģenerācijas veidu griezumā, secināts, ka 2013. gadā un 2014. gadā būtisku pieaugumu sniedz atkritumu sadedzināšana – attiecīgi 55 % un 47 % no radītā sadzīves atkritumu apjoma. Pārstrādes īpatsvars reģenerācijas darbībās 2014. gadā veido 27 % no kopējā radīto sadzīves atkritumu apjoma, savukārt kompostēšana/anaerobā fermentācija – 5 %.

Lietuvas piemēra analīze uzrāda ļoti nelielu reģenerācijas īpatsvaru laika posmā no 2004. gada līdz 2010. gadam. Kopējie reģenerācijas apjomi dažādos gados svārstās no 2 % līdz 9 % no kopējā radīto sadzīves atkritumu apjoma. 2011. gadā ir vērojams būtisks pārstrādes pieaugums – līdz 20 % no kopējā radītā sadzīves atkritumu apjoma. Tas līdzīgā līmenī saglabājas arī nākamajos gados. Kompostēšanas/anaerobā fermentācijas apjomi procentuāli pret radīto sadzīves atkritumu apjomu palielinās no 2 % 2010. gadā līdz 9 % 2014. gadā. Papildu ieguldījumu reģenerācijas apjomu palielināšanā sniedz sadedzināšana – 9 % 2014. gadā, tādējādi sasniedzot kopējo reģenerācijas apjomu 39 % no radītā sadzīves atkritumu apjoma.

6.3. att. Apstrādātie sadzīves atkritumu apjomi valstīs pa gadiem pēc apstrādes veida.

Secinājumi

Esošās situācijas novērtējums visās valstīs iezīmē pozitīvu tendenci, kas skar sadzīves atkritumu apglabāšanas poligonā kā atkritumu utilizācijas metodes lietojuma samazināšanos, tomēr, kā redzams no vēsturiskajiem datiem, reģenerēto apjomu pieauguma dinamika dažādās valstīs ir atšķirīga. Vērtējot atkritumu apglabāšanas nodokļa ieviešanas pieredzi un korelējot nodokļa likmes dinamiku ar apglabāto atkritumu apjomu Latvijas un Igaunijas gadījumā, ir vērojama cieša korelācija, tomēr, kā pierāda Lietuvas piemērs, arī bez atkritumu apglabāšanas nodokļa ir iespējams reģenerēto sadzīves atkritumu apjomu pieaugums. Tā kā apglabāšanas aizliegums nav skaidri definēts un attiecīgi šī instrumenta ietekme nav augstu vērtējama, iespējamais faktors, kas ļauj Lietuvai sasniegt augstākus rādītājus nekā Latvijai, ir atkritumu dalītās vākšanas sistēmas ieviešana. Šo pieņēmumu apstiprina arī atkritumu pārstrādes dinamika, proti, visstraujākais pieaugums ir vērojams no brīža, kad saskaņā ar *BiPRO* pētījumā pausto informāciju [19] ir izveidota plaša dalītās vākšanas infrastruktūra. Vērtējot Igaunijas rezultātus kontekstā ar lietotajiem instrumentiem, ir secināms, ka augstos rādītājus nodrošina gan atkritumu apglabāšanas nodoklis, gan arī skaidri definētās prasības dalītās vākšanas sistēmai, gan arī dzērienu iepakojuma depozīta sistēma, tā ļaujot sasniegt pārstrādes līmeni 27 % no radītā sadzīves atkritumu apjoma.

Vērtējot bioloģiski noārdāmo atkritumu apsaimniekošanu, tika konstatēta zināma sakarība starp bioloģiski noārdāmo atkritumu dalīto vākšanu un kompostēšanas/anaerobās fermentācijas apjomiem, tomēr jāatzīmē, ka, neskatoties uz bioloģiski noārdāmo atkritumu lielo īpatsvaru sadzīves atkritumu plūsmā, kompostēšanas/anaerobās fermentācijas apjomi ir relatīvi mazi, un nepārsniedz 4 % Latvijā, 9 % Igaunijā un 5 % Lietuvā no radītā sadzīves atkritumu apjoma, turklāt Latvijas un Lietuvas gadījumā pārstrādātais apjoms ir zemāks par dalīti savākto bioloģiski noārdāmo atkritumu apjomu. Visticamāk, ka zemais kompostēšanas/anaerobās fermentācijas lietojums ir skaidrojams ar disbalansu starp investīciju ekspluatācijas izmaksām un ieņēmumiem, kā arī ierobežotajām pārstrādes galaprodukta izmantošanas iespējām.

Attiecībā uz sadedzināšanas tehnoloģijas ieviešanu jāatzīmē, ka, lai gan atkritumu apsaimniekošanas sistēmas attīstības ietvaros sākotnēji visas aplūkotās valstis koncentrējās uz atkritumu apglabāšanu poligonā, Igaunija un Lietuva pēdējos gados ir izvēlējušās attīstīt sadedzināšanas alternatīvu, turklāt jāatzīmē,

ka sadedzināšanas iekārtas ir izveidotas bez valsts vai Eiropas Savienības fondu atbalsta, izmantojot tikai privātu kapitālu [18], [19]. Tas ieskicē situāciju, kad bez atkritumu apsaimniekošanas sektora politikas papildu iemesls šādas alternatīvas attīstīšanai ir ekonomiski apsvērumi. Vērtējot sadedzināšanas atdevi kontekstā ar reģenerācijas apjomu palielināšanu, redzams, ka Igaunijas gadījumā sadedzināšana nodrošina papildus 47 % sadzīves atkritumu reģenerāciju un Lietuvā papildus 9 % sadzīves atkritumu reģenerāciju (prognozējams, ka šis skaitlis vēl palielināsies līdz ar iekārtas izbūvi Viļņā). Viens no sadedzināšanas jauču attīstīšanas blakus efektiem potenciāli ir sadzīves atkritumu pārstrādes un kompostēšanas/anaerobās fermentācijas apjomu samazināšanās, jo materiālu plūsmas, kuru pārstrādes process ir sarežģītāks, pastāvot pietiekamām sadedzināšanas jaudām, var tikt novirzītas sadedzināšanai, kas no atkritumu apsaimniekošanas darbību hierarhijas viedokļa ir mazāk vēlams risinājums. Vērtējot šo aspektu, Lietuvas gadījumā tendence nav novērojama, jo pēc sadedzināšanas jauču ieviešanas pozitīvu pieauguma dinamiku saglabā gan pārstrāde, gan kompostēšana/anaerobā fermentācija. Igaunijas gadījumā ietekme uz sadzīves atkritumu pārstrādi nav novērojama, tomēr attiecībā uz kompostēšanu/anaerobu fermentāciju ir konstatēts samazinājums, kas apstiprina pieņēmumu, ka sadedzināšana var nevēlami ietekmēt tieši pārstrādes mērķu sasniegšanu.

Rakstā iekļautās daļas pirmēji angļu valodā publicētas žurnālā "Energy Procedia" rakstā "Common and Distinctive in Municipal Solid Waste Management in Baltic States" (DOI: 10.1016/j.egypro.2017.04.072). Autori pateicas VPP LATENERGI programmas projektam par iespēju attīstīt rakstu latviešu valodā.

Literatūra

- [1] Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy Brussels, COM(2015) 614 final, 2.12.2015.
- [2] Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Directive 1999/31/EC on the landfill of waste COM(2015) 594 final 2015/0274(COD), Brussels, 2.12.2015.
- [3] Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Directive 2008/98/EC on waste COM/2015/0595 final – 2015/0275 (COD), Brussels, 2.12.2015.
- [4] Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives, Official Journal of the European Union, 22.11.2008.

- [5] Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste, Official Journal L 182, 16/07/1999 P. 0001–0019.
- [6] EUROSTAT Municipal waste generation and treatment, by type of treatment method. Pieejams: http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_wasmun&lang=en.
- [7] “The road from landfilling to recycling: common destination, different routes”, European Environment Agency, Copenhagen, 2007.
- [8] Heijo Scharff, “Landfill reduction experience in The Netherlands”, *Waste Management* 34 (2014) 2218–2224.
- [9] Francesco Nicolli, Massimiliano Mazzanti, “Landfill diversion in a decentralized setting: A dynamic assessment of landfill taxes”, *Resources, Conservation and Recycling* 81 (2013) 17–23.
- [10] Massimiliano Mazzanti, Anna Montinib, Francesco Nicolli, “The dynamics of landfill diversion: Economic drivers, policy factors and spatial issues Evidence from Italy using provincial panel data”, *Resources, Conservation and Recycling* 54 (2009) 53–61.
- [11] “Effectiveness of landfill taxation”, Institute for Environmental Studies Vrije Universiteit, Amsterdam 2005.
- [12] Elbert Dijkgraaf, Herman R.J. Vollebergh, “Burn or bury? A social cost comparison of final waste disposal methods” *Ecological Economics* 50 (2004) 233–247.
- [13] D. Blumberga, Ģ. Kuplais, I. Veidenbergs, E. Dāce, J. Gušča, “Modelling of the Installed Capacity of Landfill Power Stations”, scientific Journal of Riga Technical University. Environmental and Climate Technologies. Volume 3, Issue 3, Pages 11–18.
- [14] Massimiliano Mazzanti, Roberto Zobolib, “Waste generation, waste disposal and policy effectiveness Evidence on decoupling from the European Union”, *Resources, Conservation and Recycling* 52 (2008) 1221–1234.
- [15] Jenny Sahlin, Tomas Ekvall, Mattias Bisailon, Johan Sundberg, “Introduction of a waste incineration tax: Effects on the Swedish waste flows”, *Resources, Conservation and Recycling* 51 (2007) 827–846.
- [16] Rob Hoogmartens, Johan Eyckmans, Steven Van Passel, “Landfill taxes and Enhanced Waste Management: Combining valuable practices with respect to future waste streams”, *Waste Management* 55 (2016) 345–354.
- [17] BiPRO (2012): Support to Member States in improving waste management based on assessment of Member States’ performance. Report prepared for the European Commission, DG ENV, July 2012. Country factsheet for Latvia. Pieejams: http://ec.europa.eu/environment/waste/framework/pdf/LV%20factsheet_FINAL.pdf.
- [18] BiPRO (2012): Support to Member States in improving waste management based on assessment of Member States’ performance. Report prepared for the European Commission, DG ENV, July 2012. Country factsheet for Estonia. Pieejams: http://ec.europa.eu/environment/waste/framework/pdf/EE%20factsheet_FINAL.pdf.
- [19] BiPRO (2012): Support to Member States in improving waste management based on assessment of Member States’ performance. Report prepared for the European Commission, DG ENV, July 2012. Country factsheet for Lithuania. Pieejams: http://ec.europa.eu/environment/waste/framework/pdf/LT%20factsheet_FINAL.pdf.

- [20] 2000/532/EC: Commission Decision of 3 May 2000 replacing Decision 94/3/EC establishing a list of wastes pursuant to Article 1(a) of Council Directive 75/442/EEC on waste and Council Decision 94/904/EC establishing a list of hazardous waste pursuant to Article 1(4) of Council Directive 91/689/EEC on hazardous waste (notified under document number C(2000) 1147) (Text with EEA relevance).
- [21] Mi-Hyun Jo, Byung-Jin Lee, Jai-Young Lee, “Effect of Modified Mechanical Treatment Facilities on SRF Yield in Korea”, *Scientific Journal of Riga Technical University. Environmental and Climate Technologies*. Volume 12, Issue 1, Pages 47–53.
- [22] Paul Calcott, Margaret Walls, “Waste, recycling, and “Design for Environment””: Roles for markets and policy instruments”, *Resource and Energy Economics* 27 (2005) 287–305.
- [23] Massimiliano Mazzantia, Anna Montinib, Francesco Nicolli, “The dynamics of landfill diversion: Economic drivers, policy factors and spatial issues Evidence from Italy using provincial panel data”, *Resources, Conservation and Recycling* 54 (2009) 53–61.
- [24] Aiga Barisa, Ilze Dzene, Marika Rosa, Kristine Dobraja, “Waste-to-biomethane Concept Application: A Case Study of Valmiera City in Latvia”, *Environmental and Climate Technologies*. Volume 15, Issue 1, Pages 48–58.
- [25] Natural Resource Tax Law (Latvia), Passed 15.12.2005. Pieejams: <http://likumi.lv/doc.php?id=124707>.
- [26] Estonian Environmental Charges Act, Passed 07.12.2005. Pieejams: <https://www.riigiteataja.ee/en/eli/513012014001/consolide>.
- [27] Estonian Environmental Charges Act, Passed 10.02.1999. Pieejams: <https://www.riigiteataja.ee/akt/186684>.
- [28] The Environmental Protection Agency (Lithuania) Waste statistics. Pieejams: <http://atliekos.gamta.lt/cms/index?rubricId=01f545a1-ebed-4f2d-b05a-2b1bf5e7494b>.
- [29] The Estonian Environment Agency Waste statistics. Pieejams: <https://jats.keskkonnainfo.ee/main.php?page=content&content=summary>.
- [30] State statistical report “No.3 – Waste. Report on waste” Latvian Environment, Geology and Meteorology Centre. Pieejams: <http://parissrv.lv/gmc.lv/#viewType=wasteReports&incrementCounter=1>.

7. Energo pārvaldības ietekme uz klimata pārmaiņu mazināšanu vietējā mērogā

Agris Kamenders, Marika Rošā, Kristaps Kašs

Ilgtermiņa pilsētu attīstība ir viens no galvenajiem elementiem, lai sasniegtu Eiropas Savienības ilgtspējības mērķus energoefektivitātes pasākumu ieviešanas un siltumnīcefekta gāzu emisiju (SEG) samazināšanas jomā. Viena no pirmajām iniciatīvām Eiropas Savienības mērogā, kura sākotnēji kalpoja kā instruments ilgtspējas mērķu sasniegšanai, bija Eiropas Savienības Pilsētu mēru pakts, kas tika ieviests 2008. gadā. Pilsētu mēru pakta iniciatīva ir Eiropas Savienības kustība, kas rosina vietējās pašvaldības brīvprātīgi ieviest energoefektivitātes paaugstināšanas pasākumus, lai līdz 2020. gadam sasniegtu un, iespējams, pārsniegtu mērķi, kas paredz samazināt siltumnīcefekta gāzu emisijas par 20 % [1]. Koncentrēšanās uz SEG emisiju samazināšanu Pilsētu mēru pakta iniciatīvā ir saistīta ar nepieciešamību uzlabot energoefektivitāti un palielināt atjaunojamo energoresursu izmantošanu. Lai gan šī iniciatīva motivē pašvaldības ieviest energoefektivitātes pasākumus, lai samazinātu enerģijas patēriņu un SEG emisijas, vairāki pētījumi liecina, ka Ilgtspējīgas enerģijas rīcības plāns (IERP) būtu jāpapildina ar instrumentiem, kas veicinātu IERP dziļāku integrāciju ar citiem plānošanas dokumentiem pašvaldībā.

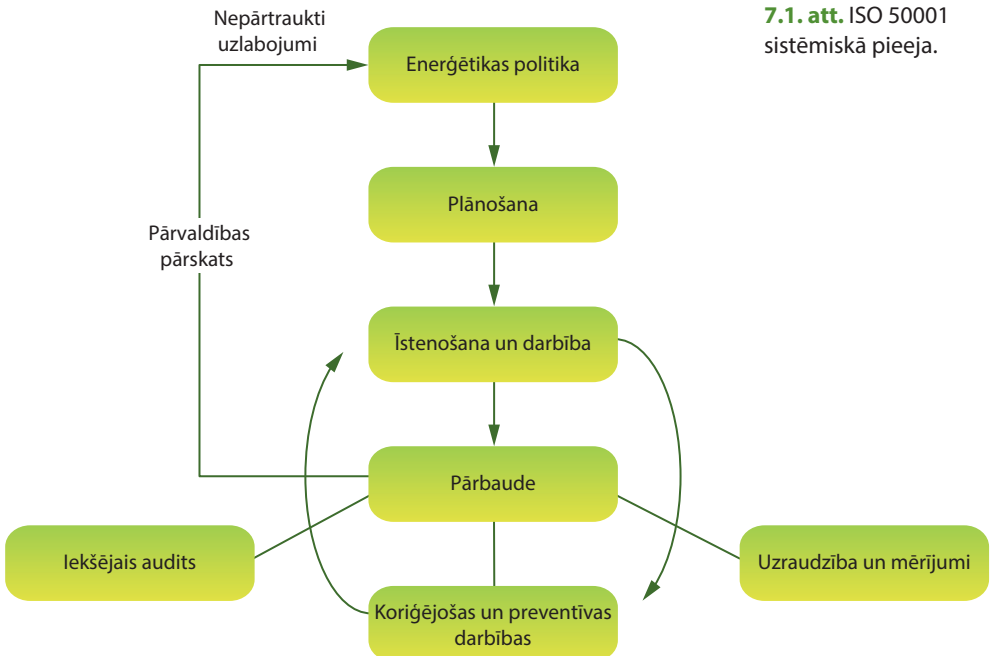
Jaunākais uzraudzības rādītāju izvērtējums, ko veica Eiropas Komisijas (EK) Kopīgais pētniecības centrs (KPC), par iesniegtajiem IERP liecina, ka tikai 11 % pašvaldību bija iesniegušas uzraudzības ziņojumus par iepriekšējo pārskata periodu [2]. Analizējot ziņojumus, tika secināts, ka SEG emisiju absolūtais samazinājums no sākotnējiem rādītājiem līdz emisiju uzskaites monitoringam bija 23 %, bet enerģijas galapatēriņa absolūtais samazinājums no sākotnējā līmeņa līdz monitoringa atskaites iesniegšanai bija 14 %. Lai gan kontrolēts emisiju un enerģijas patēriņa samazinājums ļauj sasniegt mērķus, kas noteikti Eiropas Savienības klimata un enerģētikas tiesību aktos [3], [4], ir nepieciešami papildu mehānismi, lai nodrošinātu progresu ceļā uz vidējā termiņa mērķiem enerģētikas jomā līdz 2030. gadam. Jaunākais Eiropas Vides aģentūras ziņojums [5] liecina, ka, lai sasniegtu ilgtermiņa mērķus, pašreizējie centieni ir jāpalielina.

Kaut arī ziņojums atspoguļo kopējās SEG emisiju tendences visās nozarēs, pašvaldības joprojām ir potenciāli spēcīgas struktūras, lai virzītos uz straujāku energoefektivitātes pasākumu ieviešanu un mainītu sabiedrības uzvedību.

Izaicinājums pašvaldībām

Klimata alianšes ziņojumā [6] apkopoti galvenie šķēršļi, kas radušies, īstenojot Pilsētu mēru pakta iniciatīvu un ieviešot IERP pašvaldībās. Viens no galvenajiem IERP ieviešanu traucējošajiem faktoriem ir pieredzējuša tehniskā personāla trūkums un bāzes līnijas emisiju inventarizācijas (BEI) datu nepieejamība, kā arī līdzekļu un atbalsta trūkums, lai sekmētu IERP izstrādi. Viens no ieviešanas šķēršļiem ir minēts arī mainīgais nacionālais un reģionālais politiskais konteksts. Ir jāizstrādā papildu mehānismi, kas ļautu pārvarēt tādus izaicinājumus kā, pirmkārt, nepieciešamība sasniegt noteiktus ilgtermiņa mērķus saistībā ar energoefektivitātes paaugstināšanu reģionālā līmenī, otrkārt, pieredzējušu darbinieku trūkums un, treškārt, nepieciešamība stiprināt sistēmisku pieeju energoefektivitātes pasākumu ieviešanai.

2011. gadā tika izdots starptautiskais standarts energopārvaldības sistēmu ieviešanai ISO 50001 "Energo pārvaldības sistēmas.



7.1. att. ISO 50001 sistēmiskā pieeja.

Prasības un lietošanas norādījumi”. Energopārvaldības sistēmas darbības cikliskā pieeja ir redzama 7.1. attēlā.

Energopārvaldības sistēmas un citas kvalitātes vadības sistēmas ieviešana, piemēram, ISO 9001 un ISO 14001, citās nozarēs, ir ļāvusi uzlabot energopārvaldības metodes un palielināt enerģijas ietaupījumus. Piemēram, *Dasheng Lee* u. c. [7] pētījums par enerģijas ietaupījumu, kas panākts, ieviešot energopārvaldības sistēmas, uzrāda vidējo enerģijas ietaupījumu 10,35 % apmērā rūpniecības nozarē un 16,22 % būvniecības nozarē. Atsevišķi ziņojumi par rezultātiem rūpniecības objektos liecināja par vēl lielāku enerģijas ietaupījumu – 20 % apmērā, kas panākts, ieviešot ISO 50001 standartu [8]. Energopārvaldības sistēma palīdz veicināt energoefektivitātes uzlabojumus un veicina straujākas investīcijas energoefektivitātes nozarē, jo energopārvaldības sistēmas viens no pamata uzdevumiem ir veicināt racionālu enerģijas patēriņu [9]. Atsevišķos objektos energopārvaldības sistēmu ieviešanas rezultātā ir panākts ievērojams enerģijas patēriņa samazinājums ar salīdzinoši nelielām investīcijām [10].

Citi pētījumi liecina, ka standartizācijas un kvalitātes vadības sistēmas kopumā palīdz sasniegt labākus rezultātus un veiktspēju dažādās organizācijās. Piemēram, pētījums par tūrisma nozari rāda, ka viesnīcu ķēdes, kuru viesnīcas ir sertificētas, nodrošina labāku sniegumu [11]. *Shaw* u. c. [12] pētījumā par veselības aprūpes iestādēm un slimnīcām apgalvo, ka kvalitātes vadības sistēmas veicina klīnikas vadības padziļinātu iesaisti ikdienas jautājumu risināšanā, kā arī pozitīvi ietekmē pacientu aprūpes procedūras.

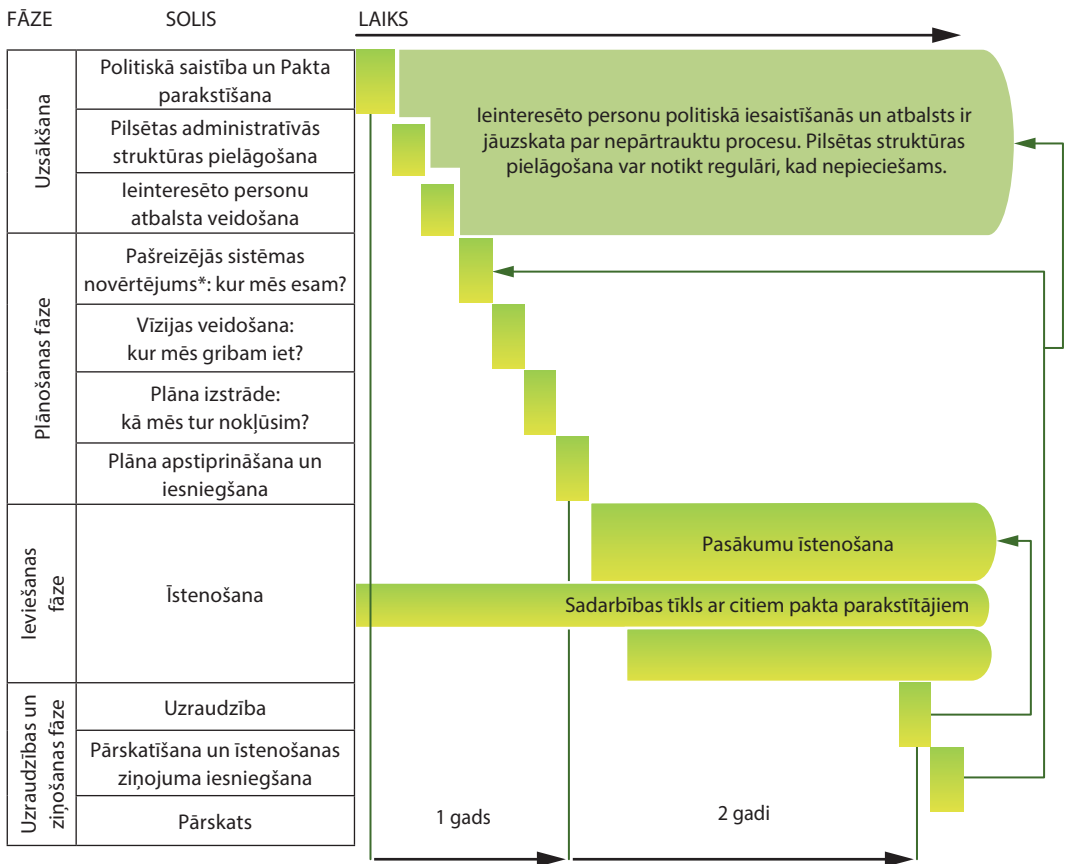
Izmantojot noteiktas ziņošanas procedūras, datu savākšanas sistēmas un pašregulācijas procedūras, darbinieki un vadība var vairāk un ar lielāku atbildības sajūtu koncentrēties uz uzticētajiem uzdevumiem. Energoefektivitātes direktīva stimulē vadības sistēmu ieviešanu [13]. Standartizētas energopārvaldības sistēmas, piemēram, ISO 50001, ieviešana pašvaldībā var radīt līdzīgu ietekmi, kā tas ir citos sektoros, uzlabojot vispārējo energopārvaldības praksi, kā arī radot reālus enerģijas patēriņa ietaupījumus. Ir panākts labs zināšanu limenis par Ilgtspējīgas enerģētikas rīcības plāna (IERP) attīstību, un ir pieejamas dažādas labas kvalitātes metodoloģijas un vadlīnijas tiem, kas iegulda līdzekļus energosistēmas attīstībā. Kaut arī daudzas pašvaldības visā Eiropas Savienībā ir izstrādājušas IERP, vēl joprojām pastāv vairāki šķēršļi, kas kavē rīcības plānu ieviešanu ikdienas darbībā. Dažādu pašvaldību IERP izstrādes pieredze rāda, ka pasīvie

pašvaldību darbinieki, kuri neizbēgami ir sastopami katrā pašvaldībā, potenciāli var sabotēt ieguldījumus energoefektivitātes projektos, kā rezultātā netiek sasniegti sākotnēji plānotie mērķi. Turklāt netiek pilnībā sasniegts plānotais energoefektivitātes potenciāls. Joprojām nav pilnīgas izpratnes par izaicinājumiem, ko rada klimata pārmaiņas un pašvaldības infrastruktūras objektu noturība pret tām.

Metodoloģija

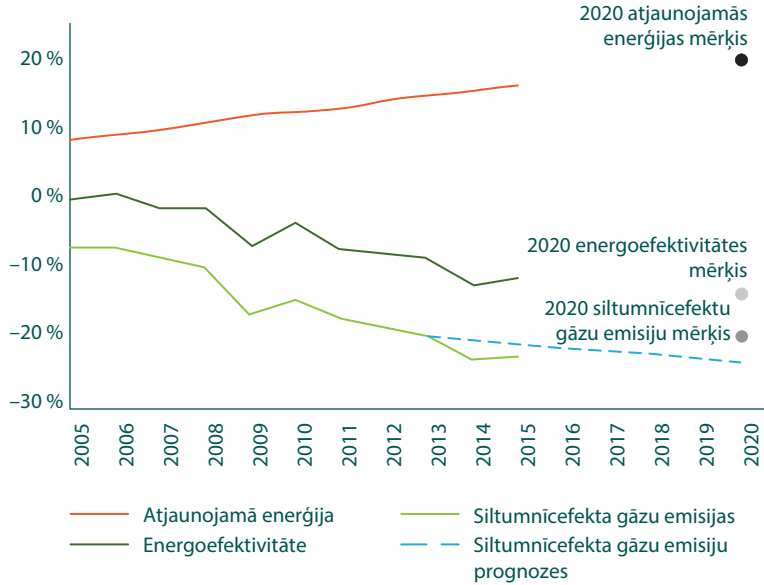
Pilsētas mēru pakta metode ir balstīta uz IERP izstrādi, kur galvenais uzsvars tiek vērsts uz galveno siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisijas avotu samazināšanu pašvaldības teritorijā. IERP izveides metodika ir labi izveidota un funkcionāla. *De Raveshoot* u. c. [14] pētījumā ir detalizēti aprakstīta IERP metodoloģija un IERP procesa galvenie posmi (sk. 7.2. attēlu).

7.2. att. IERP procesa galvenie posmi [14].



* Ietverot CO₂ emisiju sākotnējo uzskaites izstrādi.

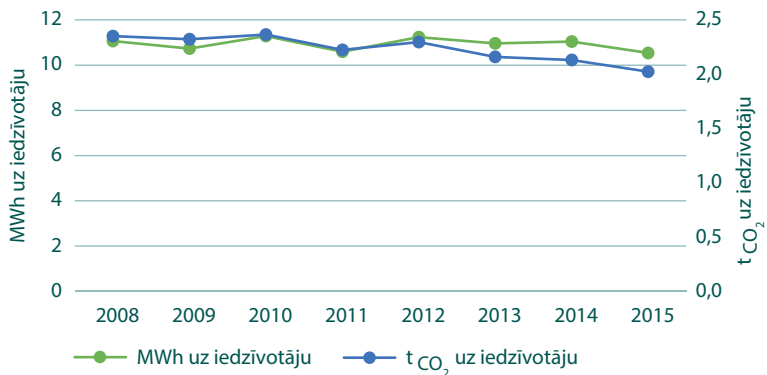
7.3. att. Eiropas Savienības progress ceļā uz klimata un enerģētikas mērķu sasniegšanu 2020. gadā [5].

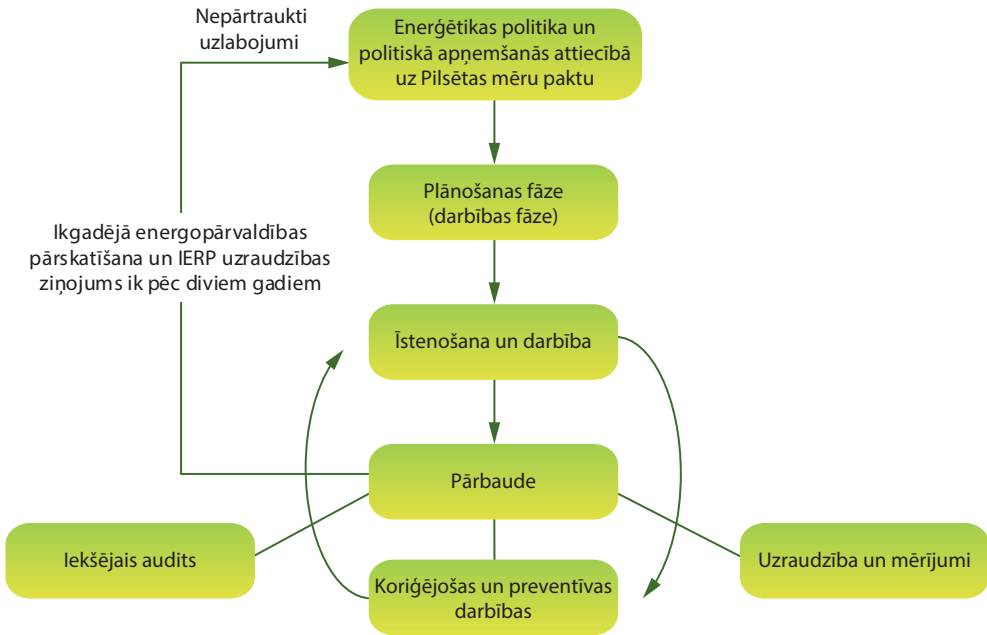


Tomēr īstenošanas un uzraudzības fāzēs ir būtiski trūkumi. Pat ja pašvaldībās CO₂ emisiju samazināšanas tendence ir pozitīva, enerģijas patēriņš uz vienu iedzīvotāju ir tāds pats vai samazinās lēnāk. To var redzēt tendencēs, kuras attēlo progresu virzībā uz 2020. gada mērķiem [5] (sk. 7.3. attēlu).

Aplūkojot iesniegtos datus par enerģijas patēriņu un SEG emisijām, šo tendenci var novērot arī trijās Latvijas pilsētās: Daugavpilī, Liepājā un Jūrmalā. Izstrādājot IERP katrai no šīm pilsētām, tika iegūti vēsturiskie enerģijas patēriņa dati un aprēķināti attiecīgie īpatnējie enerģijas patēriņa rādītāji MWh uz iedzīvotāju un SEG emisijas t_{CO2} uz vienu iedzīvotāju. Rezultātus var redzēt 7.4. attēlā.

7.4. att. Enerģijas patēriņš un SEG emisiju izmaiņas trijās Latvijas Republikas pilsētās.





Diagrammā redzamas līdzīgas tendences, kā tas ir parādīts 7.3. attēlā. Lai paātrinātu pāreju uz energoefektīvākām tehnoloģijām, ir jāpieņem izšķirīgs lēmums integrēt enerģijas un klimata mērķus visās attiecīgajās pašvaldības struktūrās.

Bieži vien IERP netiek īstenots un netiek izmantots pašvaldības ikdienas dzīvē. IERP ieviešana ikdienas darbībās ir viens no galvenajiem efektīvas enerģijas plānošanas elementiem vietējā mērogā [15].

Šajā pētījumā piedāvātā metode ir balstīta uz sistemātiskas pieejas ieviešanu, lai nepārtraukti uzlabotu energoefektivitāti un veicinātu CO₂ emisiju samazināšanu, pamatojoties uz ISO 50001 ar IERP. Ierosinātā integrētās energopārvaldība un IERP pieejas metodoloģija ir parādīta 7.5. attēlā.

Rezultāti

Integrētā energopārvaldības sistēma + IERP pieeja tika pārbaudīta 41 pašvaldībā astoņās Eiropas Savienības valstīs (Latvijā, Itālijā, Grieķijā, Spānijā, Rumānijā, Francijā, Bulgārijā un Polijā). Tika identificēti trīs galvenie šķēršļi, kas kavē IERP veiksmīgu ieviešanu un sistēmas darbību: cilvēku, finanšu un tehniskie resursi. Daudzi šķēršļi jau bija labi zināmi vispārējā IERP izstrādes un ieviešanas procesā, tomēr procesa īstenošana, izmantojot integrēto energopārvaldību + IERP pieeju, parādīja atšķirīgus rezultātus.

7.5. att. Integrētās pieejas metodoloģija.

Viens no svarīgākajiem šķēršļiem pašvaldībās, īpaši energopārvaldības sistēmas attīstības sākumposmā, bija enerģijas pārvaldnieku trūkums procesa sākumā. Enerģijas pārvaldnieks ir būtisks faktors, lai panāktu un nodrošinātu nepārtrauktu energoefektivitātes uzlabošanu. Enerģijas pārvaldnieka iecelšana parasti tiek aizkavēta, jo energopārvaldības sistēmas izstrādē iesaistītajam personālam ir daudz citu pienākumu. Tādēļ viņiem ir grūti koncentrēties uz uzdevumu. Turklāt ir svarīgi novērst kompetences trūkumu un mainīt izpratni par energoefektivitātes nozīmi. Lai nodrošinātu energopārvaldības sistēmu un IERP efektīvu attīstību un ieviešanu, ir būtiski nodrošināt pašvaldību departamentu sadarbību un koordināciju, kā arī nodrošināt apmācības pašvaldības IERP izstrādes komandai.

Kaut arī pieejamā finansējuma trūkums bieži tiek atzīts par visnozīmīgāko IERP ieviešanas šķērslī, integrētās pieejas izmantošana parādīja pašvaldībām, kā tās var piesaistīt investīcijas, izmantojot enerģijas ietaupījumus. Tomēr dažās pašvaldībās joprojām pastāv divas galvenās problēmas – finanšu iespēju trūkums, lai ieviestu un uzturētu energopārvaldības sistēmu, un līdzekļu trūkums tās sertifikācijai un sertifikāta atjaunošanai nākotnē.

Pēdējais šķērslis energopārvaldības un IERP īstenošanā ir tehniski jautājumi. Sākotnējā enerģijas patēriņa datu trūkums, kā arī svarīgo enerģijas lietotāju un prioritāšu noteikšana ir kritiski uzdevumi pārvaldības sistēmas un IERP izstrādes sākumposmā. Tomēr, tiklīdz energopārvaldības sistēma ir izveidota, šie šķēršļi tiek novērsti.

Diskusija un secinājumi

Integrētā pieeja ir pārbaudīta 41 pašvaldībā. Sākotnējie rezultāti liecina par 1 % līdz 3 % energoefektivitātes uzlabošanos un energopārvaldības sistēmas ieviešanas pašvaldībās paredzamo atmaksāšanās laiku, kas būtu mazāks nekā gads.

Dažādās valstīs un pat dažādās pašvaldībās vienā un tajā pašā valstī var būt dažādi integrētās pieejas izmantošanas motivatori. Turpmāk uzskaitīti galvenie motivatori un iemesli, kāpēc 41 pašvaldība Eiropā izstrādāja, ieviesa, sertificēja savu energopārvaldības sistēmu un integrēja to savā IERP.

- Tiesību akti: dažās Eiropas Savienības dalībvalstīs nacionālajos tiesību aktos ir ieviesti noteikumi par energopārvaldības sistēmas ieviešanu vietējās pašvaldībās vai balto sertifikātu izmantošana.

- Izmaksu samazināšana: enerģijas patēriņa samazināšanas un ar to saistīto enerģijas izmaksu samazināšanas centieni.
- Zināšanas un palīdzība: pašvaldības saņēma ārējo tehnisko palīdzību, lai izveidotu energopārvaldības sistēmu savās pašvaldībās.
- Uzraudzība: izmantojot energopārvaldību, pašvaldības ir ieguvušas līdzekļus, lai kontrolētu dažādos līgumslēdzējus, piemēram, energoapgādes pakalpojumu sniedzējus.
- Sistemātiska pieeja: pašvaldībām ir skaidra procedūra, kā novērtēt energoefektivitātes projektus, konkursus un iepirkumus.
- Pašvaldības darbinieki: lai būtu veiksmīga darbība, ir būtiski iesaistīt pilsētas domes locekļus, ir jāieceļ enerģijas pārvaldnieks un ir nepieciešams arī cits atbalsts.
- Datu pieejamība: iespēja iegūt kvalitatīvus datus.

Rakstā iekļautās daļas pirmēji angļu valodā publicētas žurnālā “Energy Procedia” rakstā “Low carbon municipalities. The impact of energy management on climate mitigation at local scale” (doi: 10.1016/j.egypro.2017.09.038). Autori pateicas VPP LATENERGI programmas projektam par iespēju attīstīt rakstu latviešu valodā.

Literatūra

- [1] Kona A. et al. The Covenant of Mayors in Figures and Performance Indicators: 6-year Assessment; 2015.
- [2] Kona A. et al. Covenant of Mayors: Monitoring Indicators; 2016.
- [3] EPRS. EU climate and energy policies post-2020: Energy security, competitiveness and decarbonisation, 2014.
- [4] European Commission. European Commission. Energy 2020, 2010.
- [5] EEA. Trends and projections in Europe 2015: Tracking progress towards Europe’s climate and energy targets. EEA Report 4/2015.
- [6] Climate Alliance Feedback from the ground on the Covenant of Mayors implementation, June 2013. Available: http://www.networkingcovenantofmayors.eu/IMG/pdf/com_feedback_from_the_ground_italy.pdf
- [7] Lee D., Cheng C. C. Energy savings by energy management systems: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 2016; 56:760–777.
- [8] Pinero E. ISO 50001 : Setting the Standard for Industrial Energy Management. Green Manufacturing News, 2009.
- [9] Abeelen C., Harmsen R., Worrell E. Implementation of energy efficiency projects by Dutch industry. Energy Policy 2013; 63:408–418.
- [10] Reinaud J., Goldberg A. The Boardroom Perspective: How Does Energy Efficiency Policy Influence Decision Making in Industry? International Energy Agency, 2011.
- [11] Pereira-Moliner J., Tari J. J. Quality certification, performance and size in hotel chains. Tourism Economics 2015; 21(2).

- [12] Shaw C. D. m.fl. The effect of certification and accreditation on quality management in 4 clinical services in 73 European hospitals. *International Journal for Quality in Health Care* 2014; 26:100–7
- [13] European Parliament. Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency. *Official Journal of the European Union Directive*; 2012.
- [14] Raveschoot R. P. De, Cayuela D. B., Bertoldi P., Monni S. Review of Methodologies for the Development of Sustainable Energy Action Plans in the Frame of the Covenant of Mayors Introduction: The Covenant of Mayors Initiative Measures Being Taken to Support Initiative. 2010 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, 2010.
- [15] Covenant of Mayors. How to develop a Sustainable Energy Action Plan; 2010.

Tehnoloģiskie risinājumi

Ietekmes uz vidi pasākumi

8. Kā izvēlēties piemērotus pasākumus, lai samazinātu negatīvo ietekmi uz vidi? Skrīninga metodes pārbaude reģionālajā enerģētikas sistēmā

Ilze Dzene, Marika Rošā, Dagnija Blumberga

Reģionālā energosistēma: no enerģijas patēriņa pārvaldības uz primāro enerģiju

Enerģijas patēriņa pārvaldību (angļu val. *DSM* jeb *demand side management*) izmanto, lai nodrošinātu enerģijas patēriņa kontroli, vienlaikus optimizējot pieejamos vai plānotos enerģijas ražošanas resursus [1]. Energoplānošana reģionālajā līmenī ir vispiemērotākais veids, kā veicināt atjaunojamās enerģijas izmantošanu un energosistēmu ietekmes uz vidi samazināšanu [2]. Šī pētījuma izejas punkts bija reģionālās energoplānošanas un enerģijas patēriņa pārvaldības principu apvienošana, lai maksimizētu atjaunojamo energoresursu izmantošanu, tā samazinot CO₂ emisijas un atrodot optimālu ekonomisko risinājumu atjaunojamās enerģijas tehnoloģijām konkrētā reģionā. Tika nolemts iekļaut arī primāros enerģijas avotus, lai nodrošinātu pilnvērtīgu reģionālās energosistēmas analīzi. Enerģijas patēriņa pārvaldība ņem vērā enerģiju un tās galalietotāju [1], [3], kas šajā pētījumā ir viens no diviem centrālajiem reģionālās energosistēmas elementiem. Otrs galvenais elements ir enerģijas ražošanas avoti – primāro energoresursu patērētāji. Mijiedarbība starp reģionālās energosistēmas un enerģijas patēriņa pārvaldības sistēmas elementiem ir parādīta 8.1. attēlā.

Iepriekš veiktie pētījumi norāda uz vairākām problēmām atjaunojamo energoresursu izmantošanā un energoefektivitātes pasākumu īstenošanā reģionālajās energosistēmās. Augstākas atjaunojamās enerģijas izmaksas salīdzinājumā ar tradicionālajiem fosilajiem resursiem [4], finansējuma trūkums, nepietiekama sadarbība starp administratīvajām struktūrām, tirgus stimulu trūkums, sociālās un citas problēmas rada nepieciešamību izstrādāt integrētas enerģētikas sektora attīstības un vides



8.1. att. Mijiedarbība starp reģionālās enerģosistēmas un enerģijas patēriņa pārvaldības sistēmas elementiem.

pārvaldības stratēģijas, ar kuru palīdzību ir iespējams īstenot enerģētikas politiku, kas veicina enerģijas patēriņa samazināšanu un paātrina atjaunojamo energoresursu plašu izmantošanu [5]. Gan enerģijas galalietotājus, gan enerģijas avotus ietekmē dažādi faktori, piemēram, atjaunojamo energoresursu pieejamība, tehnoloģiju pieejamība un izmaksas, cilvēkfaktora klātbūtne, veiktie energoefektivitātes pasākumi utt. Šajā pētījumā enerģijas galalietotāji ir iedalīti trīs grupās:

- mājsaimniecības (vislielākais enerģijas patērētāju sektors Latvijā);
- pakalpojumi;

- rūpniecība.

Tomēr, atkarībā no valsts un reģiona, enerģētikas galalietotāju sadalījumā var ietvert arī enerģijas izmantošanu lauksaimniecībā, transportā, sabiedriskajā sektorā utt.

Šajā pētījumā aprakstītie energoresursu lietotāji ir definēti kā enerģijas ražošanas avoti. Atkarībā no radītās enerģijas formas, enerģijas ražošanas avotus var iedalīt šādi:

- siltuma ražošanas avoti;
- elektroenerģijas ražošanas avoti;
- koģenerācijas stacijas (kombinētie siltuma un elektroenerģijas ražošanas avoti).

Ņemot vērā, ka enerģijas patērētāji Limbažu reģionā (šī pētījuma izpētes reģions) un Latvijā kopumā ir ģeogrāfiski izkliedēti, abas grupas (enerģijas resursu lietotāji un enerģijas galapatērētāji) ir jāaplūko kopā. Turklāt ir jāņem vērā, ka energoefektivitātes pasākumus galalietotāju līmenī nevar īstenot bez skaidras izpratnes par energoefektivitātes pasākumiem enerģijas ražošanas avotos un otrādi.

Lai noteiktu piemērotas energosistēmu uzlabošanas iespējas, kas vērstas uz ilgtspēju un ietekmes uz vidi samazināšanu, ir jāanalizē gan energoresursu lietotāji, gan enerģijas galapatērētāji. Izprotot enerģijas galapatēriņu, ir iespējams izvēlēties tādus pasākumus, kas sniedz maksimālu ieguvumu no enerģijas patēriņa pārvaldības un parāda, kuras ir būtiskākās enerģijas galalietotāju grupas. Lai izvēlētos konkrētākus energosistēmu uzlabošanas pasākumus, ir jāņem vērā arī pieejamie energoresursi un to alternatīvas. Esošai sistēmai alternatīvu energoresursu izvēle tiek veikta, apskatot visas iespējas, kas ļauj sasniegt noteiktos energosistēmas uzlabošanas mērķus [6].

Pastāv vairākas alternatīvas tehnoloģijas, kuras var izmantot esošo energoresursu aizstāšanai un enerģijas izmantošanas efektivitātes uzlabošanai. Lai izvēlētos vislabāko variantu, iespējamās alternatīvās tehnoloģijas ir savstarpēji jāsalīdzina, izmantojot skrīninga kritērijus. Šis salīdzinājums ir energosistēmas uzlabošanas potenciāla vērtējuma pamats. Ar šo metodi tiek izvēlēta tā alternatīvā tehnoloģija, kas vislabāk atbilst skrīninga kritērijiem. Alternatīva tiek vērtēta, pamatojoties uz sagaidāmo energosistēmas uzlabojumu potenciālu.

Lai novērtētu enerģijas galapatēriņu, ir jānedefinē bāzes līnija un jāuzstāda uzlabojumu mērķis. Enerģijas galapatēriņš Limbažu reģionā tika prognozēts, ņemot vērā 2007. gada enerģijas intensitātes rādītājus [7].

Metodes testēšanai tika izvēlēts tipisks vidēja izmēra Latvijas lauku reģions – Limbažu rajons, kura enerģijas ražošanas infrastruktūra un patērētāju struktūra tika ņemtas par pamatu metodē aprakstītās energosistēmas analīzei.

Limbažu reģiona energosistēma

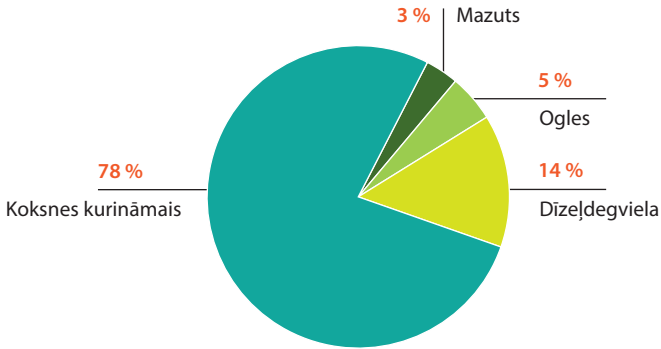
Bijušais Limbažu rajons ir tipisks vidēja lieluma lauku reģions Latvijā. Administratīvā struktūra sastāvēja no piecām pilsētām un 11 pagastiem (kopā 16 pašvaldības). 2580 km² lielajā teritorijā dzīvoja aptuveni 38 tūkstoši cilvēku (vidēji 14,7 iedzīvotāji uz km²).

Limbažu reģionā tiek izmantoti dažādi energoresursi. Lieļākajās apdzīvotajās vietās (6 pašvaldībās) siltumenerģiju patērētājiem nodrošina centralizētās siltumapgādes sistēmas. Mazākos pagastos siltumenerģijas ražošanu nodrošina lokāli, ēkās uzstādīti siltuma avoti. Reģiona galveno siltumenerģijas avotu kopējā uzstādītā siltuma jauda ir aptuveni 90 MW. Galvenais izmantotais kurināmais (78 %) ir koksne (malka, skaidas, šķelda u. c.), un siltuma ražošana ir ar salīdzinoši zemu efektivitāti (sk. 8.2. attēlu). Centralizētās siltumapgādes sistēmu galveno parametru pārskats ir redzams 8.1. tabulā [8].

8.1. tabula

Limbažu reģiona centralizētās siltumapgādes sistēmu pārskats

Atrašanās vieta	Uzstādītā jauda (MW _{th})	Efektivitāte	Kurināmais	Kopējais cauruļu garums (km)	Jauno cauruļu kopējais garums (km)	Siltuma zudumi caurulēs (%)	Gadi kopš cauruļu uzstādīšanas
Limbaži	19,54	0,70–0,84	Koksnes atlikumi, dīzeļdegviela un mazuts	17,2	2,5	30	25–30
Aloja	1,50	0,80	Koksnes atlikumi, skaidas	1,8	1,5	17	30
Salacgrīva	4,10	0,67–0,92	Skaidas, malka, dīzeļdegviela	0,7	0,2	23	30
Umurga	1,30	0,80	Skaidas	0,5	0,0	35	30
Pociems	1,00	0,85	Malka	1,0	1,0	7	5
Ozolmuiža	3,50	0,50	Malka	0,9	0,0	30	35



8.2. att. Kurināmā patēriņa sadalījums siltuma ražošanai Limbažu reģionā, GWh gadā un %.

Reģions nav savienots ar dabasgāzes tīklu, tādēļ būtiskāka nozīme ir vietējo un atjaunojamo energoresursu plašai izmantošanai.

Reģions gandrīz visu elektroenerģiju importē. Tikai neliels daudzums elektroenerģijas tiek ražots vietēji, izmantojot divas mazas hidroelektrostacijas un vienu vēja ģeneratoru (kopējā uzstādītā elektriskā jauda 1,3 MW).

Enerģijas patēriņa struktūra

Limbažu reģiona trīs galvenās enerģijas patērētāju grupas ir mājsaimniecības, pakalpojumu un rūpniecības sektors.

Limbažu rajonā ir apmēram 270 daudzdzīvokļu ēku [8], no kurām tikai divas ir pilnībā nosiltinātas un 20 ir daļēji siltinātas (ir siltinātas fasādes, jumts vai pagrabs). Latvijas mājsaimniecību elektroenerģijas intensitāte ir 1995 kWh uz mājsaimniecību gadā un siltumenerģijas intensitāte – 250 kWh/m² gadā [7]. Saskaņā ar Latvijas Pirmo energoefektivitātes rīcības plānu [9] viens no galvenajiem pasākumiem kopējā enerģijas patēriņa samazināšanai nākamajos 10 gados Latvijā ir energoefektivitātes palielināšana mājsaimniecību sektorā, prognozējot siltumenerģijas intensitāti 195 kWh/m² (paredzamais kopējā samazinājuma potenciāls 2016. gadā Latvijā ir 55 %). 2007. gadā Limbažu novadā novērtētais energoefektivitātes potenciāls bija 50–100 GWh gadā [8].

Limbažu rajonā ir aptuveni 120 sabiedrisko un pakalpojumu ēku [8]. Lielākā daļa no tām pieder pašvaldībām, tādēļ šajās ēkās biežāk tiek īstenoti energoefektivitātes pasākumi, jo pašvaldībai ir lielākas iespējas nodrošināt nepieciešamos finanšu resursus. Deviņas no 120 ēkām ir pilnībā nosiltinātas, un 19 ēkās ir īstenoti vairāki energoefektivitātes pasākumi.

Elektroenerģijas intensitātes bāzes līnija pakalpojumu sektorā ir 3000 kWh uz vienu darbinieku gadā, un siltumenerģijas

intensitātes bāzes līnija ir 685 MWh/(milj. EUR) [7]. Dzīvojamajām ēkām un sabiedriskajam sektoram Limbažu reģionā ir liels enerģijas ietaupījumu potenciāls.

Galvenās ražošanas nozares Limbažu rajonā ir pārtikas ražošana (maizes ceptuves, piena pārstrādes rūpnīca un kartupeļu cietes ražošana), kā arī kokapstrāde. Lielākā daļa rūpniecības uzņēmumu atrodas Limbažu pilsētā. Rūpniecības nozarē kopējā elektroenerģijas intensitāte ir 1930 MWh/(milj. EUR), bet siltumenerģijas intensitāte ir 5215 MWh/(milj. EUR) [7].

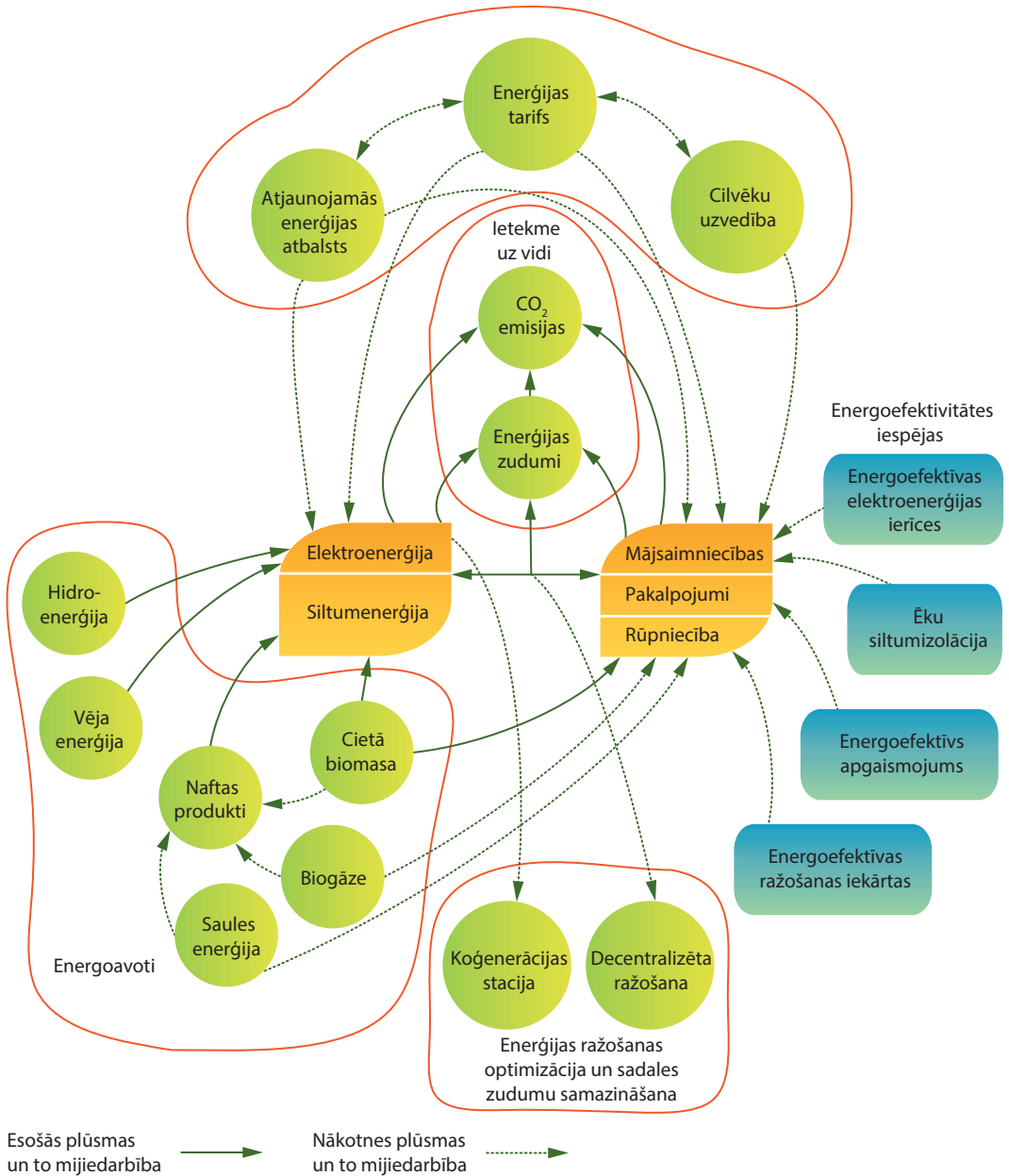
Mijiedarbība ar citiem enerģētikas sistēmas elementiem

Limbažu rajona energosistēma sastāv no pieciem elementiem: pirmkārt, energoresursi, otrkārt, enerģijas ražošanas optimizācija un sadales zudumu samazināšana, treškārt, enerģijas taupīšanas iespējas, ceturtkārt, energosistēmu ietekmējoši instrumenti, un, piektkārt, sistēmas ietekme uz vidi (sk. 8.3. attēlu). Šie elementi ir pamats, lai izvēlētos vispiemērotākos un izmaksu ziņā visefektīvākos pasākumus, kas ļauj samazināt kopējo enerģijas patēriņu un energosistēmas ietekmi uz vidi. Pirmā komponente – pieejamie energoresursi – ir viena no vissvarīgākajām, jo tā raksturo energoresursu pieejamību un ilgtspējīgas enerģijas izmantošanas iespējas reģionā nākamajos 20 gados. Nepārtrauktās līnijas attēlā norāda esošās mijiedarbības un plūsmas. Citiem vārdiem sakot, tās parāda pašreizējo energoresursu izmantošanu. Pārtrauktās līnijas parāda nākotnes mijiedarbības, kuras ir vēlamas alternatīvas, lai pašlaik izmantoto mazutu aizstātu ar biomasu, biogāzi un saules enerģiju.

Nākamā komponente ir saistīta ar enerģijas ražošanas optimizāciju un enerģijas zudumu samazināšanu no sadales sistēmām. Šis elements ir izvēlēts, jo dalīta ražošana ļauj ražot enerģiju tuvāk tās galalietotājam, tā samazinot enerģijas zudumus no enerģijas sadales tīkliem. Limbažu reģiona gadījumā enerģijas ražošana koģenerācijas stacijās samazinātu enerģijas zudumus un atvieglotu pieejamo enerģijas resursu efektīvāku izmantošanu.

Trešā komponente – enerģijas taupīšanas iespējas – ir ļoti svarīgs energosistēmas elements, jo energoefektivitātes pasākumu īstenošana samazina enerģijas zudumus, ko rada neefektīvu ierīču, apgaismojuma sistēmu, rūpniecisko iekārtu lietošana un zema ēku siltumizolācija.

Pēdējie divi energosistēmas elementi – energosistēmu ietekmējoši instrumenti un sistēmas ietekme uz vidi – ir saistīti ar enerģijas ražošanas, sadales un lietošanas ietekmi uz vidi un



iespējām to samazināt. CO₂ emisijas ir viens no galvenajiem rādītājiem reģionālās energosistēmas ietekmes uz vidi novērtēšanai. Tomēr būtiskākie ietekmes uz vidi ietekmējošie instrumenti ir atjaunojamo energoresursu atbalsta mehānismi, enerģijas tarifi un cilvēku uzvedības maiņa, kā arī pieredze saistībā ar energoefektivitātes pasākumiem.

8.3. att. Limbažu rajona energosistēmas galvenie elementi.

Visi šie instrumenti ir ņemti vērā Limbažu reģiona enerģijas sistēmas vērtēšanas kritērijos.

Skrīninga metodes izmantošana

Šajā pētījumā piedāvātā skrīninga metode izmanto daudz-kritēriju lēmumu pieņemšanas metodoloģiju. Citos energo-plānošanas lēmumu pieņemšanas gadījumos aprakstītās metodes [10]–[15] tika pielāgotas un izmantotas, izmantojot šādu secīgu pieeju:

- tika uzskaitīti iespējamie uzlabojumi dažādās reģionālās energosistēmas daļās;
- tika izraudzīti un uzskaitīti iespējamo uzlabojumu analīzes kritēriji;
- tika noteikts katra kritērija svars un kopējā vērtēšanas sistēma;
- tika aprēķināts kopējais rezultāts;
- tika noteikts rangs katram uzlabojumu variantam atkarībā no piešķirtajiem punktiem.

Kritēriju nozīmīgums var būt atkarīgs no izvēlētā pasākumu veida un tā alternatīvām. Vienmēr ir kritēriji, kas būtiski ietekmē pieņemtos lēmumus, un ir citi, kuriem ir neliela ietekme. Tādēļ šī metode apraksta katra kritērija relatīvo svaru. Šajā metodikā ir piedāvāta piecu punktu novērtēšanas sistēma, kurā visaugstāko vērtējumu piešķir vissvarīgākajam kritērijam, kas ietekmē lēmumus. Kritēriju un to svaru piemērs, ko izmanto uzlabojumu iespēju pārbaudei dažādās Limbažu reģiona enerģētikas sistēmas daļās, ir parādīts 8.2. tabulā.

Šajā pētījumā izmantotā metode tika salīdzināta ar siltumnīcefekta gāzu emisijas samazināšanas izmaksu liknes metodi [16] un citām atbilstošām metodēm, kuru pamatā ir ekonomiskā

8.2. tabula

Limbažu rajona energosistēmas uzlabošanas iespēju skrīninga kritēriji un to nozīmīgums jeb svars

Skrīninga kritēriji	Svars
1. Investīciju apjoms	5
2. Gatavība veikt uzlabojumus	4
3. Enerģijas galalietotāja raksturojums	2
4. Ietekme uz enerģijas tarifiem	4
5. Attiecības starp enerģijas piegādātāju un enerģijas patērētāju	3
6. CO ₂ emisiju samazinājums	4

analīze [17]–[21] un optimizācija [22]–[24]. Šajā gadījumā lietotā skrīninga metode ir vispiemērotākā, ņemot vērā novērtējuma objekta mērogu un detalizēto izstrādi. Piedāvātā metode paredz dažādus aspektus. Tajā tiek ņemtas vērā ne tikai tehniskās un ekonomiskās iespējas, bet arī politiskie un sociālie faktori, kas ir ļoti svarīgi, pieņemot lēmumus.

Skrīninga metodē pārmeklēšana (angļu val. *screening*) ir samērā subjektīvs process, un ir ieteicams, lai to veiktu eksperts vai pat ekspertu grupa, kas pārzina konkrēto teritoriju un tās energosistēmas īpatnības. Līdzīga skrīninga metode tika izmantota enerģijas patēriņa vadības programmu novērtēšanai Nepālā [3], kur vērtēšanas kritēriji un to nozīmīgums tika noteikti vairākās diskusiju kārtās ar lēmumu pieņēmējiem, kas bija iesaistīti konkrētas energosistēmas attīstībā.

Nākamajā solī tika izveidota vērtēšanas sistēma katram atlasītajam kritērijam. Rezultāti tika doti skaitliskās vērtībās: –2; –1; 0; +1; +2. Pozitīva vērtība norāda pasākuma pozitīvo ietekmi, un +2 ir visaugstākā iespējamā vērtība. Negatīvas vērtības tiek dotas negatīvai ietekmei. Vērtība 0 norāda uz neitrālu ietekmi.

Pēc kritēriju svēršanas un visu pasākumu skaitliskās vērtēšanas var izmantot dažādas pieejas pasākumu sakārtošanai pēc ranga. Vienā no metodēm katram pasākumam tiek piešķirts vērtējums atbilstoši skrīninga metodes kritērijam, kuru reizina ar konkrētā kritērija svaru, un kombinētie vērtējumi pēc tam katram pasākumam tiek summēti. Rezultātā pasākumi tiek sakārtoti rangā pēc to kopējā punktu skaita.

Cita iespēja ir atsevišķi novērtēt katru skrīninga kritēriju. Cilvēkfaktoram ir būtiska loma kritēriju izvēlē un tai sekojošajā vērtēšanā. Piedāvātās metodes izmantošanas rezultātu kvalitāte ir atkarīga no ekspertu pieredzes. Ja skrīninga metodi izmanto dažādas intereses pārstāvošu ekspertu grupa, nevis tikai viens eksperts, ir iespējams samazināt subjektivitātes ietekmi un iegūt labāku metodes izmantošanas rezultātu [3].

Skrīninga metodes izmantošana Limbažu rajona energosistēmas kontekstā

Metodes demonstrēšanai uz Limbažu energosistēmas piemēra tika izvēlēti šādi četri potenciālie uzlabojumi [25]:

- 1) kurināmā maiņa un saules kolektoru uzstādīšana Salacgrīvā;
- 2) biomasas koģenerācijas stacijas uzstādīšana Limbažos;
- 3) centralizētās siltumapgādes sistēmas cauruļu renovācija Umurgā;

4) daudzdzīvokļu ēku siltināšana Ainažos.

Šie četri atlasītie pasākumi aptver visus Limbažu reģiona energosistēmas aspektus (sk. 8.3. attēlu), un tie ir novērtēti saskaņā ar 8.2. tabulā noteiktajiem pārbaudes kritērijiem.

Investīciju apjoms dažādos pasākumos var būtiski atšķirties. Tādēļ investīciju analīzes pamatā ir salīdzinošās novērtēšanas rādītāji. Šajā novērtējumā izmantotais efektivitātes rādītājs ir izmaksu efektivitāte un ieguldījumi, salīdzinot ar samazināto CO₂ daudzumu, ja tiek īstenots energosistēmas uzlabošanas pasākums. Iepriekš minētās darbības rādītājs aprēķināts 8.3. tabulā.

CO₂ emisiju samazinājumu var aprēķināt gan vienā gadā, gan visa projekta darbības laikā. Optimālo finanšu risinājumu nosaka, novērtējot nepieciešamās investīcijas un salīdzinot vairākus pasākumus. Citu projektu pieredze Latvijā liecina, ka lielāki ieguldījumi ne vienmēr ļauj sasniegt tādu pašu enerģijas ietaupījuma pieaugumu. Mērķis ir atrast optimālu un minimālu investīciju apjomu, lai maksimāli samazinātu CO₂ emisijas.

Šī kritērija punktu skaitu var noteikt šādi:

optimāla izmaksu efektivitāte	+2
10 % novirze no optimālas izmaksu efektivitātes	+ 1
20 % novirze no optimālas izmaksu efektivitātes	0
30 % novirze no optimālas izmaksu efektivitātes	-1
vairāk nekā 30 % novirze no optimālas izmaksu efektivitātes	-2

Pārējie seši vērtēšanas kritēriji tika aprakstīti un novērtēti līdzīgi. Galīgais rezultāts ir apkopots 8.4. tabulā.

Novērtējuma rezultāti 8.4. tabulā rāda, ka 3. pasākumam, kas ir centralizētās siltumapgādes cauruļu nomaiņa Umurgā, ir

8.3. tabula

Izraudzīto energosistēmas uzlabošanas pasākumu izmaksu efektivitātes rādītāja aprēķins

Pasākuma numurs	Kopējās investīcijas [25], EUR	CO ₂ samazinājums [25], t _{CO2}	Izmaksu efektivitātes rādītājs, EUR/t _{CO2}
1.	2.	3.	4. = 2. / 3.
1	282 000	568	496
2	7 000 000	545	12 844
3	188 000	360	522
4	87 000	450	193

Uzlabojumu izvērtēšana un izvēles iespējas

Kritērija numurs	Pasākuma vērtība				Kritērija svars	Svērtais rādītājs				
	1	2	3	4		1	2	3	4	
1	+1	-2	0	+2	5	+5	-10	0	+10	
2	0	+2	+1	+1	4	0	+8	+4	+4	
3	+2	+1	+2	-1	2	+4	+2	+4	-2	
4	-1	+1	+2	0	4	-4	+4	+8	0	
5	+1	0	0	-2	3	+3	0	0	-6	
6	0	0	+1	+2	4	0	0	+4	+8	
	+3	+2	+6	+2		+8	+4	+20	+14	Kopējais rezultāts
						3	4	1	2	Pasākuma rangs

sniegts visaugstākais rangs. Nākamā prioritāte ir daudzdzīvokļu ēku siltināšana Ainažos (4. pasākums). Iespējamo pasākumu pārbaudi var atkārtot, ja mainās potenciālo pasākumu pamatnosacījumi vai tiek izvēlēti jauni iespējamie pasākumi.

Secinājumi

Šajā pētījumā piedāvātā skrīninga metode ir instruments, ko var izmantot, lai maksimāli palielinātu energoefektivitāti un atjaunojamās enerģijas izmantošanu un samazinātu CO₂ emisijas, kā arī lai atrastu optimālu ekonomisko risinājumu tehnoloģijām konkrētajā reģionā. Lai noteiktu reģionālās energosistēmas uzlabošanas iespējas, ir jāanalizē pieejamie energoresursi un enerģijas galalietotāju paradumi. Izpratne par enerģijas galapatērētāju palīdz noteikt iespējas, kuras sniedz maksimālu enerģijas patēriņa pārvaldības potenciālu.

Šajā rakstā tika aplūkota Latvijas Limbažu rajona energosistēma un analizēti šīs sistēmas elementi. Lai noteiktu pasākumus, kas dod maksimālus uzlabojumus, tika izstrādāta un izmantota skrīninga metode. Lai šī metode ļautu sasniegt vēlamu rezultātu, būtiska loma ir iesaistīto ekspertu pieredzei. Subjektivitāti var samazināt, ja pārbaudi veic ekspertu grupa, kas pārstāv dažādas intereses, nevis tikai viens eksperts.

Salīdzinot ar citām metodēm, ko izmanto energosistēmas uzlabošanas pasākumu novērtēšanai, šo metodi var izmantot arī kā instrumentu diskusijām un sarunām starp sistēmas dalībniekiem. Skrīninga metode aplūko gan ekonomiskos, gan tehniskos aspektus, kā arī sociālos aspektus, tādus kā “attieksme”

un “gatavība uzlabojumiem”. Pēdējie divi aspekti, lai arī tie nav tehniska rakstura, tomēr būtiski ietekmē izvēlēto pasākumu īstenošanu.

Limbažu rajonā izvēlēto četru iespējamo pasākumu pārbaude parādīja, ka vislielākais kopējais rādītājs un visaugstākais vērtējums ir energoefektivitātes pasākumiem (ēku siltināšanai un centralizētās siltumapgādes sistēmas tīkla atjaunošanai). Zemāks rādītājs tika iegūts atjaunojamo energoresursu pasākumiem (jaunajai koģenerācijas stacijas izveidei un fosilā kurināmā aizstāšanai ar biomasu un saules enerģiju).

Rakstā iekļautās daļas pirmēji angļu valodā publicētas žurnālā “Energy” rakstā “How to select appropriate measures for reductions in negative environmental impact? Testing a screening method on a regional energy system” (DOI: 10.1016/j.energy.2010.05.001). Autori pateicas VPP LATENERGI programmas projektam par iespēju attīstīt rakstu latviešu valodā.

Literatūra

- [1] Foo D. C. Y., Tan R. R., Ng D. K. S. Carbon and footprint-constrained energy planning using cascade analysis technique. *Energy* 2008; 33:1480e8.
- [2] Fang Y., Zeng Y. Balancing energy and environment: the effect and perspective of management instruments in China. *Energy* 2007; 32:2247e61.
- [3] Vashishtha S., Ramachandranb M. Multicriteria evaluation of demand side management (DSM) implementation strategies in the Indian power sector. *Energy* 2006; 31:2210e25.
- [4] Ove Arup and Partners. Planning for renewable energy a companion guide to PPS22. See also: Office of the Deputy Prime Minister UK: Queen’s Printer and Controller of Her Majesty’s Stationery Office <http://www.communities.gov.uk/documents/planningandbuilding/pdf/147447.pdf>; 2004.
- [5] Yang M. Demand side management in Nepal. *Energy* 2006; 31:2677e98.
- [6] International Institute for Energy Conservation. Demand side management best Practices Guidebook. Skat. arī: <http://www.sidsnet.org/docshare/other/20070110DSMBestpractices.pdf>; July 2006.
- [7] Institute of Energy Systems and Environment. Investigation of possibilities for using renewable energy sources in Latvia in 2020 [Atjaunojamo energoresursu izmantošanas iespēju izvērtējums Latvijā līdz 2020. gadam]. report: 2008. Riga Technical University, Institute of Energy Systems and Environment, http://www.lvaf.gov.lv/faili/petijumi/AER_iespeju_izvertejums_2020_gala_atskaite2.pdf; 2008 (in Latvian).
- [8] Dzene I. Evaluation of existing energy situation in Limbazi region (Limbazu rajona energoapgādes esosa-s situācijas izpēte), Master Thesis: 2007. Riga Technical University, Institute of Energy Systems and Environment www.videszinatne.lv; 2007 (in Latvian).

- [9] First energy efficiency action plan of Latvia 2008–2016, approved by regulation of Cabinet of Ministers No. 266 in 20.05.2008.
- [10] Liu A. F., Zhang C. Q., Duan J. Construction of evaluation criterion system of building energy conservation. *Power Demand Side Management* 2006; 8 (1):39e42.
- [11] Pohekar S. D., Ramachandran M. Application of multi-criteria decision making to sustainable energy planning: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2004; 8:365e81.
- [12] Beccali M., Cellura M., Mistretta M. Decision-making in energy planning. application of the Electre method at regional level for the diffusion of renewable energy technology. *Renewable Energy* 2003; 28:2063e87.
- [13] Loken E. Use of multicriteria decision analysis methods for energy planning problems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2007; 11:1584e95.
- [14] Muela E., Schweickardt G., Garce's F. Fuzzy possibilistic model for medium-term power generation planning with environmental criteria. *Energy Policy* 2007; 35:5643e55.
- [15] Ramachandra T. V. RIEP: regional integrated energy plan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2009; 13:285e317.
- [16] McKinsey & Company. Pathways to a low-carbon Economy. Version 2 of the Global Greenhouse Gas Abatement Cost Curve; 2009.
- [17] Carlson A. Energy systems and the climate dilemma: Reflecting the impact on CO₂ emissions by reconstructing regional energy systems. *Energy Policy* 2003; 31:951e9.
- [18] Dornburg V., van Dam J., Faaij A. Estimating GHG emission mitigation supply curves of large-scale biomass use on a country level. *Biomass and Bioenergy* 2007; 31:46e65.
- [19] Tsioliariidou E., Bakos G. C., Stadler M. A new energy planning methodology for the penetration of renewable energy technologies in electricity sector: application for the island of Crete. *Energy Policy* 2006; 34:3757e64.
- [20] Lund P. D. Effectiveness of policy measures in transforming the energy system. *Energy Policy* 2007; 35:627e39.
- [21] Gan J. Supply of biomass, bioenergy, and carbon mitigation: method and application. *Energy Policy* 2007; 35:6003e9.
- [22] Nakata T. Energy-economic models and the environment. *Progress in Energy and Combustion Science* 2004; 30:417e75.
- [23] Dicorato M., Forte G., Trovato M. Environmental-constrained energy planning using energy-efficiency and distributed-generation facilities. *Renewable Energy* 2008; 33:1297e313.
- [24] Cormio C., Dicorato M., Minoia A., Trovato M. A regional energy planning methodology including renewable energy sources and environmental constraints. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2003; 7: 99e130.
- [25] Ekodoma Ltd. Master Plan for innovative energy structures in Limbazi region, which could be feasible for funding in the Structural Funds programmes beginning in 2007. Skat. arī: Ekodoma Ltd http://e4c.org/uploads/media/WP4_D4.6_Master_Plan_Latvia_01.pdf; 2007.

9. Mērogošanas risinājumu piemērošana: no vienas koģenerācijas stacijas līdz valsts enerģētikas sektoram

Dagnija Blumberga, Ivars Veidenbergs

Enerģijas izmantošana ir vitāli svarīgs mūsdienu un nākotnes sabiedrības strukturālais elements. Ilgtspējīgas attīstības nodrošināšanas kontekstā enerģijas sistēmas ir vienlīdz nozīmīgs komponents ūdens pieejamībai un pārtikas drošībai.

Enerģijas sistēmas pamatā ir dažādi elementi, kuru izejas punkts ir spēkstacija. Šie elementi ir savienoti ar enerģijas sadales tīkliem, kas ir reģionālo enerģētikas plānu daļa. Savukārt saplūstot tie veido valsts enerģētikas sektoru.

Lai sasniegtu valsts enerģētikas sektora efektivitāti un ilgtspēju, ikvienam sistēmas elementam ikvienā darbības brīdī ir jāfunkcionē maksimāli lietderīgi. Izstrādātais pētījums ir balstīts uz mērogošanas risinājumu piemērošanu, lai nodrošinātu maksimālu efektivitāti un izvērtētu iespējamus risinājumus.

Izmantotās pieejas pamatā ir četru darbības segmentu izpēte: spēkstacija, enerģijas sadales tīkls, reģionālais (pašvaldības) enerģētikas plāns un zema enerģijas patēriņa stratēģija.

Darba mērķis ir pārnest mērogošanas metodikas piemērošanu no vienas spēkstacijas valsts enerģētikas sektora mērogā un aprobēt tās lietojumu.

Izvirzītā mērķa sasniegšanai ir noteikti šādi uzdevumi:

- 1) veikt kombinētās siltumenerģijas un elektroenerģijas ražošanas stacijas izpēti, izmantojot enerģijas, ekserģijas, emerģijas, regresijas un korelācijas metodes;
- 2) veikt centralizētās siltumapgādes tīkla izpēti, izmantojot daudzkritēriju analīzes novērtēšanas metodes, un modelēt centralizētās siltumapgādes tīkla nākotnes attīstības scenārijus;
- 3) veikt pašvaldību enerģētikas plānu izpēti, izmantojot laika sērijas prognozēšanas analīzi un klimata pārmaiņu indikatoru;
- 4) pētīt zema oglekļa dioksīda emisijas līmeņa stratēģiju, izmantojot “uzmanības novēršanas” arhetipu, un

piedāvāt metodiku zema oglekļa dioksīda emisijas līmeņa stratēģijas attīstīšanai.

Hipotēze: “Zema oglekļa dioksīda emisijas līmeņa stratēģijas īstenošanai ir jāizmanto mērogošanas stratēģija, nodrošinot, ka ikviens enerģētikas sistēmas elements konkrētajā laika posmā funkcionē ar maksimālu efektivitāti.”

Hipotēzes pārbaudei izmantotas dažādas pētniecības metodes (sk. 9.1. attēlu).

Mērogošanas stratēģijas piemērošanas izejas punkts ir kombinētā siltumenerģijas un elektroenerģijas spēkstacija un tās darbība. Nākamais solis ir centralizētās siltumapgādes tīkls, kam seko pašvaldības enerģētikas plāns, visbeidzot tiek izveidotas zema oglekļa emisiju līmeņa stratēģijas.

Ikvienu no šajā darbā aprakstītajām metodēm tika piemērota konkrētai darbības jomai, kas neizslēdz atsevišķu izmantoto metožu iespējamo piemērošanu arī citos sistēmas līmeņos.

Lai gan izstrādātā stratēģija primāri ir paredzēta energosistēmām un enerģētikas sektoram, jānorāda, ka tās izmantošana nav ierobežota un izstrādāto risinājumu var piemērot arī citās tautsaimniecības nozarēs. Piedāvātais risinājums ir vienlīdz piemērojams gan zinātniskās izpētes mērķiem, gan politikas izstrādes procesiem.

Raksta autori, izmantojot mērogošanas metodiku, ir izstrādājuši kompleksu pētījumu par zema oglekļa emisijas līmeņa sabiedrības sasniegšanas iespējām enerģētikas sektorā. Darba zinātniskā novitāte ir balstīta uz dažādos vadības līmeņos piemērotās metodikas daudzveidību kopīga mērķa – zema oglekļa līmeņa emisiju sabiedrības – sasniegšanai.



9.1. att. Izmantotā metodika mērogošanas inovatīvas prakses īstenošanai enerģētikas sektorā, izmantojot četrus darbības segmentus.

Mērogošanas metodika pirmo reizi tiek izmantota visos energosistēmas līmeņos – no vienas spēkstacijas līdz valsts enerģētikas sektoram kopumā. Metodikas novitāte ir balstīta uz tās izmantošanu četru atsevišķu darbības segmentu pētīšanā: kombinētā siltumenerģijas un elektroenerģijas ražošanas stacija, centralizētās siltumapgādes tīkls, pašvaldības enerģētikas plāns un zema oglekļa emisijas līmeņa stratēģija.

Rakstā apskatītas vairākas metodikas, kuras var piemērot katram no definētajiem segmentiem, lai ilustrētu izmantoto mērogošanas stratēģiju.

Mērogošanas struktūra apvieno 14 dažādas enerģētikas sektorā izmantojamās metodikas. Sākotnēji tiek apskatīta un raksturota pati mērogošanas metodika, kam seko pētījuma segmentu apraksts, izmantojot pārējās darbā ietvertās metodes: pirmkārt, kombinētās siltumenerģijas un elektroenerģijas spēkstacijas darbība tiek pētīta, izmantojot enerģijas, ekserģijas, emerģijas, regresijas un korelācijas metodes; otrkārt, centralizētais siltumapgādes tīkls tiek apskatīts ar daudzkritēriju analīzes novērtēšanas metodes un nākotnes attīstības scenāriju modelēšanas palīdzību; treškārt, pašvaldības enerģētikas plāna izpēte tiek veikta, izmantojot laika sērijas prognozēšanas analīzi un klimata pārmaiņu indikatoru; ceturtkārt, zema oglekļa emisijas līmeņa stratēģija tiek pētīta, izmantojot “uzmanības novēršanas” arhetipu un izstrādātos algoritmus zema oglekļa dioksīda emisijas līmeņa stratēģijas sasniegšanai. Piedāvātā metodika jau ir guvusi apstiprinājumu dažādos Latvijas Republikā veiktos pētījumos.

Eiropas Savienības centieni mazināt klimata pārmaiņu ietekmi ir vērsti divos virzienos: atjaunojamo energoresursu īpatsvara palielināšana un energoefektivitātes uzlabošana. Izvēlētie virzieni ir skaidri pamanāmi arī enerģijas ražošanas sistēmās.

Turpmāk energosistēmas ir apskatītas mērogošanas perspektīvā, sākotnēji piemērojot to siltumenerģijas ražošanas stacijām vietējā mērogā, tad pārejot sadales tīkla, pašvaldības un, visbeidzot, valsts energosistēmas līmeni.

Neskatoties uz to, ka pētītos segmentus vieno kopīgs mērķis – zema oglekļa dioksīda emisijas līmeņa stratēģija –, katrs no šiem segmentiem pilda konkrētu funkciju un tiek pētīts, izmantojot tam visatbilstošāko metodiku. Tomēr jāatceras, ka šie elementi ir savstarpēji saistīti, tāpēc neatbilstoša viena komponenta darbība atstās ietekmi uz visu sistēmu kopumā.

Kombinētā siltumenerģijas un elektroenerģijas ražošanas stacija kā pētījuma joma

Viens no īstermiņa risinājumiem spēkstaciju ilgtspējīgas izmantošanas nodrošināšanai ir fosilā kurināmā nomaiņa pret biomasu. Šobrīd bioenerģijas izmantošanas īpatsvars pasaulē ir aptuveni 10 % no kopējām primārās enerģijas piegādēm, kas paredz ievērojamu pieauguma potenciālu [1].

Otrs virziens klimata mērķu sasniegšanai ir ilgtspējīgu enerģijas ražošanas sistēmu attīstīšana, kas nozīmē koģenerācijas vai kombinētās elektroenerģijas un siltumenerģijas ražošanas veicināšanu. Baltijas jūras reģiona valstīs ir augsts koģenerācijas potenciāls [2], [3].

Tomēr iecerētā mērķa sasniegšanai ar koģenerācijas spēkstaciju izbūvi un atjaunojamo energoresursu izmantošanu būs par maz – darbības rādītāju analīze ir vēl viens būtisks faktors [4].

Biomases koģenerācijas stacijas var izvērtēt, izmantojot indikatorus. Konvencionālās enerģijas un masas plūsmas novērtēšanas metodes un ekonomiskā analīze nenodrošina pilnvērtīgu novērtējumu. Šajā gadījumā enerģijas un enerģijas analīze varētu kalpot kā būtiska novērtējuma metode [5], [6].

Piedāvāta koģenerācijas stacijas ekserģijas analīze, kas demonstrē būtiskus ekserģijas destrukcijas punktus, un to var izmantot darbības uzlabošanai [7]. Biomases koģenerācijas stacijas enerģijas analīzi, savukārt var izmantot gadījuma izpētē [8].

Elektroenerģijas tirgus liberalizācijas apstākļos elektroenerģijas cena ir no laika atkarīgs lielums, kas rada spēkstacijai ekonomiski izdevīgu piedāvājumu ar nosacījumu, ka spēkstacija spēj nodrošināt dinamisku darbību, ģenerējot mainīgu elektroenerģijas apjomu [9], [10].

Pāreja no atsevišķa, lokāla mēroga augstas efektivitātes un ilgtspējīga enerģijas piegādes risinājuma uz piegādes nodrošināšanu pašvaldības mērogā var būt saistīta ar dažādu izaicinājumu pārvarēšanu. Pirmkārt, ir jāizdara izvēle starp dažāda izmēra un jaudas koģenerācijas stacijām. Otrkārt, ir jānosaka investīciju prioritātes, t. i., vai ieguldījums energoefektivitātē veicams spēkstacijas, sadales tīkla vai enerģijas galapatērētāju līmenī. Šajā kontekstā nepieciešama arī biomasas koģenerācijas risinājumu integrācijas centralizētās siltumapgādes sistēmā analīze.

Atbilstoša izmēra un jaudas koģenerācijas stacijas problemātika centralizētās siltumapgādes sistēmas kontekstā ir apskatīta vairākos pētījumos. Tika apskatītas divas radikāli pretējas pieejas koģenerācijas stacijā uzstādītās jaudas izvēlei: pirmkārt,

atbilstība centralizētās siltumapgādes sistēmas bāzes slodzei; otrkārt, atbilstība centralizētās siltumapgādes sistēmas optimālajai gada siltumslodzei [11].

Turklāt energoresursu efektīva izmantošana spēkstacijās ir cieši saistīta ar galīgo enerģijas patēriņu. Ievērojot, ka energoefektivitātes pasākumu ieviešana noved pie enerģijas pieprasījuma samazinājuma, ir nepieciešama spēkstaciju (jo īpaši centralizētās siltumapgādes gadījumā) reorganizācija, ņemot vērā slodzes sadales relokāciju un atjaunojamo energoresursu integrāciju [12]. Tādējādi mērķis bija atrast optimālu risinājumu gadījumā, kad siltumslodze centralizētajā siltumapgādes tīklā samazinās [13].

Biomases īpatsvara pieaugums centralizētās siltumapgādes sistēmās būtu viens no ekonomiski optimālajiem īstermiņa risinājumiem valsts enerģijas kausa nosvēršanai par labu atjaunojamo energoresursu izmantošanai, lai gan ilgtermiņā ir jāapsver neregulāro atjaunojamās enerģijas tehnoloģiju integrācija plašākā mērogā. Tomēr jāņem vērā, ka šis risinājums prasa elastīgus patērētājus, kas spēj pielāgot patēriņu piegādēm no šiem avotiem. Centralizētās siltumapgādes sistēmas zināmā mērā spēj nodrošināt šādus pielāgoties spējīgus patērētājus un piedāvāt risinājumus situācijās, kad atjaunojamo energoresursu piegādes un pieprasījums nav līdzsvarā, tāpēc svarīgi bija pētīt apmēru, kādā centralizētā siltumapgādes sistēma spēj apkalpot pielāgoties spējīgos Latvijas energosistēmas lietotājus [14].

Pašvaldības enerģētikas plāns kā pētījuma joma

Ja enerģijas ražošanā tiek izmantota biomasas, resursu ilgtspējība ir viens no apsveramo jautājumu sarakstā ietvertajiem uzdevumiem. Meži klāj aptuveni 50 % Latvijas teritorijas. Laikā, kad kopējais uzkrātais koksnes krājas apjoms veido aptuveni 631 miljonu m³, vidējais mežizstrādes apjoms gadā ir 12 miljoni m³ [15]. Saskaņā ar Dubrovska pētījumu [16] Latvijā pieejamais biomasas potenciāls ir aptuveni 25–30 TWh gadā un ikgadējais ciršanas apjoms atbilst ilgtspējīgas attīstības pamatprincipiem. Jāatzīmē, ka biomasas cena Latvijā ir aptuveni divas reizes zemāka nekā dabasgāzes cena. Neskatoties uz minētajiem faktoriem, Latvija nav atrodama valstu ar augstu biomasas īpatsvaru enerģijas bilancē sarakstā.

Šis fakts ļauj secināt, ka spēkstaciju operatori un centralizētās siltumapgādes tīkli paši nespēj nodrošināt pienācīgu un operatīvu nozares pāreju uz ilgtspējīgu risinājumu piemērošanu. Sākotnējā attīstības posmā pašvaldības atbalstam ir vitāli

svarīga loma. Pētījums sniedz prognozes par koksnes kurināmā īpatsvaru pašvaldības termālās enerģijas bilanci. Veiktā pētījuma pamatā ir hipotēze, ka līdz 2020. gadam 25 % Rīgas pašvaldības kopējā siltumenerģijas patēriņa nodrošinās biomasa [17].

Zema oglekļa dioksīda emisijas līmeņa stratēģija kā pētījuma joma

Lai definētu Latvijas nacionālo virzienu pārejai uz zema oglekļa dioksīda emisijas līmeņa stratēģiju, ir jānosaka dažādu izmantojamo resursu potenciāls. Ievērojot šo nepieciešamību, mērķis ir izstrādāt risinājumus Latvijas pārejai uz zema oglekļa dioksīda emisijas līmeņa stratēģiju, identificējot dažādu resursu potenciālu [18]. Šī stratēģija tiek apskatīta tehnoloģiskajā, vides un ekonomiskajā aspektā.

Pāreja no fosilā kurināmā uz atjaunojamās enerģijas ekonomiku ir sarežģīts process, kam nepieciešama ilgtermiņa attīstības stratēģija un pārdomāti ieviešanas mehānismi [19].

Zviedrija [20] un Dānija [21] ir noteikušas mērķi – 100 % enerģijas ieguve no atjaunojamajiem enerģijas avotiem līdz 2050. gadam. Ir veikti vairāki pētījumi par pilnīgu pāreju uz atjaunojamajiem enerģijas avotiem pašvaldības un pilsētas līmenī. Lai gan gadījumu izpētes rezultātā nav iegūta vienota metodika, veiktie pētījumi piedāvā nākotnes energosistēmu vīziju, kas paredz iespēju samazināt fosilo kurināmo patēriņu [22].

Balstoties uz veikto literatūras avotu izvērtējumu, iespējams secināt, ka, lai virzītos uz zema oglekļa emisiju līmeņa sabiedrību, nepieciešams, lai sistēmas komponenti – pašvaldība, centralizētās siltumapgādes tīkls un spēkstacija – funkcionētu, padarot iespējamu vienoto mērķu sasniegšanu. Rakstā apskatīta mērogošanas struktūras piemērošana valsts enerģijas sektorā.

Raksta centrālais uzdevums ir piedāvāt dažādas metodikas, kas ir izmantojamas dažādās mērogošanas risinājumu piemērošanas jomās.

METODIKA

Kombinētā siltumenerģijas un elektroenerģijas ražošana

Rakstā piedāvāta metodika kombinētās siltumenerģijas un elektroenerģijas ražošanas stacijas dažādu indikatīvo vērtību iegūšanai ar šādām analizēm:

- enerģijas analīze;
- ekslerģijas analīze;
- emerģijas analīze.

Visas trīs analīzes ir balstītas uz bilances vienādojumiem. To analīzei izmanto statistiskās analīzes modeļus: regresijas un korelācijas analīzi.

Enerģijas analīze tiek izmantota enerģijas konversijas efektivitātes novērtēšanai. Analīzes galvenais mērķis ir iegūt informāciju par dažādu spēkstacijas komponentu efektivitāti vai zudumiem un par dažādiem darbības režīmiem. Iegūto informāciju var izmantot, lai identificētu neoptimālus darba apstākļus un ieviestu uzlabojumus.

Ekserģijas analīze parāda ekserģijas degradācijas punktus sistēmā un ļauj veikt enerģijas kvalitatīvo izmaiņu kvantitatīvo novērtējumu. Ekserģijas analīzes galvenais mērķis ir identificēt koģenerācijas stacijas darbību “bremzējošos elementus” un ieviest iespējamus uzlabojumus ekserģijas degradācijas samazināšanai.

Emerģija ir noteikta (viena) veida enerģijas (ekserģijas) pieejamība, kas tiek tieši vai netieši izlietota transformācijās produkta vai pakalpojuma iegūšanai. Sistēmas analīzes mērķim un salīdzināšanai analīzei ar citām sistēmām tika izmantoti vairāki emerģijas raksturlielumi: emerģijas ilgtspējas indekss, vides ilgtspējas indekss, emerģijas atdeves koeficients un vides slodzes koeficients.

Emerģijas analīze ir attīstības stadijā, tāpēc dažādas nepilnības un rezultātu mainīgums ir skaidrojams ar ierobežoto datu pieejamību par dažādām plūsmām. Neskatoties uz augstāk minēto, emerģijas analīze ir konkurētspējīgs instruments sistēmas veiktspējas novērtējuma komplekso rādītāju kontekstā.

Korelācijas analīzes mērķis ir noteikt saistības ciešumu starp atkarīgo mainīgo vērtību un analizēto neatkarīgo mainīgo vērtību, kas raksturo koģenerācijas stacijas darbību. Vienfaktora matemātiskā modeļa gadījumā aprēķiniem tiek izmantots Pīrsona (*Pearson*) vienādojums (sk. 9.1. vienādojumu).

$$X^2 = \sum_{i=1}^h \frac{[n_i - G(n_i)]^2}{G(n_i)} = \sum_{i=1}^h \frac{[n_i - ng_i]^2}{ng_i}. \quad (9.1.)$$

Atbilstoši Pīrsona kritēriālam vērtēšanai X^2 ir novēroto lielumam kvadrātiskā novirze no sagaidāmās vērtības, $G(n_i)$, kur $i = 1, 2, \dots, h$, kas salīdzināta ar sagaidāmo vērtību apgriezto lielumam, kur n_i ir elementu skaits un g_i ir novērojumu parametri.

Regresijas vienādojums tika pārbaudīts, izmantojot šādus rādītājus: autokorelācija, multikolinearitāte un heteroskedasticitāte.

Korelācijas analīzes rezultātus var turpmāk izmantot kā informatīvu pamatu citām metodikām.

Regresijas analīze skaidro stohastiskās saiknes nozīmi, izmantojot funkcionālas sakarības. Regresijas analīzes izmantošanas mērķis ir iegūt empīrisku vienādojumu, kas piedāvā koģenerācijas stacijā izmantotā konkrēta kurināmā patēriņa izmaiņu kvantitatīvu aprakstu atkarībā no statistiski nozīmīgiem spēkstacijas darbības rādītājiem, kā rezultātā iegūtais vienādojums kalpotu par pamatu koģenerācijas stacijas konkrēta kurināmā veida patēriņa prognozēšanai un novērtēšanai.

Regresijas vienādojuma piemērotības novērtējums tiek veikts ar dispersijas analīzes palīdzību, izmantojot Fišera kritēriju.

Centralizētās siltumapgādes tīkls kā pētījuma joma

Tiek piedāvāta metodika alternatīvo risinājumu salīdzināšanai, kam seko alternatīvo darbības režīmu modulis un centralizētās siltumapgādes modulis, kurā integrēta atjaunojamo energoresursu izmantošana.

Šī metodika tika izstrādāta, lai ļautu salīdzināt dažādus alternatīvos risinājumus, kuros tiek analizēta primāro energoresursu izmantošanas efektivitāte. Daudzkritēriju analīzē tiek izmantoti šādi kritēriji: energoefektivitāte, darbības izmaksas, ieguldījumu izmaksas un slodzes koeficients [11].

Ierosinātā metodika balstās uz *TOPSIS* (primaritātes kārtības metode pēc līdzības ideālajam risinājumam) modeli. Lai izmantotu *TOPSIS* analīzi, nepieciešama datu sakārtošana lēmuma pieņemšanas matricas normalizētās un svērtās matricas formā (sk. 9.2. vienādojuma matricu).

$$A_i \begin{bmatrix} w_1 b_{i1} & w_2 b_{i2} & \dots & w_j b_{ij} & \dots & w_n b_{in} \\ w_1 b_{21}^k & w_2 b_{22}^k & \dots & w_j b_{2j}^k & \dots & w_n b_{2n}^k \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ w_1 b_{i1}^k & w_2 b_{i2}^k & \dots & w_j b_{ij}^k & \dots & w_n b_{in}^k \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ w_1 b_{n1}^k & w_2 b_{n2}^k & \dots & w_j b_{nj}^k & \dots & w_n b_{nm}^k \end{bmatrix} \quad (9.2.)$$

Vērtēšanas kritēriji n ir doti kā x_j un m alternatīvas kā A_i . Normalizētie dati tiek svērti, reizinot datus ar kritērija svērtu vērtību w_j .

Pēc normalizācijas tiek definēti pozitīvie un negatīvie ideālie risinājumi, kam seko katras alternatīvas atdalīšanas vērtības no vispārējiem pozitīvajiem un negatīvajiem ideālajiem risinājumiem aprēķins. Pēdējais aprēķinu solis ir alternatīvu izvērtējums.

Siltumapgādes sistēmu ilgtspējīga attīstība ir atkarīga no slodzes pilnveidošanas, kas paredz nepieciešamību analizēt situāciju, kurā siltumenerģijas patēriņš tiek samazināts energoefektivitātes pasākumu ieviešanas vai klimata pārmaiņu rezultātā. Koģenerācijas stacijas alternatīvās darbības slodzes modulis tiek piedāvāts, paredzot spēkstacijas slodzes samazināšanos.

Izstrādātajā modulī tiek pieņemts, ka siltumslodzi nākotnē nodrošinās konkurējošās spēkstacijas un šo spēkstaciju darbību nosaka trīs tehniskie parametri: koģenerācijas staciju elektroenerģijas un siltumenerģijas attiecības koeficients, efektivitāte un atjaunojamo energoresursu īpatsvars enerģijas bilancē. Nepieciešama šo trīs parametru maksimalizācija visa gada garumā [13].

Visas alternatīvas ir pamatotas no ekonomikas, vides un klimata pārmaiņu aspektu perspektīvas viedokļa un atbilst pamatprasībām, t. i., darbībai koģenerācijas režīmā.

Ilgspējīga centralizētās siltumapgādes sistēma nozīmē pieaugošu atjaunojamo energoresursu integrāciju sistēmā. Tomēr jāatceras, ka tādiem atjaunojamajiem enerģijas avotiem kā vēja un saules enerģija ir neregulāras padeves raksturs, kas paredz nepieciešamību risināt saistītos optimizācijas jautājumus.

Šīs modelēšanas problēmas risināšanai tika izmantots Alborgas Universitātes Dānijā izstrādātais energosistēmas analīzes modulis *Energy PLAN*. Izstrādātā tipveida moduļa mērķis ir pētīt centralizētās siltumapgādes sistēmas nozīmi ilgtspējīgāku energosistēmu attīstīšanā, jo īpaši integrējot vēja spēkstacijas [14].

Modelis paredz laikzturi pirms lieljaudas vēja spēkstaciju pievienošanas energosistēmai un energoefektivitātes pasākumu rezultātā – centralizētās siltumapgādes patēriņa samazinājumu. Pretēja tendence sagaidāma attiecībā uz elektroenerģijas patēriņu – vienlaikus ar ekonomikas izaugsmi visdrīzāk pieaugs arī elektroenerģijas patēriņš.

Modulī tiek apskatīta arī siltuma akumulācijas loma, t. i., vēja spēkstacijas siltumsūkņu saražotā pārpalikuma siltumenerģijas akumulācija, kā arī koģenerācijas stacijas pārpalikuma jaudas izmantošana kondensācijas enerģijas aizstāšanai gadījumā, ja šāda iespēja rodas.

Pašvaldības enerģētikas plāns kā pētījuma joma

Tiek apskatītas laika rindu prognozēšanas analīzes un klimata pārmaiņu indikatoru metodikas izmantošana pašvaldības enerģētikas plāna līmenī.

Lai izteiktu prognozes ar laika rindu modeļu palīdzību, tika izmantots *ARIMA* modulis. Izvēlētais periods – 1 mēnesis,

sezonalitāte – 12 mēneši. Modulis tika izmantots siltumenerģijas apjoma prognozēšanai pašvaldības līmenī [17].

Izmantoto modeli vispārīgi var izteikt kā autoregresīvu operatoru β , kas darbojas datu vērtības laika indeksā. Izmantojot šo operatoru, modulis iegūst 9.3. vienādojumā norādīto formu:

$$(1-\beta-\beta^2-\dots-\beta^p)(1-\beta^s-\beta^{2s}-\dots-\beta^{ps})(1-\beta)^d(1-\beta^s)^D(Y_{t-\mu}) = (1-\beta-\beta^2-\dots-\beta^q)(1-\beta^s-\beta^{2s}-\dots-\beta^{qs})\alpha_t, \quad (9.3.)$$

kur α_t ir gadījumklūda vai trieciens sistēmai laikā t un μ atspoguļo procesa vidējo lielumu nemainīgām sērijām.

Prognožu moduļa testēšanai tiek piedāvāts izmantot atlikumu autokorelācijas funkciju ar ticamības intervālu 95 %, kur atlikumu autokorelācija pie laika nobīdes k mēra korelācijas stiprumu starp atlikumiem k intervāla attālumā. Laika nobīdes k autokorelācija tiek aprēķināta, izmantojot 9.4. vienādojumu:

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (e_t - \bar{e})(e_{t+k} - \bar{e})}{\sum_{t=1}^n (e_t - \bar{e})^2}, \quad (9.4.)$$

kur t ir laika periods, e_t ir viens periods “uz priekšu” prognozētajam, n ir izlases apjoms (novērojumu skaits, kas tiek izmantots, lai atbilstu modulim), $t+k$ ir prognozēšanas laiks.

Tiek ierosināta siltumnīcefekta gāzu emisijas novēršanas indikatora (t_{CO_2} gadā) izmantošana [17].

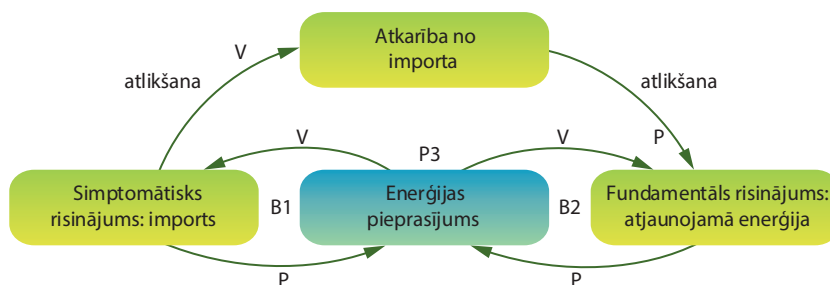
Zema oglekļa emisiju līmeņa stratēģija kā pētījuma joma

Zema oglekļa emisiju līmeņa stratēģijā tiek izmantoti – scenāriju vērtēšanas algoritms, “uzmanības novēršanas” arhetips, četru soļu pārvaldības sistēmas pieeja un zaļās enerģijas stratēģijas metodika.

Lai definētu Latvijas nacionālo virzienu zema oglekļa dioksīda emisijas sabiedrības sasniegšanai, tika modelēts dažādu resursu potenciāls. Novērtējuma pamatā ir vēsturiskie dati, zinātniskā literatūra un rādītāji. Vērtējums tika balstīts uz tehnoloģiskajiem, ekonomiskajiem un vides aspektiem [18].

Algoritma pirmajā solī tiek noteikta aktuālā biomasas pieejamība enerģijas ražošanai reģionā. Šādi aprēķini tiek veikti, balstoties uz aktuālajiem zemes izmantošanas, biomasas ieguves, mežizstrādes un lauksaimniecības atlikumu pieejamības datiem un nākotnes tendencēm.

Nākamajā posmā tiek noteikts katra scenārija tehnoloģiskais potenciāls, ņemot vērā pieejamās biomasas konversijas tehnoloģijas un pieprasījumu pēc enerģijas. Lai nonāktu pie labākā iespējamā scenārija, tiek veikts no biomasas iegūtās enerģijas



9.2. att. Sistēmas arhetips “uzmanības novēršana” (P – pretēji procesi, V – vienādi process, B1, B2 – balansējošās cilpas, P3 – balansējošā cilpa).

un no dabasgāzes iegūtās enerģijas tarifu salīdzinājums; šādam scenārijam ir jābūt savietojamam ar nacionālajā atjaunojamo energoresursu stratēģijā definētajiem mērķiem.

Ir grūti izvērtēt ilgtermiņa mērķus, ja nākas saskarties ar īstermiņa problēmu – enerģijas patēriņa pieaugumu. Kārdinājums atrisināt šo problēmu, izmantojot tās vienkāršāko risinājumu – importēt lielāku enerģijas apjomu –, ir visai liels. Jo vairāk uzmanības tiek pievērsts īstermiņa risinājumam, jo mazāk pūļu tiek veltīts ilgtermiņa mērķu sasniegšanai – atjaunojamo energoresursu izmantošanai.

Šo problēmu no sistēmiskās domāšanas aspekta ir aprakstījis Sendžs (*Senge*) [23], izmantojot “uzmanības novēršanas” arhetipu. Sistēmas arhetipa shematiska ilustrācija ir piedāvāta 9.2. attēlā.

Izmantotais arhetips atspoguļo enerģētikas sektora atkarības un īstermiņa plānošanas ietekmi uz enerģijas sektorā pastāvošo situāciju ilgtermiņā. Sistēmas arhetipa pamatideja ir – ja kaut reizi tiek izmantots simptomātisks vai īstermiņa risinājums, fundamentāla vai ilgtermiņa risinājuma ieviešana tiek atlikta [19].

Īstermiņa risinājuma, kas kavē ilgtermiņa risinājuma ieviešanu, ilustrēšanai tiek piedāvāta situācija, kas paredz tūlītēju nepieciešamību modernizēt (reorganizēt) pašvaldības centralizētās siltumapgādes tīklu, un šāda reorganizācija tiek īstenota nekavējoties, neapsverot papildu ieguldījumus un to, ka vienlaicīga pāreja uz atjaunojamo energoresursu izmantošanu ilgtermiņā sniegtu labākus rezultātus, lai gan prasītu pašvaldībai augstākus finanšu un tehniskos ieguldījumus īstermiņā.

Lai īstenotu tautsaimniecības pāreju no fosilo uz atjaunojamo enerģijas avotu izmantošanu, ir jādefinē virzieni, mērķi un šādas pārejas pamatā esošie principi.

Modulis Nr. 1. Kurss un virzieni. Nosaka veidu, kā sasniegt valsts apņemšanos un identificēt prioritāros sektorus.

- 1. kurss. Pāreja uz energoefektīvāku patēriņu un atjaunojamo energoresursu izmantošanu.
- 2. kurss. Jaunu risinājumu integrēšana enerģētikas sektorā un transporta sistēmā.
- 3. kurss. Izpēte, attīstība, demonstrēšana.

Modulis Nr. 2. Principi. Sastāv no vides, klimata sociāl-ekonomiskajiem un vadības aspektiem. Šie principi ietver īstenoto pasākumu rentabilitāti, ietekmes uz valsts finansējumu minimizēšanu, konkurētspējas atjaunošanu, pielāgošanās spēju, pilnvērtīgu starptautiskās sadarbības izmantošanu, nodrošināšanu ar enerģijas piegādes sistēmu, siltumapgādes centralizācijas principa atbalstīšanu, energosistēmas spēju pielāgoties, tirgus moduli, biznesa moduli, pakāpenisku pieeju, ilgtspējīgas attīstības moduli, līmeņa atbilstības moduli un novērtēšanas moduli.

Modulis Nr. 3. Aprēķini. Moduļa pamatā ir tehnoloģiju apguves un izmaksu liknes, kas apkopo un izceļ nepieciešamību pēc elastīgas stratēģijas, kura piedāvā tehnoloģiskās attīstības iespējas. Ar enerģijas piegādes drošību un klimata pārmaiņu ietekmi saistītās problēmas var risināt dažādos veidos.

Modulis Nr. 4. Scenārija izvēle. To ietekmē vairāki faktori: dažādu atjaunojamo energoresursu īpatsvars, tehnoloģiskie parametri, ekonomiskie rādītāji u. tml. Laika posmā līdz 2020. gadam galvenajam uzsvaram ir jābūt liktam uz pilnvērtīgāku biomasas izmantošanu, neignorējot vēja enerģijas izmantošanu pēc 2020. gada un saules enerģijas izmantošanu primāri daudzdzīvokļu namos, lai nodrošinātu karstā ūdens apgādi [19].

Šis metodikas pamatā ir pastāvošās situācijas un enerģijas pieprasījuma analīze, lai noteiktu enerģijas ražošanas un patēriņa potenciālu [22].

Piedāvātā stratēģija aptver vismaz trīs paralēlos virzienus: pirmkārt, pāreja uz energoefektīvu patēriņu un atjaunojamo energoresursu izmantošanu; otrkārt, jaunu risinājumu integrēšana enerģētikas sektorā un transporta sistēmā; treškārt, zaļās enerģijas piegādes sistēmu popularizēšana (attīstīšana) ar izpētes un demonstrēšanas palīdzību.

PĒTĪJUMA REZULTĀTI UN TO ANALĪZE

Šī nodaļa apkopo mērogošanas metodikas piemērošanas rezultātus koģenerācijas stacijas, centralizētās siltumapgādes tīkla, pašvaldības enerģētikas plāna un zema oglekļa dioksīda līmeņa stratēģijas mērogā.

Kombinētā siltumenerģijas un elektroenerģijas ražošanas stacija kā pētījuma joma

Pētījumā tiek sniegti enerģijas, ekserģijas un emerģijas analīzes rezultāti, kam seko koģenerācijas stacijas korelācijas un regresijas analīze.

Lai novērtētu koģenerācijas stacijas efektivitāti un destruktiju, tika izmantota enerģijas un ekserģijas analīzes metode. Detalizēta enerģijas zudumu ilustrācija tiek piedāvāta, izmantojot Sankeja (*Sankey*) diagrammu (sk. 9.3. attēlu).

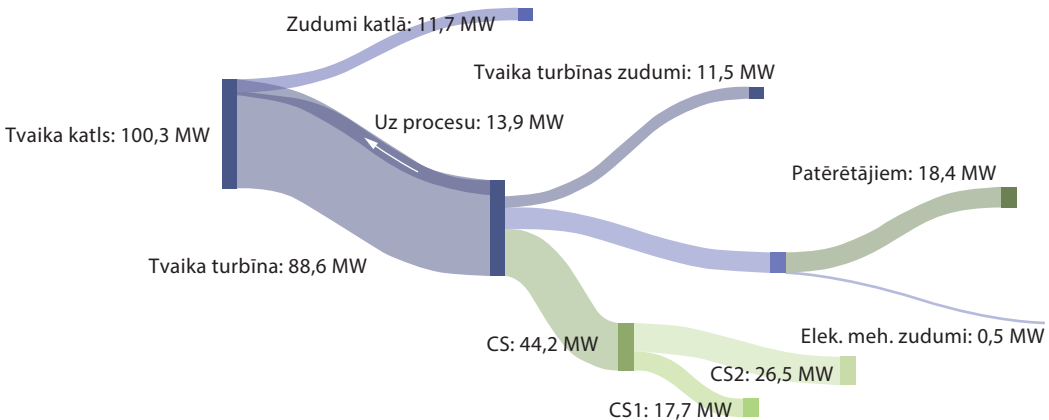
Iegūtā Sankeja diagramma ilustrē koģenerācijas stacijas efektivitāti un zudumus. Detalizēta ekserģijas zudumu ilustrācija ir piedāvāta nākamajā diagrammā (sk. 9.4. attēlu). Atbilstoši ekserģijas analīzes rezultātiem destruktijas rādītājs tvaika katlā ir 64 %.

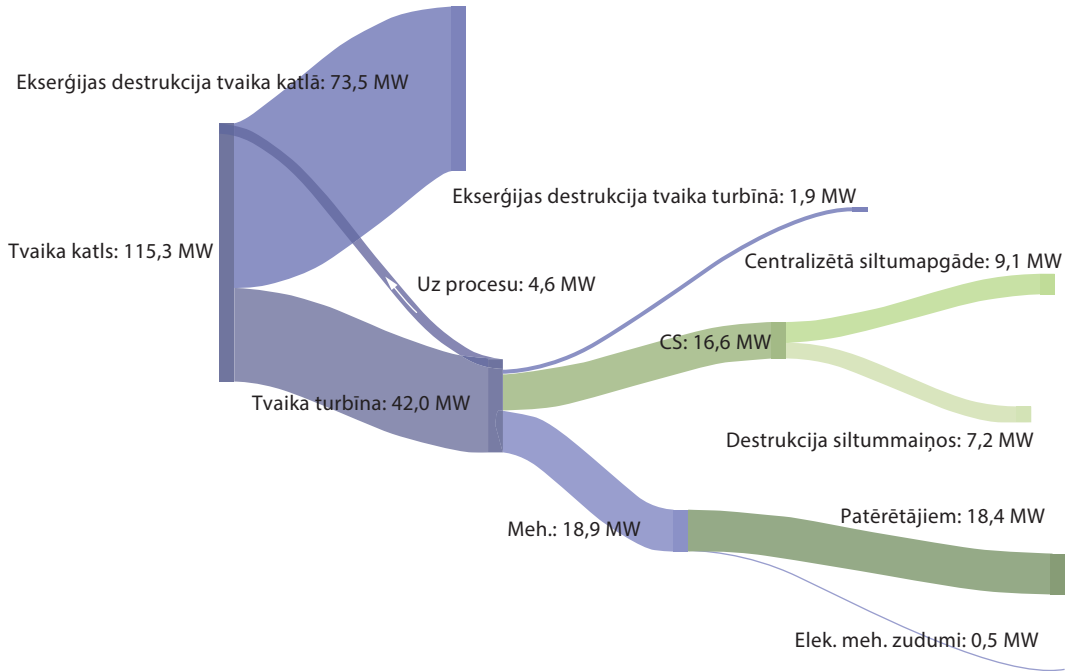
Enerģijas un ekserģijas analīzes rezultātu salīdzināšana atklāj, ka enerģijas zudumi tvaika katlā, kas ir saistīti ar siltuma zudumu (dūmgāzes) un citiem zudumiem krāsnī, ir pielīdzināmi zudumiem tvaika turbīnā (sk. 9.3. attēlu), lai gan salīdzinājumā ar ekserģijas destruktiju, to vērtības ir relatīvi mazas (sk. 9.4. attēlu).

Atbilstoši iegūtajiem rezultātiem koģenerācijas stacijas energoefektivitāte ir 62 %, bet ekserģētiskā efektivitāte 24 %. Šādas atšķirības ir izskaidrojamas ar to, ka pievadītās enerģijas un ekserģijas vērtības ir līdzīgas (pievadīta tiek augstvērtīga enerģija), savukārt izejas plūsmai, kas sastāv no saražotās siltumenerģijas un elektroenerģijas, ir atšķirīgas ekserģētiskās īpašības, kas noved pie atšķirīgiem rezultātiem. Iegūtos rezultātus var izmantot turpmāk, lai identificētu darbību kavējošos faktorus un ieviestu uzlabojumus [3], [6].

Iegūtie enerģijas un ekserģijas analīzes rezultāti ir atšķirīgi, ko pamato atšķirības izejas plūsmā (siltumenerģijas vai

9.3. att. Koģenerācijas stacijas enerģijas plūsmas (MW) Sankeja (*Sankey*) diagramma.





elektroenerģijas ražošana), lai gan šādu atšķirību pamatā var būt arī dažādu ražošanas procesu un tehnoloģiju salīdzināšana. Lai veikta analīze būtu pilnvērtīgāka, tika izmantota emerģijas analīze [7], [8].

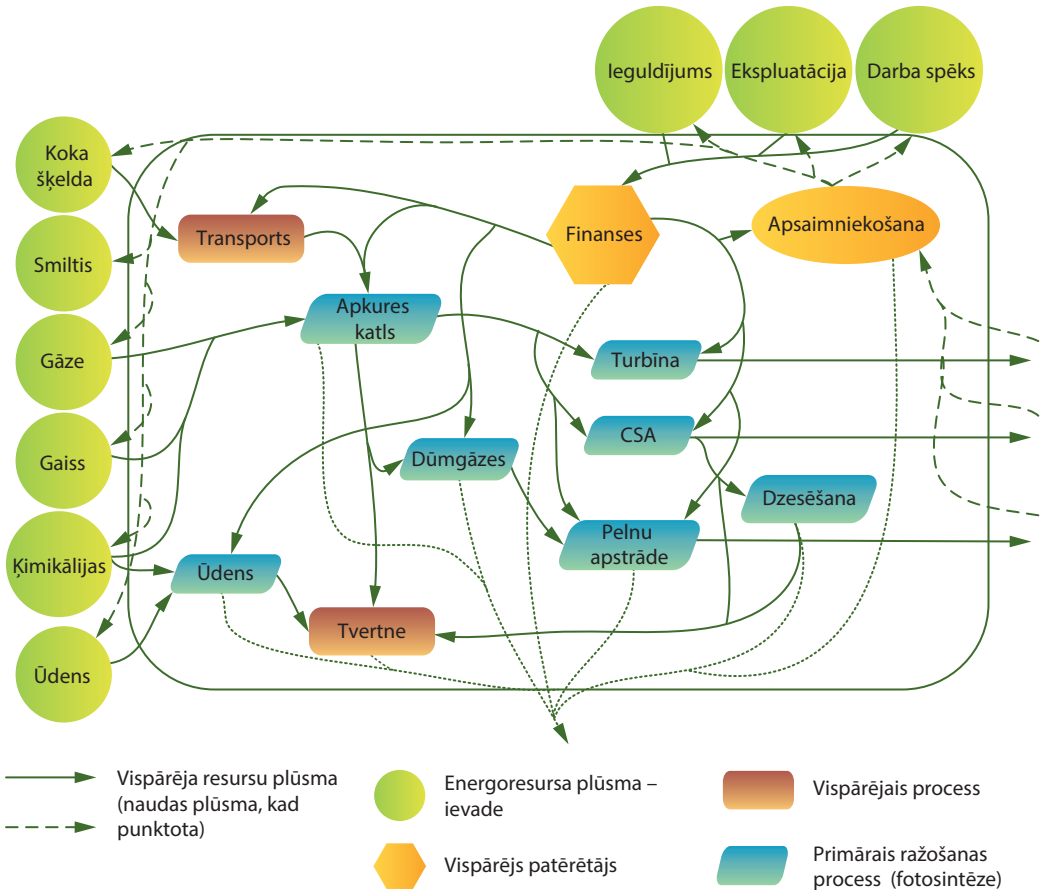
Vispirms tika izveidota koģenerācijas stacijas emerģijas plūsmas diagramma (sk. 9.5. attēlu). Ārpus četrstūra (sk. 9.5. attēlu) ir norādītas ieejošās plūsmas, četrstūra iekšpusē ir atspoguļoti visi sistēmas komponenti un to savstarpējās plūsmas, kam seko trīs iezīmētas izejas plūsmas: elektroenerģija, siltums un pelni.

9.4. att. Ekserģijas plūsmas (MW) diagramma koģenerācijas stacijā.

9.1. tabula

Emerģijas rādītāju salīdzinājums [24], kur ED – emerģijas plūsmas blīvums, EYR – emerģijas atdeves koeficients, ELR – vides slodzes koeficients, ESI – emerģijas ilgtspējas indekss, R – atjaunojamo energoresursu īpatsvars

Gadījuma izpēte (nominālā jauda, MW)	ED, seJ/m ²	EYR	ELR	ESI	R, %
Biomases koģenerācijas stacija (77 MW)	$3,89 \cdot 10^{16}$	2,11	0,92	2,29	52,0
Vēja spēkstacija (2,5 MW)	$1,19 \cdot 10^{12}$	7,47	0,15	48,3	86,6
Ģeotermālā spēkstacija (20 MW)	$1,56 \cdot 10^{14}$	4,81	0,44	11,0	69,7
Hidroelektrostacija (81 MW)	$1,59 \cdot 10^{13}$	7,65	0,45	16,9	68,8
Ģeotermālā spēkstacija (171 MW)	$2,61 \cdot 10^{15}$	6,60	18,10	0,56	7,8
Fosilo kurināmo spēkstacija (1280 MW)	$2,48 \cdot 10^{15}$	4,21	14,20	0,30	6,6



9.5. att. Apskatītās biomasas koģenerācijas stacijas emerģijas plūsmas diagramma.

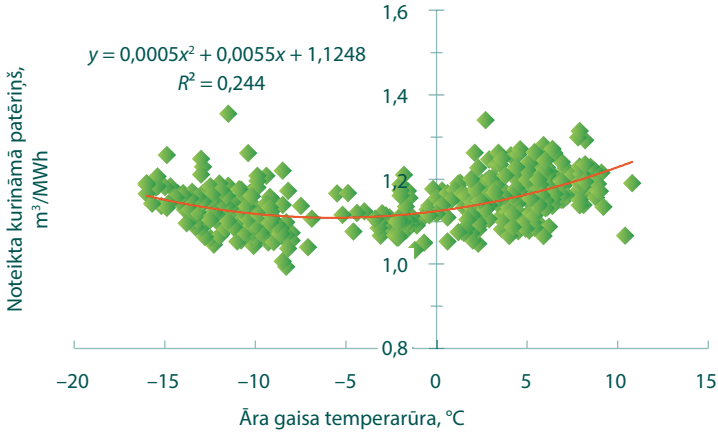
Pēc tam pētītās sistēmas emerģijas rādītāji tika apkopoti tabulā, lai savienotu visus sistēmas komponentus un izmantotu iegūtās vērtības turpmākajai analīzei (sk. 9.1. tabulu).

Doto parametru interpretācija ir šāda: ja vides slodzes koeficients ELR ir tuvu nullei, ražošanas ietekme uz vidi tiek samazināta. Ja emerģijas ilgtspējas indekss $ESI < 1$, pētītā sistēma nav ilgtspējīga [3], [6], [25].

Korelācijas analīzes mērķis ir noteikt saistību starp koģenerācijas stacijas darbību raksturojošo atkarīgo mainīgo lielumu un analizēto neatkarīgo mainīgo lielumu.

Tika pētīta konkrēta kurināmā patēriņa saistība ar āra gaisa temperatūru (sk. 9.6. attēlu).

Datu dispersijas rezultātā iegūtā korelācijas koeficienta vērtība ir salīdzinoši zema, kas ļauj nonākt pie secinājuma par citu faktoru būtisku ietekmi. Šādu citu faktoru ietekmi var noteikt, izmantojot daudzfaktoru regresijas analīzi.



9.6. att. Konkrēta kurināmā veida patēriņa izmaiņas āra gaisa temperatūras ietekmē.

Tika pētītas arī atgaitas ūdens temperatūras izmaiņas āra gaisa temperatūras funkcijas kontekstā (sk. 9.7. attēlu). Atbilstoši attēlam abu lielumu savstarpējā korelācija ir ļoti laba. Analīzes rezultātā iegūtā kvadrātā vērtība $R^2 = 93\%$. Mainīgo korelācija ir nelineāra.

Korelācijas analīzes rezultātā iegūtie dati ļauj veikt turpmāku daudzfaktoru regresijas analīzi, kuras rezultātā konkrētā kurināmā veida patēriņu koģenerācijas stacijā b_{ch} (atkarīgais mainīgais lielums) var aprakstīt, izmantojot četrus neatkarīgus faktorus (sk. 9.5. vienādojumu).

$$b_{ch} = f\left(\frac{N_b}{B}; \frac{N_{el}}{B}; \frac{Q_{th}}{B}; T_{out}\right), \quad (9.5.)$$

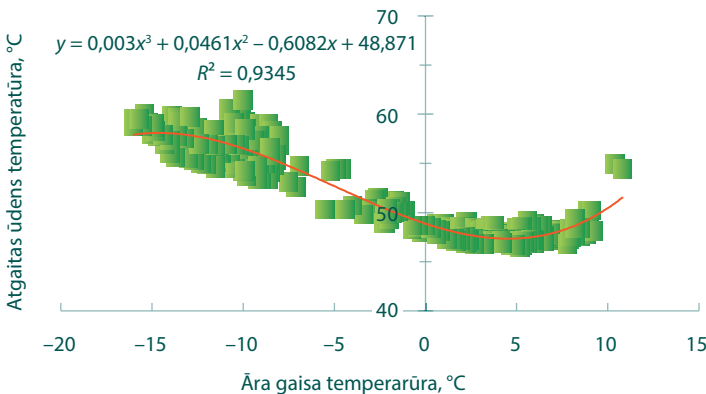
kur

N_b/B – tvaika katla efektivitāte;

N_{el}/B – elektroenerģijas ražošanas efektivitāte;

Q_{th}/B – siltuma ražošanas efektivitāte;

T_{out} – āra gaisa temperatūra.



9.7. att. Atgaitas ūdens temperatūras izmaiņas, mainoties āra gaisa temperatūrai.

Veiktā korelācijas analīze padara turpmāko regresijas analīzi daudz vienkāršāku, jo lielumi, kas ir jāietver daudzfaktoru regresijas vienādojumā, jau ir iegūti.

Gadījuma izpētē tika iegūts regresijas vienādojums (9.6.), kas nosaka izmaiņas konkrēta kurināmā veida patēriņā b_{ch} .

$$b_{ch} = 2,3 - 2,3 \cdot 10^{-2} \frac{N_b}{B} - 1,4 \frac{N_{el}}{B} - 1,3 \frac{Q_{th}}{B} - 3,9 \cdot 10^{-3} T_{out}. \quad (9.6.)$$

Izmantojot 9.6. vienādojumu, tika iegūta vērtība $R^2 = 99 \%$ un F vērtība = 26392. Dispersijas analīzes vērtības ir apkopotas 9.2. tabulā. Tabulā ietvertais Fišera kritērijs $F_{tab} = 1,19$ un attiecība $F > F_{tab}$ nozīmē, ka iegūtais vienādojums ir spēkā šādā diapazonā:

- tvaika katla efektivitāte, MWh/m^3 , $N_b/B \in [0,89; 1,15]$;
- elektroenerģijas ražošanas efektivitāte, MWh/m^3 , $N_{el}/B \in [0,21; 0,32]$;
- siltuma ražošanas efektivitāte, MWh/m^3 , $Q_{th}/B \in [0,51; 0,69]$;
- āra gaisa temperatūra, °C, $T_{out} \in [+9; -15,2]$.

9.2. tabulā apkopotie rezultāti rāda, ka āra gaisa temperatūru var izņemt no vienādojuma. Tomēr parametrs T_{out} ir būtisks koģenerācijas stacijā notiekošo fizikālo procesu kontekstā, tāpēc šis lielums vienādojumā tiek saglabāts. Procentuālās atšķirības novērtējums rāda, ka noteikta kurināmā veida patēriņa procentuālās izmaiņas, salīdzinot ar patieso vērtību, ir 7,5 % robežās. Izmantotais modulis sniedz atbilstošu situācijas aprakstu [4].

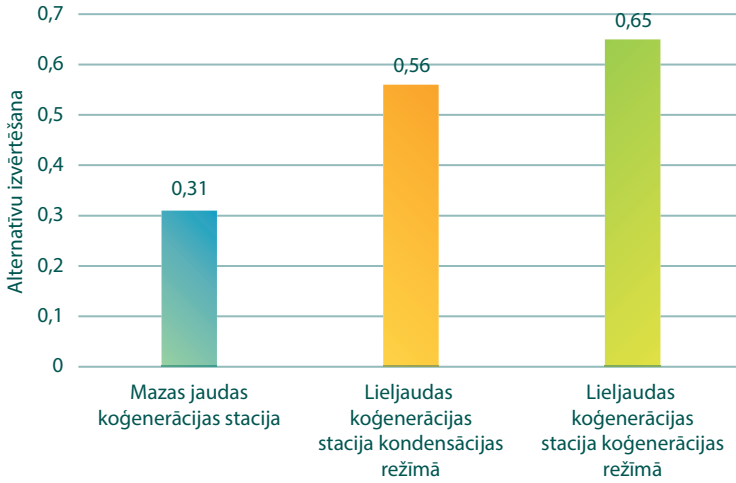
Sākotnēji tiek piedāvāts dažādu centralizētās siltumapgādes sistēmas alternatīvo risinājumu salīdzinājums, kam seko koģenerācijas stacijas alternatīvo darbības veidu rezultāti gadījumā, ja spēkstacijas slodze samazinās. Noslēgumā tiek sniegti centralizētās siltumapgādes sistēmas tipveida moduļa, kurā integrēta atjaunojamo energoresursu izmantošana, rezultāti.

Daudzkritēriju lēmumu analīzes metodika tika izmantota dažādu alternatīvo risinājumu salīdzināšanai, analizējot Jelgavas

9.2. tabula

Dispersijas analīzes rezultāti

Koeficients	t statistika	P vērtība
Tvaika katla efektivitāte b_1	-3,2590	0,0012
Elektroenerģijas ražošanas efektivitāte b_2	-88,061	<0,0001
Siltuma ražošanas efektivitāte b_3	-128,491	<0,0001
Āra gaisa temperatūra b_4	-1,6221	0,1004
Konstante b_0	530,370	<0,0001

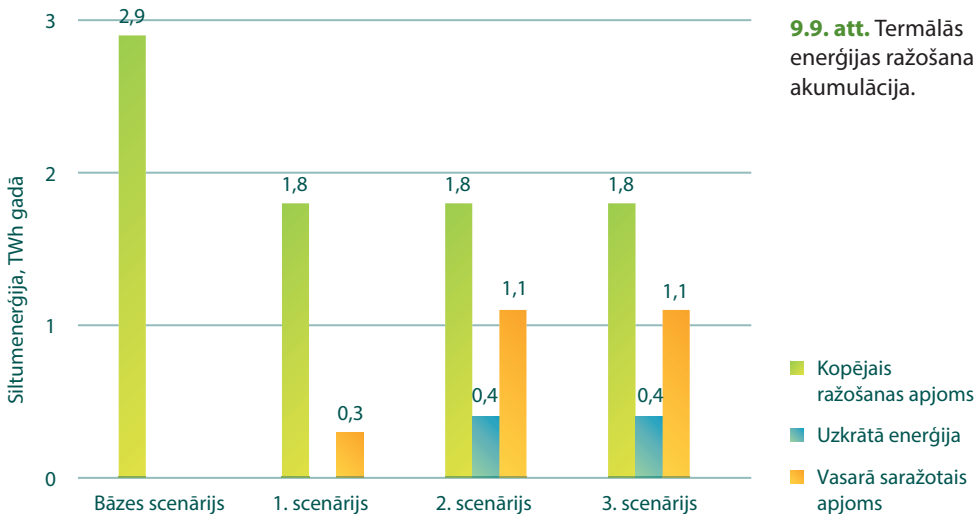


9.8. att. Izvēlēto alternatīvu izvērtējums.

centralizētās siltumapgādes tīkla energoresursu attīstīšanas iespējas. Tika piedāvātas trīs dažādas šķeldas tvaika cikla koģenerācijas alternatīvas: pirmkārt, mazas jaudas koģenerācijas stacija *CHP*; otrkārt, lieljaudas koģenerācijas stacija *CHP1* kondensācijas režīmā; treškārt, lieljaudas koģenerācijas stacija *CHP2* koģenerācijas režīmā.

Tika veikta datu normalizācija, kam sekoja aprakstītās metodikas piemērošana. *TOPSIS* analīzes rezultāti ir apkopoti 9.8. attēlā.

Jāizvēlas alternatīva ar visaugstāko novērtējumu. Lieljaudas koģenerācijas stacija, kas darbojas koģenerācijas režīmā, piedāvā



9.9. att. Termālās enerģijas ražošana un akumulācija.

vislabāko scenāriju ar visaugstāko novērtējumu. Saskaņā ar veikto Jelgavas siltumapgādes sistēmas analīzi koģenerācijas stacijas darbība koģenerācijas režīmā ir labāka alternatīva mazas jaudas koģenerācijas stacijas uzstādīšanai [11].

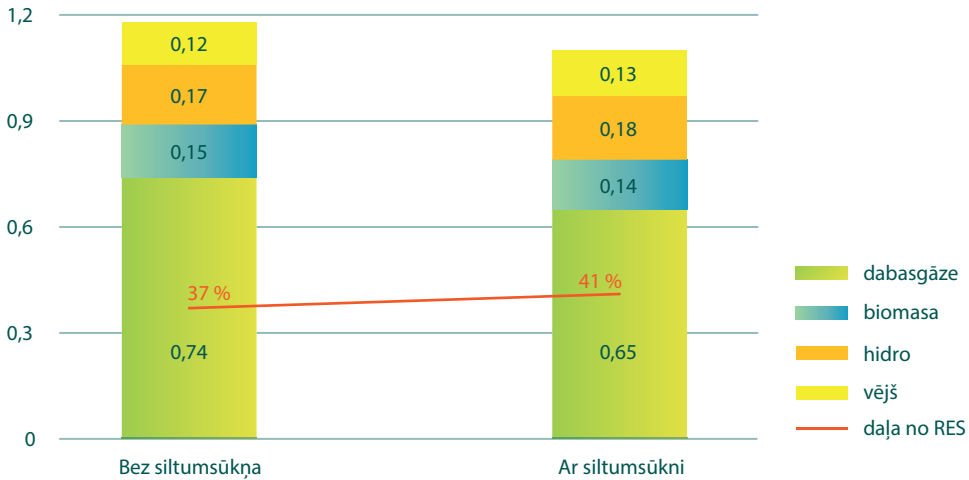
Koģenerācijas stacijas darbības režīmu modulis tika izstrādāts ar samazinātu siltumslodzi. Tika analizēti četri scenāriji. Bāzes scenārijā koģenerācijas stacija turpina darboties ierastajā režīmā. 1. scenārijā koģenerācijas stacijas darbojas 3000 stundas gadā, un koģenerācijas jauda tiek izmantota efektīvi. Nākamie divi scenāriji izmanto koģenerācijas stacijā zema pieprasījuma periodos saražotās pārpalikuma siltumenerģijas akumulāciju, kas vēlākā laika posmā tiek izmantota, lai kompensētu iztrūkumu piķa slodzes laikā, kad koģenerācijas stacijas jauda nav pietiekama. 2. scenārijs apraksta situāciju, kad siltuma slodzi nodrošina Rīgas TEC-2/TEC-1, izmantojot siltumenerģijas akumulācijas sistēmas, un spēkstacija spēj nodrošināt efektīvu darbību 5000 stundas gadā. 3. scenārijā dabasgāze Rīgas TEC-1 tiek aizstāta ar koksnes kurināmo un ir uzstādītas siltuma akumulācijas sistēmas. Pārējās ar dabasgāzi darbinātās spēkstacijas atrodas dikstāvē vai darbojas kondensācijas režīmā [13].

Izstrādāto scenāriju salīdzinājums piedāvāts 9.9. attēlā.

Atbilstoši rezultātiem 3. scenārijs ļauj pilnībā izmantot koģenerācijas stacijā uzstādīto jaudu. Rīgas TEC-2 jaunais energobloks var darboties mazāk nekā 3000 stundas gadā daļējā koģenerācijas režīmā, lai nodrošinātu maksimālo (piķa) slodzi tvaika katlu vietā. Spēkstacija neizmanto tik neefektīvu risinājumu. Arī 3. scenārija finansiālais novērtējums apliecina, ka šī scenārija izmantošana piedāvā zemākās elektroenerģijas izmaksas [13].

Tiek analizēts modulis, kurā centralizētajā siltumapgādes sistēmā tiek integrēti atjaunojamie energoresursi. Siltumsūkņu izmantošana samazina elektroenerģijas ražošanu un tiro eksportu (sk. 9.10. attēlu), samazinot koģenerācijā saražoto enerģijas daudzumu un palielinoties vietējās elektroenerģijas ražošanas apjomam.

Siltumsūkņu izmantošana palielina abu atjaunojamo energoresursu – gan vēja spēkstaciju, gan hidroelektrostaciju – īpatnsvaru. Ņemot vērā, ka enerģijas ražošana koģenerācijas stacijās tiek daļēji aizstāta ar vēja spēkstacijām un koģenerācijas stacijās lielā mērā tiek izmantota dabasgāze, atjaunojamo energoresursu īpatsvars kopējā saražotajā enerģijas (siltumenerģijas un elektroenerģija) apjomā ir lielāks sistēmās, kas ir aprīkotas ar siltumsūkņiem. Ar siltumsūkņiem aprīkotās sistēmās dabasgāzes procentuālā daļa centralizētajā siltuma un elektroenerģijas



ražošanas sistēmā samazinās no 63 % uz 59 %, savukārt atjaunojamo energoresursu procentuālā daļa (biomasa ietver šķeldu un dabasgāzi) pieaug [14].

Siltumsūkņu izmantošana samazina dabasgāzes īpatsvaru un palielina atjaunojamo energoresursu daļu siltumenerģijas (Q) un elektroenerģijas (E) ražošanā. Aizstājot koģenerācijas stacijas un tvaika katlus ar vēja spēkstacijām, samazinās kopējais primārās enerģijas patēriņš (PES) enerģijas vienībās (siltumenerģija + elektroenerģija). Biomasas ietver arī koksnes kurināmo un biogāzi.

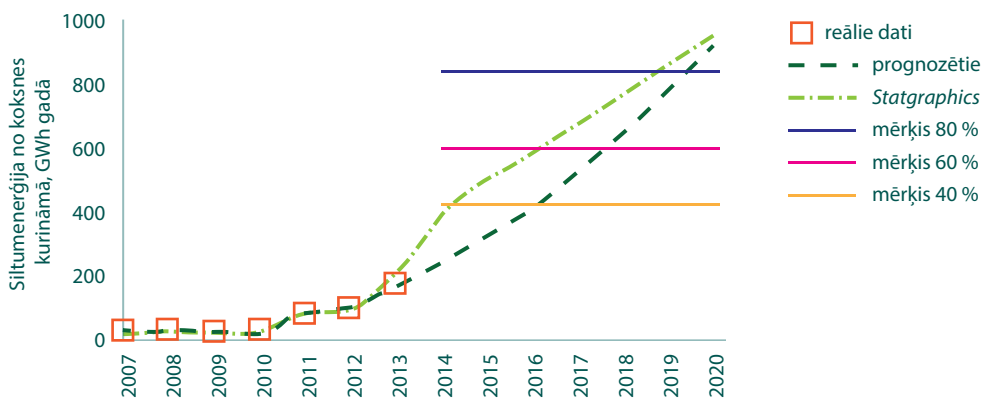
9.10. att. Izmaiņas, ko rada siltumsūkņu izmantošana.

Pašvaldības enerģētikas plāns kā pētījuma joma

Šajā nodaļā tiek apskatīti laika rindu analīzes un klimata pārmaiņu indikatora aprēķinu rezultāti piemērošanai pašvaldības enerģētikas plāna mērīgā.

$ARIMA(0, 1, 1) \times (2, 0, 1)_{12}$ laika rindas prognozēšanas modelis tika izstrādāts, izmantojot ikmēneša datus par siltumenerģiju, kas saražota no koksnes kurināmā. Atbilstoši modelim pastāv iespēja saražot aptuveni 600 GWh siltumenerģijas gada aukstākajos mēnešos līdz 2020. gadam (sk. 9.11. attēlu).

Rezultāti demonstrē nelielas atšķirības izmantoto prognozēšanas modeļu starpā. Atbilstoši regresijas analīzei pastāv iespēja līdz 2016. gadam panākt, ka aptuveni 40 % kopējā siltumenerģijas daudzuma tiek saražots, izmantojot šķeldu. *Statgraphics* modelis (laika rindas) savukārt demonstrē, ka identisku šķeldas siltumenerģijas apjomu (40 %) var sasniegt līdz 2015. gadam. Atbilstoši abiem modeļiem fosilā kurināmā izmantošanas pilnīga izslēgšana ir iespējama līdz 2020. gadam, ja tiks izvirzīti daudz pretenciozāki mērķi [17].



9.11. att. Prognozēšanas modeļu rezultātu salīdzinājums, izmantojot regresijas analīzi un ARIMA laika rindu prognozēšanas rīku.

Kopā ar ARIMA modeli tika ierosināts izmantot siltumnīcefekta gāzu novērstās emisijas indikatoru. Šķeldas izmantošana dod iespēju būtiski samazināt CO₂ emisijas apjomu. 13 gadu laikā (no 2007. gada līdz 2020. gadam) novērsto CO₂ emisiju apjoms tika aprēķināts, pieņemot, ka nozares ietvaros tiks aizstāta dabasgāze. Informācija par dažādu scenāriju piemērošanas rezultātā iespējamo kopējo CO₂ emisijas samazinājumu ir apkopota 9.3. tabulā.

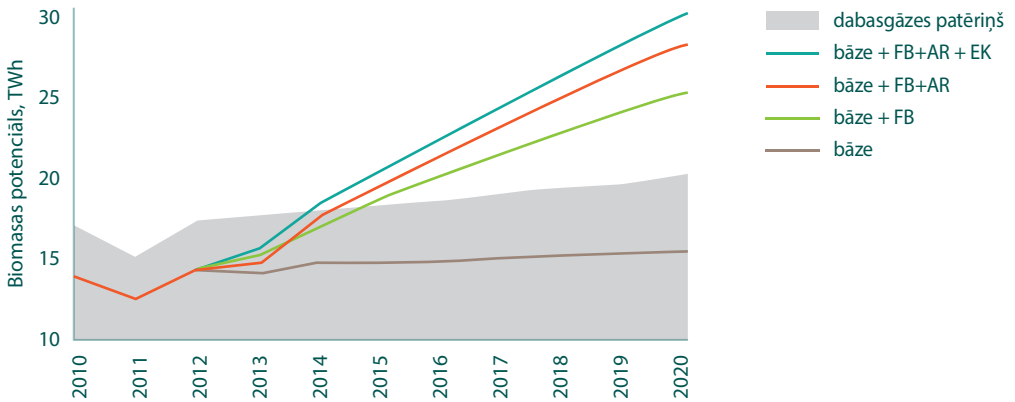
Saskaņā ar 9.3. tabulā atspoguļotajiem datiem, aizstājot dabasgāzes katlus ar katliem, kas darbojas, izmantojot koksnes kurināmo, laika posmā no 2007. gada līdz 2013. gadam, tika novērsts aptuveni 100 tūkstoši tonnu CO₂ emisiju. Gandrīz desmitkārtīgs siltumnīcefekta gāzu samazinājums tiks panākts, ja līdz 2020. gadam tiks sasniegts izvirzītais mērķis – 80 % siltumenerģijas tiek ražoti, izmantojot koksnes kurināmo. Novērsto emisiju apjoms analizētajā laika posmā sasniegtu aptuveni miljons tonnu CO₂, ja 80 % siltumenerģijas tiktu ražoti no šķeldas [17].

Šajā nodaļā tiek apkopoti scenāriju vērtēšanas algoritma, “uzmanības novēršanas” arhetipa, četru soļu pārvaldības

9.3. tabula

Novērsto CO₂ emisiju apjoms dažādos scenārijos

Scenārijs	Novērstās CO ₂ emisijas, 1000 t	Saražotā siltumenerģija, GWh
Vēsturiskie dati no 2007. gada līdz 2013. gadam	99	439
Mērķis 40 % (2007–2020)	576	2568
Mērķis 60 % (2007–2020)	782	3484
Mērķis 80 % (2007–2020)	959	4275



sistēmas pieejas un zaļās enerģijas stratēģijas metodikas izmantošanas rezultāti.

Lai analizētu biomasas kurināmā potenciālu Latvijā, tika izstrādāti četri scenāriji: bāzes scenārijs; 1. scenārijs, kas paredz vietējo koksnes biomasas resursu izmantošanu; 2. scenārijs, kas pievieno enerģētisko kultūru audzēšanu uz pieejamās lauksaimniecībā izmantojamās zemes; 3. scenārijs, kas ietver pieejamo organisko atkritumu izmantošanu biogāzes ražošanā [18]. Scenāriju modelēšanas rezultāti ir apkopoti 9.12. attēlā.

Bāzes scenārijā dominē dabaszgāze, savukārt citos scenārijos tiek pieļauta dabaszgāzes aizstāšana ar biomasu jau 2015. gadā. Vislielākais biomasas potenciāls ir saistīts ar mežizstrādes atlikumu un kokapstrādes blakusproduktu izmantošanu. Kopējais bioenerģijas potenciāls 2020. gadā būs divreiz lielāks nekā šī brīža biomasas izmantošanas apjoms.

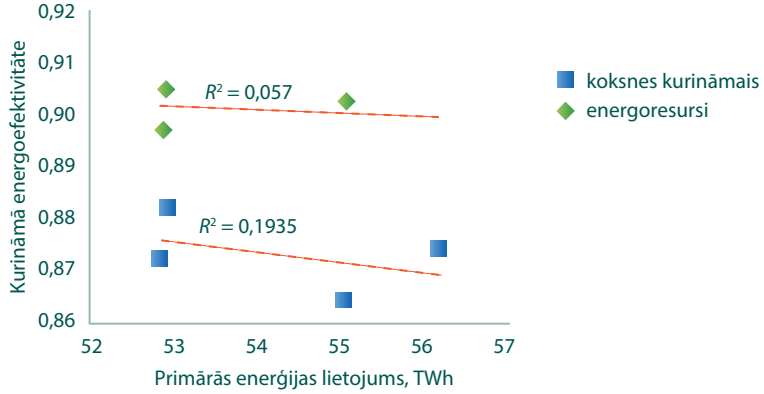
Lai izprastu koksnes kurināmā izmantošanu Latvijas enerģētikas sektorā un izstrādātu pamatscenāriju nākotnes vīzijai, tika analizēti statistikas dati četrus gadus garumā.

Atbilstoši ikgadējā primārās enerģijas patēriņa un enerģijas galapatēriņa datiem maksimālā vērtība tika sasniegta 2010. gadā, kam sekoja kritums, lai gan, salīdzinot ar iepriekšējo gadu, 2011. gadā strauji (par 21,6 %) pieauga primārās enerģijas imports. Iemesli 2011. gadā novērotajam enerģijas patēriņa kritumam varētu būt vairāki. Visbiežāk norādītais iemesls, kas pamato šo tendenci, ir enerģētikas sektorā ieviestie energoefektivitātes uzlabojumi.

9.13. attēls ilustrē attiecību starp primārās enerģijas patēriņu un primārās enerģijas izmantošanas efektivitāti laika posmā no 2008. gada līdz 2011. gadam.

9.12. att. Latvijas biomasas potenciāla novērtējums (bāzes – uzņēmumu biomasas patēriņš – atbilstoši standarta scenārijam, FB – koksnes biomasas potenciāls, AR – lauksaimniecības augu atlikumu biomasas potenciāls, EK – enerģētisko kultūru biomasas potenciāls).

9.13. att. Primārās enerģijas patēriņa un kurināmā izmantošanas energoefektivitātes attiecība.



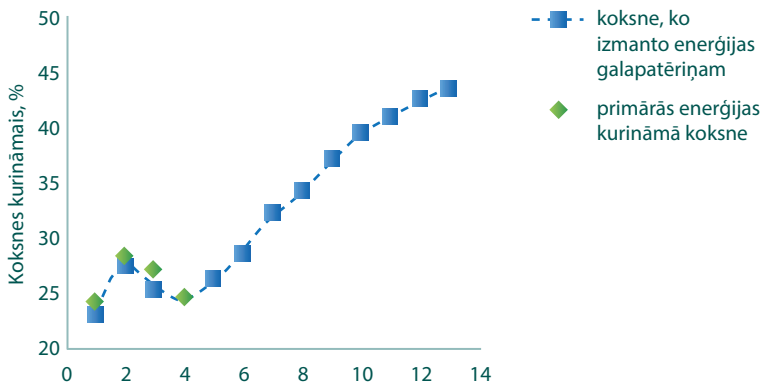
9.13. attēlā atspoguļotie dati demonstrē vāju primārās enerģijas patēriņa un primārās enerģijas izmantošanas efektivitātes korelāciju. Iegūtie rezultāti norāda, ka primārās enerģijas patēriņa samazinājuma pamatā nav energoresursu efektīvāka izmantošana. Šāda tendence savukārt norāda, ka enerģijas sektors attīstās pretēji valsts iestāžu apgalvojumiem [19].

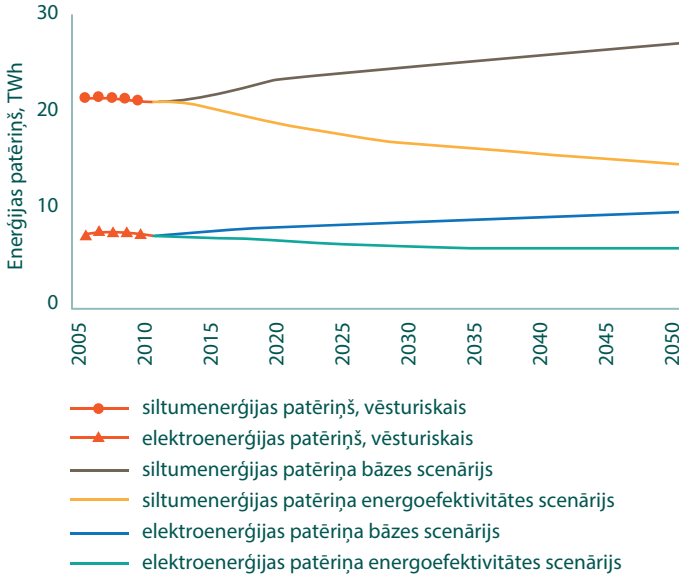
9.14. attēls ilustrē koknes kurināmā ražošanas apjoma prognozes, koknes kurināmā daļu primārās enerģijas patēriņā un enerģijas galapatēriņā.

Dati ilustrē nākotnes attīstības scenāriju, paredzot koknes kurināmā enerģijas patēriņa pakāpenisku pieaugumu. Pēdējo četru gadu koknes kurināmā īpatsvars primārās enerģijas patēriņā tika noteikts, izmantojot statistikas datus par vēsturisko koknes enerģijas patēriņu.

Atšķirības no koknes kurināmā iegūtās primārās enerģijas īpatsvara un enerģijas galapatēriņa liknēs izskaidrojamas ar

9.14. att. Vēsturiskie dati un koknes kurināmā īpatsvara prognozes.





9.15. att. Kopējais elektroenerģijas un siltumenerģijas patēriņš pamata un energoefektivitātes scenārijiem.

izmaiņām piegādes apjomos un koksnes kurināmā izmantošanas energoefektivitātē.

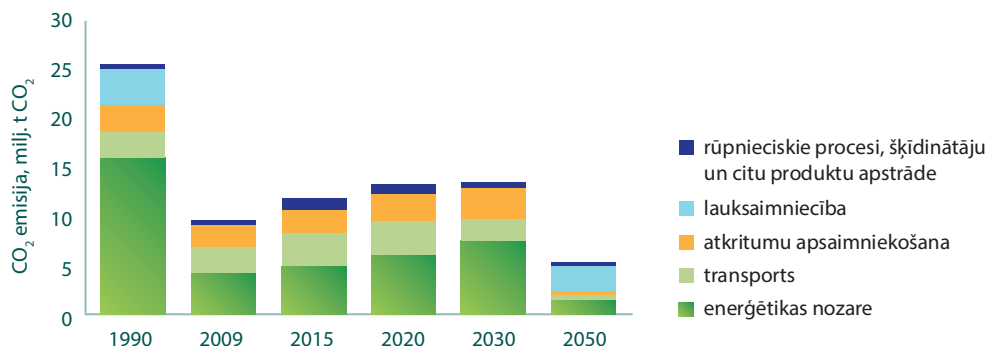
Koksnes kurināmā īpatsvara matemātiskā modelēšana ir balstīta uz zaļās izaugsmes aprēķinu datiem un koksnes kurināmā vēsturiskā īpatsvara novērtēšanas rezultātiem. Pakāpenisks “solī pa solim” pieaugums nākamajos gados ļaus sasniegt koksnes kurināmā procentuālo daļu 43 % apmērā no enerģijas galapatēriņa bilances Latvijā [19].

Pamatscenārijā prognozētais enerģijas pieprasījums palielina siltumenerģijas patēriņu līdz 2050. gadam, kamēr energoefektivitātes scenārijā palielinājums ir maznozīmīgs un pēc 2016. gada seko kritums (sk. 9.15. attēlu).

Siltumenerģijas patēriņa samazinājums ir izskaidrojams ar visos sektoros, jo īpaši mājāsaimniecību un pakalpojumu sektorā, ieviestajiem energoefektivitātes pasākumiem. Galīgā elektroenerģijas patēriņa pieaugums ir vērojams abos scenārijos. Energoefektivitātes scenārijā pieauguma temps mazinās ap 2015. gadu, un mājāsaimniecību un pakalpojumu segmentā tiek sasniegts Eiropas Savienības 2004. gada vidējais patēriņa līmenis. Paredzams rūpnieciskā elektroenerģijas patēriņa pakāpenisks pieaugums līdz 2020. gadam.

SEG emisijas prognoze līdz 2050. gadam ir ilustrēta 9.16. attēlā.

Siltumnīcefekta gāzu emisiju samazinājums 2020. gadā un 2050. gadā ir skaidrojams ar enerģijas sektora pāreju uz energoefektīvu galapatēriņu un atjaunojamo energoresursu



9.16. att. Siltumnīcefekta gāzes emisiju vēsturiskie dati un prognozes dažādiem Latvijas zaļās enerģijas stratēģijas scenārijiem.

izmantošanu. Fosilo kurināmo izmantošanas pakāpenisks samazinājums laika posmā no 2013. gada līdz 2020. gadam, kā arī līdz 2050. gadam, ļaus sasniegt siltumnīcefekta gāzu emisijas līmeni enerģijas sektorā 20 % apmērā, salīdzinot ar 1990. gada rādītājiem [22].

Secinājumi

Lai sasniegtu valsts enerģētikas sektora darbības efektivitāti un ilgtspēju, ikvienam enerģētikas sistēmas elementam ikvienā laika posmā ir jāfunkcionē maksimāli lietderīgi. Lai nodrošinātu maksimālu efektivitāti un izvērtētu iespējamus uzlabojumus, pētījumā izmantoti mērogošanas struktūras metodika, kas tika piemērota gadījuma izpētei – valsts enerģijas sektoram.

Izejas punkts mērogošanas risinājumu piemērošanai ir kombinētā siltumenerģijas un elektroenerģijas spēkstacija un tās darbība. Nākamais solis ir centralizētais siltumapgādes tīkls, kam seko pašvaldības enerģētikas plāns, kas ir ierosme zema oglekļa stratēģijas izveidei.

Ierosinātajā struktūrā zemākā agregēšanas līmenī attīstītus un pārbaudītus veiksmīgus un inovatīvus risinājumus var pārnest augstākos līmeņos, tādējādi piemērojot inovatīvu risinājumu mērogošanas struktūru.

Raksta centrālais uzdevums ir ierosināt dažādas metodikas, kas ir izmantojamas atšķirīgos mērogošanas struktūras posmos.

Katra no piedāvātajām metodikām tiek piemērota konkrētam sektoram, tomēr nav izslēdzama atsevišķu metodiku piemērošana arī citos sistēmas līmeņos.

Lai gan izstrādātā struktūra primāri ir paredzēta energosistēmām un enerģētikas sektoram, jānorāda, ka tās izmantojums nav ierobežots un izstrādāto risinājumu var piemērot arī citās tautsaimniecības nozarēs. Turklāt piedāvātā struktūra ir

piemērota gan zinātniskās izpētes mērķiem, gan politikas izstrādes procesam.

Katra konkrētā pētījuma segmenta specifiski secinājumi ir apkopoti turpmāk.

Enerģijas un ekserģijas analīzes metodes tika izmantotas koģenerācijas stacijas destrukcijas rādītāju aprēķiniem. Enerģijas analīze tika piemērota enerģijas konversijas efektivitātes izvērtēšanai. Ekserģijas analīze tika izmantota, lai izvērtētu ekserģijas degradāciju sistēmā un veiktu enerģijas kvalitatīvo izmaiņu kvantitatīvo novērtējumu. Aprēķinu rezultātā iegūts koģenerācijas stacijas energoefektivitātes rādītājs 62 %, un ekserģētiskais rādītājs 24 %. Ekserģijas analīzes rezultātā iegūts destrukcijas rādītājs tvaika katlā 64 %. Analīze atklāj zudumus dažādās spēkstacijas daļās un atšķirīgos darbības režīmos. Iegūtos rezultātus var turpmāk izmantot neoptimālu darba apstākļu identificēšanai un uzlabojumu ieviešanai.

Emerģijas analīze tika izmantota kā komplekss sistēmas darbības novērtēšanas rādītājs. Koģenerācijas stacijas analīzei un tās salīdzināšanai ar citām sistēmām tika veikti vairāku emerģijas rādītāju aprēķini: vides ilgtspējas indekss, emerģijas ilgtspējas indekss, emerģijas atdeves koeficients un vides slodzes koeficients. Analīzes rezultātā iegūta koģenerācijas stacijas emerģijas plūsmas diagramma, kas ilustrē visus sistēmas ievades, izvades un iekšējos komponentus, kā arī to savstarpējās plūsmas. Tika sagatavota apskatītās sistēmas emerģijas tabula, kurā visi sistēmas elementi ir savstarpēji skaitliski savienoti. Emerģijas analīzes rezultātā iegūts emerģijas ilgtspējas indekss – 2,29, emerģijas atdeves rādītājs – 2,11 un vides slodzes koeficients – 0,92.

Lai noteiktu saistību starp atkarīgo mainīgo vērtību un analizēto neatkarīgo mainīgo vērtību, kas raksturo koģenerācijas stacijas darbību, tika izmantota korelācijas analīze. Vienfaktora matemātiskā modeļa gadījumā aprēķiniem tiek izmantots Pīrsona (*Pearson*) vienādojums. Regresijas vienādojumi tika pārbaudīti, izmantojot šādus rādītājus: autokorelācija, multikolinearitāte un heteroskedasticitāte. Korelācijas analīzes rezultātā iegūtie dati ļauj veikt tālāku daudzfaktoru regresijas analīzi, kuras rezultātā konkrēta kurināmā veida patēriņu koģenerācijas stacijā var aprakstīt, izmantojot četrus neatkarīgus faktorus:

- 1) tvaika katla efektivitāte;
- 2) elektroenerģijas ražošanas efektivitāte,
- 3) siltumenerģijas ražošanas efektivitāte,

4) āra gaisa temperatūra.

Korelācijas analīzes rezultāti tiek turpmāk izmantoti kā pamats citu metodiku piemērošanai.

Lai iegūtu empīrisku vienādojumu konkrēta kurināmā veida patēriņa izmaiņu kvantitatīvai analīzei koģenerācijas stacijā atkarībā no statistiski nozīmīgiem spēkstacijas darbības rādītājiem, tika izmantota regresijas analīze. Analīzes rezultātā iegūts determinācijas koeficients $R^2 = 99\%$. Atbilstoši analīzes rezultātiem noteikta kurināmā veida patēriņa procentuālās izmaiņas, salīdzinot ar tā faktiskajām vērtībām, ir 7,5 % robežās. Regresijas vienādojuma piemērotības novērtējums veikts ar dispersijas analīzes palīdzību, izmantojot Fišera kritēriju. Testētās vērtības atbilst robežkritēriju prasībām, tāpēc secināts, ka iegūtais vienādojums ir adekvāts un piemērojams. Iegūtais vienādojums kalpo par pamatu konkrēta koģenerācijas stacijā izmantotā kurināmā veida patēriņa prognozēšanai un izvērtēšanai.

Dažādu alternatīvo risinājumu salīdzināšanai, analizējot Jelgavas centralizētās siltumapgādes tīkla energoresursu attīstīšanas iespējas, tika izmantota daudzkritēriju lēmumu analīzes metodika. Tiek piedāvātas trīs dažādas šķeldas tvaika cikla koģenerācijas alternatīvas:

- 1) mazas jaudas koģenerācijas stacija *CHP*;
- 2) lieljaudas koģenerācijas stacija *CHP1* kondensācijas režīmā;
- 3) lieljaudas koģenerācijas stacija *CHP2* koģenerācijas režīmā.

Daudzkritēriju analīze ir balstīta uz šādiem kritērijiem: energoefektivitāte, darbības izmaksas, ieguldījumu izmaksas, slodzes koeficients. Saskaņā ar iegūtajiem rezultātiem lieljaudas koģenerācijas stacija, kas darbojas koģenerācijas režīmā, piedāvā vislabāko scenāriju. Saskaņā ar veikto Jelgavas siltumapgādes sistēmas analīzi koģenerācijas stacijas darbība koģenerācijas režīmā ir labāka alternatīva mazas jaudas koģenerācijas stacijas uzstādīšanai.

Tika modelēti koģenerācijas stacijas darbības režīmi, samazinoties siltumslodzei, un šajā kontekstā analizēti četri scenāriji:

- bāzes scenārijs, kurā koģenerācijas stacija turpina darboties ierastajā režīmā;
- 1. scenārijs, kurā koģenerācijas stacijas darbojas 3000 stundas gadā un koģenerācijas jauda tiek izmantota efektīvi;
- 2. scenārijs, kas ietver situāciju, kad siltuma slodzi nodrošina Rīgas TEC-2/TEC-1, izmantojot siltumenerģijas akumulācijas sistēmas, un spēkstacija, spēj nodrošināt efektīvu darbību 5000 stundas gadā;

- 3. scenārijs, kurā dabasgāze Rīgas TEC-1 tiek aizstāta ar koksnes kurināmo un ir uzstādītas siltuma akumulācijas sistēmas.

Saskaņā ar iegūtajiem rezultātiem 3. scenārijs atļauj pilnīgu koģenerācijas stacijā uzstādītās jaudas izmantošanu. Scenāriju finansiālā novērtējuma rezultātā tika secināts, ka 3. scenārijā arī elektroenerģijas izmaksas ir viszemākās.

Tika izstrādāts modelis neregulāro atjaunojamo energoresursu integrēšanai centralizētajā siltumapgādes sistēmā, lai izvērtētu vēja spēkstaciju un siltumsūkņu integrēšanu. Atbilstoši iegūtajiem rezultātiem siltumsūkņu izmantošana pārpalikuma elektroenerģijas akumulācijai samazina elektroenerģijas ražošanu un tīro eksportu un palielina atjaunojamo energoresursu īpatsvaru. Ņemot vērā, ka enerģijas ražošana koģenerācijas stacijās tiek daļēji aizstāta ar vēja spēkstacijām un koģenerācijas stacijas lielā mērā tiek darbinātas ar dabasgāzi, atjaunojamo energoresursu īpatsvars kopējā saražotajā enerģijas (siltumenerģijas un elektroenerģija) apjomā ir lielāks sistēmās, kas ir aprīkotas ar siltumsūkņiem. Siltumsūkņu izmantošanas gadījumā dabasgāzes procentuālā daļa centralizētajā siltumenerģijas un elektroenerģijas ražošanas sistēmā samazinās no 63 % uz 59 %.

Siltumenerģijas apjoma prognozēšanai pašvaldības līmenī tika izmantots *ARIMA* laika rindas modelis. Atbilstoši iegūtajiem rezultātiem pastāv iespēja līdz 2020. gadam nodrošināt biomasas siltumenerģijas ražošanas apjomu aptuveni 600 GWh gada aukstākajos mēnešos. Tika veikta arī *ARIMA* modeļa salīdzināšana ar regresijas modeli. Modeļu izmantošanas rezultātā secināts, ka līdz 2020. gadam pašvaldības centralizētās siltumapgādes uzņēmums varētu gandrīz pilnībā izslēgt fosilā kurināmā izmantošanu, ja tiktu noteikti pretenciozāki mērķi.

Vienlaikus ar *ARIMA* modeli tiek piedāvāts izmantot novērstās siltumnīcefekta gāzu emisijas indikatoru. Novērstās CO₂ emisijas apjoma aprēķini par 13 gadu periodu (2007.–2020. g.) tika balstīti uz pieņēmumu, ka nozarē dabasgāze tiks aizstāta ar citu kurināmo. Atbilstoši iegūtajiem rezultātiem, izmantojot ar koksni darbināmas katlu mājas dabasgāzes katlu māju vietā, laika posmā no 2007. gada līdz 2013. gadam tika novērstas CO₂ emisijas aptuveni 100 tūkstošu tonnu apmērā.

Sasniedzot izvirzīto mērķi – 80 % siltumenerģijas tiek saražota, izmantojot koksnes kurināmo –, līdz 2020. gadam siltumnīcefekta gāzu emisijas, tiktu samazinātas gandrīz desmitkārtīgi. Ja 80 % siltumenerģijas tiktu ražoti, izmantojot šķeldu,

novērsto emisiju apjoms analizētajā laika posmā sasniegtu aptuveni 1 miljonu tonnu.

Lai definētu Latvijas nacionālo virzienu pārejai uz zema oglekļa dioksīda emisijas stratēģiju, tika modelēts biomasas potenciāls. Latvijas biomasas kurināmā potenciāla analīzei tika izstrādāti četri scenāriji: bāzes scenārijs; 1. scenārijs, kas paredz vietējo koksnes biomasas resursu izmantošanu; 2. scenārijs, kas papildus paredz enerģētisko kultūru audzēšanu uz pieejamās lauksaimniecībā izmantojamās zemes; 3. scenārijs, kas ietver pieejamo organisko atkritumu izmantošanu biogāzes ražošanā. Bāzes scenārijā dominē dabasgāze. Savukārt citos scenārijos ir iespējama dabasgāzes aizstāšana ar biomasu jau 2015. gadā. Vislielākais biomasas potenciāls ir saistīts ar mežizstrādes atlikumu un kokapstrādes blakusproduktu izmantošanu. Kopējais bioenerģijas potenciāls 2020. gadā būs divreiz lielāks nekā šā brīža biomasas izmantošanas apjoms.

No sistēmiskās domāšanas perspektīvas atkarība no enerģijas importa tika skaidrota ar “uzmanības novēršanas” arhetipa palīdzību. Šis arhetips raksturo enerģētikas sektora atkarības un īstermiņa plānošanas ietekmi uz enerģētikas sektorā pastāvošo situāciju ilgtermiņā. Sistēmas arhetipa pamatideja ir šāda: ja kaut reizi tiek izmantots simptomātisks vai īstermiņa risinājums, fundamentāla vai ilgtermiņa risinājuma ieviešana tiek atlikta. Piemēram, tūlītēja nepieciešamība modernizēt esošo pašvaldības centralizētās siltumapgādes tīklu, kas tiek īstenota nekavējoties, neapsverot papildu ieguldījumus un to, ka vienlaicīga pāreja uz atjaunojamo energoresursu izmantošanu ilgtermiņā sniegtu labākus rezultātus, lai gan prasītu pašvaldībai augstākus finanšu un tehnoloģiskos ieguldījumus īstermiņā. Statistikas datu analīze demonstrē vāju korelāciju starp primārās enerģijas patēriņu un primārās enerģijas izmantošanas lietderību, un tā rezultātā iespējams secināt, ka primārās enerģijas patēriņa samazinājums nav enerģijas resursu efektīvākas izmantošanas rezultāts. Šāda tendence norāda, ka valsts iestāžu paziņojumi un enerģētikas sektora attīstība ir vērsti divos pretējos virzienos.

Zemas oglekļa dioksīda emisijas stratēģijas virzieni, mērķi un pamatprincipi tiek definēti, izmantojot četru soļu vadības sistēmu:

- 1) noteikt kursu un virzienus;
- 2) definēt principus, kas ietver vides, klimata sociālekonomiskos un vadības aspektus;
- 3) veikt aprēķinus, ņemot vērā apmācību un tehnoloģiju izmaksu liknes;

4) izvērtēt dažādus ietekmējošos faktorus.

Piedāvātā vadības sistēma tika izmantota koksnes kuriņāmā īpatsvara Latvijā matemātiskajai modelēšanai. Saskaņā ar iegūtajiem rezultātiem pakāpenisks "soli pa solim" pieaugums nākamajos gados ļaus sasniegt koksnes kuriņāmā procentuālo īpatsvaru 43 % apmērā no enerģijas galapatēriņa bilances Latvijā.

Zaļās enerģijas stratēģijas modeļi tika vērtēti trīs paralēlie virzieni:

- 1) pāreja uz energoefektīvu patēriņu un atjaunojamo energoresursu izmantošanu;
- 2) jaunu risinājumu integrēšana enerģētikas sektorā un transporta sistēmā;
- 3) zaļās enerģijas piegādes sistēmu attīstīšana ar izpētes un demonstrēšanas palīdzību.

Atbilstoši iegūtajiem rezultātiem pamatscenārijā prognozētais pieprasījums pēc enerģijas izraisīs siltumenerģijas patēriņa pieaugumu līdz 2050. gadam, savukārt energoefektivitātes scenārijā šāds pieaugums ir minimāls, un pēc 2016. gada seko samazinājums. Fosilo kuriņāmo izmantošanas pakāpenisks samazinājums laika posmā no 2013. gada līdz 2020. gadam, kā arī līdz 2050. gadam ļaus sasniegt siltumnīcefekta gāzu emisijas līmeni enerģētikas sektorā 20 % apmērā no 1990. gada līmeņa. Siltumnīcefekta gāzu emisijas samazinājums 2020. gadā un 2050. gadā ir skaidrojams ar enerģijas sektora pāreju uz energoefektīvu galapatēriņu un atjaunojamo energoresursu izmantošanu.

Literatūra

- [1] Haberl H., Beringer T., Bhattacharya S. C., Erb K. H., Hoogwijk M. The global technical potential of bio-energy in 2050 considering sustainability constraints, *CurrOpin Environ Sustain*, 2010; 2(5–6): pp. 394–403.
- [2] Çakir U., Çomakli K., Yüksel F. The role of cogeneration systems in sustainability of energy, *Energ Convers Manage*, 2012; 63: pp. 196–202.
- [3] Cimdiņa G., Timma L., Veidenbergs I., Blumberga D. Methodologies Used for Scaling-up from a Single Energy Production Unit to State Energy Sector // *Environmental and Climate Technologies (ISSN 1691-5208)* – 2016.
- [4] Cimdiņa G., Prodanuks T., Veidenbergs I., Blumberga D. Sustainable Development of Biomass CHP in Latvia // *Energy Procedia*.
- [5] Brown M. T., Ulgiati S. Emery analysis and environmental accounting, *Ency Energy*, 2004: pp. 329–354.
- [6] Prodanuks T., Cimdiņa G., Veidenbergs I., Blumberga D., Karklina K., Baranenko D. Emery Analysis of Biomass CHP. Case Study // *Energy Procedia (ISSN: 1876-6102)* – 2016.

- [7] Kārklīņa K., Cimdiņa G., Veidenbergs I., Blumberga D. Energy and Exergy Analysis of Wood-Based CHP. Case study // *Energy Procedia* (ISSN: 1876-6102) – 2016.
- [8] Cimdiņa G., Prodanuks T., Veidenbergs I., Blumberga D. Review-Based Energy Analysis of Energy Production // *Environment. Technology. Resources: Proceedings of the 10th International Scientific and Practical Conference* (ISSN: 2256-070X) – 2015 – 2. vol. – pp. 85–90.
- [9] Mitra S., Sun L., Grossmann I. E. Optimal scheduling of industrial combined heat and power plants under time-sensitive electricity prices, *Energy*, 2013; 54: 194–211.
- [10] Cimdiņa G., Blumberga D., Veidenbergs I. Analysis of Wood Fuel CHP Operational Experience // *Energy Procedia* (ISSN: 1876-6102) – 2015 – 72 vol – pp. 263–269.
- [11] Cimdiņa G., Blumberga D., Veidenbergs I. Why Wood Fuel CHP is a Sustainable Solution. Analysis of Operation Experience // *Abstract Book of the Riga Technical University 55th International Scientific Conference: Subsection: Environmental and Climate Technologies* (ISBN: 978-9934-10-612-5) – 2014 – pp. 63–64.
- [12] Gładysz P., Ziębik A. Complex analysis of the optimal coefficient of the share of cogeneration in district heating systems, *Energy*, 2013; 62: pp. 12–22.
- [13] Blumberga D., Cimdiņa G., Timma L., Blumberga A., Roša M. Green Energy Strategy 2050 for Latvia: a Pathway Towards a Low Carbon Society // *Chemical Engineering Transactions* (ISSN 2283-9216) – 2014 – 39. vol.– pp. 1507-1512.
- [14] Cimdiņa G., Slisane Dz., Ziemele J., Vītolīņš V., Vīgants G., Blumberga D. Sustainable Development of Renewable Energy Resources. Biomass Cogeneration Plant // *Proceedings of the 9th International Conference “Environmental Engineering”* (eISSN 2029-7092; eISBN 978-609-457-640-9) – 2014 – 256 – pp. 1–7.
- [15] CSB, Latvijas Centrālās statistikas pārvaldes datubāze.
- [16] Dubrovskis D. Meža resursi Latvijā, Latvijas zaļās enerģijas 5. forums, 2011. gada 7. septembris, Rīga, Latvija.
- [17] Cimdiņa G., Veidenbergs I., Kamenders A., Ziemele J., Pakere I., Blumberga A., Blumberga D. Modelling of Biomass Cogeneration Plant Efficiency // *Agronomy Research* (ISSN: 1406894X) – 2014 – sējums 12 (2) – pp. 455–468.
- [18] Ziemele J., Pakere I., Talcis N., Cimdiņa G., Vīgants G., Veidenbergs I., Blumberga D. Analysis of Wood Fuel Use Development in Riga // *Agronomy Research* (ISSN: 1406894X) – 2014 – vol 12 (2) – pp. 645–654.
- [19] Cimdiņa G., Blumberga A., Veidenbergs I., Blumberga D., Barisa A. The Natural Gas Addiction and Wood Energy Role in Latvia Today and Future // *Proceedings of the 2013 International Conference on Mechanics, Fluids, Heat, Elasticity and Electromagnetic Fields (MFHEEF 2013)* (ISBN: 978-1618-04-209-5) – 2013 – pp. 147–152.
- [20] Joelsson J., Gustavsson L. Swedish biomass strategies to reduce CO₂ emission and oil use in an EU context, *Energy*, 2012; 43: 448–468.
- [21] Parajuli R. Looking into the Danish energy system: Lesson to be learned by other communities, *Renew SustEnergy Rev*, 2012; 16: 2191–2199.

- [22] Barisa A., Cimdiņa G., Romagnoli F., Blumberga D. Potential for Bio-energy Development in Latvia: Future Trend Analysis // Agronomy Research (ISSN: 1406894X) – 2013 – vol. 11 (2) – pp. 275–282.
- [23] Senge P. The Fifth Discipline. The Art and Practice of the Learning Organization, Doubleday Business 1st Ed., 1990; p. 432.
- [24] Sha S., Hurme M. Emergy evaluation of combined heat and power plant processes, ApplThermEng, 2012; 43: pp. 67–74.
- [25] Brown M. T., Ulgiati S. Emergy evaluations and environmental loading of electricity production systems, J Clean Prod, 2002; 10: pp. 321–334.

Koksnes izmantošana Rīgā

10. Koksnes kurināmā izmantošanas attīstības analīze Rīgā

Jeļena Ziemeļe, Ieva Pakere, Dagnija Blumberga

levads

Pāreja uz atjaunojamo energoresursu izmantošanu ir dažādu iesaistīto pušu – zinātnieku, uzņēmumu, sabiedrības un politikas veidotāju – interesēs. Latvijai ir mērķis sasniegt 42 % atjaunojamās enerģijas apgādi līdz 2020. gadam [1]. Viens no vadošajiem atjaunojamās enerģijas avotiem enerģijas bilancē ir koksnes kurināmais, jo Baltijas valstīs ir bagātīgi koksnes krājumi. Tomēr koksnes kurināmā izmantošana enerģijas ražošanai kļūst arvien populārāka tikai pēdējos 20 gadus.

Pēdējos gados arvien vairāk uzstādīto centralizētās siltumapgādes sistēmu ir balstītas uz atjaunojamajiem enerģijas avotiem. Zviedrija un Dānija savās enerģētikas stratēģijās vēlas pāriet uz atjaunojamajiem enerģijas avotiem līdz 2050. gadam [2], [3]. Latvija pamazām seko Ziemeļvalstu pieredzei. Latvijā būtisku vietu enerģijas ražošanā ieņem divi atjaunojamie energoresursi: hidroenerģija un biomasas. Hidroenerģiju pārsvarā izmanto elektroenerģijas ražošanai, bet biomasu – siltumenerģijas ražošanai.

Meži aptver aptuveni 50 % Latvijas teritorijas, un kopējais to audzēšanas apjoms ir 631 miljons m³ [4]. Šis rādītājs ir augstāks salīdzinājumā ar Latvijas kaimiņvalsti Lietuvu, kur mežaudzes apjoms ir aptuveni 500 miljoni m³ [5]. Tas nozīmē, ka Latvijā ir liels koksnes resursu daudzums, ko varētu efektīvi izmantot enerģijas nozarē. Patlaban Latvija nav starp valstīm ar vislielāko biomasas daļu kopējā kurināmā patēriņā, pat ja biomasas cena ir aptuveni divas reizes zemāka par dabasgāzes cenu.

Biomasas enerģijas izmantošanas īpatsvars Austrijā ir 11 % (Somijai ir 17 % un Zviedrijai – 14 %). Madlaners [6] ir analizējis veiksmīgas biomasas siltumapgādes attīstības pamatnosacījumus. Viņš secināja, ka pietiekams koksnes resursu daudzums nav situācijas risinājums, nepieciešams arī politikas atbalsts un dotācijas fosilā kurināmā izmantošanas īpatsvara samazināšanai. Lai labāk izprastu dažādus parametrus, kas ietekmē koksnes kurināmā izmantošanu, var izmantot optimizēšanas modeļus. Čīneze un Menegeti [7] ir izstrādājuši optimizācijas modeļus, kas

balstīts uz biomasas rūpniecisko centralizētās siltumapgādes modelēšanu, koncentrējoties uz vides un ekonomikas aspektiem. Modeļa jutīguma analīze parādīja, ka subsīdijām ir liela ietekme uz sistēmas rentabilitāti, jo biomasas kurināmā katlu māja ir investīciju ziņā intensīva.

Pēdējos gados biomasas sadegšanas tehnoloģijas ir būtiski attīstījušās. Siltuma ražošanas efektivitāte ir pieaugusi, attīstoties koksnes kurināmā koģenerācijas stacijām [8], [9]. Viens no nesenākajiem apspriestajiem risinājumiem koģenerācijas efektivitātes palielināšanai ir siltumapgādes sistēmas integrācija. Simulācijas ir parādījušas, ka siltuma akumulācijas sistēmu (angļu val. *HSS* jeb *heat storage system*) integrācija var palielināt kopējo enerģijas ražošanas efektivitāti par aptuveni 8 %, ja ir pietiekams uzglabāšanas apjoms [10]. Inovatīvas tehnoloģijas (piemēram, elektrostatiskie attīrītāji) var arī samazināt cieto daļiņu emisiju līmeni, kas koksnes sadegšanas gadījumā tiek uzsvērta kā problēma cilvēku veselībai.

Šī pētījuma galvenais mērķis ir analizēt koksnes kurināmā izmantošanu vietējā siltumapgādē Latvijas galvaspilsētā Rīgā un prognozēt koksnes kurināmā daļas turpmāko attīstību kopējā enerģijas bilanci. Pētījumā apkopotas līdz šim izmantotās dažādās sadedzināšanas tehnoloģijas, novērtējot to efektivitāti un ietekmi uz vidi.

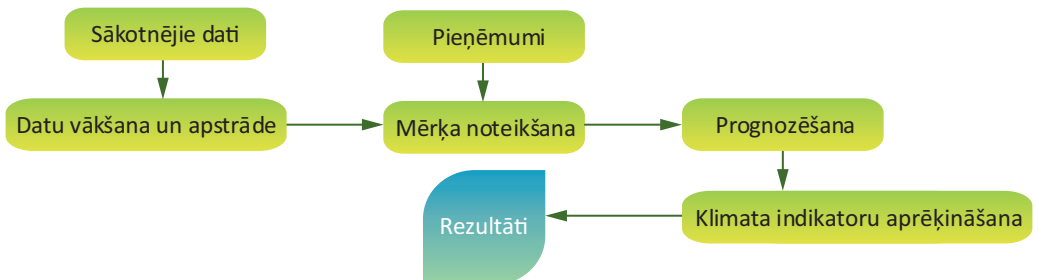
Galvenā pētījuma hipotēze ir tā, ka 25 % no kopējā siltumenerģijas patēriņa Rīgā var iegūt, izmantojot koksnes kurināmo laika posmā līdz 2020. gadam.

Metodika

Metodikas algoritms

Prognozēšana sākas ar vēsturisko datu iegūšanu no Rīgas pilsētas centralizētās siltumapgādes uzņēmuma gada atskaitēm.

10.1. att. Metodikas algoritms.



Šī pētījumā pamatā ir dati par laika posmu no 2006. gada līdz 2013. gadam.

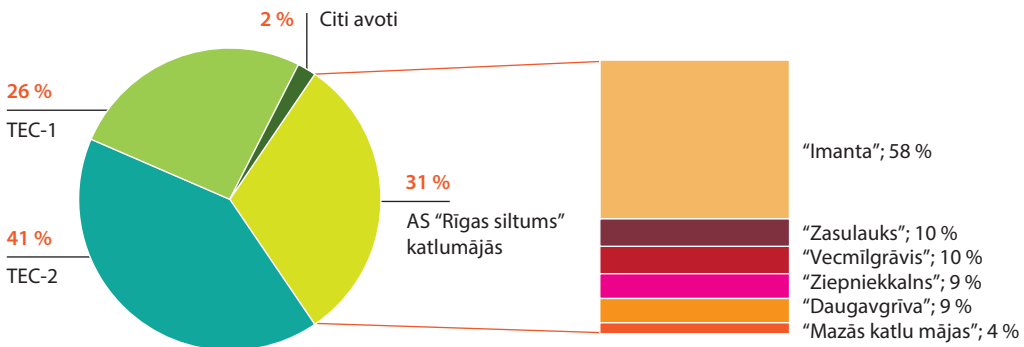
Pētījuma metodoloģijas algoritms redzams 10.1. attēlā. Algoritms sastāv no sešiem moduļiem: datu iegūšana, datu apstrāde, pieņēmumi, prognozēšana, klimata indikatoru aprēķins un rezultātu iegūšana un to apspriešana.

Sākotnējie dati

Pētījuma ietvaros tiek analizēta konkrētas pilsētas – Rīgas – siltumapgādes sistēma. Rīgā siltums tiek ražots 48 siltumavotos, tostarp 5 siltumcentrālēs un 38 automatizētajās katlu mājās [11]. Saražotās siltumenerģijas sadalījums pa katlu mājām redzams 10.2. attēlā. Tajā redzams, ka apskatītais siltumuzņēmums lielāko daļu siltumenerģijas iepērk no elektroenerģijas ražotāja (TEC-1 un TEC-2). Pašu katlu mājās saražotā siltumenerģija veido ap 30 % no pilsētas patērētās siltumenerģijas. Pētījuma ietvaros tiks padziļināti tieši šī siltumenerģijas daļa, jo to uzņēmums var tieši ietekmēt. Pēdējo gadu laikā lielākās uzņēmuma siltumcentrāles (izņemot SC “Imanta”) pakāpeniski ir pārgājušas uz šķeldas izmantošanu.

Pirmsākumi aktīvai biomasas izmantošanai centralizētajā siltumapgādes sistēmā (CSS) meklējami divtūkstošo gadu sākumā. Tas saistīts ar diviem aspektiem. Kā viens no tiem jāmin straujš fosilā kurināmā cenu kāpums. 10.3. attēlā redzams, ka dabasgāzes cena 8 gados ir pieaugusi 2,5 reizes, salīdzinot ar 2000. gadu. Tāpat Latvija ir uzņēmusies pildīt starptautiskās saistības globālo klimata pārmaiņu novēršanai, 1992. gadā Rio-dežaneiro parakstot ANO Vispārējo konvenciju par klimata pārmaiņām [12] un ratificējot to Saeimā 1995. gadā. No 2005. gada Latvija ir iesaistījusies SEG emisiju tirdzniecībā.

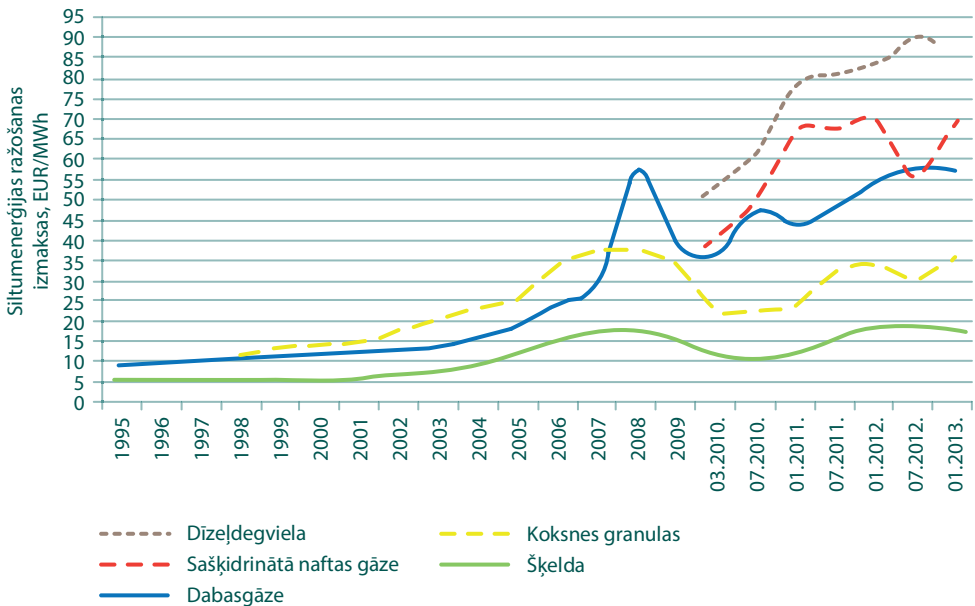
10.2. att. Saražotās siltuma daudzuma īpatsvars pa katlu mājām Rīgā.



Abi divi šie fakti kopā bija labs pamats CSS pārējai uz biokurināmo (šķeldu). Jau 2006. gadā oktobrī Rīgā tika uzsākta siltumcentrāles “Daugavgrīva” ekspluatācija. Šajā siltumcentrālē tika uzstādīts tvaika katls un 0,6 MW turboģenerators. Šo iekārtu ekspluatācija ļāva speciālistiem gūt pirmo pieredzi darbā ar biokurināmo. Raugoties uz šķeldas izmantošanu ekonomiskajā aspektā, jāatzīmē, ka tā bija pamatota un ļāva nedaudz samazināt siltumenerģijas tarifu. 2010. gadā darbu uzsāka vēl viena siltumcentrāle, kurā tiek izmantota šķelda, – “Vecmīlgrāvis”. Tajā darbojas ūdens sildāmie katli AK-7000PI ar slīpo kustīgo ārdū priekšskurtuvi KAP8000 un 2 x 7 MW uzstādīto jaudu. Gan siltumcentrāle “Daugavgrīva”, gan “Vecmīlgrāvis” iekārtas ir aprīkotas ar kondensatoriem.

Eiropas Savienība ir izvirzījusi jaunus mērķus, kas tuvākās desmitgades laikā jāsasniedz enerģijas ražošanas un patēriņa jomā. Šos mērķus dēvē par “20-20-20” mērķiem, kas nozīmē, ka līdz 2020. gadam Eiropas Savienībā par 20 % jāsamazina siltumniecību izraisīto gāzu izmeši, līdz 20 % jāpalielina atjaunojamo energoresursu īpatsvars enerģijas galapatēriņā un par 20 % jāpaaugstina energoefektivitāte. Lai nodrošinātu energoresursu efektīvu izmantošanu Eiropas Savienības valstīs, tika pieņemta Energoefektivitātes direktīva (2012/27/ES) [13].

10.3. att. Dažādu kurināmo cenu dinamika.



Līdz ar to CSS Rīgā guva papildu stimulus jauno staciju būvniecībai. 2012. gadā Rīgā darbu uzsāka divas modernas siltumcentrāles – “Ziepniekkalns” un “Zasulauks”, kurās kā kurināmo izmanto šķeldu.

SC “Ziepniekkalns” uzstādītā koģenerācijas iekārta sastāv no:

- biokurināmā tvaika katla “Wellon”, kura ražība pie 40 bar spiediena un temperatūras 450 °C ir 25 t pārķarsētā tvaika stundā un slodzes diapazons ir no 20 % līdz 100 %. Degšanas process notiek slānī.
- “Siemens” SST-110 tvaika turboģeneratora ar elektrisko jaudu 4 MW, kas sastāv no tvaika turbīnas ar tvaika izejas parametriem mīnus 0,3 bar un 120 °C un sinhronā ģeneratora.
- “Clean Air Technologies” dūmgāzu kondensatora.

Stacija ir pilnībā automatizēta.

SC “Zasulauks” ir uzstādīts 20 MW katls ar vismodernāko kurtuvi, kurā kurināmā sadedzināšana notiek verdošā slānī. Šīs tehnoloģijas izmantošana ļauj maksimāli palielināt iekārtas lietderības koeficientu. Papildus tam ir uzstādīts dūmgāzu kondensators, kas dod iespēju papildus atgūt līdz 25 % siltumenerģijas.

Galvenais biokurināmā izmantošanas virzītājspēks ir iespēja samazināt ražošanas izmaksas. Lētāka kurināmā izmantošana ļāva centralizētās siltumapgādes uzņēmumam 2013. gada beigās samazināt siltumenerģijas tarifu no 58,32 EUR/MWh līdz 57,40 EUR/MWh.

Datu vākšana un apstrāde

Vispirms tika iegūti dati par patērēto biokurināmā daudzumu un no tā saražotās siltumenerģijas daudzumu, kā arī kopējo centralizētās siltumapgādes uzņēmuma saražotās siltumenerģijas apjomu. Izvērtējot iegūtos datus, jāizprot, vai visi dati ir izmantojami pētījuma mērķim. Centralizētās siltumapgādes uzņēmuma tehnoloģiskās iekārtas tiek ekspluatētas visu laiku ar nelielām pauzēm kārtējiem remontdarbiem, kas ļauj izmantot iegūtos datus pilnībā.

Iegūtie dati tika normalizēti pēc grādu dienu skaita (1) un atbilst standarta gadam (203 apkures dienas, vidējai āra gaisa temperatūrai esot 0 °C).

$$Q = Q_1 \frac{(t_1 - t_2) D_{\text{nheat}}}{(t_1 - t_3) D_{\text{heat}}}, \quad (10.1.)$$

kur

Q – normalizētais siltuma patēriņš apkurei, MWh;

- Q_1 – reālais siltuma patēriņš apkurei, MWh;
 t_1 – iekštelpu temperatūra, °C;
 t_2 – vidējā āra gaisa temperatūra apkures sezonā (°C),
 D_{heat} – standarta apkures periods, dienās;
 t_3 – reālā vidējā āra gaisa temperatūra apkures periodā (°C);
 D_{heat} – reālais apkures periods, dienās.

Pieņēmumi

Siltumenerģijas patēriņš ir atkarīgs no daudziem parametriem, bet visam pamatā ir laikapstākļi. Šī pētījuma pamatā viens no svarīgākajiem pieņēmumiem ir tas, ka klimatiskie apstākļi Latvijā paliek nemainīgi. Otrs pieņēmums attiecas uz kurināmā cenas dinamiku un līmeni – tie saglabā iepriekšējās tendences, kas atspoguļotas 10.1. attēlā. Prognozējot vienu no svarīgākajiem kritērijiem, izvēlēts prognozējamais laika periods līdz 2020. gadam. 2020. gada izvēle nav nejauša, un ir saistīta ar Eiropas Savienības izvirzītajiem mērķiem līdz 2020. gadam palielināt atjaunojamo resursu īpatsvaru energoapgādē.

Mērķa noteikšana

Pētījumā tika izvirzīti trīs uzņēmuma attīstības scenāriji līdz 2020. gadam:

- pesimistiskais (šķeldas īpatsvars 40 % no pašu saražotā siltumenerģijas daudzuma);
- vidējais (šķeldas īpatsvars 60 % no pašu saražotā siltumenerģijas daudzuma);
- optimistiskais (šķeldas īpatsvars 80 % no pašu saražotā siltumenerģijas daudzuma).

Pesimistiskā scenārija gadījumā tika pieņemts, ka nepieciešamie kapitālieguldījumi uzņēmumam nebūs brīvi pieejami, fosilā kurināmā cenas paliek esošajā līmenī vai samazinās, tāpēc ievērojamas jaunas ar biokurināmo saistītas jaudas netiks uzstādītas. Vidējā scenārija gadījumā investīcijas, kas saistītas ar “zaļo enerģiju”, būs pieejamas, un uzņēmums pakāpeniski attīstīs koksnes izmantošanu. Optimistiskajā scenārijā gan investīcijas, gan fosilā kurināmā cenas pakāpeniski pieaug, uzņēmums gandrīz pilnība pāriet uz biokurināmo, atstājot nelielu daļu fosilā kurināmā pīķa slodzes segšanai.

Galvenie faktori, kas ietekmē biokurināmā izmantošanas iespējas, jāmin:

- tehnoloģiskie (jauno tehnoloģiju attīstība, siltumenerģijas pieprasījuma izmaiņas, CSS pieejamība u. c.);

- ekonomiskie (kapitālieguldījumi, kurināmā cenas, ražošanas izmaksas u. c.);
- klimata un vides;
- sociālie (politika un sabiedrības viedoklis).

Prognozēšana

Siltumenerģijas apjomu, kuru varēs saražot ar biokurināmo (šķeldu), prognozēšana veikta ar diviem rīkiem: *Statgraphics Centurion 16.1.15* palīdzību un *Excel* izveidoto regresijas analīzes metodi. Modelēšanas gaitā tika izvēlēts periodiskums – mēnesis un 12 mēneši. Prognozēšanā izmantots *ARIMA* $(p, d, q) \times (P, D, Q)$ modelis, kas šobrīd plaši tiek lietots attīstības modelēšanai dažādās nozarēs.

Modeļa vispārējo formu izsaka ar atpakaļgaitas operatoru B , kas darbojas ar datu vērtības laika indeksu. Izmantojot šo operatoru, modelis iegūst formu [14]:

$$(1 - B - B^2 - \dots - B^p)(1 - B^s - B^{2s} - \dots - B^{Ps})(1 - B)^d(1 - B^s)^0 \\ (Y_t - \mu) = (1 - B - B^2 - \dots - B^q)(1 - B^s - B^{2s} - \dots - B^{Qs})a_t, \quad (10.2.)$$

kur

a_t – sistēmas izlases kļūda vai solis laikā t ;

μ – stacionāro virkņu procesa vidējā vērtība.

Lietojot prognozēšanu, tika izmantota atlikušās autokorelācijas funkcija ar ticamības intervālu 95 %.

Atlikusī autokorelācija pie vērtības k (aizkavējums laikā) mēra korelācijas stiprību starp atlikumiem k perioda intervālā. Atlikušo k autokorelāciju aprēķina no:

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (e_t - \bar{e})(e_{t+k} - \bar{e})}{\sum_{t=1}^n (e_t - \bar{e})^2}, \quad (10.3.)$$

kur

t – laika periods;

e_t – prognoze par vienu laika posmu;

n – parauga izmērs (novērojumu skaits, ko izmanto, lai atbilstu modelim);

$t + k$ – prognoze laikam.

Prognoze ir izveidota ar *Statgraphics Centurion*, kas ir salīdzināta ar izveidoto *Excel* modeli.

Klimata indikatoru aprēķināšana

Jauno biokurināmā iekārtu uzstādīšana CSS ekoloģiskajā aspektā nozīmē, ka netiek dedzināts fosilais kurināmais, kurināmā maiņas un modernākas degšanas

tehnoloģiju dēļ samazinās emisijas, paaugstinoties katla lietderības koeficientam.

Emisiju samazināšana, nomainot kurināmo, aktīvi tiek pētīta visā pasaulē, piemēram, izstrādājot valstu un reģionu stratēģijas biomasas plašākai izmantošanai energosektorā [15]. Šī procesa vērtēšanai ir izstrādāti indikatori atjaunojamo energoresursu efektivitātes vērtēšanai no klimata pārmaiņu viedokļa [3]. Šī darba ietvaros SEG emisiju samazinājums E (t_{CO_2} gadā) aprēķināts ar formulu:

$$E = E_{CO_2} \frac{Q_{prod}}{\eta}, \quad (10.4.)$$

kur

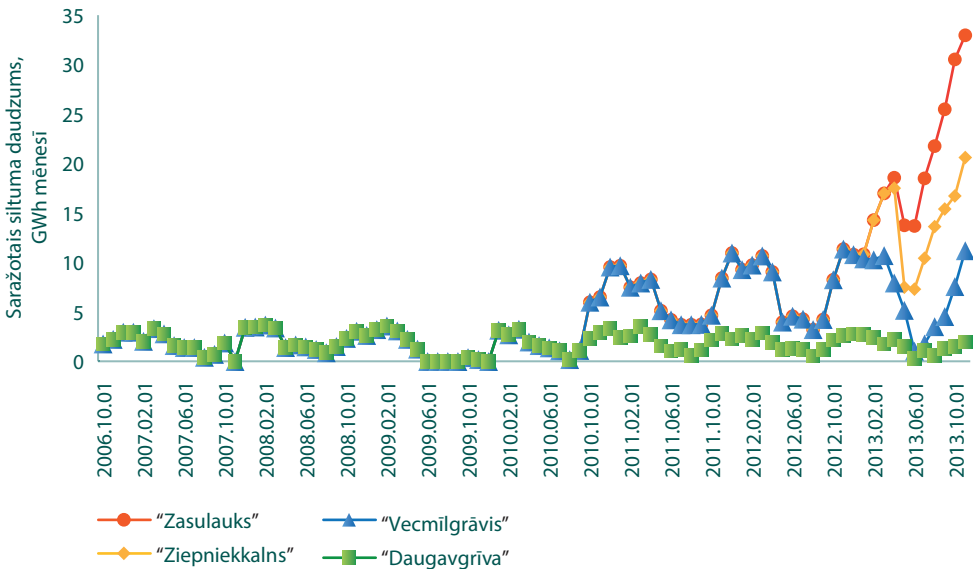
E_{CO_2} – CO_2 emisiju samazinājums gadā, t_{CO_2} gadā;

Q_{prod} – saražotais siltuma daudzums, MWh gadā.

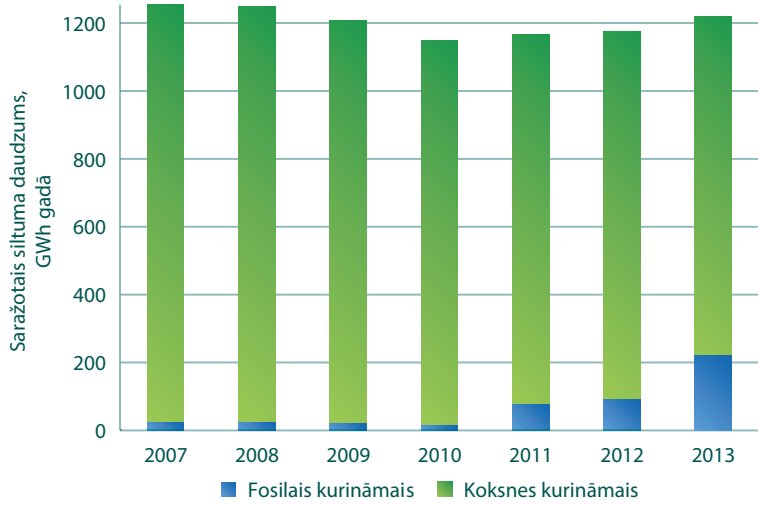
Rezultāti

Lai novērtētu koksnes kurināmā izmantošanas potenciālu, tika apkopoti dati par siltuma ražošanu Rīgā. 10.4. attēls parāda siltuma daudzumu, kas saražots četrās dažādās katlu mājās no 2006. gada līdz 2013. gadam. Var redzēt, ka pēdējo 3 gadu laikā ir ievērojami palielinājies koksnes kurināmā patēriņš, jo trīs jaunas katlu mājas tika pielāgotas biomasas izmantošanai. Divas no tām tika rekonstruētas 2013. gadā, tāpēc vēl nav iespējams novērtēt to darbību.

10.4. att. Koksnes kurināmā saražotā siltuma daudzuma izmaiņas dažādās katlu mājās.



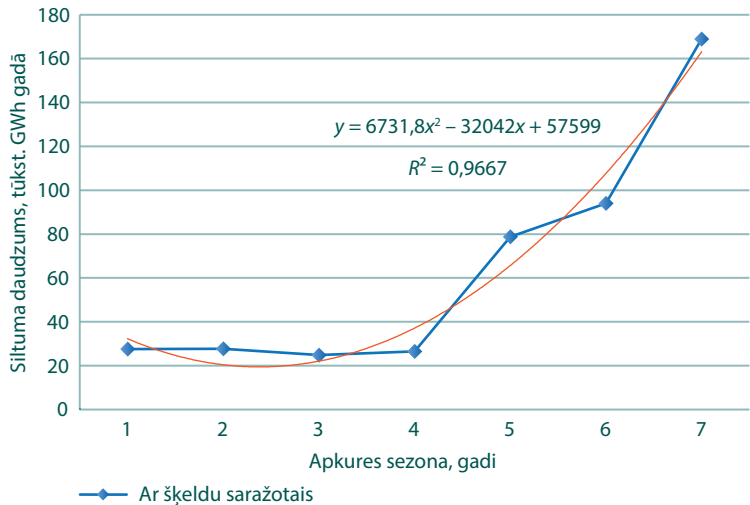
10.5. att. Saražotais siltuma daudzums atkarībā no enerģijas avota.

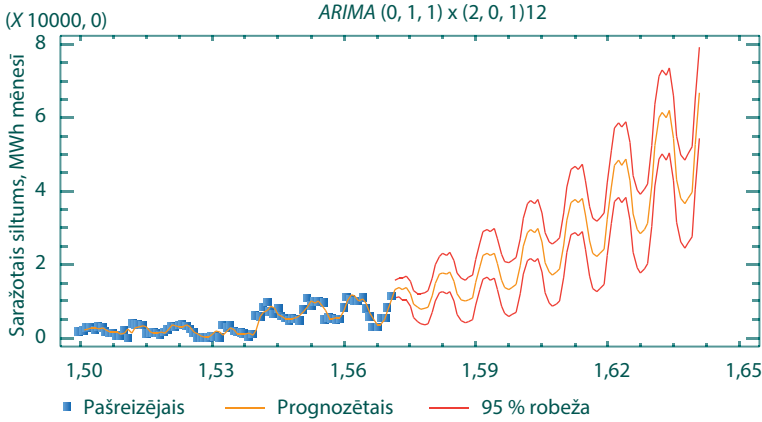


Kopš 2006. gada no koksnes kurināmā saražotā siltumenerģija pieauga no aptuveni 3 GWh uz 33 GWh 2013. gada novembrī. Šo straujo pieaugumu noteica divas jaunizveidotās katlu mājas “Ziepniekkalns” un “Zasulauks”.

Salīdzinot koksnes kurināmā saražotā siltuma daudzumu un kopējo saražoto siltumu uzņēmumu katlu mājās (sk. 10.4. attēlu), var redzēt lielu papildu potenciālu. Koksnes kurināmā izmantošanas īpatsvars ir palielinājies no 3 % 2006. gadā līdz 21 % 2013. gadā. 10.5. attēls parāda normas vērtības atbilstoši klimata apstākļiem.

10.6. att. Regresijas analīze siltuma ražošanai, izmantojot koksnes kurināmo.





10.7. att. ARIMA prognozēšanas modelis (2006.–2020. g.); (1,50–1,53 trīs gadu periods).

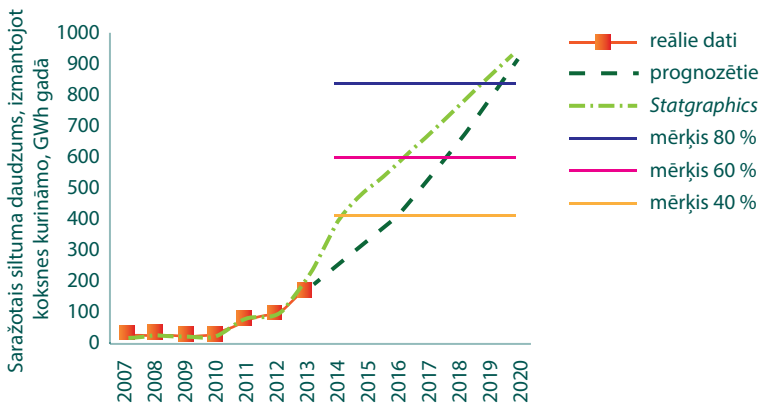
Dati par siltuma ražošanu no koksnes kurināmā tika izmantoti divu dažādu prognozēšanas modeļu izstrādei. Pirmais tika izstrādāts, izmantojot regresijas analīzes metodi. 10.6. attēls parāda koksnes kurināmā izmantošanas pieauguma tendenci, kas tika koriģēta, lai novērtētu koksnes kurināmā potenciālu.

Otrais prognozēšanas modelis tika izstrādāts, izmantojot ikmēneša datus par siltumu, kas iegūts no koksnes kurināmā. Laika sērijas modeļa ARIMA rezultāti ir parādīti 10.7. attēlā.

Siltumcentrāles “Ziepiņkalns” un “Zasulauks” šajā modelī netika iekļautas, jo trūka datu par to darbību. ARIMA modelim ir nepieciešami dati par vismaz 24 darbības mēnešiem.

Siltuma ražošanas sezonālitate ir redzama 10.8. attēlā, tomēr vispārējā tendence pieaug. Modelis rāda, ka 2020. gadā visauktākajā mēnesī varētu saražot apmēram 600 GWh mēnesī.

Abus prognozētos modeļu rezultātus var redzēt 10.8. attēlā. Prognozēšanas modeļiem ir neliela atšķirība. Saskaņā ar



10.8. att. Prognozēto modeļu rezultāti, izmantojot regresijas analīzi un Statgraphics prognozēšanu.

regresiju analizēm līdz 2016. gadam koksnes kurināmais varētu sasniegt 40 % no kopējā siltuma. *Statgraphics* modelis rāda, ka līdz pat 2015. gadam tādu pašu siltuma daudzumu var iegūt no koksnes kurināmā. Abi modeļi rāda, ka uzņēmums varētu gandrīz pilnībā izslēgt fosilā kurināmā izmantošanu līdz 2020. gadam, nosakot vēl ambiciozākus mērķus.

Lai nodrošinātu šādu koksnes kurināmā pieaugumu, būtu jāturpina katlu māju rekonstrukcija pārejai uz koksnes resursu izmantošanu. Arī lielākā Rīgas siltumcentrālē "Imanta" pakāpeniski jāpielāgo atjaunojamās enerģijas avotu izmantošanai.

Koksnes kurināmā izmantošana rada ievērojamu CO₂ emisiju samazinājumu. CO₂ emisiju samazinājums tika aprēķināts, pieņemot, ka tiks aizstāta dabasgāzes izmantošana. Kopējais CO₂ emisiju samazinājums dažādos scenārijos ir parādīts 10.1. tabulā.

10.1. tabula

CO₂ emisiju samazinājums dažādos scenārijos

Scenārijs	CO ₂ emisiju samazinājums, tūkst. t	Saražotais siltums, GWh
Līdz 2013	99	439
Mērķis 40 %	223	995
Mērķis 60 %	432	1925
Mērķis 80 %	959	4275

10.1. tabulā redzams, ka līdz šim, uzstādot koksnes kurināmā katlus, tiek novērstas 100 000 t CO₂ emisiju. Emisijas tiktu samazinātas aptuveni 10 reizes, ja tiktu sasniegts 80 % mērķis koksnes kurināmā izmantošanai siltuma ražošanai. Novērsta emisiju daudzums būtu 1 miljons CO₂ tonnu, ja visu siltumu ražotu, izmantojot tikai koksnes kurināmo. Papildus būtu jāņem vērā koksnes sadegšanas procesā izdalīto cieto daļiņu ietekme.

Secinājumi

Biokurināmā izmantošana valstīm, kurām nav fosilo kurināmo krājumu, bet ir pieejami bagāti mežu resursi, ir ilgtspējīgs siltumapgādes attīstības risinājums. Pētījumā analizētas biokurināmā izmantošanas iespējas Latvijas galvaspilsētā Rīgā. Ar modelēšanas metodi *Statgraphics Forecasting* un regresijas analīzes palīdzību iegūtas divas iespējamās prognozēšanas līknes,

kuras raksturo tendences līdz 2020. gadam. Ar *Statgraphics* iegūta likne, kuras modelēšanā izmantotie ikmēneša dati pieaug straujāk nekā ar regresijas analīzi iegūta likne.

Rezultāti rāda, ka pesimistisko mērķi ar 40 % biokurināmā īpatsvaru uzņēmums varētu sasniegt no 2014. gada līdz 2016. gadam. 60 % no saražotā siltuma ar koksnī varētu nodrošināt no 2015. gada līdz 2017. gadam. Līdz 2020. gadam uzņēmums ar koksnī varētu saražot ap 850 GWh.

Raksta sākumā izvirzītā hipotēze apstiprinās, jo, turpinoties līdzšinējai koksnī izmantošanas attīstības tendencei, līdz 2020. gadam koksnī īpatsvars kopējā saražotā siltuma daudzumā Rīgā veidotu aptuveni 25 %.

Koksnī izmantošana siltuma ražošanā pozitīvi ietekmē vidi, jo tiek novērsts ievērojams daudzums CO₂ emisiju. Optimistiskā koksnī izmantošanas attīstības scenārija gadījumā būtu iespējams samazināt CO₂ emisijas par vienu miljonu tonnu CO₂ trīspadsmit gadu periodā. Lai precīzāk noteiktu uz vidi radīto ietekmi, būtu papildus jāanalizē koksnī iegūšanas dzīves cikls, kā arī koksnī dedzināšanas rezultātā radušos cieto daļiņu ietekme.

Lai koksnī izmantošana turpinātu pieaugt, nepieciešams papildu finansiālais atbalsts jaunu tehnoloģiju uzstādīšanai. Citas attīstības tendences būs vērojamas, ja krasi mainīsies kurināmā cenu līmeņi.

Rakstā iekļautās daļas pirmēji angļu valodā publicētas žurnālā "Agronomy Research" rakstā "Analysis of wood fuel use development in Riga" (ISSN: 1406-894X). Autori pateicas VPP LATENERGI programmas projektam par iespēju attīstīt rakstu latviešu valodā.

Literatūra

- [1] Blumberga D., Romagnoli F., Žandeckis A. 2008. Analysis of Wood Fuel Flow in Latvia. *9th Baltic Economic Forum: Energy Efficiency and Renewables Conference: Forum Documentation*, Latvia, Rīga, November 3–4., pp 189–196.
- [2] Parajuli R. 2012. Looking into the Danish energy system: Lesson to be learned by other communities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.16. pp. 2191–2199
- [3] Joelsson J., Gustavsson L. 2012. Swedish biomass strategies to reduce CO₂ emission and oil use in an EU context., *Elsevier, Energy*, Volume 43, Issue 1, pp. 448–468.
- [4] Centrālā statistikas pārvalde. Gada pārskati.
- [5] Perednis E., Katinas V., & Markevičius A. 2012. Assessment of wood fuel use for energy generation in Lithuania. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(7), pp. 5391–5398.

- [6] Madlener R. 2007. Innovation diffusion, public policy, and local initiative: The case of wood-fuelled district heating systems in Austria. *Energy Policy*, 35(3), pp. 1992–2008.
- [7] Chinese D., & Meneghetti A. 2005. Optimisation models for decision support in the development of biomass-based industrial district-heating networks in Italy. *Applied Energy*, 82(3), pp. 228–254.
- [8] Mathiesen B. V., Lund H., & Connolly D. 2012. Limiting biomass consumption for heating in 100% renewable energy systems. *Energy*, 48(1), pp. 160–168.
- [9] Truong N. L., & Gustavsson L. 2013. Integrated biomass-based production of district heat, electricity, motor fuels and pellets of different scales. *Applied Energy*, 104, pp. 623–632.
- [10] Noussan M., Cerino Abdin G., Poggio A., & Roberto R. 2013. Biomass-fired CHP and heat storage system simulations in existing district heating systems. *Applied Thermal Engineering*, pp. 1–7. Elsevier Ltd. doi:10.1016/j.applthermaleng.2013.11.02.
- [11] RTU VASSI līgumdarba atskaite. Pasūtītājs AS “Rīgas Siltums”. 2015.
- [12] The United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC, Rio de Janeiro, June, 1992; http://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/conveng.pdf.
- [13] European Commission. Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC. L315/ 55. Official Journal of the European Union 2012.
- [14] Bangzhu Zhu, Yiming Wei, 2013. Carbon price forecasting with a novel hybrid ARIMA and least squares support vector machines methodology, *Omega*, Volume 41, Issue 3, pp. 517–524.
- [15] Gustavsson L., Börjesson P., Johansson B. 1995. Reducing CO₂ emissions by substituting biomass for fossil fuels. *Elsevier, Energy*, Volume 20, Issue 11, pp. 1097–1113.

Pašvaldības ēku energopatēriņš un elektroenerģijas lietotājs

11. Pašvaldību ēku enerģijas patēriņa novērtējums, izmantojot siltumenerģijas pieprasījuma kartēšanu

Marika Rošā, Agris Kamenders

Ievads

Enerģijas patēriņam un tā plānošanai ir būtiska loma, lai mājokļu īpašnieki vai pārvaldnieki varētu aprēķināt ikmēneša izdevumus. Tas pats notiek ar uzņēmumiem, kuros patērētās enerģijas cena tiek iekļauta ražošanas izmaksās. Samazinot enerģijas patēriņu, ir iespējams gan ietaupīto naudu novirzīt citām vajadzībām, gan attīstīt uzņēmumus, tādā veidā ieņemot nozīmīgu lomu kopējā tirgū. Centrālapkures sistēma ir efektīvs siltumenerģijas nodrošināšanas instruments, lai samazinātu kurināmā daudzumu, izmaksas un emisijas. Atsaucoties uz “*Heat Roadmap Europe 2050*” publicēto pētījumu, Eiropas Savienības dalībvalstīs tikai 12 % no visiem patērētājiem 2012. gadā tika nodrošināti ar siltumu, kas piegādāts ar centrālās apkures sistēmas palīdzību [1], [2].

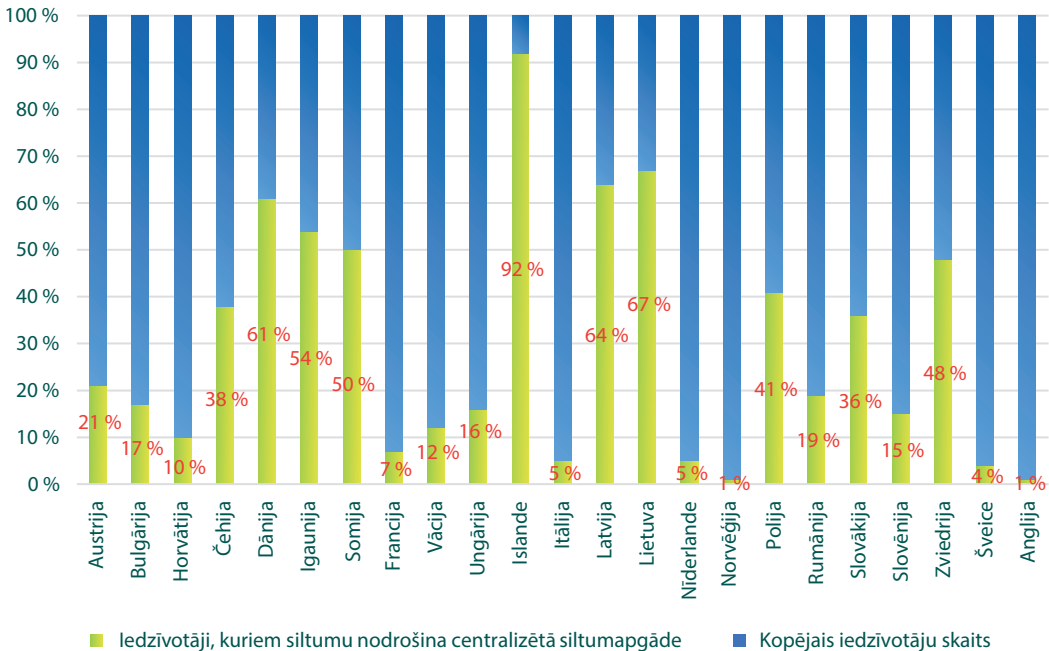
Eiropas Savienība ir izvirzījusi mērķus, kas jāsasniedz tuvākajā desmitgadē attiecībā uz enerģijas ražošanu un patēriņu. Šie mērķi ir zināmi kā “20-20-20”, kas nozīmē, ka līdz 2020. gadam Eiropas Savienībai vajadzētu sasniegt siltumnīcefekta gāzu emisiju samazinājumu par 20 %, palielināt atjaunojamo energoresursu īpatsvaru kopējā enerģijas patēriņā par 20 % un par 20 % paaugstināt energoefektivitāti salīdzinājumā ar 2005. gadu. Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīva 2012/27/EU par energoefektivitāti: kopēja pasākumu sistēma, lai veicinātu energoefektivitāti Eiropas Savienībā un nodrošinātu, ka Eiropas Savienība 2020. gadā sasnieg 20 % energoefektivitātes mērķi. 14.1. pantā noteikts, ka dalībvalstīm līdz 2015. gada 31. decembrim jāveic visaptverošs efektīvas siltumapgādes un dzesēšanas potenciāla novērtējums un jāinformē Komisija [3]. Pašlaik šāda veida visaptverošs novērtējums Latvijas pašvaldībām vēl nav izstrādāts. Tas ir viens no iemesliem, kāpēc ir ļoti svarīgi izstrādāt metodoloģiju siltumenerģijas pieprasījuma novērtēšanai

Latvijas pašvaldībās, un tad, pamatojoties uz iegūtajiem rezultātiem, izvērtēt centralizētās siltumapgādes potenciālu, kas ir arī šī pētījuma mērķis.

Problēmas formulēšana

Novērtējot jaunus pētījumus un to rezultātu analīzi, kā arī individuālo pieredzi, arvien vairāk un vairāk Eiropas Savienības iestāžu un dalībvalstu valdības apzinās centralizētās siltumapgādes un dzesēšanas potenciālu un iespējas, ko tās sniedz saistībā ar energoefektivitātes mērķiem un klimata pārmaiņām. Šī iemesla dēļ atjaunojamās enerģijas avoti, kas integrēti centralizētās siltumapgādes sistēmās, nepārtraukti pieaug. Vairākos Eiropas dokumentos centralizētās siltumapgādes un dzesēšanas sistēmas un kombinētā siltuma un elektroenerģijas ražošana tiek saukta par “rajona enerģiju”, kā arī ir norādīts, ka tai ir svarīga loma apkurē un dzesēšanā ar zemu oglekļa dioksīda emisiju daudzumu Eiropā. Lai gan centralizētās siltumapgādes sistēmas Eiropā nodrošina vidēji tikai 10–12 % no nepieciešamā enerģijas daudzuma, tās ir izplatītas Ziemeļeiropas, Centrāleiropas un Austrumeiropas valstīs, kur šīs sistēmas nodrošina 50 un vairāk procentu patērētāju [4]. Eiropas iedzīvotāju daļa, kurus ar siltumu nodrošina centralizētā siltumapgāde 2011. gadā, ir parādīta 11.1. attēlā.

11.1. att. Iedzīvotāju īpatsvars, kuriem siltumu nodrošina centralizētā siltumapgāde, 2011. gadā.



11.1. attēlā var redzēt, ka centralizētās siltumapgādes potenciāla novērtēšana ir veikta gandrīz katrā Eiropas valstī. Viens no iemesliem, kāpēc dažādās Eiropas valstīs ievērojami atšķiras iedzīvotāju īpatsvars, kuri izmanto centralizēto siltumapgādi, ir ekonomiskā situācija, primāro resursu pieejamība, esošā infrastruktūra un klimatiskie apstākļi. 2011. gadā Latvijā un Lietuvā centralizētās siltumapgādes pakalpojumu īpatsvars bija diezgan līdzīgs – attiecīgi 64 % (24 984 TJ) Latvijā un 67 % (26 243 TJ) Lietuvā. Kaut arī informācija par centralizētās siltumapgādes sistēmas izmantošanu ir pieejama un ar tās palīdzību var aptuveni aprēķināt siltumapgādes potenciālu konkrētajā valstī, pieejamā statistika nesniedz pilnīgu pārskatu par apkures sistēmu. Gan individuālā, gan centralizētā siltumapgāde ir vietējās sistēmas, un to īpašības var izteikt ne tikai skaitļos, bet arī to ģeogrāfiskajā atrašanās vietā. Eiropas Savienības dalībvalstu iestādēm būtu jāveic detalizēta vietējās apkures uzraudzība. Tādā veidā būtu iespējams noteikt vietas, kur varētu izveidot efektīvu un zema oglekļa dioksīda līmeņa apkures sistēmu.

Siltumenerģijas pieprasījuma kartēšana Salaspils pašvaldībā

Vietējā līmenī siltumenerģijas piegādi nodrošina katli, individuālās apkures sistēmas un centralizētās siltumapgādes sistēmas. Lai gan lielu daļu šīs sistēmas raksturojošo parametru var izteikt kvantitatīvās vienībās, ir vajadzīga arī kartogrāfiska pieeja. Šādu pieeju [6]–[9] var nodrošināt siltumenerģijas patērētāju daudzstūris, esošā rajona siltumapgādes tīkla un siltumenerģijas piegādātāja atrašanās vietas attēlojums. Karte ir rīks, ar kuru var atainot ne tikai pašreizējo situāciju, bet arī iespējamās attīstības scenārijus. Izmantojot ģeogrāfiskās informācijas sistēmas programmatūru, ir iespējams aprēķināt daudzus centralizētās siltumapgādes sistēmas parametrus, piemēram, siltuma pieprasījuma blīvumu konkrētā teritorijā vai attālumu no pieprasījuma zonas līdz ražotājam.

Datu savākšana

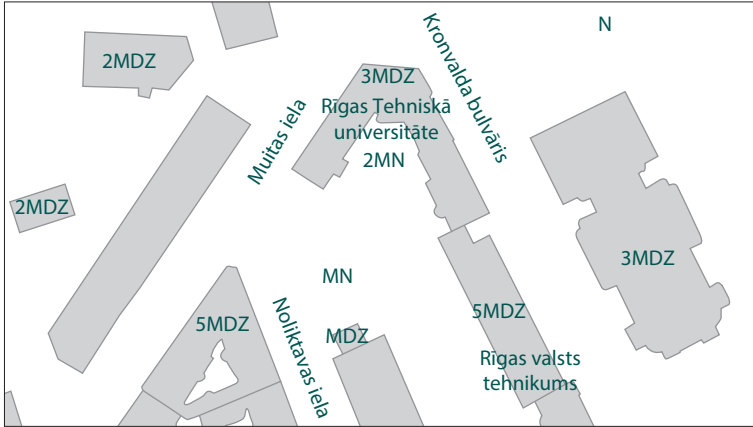
Lai izstrādātu enerģijas patērētāju karti, ir vajadzīgi gan kvantitatīvie, gan topogrāfiskie dati. Ir jāidentificē ēkas, kas jau ir pieslēgtas rajona siltumapgādes sistēmai. Šāda informācija var būt pieejama vietējai pašvaldībai, bet lielākoties apkures uzņēmumi ir informēti par šiem datiem. No iesniegtajiem datiem ir iespējams aprēķināt īpatnējo siltuma patēriņu (kWh/m^2 gadā). Šo rādītāju var piemērot citām pašvaldības teritorijā esošām dzīvojamajām ēkām, kuras nav savienotas ar siltumapgādes tīklu. Ja

pašvaldībā ir veikts detalizēts kurināmā patēriņa datu, siltuma pieprasījuma un citu saistīto datu pārskats, var izmantot šos datus. Tādā gadījumā siltuma pieprasījuma karte iegūst augstāku precizitāti. Salaspils pašvaldības pētījumā tika izmantoti dati par siltumenerģijas patēriņu esošajās ēkās, kas pieslēgtas centralizētās siltumapgādes sistēmai, lai noteiktu vidējo īpatnējo siltuma patēriņu laika posmā no 2012. gada līdz 2014. gadam un to piešķirtu arī citām ēkām pašvaldības teritorijā.

Pētījumu veica ESRI programmatūra *ArcGIS*. Ģeogrāfiskās informācijas sistēmas (ĢIS) dati pieejami galvenokārt valsts institūcijās. Latvijā lielākie ĢIS datu nodrošinātāji ir Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra un Valsts zemes dienests. Lai varētu apstrādāt un rediģēt topogrāfisko informāciju, šie dati ir jāiegādājas no minētajām iestādēm. Katrai pašvaldībai ir arī ģeotelpiskā informācija par esošajām ēkām, ekonomiskajām zonām, infrastruktūru un citām vietām tās teritorijā. No šiem datiem tiek izstrādāts pašvaldības teritorijas plānojums. Lai noskaidrotu situāciju Salaspils pašvaldībā, tika izmantoti divi avoti: ĢIS dati no Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūras un Salaspils pašvaldības sniegtā topogrāfiskā informācija.

Bāzes kartes izstrāde

Lai aprēķinātu siltuma enerģijas pieprasījumu konkrētā reģionā, ir jāizveido atsevišķs ēkas slānis, kurā ir visi nepieciešamie parametri apkures pieprasījuma aprēķināšanai. Precīzāk ir iespējams ēku sadalīt dažādās kategorijās, ja ir detalizētāki dati, kā, piemēram, ēkas sienas tips, pasūtīšanas gads, grīdu skaits, būvniecības veids, dizains utt. Diemžēl izvēlētajā izpētes reģionā šādi detalizēti dati nebija pieejami, tāpēc ēkas tika sadalītas pa veidiem (dzīvojamās vai nedzīvojamās ēkas) un pēc stāvu skaitu. Darbības ar topogrāfiskajiem datiem tiek veiktas tikai ar daudzstūra slāni, jo ēkas slānis ir to sastāvā. Atverot atribūtu tabulu daudzstūra slānī, var redzēt, ka vienā no kolonnām ir arī ēkas īpašības: dzīvojamā ēka, nedzīvojamā ēka, pamati, jaunas būves u. c. No šīm īpašībām tika izvēlēti tikai tie elementi, kas nepieciešami tālākai aprēķināšanai, – dzīvojamās ēkas un jaunas būves, kā arī izveidots jauns kartes slānis. Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra vairākās Latvijas pilsētās ir izstrādājusi detalizētas topogrāfiskās kartes mērogā 1 : 2000. Šo karšu apzīmējuma slānī ir definēts katras ēkas stāvu skaits. Pēc tam tiek atlasītas ēkas ar noteiktu stāvu skaitu. Atlasītās ēkas tiek eksportētas kā jauns datu slānis. Savienojot daudzstūri un piezīmju slāņus, jebkuram ēkas poligonam ir iespējams piešķirt jaunu



11.2. att. Ēku stāvu daudzuma attēlojums topogrāfiskajā kartē mērogā 1 : 2000.

vērtību – stāvu skaitu. Stāvu skaita attēlošana Rīgas pilsētas topogrāfiskās kartes anotācijas slānī mērogā 1 : 2000 ir redzama 11.2. attēlā.

Līdzīga pieeja tiek izmantota stāvu skaita noteikšanai Salaspils ēkām. Šeit arī slānī “anotācija” (angļu val. *annotation*) ir noteikts katras ēkas stāvu skaits. Salaspils pašvaldības topogrāfiskajā kartē situācija atšķiras, jo šāda detalizēta informācija nav sniegta. Šajā gadījumā par pamatu ņemts teritorijas zonējums. Teritorijas plānojumā ir nodalīta daudzstāvu un mazstāvu ēku teritorija. Apgabala izpēte, izmantojot *Google Maps* opciju “ielas skats” (angļu val. *street view*), ļauj noteikt aptuveno stāvu skaitu daudzstāvu ēkām un ēkām ar mazu stāvu skaitu. Salaspils pašvaldībā tika izpētītas daudzstāvu ēkas un privātmājas, un tika secināts, ka ēku vidējais stāvu skaits ir divi. Šī vērtība tika pievienota jaunizveidotajam laukam atribūtu tabulas veidošanas slānī.

Kad ir uzstādīts ēkas augstums, ir jāaprēķina ēkas platība, ja šī vērtība vēl nav iekļauta ēkas daudzstūra slāņa raksturojumā. Lai aprēķinātu ēkas platību, atribūtu tabulai ar nosaukumu “BuildA_m2” tiek pievienota jauna kolonna. Lauka tips tiek definēts kā “dubults” (angļu val. *double*), jo rezultāts var būt decimāls skaitlis. Tad tiek izvēlēta opcija “aprēķināt ģeometriju” (angļu val. *calculate geometry*) un izvēlēta īpašība – “apgabals” (angļu val. *area*), koordinātu sistēma un mērvienības.

Lai aprēķinātu kopējo apsildāmo platību tām ēkām, kas nav pieslēgtas centralizētās siltumapgādes sistēmai, tiek izmantoti divi parametri: stāvu skaits un ēkas platība. Apsildāmā platība ir vienāda ar šo divu elementu reizinājumu. Aritmētiskā darbība

tiek veikta, izmantojot kalkulatoru (angļu val. *field calculator*). Turklāt siltumenerģijas patēriņš tika aprēķināts esošajām ēkām, kas Salaspils pašvaldībā ir savienotas ar siltumapgādes sistēmām. Salaspils pašvaldībā esošo ēku vidējais īpatnējais siltumenerģijas patēriņš tiek piemērots visām citām ēkām, kas nav saistītas ar centralizētās siltumapgādes sistēmām. Tām ēkām, kas ir atzīmētas kā jaunas būves, tika noteikts īpašs siltuma patēriņš 100 kWh/(m² a).

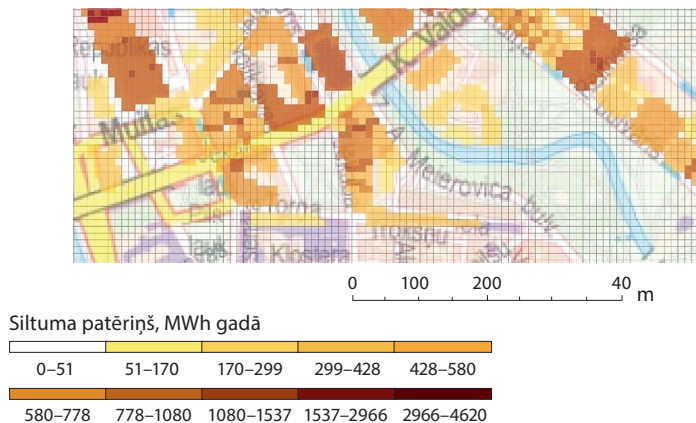
Tiek veidots jauns laukums jau attīstītā ēkas slānī – “siltuma pieprasījums” (angļu val. *heat demand*). Vidējā siltumenerģija laika posmā no 2012. gada līdz 2014. gadam tika aprēķināta ēkām, kuras ir pieslēgtas esošajam siltumapgādes tīklam. Citu ēku gadījumā šo vērtību aprēķināja, reizinot apsildāmās platības ar specifisko siltuma patēriņu un dalot to ar 1000, lai izteiktu siltuma pieprasījumu MWh.

Siltuma karte izveide

Lai izveidotu caurspīdīgu siltuma karti, ir jānosaka lauki, kuriem ir jāveic aprēķini. Šajā gadījumā tika izvēlēts režģis, kura izmērs ir 100 m × 100 m. Režģis tika izveidots tik liels, lai varētu aptvert visu pašvaldības teritoriju. Šūnas lielums tika atlasīts, pamatojoties uz pētījuma mērķi. Ja ir jāiestata siltuma karte valsts vai vietējā līmenī, režģa šūnu izmērs var svārstīties no 100 m × 100 m līdz 1 km². Ja siltuma karte ir izveidota pilsētai vai konkrētai pilsētas daļai, režģa šūnām jābūt pēc iespējas mazākām. Ar šūnu izmēru 10 m × 10 m var noteikt konkrētas ēkas siltuma patēriņu (sk. 11.3. attēlu).

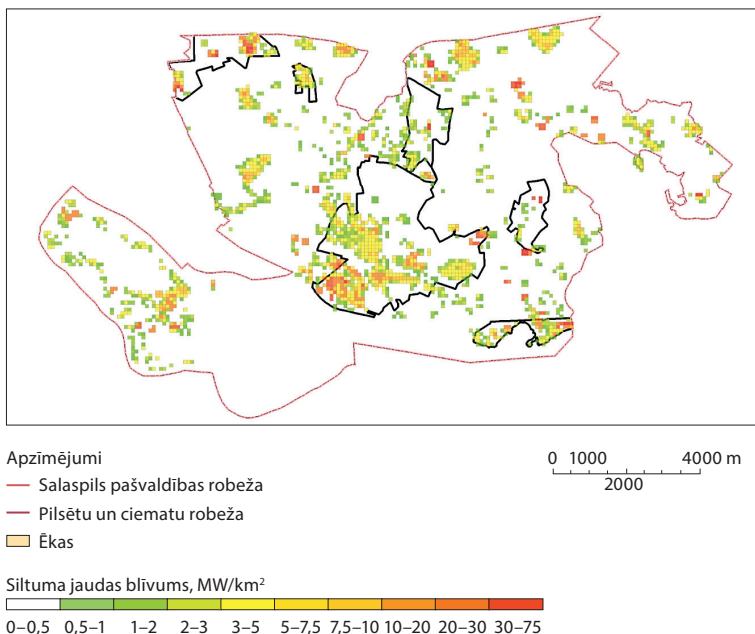
Tā kā Salaspils novada teritorija ir ievērojami lielāka par izpētīto Rīgas pilsētas daļu, tad aprēķinu tīkls ar šūnu izmēru

11.3. att. Rīgas pilsētas siltuma pieprasījuma kartes fragments ar režģi, kura izmērs ir 10 m × 10 m.



10 m × 10 m sadalītu pašvaldības teritoriju pārāk detalizēti, radot pretēju efektu. Ja režģa šūnas ir pārāk detalizētā mērogā, kļūst grūti noteikt nepieciešamās zonas, šajā gadījumā – potenciālās siltumapgādes sistēmas zonas. Salaspils pašvaldībai tika izmantota tāda siltumapgādes kartēšana, kurā lietots aprēķinu režģis ar šūnu izmēru 100 m × 100 m. Šajās šūnās ar ArcGIS rīku “join data” tika uzskaitīta visu esošo ēku un to daļu pašreizējā situācija un apkopoti siltuma pieprasījuma rādītāji. Aptuvenais kopējais siltumenerģijas patēriņš bija sadalīts noteiktos intervālos. Vairākos pētījumos tika noteikts, ka centralizētā siltumapgāde var būt ekonomiski dzīvotspējīga vietās, kur siltuma blīvums ir pietiekami liels (vairāk nekā 3 MW/km²) [6]. Režģa šūnā siltuma patēriņa jauda tika aprēķināta, ņemot vērā siltuma daudzumu karstā ūdens sagatavošanai un vidējo apkures dienu skaitu. Salaspils pašvaldības siltumapgādes jaudas blīvums ir parādīts 11.4. attēlā.

Kā redzams 11.4. attēlā, dzeltenajos un sarkanajos toņos ir iezīmēts vajadzīgais siltumietilpības blīvums, kas ir lielāks nekā 3 MW/km². Šajās zonās tika marķētas teritorijas, kuras jau ir pieslēgtas esošajam siltumapgādes tīklam un kuras ir potenciālie siltumapgādes rajoni. Pēc tam tiek konstatēts katras zonas viduspunkts. Tad tika mērīts attālums līdz tuvākajai siltumapgādes zonai vai avota, un tika aprēķināts lineārais siltuma blīvums.



11.4. att. Salaspils pašvaldībā nepieciešamās siltuma jaudas blīvums.

Rezultāts tika salīdzināts ar esošo lineāro siltuma blīvumu Salaspilī un Saulkalnē, un tika atzīmētas tās teritorijas, kurās lineārais siltuma blīvums ir lielāks par esošo blīvumu. Tika identificētas 15 potenciālās teritorijas ar kopējo siltuma pieprasījumu 87,68 GW gadā. Šajās 15 teritorijās ir nepieciešama papildu izmaksu un ieguvumu analīze, lai noskaidrotu, vai teorētiski ir iespējams paplašināt centralizētās siltumapgādes sistēmu šajās teritorijās.

Diskusija

Siltuma patērētāju kartēšana dod iespēju novērtēt siltumapgādes scenārijus. Palielinot izpratni par kopējo siltumenerģijas patērētāju skaitu un atrašanās vietu, ir iespējams:

- efektīvi plānot energoefektivitātes pasākumus gan privāti, gan pašvaldību līmenī, jo ir iespējams novērtēt, kurās jomās energoefektivitātes pasākumi ievērojami ietaupīs resursus;
- noteikt, kurās teritorijās atjaunojamo enerģiju var izmantot kā siltuma avotu;
- energoapgādes uzņēmumos samazināt degvielas patēriņu;
- noteikt centralizētās siltumapgādes “karstos punktus” un izstrādāt atbilstošu rīcības plānu (centralizētās siltumapgādes paplašināšanu vai decentralizāciju).

Plānošanas rīks ļaus siltuma ražotājiem plānot turpmāko rīcību. Tāpat tas ļaus pašvaldībām plānot savu attīstību un sagatavot teritorijas plānus. Turklāt valdība spēs izstrādāt valsts attīstības plānus atbilstoši efektīvai siltumenerģijas ražošanai un pārvadei.

Secinājumi

Lai novērtētu apkures potenciālu valsts un Eiropas Savienības līmenī, nepietiek tikai ar kvantitatīvajiem datiem. Tā kā centralizētās siltumapgādes sistēmas Eiropā nodrošina vidēji tikai 10 % no nepieciešamā siltumenerģijas daudzuma, siltuma pieprasījuma, patērētāju un siltuma avotu atrašanās vietas kartēšanai ir arvien lielāka loma turpmākajos enerģijas plānošanas jautājumos, tāpat kā ar karstuma karti būtu relatīvi vienkāršāk identificēt pieprasījuma zonu atrašanās vietu un piegādes avotu, kā arī būtu vienkāršāk noteikt attālumu starp tām.

Siltuma kartes sniegtos datus var izmantot ne tikai valsts mēroga siltumapgādes analīzei, bet arī atsevišķu teritoriju izpētei un potenciālās centralizētās siltumapgādes sistēmas izmaksu un ieguvumu analīzes izstrādei. Tikai šajā gadījumā ir nepieciešama

detalizētāka situācijas analīze. Lai izstrādātu siltuma karti, kas balstīta uz ekonomiski pamatotiem rādītājiem, pirms konkrētu pasākumu uzsākšanas katrā apgabalā ir jāizstrādā izmaksu un ieguvumu analīze par iekārtu uzstādīšanu.

Šajā pētījumā izstrādātā kartēšanas metodoloģija balstās uz šādām darbības pakāpēm: datu vākšana (gan kvantitatīvie, gan kartogrāfiskie dati) un apstrāde, bāzes slāņa veidošana, siltumenerģijas pieprasījuma aprēķināšana un siltumenerģijas pieprasījuma apjoms, režģa aprēķina izveide, siltuma enerģijas patēriņa blīvuma aprēķins un to apgabalu noteikšana, kur pastāv centralizētās siltumapgādes potenciāls. Metodika tika atzīta par labu Salaspils pašvaldībai, un rezultāti liecina, ka ar rādītājiem – siltuma jaudu un lineāro siltuma blīvumu – bija iespējams identificēt 15 potenciālās siltumapgādes attīstības teritorijas Salaspils pašvaldībā ar kopējo siltuma patēriņu 87,68 GWh.

Rakstā iekļautās daļas pirmēji angļu valodā publicētas žurnālā “Energy Procedia” rakstā “Evaluation of Energy Consumption of Municipal Buildings by Heat Energy Demand Mapping” (doi: 10.1016/j.egypro.2016.09.061). Autori pateicas VPP LATENERGI programmas projektam par iespēju attīstīt rakstu latviešu valodā.

Literatūra

- [1] Connolly D., Mathiesen B. V., Ūstergaard P. A., Möller B., Nielsen S., Lund H., Persson U., Nilsson D., Werner S., Trier D. Heat Roadmap Europe 2050. Study for the EU27, 2012.
- [2] Connolly D., Mathiesen B. V., Ūstergaard P. A., Möller B., Nielsen S., Lund H., Persson U., Werner S., Grözinger J., Boermans T., Bosquet M., Trier D. Heat Roadmap Europe 2050. Second pre-study for the EU27, 2013.
- [3] The European Parliament and the Council. Directive 2012/27/EU on energy efficiency. Official journal of the European Union L 315, 2012.
- [4] Euroheat and Power. DHC and Statistics. Brussels: Euroheat and Power, 2013. Available: <http://www.euroheat.org/DHC---Statistics-4.aspx> [3.3.2015].
- [5] Euroheat and Power. District Heating and Cooling Country by Country Survey. Brussels: Office of Euroheat and Power; 2013.
- [6] Finney K. N., Sharifi V. N., Swithenbank J., Nolan A., White S., Ogden S. Developments to an existing city-wide district energy network – Part I: Identification of potential expansions using heat mapping. Energy Conversion and Management 62, 2012.
- [7] Challoch Energy. Energy efficiency directive (2012/27/EU) Guidelines on CA (Comprehensive assessment) and CBA (Cost benefit analysis), 2014.
- [8] Euroheat & Power. “Ecoheatcool” Work package 3. Guidelines for assessing the efficiency of district heating and district cooling systems, 2006.

- [9] European Commission Joint Research Centre (JRC). Methodology development for comprehensive assessment of national heating and cooling potential, 2014.
- [10] Girardin L., Marechal F., Dubuis M., Calame-Darbellay N., Favrat D. EnerGis: A geographical information based system for the evaluation of integrated energy conversion systems in urban areas. *Energy* 2010; 35(2): 830–840.
- [11] Möller B., Lund H. Conversion of individual natural gas to district heating: Geographical studies of supply costs and consequences for the Danish energy system. *Applied Energy* 2010; 87:1846–1857.
- [12] Petrovic S. N., Karlsson K. B. Danish heat atlas as a support tool for energy system models. *Energy Conversion and Management* 2014; 87:1063–1076.

12. Energoatērētāja vadības programmas modelis

*Dagnija Blumberga, Marika Rošā, Andra Blumberga,
Claudio Rochas, Silvija Nora Kalniņš, Ilze Burmistre*

Ievads

Latvijai pamazām ieskicējas zaļās izaugsmes ceļš, kuru ir iespējams uzsākt ar intensīvu enerģijas patēriņa samazinājumu, īstenojot energoefektivitātes paaugstināšanas pasākumus un palielinot atjaunojamo energoresursu izmantojumu [1]. Virziens ir nosprausts un atliek tikai uzsākt virzību pa šo ceļu. Svarīgi ir izvērtēt prioritātes un saprast, kas jādara vispirms un kādu jautājumu risināšanu var atvirzīt uz vēlāku laiku.

Siltumapgādes attīstība pašvaldībās ir jāplāno: ir nepieciešama energoapgādes stratēģija, programma un rīcības plāni, kas ir telpiskās plānošanas neatņemama sastāvdaļa. Noteiktas siltumapgādes politikas izstrāde un tās ievērošana, veicot regulāru monitoringu un noieto etapu vērtēšanu, lai koriģētu attīstības virzienus un izmantojamos mehānismus, – tie ir uzdevumi, kas ir jāveic katrai pašvaldībai.

Ekonomiski visizdevīgākais un videi visdraudzīgākais pasākumu kopums, kam piešķirama visaugstākā prioritāte, ir enerģijas galalietotāja energoefektivitātes paaugstināšana. Pirmais un galvenais uzdevums, īstenojot pašvaldību energoefektivitātes pasākumus, ir noskaidrot ēku enerģijas patēriņa samazinājuma iespējas un ieviest tos pasākumus, kas ir ekonomiski pamatoti. Praksē visbiežāk sastopama situācija ar divējādu energoefektivitātes robežvērtību uzstādījumu, kaut arī patiesā situācija ir pa vidu un reāli abi divi no tiem ir sastopami daudz retāk:

- augsta energoefektivitāte ir enerģijas (energoresursu) patērētājam, kurš samazinājis enerģijas patēriņu līdz minimāli iespējamajam;
- zema energoefektivitāte ir enerģijas lietotājam, kurš tērē enerģiju, nedomājot par to.

Enerģijas patēriņš var būt ne tikai minimāls un maksimāls. Pareizāk būtu lietot jēdzienu optimāls enerģijas patēriņš. Tas ir daudz plašāks jēdziens un ietver ne tikai tehnoloģiju inženier-tehniskos aspektus, bet arī iekārtu izvēles ekonomisko un finanšiālo, gan vides un sociālekonomisko pamatojumu.

Energoefektivitātes indikatori

Enerģijas patēriņa absolūtās vērtības neļauj salīdzināt enerģijas patērētājus savā starpā, jo īpaši gadījumos, kad ir uzstādītas vienas un tās pašas iekārtas, bet atšķiras darba stundu skaits, vai otrādi – darba stundu skaits ir vienāds, bet atšķiras tehnoloģijas. Vēl biežāk ir sastopamas situācijas, kad atšķiras gan iekārtas, gan izmantošanas laiks.

Lai būtu iespējams salīdzināt savā starpā enerģijas lietotājus un izvērtēt to energoefektivitāti, ir jāiegūst īpatnējie enerģijas patēriņa lielumi, ko sauc par energoefektivitātes indikatoriem.

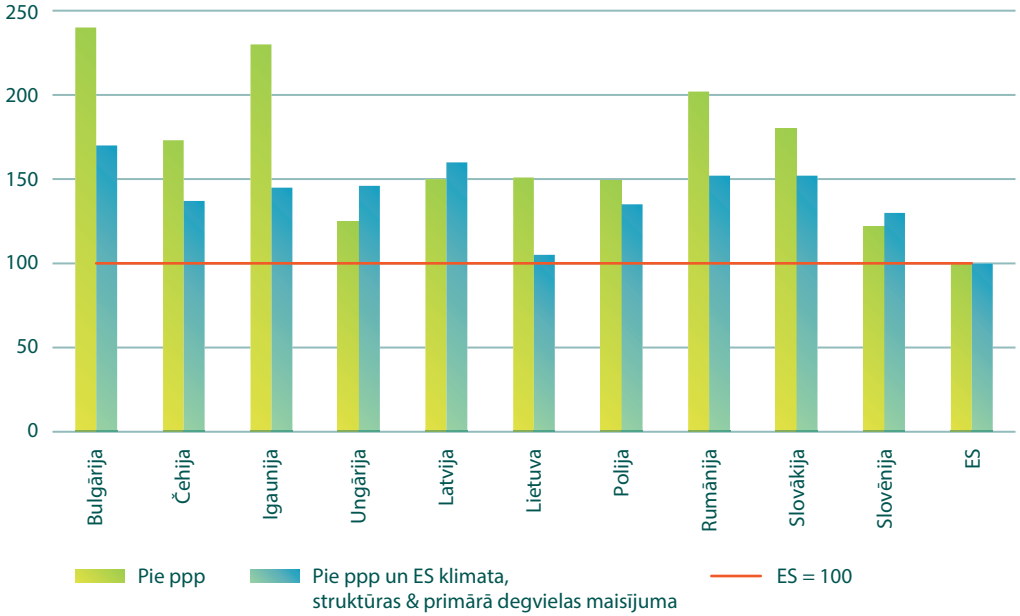
Eiropas zinātnieki ir apkopojuši datus par 180 energoefektivitātes indikatoriem, kuru skaitā iekļauti ne tikai īpatnējie enerģijas patēriņi, bet arī īpatnējie ekonomiskie, vides un klimata rādītāji, kas attiecināti uz enerģijas lietošanu. Tas ļauj salīdzināt savā starpā dažāda līmeņa enerģijas patērētājus:

- valsts makroekonomikas līmenī;
- dažādu sektoru līmenī;
- enerģijas ražošanas uzņēmumu līmenī;
- enerģijas pārvades uzņēmumu līmenī;
- rūpniecības, lauksaimniecības vai komerciālu uzņēmumu līmenī;
- ēkas vai dzīvokļa līmenī;
- noteiktas energoiekārtas līmenī.

Energoefektivitātes indikatoru mērvienības ir atkarīgas no to enerģijas veida, energopatērētāja raksturojuma, lietošanas apstākļiem, uzstādītajām iekārtām un citiem nosacījumiem. Energoefektivitātes indikators ietver laika mērvienību, jo parasti īpatnējais enerģijas patēriņš tiek analizēts noteiktam laika periodam: diennaktij, nedēļai, mēnesim vai gadam.

Valstu makroekonomikas līmenī

Salīdzinot savā starpā valstu energosektora attīstību, ir jāizvēlas energoefektivitātes indikators, kas visprecīzāk ataino valsts enerģijas lietotāja sakārtotību un iespējas mazināt enerģijas patēriņu. Enerģētikas speciālisti, spriežot par enerģijas patēriņu, kā indikatoru bieži izmanto īpatnējo enerģijas patēriņu, kas attiecināts uz iedzīvotāju skaitu. Šāda indikatora lietojums var novest pie nepareiziem secinājumiem, jo faktiski ar tā palīdzību iegūtais rezultāts neietver valsts ekonomisko attīstību. Tāpēc kopš šī gadsimta sākuma zinātnieki intensīvi meklē viskorektāko indikatoru, kas sniegtu pilnīgu ainu par enerģijas patēriņu katrā valstī. Šobrīd plaši tiek izmantots kompleksais energoefektivitātes indikators, kas ņem vērā pirktspējas paritāti, Eiropas Savienības



dalībvalstu klimata ietekmes, struktūras un primāro energoresursu mikšļa normalizāciju.

Primārās energointensitātes, kas pielāgota pirktspējas paritātei, Eiropas Savienības klimatam, struktūrai un primāro energoresursu mikslim, noteikšanas piemērs ir ilustrēts 12.1. attēlā. Tas liecina, ka jaunās dalībvalstis enerģiju tērē vidēji par 50–100 % vairāk nekā vecās dalībvalstis. Latvijai ir daudz ko darīt energoefektivitātes paaugstināšanas jomā, jo īpatnējais enerģijas patēriņš ir otrs lielākais 27 Eiropas Savienības dalībvalstu vidū.

Enerģijas galalietotāju līmeņi

Enerģijas galalietotāju patēriņa profils ir izteikti stohastisks (mainīgs laikā), un patēriņš dienas laikā mainās ļoti strauji atkarībā no patērētāju uzvedības. Tādējādi daudz efektīvāk un praksē labāk ir izmantot indikatorus, kas atspoguļo patēriņa profilu. Enerģijas galalietotāju energoefektivitātes indikatoru izvēle var pāvērt plašas iespējas raksturot ne tikai enerģijas patēriņu, bet arī patērētāja attīstības virzienus. Īpatnējais elektroenerģijas patēriņš tiek attiecināts uz dažādiem parametriem: gan uz rūpniecības uzņēmuma saražotās produkcijas vienību (kWh/(kg produkcijas), kWh/(m³ produkcijas) utt.), gan uz cilvēku skaitu ēkās vai dzīvokļos (kWh/(cilvēku skaits) mēnesī, kWh/m² mēnesī, kWh/(elektrisko iekārtu skaits) mēnesī), gan uz porciju skaitu ēdināšanas firmās [kWh/(porciju skaits)]. Retāk par

12.1. att. Primārā energointensitāte, kas pielāgota Eiropas Savienības klimatam, struktūrai un primāro energoresursu mikslim [2].

energoefektivitātes indikatoru izmanto īpatnējo elektroiekārtu uzstādīto jaudu: W/m^2 , $W/(\text{cilvēku skaits})$ utt.

Savukārt siltumenerģijas patēriņš tiek attiecināts uz parametriem, kas raksturo tās patērētāju. Visbiežāk tā ir apkure un karstā ūdens patērētājs. Energoefektivitātes indikators apkurei ir siltumenerģijas patēriņš, vai nu attiecināts uz kWh/m^2 mēnesī, vai arī uz kWh/m^3 mēnesī, bet karstā ūdens patērētājam – $kWh/(\text{cilvēku skaits})$ mēnesī vai $kWh/(\text{strādājošo skaits})$ mēnesī. Ja siltumenerģija tiek tērēta rūpniecības vai lauksaimniecības uzņēmumā, īpatnējais enerģijas patēriņš tiek attiecināts uz rūpniecības uzņēmuma saražotās produkcijas vienību ($kWh/(\text{kg produkcijas})$, $kWh/(m^3 \text{ produkcijas})$ utt.).

Latvijas daudzdzīvokļu ēku īpatnējo normalizēto siltumenerģijas patēriņu analīze atkarībā no apsildāmās platības ilustrēta 12.2. attēlā. Savāktie dati par ēkām pēc to matemātiskās apstrādes ilustrēti regresijas analīzē. Katrs punkts grafikā prezentē vienu daudzdzīvokļu ēku. Īpatnējo siltumenerģijas patēriņu vērtības ir robežās no $80 kWh/m^2$ līdz $430 kWh/m^2$ gadā, bet vidēji – $200 kWh/m^2$ gadā. To vispārējā gadījumā matemātiski apraksta taisne:

$$q = a - bF, \quad (12.1.)$$

kur

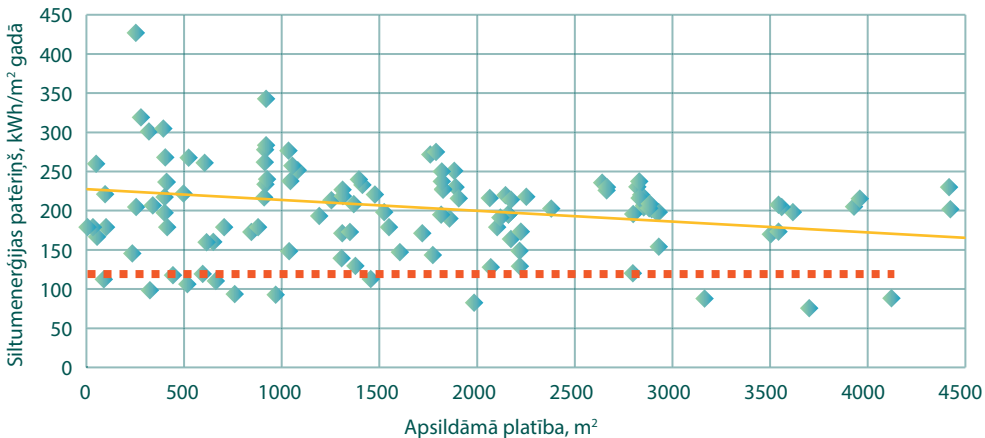
q – īpatnējais siltumenerģijas patēriņš, kWh/m^2 gadā;

a – vidējais mazu ēku siltumenerģijas patēriņš Latvijā, kWh/m^2 gadā;

F – ēku apsildāmā platība, m^2 .

Analīzes rezultāti rāda, ka datu izkliede ir liela, tomēr ir vērojams, ka ēku siltumenerģijas patēriņš ir atkarīgs no ēkas apsildāmās platības lieluma un tajā pašā laikā tas būtiski atšķiras arī

12.2. att. Dažādu Latvijas daudzdzīvokļu ēku īpatnējie siltumenerģijas patēriņi [3].



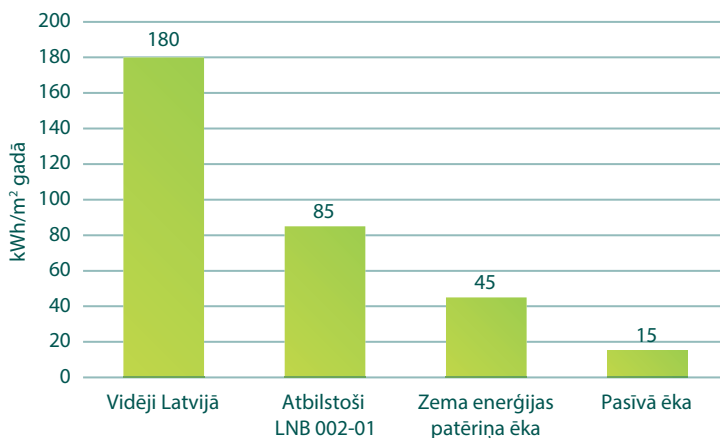
viena izmēra un tipa ēkām. Ēkas, kurās siltumenerģijas patēriņš ir zem 100 kWh/m² gadā, ir veikti energoefektivitātes pasākumi, kas ir ļāvuši būtiski samazināt enerģijas patēriņu.

Tuvākajā laikā Eiropas Savienības normatīvie akti reglamentēs jaunbūvējamu ēku siltumenerģijas patēriņu pasīvās vai zema enerģijas patēriņā ēkas līmenī, t. i., 15–40 kWh/m² gadā [4]. Latvijas valdība esošo ēku īpatnējo siltumenerģijas patēriņu 2030. gadā prognozē 100 kWh/m² gadā apmērā (raustīta līnija 12.2. attēlā) [5].

Mājsaimniecību enerģijas patēriņš ir atkarīgs no tādiem faktoriem kā klimats, ēkas atrašanās vieta un novietojums, mājoklus raksturojošās fizikālās īpašības (ēkas tips, platība, celtniecības gads, siltināšanas līmenis utt.), iekārtu un sistēmu efektivitāte, īpašnieku personiskie apstākļi un iedzīvotāju uzvedība, sociālekonomiskie faktori (ienākumi u. c.), iedzīvotāju vēlamais komforta līmenis (temperatūras iestatījumi, apgaismojuma līmenis u. c.), iekārtu un ierīču lietošanas laiks [6].

12.3. attēlā apkopota informācija par vidējo īpatnējo siltumenerģijas patēriņu kWh/m² gadā ēkās Latvijā šobrīd un nākotnē. Vidējais siltumenerģijas patēriņš ēkās Latvijā ir 180 kWh/m² gadā, bet, izpildot būvnormatīvā LBN 002-01 [7] noteiktās minimālās energoefektivitātes prasības, iespējams sasniegt energoefektivitātes līmeni, kas atbilst siltumenerģijas patēriņam ap 85 kWh/m² gadā. Turpretī zema enerģijas patēriņa ēkas siltumenerģijas patēriņš ir par četrām reizēm mazāks nekā vidēji reālais patēriņš, savukārt pasīvo ēku vidējais enerģijas patēriņš ir divpadsmit reizi zemāks.

Tomēr zinātniskajā pētniecībā ir sastopama zinātnieku piesardzība [8], [9], vērsot uzmanību uz ekonomisko analīzi, kura



12.3. att. Siltumenerģijas patēriņa salīdzinājums dažāda tipa ēkās Latvijā [4].

ļauj nonākt pie iespējami labākajiem risinājumiem, lai sasniegtu zemas enerģijas patēriņa ēkas rādītājus, kā arī norādot uz nepieciešamību izstrādāt sociālos un ekonomiskos indikatorus, kas palīdzētu veidot enerģētikas un vides politiku.

Energoefektivitātes indikatoru lietojums

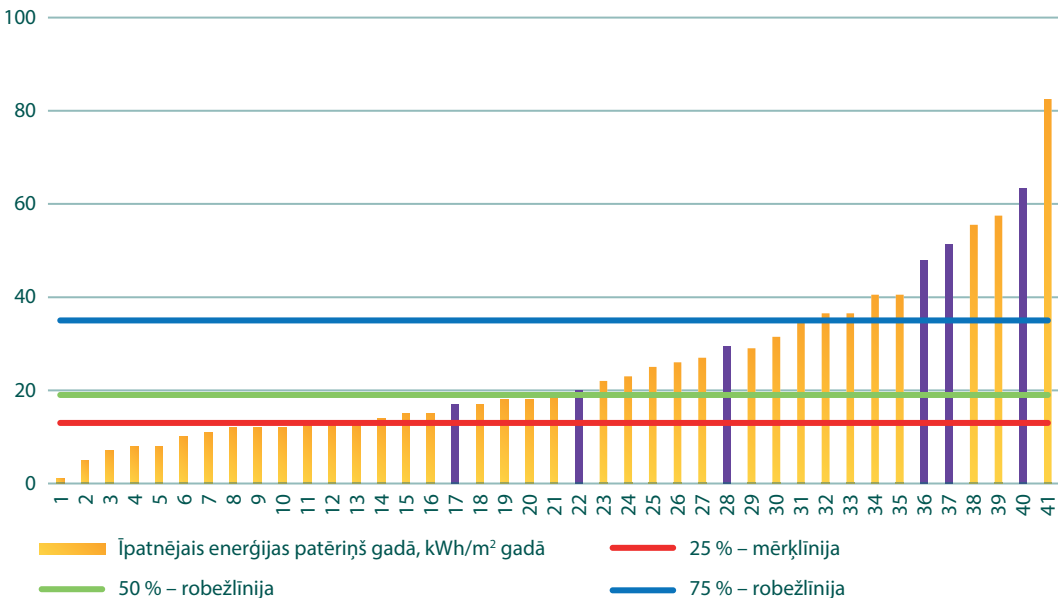
Energoefektivitātes indikatoriem ir dažāds lietojums. Vispirms tie ir nepieciešami, lai vērtētu esošo tehnoloģiju, iekārtu, ēku un citu enerģijas lietotāju energoefektivitāti šobrīd un analizētu energoefektivitātes pasākumus nākotnē. Lietojuma secībā energoefektivitātes indikatori ir nepieciešami šādiem mērķiem:

- pirmais solis – indikācijai;
- otrais solis – salīdzināšanai;
- trešais solis – analīzei;
- ceturtais solis – enerģijas patēriņa samazināšanai.

Ja enerģijas lietotāju interesē, kāds ir enerģijas patēriņš, tad ikviens var īstenot divus pirmos soļus un noteikt, kāds ir īpatnējais enerģijas patēriņš un kāds tas ir salīdzinājumā ar citiem līdzīgiem energopatērētājiem. Tomēr parasti otro, trešo un nākamos soļus, energoefektivitātes indikatoru izvērtēšanā ir jāveic profesionāļiem ar energoaudita palīdzību.

Lai ilustrētu iepriekš minēto, 12.4. attēlā izmantots skolu īpatnējais elektroenerģijas patēriņš kWh/m² gadā, ar kura palīdzību salīdzināta eksperimentā iekļauto skolu energoefektivitāte.

12.4. att. Elektroenerģijas patēriņš skolās.



Analizē ir iekļauti dati par 41 skolu, kuru īpatnējais elektroenerģijas patēriņš mainījās ļoti plašās robežās: no 1 kWh/m² līdz 84 kWh/m² gadā. Visas skolas ir sadalītas četrās grupās, kuras tiek atdalītas ar 3 līmeņatzīmēm:

- 75 % mērķlīnija;
- 50 % robežlīnija;
- 25 % mērķlīnija

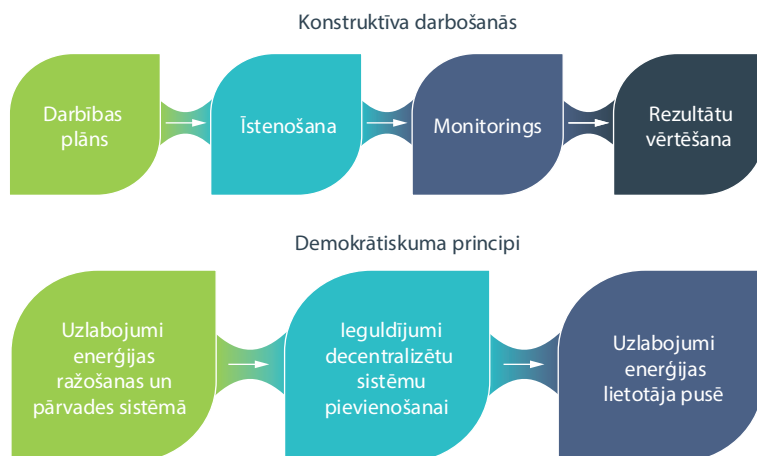
Ar violeto krāsu ir izcelti viena reģiona dažu izvēlēto skolu īpatnējie patēriņi, kuri liecina, ka trīs skolas tērē neattaisnoti daudz elektroenerģijas (virs 75 % mērķlīnijas), viena – vairāk nekā ir līmeņatzīmes vērtība (virs 50 % robežlīnijas), divas skolas ir uzskatāmas par salīdzinoši energoefektīvām (virs 25 % mērķlīnijas). Neviena skola reģionā nav ar augstu energoefektivitāti. Piemēram, var redzēt, ka 22 skolās (aptuveni puse skolu) īpatnējais elektroenerģijas patēriņš nepārsniedz 20 kWh/m² gadā jeb ir zem 50 % robežlīnijas, kas norāda, ka šīs skolas ir ar vidēju energoefektivitāti. Savukārt pārējo 19 skolu īpatnējais elektroenerģijas patēriņš lielāks par ir 20 kWh/m² gadā, tādējādi šīs skolas nav energoefektīvas. Turklāt no 12.4. attēla arī izriet, ka tikai 2 no eksperimentālajām skolām atbilst vidējam energoefektivitātes kritērijam (patēriņš nepārsniedz 20 kWh/m² gadā).

Enerģijas galalietotāja vadība

Eiropas Savienība (Direktīva 2012/27/ES) ir noteikusi, ka patēriņa samazināšanas mērķu sasniegšanā ir jāraugās no kopējā enerģijas sistēmas viedokļa, iekļaujot energopārvaldību, inženiertehniskos risinājumus, ekonomikas un vides aizsardzības jautājumus, kā arī katra patērētāja līdzdalību enerģijas efektīvā izmantošanā. Kopējā mērķa – energosektora ilgtspējas – sasniegšanai nepieciešama sistēmiska energopārvaldības ieviešanas pieeja, kas jānodrošina jebkurā enerģijas patērētāja līmenī, sākot no mājsaimniecībām un beidzot ar pašvaldību un valsti.

Enerģijas galalietotāja patēriņa samazināšanu var īstenot no pasākuma uz pasākumu, no projekta uz projektu. Tā var notikt neorganizēti un dažreiz arī haotiski. Tomēr plānota un ekonomiski pamatota energoefektivitātes pasākumu īstenošana dod iespēju sasniegt daudz augstākus energoefektivitātes rādītājus. Tāpēc svarīgi ir veidot energopatērētāju vadības programmas un sekot līdzi to īstenošanai. Piemēram, pašvaldību energopatērētāju vadības programmas izstrāde un īstenošana dod iespēju ne tikai samazināt maksu par enerģiju, bet arī palielināt nekustamā īpašuma vērtību. Latvijas pašvaldībās īstenotie projekti uztverami arī kā vietējo iedzīvotāju informatīvs pasākums reģionālajā

12.5. att.
Energopārvaldības
programmas galvenie
darbības principi.



līmenī un enerģijas lietotāju iedrošināšana energoefektivitātes soļa spersšanai.

Visvienkāršākie un ar vismazākajām izmaksām īstenojamie ir sākotnējie energoefektivitātes pasākumi, kas ir ierakstīti enerģijas patērētāja vadības programmas sākumfāzē. Tie ir salīdzinoši vienkārši īstenojami soļi, kuri vienlaikus iezīmē nākamās enerģijas taupīšanas pasākumus.

Kopumā energopatērētāja vadības programma ļauj jebkuram enerģijas galalietotājam – pašvaldībai, uzņēmumam un ēkai – saprast, kas jādara, lai patiesi samazinātu maksu par siltumu un elektroenerģiju.

Mājsaimniecību sektorā energopārvaldība ir kā atslēga uz energoefektivitātes paaugstināšanu un energopārvaldības programmu veiksmīga īstenošana mājsaimniecībā ir iespējama tikai ar pašas mājsaimniecības aktīvu līdzdalību un lietotāju iniciatīvu, kā arī vēlmes nodrošināt enerģijas racionālu lietošanu. Viens no energopārvaldības pamatpostulātiem ir ieguvumu analīze, kas matemātisku aprēķinu ceļā ļauj noteikt energopārvaldības programmu izpildes rezultātā iegūto efektu.

Mājsaimniecības lietotāju energopārvaldības programmas var ietvert divus galvenos darbības principus – konstruktīvu darbošanos un demokrātiskuma principus, kas parādīti 12.5. attēlā [10]. Energopārvaldības ieviešanu uzrauga energopārvaldnieks, kas šajā gadījumā ir kāds no mājsaimniecības locekļiem.

Energopārvaldnieks saprot energopārvaldības jēgu un seko līdzi visiem ar to saistītajiem procesiem. Mājsaimniecības energopārvaldnieka pārziņā ir enerģijas patēriņa kontrole, tam ir plašas

iespējas analizēt esošo enerģijas patēriņu un to mainīt [11]. Attiecībā uz mājsaimniecībām energopārvaldnieka pienākumi būtu:

- regulāri fiksēt un analizēt skaitītāju rādījumus;
- regulēt apkures slodzi gadījumā, ja apkure tiek nodrošināta, izmantojot elektroenerģiju;
- uzraudzīt elektrisko iekārtu tehnisko stāvokli;
- nodrošināt racionālu elektrisko iekārtu izmantošanu un to optimālu režīmu uzstādīšanu;
- kontaktēties ar elektroenerģijas pakalpojuma sniedzējiem un izvēlēties izdevīgāko piedāvājumu.

Kā galvenos priekšnoteikumus energopārvaldības ieviešanai mājsaimniecībās var minēt:

- mājsaimniecību finansiālās iespējas;
- ekonomisko pamatojumu energopārvaldības ieviešanas gadījumā;
- konkrētu datu vai pētījumu analīzi, ar kuru palīdzību mājsaimniecības gūst informāciju par energopārvaldības pasākumu ekonomisko ieguvumu un ietekmes uz vidi samazinājumu;
- finansiālu atbalstu vai dotācijas energopārvaldības pasākumu īstenošanai, piemēram, viedo skaitītāju uzstādīšanai vai dažādu energoefektivitātes pasākumu īstenošanai;
- normatīvo aktu izstrādi, kas noteiktu, ka visām mājsaimniecībām ir obligāti jāveic enerģijas patēriņa detalizēta uzskaitē;
- mājsaimniecību iedzīvotāju zināšanu un izpratnes līmeņa celšanu, kas veicinātu motivāciju ieviest energopārvaldības pasākumus;
- spēju vienoties un kopīgi īstenot energopārvaldības pasākumus vairākām mājsaimniecībām kopā, piemēram, daudzdzīvokļu mājās;
- ar normatīvajiem aktiem noteiktus ierobežojumus vai aizliegumus, kuru mērķis ir saistīts ar enerģijas ekonomiju. Piemēram, jau īstenotais aizliegums pārdot kvēlspuldzes, kas nav energoefektīvas;
- diferencēto elektroenerģijas tarifu struktūras jeb t. s. izmantošanas laika tarifu ieviešanu, kur elektroenerģijas cena tiek diferencēta atbilstoši elektroenerģijas patēriņa izmantošanas laikam (piemēram, zemāks tarifs nakts stundās). Ja elektroenerģijas cena ir lētāka nakts stundās, tad iedzīvotāji būtu vairāk gatavi efektīvāk izmantot elektriskās ierīces, mainīt paradumus un rutīnu, lietojot tās

vēlākās nakts stundās (piemēram, atliktā starta iespēja veļas vai trauku mazgājamajai mašīnai u. tml.);

- inovatīvu un energoefektīvu tehnoloģiju pieejamību māj-saimniecībām par saprātīgām cenām;
- mājsaimniecību iedzīvotāju informēšanas pasākumu īstenošanu. Balstoties uz savu pieredzi, mājsaimniecības varētu motivēt un veicināt citas mājsaimniecības sekot viņu piemēram. Piemēram, nodrošinot vienkāršas un viegli lietojamas bezmaksas programmatūras, ar kuru palīdzību mājsaimniecības, kas ieviešušas energopārvaldības pasākumus vai plāno to darīt, var novērtēt no tām iegūto ekonomisko un ekoloģisko labumu;
- mājsaimniecību elektroenerģijas kvotu tirgus ieviešanu, kas balstītos uz elektroenerģijas patēriņa kvotu noteikšanas algoritma izstrādi. Tas paredz noteiktu elektroenerģijas patēriņa apjomu uz vienu mājsaimniecību atkarībā no iedzīvotāju skaita un citiem nosacījumiem. Pārsniedzot kvotas, būtu jāmaksā lielāks tarifs;
- atvieglotu procedūru un iespējas mājsaimniecību elektroenerģijas tīklam pieslēgt alternatīvo energoresursu tehnoloģijas.

Energotatērtāja vadības programmas modeļa algoritms

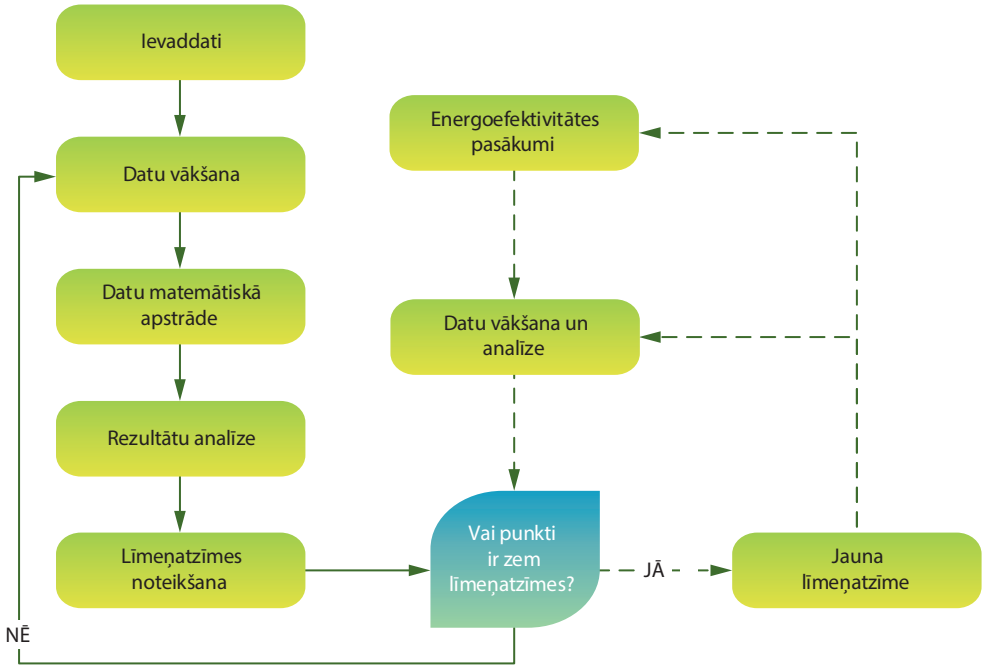
Enerģijas patērtāja vadības pasākumi enerģijas galalietotāja pusē sākas no datu vākšanas un analīzes, kas turpinās ar energoefektivitātes pasākumu plānošanu, īstenošanu un vērtēšanu. Lai to īstenotu ar maksimālu atdevi, nepieciešama energotatērtāja vadības programma.

Energotatērtāja vadības programmas modeļa algoritms ir ilustrēts 12.6. attēlā. Tas sastāv no 8 blokiem, un tā darbības ir balstītas uz trīs principiem:

- ilgtspējības;
- pakāpeniskuma;
- nepārtrauktības.

Ilgtspējības princips ietver ne tikai vides, ekonomisko un sociālekonomisko ideju īstenošanu, bet galvenais ir ēkas enerģijas patēriņa samazinājums ilgtermiņā ar minimāliem izdevumiem, veidojot zaļu attieksmi un apziņu.

Pakāpeniskuma princips ir svarīgs gan no pareizākā inženier-tehniskā, gan emocionālā viedokļa. Vidusmēra enerģijas lietotājs Latvijā ir gatavs pieņemt interesantas idejas. Tikai starp pirmo iepazīstināšanu un pasākumu ieviešanu ir jāievēro inerces laiks, kas ir nepieciešams, lai pārdomātu un izsvērtu visus pozitīvos un



negatīvos aspektus. Dažreiz inerces laiks ilgst 2 vai 3 vai pat vairāk gadus. Tāpēc energoefektivitātes pasākumi ir jāievieš pakāpeniski, pamazām virzoties uz mērķi.

Nepārtrauktības princips ir svarīgs, lai sasniegtu uzlikto mērķi un neapstātos pēc noteiktu energoefektivitātes pasākumu veikšanas: pēc tam, kad veikti iepļānotie pasākumi, ir jāveic pasākumu efektivitātes vērtēšana, jaunu līmeņatzīmju izveide un nākamo pasākumu plānošana un īstenošana.

Sākotnējā enerģijas patērētāja vadība ietver četrus soļus, kurus enerģijas galalietotājs var īstenot bez lieliem kapitālieguldījumiem un sasniegt enerģijas ietaupījumu no 10 % līdz 20 % apmērā no kopējā enerģijas patēriņa.

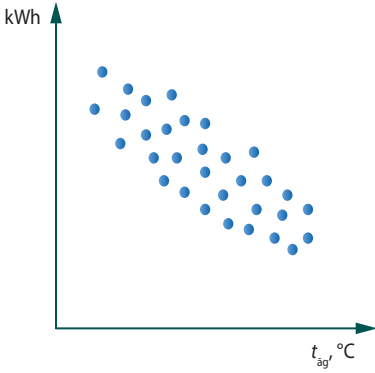
1. solis. Izveidot datu vākšanas tabulu (vēlams *Excel* vidē), kurā apkopot visus datus un iespējamo informāciju katru dienu vienā noteiktā diennakts stundā (sk. 12.7. attēlu).

2. solis. Pēc divām nedēļām vai viena mēneša jāveic datu regresijas analīze, lai saprastu datu precizitāti un izkļedes ciešumu. Svarīgi ir saprast, no kādiem parametriem ir atkarīgs enerģijas patēriņš.

3. solis. Regresijas analīzes rezultātā grafikā izveidot datus aprakstošu taisni, kuru sauc par līmeņatzīmes līniju un tā rāda esošās situācijas normatīvo pamatu (sk. 12.8. attēlu).

12.6. att.

Energoapatērētāja vadības programmas modeļa algoritms.



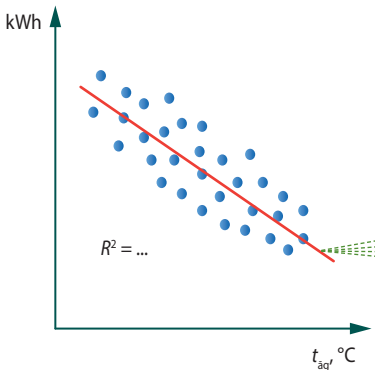
Datums	Āra gaisa temperatūra (t_{ag}), °C	Enerģijas patēriņš, kWh diennaktī	Piezīmes
01.01.	-6,7	130	-
02.01.	-5,0	117	-
03.01.	-5,2	122	-
...

12.7. att. Datu vākšanas rezultātu apkopošanas piemērs.

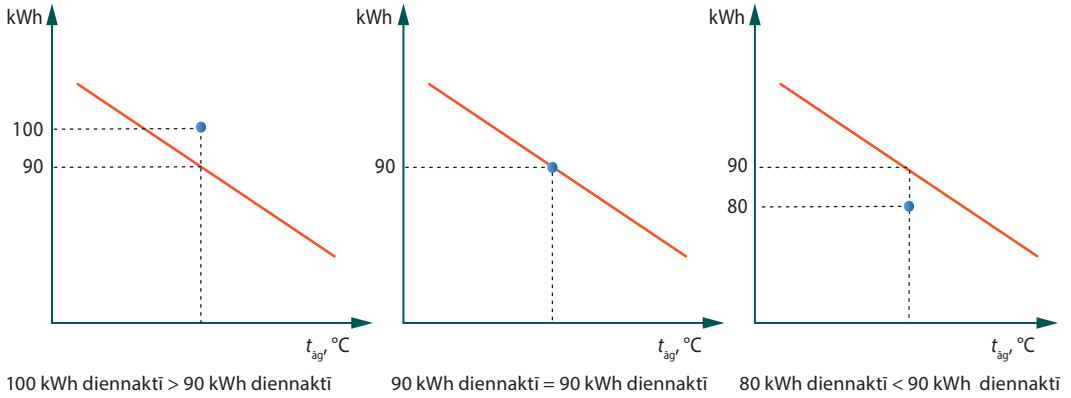
4. solis. Katras nākamās diennakts dati ir jāturpina reģistrēt tajā pašā diennakts stundā, kā iepriekš. Iespējami trīs jaunā punkta atrašanās vietas varianti:

- jaunais punkts grafikā atrodas virs līmeņatzīmes līnijas, vai arī, nosakot skaitliski, reālais enerģijas patēriņš ir lielāks, nekā normatīvais, piemēram, mērītais enerģijas patēriņš ir 100 kWh diennaktī, bet normatīvais – 90 kWh diennaktī (sk. 12.9. attēlu);
- jaunais punkts grafikā ir uz līmeņatzīmes līnijas vai arī, nosakot skaitliski, reālais un normatīvais enerģijas patēriņš ir vienādi, piemēram, mērītais enerģijas patēriņš ir 90 kWh diennaktī, bet normatīvais arī ir 90 kWh diennaktī (sk. 12.9. attēlu);
- jaunais punkts grafikā ir zem līmeņatzīmes līnijas vai arī, nosakot skaitliski, reālais enerģijas patēriņš ir mazāks, nekā normatīvais, piemēram, mērītais enerģijas patēriņš ir 80 kWh diennaktī, bet normatīvais – 90 kWh diennaktī (sk. 12.9. attēlu).

12.8. att. Datu regresijas analīzes un līmeņatzīmes noteikšanas piemērs.



Nr.	Āra gaisa temperatūra (t_{ag}), °C	Līmeņatzīme, kWh diennaktī	Piezīmes
1	-6,7		-
2	-5,2		-
3	-5,0		-
...



5. solis. Ja iepriekšējās diennakts punkts grafikā atrodas virs līmeņatzīmes līnijas, ir jāmeklē iemesls, kāpēc enerģijas patēriņš ir bijis lielāks nekā normatīvais. Enerģijas lietotāja darbības analīze sākas ar izmaiņu cēloņu meklējumiem (siltumenerģijas lietotājiem iemesli varbūt atvērti logi, neaizvērtas durvis, iekštelpu temperatūru paaugstināšanās utt., bet elektroenerģijas lietotājiem – ieslēgti elektriskie sildītāji, ieslēgta apgaisme atstāts).

6. solis. Ja iepriekšējās diennakts punkts grafikā ir uz līmeņatzīmes līnijas, var neanalizēt enerģijas patēriņš uzvedību, jo enerģijas patēriņš atbilst esošās situācijas normatīvajam lielumam.

7. solis. Ja iepriekšējās diennakts punkts grafikā atrodas zem līmeņatzīmes līnijas, ir jāmeklē iemesls, kāpēc enerģijas patēriņš ir bijis mazāks nekā normatīvais. Enerģijas lietotāja darbības analīze sākas ar izmaiņu cēloņu meklējumiem (siltumenerģijas lietotājiem iemesli varbūt mainīts termostata roktura stāvoklis, iekštelpu temperatūru pazemināšanās, dežūrsildes režīma iestādīšana utt., bet elektroenerģijas lietotājiem – izslēgti elektriskie sildītāji, izslēgta biroja tehnika, nevis atstāta gaidīšanas režīmā utt.).

8. solis. Saprātīgo enerģijas patēriņa samazināšanas pasākumu bez investīcijām īstenošana sākas ar to pasākumu ieviešanu, kas atrasti 7. solī. Pēc tam veic sistēmu regulēšanu, piemēram, siltuma mezgla darbības pārprogrammēšanu uz zemāku siltumenerģijas padevi, kurai seko apkures sistēmas fasādes regulēšana vai stāvvalu balansēšana.

Enerģijas patēriņš vadības programma ir īstenojama ne tikai katrā pašvaldības ēkā, bet arī jebkurā daudzdzīvokļu un viengimenes ēkā. Enerģijas patēriņa samazināšanai bez investīcijām pietiek ar kāda cilvēka apņemšanos to darīt un mērķtiecīgu ideju īstenošanu. Tomēr svarīgi ir saprast, kāda ir motivācija kļūt

12.9. att. Datu analīzes piemēri.

par ēkas energopārvaldnieku un īstenot pakāpenisku siltumenerģijas patēriņa samazinājuma programmu. Pieredze liecina, ka šāda veida biznesu īstenot ir ļoti sarežģīti, jo ēkas iedzīvotājiem ir jāpiekrīt dalīties ar energopārvaldnieku ietaupītās enerģijas ekonomiskajos ieguvumos.

Energotatērētāja vadības programmas lietojuma piemērs ar ESKO iesaistīšanu

Ēku Gaujas ielā 13, Valmierā, pilnībā renovēja energoservisa uzņēmums "RENESCO". Galvenais renovācijas projekta mērķis bija sasniegt augstus enerģijas ietaupījumus, tādējādi būvniecības darbu kvalitāte bija ārkārtīgi svarīga.

Kopējais sasniegtais enerģijas ietaupījums Gaujas ielā 13, Valmierā, kas noteikts pēc reāliem mērījumu datiem, ir 51 %. Datu uzskaitē no 2009. gada decembra līdz 2011. gada aprīlim uzrāda, ka ir iespējams panākt vēl augstāku enerģijas ietaupījumu – vairāk nekā 53 %.

Projekta apraksts

Pirmais solis, lai uzsāktu energoefektivitātes pasākumu īstenošanu daudzdzīvokļu dzīvojamā ēkā, ir līguma noslēgšana ar dzīvokļu īpašniekiem. Energoservisa uzņēmuma (ESKO) gadījumā ir jāveic arī plaši informēšanas pasākumi par energoefektivitātes pasākumu ieguvumiem un jāsniedz skaidras atbildes par piedāvāto enerģijas apsaimniekošanas līgumu.

Sākotnēji pieredzējuši energoauditori un būvinženeri veic ēkas novērtējumu. Šai ēkai tika noteikti samērā augsti siltumenerģijas zudumi un vidējais kopējais enerģijas patēriņš bija 406,4 MWh gadā jeb 214 kWh/m² gadā. Ēkas norobežojošās konstrukcijas, t. i., ārsienas, jumts, pagrabs, logi un durvis, bija sliktā tehniskajā stāvoklī un neatbilda spēkā esošajiem būvnormatīviem. Tika konstatēta ūdens tecēšana no jumta un augsti siltumenerģijas zudumi no sienām un logiem.

Ēkas apkures un karstā ūdens sistēmas novērtēja siltuma sistēmu inženieri. Tika konstatēti lieli siltumenerģijas zudumi apkures sistēmas cauruļvados pagrabā un bēniņos, kuriem bija zems siltumizolācijas līmenis. Dažas no cauruļvadu sekcijām bija arī sarūsējušas.

Karstā ūdens padeves sistēma bija projektēta pēc vienota projekta un tika novērtēta kā ļoti neefektīva. Praktiski divas trešdaļas no padotās siltumenerģijas karstā ūdens cīlpā bija enerģijas zudumi cirkulācijas sistēmā un tikai viena trešdaļa bija lietderīgā enerģija karstā ūdens sagatavošanai.

Lai uzlabotu esošo situāciju, "RENESCO" izplānoja visaptverošu renovācijas projektu, ieskaitot dažādus energoefektivitātes pasākumus. Ēku norobežojošās konstrukcijas tika pilnībā atjaunotas: uz ārsienām tika uzklāta 10 cm minerālvates siltumizolācija, uz bēniņiem uzbērtā 20 cm bieza ekovates kārtā, uz pagraba griestiem uzlikts 10 cm putu polistirols, ielikti jauni pakešu logi un salabotas un hermētiski noslēgtas durvis. Cits svarīgs energoefektivitātes pasākums bija apkures sistēmas galveno cauruļvadu nomaiņa pagrabā un bēniņos un termoregulatoru uzstādīšana. Karstā ūdens sistēma tika pilnībā rekonstruēta, piemērojot modernu un jaunu energoefektīvu risinājumu. Ēka tika uzstādīta arī enerģijas monitoringa sistēma.

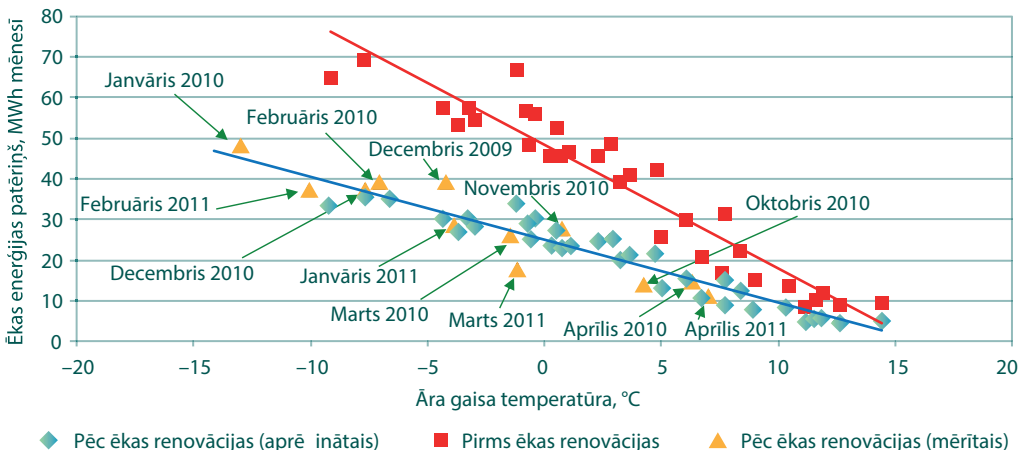
Ēkā tika īstenota arī virkne papildu pasākumu, lai novērstu nopietnas tehniskās problēmas un uzlabotu ēkas ārējo izskatu. Piemēram, tika renovēts un daļēji pārbūvēts ēkas jumts, kāpņu telpas tika izremontētas, kā arī balkoni renovēti un uzstādīta jauna ūdens sūkņa stacija, nomainīta aukstā ūdens padeves sistēma.

Rezultāti

Pirms renovācijas projekta uzsākšanas tika izveidots ēkas simulācijas modelis, lai noteiktu plānoto energoefektivitātes pasākumu potenciālos enerģijas ietaupījumus. Simulācijas modeļu rezultāti uzrādīja, ka potenciālais enerģijas ietaupījums ir līdz 47 % jeb 191,9 MWh gadā.

Pēc būvdarbu veikšanas notiek nepārtraukta rezultātu uzskaitē. Datu analīzes rezultāti rāda, ka ēkas simulācijas modelis, kas prognozēja ēkas patēriņu pēc rekonstrukcijas, labi raksturo un atbilst sasniegtajam rezultātam.

12.10. att. Ēkas ikmēneša enerģijas patēriņš atkarībā no vidējās āra gaisa temperatūras.



12.10. attēlā ir parādīts ēkas ikmēneša enerģijas patēriņš pirms un pēc projekta īstenošanas. Mērījumu dati pēc projekta ieviešanas ir iekrāsoti zaļā krāsā.

Monitoringa laikā apkopotie dati rāda, ka enerģijas ietaupījums svārstās no 50 % līdz 53 %. CO₂ emisiju samazinājums gadā ir 54,7 t_{CO2}. Kopējais enerģijas apsaimniekošanas līguma laikā plānotais enerģijas ietaupījums būs 4150 MWh un CO₂ emisiju samazinājums – 1100 t_{CO2}.

Projekts ir guvis nozīmīgu atbalstu no visiem dzīvokļu īpašniekiem un nomniekiem. Viņi beidzot var dzīvot drošā un labi atjaunotā ēkā ar augstu iekštelpu komfortu, maksājot par to tikpat, cik līdz šim, un pat mazāk.

Darbības ilgtspējība un finansējums

Lielākajā daļā daudzdzīvokļu dzīvojamo ēku Latvijā nav veikts neviens nozīmīgs enerģijas taupības pasākums. Turklāt enerģijas infrastruktūra šajās ēkās ir saglabājusies bez izmaiņām kopš to uzcelšanas. Tie bija laiki, kad bijušajā Padomju Savienībā enerģija bija praktiski bezmaksas prece.

ESKO investīciju modelis ir ideāli piemērots Austrumeiropas dzīvojamajam sektoram, jo ESKO uzņemas visus iedzīvotāju finanšu un tehniskos riskus un lēmumu pieņemšanu un aizstāj to ar profesionālu trešo pusi. Fakts, ka bankas aizdevumu ņem ESKO, nevis iedzīvotāji, ir īpaši svarīgs psiholoģisks iemesls, kāpēc iedzīvotāji izvēlas ESKO shēmu.

“RENESCO” investīcijas ēkā Gaujas ielā 13 bija 169 779 EUR.

Gandrīz visi energoefektivitātes pasākumi pagarina ēkas kalpošanas laiku, sniedzot vērtīgu sociālekonomisku pakalpojumu sabiedrībai un iedzīvotājiem – īpašniekiem. Pēc pilnīgas un pareizas siltināšanas šīs ēkas nodrošinās labus dzīvošanas apstākļus Latvijas ģimenēm vismaz nākamos 20 līdz 30 gadus un, iespējams, pat ilgāk. Šis ir viens no galvenajiem dzīvokļu īpašnieku ieguvumiem. Iedzīvotāju dzīves apstākļi, īpašumu vērtība un lepnums par savu ēku un apkārtni paaugstināsies, bet uzturēšanas izmaksas samazināsies. Bez visaptverošas renovācijas ēkas uzturēšana dzīvokļu īpašniekiem kļūs arvien dārgāka un sarežģītāka, vienlaikus novedot līdz nepilnvērtīgiem dzīves apstākļiem un nevērtīgas ēkas nākamajos 10 līdz 20 gados.

Ēku energoefektivitāte ir viena no Latvijas enerģētikas politikas prioritātēm. Tāpēc pašvaldības un valdība sniedz atbalstu šādu pasākumu ieviešanai, atbalstot arī ESKO shēmas.

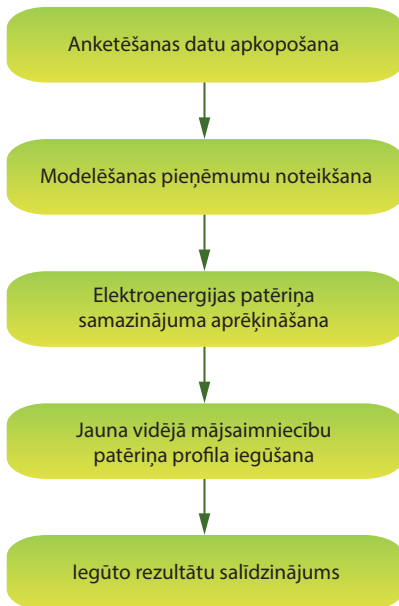
Elektroenerģijas patērētāja vadības modelis, īstenojot energoefektivitātes paaugstināšanas pasākumus. Piemēri

Elektroenerģijas patēriņa samazināšana balstās uz principu – patērēt tik, cik nepieciešams. Un enerģijas patērētāja vadība balstās uz šādiem pasākumiem:

- iedzīvotāju uzvedības un paradumu maiņa;
- viedās uzskaites sistēmu (piemēram, viedo skaitītāju) ieviešana;
- energopārvaldības īstenošana;
- energoefektivitātes pasākumu ieviešana mājāsaimniecībās.

Elektroenerģijas patērētāja vadības modeļa izstrāde balstās uz AS “Latvenergo” pilotprojekta “Energoefektivitātes veicināšana mājāsaimniecībās, izmantojot viedās tehnoloģijas” 30 mājāsaimniecību datiem (projekts tika uzsākts 2014. gadā). Iedzīvotāju visbiežāk minētie energoefektivitātes paaugstināšanas pasākumi (kurus reāli tie būtu gatavi veikt) ir – esošā apgaismojuma nomaiņa uz LED apgaismojumu (to minēja 15 jeb 50 % no visiem iedzīvotājiem) un esošo ierīču (lielākoties TV, datora) izslēgšana no gaidīšanas režīma patēriņa (to minēja 8 jeb 26,7 %).

Elektroenerģijas patērētāja vadība modelēšana balstās uz zemāk attēloto algoritma shēmu (sk. 12.11. attēlu).



12.11. att.
Energoefektivitātes paaugstināšanas modelēšanas algoritma shēma.

12.1. tabula

Energiefektīva apgaismojuma ierīkošanas modelēšanas pieņēmumi

Vidējā spuldzes jauda, W	Ekvivalentā LED spuldzes jauda, W	Vidējais nomaināmais spuldžu skaits mājsaimniecībā	Vidējais apgaismojuma izmantošanas laiks un izmantojuma īpatsvars rīta un vakara stundās			
			Darba dienas, ziema	Darba dienas, vasara	Brīvdienas, ziema	Brīvdienas, vasara
60	11	18	7.00–9.00 un 17.00–24.00	7.00–8.00 un 20.00–00.00	7.00–10.00 un 18.00–24.00	20.00– 24.00
Apgaismojuma izmantojuma īpatsvars no kopējā patēriņa			34,40 %	18,30 %	35,90 %	19,07 %

Energiefektīva apgaismojuma modelēšana. Slodzes nobīdes novērtēšana

Modelēšana veikta 4 tipiskiem laika periodiem – darba dienas ziemā un vasarā un brīvdienas ziemā un vasarā. Lai veiktu modelēšanu lielākai mājsaimniecību grupai, tad 15 mājsaimniecību apkopotie interviju dati tika attiecināti uz plašāku datu kopu, izmantojot pieejamos pilotprojekta datus. Tika izvirzīti šādi energiefektīva apgaismojuma modelēšanas pieņēmumi samazinājuma potenciāla noteikšanai, kas parādīti 12.1. tabulā.

Tālāk izstrādāti 3 scenāriji jauna patēriņa profila iegūšanai, kas apkopoti 12.2. tabulā.

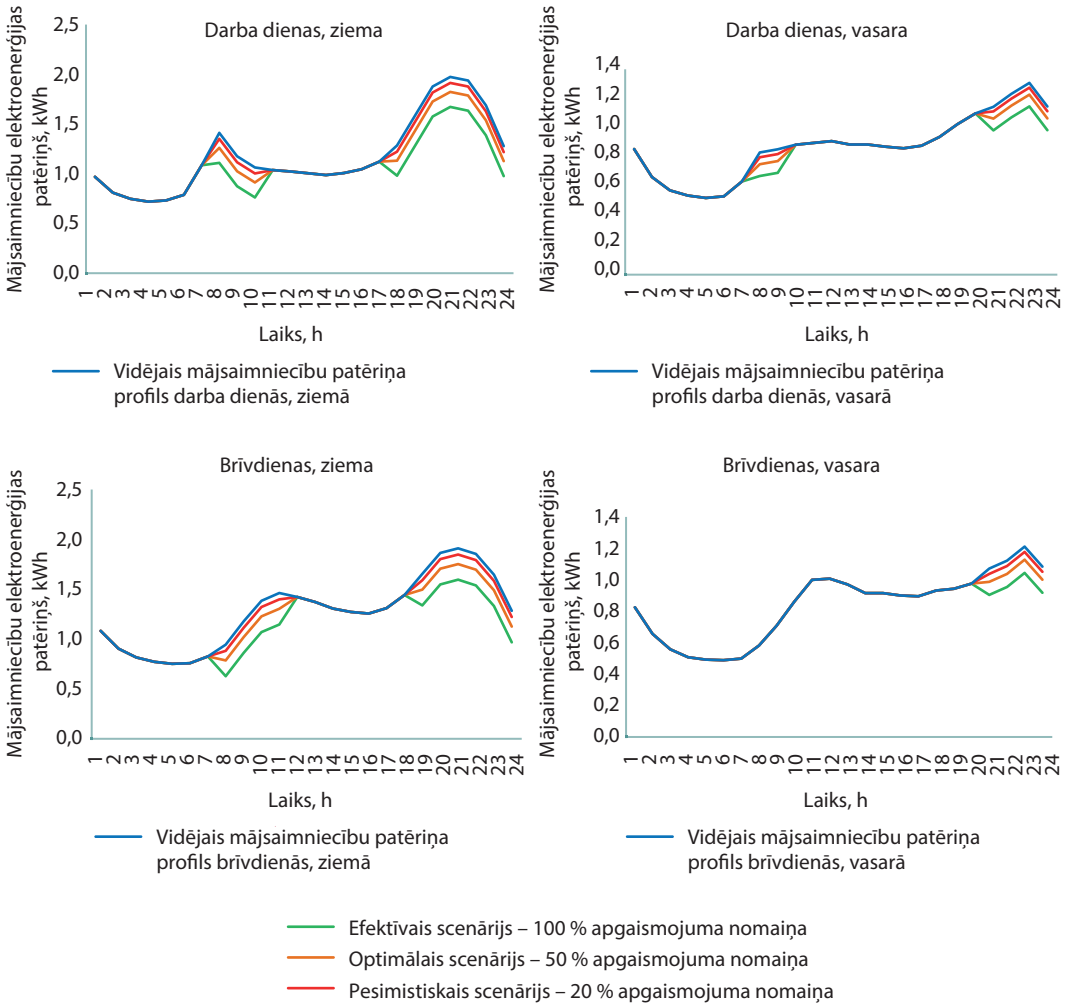
Energiefektīva apgaismojuma ierīkošanas modelēšanas rezultāti 4 diennakts tipiēm 3 modelēšanas scenārijiem parādīti 12.12. attēlā.

Zilā līnija parāda vidējo mājsaimniecību elektroenerģijas patēriņa profilu. Kā redzams 12.12. attēlā, vislielāko patēriņa samazinājumu iespējams sasniegt, ja visas mājsaimniecības veiktu apgaismojuma nomaiņu (efektīvais scenārijs) un vislielākais elektroenerģijas patēriņa samazinājums ir brīvdienās ziemas laikā – 22 %, bet optimistiskā un pesimistiskā scenārija gadījumā – attiecīgi 11 % un 4 %. Otrs lielākais patēriņa

12.2. tabula

Energiefektīva apgaismojuma ierīkošanas scenāriji

Scenārijs	Scenārija pieņēmumu apraksts
Pesimistiskais scenārijs	20 % mājsaimniecību veiks apgaismojuma nomaiņu
Optimālais scenārijs	50 % mājsaimniecību veiks apgaismojuma nomaiņu
Efektīvais scenārijs	100 % mājsaimniecību veiks apgaismojuma nomaiņu



samazinājums ir novērojams darba dienās ziemā, kur patēriņa samazinājums efektīvā, optimālā un pesimistiskā scenārija gadījumā ir attiecīgi 21 %, 10 % un 4 %. Vasaras periodā ir mazāks patēriņa samazinājums nekā ziemā, ko var skaidrot ar mazāku apgaismojuma izmantojuma laiku. Darba dienās vasarā modelētais patēriņa samazinājums efektīvā, optimālā un pesimistiskā scenārija gadījumā ir 16 %, 8 % un 3 %, bet vasaras brīvdienās – attiecīgi 15 %, 7 % un 3 %. Šie patēriņa samazinājuma rezultāti ir sasniedzami pieņemtajā modelēšanas periodā (rīta un vakara stundās) jeb laikā, kad tiek izmantots apgaismojums.

Līdz ar to vispārinot šos modelēšanas rezultātus, varam secināt, ja visas mājsaimniecības Latvijā ierīkotu energoefektīvu apgaismojumu, tas dotu lielu rīta un vakara “pīķa” patēriņa samazinājumu,

12.12. att. Energoefektīva apgaismojuma modelēšanas rezultāti 4 diennakts tipiem.

kas ziemas laikā būtu 21–22 %, bet vasarā 15–16 %. Savukārt, ja apgaismojumu nomainītu puse mājsaimniecību, ziemā “piķa” patēriņu varētu samazināt par 10–11 %, bet vasarā 7–8 %. Ņemot vērā to, ka apgaismojums Latvijas mājsaimniecībās veido tikai nelielu daļu kopējā patēriņā (ap 15 % ziemas laikā un 10 % vasarā), tad energoefektīva apgaismojuma ierīkošana rada mazāku ietekmi uz vidējā dienas patēriņa samazinājumu. Tādējādi, attiecinot šos rezultātus uz vidējo patēriņa samazinājumu dienas laikā un pieņemot, ja visas mājsaimniecības ierīkotu energoefektīvu apgaismojumu (efektīvais scenārijs), tas sniegtu 9 % samazinājumu ziemas, bet 3 % vasaras laikā. Ja tikai puse to darītu – tad ziemā vidējais patēriņš samazinātos par 4–5 %, bet vasarā par 1–2 %. Ja tikai 1/5 daļa visu mājsaimniecību ierīkotu energoefektīvu apgaismojumu (pesimistiskais scenārijs), tad ziemā vidējais patēriņš samazinātos par 2 %, bet vasarā par 0,1–1,0 %.

Iekārtu izslēgšanas no gaidīšanas režīma modelēšana. Slodzes nobīdes novērtēšana

Arī šajā gadījumā iegūtie rezultāti tika attiecināti uz plašāku mājsaimniecību datu kopu, izmantojot pieejamos pilotprojekta datus, lai veiktu patēriņa samazinājuma modelēšanu lielākai mājsaimniecību grupai.

Tika veikti vairāki pieņēmumi:

- vidējais gaidīšanas režīma izslēgšanas laiks visiem 4 dienu tipiem: 9.00–17.00 (šajā laikā pieaugušie dodas uz darbu, bērni – uz bērnudārzu vai skolu) un 00.00–7.00 (iekārtas izslēgtu vakaros, kad visi dodas gulēt);
- noteikts katrā mājsaimniecībā esošo iekārtu, kuras varētu tikt izslēgtas no gaidīšanas režīma, skaits un noteikta vidējā kopējā gaidīšanas režīma jauda vidējai mājsaimniecībai – 0,0262 kW. Ņemot vērā, ka mājsaimniecībās ir dažādas elektriskās iekārtas ar atšķirīgām gaidīšanas režīma jaudām, vidējās gaidīšanas režīma jaudas “tipiskajām” iekārtām (jeb visbiežāk izmantotajām) tika pieņemtas, pamatojoties uz literatūras analīzi;

12.3. tabula

Elektrisko iekārtu gaidīšanas režīma izslēgšanas scenāriji

Scenārijs	Apraksts
Pesimistiskais scenārijs	Ap 10 % mājsaimniecību veiks iekārtu izslēgšanu no gaidīšanas režīma
Optimālais scenārijs	26,7 % mājsaimniecību veiks iekārtu izslēgšanu no gaidīšanas režīma
Efektīvais scenārijs	Visas mājsaimniecības jeb 100 % veiks iekārtu izslēgšanu no gaidīšanas režīma

- pieņemts, ka patēriņa samazinājums no gaidīšanas režīma izslēgšanas tiks samazināts par iepriekš noteikto vidējo gaidīšanas režīma jaudu 0,0262 kW katru stundu laikā no 9.00 līdz 17.00 un no 00.00 līdz 7.00;
- 3 scenāriji jauna patēriņa profila iegūšanai, kas aprakstīti 12.3. tabulā.

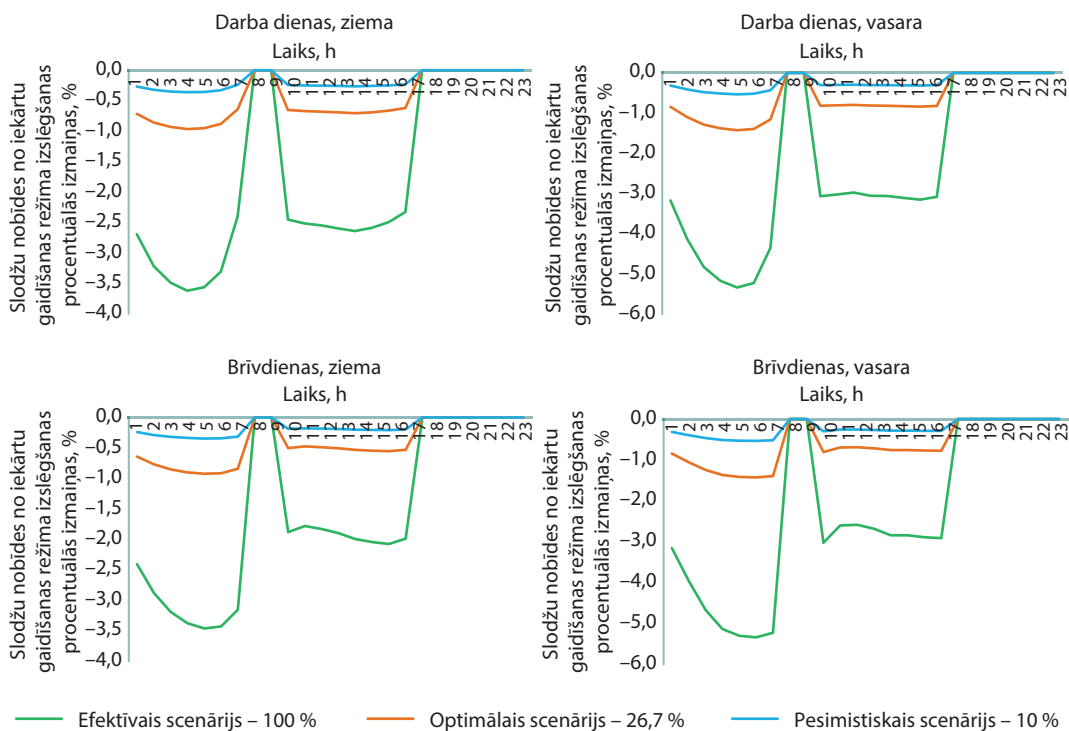
Ne visās mājsaimniecībās ir daudz iekārtu, kuras būtu izslēdzamas no gaidīšanas režīma. Pēc pilotprojekta datiem izriet, ka mājsaimniecībās visvairāk ir portatīvo datoru (vidēji 1,4 portatīvie datori uz 1 mājsaimniecību), televizoru, faksu, printeru, skeneru, kopētāju (vidēji 1 iekārta uz mājsaimniecību). Tomēr, kā rāda pētījumi, šo iekārtu gaidīšanas režīma jaudas ir salīdzinoši mazas – sākot no 0 W LED televizoriem, 1,3 W planšetdatoriem līdz pat 6,26 W akustiskajai mūzikas sistēmai. Balstoties uz pilotprojekta datiem, vidējā gaidīšanas režīma jauda ir ļoti maza, un, ja izslēgtu visas iekārtas no gaidīšanas režīma, tad elektroenerģijas patēriņu modelēšanas periodam samazinātu vidēji par 0,0262 kWh katru stundu (jau minētais pieņēmums). Vidējais mājsaimniecības elektroenerģijas patēriņa profils katrai stundai 4 diennakts tipiem ir, sākot no 0,49 kWh stundā līdz 1,98 kWh stundā. Šādas izmaiņas grafikos ir grūti pamanāmas, jo ir salīdzinoši nelielas izmaiņas. Lai uzskatāmi parādītu vidējā patēriņa profila izmaiņas un slodžu nobīdes potenciālu no gaidīšanas režīma patēriņa samazinājuma modelēšanas periodam, patēriņa samazinājums katrai no 24 stundām ir atspoguļots kā procentuālās izmaiņas no vidējā patēriņa profila 4 diennakts tipiem 3 modelēšanas scenāriju gadījumā, kā tas parādīts 12.13. attēlā.

Rezultāti parāda, ka vidējais samazinājums ir ļoti mazs – no 1 % līdz 2 % robežās. Vidējie patēriņa samazinājuma rezultāti modelēšanas periodam (9.00–17.00 un 00.00–7.00) un kopējam patēriņa samazinājumam no iekārtu gaidīšanas režīma jaudas izslēgšanas efektīvā, optimālā un pesimistiskā scenārija gadījumā 4 dienu tipiem parādīti attiecīgi 12.4 tabulā un 12.5 tabulā.

12.4. tabula

Vidējie patēriņa samazinājuma rezultāti modelēšanas periodam no iekārtu gaidīšanas režīma jaudas izslēgšanas

Modelēšanas scenāriji	Darba dienas, ziemā	Darba dienas, vasara	Brīvdienas, ziema	Brīvdienas, vasara
Efektīvais scenārijs	-2,83 %	-3,79 %	-2,50 %	-3,68 %
Optimālais scenārijs	-0,76 %	-1,01 %	-0,67 %	-0,98 %
Pesimistiskais scenārijs	-0,28 %	-0,38 %	-0,25 %	-0,37 %



12.13. att. Gaidīšanas režīma patēriņa samazinājuma modelēšanas procentuālās izmaiņas no vidējā patēriņa profila 4 diennakts tipiem.

Vislielāko samazinājumu var sagaidīt efektīvā scenārija gadījumā vasaras periodā, kur vidējais samazinājums modelēšanas periodam ir 3,79 % darba dienās un 3,68 % brīvdienās (sk. 12.4. tabulu). Ziemas laikā samazinājums modelēšanas periodam ir 2,83 % darba dienās un 2,50 % brīvdienās. Tas ļautu panākt kopējā patēriņa samazinājumu vasaras laikā darba dienās 2,37 % un brīvdienās 2,30 %, bet ziemas laikā darba dienās 1,77 % un brīvdienās 1,56 % (sk. 12.5. tabulu). Īstenojot optimālo scenāriju, var panākt kopējo patēriņa samazinājumu par 0,62 % vasaras laikā un 0,45 % ziemas laikā (skat. 12.5. tabulu).

12.5. tabula

Kopējais vidējā patēriņa samazinājums iekārtu gaidīšanas režīma jaudas izslēgšanas

Modelēšanas scenāriji	Darba dienas, ziemā	Darba dienas, vasara	Brīvdienas, ziema	Brīvdienas, vasara
Efektīvais scenārijs	-1,77 %	-2,37 %	-1,56 %	-2,30 %
Optimālais scenārijs	-0,47 %	-0,63 %	-0,42 %	-0,61 %
Pesimistiskais scenārijs	-0,18 %	-0,24 %	-0,16 %	-0,23 %

Pesimistiskā scenārija gadījumā kopējā patēriņa samazinājums vasaras laikā ir novērtēts 0,23–0,24 % robežās, bet ziemas laikā – 0,17 % (sk. 12.5. tabulu).

Gan citu zinātnisko datu analīze, gan šie modelēšanas rezultāti liecina, ka, izslēdzot visas iekārtas no gaidīšanas režīma visās māsaimniecībās, var panākt vidēji 2 % patēriņa samazinājumu dienas laikā. Ja salīdzinām šos rezultātus ar energoefektīva apgaismojuma ierīkošanu, tad ir skaidrs, ka energoefektīva apgaismojuma ierīkošana ir daudz efektīvāks energoefektivitātes paaugstināšanas pasākums māsaimniecībās gan no “piķa” patēriņa, gan no vidēja dienas patēriņa samazināšanas viedokļa.

Secinājumi

Ilgspējīga enerģijas (tai skaitā arī elektroenerģijas) patēriņa nodrošināšana un energoefektivitātes paaugstināšanas veicināšana ir viens no galvenajiem pamatprincipiem enerģētikas un klimata politikas veidošanai Eiropā un Latvijā. Energo pārvaldības ieviešanai galapatērētāju sektorā ir liels energoefektivitātes uzlabojuma potenciāls, un mērķis ir samazināt enerģijas patēriņu visos sistēmas posmos, uzlabojot energoefektivitāti, kā arī paaugstinot enerģijas patērētāju komforta līmeni.

36 % no kopējā enerģijas galapatēriņa Latvijā tiek patērēti dzīvojamo ēku apkurei. Daudzdzīvokļu dzīvojamās ēkas Latvijā patērē par 40–60 % enerģijas vairāk, nekā nepieciešams. Apkures sezonas laikā apkures un karstā ūdens sagatavošanas izmaksas veido vairāk nekā 70 % no kopējām ēkas uzturēšanas izmaksām.

Vidējais siltumenerģijas patēriņš Latvijā ir 220–250 kWh/m² gadā. Šodien valstīs ar līdzīgiem klimatiskajiem apstākļiem kā Latvijā, piemēram, Zviedrijā, vidējais ēkas siltumenerģijas patēriņš ir 50–70 kWh/m² gadā.

Latvija šobrīd tērē gandrīz 300 miljonus EUR gadā dzīvojamo ēku apkurei. Bieži iedzīvotāji maksā lielus siltumenerģijas rēķinus un vēl joprojām saņem neapmierinošu pakalpojumu: zema temperatūra istabās, aukstas sienas, vilkmi un mitrumu, kā arī saskaras ar pelējumu, jo ēkām ir zema energoefektivitāte un tās tiek slikti uzturētas.

Savukārt Latvijas māsaimniecības veido 27–28 % īpatsvaru kopējā elektroenerģijas galapatēriņā. Latvijā ir liels elektroenerģijas galapatēriņa samazinājuma potenciāls, tā piemēram atsevišķu energoefektivitātes pasākumu rezultātā var panākt elektroenerģijas patēriņa samazinājumu:

- viedo skaitītāju ieviešanas rezultātā – samazinājums par 10–20 % gadā;

- iedzīvotāju uzvedības maiņas rezultātā – samazinājums par 15–20 % gadā;
- energopārvaldības īstenošana – 30 %;
- energoefektīva apgaismojuma ierīkošana – vidēji 6–7 % gadā;
- iekārtu izslēgšanas no gaidīšanas režīma – 2 %.

Literatūra

- [1] Green Energy Strategy 2050. Summary of Report of Institute of Energy Systems and Environment of Riga Technical University. 2011. – 25 pp.
- [2] Lappilone B. Simple macroeconomic indicators: energy intensities. Grenoble. 2006.
- [3] Blumberga A. Energy Efficiency in Buildings. Environmental and Economical Optimisation. PhD Thesis. RTU. 2001. – 119 pp.
- [4] Kamenders A. Low Energy Building Energy Modelling PhD Thesis. RTU. 2011. – 180 pp.
- [5] Energostratēģija 2030. Ekonomikas ministrija. 2011. – 65 lpp.
- [6] Ratti C., Baker N., Steemers K. Energy consumption and urban textures// Energy and Buildings. – 2005. – Nr.37. – pp. 762–776.
- [7] Latvijas būvnormatīvs LBN 002-01 “Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika”.
- [8] Hernandez P., Cavanagh S., Brophy V., Futch J., Szalay Z., Kenny P. The challenge of energy refurbishment of recently built housing – A life cycle perspective. Sustainable Building, Madrid. – 2010.
- [9] Ortiz O., Castells F., Sonnemann G. Sustainability in the construction industry: A review of recent developments based on LCA// Construction and Building Materials. – 2009. – Volume 23. – Nr.1. – pp. 28–39.
- [10] Valtere S., Kalniņš S. N., Blumberga D. Vides vadība un energopārvaldība. Zinatniskā monogrāfija. Rīgas tehniskā universitāte, Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūts, RTU izdevniecība, Rīga, 2014. – 288 lpp.
- [11] Blumberga A., Blumberga D., Veidenbergs I., Blumberga M., Circene B., Babajeva J., Radinova S. Siltuma un elektrības taupīšana mājoklī. Materiāls dzīvokļu īpašniekiem un apsaimniekotājiem. Rīga, 2003. – 91 lpp.

Izdevējs
RTU Izdevniecība
Kaļķu iela 1, Rīga, LV-1658
E-pasts: izdevnieciba@rtu.lv



AIGA BARISA



INDRA
MUIŽNIECE



IVARS
VEIDENBERGS



CLAUDIO
ROCHAS



MARIKA ROŠĀ



LĪGA ŽOGLA



ANDRA
BLUMBERGA



IEVA PAKERE



LAUMA ŽIHARE



ILZE DZENE



SILVIJA NORA
KALNIŅŠ



DAGNIJA
BLUMBERGA



KASPARS
KĻAVENIEKS



LĪGA SNIEGA



ILZE BURMISTRE



JEĻENA ZIEMELE



AGRIS
KAMENDERS



KRISTAPS KAŠS



9 789934 220616 >