

# Elektroenerģijas NETO sistēmas izvērtējums un priekšlikumi sistēmas uzlabojumiem



Enerģētikas un  
elektrotehnikas fakultāte

**Pasūtītāja līguma atsauce:** EM/2018/19  
**Izpildītāja līguma atsauce:** 3.2.2-16.1.9/2018/105  
**Līguma noslēgšanas datums:** 05.03.2018  
**Izpildītājs:** Rīgas Tehniskā universitāte  
**Pasūtītājs:** Ekonomikas ministrija

**Autori:** Dr.habil.sc.ing., profesors Antans Sauhats,  
Dr.sc.ing. Laila Zemīte, Dr.sc.ing. Ļubova Petričenko,  
Dr.sc.ing. Jevgēņijs Kozadajevs, Deniss Bezrukovs

## SATURS

<b>ANOTĀCIJA</b> .....	<b>5</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>6</b>
<b>GALVENO IZMANTOTO TERMINU SKAIDROJUMS</b> .....	<b>7</b>
<b>SAĪSINĀJUMU SARAKSTS</b> .....	<b>8</b>
<b>ATTĒLU SARAKSTS</b> .....	<b>9</b>
<b>TABULU SARAKSTS</b> .....	<b>10</b>
<b>PIELIKUMU SARAKSTS</b> .....	<b>10</b>
<b>KOPSAVILKUMS</b> .....	<b>11</b>
<b>1. TEHNOĻOĢIJU APSKATS UN ANALĪZE</b> .....	<b>14</b>
1.1. Vēja turbīnu apskats .....	14
1.1.1. Vēja turbīnas Latvijā .....	15
1.1.2. Vēja turbīnu tirgus apkopojums Latvijā.....	25
1.2. Saules paneļu apskats .....	26
1.2.1. Saules paneļi Latvijā .....	29
1.2.2. Saules paneļu tirgus apkopojums Latvijā.....	35
<b>2. NETO SISTĒMAS DARBĪBA</b> .....	<b>37</b>
2.1. ES normatīvo aktu analīze .....	40
2.2. NETO sistēma citu valstu tirgos.....	42
<b>3. MIKROĢENERATORU PIESLĒGŠANA UN EKSPLUATĀCIJA LATVIJĀ</b> .	<b>45</b>
3.1. Ministrijas atļauja mikroģenerators uzstādīšanai .....	46
3.2. Mikroģenerators pieslēguma gaita .....	48
3.3. Noteikumi mikroģenerators ekspluatācijai.....	51
3.4. NETO sistēmas ietekme uz sadales sistēmas operatoru .....	51
<b>4. NETO SISTĒMA UN TĀS DARBĪBA LATVIJĀ</b> .....	<b>54</b>
4.1. Latvijas NETO sistēmu raksturojošie parametri .....	56
4.2. NETO sistēmas lietotāju izvietojums .....	60
4.3. NETO sistēmas lietotāju tiešais patēriņš .....	60
4.4. Elektroenerģijas tirgotāju piedāvājums .....	63
4.5. Stipro, vājo pušu, iespēju un draudu analīze.....	65
<b>5. SCENĀRIJU MODELĒŠANA UN REZULTĀTI</b> .....	<b>66</b>
5.1. Norēķinu sistēmas modeļi.....	66
5.2. Modelēšanas kritēriji un mērķi.....	69
5.3. Modelēšanas pamatpieņēmumi un ierobežojumi .....	70

5.4.	Modelēšanas rezultāti .....	73
5.4.1.	1. scenārija modelēšanas rezultāti.....	74
5.4.2.	2. scenārija modelēšanas rezultāti.....	75
5.4.3.	3. scenārija modelēšanas rezultāti.....	78
5.4.4.	4. scenārija modelēšanas rezultāti.....	79
5.5.	Visu scenāriju salīdzinošie rezultāti .....	86
5.5.1.	Subsīdiju piemērošanas modelēšanas rezultāti .....	89
5.6.	NETO sistēmas attīstība līdz 2030. gadam .....	89
5.6.1.	Uzstādīto iekārtu jaudu pieauguma ietekme uz OIK līdz 2030. gadam.....	89
5.6.2.	NETO sistēmas lietotāju uzstādāmo iekārtu jaudu un skaita pieauguma scenāriji līdz 2030. gadam .....	91
5.7.	NETO sistēmas ietekme kopējā AER mērķa sasniegšanā .....	93
<b>6.</b>	<b>SECINĀJUMI UN REKOMENDĀCIJAS .....</b>	<b>97</b>
6.1.	Secinājumi.....	97
6.2.	Rekomendācijas politikas veidošanai .....	99
6.3.	Rekomendācijas tīklu operatoriem .....	100
6.4.	Rekomendācijas ražotājlietotājiem.....	101
	<b>IZMANTOTIE INFORMĀCIJAS AVOTI.....</b>	<b>102</b>
	<b>PIELIKUMI .....</b>	<b>106</b>

## ANOTĀCIJA

Cenšoties samazināt atkarību no importējamiem energoresursiem un enerģētikas ietekmi uz klimata izmaiņām, Eiropas Savienība (ES) un Latvija ir uzstādījušas augstus mērķus energoapgādes attīstības jomā. Plānots 2020. gadā sasniegt 20% atjaunīgo energoresursu (AER) īpatsvaru gala patēriņā. Savukārt līdz 2030. gadam ES centīsies sasniegt vismaz 32% AER īpatsvaru enerģijas gala patēriņā. Latvijā attiecīgais plānotais AER izmantošanas indikators šim laika periodam ir 40%. Viena no atzītām uzstādīto mērķu sasniegšanas metodēm balstās uz izkliedēto mazas jaudas AER izmantošanu mājāsaimniecībās, aprikojot tās ar mikroģenerācijas iekārtām un pārveidojot enerģijas lietotāju par ražotājlietotāju. Piemērota AER izmantošana mājāsaimniecībās sniedz ilglaicīgu ekonomisko ieguvumu, paaugstinot mājāsaimniecību konkurētspēju, vienlaikus samazinot CO<sub>2</sub> izmešu apjomu, paaugstinot AER izmantošanas īpatsvaru valstī un veicinot investīciju piesaisti.

Lai sekmētu decentralizētas elektroenerģijas ražošanu un paaugstinātu AER izmantošanas apjomu, vairākās ES valstīs, tai skaitā Latvijā, piemēro NETO sistēmu, kuru pielieto, formējot norēķinus par saražoto vai patērēto enerģiju. NETO sistēma ir instruments, kas veicina efektīvu enerģijas lietošanu un mazas jaudas elektroenerģiju ģenerējošu iekārtu uzstādīšanu mājāsaimniecībās. Šī sistēma var tikt un tiek realizēta dažādi. Pieņemtie konkrētie NETO sistēmas noteikumi ietekmē ne tikai ražotājlietotāju darbības rentabilitāti, bet arī energosistēmu un pārējos enerģijas lietotājus. Tāpēc ir ļoti svarīgi izveidot līdzsvarotu NETO sistēmu, kas ņem vērā konkrētas energosistēmas iespējas un īpatnības un visas sabiedrības intereses. Šādas sistēmas pamatojums ir galvenais šī darba mērķis.

Lai sasniegtu uzstādīto mērķi, pētījumā atrisināti šādi galvenie uzdevumi:

- novērtēts mazas jaudas AER tehnoloģiju (sauļes un vēja stacijas) izmantošanas stāvoklis mājāsaimniecībās un to izplatīšanas perspektīvas Latvijā;
- veikts ES izmantojamo NETO sistēmu apskats un analīze;
- ekonomisko indikatoru aplēsei sintezēti tīklu modeļi ar pieslēgtiem ražotājlietotājiem un veikta to verifikācija;
- izmantojot sintezētos modeļus un savāktu datubāzi, novērtēta AER izmantošanas rentabilitāte pie dažādiem NETO sistēmas realizācijas variantiem;
- izstrādātas rekomendācijas un priekšlikumi NETO sistēmas normatīvo aktu izstrādei, lietotājiem un tīklu operatoriem.

**Atslēgas vārdi:** atjaunīgie energoresursi, energosistēma, NETO sistēma, rentabilitāte.

Izvērtējums satur 107 lappuses, tai skaitā 55 attēlus, 12 tabulas, 61 informācijas avotus un 1 pielikumu.

## ABSTRACT

Striving to diminish the reliance on imported energy resources and the influence of the power sector on climate change, the European Union and Latvia have set ambitious goals in the field of power supply development. The target for the year 2020 is to achieve a renewable energy source share of 20% in the end consumption. The European Union target for the year 2030 is to achieve a renewable energy source share of at least 32% in the end consumption. In Latvia, the corresponding target for this time period is 40%. One of recognised methods for reaching the set targets is based on the use of distributed low-capacity renewable energy source at households by equipping these with microgeneration equipment and transforming energy consumers into prosumers. Appropriate use of renewable energy source at households yields a long-term economic gain by increasing the competitiveness of households, at the same time diminishing the amount of CO<sub>2</sub> emissions, increasing the share of renewable energy source use in the country and stimulating the attraction of investments.

In order to stimulate distributed generation of electricity and increase the amount of renewable energy source used, a number of European Union countries, including Latvia, apply a net system, which is used in settling the payments for the energy generated or consumed. The net system is an instrument that fosters efficient use of energy and installation of low-capacity electricity-generating equipment at households. This system may be, and is, implemented in various ways. The adopted exact net system regulations influence not only the profitability of the operation of prosumers but also the power system and the other energy consumers. For this reason, it is very important to set up a balanced net system, which takes into account the possibilities and peculiarities of the power system in question as well as the interests of the community as a whole. The substantiation of such a system is the main goal of the present study.

In order to achieve the set goal, the study solves the following main tasks:

- The current situation regarding the use of low-capacity renewable energy source technologies (solar and wind power plants) at households along with the development prospects of these technologies in Latvia has been assessed;
- A review and an analysis of the net systems in use have been conducted;
- For estimating the economic indicators, network models have been synthesized, with connected prosumers, and verified;
- By using the models synthesized and the database collected, the profitability of using RES at various alternatives of net system implementation has been assessed;
- recommendations and suggestions have been developed regarding the development of normative acts regulating the net system as well as for consumers and network operators.

**Keywords:** renewable energy sources, power system, net system, profitability.

The evaluation contains 107 pages, including 55 pictures, 12 tables, 61 sources of information and 1 attachment.

## GALVENO IZMANTOTO TERMINU SKAIDROJUMS

Termins	Skaidrojums
<b>Mājsaimniecība</b>	Vienas personas vai vairāku personu ģimenes saimniecība
<b>Juridiska persona</b>	Reāls esums, reāli esoša vienība vai organizācija
<b>Elektroenerģijas sadales sistēmas operators</b>	Licencēta kapitālsabiedrība, kura sniedz sistēmas pakalpojumu
<b>Elektroenerģijas tirdzniecība</b>	Komercedarbība, kas ietver elektroenerģijas iepirkšanu pārdošanai un elektroenerģijas pārdošanu elektroenerģijas lietotājiem
<b>Elektroenerģijas tirgotājs</b>	Komersants, kura komercedarbība ir elektroenerģijas tirdzniecība, t.sk. agregatora pakalpojumu sniegšana
<b>Gala lietotājs</b>	Elektroenerģijas lietotājs, kurš pērk elektroenerģiju izlietošanai paša vajadzībām (gala patēriņam)
<b>Lietotājs</b>	Gala lietotājs, kurš pērk un izlieto elektroenerģiju paša vajadzībām (gala patēriņam), izņemot komercedarbības vai cita veida profesionālās darbības vajadzībām
<b>Ražotājlietotājs</b>	Gala lietotājs, kurš pērk, izlieto un ražo elektroenerģiju paša vajadzībām (gala patēriņam), izņemot komercedarbības vai cita veida profesionālās darbības vajadzībām
<b>Mikroģenerators</b>	Elektroenerģijas ražošanas iekārta, kas paredzēta uzstādīšanai lietotāja elektroietaisē paralēlā darbā ar zemsprieguma sadales elektrotīklu
<b>Invertors</b>	Elektroietaisē elektriskās enerģijas pārveidošanai maiņspriegumā – vienfāzes 230 V vai trīsfāžu 400 V tīklā
<b>NETO sistēma</b>	Kārtība, kādā veicami maksājumi par patērēto elektroenerģiju un kādā veic ieskaitu par ražotājlietotāja patērēto un saražoto elektroenerģiju, kas nodota tīklā
<b>NETO uzskaites sistēma</b>	Norēķinu sistēma, kurā, formējot rēķinu, tiek ņemts vērā tīklā nodotais vai no tīkla saņemtais <b>elektroenerģijas daudzums</b>
<b>NETO norēķinu sistēma</b>	Norēķinu sistēma, kurā, formējot rēķinu, tiek ņemta vērā tīklā nodotās vai no tīkla saņemtās <b>elektroenerģijas cena</b>
<b>NETO patēriņš</b>	Elektroenerģijas daudzuma starpība starp no elektrotīkla saņemto elektroenerģiju un elektrotīklā nodoto elektroenerģiju viena norēķinu perioda ietvaros
<b>Tiešais patēriņš</b>	Ražotājlietotāja saražotā un patērētā elektroenerģija bez nodošanas tīklā

## SAĪSINĀJUMU SARAKSTS

Saīsinājums	Skaidrojums
<b>AER</b>	Atjaunīgie energoresursi
<b><i>EL<sub>varneto</sub></i></b>	NETO patēriņa maksa
<b>ES</b>	Eiropas Savienība
<b>HAVT</b>	Horizontālās ass vēja turbīna
<b>IAA</b>	Ievadaizsardzības aparāts
<b>LCOE</b>	Izlīdzinātās elektroenerģijas izmaksas
<b>MĢ</b>	Mikroģenerators
<b>ML</b>	Mājsaimniecības lietotājs
<b>NPV</b>	Neto pašreizējā vērtība
<b>OIK</b>	Obligātā iepirkuma komponente
<b><i>OIK<sub>const</sub></i></b>	Jaudas obligātā iepirkuma komponente par pieslēgumu
<b><i>OIK<sub>var</sub></i></b>	Obligātā iepirkuma komponente par no tīkla saņemto elektroenerģijas daudzumu
<b>PF</b>	Pieauguma faktors
<b><i>PSP<sub>const</sub></i></b>	Maksa par pieslēguma nodrošināšanu
<b><i>PSP<sub>var</sub></i></b>	Maksa par elektroenerģijas sadalīšanu
<b>PVN</b>	Pievienotās vērtības nodoklis
<b>RL</b>	Ražotājlietotājs
<b>SP</b>	Saules panelis
<b>SSO</b>	Sadales sistēmas operators
<b>SVID</b>	Stiprās, vājās puses, iespējas un draudi
<b>VAVT</b>	Vertikālās ass vēja turbīna
<b>VT</b>	Vēja turbīna



## ATTĒLU SARAKSTS

1.1. att. Vēja turbīnu piemēri.....	14
1.2. att. Latvijas karte ar 22 meteoroloģisko novērošanas staciju atrašanās vietām un vidējo augstumu virs jūras līmeņa (m) ar 1x1 km precizitāti.....	16
1.3. att. Latvijas vidējā vēja ātruma $V$ (m/s) telpiskā sadalījuma karte 10 m augstumā virs zemes.....	17
1.4. att. Latvijas vidējā vēja ātruma $V$ (m/s) biežuma sadalījuma funkcijas.....	18
1.5. att. Vēja ātruma mēroga koeficienta $c$ telpiskais sadalījums.....	18
1.6. att. Vēja ātruma formas koeficienta $k$ telpiskais sadalījums.....	19
1.7. att. Ar VT saražojamās elektroenerģijas telpiskais sadalījums relatīvās vienībās.....	20
1.8. att. VT jaudas līkņu salīdzinājums.....	22
1.9. att. Ar HAVT tipa 2,5 kW VT saražojamās elektroenerģijas analīze.....	23
1.10. att. VT efektivitātes analīze Ventspilī.....	24
1.11. att. VT efektivitātes analīze Latvijā.....	25
1.12. att. Saules radiācijas intensitāte Eiropā.....	29
1.13. att. Globālā Saules radiācija un elektrības potenciāls.....	30
1.14. att. Saules paneļu saražotā jauda.....	31
1.15. att. Saules paneļu pieslēgšanas shēma.....	32
1.16. att. Eksperimentālajā objektā saražotā elektroenerģija 2017. gadā.....	33
1.17. att. Nord Pool biržas elektroenerģijas cena gadā.....	34
1.18. att. Lietotāju datu kopas elektroenerģijas patēriņš gadā.....	35
2.1. att. NETO sistēmas darbība: a) ziemas diena b) vasaras diena.....	37
3.1. att. Tautsaimniecības aprites shēma.....	45
3.2. att. Mikroģeneratoru pieslēgšanas principshēma.....	46
3.3. att. Ministrijas atļaujas saņemšanas shēma.....	47
3.4. att. Būvniecības veikšanas shēma.....	47
3.5. att. MĢ pieslēgšanas prasības.....	48
3.6. att. MĢ pieslēgšanas gaita.....	50
4.1. att. NETO sistēmas principshēma.....	54
4.2. att. NETO sistēmas piemērs.....	55
4.3. att. NETO sistēmas RL skaits.....	56
4.4. att. NETO sistēmas RL uzstādītā jauda.....	57
4.5. att. NETO sistēmas RL izdevumi par elektroenerģiju.....	59
4.6. att. Potenciālo NETO sistēmas RL blīvuma karte.....	60
4.7. att. RL tiešā patēriņa histogramma.....	61
4.8. att. RL tiešā patēriņa un ieguvumu (EUR/gadā) atkarība no iekārtas uzstādītās jaudas .....	62
4.9. att. Saules paneļu atmaksāšanas ilgums atkarībā no uzstādītās iekārtu jaudas.....	63
5.1. att. NETO sistēmas vienkāršots modelis.....	68
5.2. att. 1. scenārija lietotāja elektroenerģijas patēriņš.....	74
5.3. att. 1. scenārija lietotāju mēneša maksājumi.....	74

5.4. att. NPV <sub>RL</sub> 2. scenārija A gadījumam .....	75
5.5. att. 2. scenārija B gadījuma lietotāju elektroenerģijas sadalījums .....	76
5.6. att. 2. scenārija B gadījuma lietotāju mēneša maksājumi .....	77
5.7. att. 2. scenārija B gadījuma lietotāju elektroenerģijas NETO patēriņš .....	77
5.8. att. NPV <sub>RL</sub> 2. scenārija B gadījumam .....	78
5.9. att. 3. scenārija B gadījuma lietotāju mēneša maksājumi .....	79
5.10. att. 4. scenārija NETO uzskaites lietotāju mēneša maksājumi bez OIKvar .....	80
5.11. att. 4. scenārija NETO uzskaites sistēmas NPV <sub>RL</sub> bez OIKvar .....	81
5.12. att. 4. scenārija NETO uzskaites lietotāju mēneša maksājumi bez OIK .....	82
5.13. att. 4. scenārija NETO uzskaites sistēmas NPV <sub>RL</sub> bez OIK .....	82
5.14. att. 4. scenārija NETO norēķinu lietotāju mēneša maksājumi bez OIKvar .....	83
5.15. att. 4. scenārija NETO norēķinu sistēmas NPV <sub>RL</sub> bez OIKvar .....	84
5.16. att. 4. scenārija NETO norēķinu lietotāju mēneša maksājumi bez OIK .....	85
5.17. att. 4. scenārija NETO norēķinu sistēmas NPV <sub>RL</sub> bez OIK .....	85
5.18. att. Uzstādīto iekārtu jaudu palielinājuma scenāriji līdz 2030. gadam .....	92
5.19. att. Uzstādīto iekārtu jaudu pieauguma prognoze līdz 2030. gadam .....	93
5.20. att. AER tehnoloģiju izmantošanas ietekme gadā .....	95
5.21. att. AER tehnoloģiju izmantošanas ietekme līdz 2030. gadam .....	96

## TABULU SARAKSTS

1.1. tabula. Ar VT saražojamā elektroenerģija ar VT Latvijā .....	21
1.2. tabula. VT tipu salīdzinājums .....	21
1.3. tabula. VT efektivitātes prognozes Latvijā .....	23
1.4. tabula. VT tirgotāju piedāvājumu piemēri .....	26
1.5. tabula. Saules paneļu tirgotāju piedāvājumu piemēri .....	36
2.1. tabula. Rekomendācijas NETO sistēmas pilnveidei .....	39
4.1. tabula. Elektroenerģijas tirgotāju piedāvājums .....	65
4.2. tabula. NETO sistēmas SVID analīze .....	65
5.1. tabula. Modelēšanā īstenotie scenāriji .....	69
5.2. tabula. Modelēšanas ieejas dati .....	73
5.3. tabula. Modelēšanas rezultātu apkopojums .....	88
5.4. tabula. RL skaita izmaiņu potenciālā ietekme uz OIK .....	91

## PIELIKUMU SARAKSTS

1. pielikums. NETO sistēmas regulējumu salīdzinājums .....	106
--	-----

## KOPSAVILKUMS

### Pētījuma konteksts

Eiropas Savienība un Latvija, cenšoties samazināt atkarību no importējamiem energoresursiem un enerģētikas ietekmi uz klimata izmaiņām, ir uzstādījusi godkārtīgus mērķus energoapgādes attīstības jomā. Plānots 2020. gadā sasniegt 20% atjaunīgo energoresursu īpatsvaru gala patēriņā. Latvijā attiecīgais plānotais AER izmantošanas indikators šim laika periodam ir 40%. Viena no atzītām uzstādīto mērķu sasniegšanas metodēm balstās uz izkliedēto mazas jaudas AER izmantošanu mājsaimniecībās, aprīkojot tas ar mikroģenerācijas iekārtām un pārveidojot enerģijas lietotāju par ražotājlietotāju. Piemērota AER izmantošana mājsaimniecībās sniedz ilglaicīgu ekonomisko ieguvumu, paaugstinot mājsaimniecību konkurētspēju, vienlaikus samazinot CO<sub>2</sub> izmešu apjomu, paaugstinot AER izmantošanas īpatsvaru valstī un veicinot investīciju piesaisti.

Lai sekmētu decentralizētu elektroenerģijas ražošanu un paaugstinātu AER izmantošanu, vairākās ES valstīs, tai skaitā Latvijā, piemēro NETO sistēmu, kuru pielieto, formējot norēķinus par saražoto vai patērēto enerģiju.

Norēķinu par saražoto, piegādāto un patērēto elektroenerģiju NETO sistēma (turpmāk – NETO sistēma) ieviesta ar Elektroenerģijas tirgus likuma 30.<sup>1</sup> pantu. Tā ir spēkā no 2014. gada 1. janvāra un tiek piedāvāta mājsaimniecību enerģijas ražotājlietotājiem (RL), kas ražo elektroenerģiju savām vajadzībām no atjaunīgiem energoresursiem, ir pieslēgti 0,4 kV tīklam ar maksimālo atļauto strāvu līdz 16 A viena pieslēguma robežās un izmanto, piemēram, saules paneļus vai vēja turbīnas. NETO sistēma sniedz RL iespēju nodot saražotās elektroenerģijas pārpalikumu elektrotīklā un atkal izmantot brīžos, kad tas ir nepieciešams.

#### Zināmi divi NETO sistēmas realizācijas pamatvarianti:

- **NETO uzskaites sistēma.** Veidojot norēķinus, tiek ņemts vērā tīklā nodotais vai no tīkla saņemtais **elektroenerģijas daudzums**. Tīklā nodoto un nepatērēto enerģijas daudzumu RL iespējams saņemt atpakaļ nākamajā norēķinu periodā. NETO uzskaites sistēma šobrīd tiek lietota Latvijā un vairumā ES valstu.
- **NETO norēķinu sistēma.** Šī sistēma ņem vērā ne tikai saražotās vai patērētās elektroenerģijas daudzumu, bet arī **elektroenerģijas tirgus cenu**. Tīklam nodotais enerģijas pārpalikums tiek aprēķināts naudas vienībās un ieskaitīts nākamajā norēķinu periodā. RL iegūst tiesības saņemt atpakaļ no tīkla mainīgo, no situācijas elektrības tirgū atkarīgo, iepriekšējos norēķinu periodos nepatērēto enerģijas daudzumu naudas vienībās. Tīkla „parāds” pieaug zemo cenu periodos un samazinās pie augstām cenām. NETO norēķinu sistēma veicina elektroenerģijas pārdošanu augsto cenu periodā un patēriņu pretējā gadījumā. Tādā veidā RL darbība ir izdevīga pašiem RL, sadales sistēmas operatoram (SSO) un pārvades sistēmas operatoram.

Latvijā ir vērojama zema RL un NETO sistēmas lietotāju skaita palielināšanās intensitāte, tādējādi nepieciešams veikt esošās situācijas analīzi un meklēt iespējas tās uzlabošanai.

Izvērtējums nepieciešams, lai:

- kvalitatīvi un kvantitatīvi vērtētu NETO sistēmas līdzšinējo darbību, t.sk. ieguldījumu AER tehnoloģiju izmantošanas veicināšanā, sistēmas stiprās un vājās puses, tai skaitā sistēmas ietekmi uz tās RL un elektroenerģijas sistēmu kopumā;
- noteiktu piemērotu NETO sistēmas izmantošanas tehnisko un ekonomisko potenciālu;
- sniegtu priekšlikumus NETO sistēmas pilnveidošanai, kas veicinātu NETO sistēmas plašāku izmantošanu, vienlaikus līdzsvarojot to ar citu elektroenerģijas lietotāju interesēm;
- izvērtētu iespējas ierobežotā apjomā piemērot NETO sistēmu juridiskām personām.

## **Pētījumā paveiktais**

Šī pētījuma ietvaros tika veikti sekojoši soļi.

### **1. solis**

Populārāko AER tehnoloģiju analīze, Latvijas klimatiskajiem apstākļiem piemērotāko tehnoloģiju vērtējums.

### **2. solis**

Lai veiksmīgi varētu vērtēt piemērotāko NETO sistēmu Latvijā, veikta Eiropas Savienības noteikumu analīze, pētīta labākā prakse un regulējumi dažādās valstīs. Pētījumā apskatīta mikroģeneratoru pieslēgšana un ekspluatācija Latvijā, kā arī NETO sistēmas darbība; tā shematiski attēlota un analizēta pētījumā.

### **3. solis**

Darbā identificēti NETO sistēmas faktiskie parametri, vērtētas NETO sistēmas lietotāju izmaksas un uzstādīto iekārtu atmaksāšanās ilgums pie esošās NETO uzskaites sistēmas, pētīts elektroenerģijas tirgotāju piedāvājums NETO sistēmas lietotājiem.

### **4. solis**

Pētījumā veikta modelēšana dažādiem sistēmas lietotājiem, dažādiem scenārijiem: esošās NETO uzskaites sistēmas lietotājiem; iespējamajiem NETO norēķinu sistēmas lietotājiem; iespējamajiem NETO sistēmas lietotājiem, nepiemērojot obligāto iepirkuma komponenti par no tīkla saņemto elektroenerģijas daudzumu vai obligāto iepirkuma komponenti tīklā nodotajai elektroenerģijai. Papildus tam, ņemot vērā Eiropas Savienības dalībvalstīs plaši piemēroto subsīdiju politiku NETO sistēmas lietotājiem, veikta subsīdiju izmantošanas modelēšana Latvijas NETO sistēmas lietotājiem, nosakot investīciju atmaksāšanās ilgumu.

### **5. solis**

Atbilstoši esošajam elektroenerģijas patēriņam un tā plānotajam pieaugumam tika veikta NETO sistēmas attīstības aplēse līdz 2030. gadam, ietverot uzstādīto jaudu aplēsi, NETO sistēmas lietotāju pieauguma trajektoriju un NETO sistēmas iespējamā lieluma aplēsi.

## Pētījuma rezultāti

Veicot esošās NETO sistēmas izvērtējumu, konstatēts, ka:

- Latvijā ir 274 NETO sistēmas lietotāju, to skaita pieauguma intensitāte ir neliela;
- NETO sistēmas lietotāju pieslēguma izveidošana, iekārtu uzstādīšanas process un ar to saistītās izmaksas, kā arī ieguvumi, uzstādot NETO sistēmu, ir atsevišķi aprakstīti vairākos ES un Latvijas dokumentos. Potenciālajiem NETO sistēmas lietotājiem informācija par NETO sistēmas pieslēguma gaitu un iespējamiem ieguvumiem un izmaksām ir pieejama vairākās vietās, katrā vēršot uzsvāru citā virzienā.

Ir konstatēti **pieci aktīvi elektroenerģijas tirgotāji**, kas sniedz piedāvājumus NETO sistēmas lietotājiem. Tirgotāju piedāvājumu paplašināšanās, kreditēšanas iespēju piedāvāšana uzskatāma par sistēmas attīstības priekšrocību.

Pētījumā secināts, ka **dažādās valstīs tiek piedāvāti atšķirīgi stimuli** NETO sistēmas lietotājiem. Populārākie no tiem ir: atlaides, paaugstināta maksa par tīklā nodoto elektroenerģiju un subsīdijas. NETO sistēmas izmantošanas apjoms dažādās valstīs ir atkarīgs no tehnoloģiju pieejamības un NETO sistēmas stimuliem.

Pētījumā tika veikta **esošās NETO uzskaites sistēmas** un dažādu nākotnes NETO sistēmu modelēšana. AER tehnoloģiju kalpošanas ilgums turpretī ir 25 gadi. Piemērojot **NETO norēķinu sistēmu** un/vai nepiemērojot obligāto iepirkuma komponenti vai ieviešot subsīdiju sistēmu iekārtu iegādes brīdī, iekārtu atmaksāšanās ilgumu iespējams samazināt.

Kamēr NETO sistēmas lietotāju pieslēgumu **jauda ir ierobežota vienas transformatoru apakšstacijas ietvaros** un NETO sistēmas lietotāju saražotā un tīklā nodotā elektroenerģija tiek patērēta **vienas transformatoru apakšstacijas vai teritorijas ietvaros**, NETO sistēmas lietotāji nerada būtisku ietekmi uz sadales tīklu darbību. Ņemot vērā NETO sistēmas atmaksāšanās ilgumu, iekārtu cenas un kopējo elektroenerģijas patēriņa pieaugumu valstī, nākotnē nav paredzama būtiska NETO sistēmas lietotāju ietekme uz obligātā iepirkuma komponenti citiem lietotājiem.

Par NETO sistēmas lietotājiem nākotnē būtu uzskatāmi **visi lietotāji**, tai skaitā juridiskas personas, kas elektroenerģiju patērē un daļu no tās saražo, izmantojot AER tehnoloģijas ar maksimālās pieslēdzamās jaudas ierobežojumu. Juridisko personu iesaiste AER tehnoloģiju izplatīšanā nevar izraisīt strauju jaudu pieaugumu un draudus obligātā iepirkuma komponentes pieaugumam.

## 1. TEHNOLOĢIJU APSKATS UN ANALĪZE

Siltuma un elektroenerģijas ražošanai māsaimniecībās tiek izmantoti dažādi AER, piemēram, saules, vēja enerģija, biogāze, zemes siltums. Nodaļā tiks apskatītas vēja turbīnas un saules paneļi, kas ir populārākās iekārtas elektroenerģijas ražošanai māsaimniecībās gala patēriņam.

### 1.1. Vēja turbīnu apskats

Vēja enerģija ir pieejama vienmēr, arī aukstajos gadalaikos, un vēja enerģijas izmantošanai paredzētās tehnoloģijas attīstās ļoti strauji. Vēja turbīnas atkarībā no tipa sāk darboties pie vēja ātruma 2,5-3 m/s un sasniedz maksimālo jaudu pie aptuveni 12-14 m/s. Ļoti liela vēja gadījumā, aptuveni 25 m/s, vēja turbīnas pārtrauc darbību<sup>1</sup>.

Vēja turbīnu (VT) savienošanai ar tīklu izmanto „back-to-back” sistēmas, sprieguma avotu pārveidotājus, kas kontrolē ierosmes sistēmu. Tas dod iespēju atdalīt mehāniskās un elektriskās rotora frekvences. Pārveidotāji ļauj kontrolēt aktīvās un reaktīvās jaudas un spriegumu. Atkarībā no ražotāja VT ir iespējama frekvences un sprieguma regulēšana dažādās robežās.



1.1. att. Vēja turbīnu piemēri

a) Horizontālās ass vēja turbīna (HAVT), 0,75 kW;

b) vertikālās ass vēja turbīna (VAVT), Darrieus H tipa, 0,75 kW

VT tiek iedalītas divās grupās pēc turbīnas rotācijas ass novietojuma. Izšķir divu veida VT: ar **vertikālu un horizontālu ass novietojumu**.

<sup>1</sup> Sistēmas pieslēguma noteikumi elektroenerģijas ražotājiem / internets – <http://likumi.lv/doc.php?id=244670>, skatīts 12.04.2018.



VT, kas rotē paralēli vēja virzienam, sauc par horizontālās ass VT, bet turbīnas, kuras rotē pretī vēja virzienam, sauc par vertikālās ass VT. Mazas jaudas VT lielākoties ir ierīces ar horizontālās ass konstrukciju, ar 2-3 spārnēm, kuras visbiežāk tiek izgatavotas no kompozītmateriāliem (stiklšķiedras) un pretvēja tipa rotoru. VT ar trīs spārnēm piemīt ļoti vienmērīga gaita. Daudzspārnu VT attīsta lielāku griezes momentu mazā vējā. Atkarībā no vēja uzņemšanas virziena VT iedalās pretvēja un pavēja VT.

Vertikālās ass VT griežas vertikāli pret zemi un gandrīz perpendikulāri vēja pūsmi. Šīs VT spēj uzņemt vēju no visām pusēm. Vertikālās ass VT darbojas neatkarīgi no vēja virziena, un tāpēc tām nav vajadzīga sistēma, kas virzītu rotoru vēja virzienā. Tādēļ ģeneratoru un pārnesumkārbu var novietot uz zemes, tā padarot VT ekonomiskāku un vienkāršāku dizaina ziņā (1.1. att.).

Līdz ar 2014. gada beigām visā pasaulē ir uzstādītas apmēram 945 000 mazjaudas VT. Pārlicenoša līdere mazjaudas VT uzstādīšanā ir Ķīna, kurā ir apmēram 689 000 mazjaudas VT jeb 72% no visam pasaulē uzstādītajām mazjaudas VT. Otro vietu ieņem ASV ar 159 300 mazjaudas VT. Lielākais mazjaudu vēja turbīnu pieaugums pēdējos gados novērojams Apvienotajā Karalistē – līdz 19% gadā ar 2700 mazjaudas VT 2014. gada beigās. Eiropā vadošās valstis šajā jomā ir Apvienotā Karaliste, Vācija, Spānija, Polija un Zviedrija <sup>2</sup>.

### 1.1.1. Vēja turbīnas Latvijā

Labvēlīgā Latvijas ģeogrāfiskā atrašanās vieta Baltijas jūras krastos (1.2. att.) padara teritoriju atvērtu no rietumu virziena dominējošiem dienvidrietumu vējiem šajā reģionā. Latvijas rietumu daļā dominē mežiem klāti līdzenumi, un valsts austrumos atrodas līdz 300 m augsti pauguri. Vēja enerģijas potenciāla vērtēšanai un izplatīšanai Latvijas teritorijā veltītas vairākas publikācijas <sup>3 4</sup>.

Ir svarīgi atzīmēt, ka vēja enerģijas potenciāla aprēķinus un vēja vidējā ātruma lieluma telpiskā sadalījuma noteikšanu pa valsts virsmu var veikt tikai, pamatojoties uz fiziskajiem vēja ātruma mērījumiem, kas vienlaicīgi veikti dažādos valsts reģionos vismaz viena gada laikā. Latvijas meteoroloģisko staciju nacionālais tīkls dod unikālu iespēju izveidot ar VT saražotās elektroenerģijas karti valstī 10 m augstumā virs zemes.

Latvijā ir veikti vēja ātruma mērījumu pētījumi, kas veikti ar 1 minūtes soli no 2015. gada 1. janvāra līdz 2015. gada 31. decembrim 10 m augstumā virs zemes. **Visi mērījumi veikti, izmantojot mērīšanas sensorus, kas uzstādīti Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra 22 stacijās.** Lai vērtētu vēja ātrumu starp stacijām visā valstī, pamatojoties uz mērījumiem, tika izmantota telpiskā interpolācija. Saņemtie vēja ātruma dati ļauj aprēķināt vēja

2 M. V. Petersen “Global Small Wind Turbine Market and Opportunities”, Small wind conference 2016, 31 p.

3 Vēja karte un kvalitāte [http://www.kerveju.lv/veja\\_karte.php](http://www.kerveju.lv/veja_karte.php), skatīts 12.04.2018.

4 Ostapenko J., Gamalejevs A., Latvian wind energy guide. Riga 2004, 96 p., windenergy.lv

enerģijas specifiskos rādītājus, kas raksturo vēja plūsmu Latvijā. Šo informāciju var izmantot, lai aprēķinātu vidējo ikgadējo enerģijas ražošanas apjomu plānotajās vēja elektrostacijās<sup>5 6</sup>.



1.2. att. Latvijas karte ar 22 meteoroloģisko novērošanas staciju atrašanās vietām un vidējo augstumu virs jūras līmeņa (m) ar 1x1 km precizitāti

Avots: Atjaunīgā enerģija Latvijā/Project No. 2/EEZLV02/ 14/GS/044, Contract No. 2/EEZLV02/14/GS/044/011 24.04.2015/ [http://kpfi.liepu.lv/wp-content/uploads/2016/03/Renewable\\_energy\\_LV.pdf](http://kpfi.liepu.lv/wp-content/uploads/2016/03/Renewable_energy_LV.pdf), skatīts 12.04.2018.

Lielākajā daļā gadījumu vēja turbīnu ģenerators tiek izmantots autonomas slodzes iedarbināšanai vai arī kā rezerves enerģijas avots ražotājlietotājam. VT īpatnība ir tā, ka tās pārveido enerģiju 10 – 25 m augstumā virs zemes. VT veikspēja tika analizēta, izmantojot divu veidu jaudas līknes: horizontālās ass vēja turbīnas (HAVT) ar nominālo jaudu 0,75 kW, 2,5 kW, 5,0 kW un 20,0 kW un vertikālās ass vēja turbīnas (VAVT) ar nominālo jaudu 0,75 kW, 2,5 kW, 6,0 kW (1.1. att.).

Pamatojoties uz vēja ātruma mērījumu rezultātiem un VT veikspējas novērtējumu Latvijas teritorijā, tika izveidotas vidējā vēja ātruma un vēja enerģijas blīvuma telpisko sadalījumu krāsu kontūru kartes ar 1x1 km izšķirtspēju (1.3. att.).

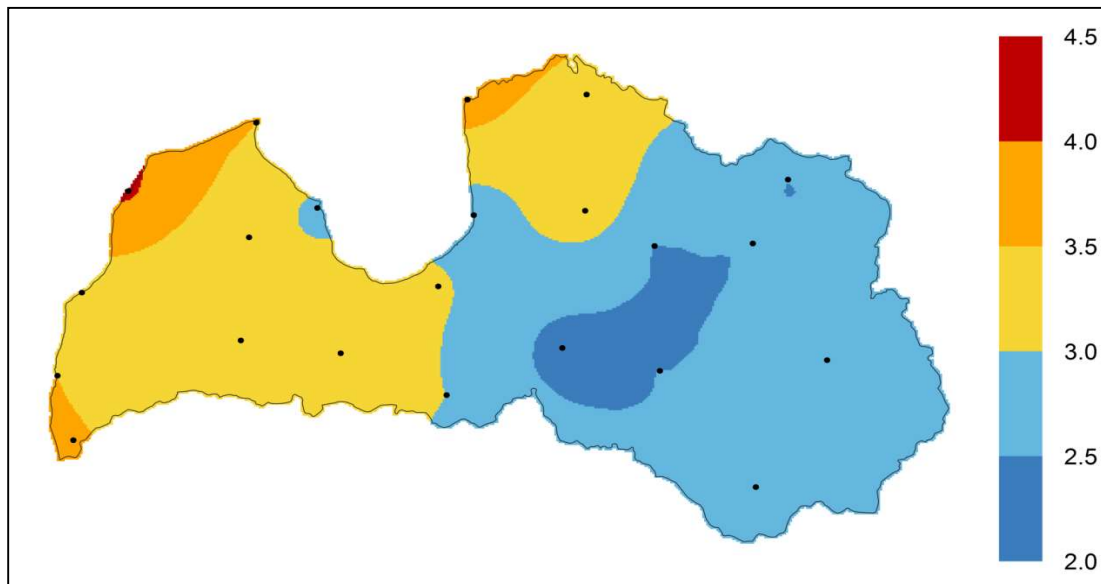
Kartē tika noteikti apgabali, kur izmērītās vērtības mainās ar noteiktu soli. Izveidotie kapacitātes izmaiņu modeļi raksturo VT efektivitāti un var kalpot par ērtu instrumentu un atsauces materiālu, lai analizētu VT izmantošanas iespējamību dažādos Latvijas reģionos.

5 Atjaunīgā enerģija Latvijā/Project No. 2/EEZLV02/ 14/GS/044, Contract No. 2/EEZLV02/14/GS/044/011 24.04.2015/ [http://kpfi.liepu.lv/wp-content/uploads/2016/03/Renewable\\_energy\\_LV.pdf](http://kpfi.liepu.lv/wp-content/uploads/2016/03/Renewable_energy_LV.pdf), skatīts 12.04.2018.

6 Bezrukovs D., Aniskevich S., Bezrukovs V., (2018): Forecasting the efficiency of small wind turbine generators. The 8th International ENERGY Conference & Workshop – REMOO, 29–31 May 2018, VENICE / ITALY. p. 14.



Iegūtie rezultāti ļauj vērtēt vēja enerģijas komerciālās izmantošanas perspektīvas 10 m augstumā.



1.3. att. Latvijas vidējā vēja ātruma  $V$  (m/s) telpiskā sadalījuma karte 10 m augstumā virs zemes

Avots: Atjaunīgā enerģija Latvijā/Project No. 2/EEZLV02/ 14/GS/044, Contract No. 2/EEZLV02/14/GS/044/011 24.04.2015/ [http://kpfi.liepu.lv/wp-content/uploads/2016/03/Renewable\\_energy\\_LV.pdf](http://kpfi.liepu.lv/wp-content/uploads/2016/03/Renewable_energy_LV.pdf), skatīts 12.04.2018.

Vēja raksturu var aprakstīt ar cikliskām izmaiņām pūsmas ātrumā un ilgumā. Dažādos reģionos vēja svārstībām ir raksturīgas pazīmes, kuras nosaka ainava un ģeogrāfiskais tuvums jūrai <sup>7</sup>. 1.4. att. parādītas biežuma sadalījuma funkcijas vēja ātruma mērīšanas rezultātiem, kuras iegūtas piecās meteoroloģiskās stacijās: Ainažos, Daugavpilī, Priekuļos, Saldū un Ventspilī laika periodā no 2015. gada 1. janvāra līdz 2015. gada 31. decembrim.

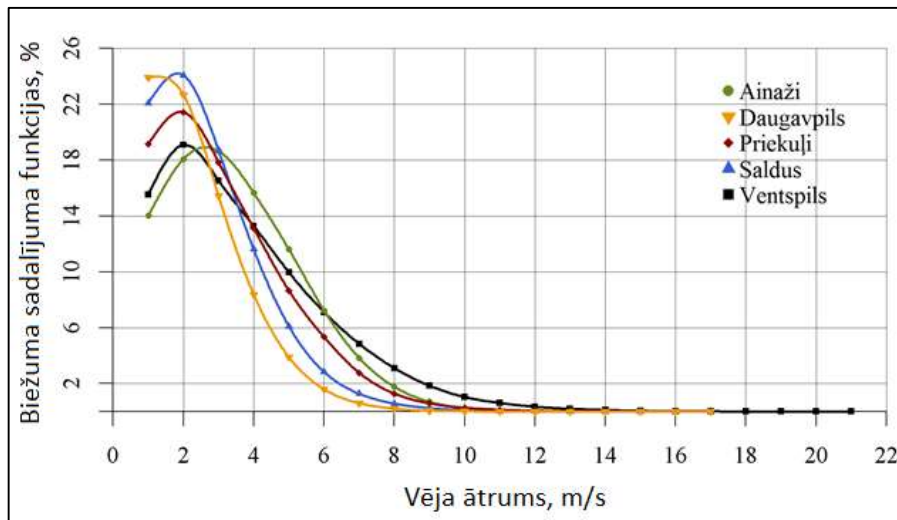
Vēja ātruma sadalījuma analīzei visbiežāk tiek pielietota Veibula funkcija, kas apraksta vēja ātruma biežuma sadalījumu (1.1. formula), kur  $c$  – mēroga koeficients,  $k$  – formas koeficients,  $V$  – vēja ātrums (m/s):

$$F(V) = \frac{k}{c} \left(\frac{V}{c}\right)^{k-1} \exp\left[-\left(\frac{V}{c}\right)^k\right], \text{ ja } V > 0. \quad (1.1)$$

Vēja ātruma Veibula funkciju parametri  $c$  un  $k$  tika vērtēti, izmantojot maksimālās iespējamības metodi 22 stacijām <sup>8</sup>.

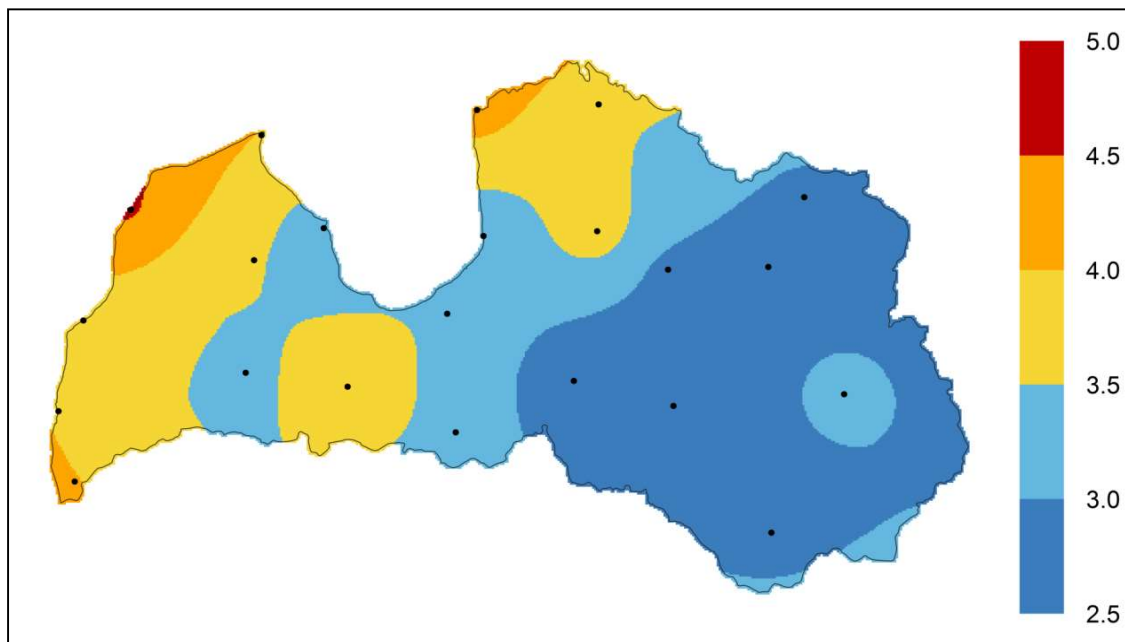
<sup>7</sup> Bezrukova, V., Zacepins, A., Bezrukova, V., Komashilova, V. "Investigations of wind shear distribution on the Baltic shore of Latvia". Latvian Journal of Physics and Technical Sciences, Volume 53, Issue 3, 1 June 2016, pp. 3–10.

<sup>8</sup> Bivand, R. S., Pebesma, E. J., & Gómez-Rubio, V. (2008). Applied Spatial Data Analysis with R. New York: Springer. 2nd edition. p. 405.



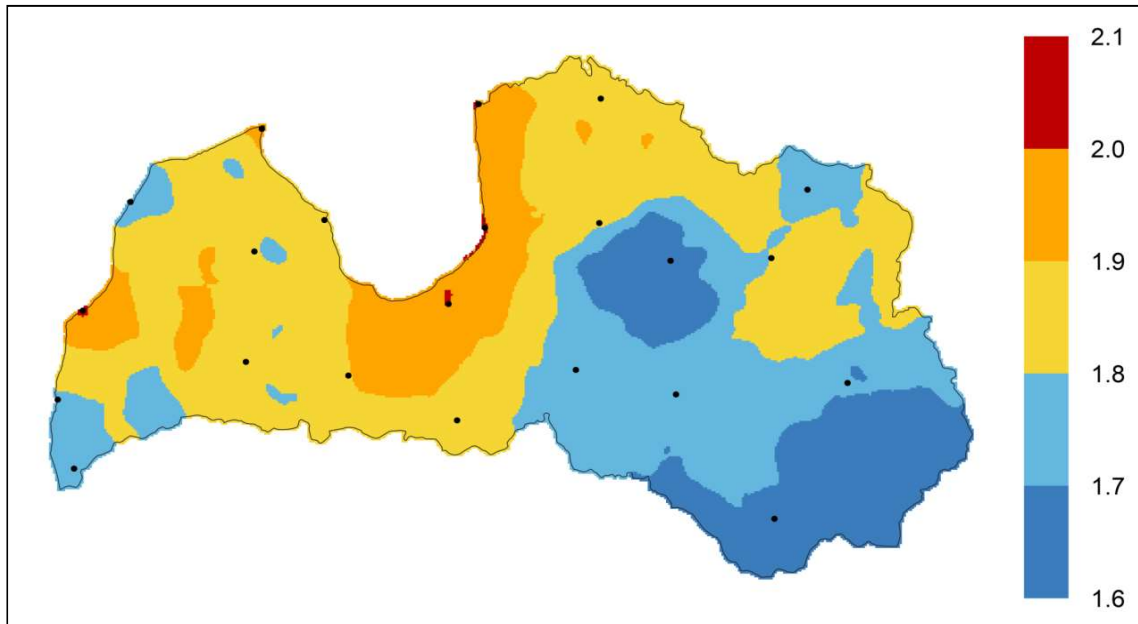
1.4. att. Latvijas vidējā vēja ātruma  $V$  (m/s) biežuma sadalījuma funkcijas

Vēja ātruma mēroga koeficienta  $c$  telpiskā sadalījuma karte 10 m augstumā virs zemes parādīta 1.5. att.



1.5. att. Vēja ātruma mēroga koeficienta  $c$  telpiskais sadalījums

Vēja ātruma formas koeficienta  $k$  telpiskā sadalījuma karte 10 m augstumā virs zemes parādīta 1.6. att.



1.6. att. Vēja ātruma formas koeficienta  $k$  telpiskais sadalījums

Vēja ātruma telpiskā sadalījuma modeļos koeficienti  $c$  un  $k$  ļauj noteikt vēja ātruma sadalījuma biežuma raksturlielumus visā Latvijas teritorijā 10 m augstumā virs zemes, izmantojot 1.1. formulu. Tas ievērojami vienkāršo vēja enerģijas daudzuma vērtējumu, ko var iegūt, izvēloties VT uzstādīšanas vietu. Lai veiktu precīzāku saražojamās elektroenerģijas  $P_{avg}$  vērtējumu, jāņem vērā vēja vidējā enerģijas blīvuma vērtība, ko gaisa pūsma pārnes 1 m<sup>2</sup> platībā, kur  $\rho$  – gaisa blīvums (1,23 kg/m<sup>3</sup> 0 m v.j.l. un pie temperatūras 15°C),  $V_{avg.cub}^3$  – vidējais kubiskais vēja ātrums (m/s) (1.2. formula)

$$P_{avg} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_{avg.cub}^3, \quad (1.2)$$

Vidējo kubisko vēja ātrumu  $V_{avg.cub}$  var aprēķināt, pamatojoties uz faktiskajiem vēja ātruma mērījumiem saskaņā ar 1.3. formulu, kur  $V_i$  – vēja ātrums 1 minūti ilgā mērījumu intervālā (m/s),  $n$  – mērījumu skaits visā mērījumu periodā,  $i$  – soļu skaits ar 1 m/s intervālu:

$$V_{avg.cub} = \sqrt[3]{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i^3}, \quad (1.3)$$

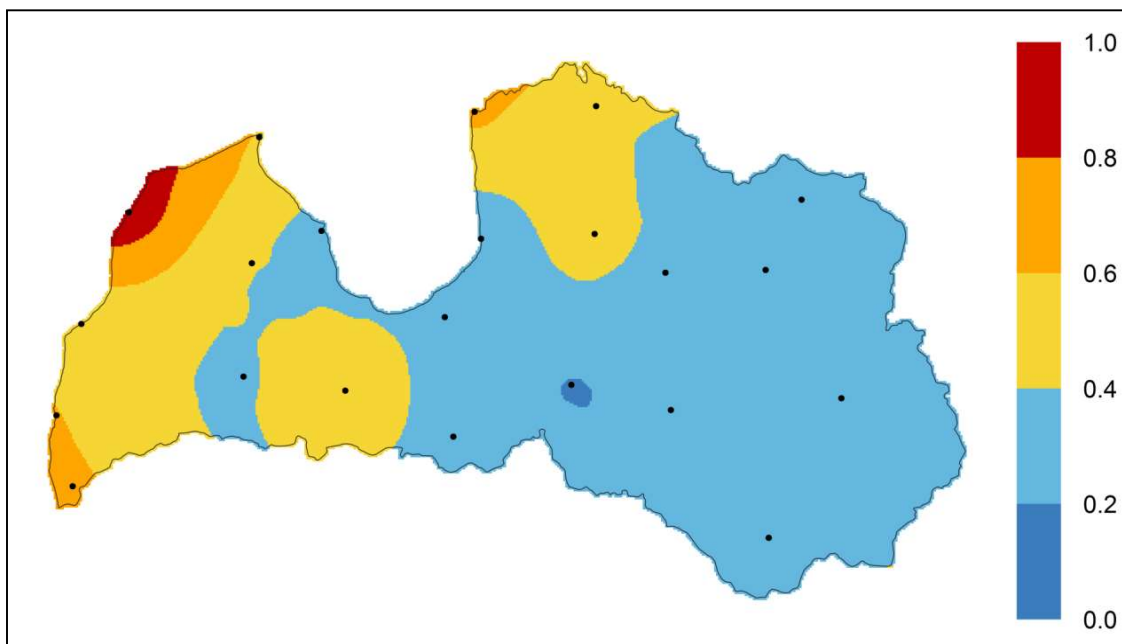
vai arī, izmantojot vēja ātruma biežumu, kas iegūts saskaņā ar Veibula funkciju pēc 1.4. formulas, kur  $V_i$  – vēja ātrums (m/s),  $F(V_i)$  – Veibula funkcija vēja ātrumam  $V_i$  (%):

$$V_{avg.cub} = \sqrt[3]{\frac{1}{100} \sum_{i=1}^n V_i^3 F(V_i)} \quad (1.4)$$

Kā redzams no 1.2. formulas, saražotā elektroenerģija ir proporcionāla vidējam kubiskajam vēja ātrumam (1.3. formula). Tajā pašā laikā Latvijas teritorijas sadalīšana piecos reģionos pēc vidējā kubiskā vēja ātruma ļauj aprēķināt vēja enerģijas resursus. Pieņemot, ka vējš Baltijas jūras krastā sasniedz maksimālo enerģijas blīvuma vērtību relatīvajās vienībās (1,0), izrēķinām katrai no 22 stacijām saražojamās elektroenerģijas daudzumu  $P'_{avg.i}$  (1.5. formula), kur  $V_{avg.cub.max}$  – kubiskais vēja ātrums Ventspils stacijā (m/s),  $V_{avg.cub.i}$  – kubiskais vēja ātrums katrā no stacijām (m/s) un  $i$  – novērošanas stacija:

$$P'_{avg.i} = \frac{V_{avg.cub.i}^3}{V_{avg.cub.max}^3} \quad (1.5)$$

Interpolējot iegūtos rezultātus, iespējams izveidot **saražojamās elektroenerģijas 10 m augstumā virs zemes blīvuma sadalījuma karti relatīvajās vienībās Latvijas teritorijā** (1.7. att.).



1.7. att. Ar VT saražojamās elektroenerģijas telpiskais sadalījums relatīvās vienībās

Formas koeficienta  $k$ , mēroga koeficienta  $c$ , vidējā vēja ātruma  $V_{avg}$  (m/s), vidējā kubiskā vēja ātruma  $V_{avg.cub}$  (m/s) un katras no piecām stacijām saražojamās elektroenerģijas relatīvās vienībās  $P'_{avg,i}$  vērtības relatīvajās vienībās, kuras iegūtas, izmantojot 1.2., 1.5. formulu un Veibula vēja ātruma biežuma funkciju pēc mērījumu rezultātiem meteoroloģiskās novērošanas stacijās Ainažos, Daugavpilī, Priekuļos, Saldū un Ventspilī mērījumu periodam no 2015. gada 1. janvāra līdz 2015. gada 31. decembrim, sniegtas 1.1. tabulā.

1.1. tabula. Ar VT saražojamā elektroenerģija ar VT Latvijā

Stacija	Mērījumu rezultāti				
	$c$	$k$	$V_{avg}$ , m/s	$V_{avg.cub}$ , m/s	$P'_{avg,i}$ , r.v.
Ainaži	4,3	2,0	3,8	4,7	0,66
Daugavpils	2,8	1,6	2,5	3,3	0,23
Priekuļi	3,9	1,8	3,4	4,5	0,58
Saldus	3,4	1,8	3,0	3,9	0,38
Ventspils	4,6	1,7	4,1	5,4	1,00

Balstoties uz vēja ātruma analīzes rezultātiem, ir iespējams prognozēt ar VT saražojamo elektroenerģijas daudzumu Latvijas teritorijā.

Aplūkosim divu veidu VT (1.1. att.). *HAVT* un *Darrieus* H tipa *VAVT* galvenās tehniskās un konstruktīvās īpatnības apkopotas 1.2. tabulā. Sniegtā informācija atbilst VT, kas minētas Eiropas Vēja ģeneratoru ražotāju katalogā<sup>9</sup>.

1.2. tabula. VT tipu salīdzinājums

VT tips	Nominālā jauda (kW)	Rotora augstums (m)	Rotora diametrs (m)	Vēja ātrums (m/s)
<i>VAVT</i>	0,75	1,50	1,50	14,0
	2,50	2,88	1,99	14,0
	6,0	5,00	3,30	14,0
<i>HAVT</i>	0,75	Nav piemērojams	2,40	12,0
	2,50		5,00	11,0
	5,0		5,40	11,0
	20,0		8,00	12,5

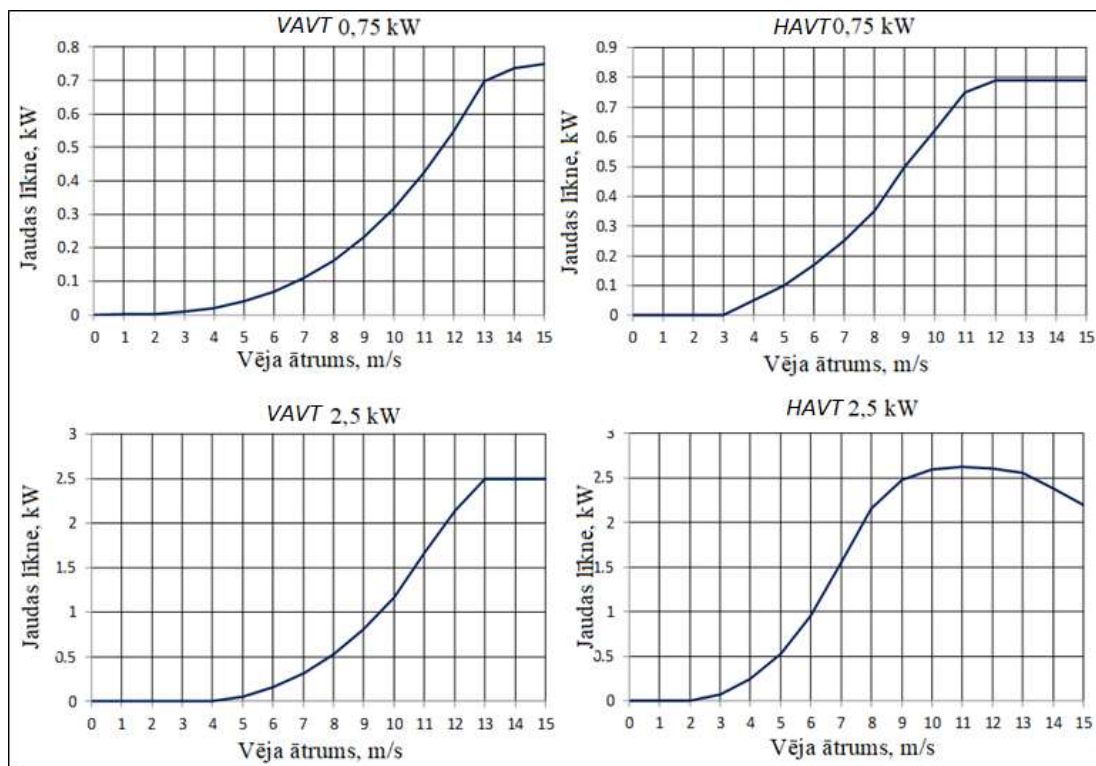
Saražotā elektroenerģija ir atkarīga no VT un vēja aerodinamiskajām īpašībām, tāpēc nepieciešams vērtēt abu VT tipu izmantošanas iespējas Latvijas apstākļos.

No jaudas līkņu analīzes izriet, ka VT ar vertikālu ass novietojumu ir zems sākuma iedarbes moments, kas saistīts ar VT sākuma ātrumu ( $\geq 3$  m/s).

<sup>9</sup> Eiropas Vēja ģeneratoru ražotāju katalogs <https://www.yumpu.com/en/document/view/12151704/catalogue-of-european-urban-wind-turbine-manufacturers>, skatīts 15.04.2018.

*VAVT* tipa VT nominālais vēja ātrums ir 14 m/s, bet *HAVT* tipa – 11-12,5 m/s. Tas nozīmē, ka *VAVT* tipa VT darbības diapazons ir no 3 m/s līdz 14 m/s, bet *HAVT* tipa VT tas ir no 2 m/s līdz 11-12,5 m/s.

Salīdzinājumam parādītas *HAVT* tipa 0,75 kW (1.8. a) att.), 2,5 kW (1.8. c) att.) un *VAVT* tipa 0,75 kW (1.8. b) att.), 2,5 kW (1.8. d) att.) jaudas līknes (1.8. att.).



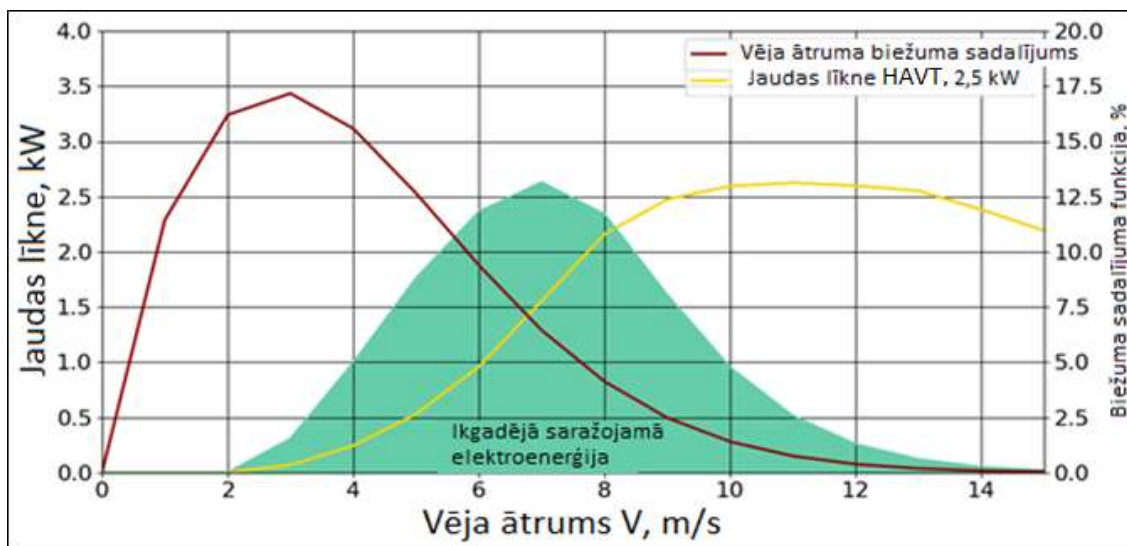
1.8. att. VT jaudas līkņu salīdzinājums

VT efektivitātei raksturīgs jaudas koeficients (1.6. formula)  $C_e$  (%), ko aprēķina kā saražotās elektroenerģijas  $W$  attiecību pret VT nominālo saražojamo elektroenerģiju  $W_r$ :

$$C_e = \frac{W}{W_r} \cdot 100. \quad (1.6)$$

1.9. att. parādīta Veibula funkcija vēja ātrumam  $F(V)$  (%) Ventspilī un jaudas līkne  $P(V)$  (kW) *HAVT* tipa 2,5 kW vēja turbīnai.

1.9. att. var noteikt ikgadējās saražotās elektroenerģijas bilanci, kas sasniedz savu maksimālo vērtību pie 7 m/s, kur  $W=4,7$  MWh.



1.9. att. Ar HAVT tipa 2,5 kW VT saražojamās elektroenerģijas analīze

**VT darbības efektivitātes prognožu rezultāti** atkarībā no VT veida, nominālās jaudas un uzstādīšanas vietas meteoroloģiskajām novērošanas stacijām Ainažos, Daugavpilī, Priekuļos, Saldū un Ventspilī apkopoti 1.3. tabulā.

1.3. tabulā parādīta jaudas koeficienta  $C_e$ , atkarība pret HAVT un VAVT tipa vēja turbīnām ar nominālo jaudu 0,75 kW, 2,5 kW, 5,0 kW, 20,0 kW un attiecīgi nominālo jaudu 0,75 kW, 2,5 kW, 6,0 kW.

1.3. tabula. VT efektivitātes prognozes Latvijā

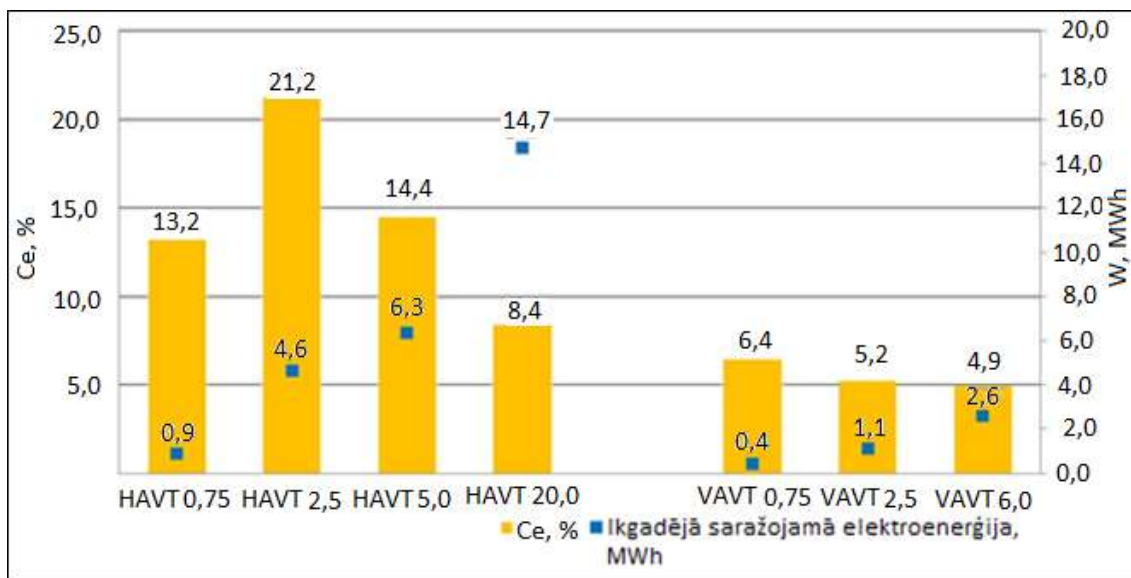
Stacija	Jaudas koeficients $C_e$ , %						
	HAVT				VAVT		
	0,75 kW	2,5 kW	5,0 kW	20,0 kW	0,75 kW	2,5 kW	6,0 kW
Ainaži	9,89	16,77	11,27	5,94	4,56	3,07	3,41
Daugavpils	3,08	5,53	3,84	1,87	1,60	0,67	1,10
Priekuļi	8,06	13,67	9,25	4,88	3,79	2,49	2,82
Saldus	5,08	8,91	6,11	3,02	2,46	1,24	1,76
Ventspils	13,33	21,24	14,56	8,49	6,45	5,24	4,96

HAVT un VAVT tipa VT jaudas koeficienta aprēķinu kopsavilkums Ventspilī ir parādīts 1.10. att.

HAVT tipa VT, kas uzstādītas uz mastiem ar augstumu vismaz 10 m virs zemes, ir piemērotākas darbībai Latvijā salīdzinājumā ar VAVT tipa VT.

VT ar nominālo jaudu 2,5 kW darbosies ar visaugstāko efektivitāti Latvijā.





1.10. att. VT efektivitātes analīze Ventspilī

VT efektivitāti Latvijas teritorijā katrā no 22 stacijām  $C'_{ei}$  HAVT tipa vēja turbīnām ar nominālo jaudu 2,5 kW var attēlot kā jaudas koeficienta  $C_{ei}$  un  $C_{e\ max}$  telpisko sadalījumu attiecību relatīvajās vienībās (1.11. att.)

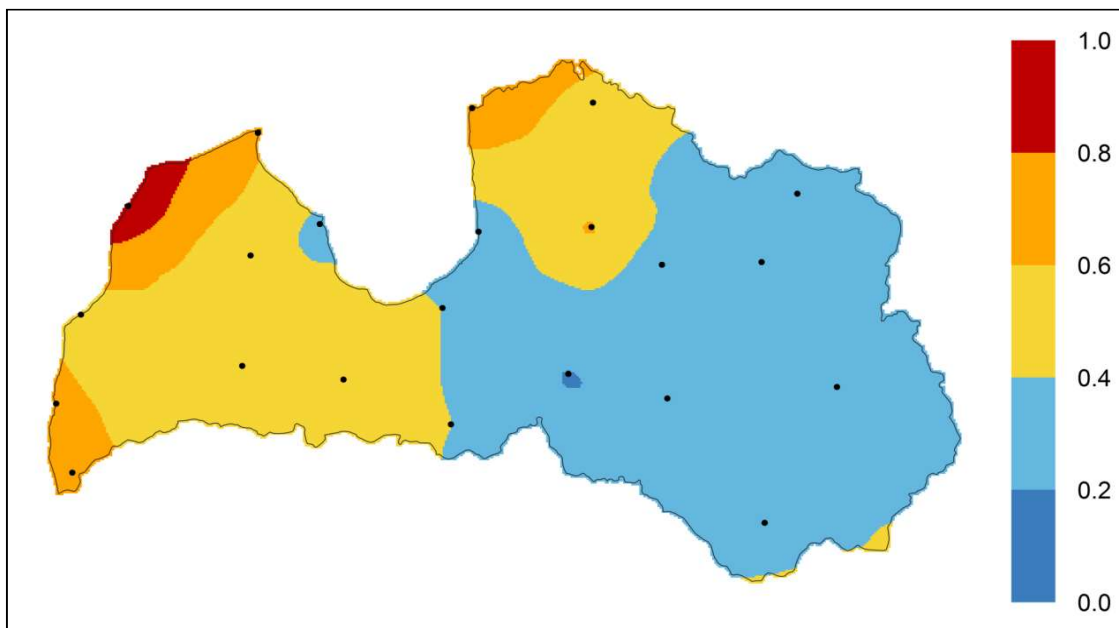
$$C'_{ei} = \frac{C_{ei}}{C_{e\ max}} \quad (1.7)$$

$C_{e\ max}$  atbilst HAVT tipa VT ar nominālo jaudu 2,5 kW, kas uzstādīta Ventspilī atbilstoši 1.3. tabulai.

VT efektivitātes Latvijā  $C'_{ei}$  kartē relatīvajās vienībās (1.11. att.) cipari apzīmē apgabalus, kuros paredzams, ka HAVT tipa VT ar nominālo jaudu 2,5 kW darbosies ar noteiktu efektivitātes līmeni salīdzinājumā ar Ventspili.

Pēc 1.11. att. var prognozēt VT izmantošanas efektivitāti Latvijā 10 m virs zemes.





1.11. att. VT efektivitātes analīze Latvijā

Atbilstoši veiktajai vēja efektivitātes analīzei Latvijā vispiemērotākais reģions mazjaudas vēja turbīnu uzstādīšanai Latvijā ir Ventspilī. Kā piemēroti reģioni uzskatāmi arī Vidzemes jūras piekraste, Vidzemes augstiene, Kurzeme un lielākā daļa Zemgales. Pārējā Latvijas teritorijā vēja efektivitāte ir zemāka, tādējādi samazinās saražojamās elektroenerģijas daudzums ar mazjaudas VT.

### 1.1.2. Vēja turbīnu tirgus apkopojums Latvijā

Piedāvājums mazas jaudas VT tirgū kopumā ir ļoti liels, un izvēle līdz ar to plaša<sup>10</sup>. Vēja ģeneratori pārsvarā tiek uzstādīti grupās, retāk izmantoti atsevišķi. Tipiski elektriskais lietderības koeficients ir aptuveni 24%. Eksploatācijas izmaksas ir starp 4 €/kWh un 12 €/kWh<sup>11</sup>. Latvijā VT piedāvā vairāki tirgotāji, piemēram, SIA „Energo GM”<sup>12</sup>, SIA „Kalni & Vējš”<sup>13</sup>, SIA „Nature Power”<sup>14</sup> u.c. Uzstādīšanas izmaksas, tai skaitā pieslēgšana pie tīkla, ir aptuveni 2000 € neatkarīgi no VT jaudas.

#### Standarta komplektācijā ietilpst:

- vējagregāts;
- turbīnas spārni;
- invertors;

10 Mazo VT apkopojums, [www.allsmallwindturbines.com](http://www.allsmallwindturbines.com), skatīts 15.04.2018.

11 The European wind energy association / internets – <http://www.ewea.org/windenergy-basics/>, skatīts 12.04.2018.

12 SIA „Energo GM” piedāvājums [http://www.energogm.eu/lv/products/wind\\_turbines/vestas](http://www.energogm.eu/lv/products/wind_turbines/vestas), skatīts 15.04.2018.

13 SIA „Kalni&Vējš” piedāvājums [http://www.kerveju.lv/ieslegt\\_tikla.php](http://www.kerveju.lv/ieslegt_tikla.php), skatīts 15.04.2018.

14 SIA „Nature Power” piedāvājums <http://naturepower.lv/lv/piedavajam/>, skatīts 15.04.2018.

- kontrolieris;
- masts (standarta komplektācijā ar atsaitēm).

Tirgotāju piedāvājumi Latvijā apkopoti 1.4. tabulā.

1.4. tabula. VT tirgotāju piedāvājumu piemēri

VT komplektācijas piemēri	Nominālā jauda, kW	Kopējās VT izmaksas, € bez PVN
1. piemērs bez masta, bez pieslēgšanas pie tīkla	0,4	812
2. piemērs bez masta, bez pieslēgšanas pie tīkla	0,5	669
3. piemērs ar mastu, bez pieslēgšanas pie tīkla	0,5	847
4. piemērs bez masta, bez pieslēgšanas pie tīkla	1	1 000
5. piemērs ar mastu, bez pieslēgšanas pie tīkla	1	1 269
6. piemērs ar mastu, bez pieslēgšanas pie tīkla	2	1 727
7. piemērs bez masta, ar pieslēgšanu pie tīkla	2	3 880
8. piemērs bez masta, bez pieslēgšanas pie tīkla	3	3 504
9. piemērs bez masta, ar pieslēgšanu pie tīkla	3	5 550
10. piemērs bez masta, bez pieslēgšanas pie tīkla	5	7 607

## 1.2. Saules paneļu apskats

Elektrības ražošanai tiek izmantota Saules radiācija, nevis siltums, tāpēc neatkarīgi no gaisa temperatūras saules paneļi darbojas pat mākoņainā vai lietainā laikā, kā arī saulainajās ziemas dienās, kad āra temperatūra ir pat  $-20^{\circ}\text{C}$ . Par Saules radiāciju sauc to Saules elektromagnētiskā starojuma daļu, kura viļņu garums ir 100-400 nm Faktori, kas ietekmē Saules radiācijas daudzumu uz Zemes, ir šādi:

- Saules staru krišanas leņķis: jo augstāk Saule ir pie debesīm, jo lielāks Saules radiācijas daudzums nonāk uz Zemes virsmas. Tādēļ Saules radiācijas daudzums mainās atkarībā no diennakts laika un gadalaika. Mūsu platuma grādos vislielākais daudzums Saules radiācijas sasniedz Zemes virsmu laikā, kad Saule ir visaugstāk, tas ir, vasaras mēnešos. Vasaras laikā vislielākais Saules augstums ir tā saucamajā Saules pusdienlaikā, kas ir laika periodā no plkst. 13 līdz plkst. 14 pēc vasaras laika;
- atrašanās vieta (ģeogrāfiskais platums): jo tuvāk Saule ekvatoram, jo augstāks ir Saules radiācijas līmenis;
- Saules radiācija, kas ir lielāka, ja debesis ir pilnīgi skaidras. Tomēr pat tad, ja debesis klāj mākoņi, Saules radiācijas daudzums var būt ievērojams;
- augstums no Zemes virsmas, kur atmosfēra nesatur tik daudz Saules radiāciju absorbējošās gāzes kā uz zemes. Tādēļ līdz ar augstumu Saules radiācijas daudzums pieaug. Uz katriem 1000 augstuma metriem Saules radiācijas daudzums pieaug par 10% līdz 12 %;

- ozons, kas absorbē daļu Saules radiācijas. Atkarībā no ozona slāņa izmaiņām gada un pat diennakts laikā mainās arī Saules radiācijas daudzums;
- zemes (vai ūdens) virsma, kura saņem Saules radiāciju, to atstaro kā jebkuru citu Saules radiācijas spektra daļu. Svaigs sniegs spēj atstarot līdz 80% no Saules radiācijas, pludmales smiltis – 15%, bet ūdens virsma – 25%. Atstarošanas ietekmē cilvēks saņem Saules radiācijas daļu arī, atrodoties ēnā.

**Saules paneļi (SP)** elektrības iegūšanai no Saules tika demonstrēti jau 1954. gadā un kopš tā laika ir plaši pieejami un izmantoti. Tiek mēģināts uzlabot to lietderību un samazināt to ražošanas izmaksas, lai palielinātu konkurētspēju. Šajos gados SP ir ieviesti būtiski uzlabojumi un ir sagaidāms, ka tie turpināsies. Tiek prognozēts, ka tuvākajā nākotnē kristāliskie SP turpinās dominēt šajā tirgus segmentā sakarā ar faktu, ka mērķis ir no mazāka laukuma iegūt lielāku lietderības koeficientu <sup>15</sup>.

**Plānā pārklājuma** (angļu val. – *thin film*) SP ir plānu materiālu slāņi, sākot no nanometra (vienslāņa) frakcijām līdz vairāku mikrometru biezumam. Plānā pārklājuma tehnoloģiju nozīmīgākie izmantošanas virzieni ir elektronisko pusvadītāju ierīces optisko pārklājumu veidā. Analizējot enerģijas ieguves iespējas, izmantojot tiešo Saules starojumu, plānā pārklājuma tehnoloģija ir aktuāla, jo pēdējos gados strauji palielinās plānā pārklājuma SP efektivitāte un samazinās to ražošanas izmaksas. Tos ir iespējams ražot kā elastīgu un plānu materiālu, tas paver plašu šo materiālo pielietojuma spektru, kombinējot ar dažādiem materiāliem. Plānā pārklājuma paneļus var iedalīt četrās grupās atkarībā no to sastāva.

Pirmais veids ir **amorfa (nekristāliska) silīcija (a-Si) SP**. Tā ir attīstītākā plānā pārklājuma tehnoloģija. Amorfs ir materiāls, kurā atomi nav izkārtoti konkrētā secībā. Tie neveido kristālisku struktūru, un tie satur lielu skaitu struktūras savienojuma defektu. 1974. gadā sāka amorfo silīciju izmantot SP, rūpīgi kontrolējot uzklāšanas apstākļus un sastāvu. Mūsdienās amorfā silīcija SP izmanto zema elektroenerģijas patēriņa ierīcēs, piemēram, rokas pulksteņos, kalkulatoros. Amorfa silīcijs absorbē Saules radiāciju 40 reizes efektīvāk nekā monokristāliskais silīcijs. Tā aptuvenais biezums ir tikai 1 mikrometri, bet tas spēj uzņemt 90 % izmantojamās Saules enerģijas. Tas ir viens no faktoriem, kas veido zemās izmaksas. Amorfo silīciju var ražot pie zemām temperatūrām. Šīs īpašības padara amorfo silīciju par vadošo plānā pārklājuma materiālu. Trūkstošie atomi rada caurumus elektronu ķēdēs, nevis veido saites, bet caurumi var tikt neitralizēti, pielietojot neredzamu ūdeņraža. Ūdeņraža atomi ieņem iztrūkstošo atomu vietas, un tā rezultātā elektroni var brīvi plūst materiālā. Šī īpašība padara amorfo silīciju nestabilu, jo laika gaitā efektivitāte samazinās pat par 20%. Amorfa silīcija elementi ir projektēti tā, lai rastos plāns (0,008 mikrometru) p-tipa virsējais slānis, biežāks (0,5 līdz 1 mikrometru) vidējais slānis, kas sastāv no trīs atsevišķiem slāņiem. Virskārta ir izgatavota tik plāna, lai lielākā daļa gaismas ietu tieši caur to un rastos brīvie elektroni vidējā slānī. Starp *p* un *n* tipa slāni rodas elektriskais lauks, kas rada elektronu kustību.

<sup>15</sup> Artūrs Kamenders, Dzintars Jaunzems, u.c. Saules enerģiju izmantojošo energoapgādes tehnoloģiju un sistēmu izpēte un noieta tirgus analīze, Rūpnieciskais pētījums, 2009. gada decembris, 5. lpp., 14.–21. lpp., 33. – 35. lpp.

Vēl viens svarīgs polikristāliskais pārklājums ir kadmija telurīds. **Kadmija telurīds (CdTe)** ir kristāliskais savienojums, kas veidojas no kadmija un telūra. To izmanto kā infrasarkanu staru optisko logu un saules šūnu materiālu. Šim materiālu veidam piemīt ļoti augsta absorbcijas spēja. Tā slāņi ir caurspīdīgs materiāls, pārvades oksīds, kadmija sulfīds, kadmija telurīds, atgriezeniskais kontakts. Parasti kadmija telurīdu izmanto SP bez sakausējumiem, tomēr to ir viegli kombinēt ar cinka, dzīvsudraba un citiem elementiem, lai mainītu tā īpašības. SP pārklājums sastāv no:

- caurspīdīga materiāla, ko parasti izmanto parasto logu stiklu ražošanā, jo tas ir izturīgs un salīdzinoši lēts. Parasti tas ir 2-4 mm biezs, pasargā aktīvo slāni no vides iedarbības un uzlabo visa SP mehānisko stiprību. Materiāls ir veidots, lai samazinātu atstarojošo efektu;
- pārvades oksīda, nepieciešams, lai samazinātu SP pretestību;
- kadmija sulfīda, kas ir n-tipa leģēts polikristāliskais slānis;
- kadmija telurīda, kas darbojas kā efektīvs absorbētājs un tiek izmantots kā p-tipa pāreja;
- atgriezeniska kontakta, kas parasti ir zelta vai alumīnija veidots slānis ar mērķi samazināt iekšējo pretestību.

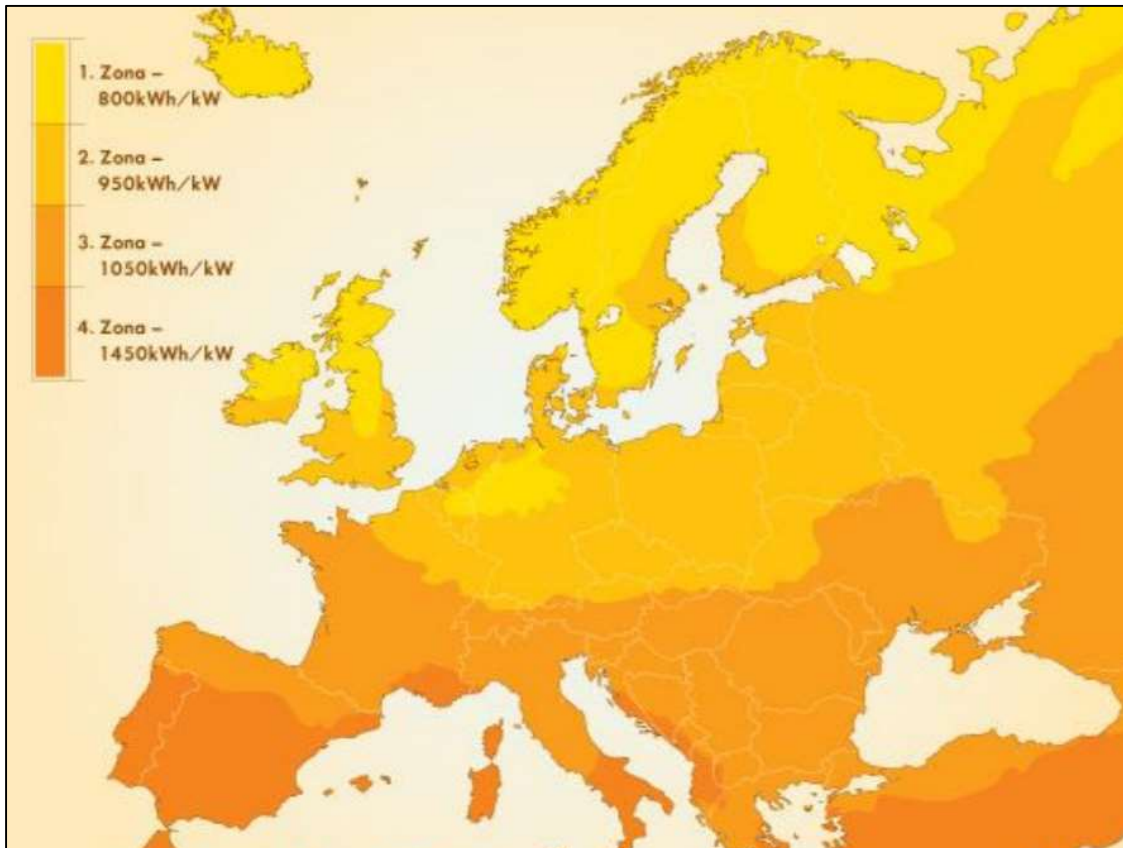
**Vara indija gallija (di) selenīds** ir salikts pusvadītāju materiāls, kas sastāv no vara, indija, gallija un selēna. Angļu valodā izmanto nosaukumu *CIGS*, tas radies no ķīmisko elementu angļu nosaukumu pirmajiem burtiem (*Copper indium gallium (di) selenide*). Atšķirībā no silīcija šūnām *CIGS* šūnu struktūra ir sarežģītāka. 2005. gadā “*National Renewable Energy Laboratory*” komanda sasniegta jaunu pasaules SP efektivitātes rekordu – 19,9% –, pārveidojot *CIGS* virsmas īpašības. Tā ir augstākā SP efektivitāte, salīdzinot ar citām plāno pārklājumu tehnoloģijām. *CIGS* SP nav tik efektīvi kā silīcija SP, kuru efektivitāte ir apmēram 25%, bet nākotnē tie varētu kļūt ievērojami lētāki, jo tiem ir zemākas izejmateriālu izmaksas un ir paredzams ražošanas izmaksu pazeminājums. Vēl viena priekšrocība, salīdzinot ar citiem plāno pārklājumu materiāliem, ir zemāks toksisko materiālu īpatsvars. Aktīvo slāni var uzklāt tieši uz ar molibdēnu pārklāta stikla loksnēm vai tērauda joslā polikristāliskā formā, kas ietaupa ražošanas izmaksas. Turklāt šie substrāti var būt elastīgi. Kristāliskos silīcija SP visbiežāk iedala monokristāliskos un polikristāliskos. SP sastāv no silīcija fotoelementiem, kuri būtībā ir lielas pusvadītāju fotodiodes ar lielu p-n pārejas laukumu. Lai arī no gallija var izgatavot SP ar visaugstāko lietderības koeficientu, tie ir dārgāki nekā silīcija SP. Tādēļ lielāko daļu fotoelementu ražo no silīcija. Ir vairākas tehnoloģijas silīcija fotoelementu izgatavošanā.

Viens no uzskatāmākajiem pētījumiem ir “*Joint Reserarch Europe Geographical Assessment of Solar Resource and Performance of Photovoltaic Technology*”, kurā izstrādātas kartes, kas ļauj redzēt **gada globālo Saules starojumu uz horizontālas vai piemēroti slīpas virsmas un potenciālo elektroenerģijas daudzumu gadā, ko var saražot, izmantojot Saules enerģiju ar SP sistēmu ar jaudu 1 kW un efektivitāti 0,75.**

Jāatzīst, ka šāda efektivitāte ir ļoti augsta un šobrīd tā nav publiski sasniegta (1.12. att.)<sup>16</sup>. Kā uzskatāmi redzams 1.12. att., Saules starojums Eiropā ir robežās no 1150 līdz 1200 kWh/m<sup>2</sup>

<sup>16</sup> SolarGIS karte, skatīts 12.04.2018.

gadā, savukārt SP ar jaudu 1 kW un efektivitāti 0,75 teorētiski spētu saražot no 860 līdz 900 kWh elektroenerģijas gadā.



1.12. att. Saules radiācijas intensitāte Eiropā

Avots: SolarGIS karte, skatīts 12.04.2018.

### 1.2.1. Saules paneļi Latvijā

Saules enerģijas izmantošana ir videi draudzīgs veids, kā segt, piemēram, kondicionieru elektroenerģijas patēriņu vasarā. Lai SP būtu izdevīgi Latvijā, nepieciešams atbalsts ražotājlietotājiem<sup>17 18</sup>.

**Latvijā Saules radiācijas mērījumi tiek veikti tikai vienā novērojumu stacijā – Rucavā<sup>19</sup>.** Ik dienu laika ziņās piedāvā Saules radiācijas indeksa prognozi<sup>20</sup>. Kā redzams tālāk

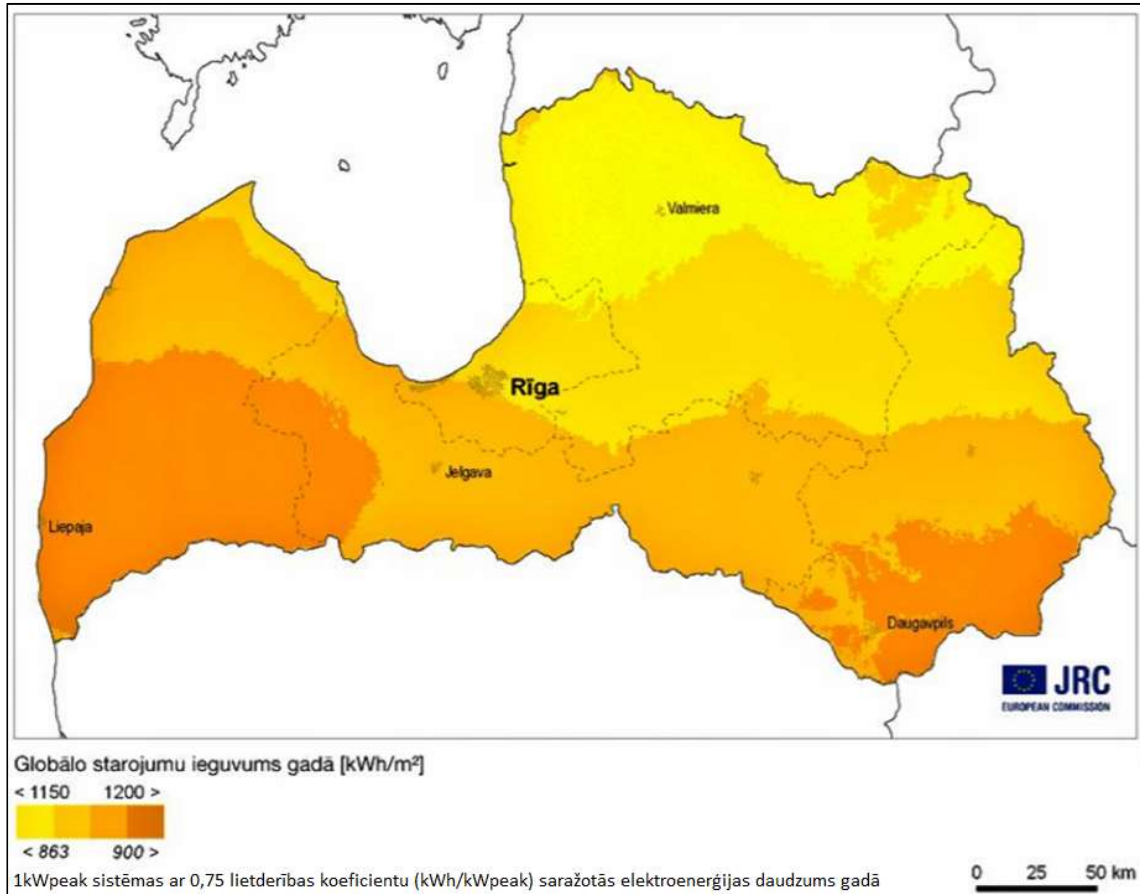
17 Sabrina Hempel, Carl Schweinsberg, Jan-David Schmidt, Dr.-Ing. Ekehard Tröster and Dr. Dipl.-Ing. Thomas Ackermann "Smart Network Control with Coordinated PV Infeed" Energynautics GmbH. Darmstadt, Germany, p. 10

18 W. Sheng, K.-Y. Liu, S. Cheng et al., "A trust region SQP method for coordinated voltage control in smart distribution grid", IEEE Trans. Smart Grid, vol. 7, no. 1, pp. 381-391, 2015.

19 Saules radiācijas mērījumi: <http://www.meteo.lv/meteorologijas-operativa-informacija/?nid=459&pid=-2>, skatīts 12.04.2018.

20 Saules radiācijas prognoze: <http://www.meteo.lv/lapas/laika-apstakli/meteorologiskas-prognozes/uvi-prognoze/ultravioletas-radiācijas-indeksa-prognoze?id=1776&nid=841>, skatīts 12.04.2018.

norādītajā Saules radiācijas kartē, Latvijā Saules enerģijas potenciāls ir līdzīgs kā Vācijā un Anglijā, kur saules paneļi tiek izmantoti jau ļoti sen un plaši (1.13. att.).



1.13. att. Globālā Saules radiācija un elektrības potenciāls

Avots: SolarGIS karte, skatīts 12.04.2018.

Kā zināms, lielākā efektivitāte SP ir no marta līdz septembrim. Atlikušajos – rudens, pavasara un ziemas – mēnešos tiek saražoti 10% no kopējā gadā saražotās elektroenerģijas daudzuma.

No novembra līdz martam Saules enerģijas potenciāls ir minimāls un nevar nodrošināt nepārtrauktu saražotās elektroenerģijas pietiekamību bez papildu enerģijas avota, piemēram, dīzeļģeneratora.

1.14. att. redzama SP saražotā elektroenerģija gadā atkarībā no SP jaudas un paneļu skaita.



Saules panelis			Saražotās enerģijas potenciāls (kWh)												
kW	skaitis	m <sup>2</sup>	jan	feb	mar	apr	mai	jūn	jūl	aug	sep	okt	nov	dec	kopā
1,0	4	6,7	20	50	80	110	140	130	130	110	80	54	20	10	900
2,0	8	13,4	40	100	170	230	280	260	260	230	170	109	40	20	1900
3,0	12	20,2	60	140	250	340	430	400	390	340	250	164	70	40	2900
4,0	16	26,9	80	190	330	460	570	530	520	460	330	219	90	50	3800
5,0	20	33,6	100	240	420	570	710	660	660	570	420	274	110	60	4800
6,0	24	40,3	120	290	500	680	850	790	790	680	500	329	130	70	5700
7,0	28	47,0	140	340	590	800	990	920	920	800	580	384	160	80	6700
8,0	32	53,8	160	380	670	910	1140	1060	1050	910	660	439	180	100	7700
9,0	36	60,5	180	430	750	1030	1280	1190	1180	1030	750	494	200	110	8600
10,0	40	67,2	200	480	840	1140	1420	1320	1310	1140	830	549	220	120	9600
12,0	48	80,6	240	580	1000	1370	1700	1580	1570	1370	1000	659	270	150	11500
15,0	60	100,8	300	720	1250	1710	2130	1980	1970	1710	1250	824	330	180	14400
17,0	68	114,2	350	820	1420	1940	2410	2240	2230	1940	1410	934	380	210	16300

1.14. att. Saules paneļu saražotā jauda

Avots: SolarGIS karte, skatīts 12.04.2018.

Lai nodrošinātu iespējami efektīvu Saules sistēmu darbību, ieteicams tos uzstādīt reģionam piemērotākajā leņķī, brīvi stāvošus, piemēram, ja SP netiek uzstādīts piemērotākajā leņķī, tad Latvijas klimatiskajos apstākļos enerģijas zudumi var būt apmēram 28%. Ja SP nav optimaizēta, tas nozīmē, ka, ja kāds no SP tiek noņemts, tad jauda samazinās visai SP virknei.

SP var uzstādīt gan uz jumta, gan uz zemes. SP var uzstādīt uz visiem segumiem, izņemot salmu jumtus. Atšķiras tikai SP nepieciešamo stiprinājumu veidi. SP var izvietot arī atsevišķi, neatkarīgi vienu no otra. **Viens 250 W panelis aizņem 1,63 m<sup>2</sup> lielu platību** (1640 x 992 x 42 mm), tā masa ir 21 kg. Vienā komplektā var būt no 6 līdz pat 40 SP. SP regulāra apkope nav nepieciešama, jo lietus tos no putekļiem attīra, un sniega sega, SP uzsilstot, ātri nokūst vai noslīd.

#### Saražotās elektroenerģijas daudzuma ietekmējošie faktori, izmantojot SP, ir:

- SP izmērs, jauda;
- efektivitāte – no 10...15% (Si) līdz 16...22% (CdTe,  $\text{CuInSe}_2$ ) – tātad no 1 m<sup>2</sup> (Saules konstante 1370 W/m<sup>2</sup>) tiek iegūti maksimāli 140...300 W elektroenerģijas;
- SP uzstādīšanas virziens un leņķis;
- SP izmantošanas koeficients – neprognozējamie apstākļi: mākoņi, lietus, absorbcija, putekļi, tvaiki, migla;
- fiksēts SP stāvoklis/sekošanas sistēma;
- vidējā Saules starojuma enerģija gadā – Zemes virsma, Latvija;
- Saules starojuma sezonālitate;
- tehnoloģijas problēmas;

- optimaizera esamība;
- papildu zudumi;
- zemsprieguma elementi – ievērojamas jaudas iegūšanai SP jāslēdz virknē, kas samazina kopējo drošumu;
- elektroenerģijas uzkrāšana; ja izmantošana un ieguve ir pretfāzē, nepieciešama akumulācija, ir papildu zudumi (1.15. att.).



1.15. att. Saules paneļu pieslēgšanas shēma

1 – saules paneļi; 2 – tīkla invertors; 3 – mājas sadale; 4 – elektroenerģijas skaitītājs; 5 – pievienojums elektrotīklam; 6 – elektroierīces; 7 – sistēmas monitorings

Avots: SIA Sinergo piedāvājums <http://sinergo.lv/risinajumi/elektrotiklam-pieslegtas-saules-bateriju-sistemas>, skatīts 12.04.2018.

SP darbības efektivitātes novērtēšana NETO sistēmas ietvaros var būt veikta, izmantojot divas pieejas:

- **teorētisko**, kad ir aprakstīta SP darbību atkarībā no visiem laikā mainīgiem parametriem, kur lielai daļai no tiem ir gadījuma raksturs;
- **eksperimentālo**, kad SP darbība tiek novērtēta, veicot mērījumus un pieņemot, ka nākotnē enerģijas izstrāde atkārtosies.



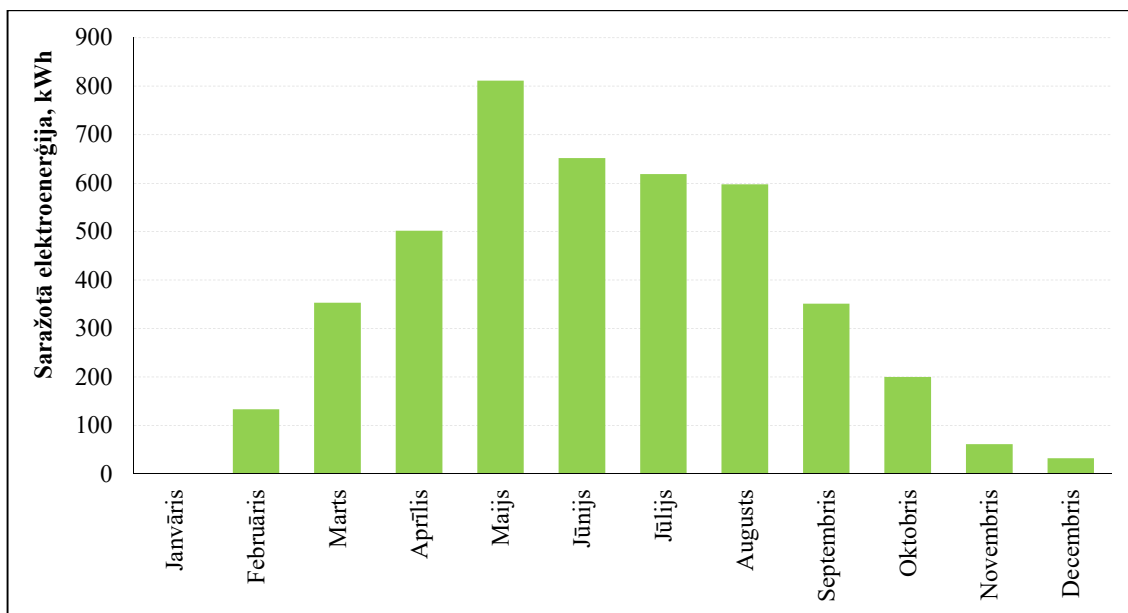
Praksē tiek pielietotas abas pieejas <sup>21 22</sup>.

**Teorētiskās pieejas** izmantošana ir saistīta ar nepieciešamību modelēt vairākus korelētos gadījuma procesus, kas ir komplicēti, veidojot procesu apraksta statistisko modeli <sup>23</sup>.

**Eksperimentālā pieeja** saistīta ar mērījumu veikšanu, kas prasa papildu laiku un izdevumus. **Izvērtējumā tiek izmantota eksperimentālā pieeja**, kuru varēja realizēt, pateicoties mērījumu datu bāzes esamībai. Tiek izmantoti sekojoši katras stundas mērījumu rezultāti gada griezumā:

- reālas saules paneļu stacijas saražotās elektroenerģijas daudzuma mērījumi;
- *Nord Pool* elektroenerģijas biržas tirgus cenas;
- vairāku reālu RL elektroenerģijas patēriņš.

SP saražotā elektroenerģija reģistrēta, izmantojot iekārtas, kas uzstādītas uz Rīgas TEC-2 1. energobloka jumta (uzstādīšanas laiks – 2017. gada 31. janvāris). Objektā ir uzstādīti 18 SP (*Solitec standart SELFA SV-60P.4-260 W*) ar kopējo jaudu 4680 W un 5300 W jaudīgiem vienfāzes invertoriem (*Sunny Boy 5000TL-21*). 1.16. att. ir apkopotie saražotās elektroenerģijas rezultāti 2017. gadā.



1.16. att. Eksperimentālajā objektā saražotā elektroenerģija 2017. gadā

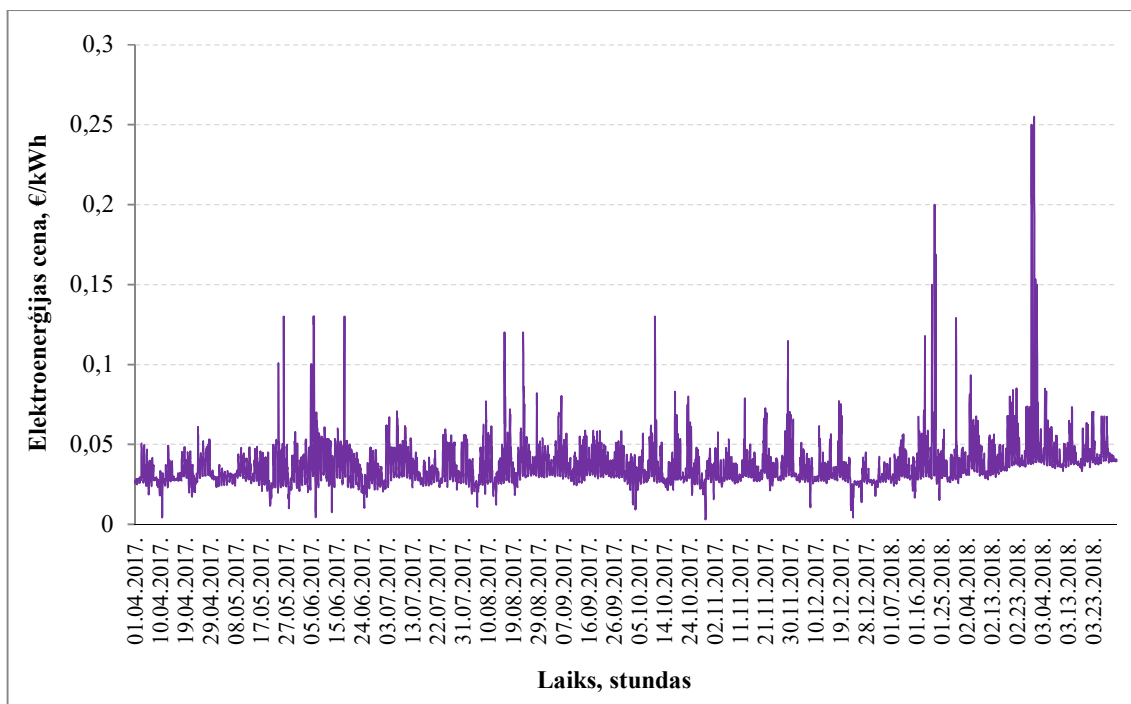
21 Saleh Mohammadi, Bauke de Vries, Wim Schaefer, Modeling the Allocation and Economic Evaluation of PV Panels and Wind Turbines in Urban Areas, *Procedia Environmental Sciences*, Volume 22, 2014, pp. 333-351.

22 Petričenko, Ļ., Broka, Z., Sauhats, A., Bezrukovs, D. Cost-Benefit Analysis of Li-Ion Batteries in a Distribution Network. In: *European Energy Market 2018*, Poland, Lodz, 27-29 June, 2018. pp.1-5.

23 Saleh Mohammadi, Bauke de Vries, Wim Schaefer, Modeling the Allocation and Economic Evaluation of PV Panels and Wind Turbines in Urban Areas, *Procedia Environmental Sciences*, Volume 22, 2014, pp. 333-351.

Modelējot dažādas jaudas SP izvērtējumā, tiek pieņemts, ka to katras stundas izstrāde ir tieši proporcionālā eksperimentālā objekta datiem.

Nord Pool biržas tirgus cenas ir reģistrējamas un publiski pieejamas <sup>24</sup>. Pētījumā tiek izmantotas elektroenerģijas cenas no 2017. gada 31. marta līdz 2018. gada 1. aprīlim (1.17. att.).

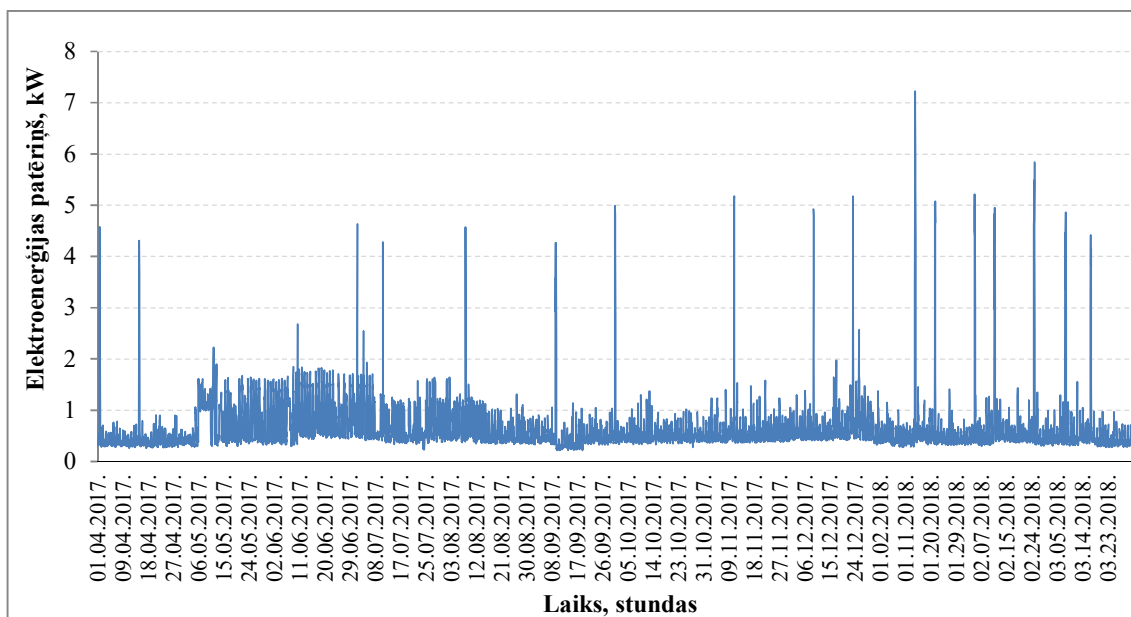


1.17. att. Nord Pool biržas elektroenerģijas cena gadā

Lai pārstāvētu RL daudzveidību NETO sistēmas modelēšanai, tika ieviests vidējā lietotāja jēdziens.

Lai formētu tāda RL gada katras stundas elektroenerģijas patēriņa profilu, tika apvienoti dati no ML lietotājiem. Dati ietver 2016. gada katras stundas elektroenerģijas pieprasījumu no 10 privātmājām un 31 dzīvokļiem. Dati apkopoti vienā gada vidējā rindā ar vienas stundas soli (1.18. att.).

<sup>24</sup> Nord Pool biržas cenas, <https://www.nordpoolgroup.com/>, skatīts 20.06.2018



1.18. att. Lietotāju datu kopas elektroenerģijas patēriņš gadā

**Saules radiācijas enerģiju Latvijā var izmantot 1700-1900 stundas gadā. Latvijā ar 1 kW SP ir iespējams saražot vidēji 900-1000 kWh elektroenerģijas gadā, vasaras mēnešos aptuveni 130-140 kWh, ziemas mēnešos – 5-25 kWh mēnesī. Var secināt, ka Saules enerģiju izmantot Latvijā elektroenerģijai atmaksāsies tikai ar augstas efektivitātes tehnoloģijām un iespējami zemākiem kapitālieguldījumiem. SP ar optimaizeriem Latvijā ideālos apstākļos gadā saražotu līdz 1018 kWh elektroenerģijas uz vienu uzstādīto kW.**

### 1.2.2. Saules paneļu tirgus apkopojums Latvijā

Latvijas tirgū SP piedāvā vairāki ražotāji. Pirms ražotāja izvēles nepieciešams pārliecināties par SP atbilstību SSO mikroģeneratoru (MĢ) pieslēgšanas prasībām. Elektroenerģijas tirgotāju piedāvājumu apskatā parādīti galvenie elektroenerģijas tirgotāji, kas piedāvā arī uzstādīt SP. RL nepieciešams pārliecināties, ka SP tirgotāja nolīgtajiem elektrospeciālistiem ir atbilstoša sertifikācija MĢ uzstādīšanai. Tas nepieciešams SSO SP uzstādīšanas atļaujas saņemšanai. Daži no SP tirgotājiem ir, piemēram, SIA „EG Inženieri”<sup>25</sup>, SIA „Sun Invest” dod SP 12 gadu garantiju, optimaizeriem – 25 gadus, invertoriem – 5 gadus, montāžas darbiem – 2 gadus. Lai aizsargātu SP no iespējamiem zibens un pārsprieguma radītiem bojājumiem, RL tiek piedāvāti arī papildpakalpojumi – zibensaizsardzības un pārspriegumaizsardzības sistēmu uzstādīšana. SP ir nepieciešama papildu aizsardzība pret zibeni vai pārspriegumu, to neuzstādot, zibens spēriena vai pārsprieguma gadījumā SP garantija nedarbojas. Uzstādīšana un montāža tiek nodrošināta pakalpojuma ietvaros, kas veido aptuveni 10% no kopējās SP cenas. SP montāža pēc dokumentu saskaņošanas procesa ilgst vidēji 2-3 dienas. Tirgotāju piedāvājumi apkopoti

<sup>25</sup> SIA „EG Inženieri” piedāvājums <http://solenergo.lv/saules-baterijas/saules-bateriju-sistemas>, skatīts 12.04.2018.

1.5. tabulā. Tirgotāju piemēri tiek izmantoti turpmākos modelēšanas aprēķinos. **Komplektā parasti ietilpst:**

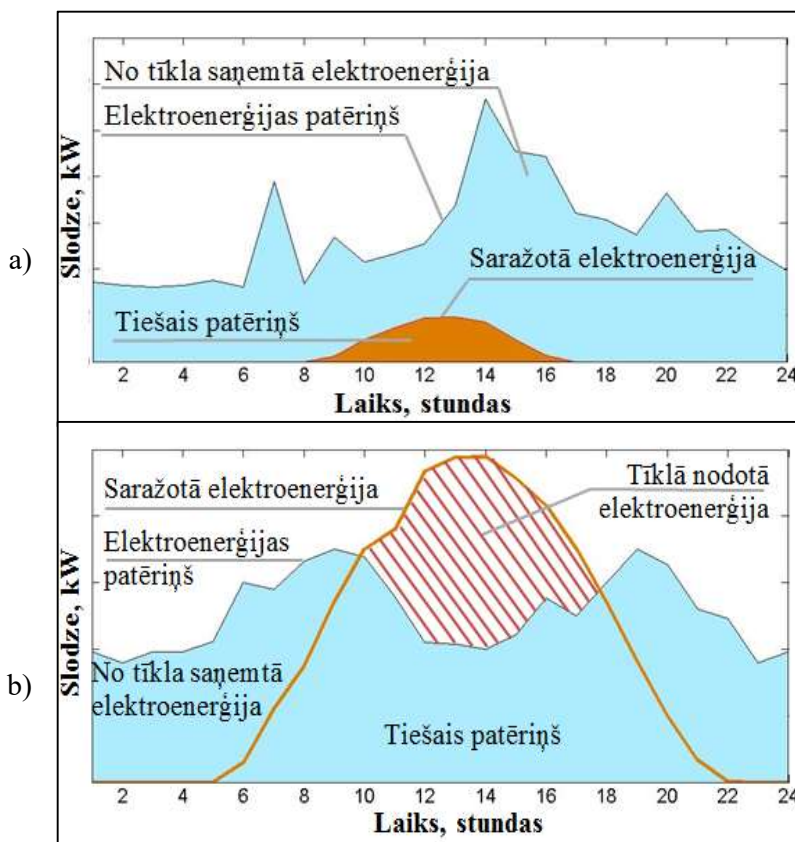
- invertors;
- saules panelis;
- kabelis, kabelis invertora pieslēgšanai, zemējuma vads;
- aizsargslēdzis saules paneļa aizsardzībai;
- stiprinājumi trapecveida skārda jumta profilam.

1.5. tabula. Saules paneļu tirgotāju piedāvājumu piemēri

Sistēmas komplektācijas piemēri	Paneļu skaits	Nominālā jauda, kW	Saražotā enerģija gadā, kWh	Kopējās sistēmas izmaksas, ieskaitot stiprinājumus un montāžu, € bez PVN
1. piemērs	6	1,5	1 424	2 917
2. piemērs	12	3,24	3 000	3 700
3. piemērs ar paaugstinātu efektivitāti	14	4,2	4 200	6 400
4. piemērs ar optimaizeru	16	4,24	4 300	5 200
5. piemērs	18	4,86	4 400	5 300
6. piemērs ar paaugstinātu efektivitāti	22	6,6	6 700	9 700
7. piemērs ar optimaizeru	25	6,75	6 800	7 900
8. piemērs	40	10,8	10 100	9 999
9. piemērs ar paaugstinātu efektivitāti	40	12	12 100	15 900
10. piemērs ar optimaizeru	45	12,15	12 300	12 900

## 2. NETO SISTĒMAS DARBĪBA

Elektroenerģijas NETO sistēma ir kārtība, kādā veicami maksājumi par patērēto elektroenerģiju un kādā SSO veic ieskaitu par RL patērēto un saražoto elektroenerģiju, kas nodota SSO tīklā. NETO sistēmas RL patērē visu saražoto elektroenerģiju tiešā patēriņā vajadzībām, kad saražotā elektroenerģija ir vienāda vai mazāka nekā kopējā patērētā elektroenerģija (2.1. a) att.). NETO sistēmas RL saņem no tīkla elektroenerģiju, kad saražotais elektroenerģijas daudzums ir mazāks nekā patērētais elektroenerģijas daudzums. Gadījumā, ja saražotais elektroenerģijas daudzums pārsniedz elektroenerģijas patēriņu, starpība tiek nodota tīklā. (2.1. b) att.).



2.1. att. NETO sistēmas darbība: a) ziemas diena b) vasaras diena

Eiropas Savienības Enerģētikas savienības stratēģijas **enerģētikas politikas pamatā ir lietotāji, mudinot viņus pilnībā uzņemties atbildību pārejai uz AER**, lai gūtu labumus no jaunām tehnoloģijām un samazinātu elektroenerģijas rēķinus. AER izmantošana veicina visu Enerģētikas savienības mērķu izpildi: piegādes drošību, pāreju uz ilgtspējīgu enerģētikas sistēmu ar samazinātu siltumnīcefekta gāzu emisiju, rūpniecisko attīstību, kas veicina izaugsmi, jaunu darba vietu rašanos un zemākas elektroenerģijas izmaksas ES ekonomikā. Pateicoties tehnoloģiju attīstībai un jauninājumiem, kuru pamatā ir ES un valstu politika, ir jāparedz efektīvu AER tehnoloģiju ieviešana, lai nodrošinātu ievērojamus izmaksu samazinājumus.

### Labākā prakse ES ietver:

- vienkāršotu atļauju piešķiršanas procedūru izveidi;
- AER tehnoloģiju izmantošanu tiešā patēriņā;
- energosistēmas efektivitātes paaugstināšanu;
- elektroenerģijas pieprasījuma elastības veicināšanu;
- elektroenerģijas uzglabāšanu, izmantojot tirgus darbības principus;
- atbilstošu viedo skaitītāju ieviešanu un datu pieejamības veicināšanu, lai attīstītu lietotāju dalību elektroenerģijas tirgū;
- izvairīšanos no diskriminējošām maksām RL;
- ņemot vērā dažādos dalībvalstu elektroenerģijas tirgus apstākļus, NETO sistēmas nosacījumiem ir jāveicina AER un efektivitātes izmantošanas paaugstināšana, kas balstīta uz objektīviem un nediskriminējošiem kritērijiem, nodrošinot pietiekošu finansējumu tīkla un sistēmas uzturēšanai;
- robežvērtību definēšanu, pēc kurām noteiktie nosacījumi tiek pārskatīti;
- tiesiskās palātvības principu esošajiem RL;
- kad RL kopējā elektroenerģijas ģenerācija sasniedz 3% no kopējās sistēmā patērētās elektroenerģijas, nākamajiem RL var piemērot maksu par tīkla izmantošanu.

### Lai veicinātu NETO sistēmas attīstību un sasniegtu ES mērķus, jāņem vērā vairākas Eiropas enerģētikas regulatoru padomes rekomendācijas <sup>26</sup>, tādas kā:

- **RL iekļaušana tīkla plānošanā.** Lai iegūtu sagaidāmos ieguvumus no RL, pārvades sistēmas operatoram un SSO ir jāņem vērā iespējamās RL atrašanās vietas un potenciālās jaudas, lai izvairītos no neefektīvas tīkla paplašināšanas un uzlabotu sistēmas pārvaldību;
- **lietotāji kā ražotājlietotāji.** Kļūstot par RL, lietotāji iegūst ne tikai priekšrocības, bet arī papildu pienākumus kā tirgotāji;
- **izmaksas atspoguļojoši tarifi.** Tīkla tarifos jābūt iekļautām visām ar tīkla izmantošanu un uzturēšanu saistītām izmaksām, tādējādi novēršot tirgus kropļošanu un nevienlīdzīgu principu piemērošanu;
- **vienlīdzīgums.** Lietotājiem, kas atkarīgi tikai no tīkla darbības, nevajadzētu būt nelabvēlīgākā situācijā, salīdzinot ar RL. Jābūt taisnīgai tīkla izmantošanas un nodokļu sadalei, piemēram, maksa par pieslēguma nodrošināšanu – visiem lietotājiem.
- **šķērssubsidēšanas novēršana.** Visiem lietotājiem jāpiemēro uz energoefektivitāti un AER izmantošanu balstītas izmaksas un ieguvumi. Tas ietver sevī, piemēram, nodokļu un nodevu piemērošanu;
- **piekļuves elastība.** Izmantojot visas pieejamās iespējas, RL jānodrošina iespēja piedalīties tirgus elastības veicināšanā;

<sup>26</sup> CEER rekomendācijas NETO sistēmas izmantošanai <https://www.ceer.eu/documents/104400/-/-/3f246c2a-d417-2a29-d8eb-765bd6579581>, skatīts 29.05.2018.

- **atbilstoša uzskaitē.** RL jābūt uzstādītai elektroenerģijas uzskaitē, kas ļauj tiem piedalīties tirgus līdzsvarošanā ar vienlīdzīgiem noteikumiem ar citiem tirgus dalībniekiem.

Izstrādājot un pilnveidojot regulējumu Latvijā, būtu jāņem vērā Eiropas enerģētikas regulatoru padomes rekomendācijas<sup>27</sup> un labākās prakses piemēri (2.1. tabula).

*2.1. tabula. Rekomendācijas NETO sistēmas pilnveidei*

<b>1</b>	<b>Atbilstības kritēriji un ierobežojumi</b>	
1.1.	Tehnoloģijas	Visu veidu tehnoloģijas ir piemērojamas NETO sistēmai
1.2.	Rekomendācijas	RL līdz 500 kW ir atbrīvojami no maksas par balansēšanu
1.3.	Lietotāju veidi	Regulējumā nepieciešams definēt precīzus lietotāju veidus NETO sistēmas piemērošanai
1.4.	Jaudas ierobežojumi	Iepriekš jādefinē kopējais maksimālais jaudas ierobežojums. Individuālais jaudas ierobežojums uzstādāms atkarībā no lietotāja patēriņa. Iespējams uzstādīt ierobežojumus sistēmas līmenī vai visiem RL vienādu jaudas ierobežojumu
1.5.	Saražotā elektroenerģija	RL saražotās elektroenerģijas daudzumam jābūt mazākam par patērētās elektroenerģijas daudzumu
1.6.	MĢ pieslēgums	RL jāsaņem SSO noteikumi MĢ pieslēgumam un jāatbilst SSO prasībām
1.7.	Tehniskie kritēriji	Tehniskie kritēriji jānosaka atbilstoši ENTSO-E tīkla kodeksam
1.8.	Vienfāzes pieslēgums	Var izmantot jaudas ierobežojumus, lai novērstu fāžu nesimetriju
1.9.	Elektroenerģijas uzskaitē	Elektroenerģijas skaitītājam atsevišķi jāuzskaita tīklā nodotā un no tīkla saņemtā elektroenerģija. Atsevišķi rekomendējama kopējās saražotās elektroenerģijas uzskaitē, lai precīzāk vērtētu valsts attīstību AER tehnoloģiju izmantošanā
1.10.	Pieslēguma gaita	SSO un regulējošai iestādei jāizveido vienkārša, saprotama, pārredzama pieslēguma gaita, lai samazinātu RL, administrācijas izmaksas un pieslēguma ilgumu
<b>2.</b>	<b>NETO sistēmas nosacījumi</b>	
2.1.	Galvenais princips	Principam jābūt pēc iespējas vienkāršākam. Lietotājiem jābūt pieejamai nepieciešamajai informācijai, lai aprēķinātu izdevīgumu NETO sistēmas ieviešanai
2.2.	Norēķinu nosacījumi	NETO norēķinu sistēma, norēķinoties naudas vienībās
2.3.	Norēķinu periods	Mēneša norēķinu periods rēķina izrakstīšanai. Viens gads kā saražotās, bet nepatērētās elektroenerģijas kompensēšanas periods, pārpalikumu atceļot, ja tāds radies. RL var dot iespēju nodot saražoto, bet nepatērēto elektroenerģiju citiem lietotājiem, tādējādi novēršot RL finanšu risku
2.5.	Elektroenerģijas tirgotāja un operatora maiņa	Jābūt uzstādītiem noteikumiem elektroenerģijas tirgotāja maiņas gadījumā
2.6.	Trešo personu īpašumtiesības	Trešo personu iekārtu īpašumtiesību iespējai jābūt nodrošinātai, jo tas rada jaunus biznesa modeļus un veicina AER tehnoloģiju izmantošanu
2.7.	Nosacījumu piemērošana	Nosacījumu piemērošanai jābalstās uz tirgus pamatprincipiem, ievērojot izmaksas un ieguvumus
2.8.	Elektroenerģijas cena	Elektroenerģijas cena izmantojama par pamatu norēķinu veikšanai
2.9.	Izmaksu vienlīdzība	Visiem lietotājiem jāmaksā tīkla izmantošanas maksas pēc vienādiem principiem. Elektroenerģijas piegādes izmaksām jābūt balstītām uz vienādiem principiem visiem lietotājiem
2.10.	SSO papildu izmaksas	SSO papildus radušās iespējamās izmaksas attiecīgi jāsedz RL, piemēram, zudumi tīklā
2.11.	RL nosacījumi	Būtu jāievieš speciāli nosacījumi RL, kas piemērojami visiem vienas grupas lietotājiem. RL nepieciešams maksāt fiksēto maksu par pieslēguma nodrošināšanu
2.12.	Investīciju atmaksāšanās	RL ietaupījumiem ir jābūt vienādiem ar rēķina summas samazinājumu un ieņēmumiem no elektroenerģijas pārdošanas; kā papildu stimulu var piemērot investīciju atlaides vai paaugstinātu maksu par tīklā nodoto elektroenerģiju noteiktu laika periodu

27 CEER rekomendācijas NETO sistēmas izmantošanai <https://www.ceer.eu/documents/104400/-/-/3f246c2a-d417-2a29-d8eb-765bd6579581>, skatīts 29.05.2018



## 2.1. ES normatīvo aktu analīze

Stabila, pārredzama un visaptveroša tiesiskā un regulatīvā sistēma ir būtiska NETO sistēmas ieviešanā. ES ir apņēmusies CO<sub>2</sub> emisijas samazināt par vismaz 40% līdz 2030. gadam. Veicinot atjaunojamo energoresursu enerģiju, kuru var ražot no plaša avotu klāsta, tostarp vēja, saules, hidroresursiem, viļņiem, ģeotermālajiem resursiem un biomasas, ES samazina savu atkarību no importētā fosilā kurināmā un dara savu enerģijas ražošanu ilgtspējīgāku. Atjaunojamo energoresursu enerģijas ražošana arī veicina tehnoloģisko inovāciju un nodarbinātību visā Eiropā.

Svarīgākie tiesību akti attiecībā uz AER integrāciju ir Eiropas Parlamenta un Padomes **Direktīva 2009/72/EK** (2009. gada 13. jūlijs) **par kopīgiem noteikumiem attiecībā uz elektroenerģijas iekšējo tirgu**, kur 36. pantā teikts, ka regulatīvā iestāde sekmē šādu mērķu sasniegšanu <sup>28</sup>:

*“iespējami rentablākā veidā palīdzēt panākt uz patērētājiem orientētu drošu, uzticamu un efektīvu nediskriminējošu sistēmu izstrādi, kā arī veicināt sistēmu piemērotību un – atbilstīgi vispārīgiem enerģētikas politikas mērķiem – energoefektivitāti, kā arī gan liela un neliela apjoma elektroenerģijas ražošanas no atjaunīgiem enerģijas avotiem, gan decentralizētās ražošanas integrāciju pārvades un sadales tīklos”.*

Eiropas Parlamenta un padomes **direktīva 2009/28/EK** <sup>29</sup> (2009. gada 23. aprīlis) **par atjaunojamo energoresursu izmantošanas veicināšanu**, kur 16 (8). pantā teikts, ka

*“Dalībvalstis nodrošina, ka pārvades sistēmu operatoru un sadales sistēmu operatoru tarīfos, ko par elektroenerģijas pārvadi un sadali iekasē no iekārtām, kurās izmanto atjaunīgos energoresursus, atspoguļo reālos izmaksu ietaupījumus, kas radušies pēc šo iekārtu pieslēgšanas pie tīkla. Šādi izmaksu ietaupījumi var rasties, izmantojot tiešo pieslēgumu zemsprieguma tīklam”.*

Jaunais Atjaunojamās energoresursu direktīvas pārskatītās redakcijas normatīvais regulējums pavērs ceļu Eiropas pārejai uz tīriem enerģijas avotiem, tādiem kā vēja, saules, hidroenerģija, viļņu, ģeotermālā un biomasas enerģija. Tas arī ļaus Eiropai saglabāt savu vadošo lomu cīņā pret klimata pārmaiņām un Parīzes nolīgumā noteikto mērķu sasniegšanā. Jaunajā regulējumā paredzēts pamatmērķis – līdz 2030. gadam panākt, ka 32% enerģijas Eiropas Savienībā nāk no atjaunojamiem energoresursiem. Regulējumā ir paredzēta klauzula par šī

<sup>28</sup> Eiropas Parlamenta un Padomes direktīva 2009/72/EK <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/HTML/?uri=CELEX:32009L0072&from=LV>, skatīts 29.05.2018.

<sup>29</sup> Eiropas Parlamenta un Padomes direktīva 2009/28/EK, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/HTML/?uri=CELEX:32009L0028&from=LV>, skatīts 28.05.2018.



mērķa pārskatīšanu gadījumā, ja mainās enerģijas patēriņa pieprasījums, un lai ņemtu vērā ES starptautiskās saistības<sup>30</sup>.

Citi normatīvā paredzētie svarīgākie elementi<sup>31</sup>:

- atbalsta shēmu izstrāde sniegs iespēju nodrošināt tehnoloģiju ziņā specifisku atbalstu, kas saskaņots ar pamatnostādņēm par valsts atbalstu. Atjaunojamo energoresursu atbalsta atvēršana kaimiņvalstīm būs brīvprātīga ar vēlamo tempu vismaz 5 % laikposmā no 2023. līdz 2026. gadam un 10 % laikposmā no 2027. līdz 2030. gadam. Izņemot atsevišķus gadījumus, dalībvalstīm būs pienākums izdot izcelsmes apliecinājumus;
- maza mēroga projektiem zem 10,8 kW piemēros vienkāršas paziņošanas procedūras. Katra dalībvalsts var izvēlēties piemērot vienkāršas paziņošanas procedūras arī projektiem līdz 50 kW;
- attiecībā uz biomasas ražotu elektroenerģiju, efektivitātes kritēriji tiks piemēroti saskaņā ar iekārtu lielumu.

Pamatnostādnes par valsts atbalstu vides aizsardzībai un enerģētikai 2014.-2020. gadam<sup>32</sup>  
3.3.2. paragrāfs nosaka darbības atbalstu enerģijai no AER.

**Eiropas valstu pieredze un normatīvais regulējums paredz vienkāršotu kārtību MĢ pieslēgšanai sistēmai.** Saskaņā ar Latvijā adaptēto standartu LVS EN 50438 kā MĢ ir klasificējama elektroenerģijas ražošanas ietaise (tajā skaitā ar to saistītās aizsardzības un elektroenerģijas pārveidotājiekārtas – MĢ invertors) ar darba strāvu fāzē līdz 16 A, kas pieslēdzama paralēlā darbā ar publisko zemsprieguma elektrotīklu. MĢ pieslēgšanu sistēmai veic, izmantojot elektroenerģijas pārveidotājiekārtu – MĢ invertoru. SSO savam elektrotīklam līdz šim devis atļauju pieslēgt tikai atbilstoši standartam LVS EN 50438 pārbaudītus MĢ invertorus, kas nodrošina sprieguma kvalitātes normu atbilstību un atbilstošu tīkla aizsardzības iestatījumu ieregulēšanas iespēju.

**Saskaņā ar Eiropas Komisijas Regulu Nr. 2016/631<sup>33</sup> (2016. gada 14. aprīlis) vienkāršota kārtība paredzēta A tipa elektroenerģijas ražošanas iekārtām (spriegums pieslēgumpunktā zemāks par 110 kV, un maksimālā jauda vismaz 0,8 kW).** Eiropas Parlamenta un Padomes direktīvas projekts par AER izmantošanas veicināšanu paredz, ka informēšanas kārtībā sistēmai pieslēdzamas MĢ iekārtas ar jaudu vismaz līdz 10,8 kW. Arī gadījumos, ja, uzstādot MĢ invertoru ML elektroietaisē, nav nepieciešama sistēmas pieslēguma pārbūve (būvprojektēšana un būvkomersanta piesaiste), SSO var izsniegt tehniskos noteikumus, kas saistīti ar SSO izvirzītajām prasībām uzstādāmajiem MĢ invertoriem.

30 Eiropas Savienības Padomes mājaslapa <http://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-10308-2018-INIT/en/pdf>, skatīts 27.06.2018.

31 Eiropas Savienības Padomes mājaslapa <http://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-10308-2018-INIT/en/pdf>, skatīts 27.06.2018.

32 KOMISIJAS PAZIŅOJUMS Pamatnostādnes par valsts atbalstu vides aizsardzībai un enerģētikai 2014.–2020. gadam, [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/HTML/?uri=CELEX:52014XC0628\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/HTML/?uri=CELEX:52014XC0628(01)&from=EN), skatīts 29.05.2018.

33 KOMISIJAS REGULA (ES) 2016/631, ar ko izveido tīkla kodeksu par ģeneratoriem piemērojamajām tīkla pieslēguma prasībām, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/HTML/?uri=OJ:L:2016:112:FULL&from=LV>, skatīts 27.03.2018.

## 2.2. NETO sistēma citu valstu tirgos

ES elektroenerģijas tirgū ir atšķirīgi vietējie apstākļi, un, ņemot vērā modeļu daudzveidību, nav vienota piemērojama risinājuma.

**Cenu noteikšanai jābūt pamatotai uz objektīviem un nediskriminējošiem kritērijiem**, kas konsekventi tiek piemēroti visiem viena veida lietotājiem. Nosacījumiem ir jāveicina ES mērķu realizācija energoefektivitātes un AER izmantošanas jomā.

**ES dalībvalstis var izstrādāt savu NETO sistēmas noteikšanas metodiku, atspoguļojot katras valsts elektroenerģijas tirgus īpatnības**, neatkarīgi no fiksētās maksas par elektroenerģiju, kas parasti tiek iekasēta par nemainīgajiem pakalpojumiem, piemēram, pieslēguma maksu, administratīvām izmaksām. Dažādas NETO sistēmas nodrošina dažādus stimulus RL.

### Visbiežāk ES izmanto trīs veidu NETO sistēmas:

- **komerciālu vienošanos par pārdoto elektroenerģiju;**
- **NETO uzskaites sistēmu;**
- **NETO norēķinu sistēmu.**

**Komerčiālas vienošanās** gadījumā RL saņem rēķinu no elektroenerģijas tirgotāja par pārdoto elektroenerģiju.

**NETO uzskaites sistēmas** gadījumā tiek ņemts vērā NETO patēriņš (kWh), kur esot pārpalikumam, tas tiek ieskaitīts nākamajā norēķinu periodā gada ietvaros. Šādas slēptās subsīdijas var diskriminēt tirgu un ietekmēt citus lietotājus. Eiropas enerģētikas regulatoru padome<sup>34</sup> stingri rekomendē izvairīties no NETO uzskaites sistēmas, jo tas neierobežo NETO sistēmas ietilpību, tā kā NETO uzskaites sistēma neseko līdzi tirgus principiem un NETO sistēmas lietotāju pieauguma dinamika nav paredzama, un NETO sistēmas lietotāji nav ieinteresēti sekot līdzi elektroenerģijas tirgus attīstībai. Tas saistīts ar nepieciešamību minimizēt NETO uzskaites pielietojumu, lai uzlabotu sistēmas elastību un attīstīt pieprasījuma pārvaldību, stimulējot RL paaugstināt tiešo patēriņu.

**NETO norēķinu sistēmas** gadījumā maksa par elektroenerģiju tiek noteikta, ņemot vērā ne tikai saražotās un patērētās elektroenerģijas daudzumu, bet arī elektroenerģijas tirgus cenu. Elektroenerģijas pārpalikums tiek aprēķināts naudas vienībās un ieskaitīts nākamajā norēķinu periodā. NETO norēķinu sistēma veicina elektroenerģijas pārdošanu augsto cenu periodā un

34 CEER rekomendācijas NETO sistēmas izmantošanai <https://www.ceer.eu/documents/104400/-/-/3f246c2a-d417-2a29-d8eb-765bd6579581>, skatīts 29.05.2018.

patēriņu – zemo cenu periodā. Tāda veida RL darbība ir izdevīga pašiem RL, SSO un pārvades sistēmas operatoriem. Šī sistēma tiek balstīta uz noteikta perioda (katras stundas, katra mēneša u.c.) elektroenerģijas cenu, tīklā nodotās elektroenerģijas cenu nodošanas brīdī un no tīkla saņemtās elektroenerģijas cenu saņemšanas brīdī. Tīklā nodotā elektroenerģija tiek noteikta pēc elektroenerģijas cenas, no tīkla saņemtās elektroenerģijas cenas un pēc elektroenerģijas tirgotāja pakalpojumu izcenojumiem. Pārpalikums tiek aprēķināts naudas vienībās un ieskaitīts nākamajā norēķinu periodā. Šādi nosacījumi ietekmē RL elastību. RL augstākais ekonomiskais ieguvums ir iegūstams, sekojot līdzī elektroenerģijas tirgus cenām un pielāgojoties to izmaiņām.

**Eiropas enerģētikas regulatoru padome** <sup>35</sup> **rekomendē minimizēt NETO uzskaites sistēmas izmantošanu** ES dalībvalstīs, lai uzlabotu sistēmas elastību un attīstītu pieprasījuma pārvaldību, stimulējot RL paaugstināt saražotās enerģijas tiešo patēriņu. NETO norēķinu sistēma, kas uzbūvēta uz tirgū balstītiem norēķiniem, veicina līdzsvarota šī tirgus sektora attīstību un samazina SSO papildu izdevumu risku atbilstoši EK rekomendācijām un lai ierobežotu RL ietekmi uz citiem lietotājiem un SSO.

**Lielākajā daļā ES valstu tiek izmantota NETO uzskaites sistēma, tomēr aizvien pieaug interese izmantot NETO norēķinu sistēmu.** Dažās ES dalībvalstīs pastāv arī apvienotā NETO sistēma, piemēram, Spānijā un Itālijā RL nosacījumi sastāv no trīs komponentēm: maksas par pieslēguma nodrošināšanu gadā (€/pieslēguma punkts), maksas par pieslēguma jaudu gadā (€/kW) un progresīvās maksas par apjomu gadā (€/kWh).

ES lielākoties NETO sistēmā ir atļauti saules paneļi, bet ir arī valstis, kur NETO sistēmai tiek piemērotas citas AER tehnoloģijas (1. pielikums). Uztādītās jaudas ierobežojums pastāv lielākajā daļā ES dalībvalstu. NETO sistēmas ierobežojums var būt ar iepriekš noteiktu robežvērtību vai noteikts atkarībā no lietotāja elektroenerģijas patēriņa. Papildu ierobežojums var būt tīkla kapacitāte un tīkla darbības ierobežojums. RL ir pieļaujami arī daudzdzīvokļu mājās, kur elektroenerģijas patēriņš tiek sadalīts pa vairākiem lietotājiem.

Vairumā valstu (Beļģijā, Dānijā, Vācijā u.c.) ir atļautas iekārtu īpašumtiesības trešajai personai, kur tiek izmantoti biznesa modeļi, kur RL maksā līzinga, nomas vai citu maksu ar AER iekārtas nodošanu RL īpašumā vai bez tās. Šie biznesa modeļi ļauj paaugstināt RL skaitu, aktivitāti un NETO sistēmas pieejamību lielākam lietotāju skaitam un sniedz iespējas uzstādīt NETO sistēmu lietotājiem, kam nav pieejami bankas kredīti <sup>36</sup>.

ES valstīm RL var tikt piemēroti dažādi pasākumi vai paaugstināta maksa par tīklā nodoto elektroenerģiju, lai stimulētu AER tehnoloģiju izmantošanu un NETO sistēmas attīstību. Kā redzams 1. pielikumā, dažāda veida pasākumi ir gandrīz visās ES dalībvalstīs <sup>37</sup>, gan ar NETO

35 CEER rekomendācijaš NETO sistēmas izmantošanai <https://www.ceer.eu/documents/104400/-/-/3f246c2a-d417-2a29-d8eb-765bd6579581>, skatīts 29.05.2018.

36 CEER rekomendācijaš NETO sistēmas izmantošanai <https://www.ceer.eu/documents/104400/-/-/3f246c2a-d417-2a29-d8eb-765bd6579581>, skatīts 29.05.2018.

37 Dalibor Muratović “Distributed Generation for Self-consumption key aspects and recommendations of good practice”, ECDSO-E, May 2017, p. 39

sistēmas palīdzību, gan kā paaugstināta maksa par tīklā nodoto elektroenerģiju, gan subsīdiju veidā.

Piemēram, 2009. gadā RL Nīderlandē ieviesa NETO norēķinu sistēmu <sup>38</sup>. 2015. gadā Beļģijas Flandrijas reģionā ieviesa īpašu maksu par pieslēguma nodrošināšanu NETO sistēmām līdz 10 kW (apmēram 70 €/kW gadā). Itālijā RL atbalsta atkarībā no uzstādītās jaudas, RL, kas pieslēgti pie zemsprieguma tīkla ar uzstādīto jaudu līdz 20 kW, maksā aptuveni 36 €/gadā un ir atbrīvoti no maksas par pieslēguma nodrošināšanu <sup>39</sup>.

## **NETO sistēmas pielietošana dažādās ES dalībvalstīs apkopota 1. pielikumā** <sup>40 41 42 43</sup>.

---

38 L. Dusonchet, E. Telaretti, "Comparative economic analysis of support policies for solar PV in the most representative EU countries" *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 42, February 2015, Pages 986-998.

39 A. Picciariello, J. Reneses, P. Frias, L. Söder "Distributed generation and distribution pricing: Why do we need new tariff design methodologies?", *Electric Power Systems Research* Volume 119, February 2015, Pages 370-376

40 Andreas Poullikkas, George Kourtis, Ioannis Hadjipaschalis "A review of net metering mechanism for electricity renewable energy sources", *International Journal of Energy & Environment* . 2013, Vol. 4 Issue 6, p975-1001.

41 COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT "Best practices on Renewable Energy Self-consumption", [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/1\\_EN\\_autre\\_document\\_travail\\_service\\_part1\\_v6.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/1_EN_autre_document_travail_service_part1_v6.pdf), skatīts 28.05.2018.

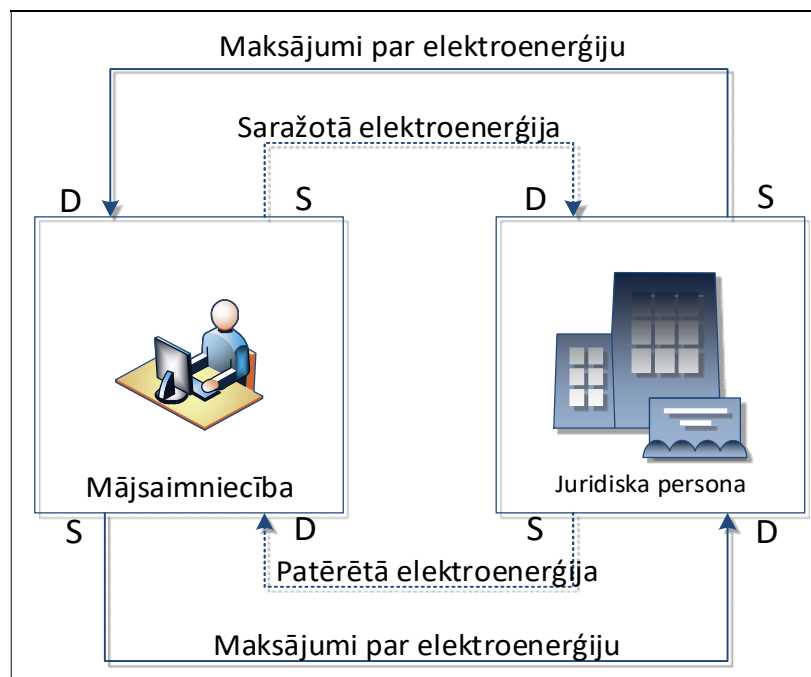
42 ES atjaunīgo enerģijas avotu regulējumu datu bāze, <http://www.res-legal.eu/compare-grid-issues/>, skatīts 28.05.2018.

43 EK "Solar energy policy in the EU and the Member States, from the perspective of the petitions received", [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/556968/IPOL\\_STU\(2016\)556968\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/556968/IPOL_STU(2016)556968_EN.pdf), skatīts 29.05.2018.

### 3. MIKROĢENERATORU PIESLĒGŠANA UN EKSPLUATĀCIJA LATVIJĀ

**Elektroenerģijas NETO uzskaites sistēma** ieviesta ar Elektroenerģijas tirgus likuma 30.<sup>1</sup> pantu, un tā ir spēkā no 2014. gada 1. janvāri attiecībā uz mājsaimniecībām. RL, kas ražo elektroenerģiju savām vajadzībām no AER, piemēram, izmanto SP vai VT, ir iespēja veikt NETO uzskaiti jeb iespēja nodot saražoto elektroenerģiju elektrotīklā un atkal izmantot brīžos, kad tas ir nepieciešams.

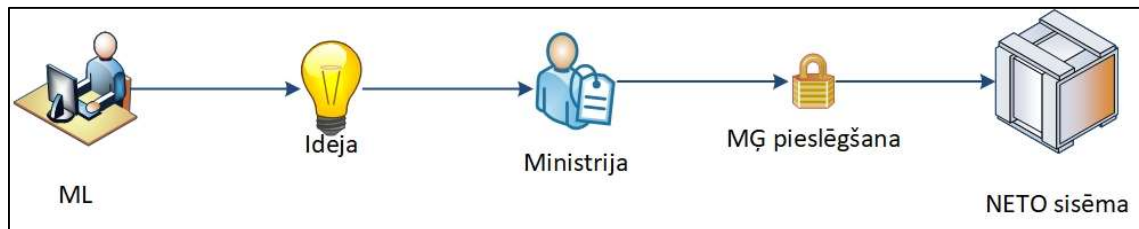
Kā redzams tautsaimniecības aprites shēmā (3.1. att.), mājsaimniecība un juridiska persona var būt gan elektroenerģijas piedāvātāji, gan pircēji. Abu veidu lietotāji, kas elektroenerģiju patērē vai ražo gala lietošanai, tiek aprakstīti kā mājsaimniecību lietotāji (mājsaimniecības, ML) vai ražotājlietotāji.



3.1. att. Tautsaimniecības aprites shēma

3.2. att. parādīta **MĢ norēķinu sistēmas pieslēgšanas principshēma**. Detalizēts MĢ sistēmas pieslēgšanas posmu apraksts sniegts nākamajās apakšnodaļās.

**Mikroģenerators (MĢ)** ir elektroenerģijas ražošanas iekārta ar darba strāvu līdz 16 A, kas paredzēta uzstādīšanai RL elektroietaisē paralēlā darbībā ar zemsprieguma sadales elektrotīklu. Šāda strāva atbilst attiecīgi 3,68 kW jaudai vienfāzes elektrotīklā un 11,04 kW jaudai trīsfāžu elektrotīklā.



3.2. att. Mikroģeneratoru pieslēgšanas principshēma

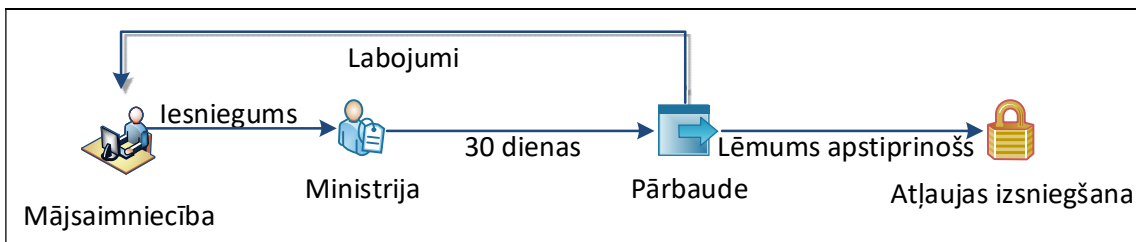
Ja ML radusies ideja uzstādīt savā teritorijā MĢ iekārtu, lai pieslēgtu NETO sistēmai vai bez tās, atbilstoši MK noteikumiem Nr. 883 “Noteikumi par atļaujām elektroenerģijas ražošanas jaudu palielināšanai vai jaunu ražošanas iekārtu ieviešanai” nepieciešams sagatavot uzstādāmās elektroenerģijas ražošanas iekārtas tehnisko aprakstu <sup>44</sup>:

- plānotās elektrostacijas izvietojuma plānu nekustamajā īpašumā mērogā 1:500. Ja saskaņā ar Aizsargjoslu likumu elektroenerģijas ražošanas iekārtai ir noteikta aizsargjosla, plānā norāda elektroenerģijas ražošanas iekārtas augstumu un aizsargjoslas izvietojumu pilnā apmērā;
- valdījuma tiesības apliecināšana dokumenta kopiju par nekustamo īpašumu, kurā plānots ieviest jaunu elektroenerģijas ražošanas iekārtu vai palielināt esošo elektroenerģijas ražošanas jaudu, ja attiecīgais nekustamais īpašums nav iesniedzēja īpašumā vai viņa valdījuma tiesības nav ierakstītas zemesgrāmatā;
- namu pārvaldnieka un citu īpašnieku saskaņojumu MĢ ierīkošanai, ja plāno uzstādīt MĢ daudzdzīvokļu mājas iekšējos elektrotīklos vai īpašumā, kurā ir vairāki īpašnieki;
- u.c. jautājumus atbilstoši MK noteikumiem Nr. 883.

### 3.1. Ministrijas atļauja mikroģeneratora uzstādīšanai

Atbilstoši Ministru kabineta noteikumiem Nr. 883 “Noteikumi par atļaujām elektroenerģijas ražošanas jaudu palielināšanai vai jaunu ražošanas iekārtu ieviešanai”, lai saņemtu atļauju elektroenerģijas ražošanas jaudu palielināšanai vai jaunu ražošanas iekārtu ieviešanai, **ML** ir jāaizpilda **iesniegums** atļaujas saņemšanai elektroenerģijas ražošanas jaudu palielināšanai vai jaunu ražošanas iekārtu ieviešanai un jāiesniedz tas par enerģētiku atbildīgajā **ministrijā**. Iesniegumam pievieno iepriekšējā punktā un MK noteikumos Nr. 883 “Noteikumi par atļaujām elektroenerģijas ražošanas jaudu palielināšanai vai jaunu ražošanas iekārtu ieviešanai” definētos punktus. Ministrija izskata iesniegtos dokumentus, **pārbauda** tajos norādītās informācijas patiesumu un 30 dienu laikā pieņem lēmumu par **atļaujas izsniegšanu**. Ja iesniegtajos dokumentos norādītā informācija ir nepietiekama, ministrija informē iesniedzēju par konstatētajām nepilnībām un nosaka termiņu trūkumu novēršanai un **labojumiem** (3.3. att.).

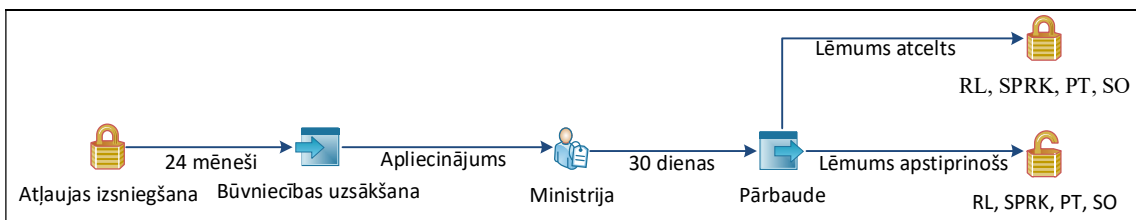
<sup>44</sup> MK noteikumi Nr. 883 „Noteikumi par atļaujām elektroenerģijas ražošanas jaudu palielināšanai vai jaunu ražošanas iekārtu ieviešanai”, <https://m.likumi.lv/doc.php?id=196123>, skatīts 21.03.2018.



3.3. att. Ministrijas atļaujas saņemšanas shēma

**24 mēnešu** laikā pēc lēmuma spēkā stāšanās dienas ML **uzsāk** lēmumā norādītās elektroenerģijas ražošanas iekārtas **būvniecību** vai esošās elektroenerģijas ražošanas iekārtas jaudas palielināšanu un par ko rakstiski informē **ministriju**, iesniedzot **apliecinājumu**.

Ministrija **pārbauda** iesniegtajos dokumentos norādītās informācijas patiesumu, kā arī ir tiesīga pārbaudīt, vai attiecīgās elektroenerģijas ražošanas iekārtas būvniecība vai jaudas palielināšana ir uzsākta. Ja dokumenti neatbilst vai ministrija pārbaudē konstatē, ka elektroenerģijas ražošanas iekārtas būvniecība vai jaudas palielināšana nav uzsākta, ministrija **30 dienu** laikā pieņem lēmumu par atļaujas atcelšanu un paziņo par to ML, Sabiedrisko pakalpojumu regulēšanas komisijai, AS „Enerģijas publiskais tirgotājs” un SSO (3.4. att.).



3.4. att. Būvniecības veikšanas shēma

RL 30 dienu laikā pēc ražošanas iekārtu ieviešanas par to rakstiski informē ministriju, iesniedzot apliecinājumu par elektroenerģijas ražošanas iekārtas pieslēgšanu elektroenerģijas tīklam un akta kopiju par elektroenerģijas ražošanas iekārtas pieslēgšanu elektroenerģijas tīklam. Ministrija reģistrē atļaujas, kurās atļauts ieviest jaunu elektroenerģijas ražošanas iekārtu vai palielināt elektroenerģijas ražošanas jaudu, un reizi gadā (līdz 31. martam) apkopoto informāciju nosūta Sabiedrisko pakalpojumu regulēšanas komisijai un elektroenerģijas pārvades sistēmas operatoram iekļaušanai reģistrā. Ministrija reģistrē un uzskaita visus izsniegtos lēmumus. Ministrija savā interneta vietnē publicē un katra mēneša pirmajā darbdiēnā atjauno minēto lēmumu sarakstu, norādot to izsniegšanas datumu, komersanta firmu, reģistrācijas numuru, juridisko adresi, elektrostacijas veidu un uzstādīto jaudu.

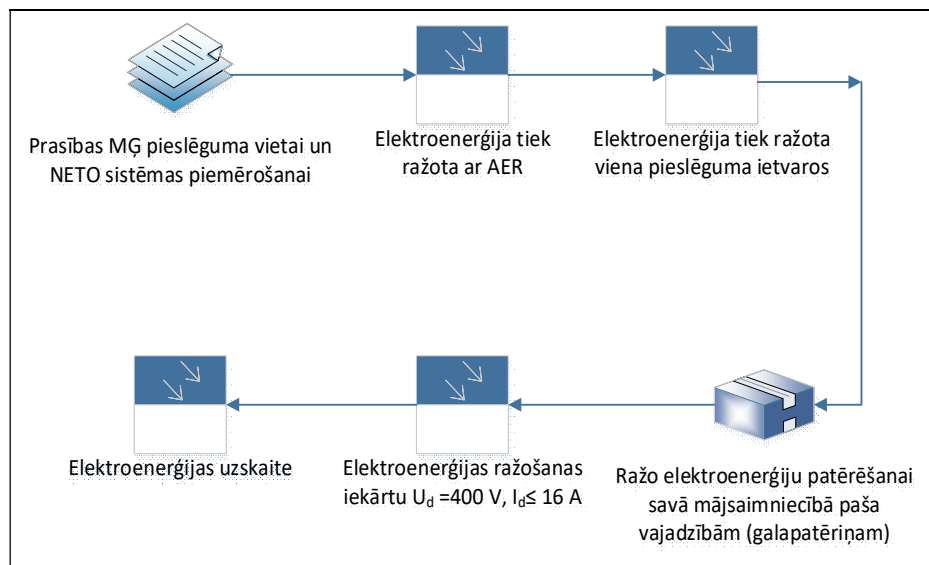


### 3.2. Mikroģenerators pieslēguma gaita

Ievērojot Sabiedrisko pakalpojumu regulēšanas komisijas padomes 2018. gada 27. marta lēmumu Nr. 1/7 “Sistēmas pieslēguma noteikumi elektroenerģijas ražotājiem”<sup>45</sup>, pieslēgšanas kārtība izstrādāta un pamatprasības noteiktas, balstoties uz Latvijas valsts standartu LVS EN 50438 „Prasības mikroģenerators pievienošanai paralēli publiskajiem zemsprieguma tīkliem”<sup>46</sup> (pārņemts Eiropas standarts EN 50438).

#### Prasības MĢ pieslēguma vietai un NETO sistēmas piemērošanai:

- esošs elektroenerģijas sistēmas pieslēgums ar sekojošiem parametriem: 1 fāzes pieslēgums ar ievadaizsardzības aparātu (IAA) līdz 16 A vai 3 fāžu pieslēgums ar IAA līdz 16 A, elektroenerģijas ražošanas iekārtu darba spriegums nepārsniedz 400 V. Ja uzstādāmā MĢ darba strāva nepārsniedz **esošā** IAA nominālo strāvu, vairumā gadījumu MĢ pieslēguma ierīkošanai tiks veikta tikai elektroenerģijas komercuzskaites mērāparāta nomainīšana, neveicot elektrotīkla pieslēguma pārbūvi;
- elektroenerģija tiek ražota, izmantojot AER tehnoloģijas;
- elektroenerģija tiek ražota un patērēta viena sistēmas pieslēguma ietvaros;
- elektroenerģiju ražo patērēšanai savā mājāsaimniecībā paša vajadzībām (gala patēriņam);
- elektroenerģijas uzskaitē atrodas ārpus iežogotas teritorijas, brīvi pieejamā vietā, un sistēmas pieslēguma fāžu skaits atbilst iecerētajam MĢ invertora fāžu skaitam (3.5. att.).



3.5. att. MĢ pieslēgšanas prasības

45 Sabiedrisko pakalpojumu regulēšanas komisijas padomes 2018. gada 27. marta lēmums Nr. 1/7 „Sistēmas pieslēguma noteikumi elektroenerģijas ražotājiem”, <https://likumi.lv/ta/id/298067-sistemas-piesleguma-noteikumi-elektroenerģijas-sistemas-dalibniekiem>, skatīts 22.04.2018.

46 EN 50438 standarts, <https://www.en-standard.eu/csn-en-50438-ed-2-requirements-for-the-connection-of-micro-generators-in-parallel-with-public-low-voltage-distribution-networks/>, skatīts 22.03.2018.

SSO publicē savā mājaslapā internetā MĢ (MĢ invertoru), kurus atļauts pieslēgt 0,4 kV elektroīklam paralēlam darbam ar sistēmu, sarakstu. Ja RL ir saņēmis Ekonomikas ministrijas atļauju jaunu ražošanas iekārtu ieviešanai un RL MĢ (MĢ invertors) ir iekļauts SSO sarakstā, SSO 20 dienu laikā no pieteikuma MĢ pieslēgšanai saņemšanas izsniedz RL tehniskos noteikumus MĢ pieslēgšanai, kuru derīguma termiņš nevar būt mazāks par deviņiem mēnešiem. MĢ RL iesniedz klientu servisam vai SSO klientu servisa pakalpojuma sniedzējam šādus dokumentus:

- aizpildītu MĢ pieslēguma pieteikuma veidlapu <sup>47</sup>;
- Ekonomikas ministrijas atļaujas kopiju;
- iesniegumā prasītos pielikumus.

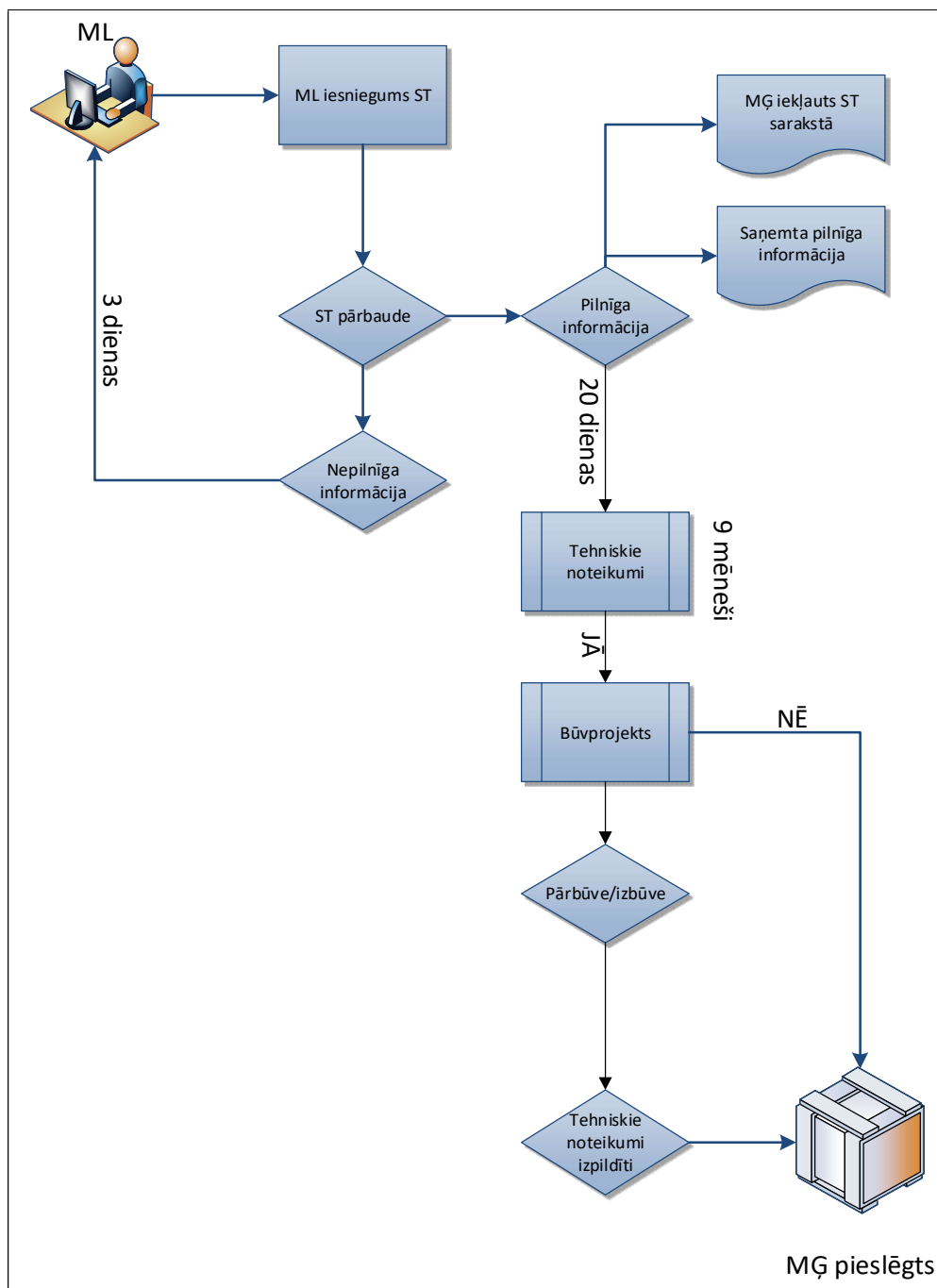
Tehniskie noteikumi nosaka tehniskās prasības MĢ pieslēgumam SSO zemsprieguma elektroīklam atkarībā no uzstādāmā MĢ parametriem un pieslēguma ietekmes uz elektroenerģijas sadales sistēmu atbilstoši normatīvo aktu prasībām. Vienlaikus ar tehniskajiem noteikumiem SSO izsniedz RL pieslēguma līgumu MĢ pieslēgšanai un rakstveidā sniedz informāciju par nosacījumiem MĢ uzstādīšanai. RL par saviem līdzekļiem būvniecību reglamentējošajos tiesību aktos noteiktajā kārtībā organizē MĢ uzstādīšanu, iestatīšanu, pārbaudi, kā arī elektroietaišu piederības robežas RL pusē esošo elektroietaišu ierīkošanu saskaņā ar tehniskajiem noteikumiem, nodrošinot, ka minētās darbības veic atbilstošas kvalifikācijas būvspeciālisti.

Pēc MĢ uzstādīšanas un RL elektroietaišu ierīkošanas RL pieslēguma līgumā noteiktajā kārtībā informē SSO par MĢ uzstādīšanas darbu pabeigšanu un MĢ sagatavošanu paralēlam darbam ar sistēmu. Informāciju un dokumentus, kas RL jāiesniedz, lai apliecinātu MĢ sagatavošanu paralēlam darbam ar sistēmu, SSO publicē savā mājaslapā internetā. RL sedz visas ar MĢ pieslēguma realizāciju saistītās pieslēguma izbūves/pārbūves izmaksas, būvprojekta izstrādes izmaksas, būvdarbu un elektromateriālu izmaksas, kas radušās, izpildot SSO izsniegto tehnisko noteikumu prasības. Ja nepieciešams, pieslēguma izbūve/pārbūve veicama atbilstoši MĢ RL izstrādātam un normatīvajos aktos noteiktā kārtībā saskaņotam būvprojektam. Desmit darba dienu laikā no dienas, kad SSO ir saņēmis visu SSO noteikto informāciju un dokumentus, kas apliecina MĢ sagatavošanu paralēlam darbam ar sistēmu, SSO pārbauda RL MĢ uzstādīšanas atbilstību SSO izsniegtajiem tehniskajiem noteikumiem. Ja pārbaudē SSO konstatē, ka RL MĢ ir uzstādīts atbilstoši tehniskajiem noteikumiem, SSO veic darbības, kas nepieciešamas, lai MĢ pieslēgtu sistēmai, un sastāda aktu par elektroenerģijas ražošanas iekārtas (MĢ) pieslēgšanu elektroenerģijas sistēmai. Ja pārbaudē SSO konstatē, ka RL MĢ nav uzstādīts atbilstoši tehniskajiem noteikumiem, SSO sastāda aktu, kurā norāda konstatētās neatbilstības un to novēršanai veicamās darbības. Pēc RL paziņojuma par aktā konstatēto trūkumu novēršanu saņemšanas SSO veic atkārtotu pārbaudi. Nesankcionēta elektroenerģijas ražošanas iekārtu pieslēgšana paralēlā darbā ar publisko elektroīklu rada

---

47 AS "Sadales tīkls" iesnieguma veidlapa, [https://www.e.st.lv/files/4\\_st\\_pieteikums\\_mikrogenerators\\_pieslegumam\\_8079e.doc](https://www.e.st.lv/files/4_st_pieteikums_mikrogenerators_pieslegumam_8079e.doc), skatīts 22.03.2018.

elektrobīstamības riskus elektrotīklu apkalpojošajam personālam, tāpēc nav pieļaujama MĢ pieslēgšana elektrotīklam bez sistēmas operatora akcepta. ML iesnieguma SSO gaita un prasības MĢ pieslēgšanai parādītas 3.6. att. no ML iesnieguma brīža SSO līdz MĢ pieslēgšanai un ML kļūšanai par RL NETO sistēmas piemērošanai.



3.6. att. MĢ pieslēgšanas gaita

### 3.3. Noteikumi mikroģeneratoru ekspluatācijai

MĢ drīkst pieslēgt paralēlam darbam ar SSO zemsprieguma elektrotīklu tikai pēc SSO izsniegtās rakstiskās atļaujas saņemšanas. MĢ ekspluatācijas laikā MĢ darbība nedrīkst pasliktināt citu SSO elektrotīklam pieslēgto elektroenerģijas lietotāju elektroapgādes kvalitāti. Bez saskaņošanas ar SSO aizliegts veikt MĢ invertoru nomaiņu, veikt izmaiņas aizsardzības iekārtu un MĢ invertora iestatījumos. MĢ RL ir pienākums veikt regulāras MĢ apkopes atbilstoši MĢ izgatavotājrūpnīcas norādījumiem. MĢ RL ir atbildīgs par regulāru apkopju veikšanu. Veiktajām apkopēm jābūt dokumentāri fiksētām, norādot apkopes veicēju un apkopes veikšanas vietu, laiku. SSO personālam, saskaņojot ar MĢ RL, ir tiesības veikt MĢ apskati un pārbaudīt MĢ invertora iestatījumus.

### 3.4. NETO sistēmas ietekme uz sadales sistēmas operatoru

Nākotnes enerģētikas tirgū pieaugs MĢ īpatsvars, tāpēc sadales sistēmu operatoriem jāklūst par aktīviem tīklu operatoriem, lai nodrošinātu tīkla drošu un atbilstošu darbību. SSO sistēmās ar lielu MĢ īpatsvaru:

- jābūt informācijai par MĢ izstrādes prognozi, grafikiem un dispečeru darbībām, lai operators varētu uzlabot savu informētību un piedalīties tīkla vadībā;
- plānošanas procesā jāanalizē un jāievēro katrs MĢ pieslēguma pieprasījums, lai panāktu no elektrotīkla viedokļa labāko iespējamo rezultātu.

**NETO sistēmai ir tieša ietekme uz SSO darbību:** tā ietekmē pieslēgumu nodrošinājumu un tehniskos rādītājus. Ekonomiskā ietekme uz SSO darbību vērtējama kā nenozīmīga. Daži no ietekmējošiem kritērijiem ir aprakstīti zemāk.

**Sprieguma svārstības.** Ja slodzes no SSO RL nav vai tā ir minimāla, t.i., transformators darbojas praktiski tukšgaitā, tad spriegums var būt augstāks par nominālo spriegumu, taču nepārsniedz augšējo robežu ( $U_n = +10\%$ ). Jaudas plūsmas pie RL samazinās un var pat mainīt virzienu, ja tiek ģenerēts vairāk par patērēto jaudu. Lielas jaudas MĢ un mazas slodzes rezultātā pie RL spriegums ir tuvu augšējai robežvērtībai un atsevišķos gadījumos var to pārsniegt. Turklāt sprieguma svārstības pie RL ir lielākas, salīdzinot ar ML. Transformatora iestatījumam jābūt tādām, lai pie maksimālās slodzes un bez RL sprieguma vērtība nebūtu zem apakšējās robežvērtības. Šādam tīklam jāveic pārbaude, lai noskaidrotu piemērotus uzstādījumus. SSO var nākties modernizēt tīklu, veicot rekonstrukciju, lai palielinātu jaudas caurlaidību un samazinātu sprieguma svārstības. Vienai transformatoru apakšstacijai būtu jābūt ģenerējošās iekārtas ierobežojumam. Ja RL vienlaicīgi paredzējis uzstādīt vairākus MĢ, katrā fāzē pieslēdzamo MĢ invertoru kopējā darba strāva nedrīkstētu pārsniegt tehnisko ierobežojumu. Ja paralēli pieslēgti 2 vai vairāki MĢ invertori, katrs ar savu tīkla aizsardzības iekārtu, tai jānodrošina savstarpēji saskaņota aizsardzības iekārtu darbība (visu invertoru atslēgšanās tīkla sprieguma neesamības gadījumā). Ja tiek pieslēgti vairāki vienfāzes MĢ invertori, tos pieslēdz

dažādām fāzēm (pēc iespējas vienmērīgi sadalot pa fāzēm atkarībā no sprieguma novirzes pieslēguma vietā). MĢ invertora aizsardzības iekārtai jānodrošina MĢ atslēgšanās no SSO elektrotīkla gadījumos, kad nav sprieguma SSO elektrotīklā, lai novērstu MĢ sprieguma padevi SSO elektrotīklā no MĢ puses. Lai brīdinātu SSO personālu par RL elektroietaisēs uzstādītu MĢ, kā rezultātā iespējama sprieguma padošana no elektroenerģijas lietotāja elektroietaisu puses, MĢ pieslēguma uzskaites sadalnē un transformatoru apakšstacijā zemsprieguma sadales attiecīgajā pievienojumā jāpiestiprina brīdinoša zīme par divpusēju barošanu.

**Elektroenerģijas zudumi tīklā.** Ģenerācija atrodas tuvāk lietotājiem, tādēļ tiek samazināts elektroenerģijas daudzums, kas jāpārvada lielos attālumos. Nelielas jaudas MĢ samazina zudumus, taču, pieaugot ģenerētajai jaudai, ekonomiskie ieguvumi sāk samazināties, un zudumu minimums atbilst slodzes un ģenerācijas līdzsvaram konkrētā tīkla daļā. Turpmāks jaudas pieaugums izraisa pretēju efektu – zudumi atkal pieaug, jo jaudas plūsmas kļūst pretējas un elektroenerģijas pārpalikums jāpārvada tālākiem lietotājiem. Lai šādu situāciju novērstu un SSO neciestu zaudējumus, nedrīkst pieļaut, ka MĢ jauda būtiski pārsniedz lokālo patēriņu.

**Pīķa jaudas.** MĢ samazina pārvadāmās jaudas, tādējādi samazinot pīķa slodzes. Šāds iespaids ir pozitīvs, ja MĢ jauda samērojama ar tuvu esošo slodzi un vienlaikus ģenerācija saskaņota ar slodžu grafiku. Uzstādot lielu skaitu MĢ vienā teritorijā, tiem savu maksimālo jaudu sasniedzot kopējā diennakts laikā, kas nesakrīt ar kopējās slodzes maksimumu, var mainīties jaudas plūsmas virziens, pārslogojot līniju. Lai nemainītu jaudas plūsmas sistēmā, tehniskajam ierobežojumam vienas transformatoru apakšstacijas vai teritorijas ietvaros būtu jābūt tādām, lai tīklā nodotais elektroenerģijas daudzums būtu mazāks par no tīkla saņemto elektroenerģijas daudzumu visos laika periodos.

**Avārijas aizsardzība.** MĢ ir mazas jaudas iekārtas, tādēļ atbilstošās aizsardzības un vadības iekārtas ir vienkāršas, un tām jānodrošina tikai pamatfunkcijas: jaudas un jaudas koeficienta regulēšana; iekārtu atslēgšana, ja spriegums vai frekvence iziet ārpus uzdotās darba zonas; aizsardzība no pārslodzes; iekārtu sinhronizēšana ar tīklu. MĢ nepielāgojas sprieguma un frekvences izmaiņām, attiecīgi palielinot vai samazinot jaudu, un brīdī, kad tīklā iestājas nenormāls režīms, iekārta var atslēgties un var tikt zaudēta ģenerētā jauda, kas rada deficītu, tādējādi tas var novest pie kaskādes veida sistēmas avārijas un turpmāku ģenerējošo jaudu atslēgšanās.

Tā kā ir noteikts, ka MĢ jādarbojas ar augstu lietderības un jaudas koeficientu ( $\cos\phi$ ), tad tie praktiski nepatērē **reaktīvo jaudu**, nedz arī ģenerē to. MĢ palīdz samazināt pieprasījumu pēc reaktīvās jaudas, jo tā tiek mazāk patērēta līnijās. Taču, ģenerācijai pārsniedzot patēriņu, reaktīvās jaudas patēriņš atkal pieaug. Vairāku MĢ vienlaicīgas darbības rezultātā zudumu daudzums attiecībā pret aktīvās jaudas patēriņu var būtiski pieaugt, tad pieaug reaktīvās jaudas patēriņš attiecībā pret aktīvo patērēto jaudu un kopējais jaudas koeficients kļūst zemāks.  $\cos\phi$

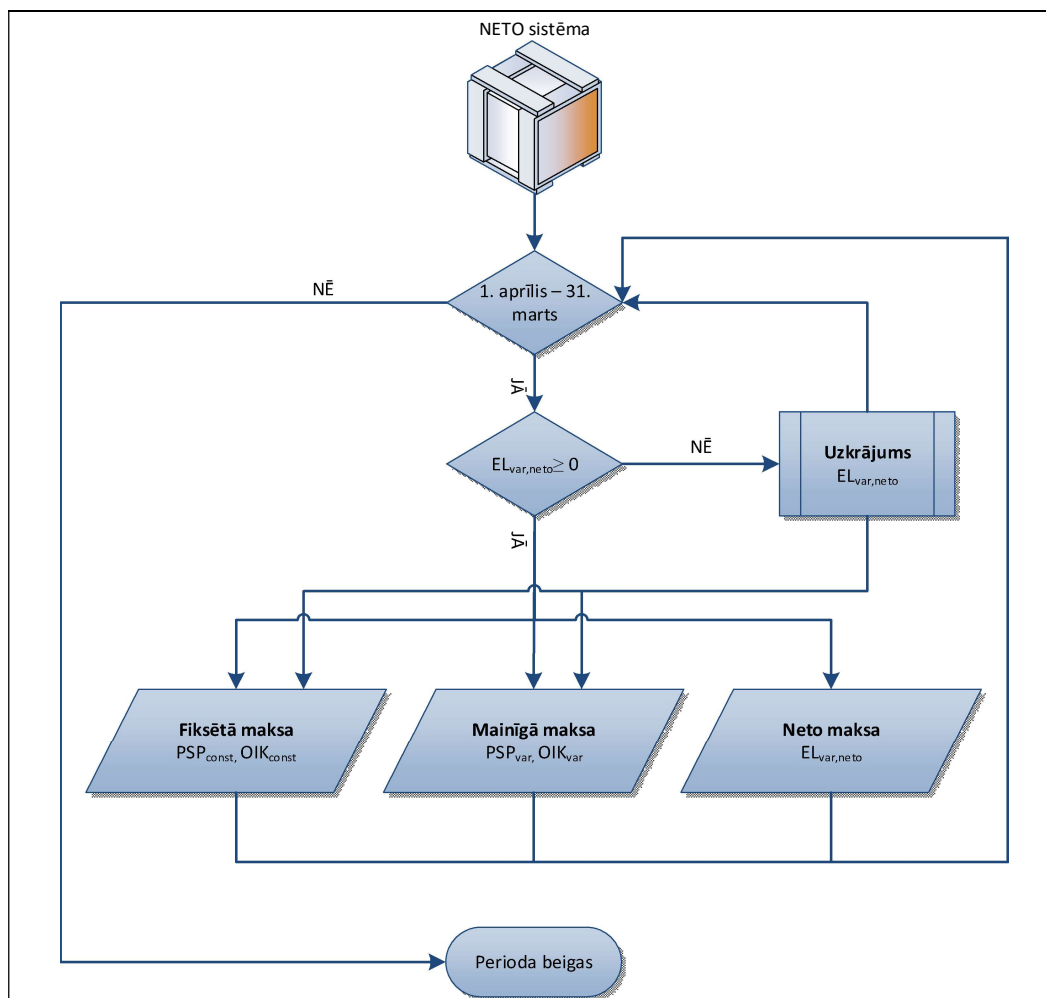
MĢ var sasniegt 1 un neatkarīgi no primārā enerģijas avota MĢ jānodrošina sistēmas prasībām atbilstošu elektroenerģijas parametru (sprieguma kvalitātes) un tīkla aizsardzības iestatījumus. Lai nodrošinātu sprieguma kvalitāti elektrotīklā saskaņā ar sprieguma kvalitātes standarta prasībām un samazinātu ģenerācijas iekārtu izraisītu traucējumu riskus, MĢ invertoram jāatbilst noteiktām kvalitātes prasībām. SSO paralēlā darbā ar publisko zemsprieguma elektrotīklu ļauj pieslēgt tikai standartam LVS EN 50438 atbilstošus MĢ, kā arī piedāvā veikt invertoru pārbaudi savā metroloģijas laboratorijā, tādējādi pārliecinoties par MĢ invertora kvalitāti.

SSO **ekonomiskos rādītājus** galvenokārt nosaka tieši sprieguma līmenis un zudumi. Katrs atsevišķs MĢ, kas pieslēgts tīklam, nespēj ietekmēt kopējo tīkla frekvenci, jo maksimālā jauda, ko var pieslēgt darbam paralēli tīklā, nav samērojama ar visas sistēmas jaudu. SSO MĢ pieslēgšanas gaitā var rasties problēma, ka pirmais MĢ RL iegūst tīkla izmantošanas iespēju par viszemākajām izmaksām, bet, pieslēgumu skaitam pieaugot, pieslēgšana kļūst aizvien sarežģītāka un prasa tīkla attīstības risinājumus ar lielākām izmaksām. Uzlabota tīkla jaudas plānošana un pārslodžu vadība SSO līmenī dažādos laikos un dažādās vietās ir nepieciešama, lai maksimizētu tīklā nododamo jaudu visām pusēm ekonomiski izdevīgākajā veidā, nodrošinot tīkla stabilitāti.

**Izvēloties piemērotas MĢ jaudas un izvietojumu, ir iespējams gan samazināt zudumus tīklā, gan uzlabot sprieguma zudumu struktūru.** Palielinoties MĢ skaitam un jaudām, var būt nepieciešama tīklu modernizācija. NETO sistēmas gadījumā RL MĢ samazina zudumus tīklā, jo ģenerācija atrodas tuvāk lietotājiem, taču to samazinājums ir mazāks par ko tīkla iepirtās elektroenerģijas samazinājumu, tādēļ nepieciešams izmantot divvirzienu uzskaiti un veikt arī reaktīvās jaudas uzskaiti.

## 4. NETO SISTĒMA UN TĀS DARBĪBA LATVIJĀ

Elektroenerģijas NETO sistēmas norēķinu periods Latvijā ir viens kalendāra mēnesis. Kārtību, kādā ML vienojas ar SSO par elektroenerģijas NETO sistēmas piemērošanu, un kārtību, kādā tā piemērojama, nosaka Ministru kabinets. Lai saprastu esošās NETO sistēmas darbības būtību un konstatētu sistēmas priekšrocības un trūkumus, nepieciešams definēt maksājuma daļas.



4.1. att. NETO sistēmas principshēma

Aprēķinā tiek ietverts pievienotās vērtības nodoklis un citi papildus radušies izdevumi, jo tie vienmērīgi ietekmē visus RL katru stundu un pie dažādiem elektroenerģijas patēriņa un ražošanas apjomiem (4.1. att.):

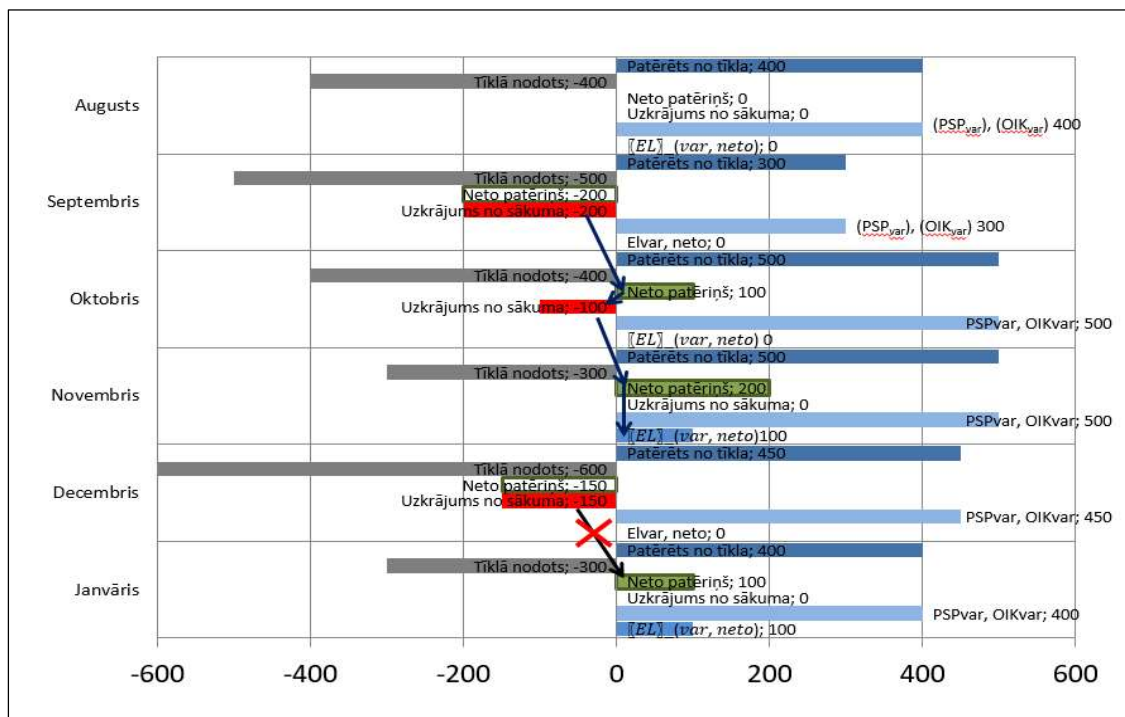
- **fiksētā maksa** – maksa par pieslēguma nodrošināšanu ( $PSP_{const}$ ) un jaudas obligātā iepirkuma komponente (OIK) par pieslēgumu ( $OIK_{const}$ ). Abas maksas ir atkarīgas no



- pieslēguma jaudas, nav atkarīgas no saņemtās elektroenerģijas no tīkla. Visi RL atkarībā no pieslēguma jaudas katru stundu maksā fiksēto maksu;
- **mainīgā maksa** – maksa par elektroenerģijas sadalīšanu ( $PSP_{var}$ ), obligātā iepirkuma komponente par no tīkla saņemto elektroenerģijas daudzumu ( $OIK_{var}$ ). Abas maksas ir atkarīgas no saņemtās elektroenerģijas no tīkla. Mainīgo maksu maksā visi RL katru stundu neatkarīgi no pieslēguma jaudas, bet atkarībā no elektroenerģijas daudzuma, kāds saņemts no tīkla;
  - **NETO maksa** – NETO maksa ir ( $EL_{var\ neto}$ ) maksa par NETO patēriņu, t.i., maksa par saņemtā ( $EL_{var\ saņ}$ ) un tīklā nodotā elektroenerģijas ( $EL_{var\ nod}$ ) daudzuma starpību

$$EL_{var\ neto} = EL_{var\ saņ} - EL_{var\ nod}. \quad (4.1)$$

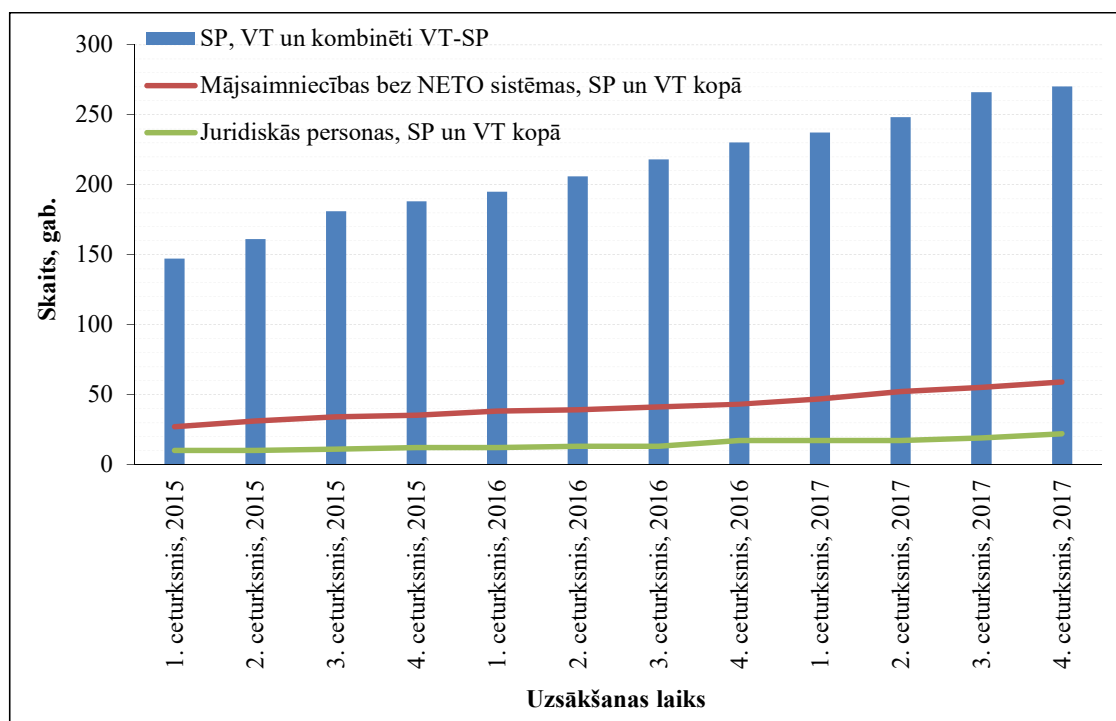
Maksa par elektroenerģiju ir atkarīga no saņemtās elektroenerģijas no tīkla un atkarīga no saražotā un tīklā nodotā elektroenerģijas daudzuma un elektroenerģijas cenas. NETO patēriņu katru stundu maksā visi RL, ja  $EL_{var\ neto} \geq 0$ . Ja saskaņā ar patērētā un saražotā elektroenerģijas daudzuma aprēķinu RL SSO tīklā ir nodevis vairāk elektroenerģijas ( $EL_{var\ neto} < 0$ ), nekā patērējis, attiecīgo elektroenerģijas daudzumu ieskaita nākamajā elektroenerģijas norēķinu periodā tā gada ietvaros, kurš sākas 1. aprīlī un beidzas 31. martā. NETO patēriņa piemērs parādīts 4.2. att.



4.2. att. NETO sistēmas piemērs

## 4.1. Latvijas NETO sistēmu raksturojošie parametri

Kopējais NETO sistēmas parametru apskats tiek veikts periodam no 2015. gada 1. janvāra līdz 2017. gada 31. decembrim (4.3. att.).



4.3. att. NETO sistēmas RL skaits

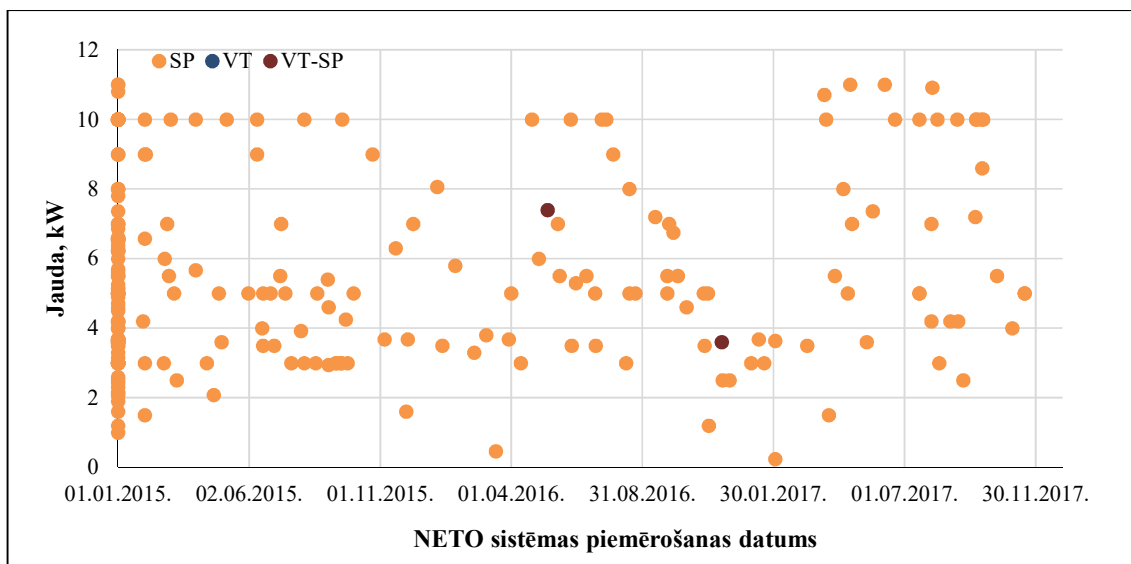
**2017. gada beigās NETO sistēmai ir pieslēgti 274 RL.** Pirmajā NETO sistēmas uzsākšanas periodā (2015. gada sākumā) novērojama liela RL aktivitāte, 147 RL uzsākot lietot NETO sistēmu. Tas saistīts ar iepriekš uzstādītiem MĢ. Tikai 12 RL, kas uzsākuši NETO aprēķinu 2015. gada 1. ceturksnī, iekārtas ir uzstādījuši 2015. gadā. Katrā ceturksnī no viena līdz vienpadsmit RL pieteicās NETO sistēmai. 2017. gada nogalē novērojama lielāku jaudu MĢ uzstādīšana un paaugstināta RL aktivitāte, tas saistīts ar elektroenerģijas tirgotāju piedāvājumu paplašināšanos. Diviem RL ir uzstādītas VT, diviem RL – kombinētās vēja-saules stacijas, pārējiem – saules paneli. **Kopējā uzstādītā jauda ir 1562,47 kW, vidējā AER tehnoloģijas jauda – 5,7 kW. Kopā tīklā gadā tiek nodots 1,38 GWh, no tīkla saņemts – 2,08 GWh.**

Katru ceturksni jaunu ražošanu, noslēdzot līgumu ar kādu no tirgotājiem, uzsāka līdz pieciem RL. NETO sistēmas RL uzstādītā iekārtu jauda ir no 2,5 kW līdz 11 kW. Kopējā uzstādītā jauda 2017. gada beigās bija 1562,47 kW.

Tirgū ir 59 juridiskas personas, kas atbilst NETO sistēmas tehniskajiem nosacījumiem, kā arī elektroenerģiju ražo gala patēriņam. 2015. gada sākumā tādas bija astoņas juridiskas personas. Katru ceturksni līdz četrām juridiskām personām uzstādīti MĢ.

59 RL, kas atbilst NETO sistēmas tehniskajiem noteikumiem, norēķinās ar elektroenerģijas tirgotāju, vienojoties individuāli. Tirgotāji ir SIA „ENEFIT”, SIA „220 ENERĢIJA”, SIA „AEON ENERGY”, SIA „AJ POWER”.

NETO sistēmas RL uzstādītā jauda analizēta 4.4. att.



4.4. att. NETO sistēmas RL uzstādītā jauda

Vidējie NETO sistēmas RL norēķinu dati tika analizēti periodam no 2017. gada 1. marta līdz 2018. gada 28. februārim, kam ir novirze no NETO sistēmas RL norēķinu perioda par vienu mēnesi. Viena mēneša novirze rezultātus ietekmē nenozīmīgi.

No 2017. gada 1. marta līdz 2018. gada 28. februārim NETO sistēmas RL-iem ir pārdots 2,12 GWh elektroenerģijas, kas sastāda mazāk par 0,02% no visas sadalītās elektroenerģijas<sup>48</sup>. SSO no NETO sistēmas RL-iem ir saņēmis 0,71 GWh elektroenerģijas, kas ir mazāk par 0,01% no sadalītās elektroenerģijas.

Šajā periodā 31 NETO sistēmas RL ir saražojis vairāk elektroenerģijas, nekā saņēmis no nodevis tīklā. Kopā nodotās un saņemtās elektroenerģijas starpība ir 36,85 MWh.

Esošie NETO sistēmas lietotāji sastāda nelielu daļu no kopējā energosistēmas patēriņa, to ietekme kopējā sistēmas darbībā ir nenozīmīga.

48 AS „Latvenergo” ilgtspējas gada pārskats, [https://www.latvenergo.lv/files/news/LE\\_ilgtspejas\\_gada\\_parskats\\_2017.pdf](https://www.latvenergo.lv/files/news/LE_ilgtspejas_gada_parskats_2017.pdf), skatīts 27.03.2018.

Aprēķinos pieņemts, ka 274 NETO sistēmas dalībniekiem ir uzskaitē pēc fiksētas elektroenerģijas cenas<sup>49</sup> un attiecīgie SSO elektroenerģijas sadales sistēmas pakalpojumu diferencētie nosacījumi no 2016. gada 1. augusta<sup>50</sup>, obligātā iepirkuma komponente tiek aprēķināta atbilstoši 2017. gadā un 2018. gadā spēkā esošajiem noteikumiem<sup>51</sup>.

Pēc Centrālās statistikas pārvaldes datiem<sup>52</sup> energoresursu patēriņš ML gadā ir 1,76 TWh. Vienas personas mājsaimniecības ir 28,8% no visām mājsaimniecībām, divu personu mājsaimniecības – 31,6%, trīs personu mājsaimniecības – 18,2%, četru personu mājsaimniecības – 12,8%, piecu personu mājsaimniecības – 5,1% un vairāk nekā piecu personu mājsaimniecības – 3,5%<sup>53</sup>, vidēji vienā mājsaimniecībā ir 2,41 personas<sup>54</sup>. Kopējie ML izdevumi par patērēto elektroenerģiju ir 330,3 miljoni € gadā<sup>55</sup>. Latvijā ir 805,8 tūkstoši mājsaimniecību<sup>56</sup>. Pēc iepriekš aprakstītā un no Centrālās statistikas pārvaldes datu bāzēm<sup>57</sup> secināms, ka **vidēji valstī uz vienu ML kopējie izdevumi par elektroenerģiju ir 362,75 €/gadā.**

**274 NETO sistēmas RL vidējie izdevumi par elektroenerģiju ir 847,76 €/gadā.** 264 RL no 274 RL ir trīsfāžu pieslēgums, kas izskaidro 2,3 reizes augstākus izdevumus par elektroenerģiju, t.i., NETO sistēma ir piemērota un pieslēgta lielākajiem ML, kuru mēneša elektroenerģijas patēriņš ir vismaz 300 kWh. Ja šie 274 RL strādātu bez NETO sistēmas, tad to vidējie izdevumi gadā būtu 960,74 €, kas ir 2,65 reizes vairāk nekā vidēji valstī un par 11,76% jeb 112,85 € vairāk nekā ar NETO sistēmu. **Uzstādot NETO sistēmu, RL ir iespēja samazināt ikgadējos kopējos izdevumus par elektroenerģiju līdz 39%, vidējais elektroenerģijas izdevumu samazinājums gadā ir 15,6%.** Pēc 4.5. att. redzams, ka zemākie izdevumi ir pie nulles NETO patēriņa. Tas saistīts ar tiešā patēriņa efektīvu izmantošanu. **Uzstādot NETO sistēmu, RL izdevumos par elektroenerģiju var ietaupīt līdz 395 € gadā, vidēji 115 € gadā.**

49 AS „Latvenergo” Elektrum, [https://www.elektrum.lv/lv/majai/produkti/30/7480406689?startDate=2018-05-01&personClass=Private&percentage\[day\]=60&input\\_protection=10&zone\\_count=1](https://www.elektrum.lv/lv/majai/produkti/30/7480406689?startDate=2018-05-01&personClass=Private&percentage[day]=60&input_protection=10&zone_count=1), skatīts 31.03.2018.

50 AS “Sadales tīkls” elektroenerģijas sadales sistēmas pakalpojumu diferencētie tarifi no 2016. gada 1. augusta (bez PVN), [https://www.sadalestikls.lv/uploads/2018/01/ST\\_tarifi\\_2017.pdf](https://www.sadalestikls.lv/uploads/2018/01/ST_tarifi_2017.pdf), skatīts 30.03.2018.

51 AS „Enerģijas publiskais tirgotājs”, <http://www.eptirgotajs.lv/oik-kalkulators/#/>, skatīts 30.04.2018.

52 Centrālās statistikas pārvaldes datu bāze, [http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/vide/vide\\_\\_energ\\_pat/0303.px/table/tableViewLayout2/?rxid=9777f82b-9f68-475c-9a33-a05b0175b0b5](http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/vide/vide__energ_pat/0303.px/table/tableViewLayout2/?rxid=9777f82b-9f68-475c-9a33-a05b0175b0b5), skatīts 30.03.2018.

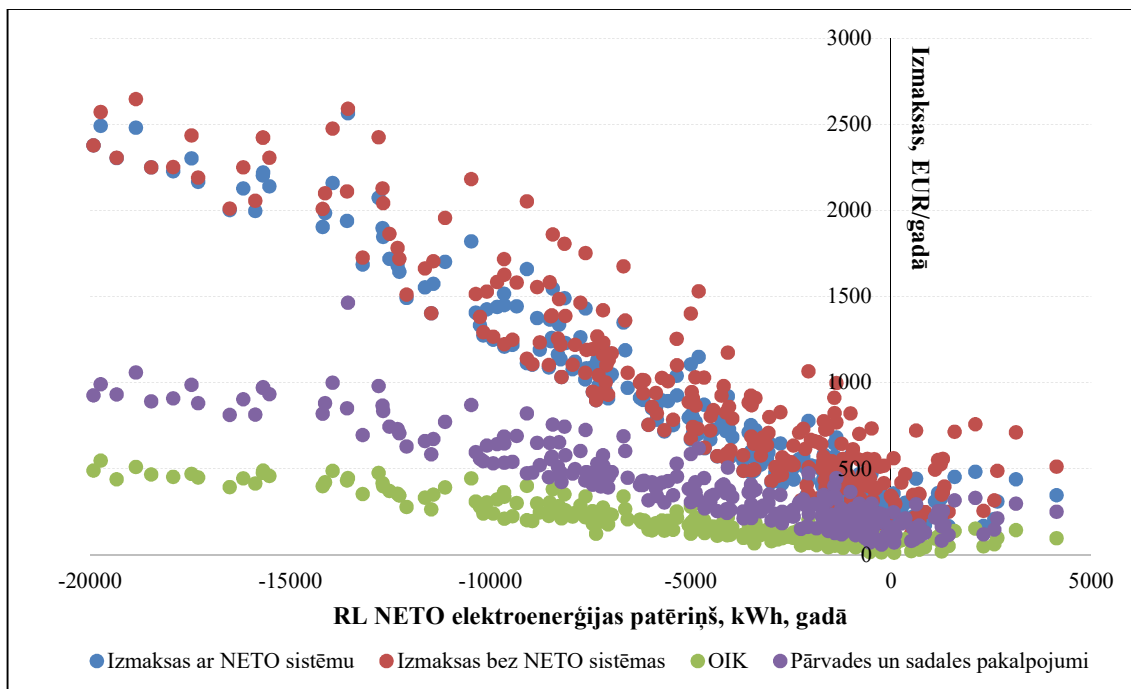
53 Centrālās statistikas pārvaldes datu bāze, [http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/vide/vide\\_\\_energ\\_pat/0106.px/table/tableViewLayout2/?rxid=9777f82b-9f68-475c-9a33-a05b0175b0b5](http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/vide/vide__energ_pat/0106.px/table/tableViewLayout2/?rxid=9777f82b-9f68-475c-9a33-a05b0175b0b5), skatīts 30.03.2018.

54 Centrālās statistikas pārvaldes datu bāze, [http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/Sociale/Sociale\\_\\_ikgad\\_iedz\\_iedzskaits/IS0211.px/table/tableViewLayout2/?rxid=7ee5bb2b-7c93-4ccb-8a34-1aa4ade09cc3](http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/Sociale/Sociale__ikgad_iedz_iedzskaits/IS0211.px/table/tableViewLayout2/?rxid=7ee5bb2b-7c93-4ccb-8a34-1aa4ade09cc3), skatīts 30.03.2018.

55 Centrālās statistikas pārvaldes datu bāze, [http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/vide/vide\\_\\_energ\\_pat/0306\\_€o.px/table/tableViewLayout2/?rxid=9777f82b-9f68-475c-9a33-a05b0175b0b5](http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/vide/vide__energ_pat/0306_€o.px/table/tableViewLayout2/?rxid=9777f82b-9f68-475c-9a33-a05b0175b0b5), skatīts 30.03.2018.

56 Centrālās statistikas pārvaldes datu bāze, [http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/Sociale/Sociale\\_\\_ikgad\\_iedz\\_iedzskaits/IS0211.px/table/tableViewLayout2/?rxid=7ee5bb2b-7c93-4ccb-8a34-1aa4ade09cc3](http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/Sociale/Sociale__ikgad_iedz_iedzskaits/IS0211.px/table/tableViewLayout2/?rxid=7ee5bb2b-7c93-4ccb-8a34-1aa4ade09cc3), skatīts 30.03.2018.

57 Centrālās statistikas pārvaldes datu bāze, [http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/vide/vide\\_\\_energ\\_pat/0306\\_€o.px/table/tableViewLayout2/?rxid=9777f82b-9f68-475c-9a33-a05b0175b0b5](http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/vide/vide__energ_pat/0306_€o.px/table/tableViewLayout2/?rxid=9777f82b-9f68-475c-9a33-a05b0175b0b5), skatīts 30.03.2018.



4.5. att. NETO sistēmas RL izdevumi par elektroenerģiju

NETO sistēmas RL OIK maksājums par no tīkla saņemto elektroenerģiju ir identisks ML OIK maksājumam. NETO sistēmas **visu RL kopējais OIK maksājums gadā ir 51,6 tūkstoši €, vidēji 188,21 € gadā/RL.**

RL OIK maksājums sastāda 12,82%, pie zema ikgadējā no tīkla saņemtās elektroenerģijas daudzuma, un OIK maksājums sastāda līdz 34,7% RL, pie augsta ikgadējā no tīkla saņemtās elektroenerģijas daudzuma un ar saražotā elektroenerģijas daudzuma pārsniegšanu pret patērēto elektroenerģijas daudzumu. No tā secināms: jo mazāku elektroenerģijas daudzumu RL saņem no tīkla un vairāk tiek saražots ar AER tehnoloģijām un patērēts tiešā patēriņā, jo mazākā OIK ietekme.

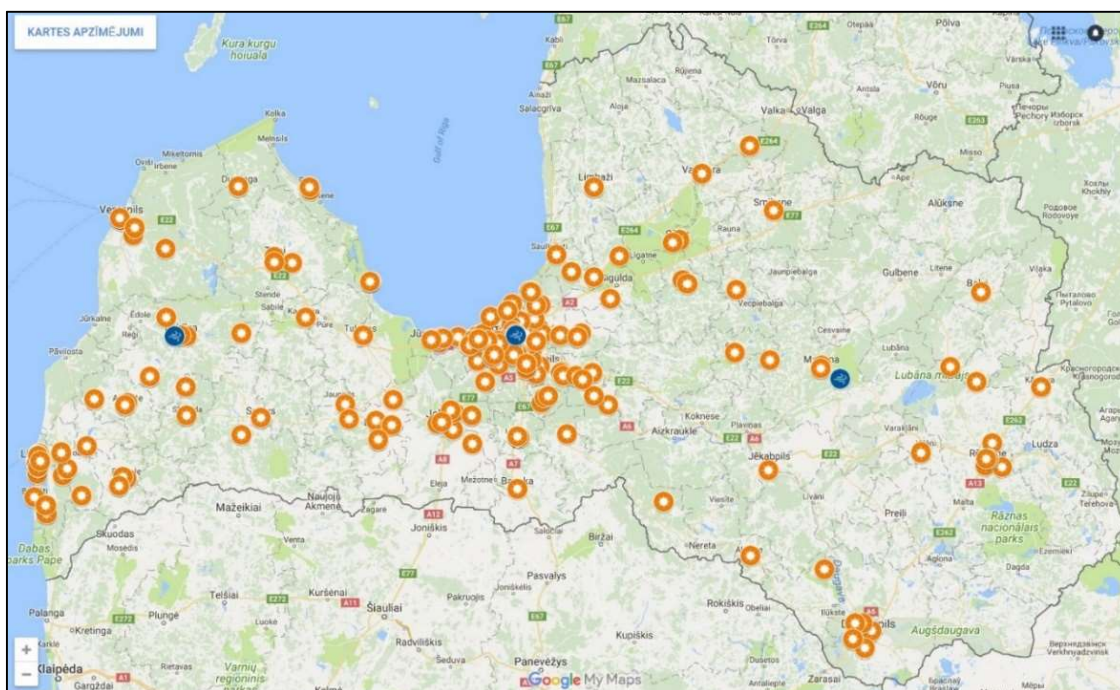
**Vidējais OIK maksājums NETO sistēmas RL sastāda 23,47% no kopējā rēķina summas par elektroenerģiju. Augstais OIK maksājuma īpatsvars saistīts ar trīsfāžu pieslēgumu NETO sistēmas RL un visbiežāk sastopamo IAA – 25 A un IAA – 32 A, kā arī to, ka NETO sistēmas ietvaros maksa par elektroenerģiju tiek piemērota tikai tam daudzumam, kas pārsniedz tīklā nodoto elektroenerģijas daudzumu. Ievērojot esošo regulējumu, NETO sistēmas RL OIK maksājums ir samazināms, tikai palielinot tiešā patēriņa daudzumu.**

NETO sistēmas RL pārvades un sadales pakalpojumi neatšķiras no citiem ML. Šīs izmaksas ir vidēji 406,34 € gadā, kas veido vidēji 48% no kopējā rēķina par elektroenerģiju. Ja RL būtu bez NETO sistēmas, pārvades un sadales maksājumi sastādītu 42%.



## 4.2. NETO sistēmas lietotāju izvietojums

Ņemot vērā Ekonomikas ministrijas mājas lapā publicēto<sup>58</sup>, tika izveidota RL blīvuma karte (4.6. att.), kur ar oranžu apzīmēti RL ar izsniegtām atļaujām saules paneļu uzstādīšanai un ar zilu – ar izsniegtām atļaujām vēja turbīnu uzstādīšanai. NETO sistēmas esošo un potenciālo RL izvietojums visblīvākais ir Rīgā un Rīgas rajonā, kā arī tas ir koncentrēts valsts lielākajās pilsētās un to tuvumā – Ventspilī, Liepājā, Rēzeknē, Daugavpilī. Tas saistīts ar RL aktivitāti, maksātspēju. Ievērojot Ekonomikas ministrijas mājaslapā publicēto, jāņem vērā, ka publicētā informācija ietver gan uzstādītus un plānotos uzstādīt MĢ. 4.6. att. norādīts potenciālais NETO sistēmas RL izvietojums.



4.6. att. Potenciālo NETO sistēmas RL blīvuma karte

## 4.3. NETO sistēmas lietotāju tiešais patēriņš

Par **tiešo patēriņu** izvērtējumā tiek definēts saražotais un patērētais elektroenerģijas daudzums RL vajadzībām bez nodošanas tīklā, kurš var tikt izteikts procentos atkarībā no saražotā elektroenerģijas daudzuma.

Viens no NETO sistēmas pamatmērķiem ir stimulēt tiešā patēriņa apjomu. Tiešais patēriņš ievērojami ietekmē NETO sistēmas izmantošanas ekonomisko ieguvumu, t.i., jo lielāks tiešais

<sup>58</sup> EM publicētā datu bāze

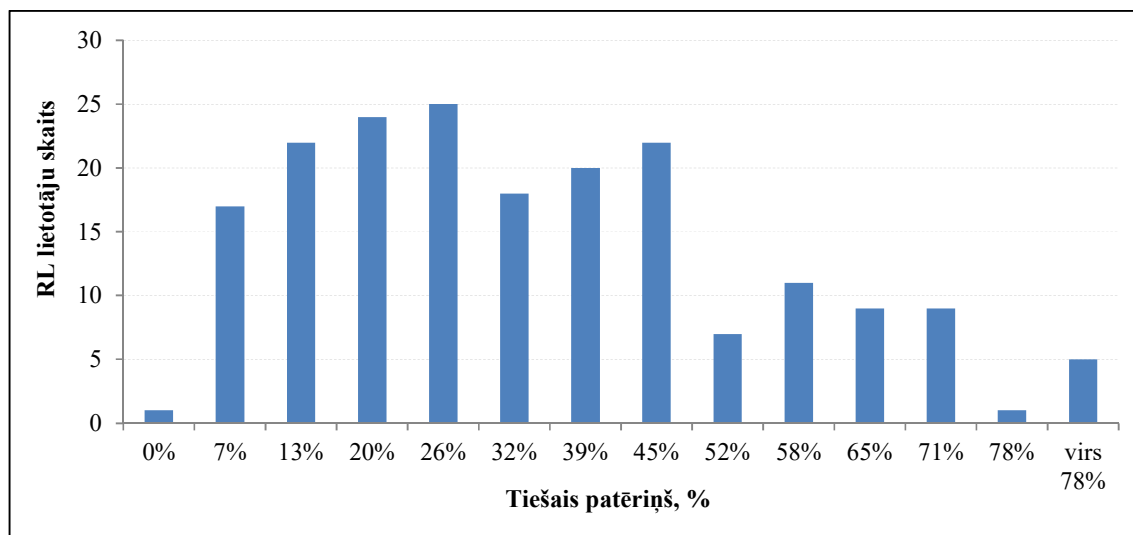
[https://www.em.gov.lv/nozares\\_politika/enerģijas\\_tirgus\\_un\\_infrastruktura/ministru\\_kabineta\\_2009\\_gada\\_11\\_augusta\\_noteikumi\\_nr\\_883\\_noteikumi\\_par\\_atļaujām\\_elektroenerģijas\\_razosanas\\_jaudu\\_palicinasanai\\_vai\\_jaunu\\_razosanas\\_iekartu\\_ieviesanai/](https://www.em.gov.lv/nozares_politika/enerģijas_tirgus_un_infrastruktura/ministru_kabineta_2009_gada_11_augusta_noteikumi_nr_883_noteikumi_par_atļaujām_elektroenerģijas_razosanas_jaudu_palicinasanai_vai_jaunu_razosanas_iekartu_ieviesanai/), skatīts 14.04.2018.

patēriņš, jo mazākās kopējās izmaksas par elektroenerģiju. RL ir ieinteresēti paaugstināt tiešo patēriņu, tādējādi samazinot kopējo maksājumu par elektroenerģiju.

Lai RL nodrošinātu augstāku ekonomisko ieguvumu, tiem nepieciešams sasniegt balansu starp elektroenerģijas kopējo patēriņu un uzstādīto iekārtu saražojamo elektroenerģijas daudzumu. Tiešā patēriņa daudzumu bez enerģijas uzkrāšanas tehnoloģiju izmantošanas ievērojami ietekmē arī klimatiskie apstākļi: Saules radiācija, vēja intensitāte, gadalaiks u.c. apstākļi. Vienlaicīgi tiešais patēriņš ir atkarīgs no konkrētā RL elektroenerģijas patēriņa laika grafika. Parasti ES mājsaimniecību RL tiešā patēriņa līmenis ir 20 – 30%.

Gadījumā, ja tiešais patēriņš sakrīt ar patērētās elektroenerģijas apjomu, t.i., tiešais patēriņš ir 100%, RL maksā tikai fiksētās maksas. Gadījumos, kad tiešais patēriņš nesakrīt ar saražotās elektroenerģijas apjomu, RL norēķinās par elektroenerģiju atbilstoši NETO sistēmas nosacījumiem, t.i., papildu fiksētai maksai RL maksā mainīgo maksu atkarībā no tīkla saņemtā elektroenerģijas daudzuma.

Lai vērtētu RL tiešo patēriņu Latvijā, tika izmantota datu kopa ar 191 RL datiem pirms un pēc NETO sistēmas ieviešanas. RL tiešā patēriņa histogramma parādīta 4.7. att.



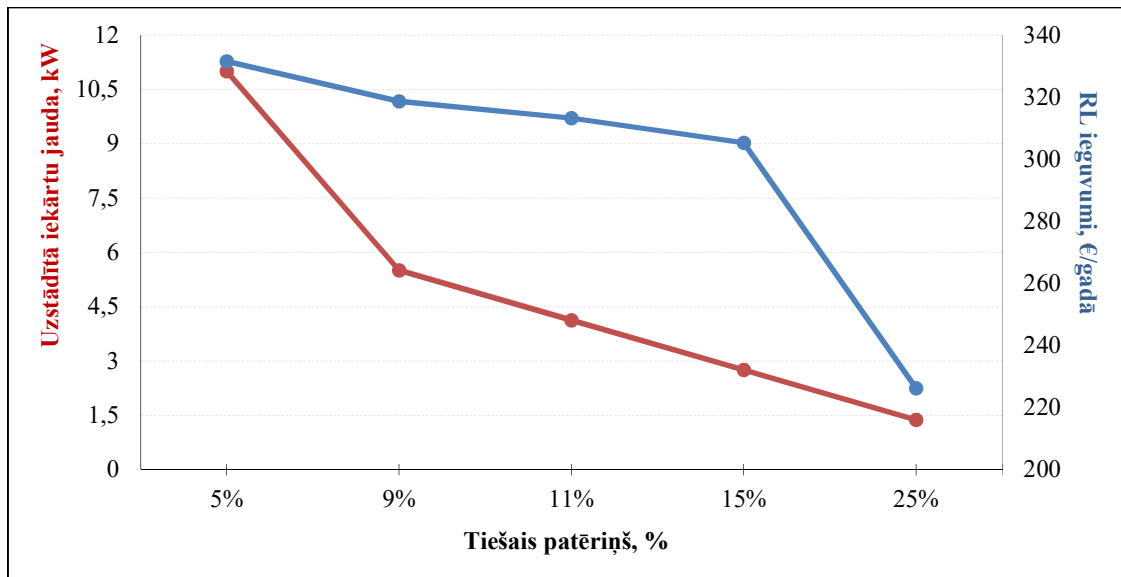
4.7. att. RL tiešā patēriņa histogramma

Analizējot savāktos datus un ievērojot datu ticamību 95% varam secināt, ka vidējais tiešais patēriņš RL Latvijā ir 31%, tiešā patēriņa mediāna ir 29%, RL tiešais patēriņš Latvijā ir līdzvērtīgs Eiropas Savienības RL vidējiem datiem. **Lai paaugstinātu tiešo patēriņu, RL iespējams veikt papildu investīcijas enerģijas uzkrāšanā.**

Lai veiktu RL tiešā patēriņa ietekmes analīzi, izvērtējumā tiek veikta uzstādīto AER tehnoloģiju iekārtu atmaksāšanās ilguma atkarības no tiešā patēriņa modelēšana. Tā tiek veikta atbilstoši 5. nodaļā aprakstītai metodoloģijai un Latvijas raksturīgajam vidējam RL elektroenerģijas patēriņa laika grafikam.

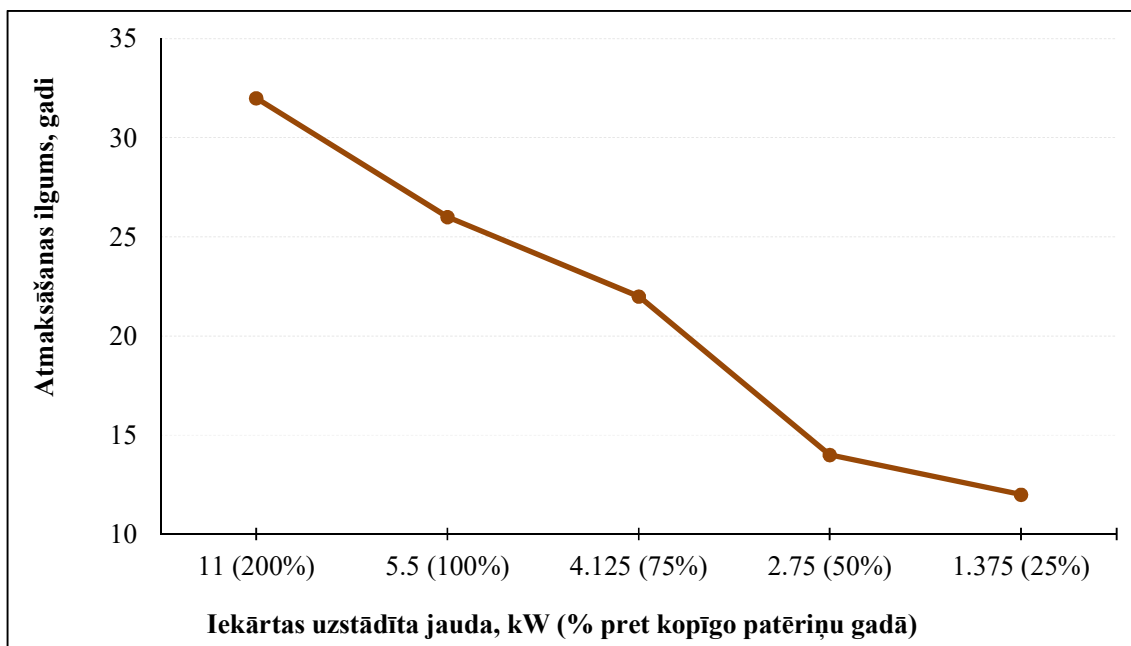


Pie samazinātas iekārtu uzstādītās jaudas un nemainīga kopējā patērētās elektroenerģijas daudzuma RL palielinās tiešais patēriņš procentuālā izteiksmē, tādējādi paaugstinās iekārtu izmantošanas efektivitāte, bet, vienlaicīgi, samazinās kopējais ar AER tehnoloģijām saražotais elektroenerģijas daudzums (4.8. att.). Jo lielāka uzstādīto iekārtu jauda, jo lielāku ieguvumu par saražoto enerģiju var saņemt RL.



4.8. att. RL tiešā patēriņa un ieguvumu (EUR/gadā) atkarība no iekārtas uzstādītās jaudas

No atkarības 4.9. att. redzams, ka saules paneļu atmaksāšanās ilgums ir atkarīgs no AER iekārtu uzstādītās jaudas. Atbilstoši Latvijas raksturīgajam vidējam RL elektroenerģijas patēriņa laika grafikam 4.9. att. iekavās ir norādīts prognozētā saražotā un patērētā elektroenerģijas daudzuma attiecība.



4.9. att. Saules paneļu atmaksāšanas ilgums atkarībā no uzstādītās iekārtu jaudas

No 4.7. att. – 4.9. att. skaidri redzams, ka tiešais patēriņš ir gandrīz tieši proporcionāls uzstādīto AER iekārtu jaudai. Uzstādīto AER iekārtu atmaksāšanās ilgumu iespējams samazināt, samazinot uzstādīto AER iekārtu jaudu. Diemžēl samazinot AER iekārtu jaudu, attiecīgi samazināsies saražotais elektroenerģijas daudzums un ieņēmumi no AER iekārtu izmantošanas. **Lēmums par uzstādāmās AER iekārtas jaudu ir pieņemams, meklējot kompromisu starp atmaksāšanās ilguma samazinājumu, iegūstamiem ieņēmumiem un potenciālā RL finansiālām iespējām.**

#### 4.4. Elektroenerģijas tirgotāju piedāvājums

Pētījumā ir konstatēti pieci aktīvi tirgotāji, kas sniedz piedāvājumus RL, gan pieslēdzot NETO uzskaites sistēmu, gan bez tās: SIA „AEON ENERGY”, SIA „220 ENERĢIJA”, SIA „ENEFIT”, SIA „AJ POWER”, AS „Latvenergo”.

SIA „AEON ENERGY”, SIA „220 ENERĢIJA”, SIA „ENEFIT”, SIA „AJ POWER” ir līgumi ar 57 RL, kas izmanto AER tehnoloģijas un ir noslēguši individuālus līgumus ar tirgotājiem. Analizējot datus, redzams, ka individuāli slēgto līgumu noslēgšanas brīži ir vienmērīgi sadalīti laikā, līdz ar to secināms, kas tas nav saistīts ar NETO sistēmas piedāvājumiem. Šo 57 RL vidējā uzstādītā AER tehnoloģiju jauda ir 5,6 kW.

**Tirgotāji sniedz dažādus piedāvājumus RL:**

- pieslēgt/nepieslēgt NETO sistēmu vai izmantot vienošanās cenu;
- piesaistīt AER tehnoloģiju ražotājus iekārtu uzstādīšanā;
- piedāvājot trešās personas īpašumtiesības;

- piedāvājot papildu pakalpojumus AER tehnoloģiju uzstādīšanas un ekspluatācijas laikā.

**SIA „220 ENERĢIJA”** piedāvā noslēgt līgumu atbilstoši elektroenerģijas vienošanās cenai, norēķinus piesaistot *Nord Pool* elektroenerģijas biržas cenai. Kā ieguvums tiek minēta peļņa vasaras mēnešos, kad elektroenerģijas cena *Nord Pool* biržā ir visaugstākā, bet tiešais patēriņš ir viszemākais, tādējādi radot iespēju nopelnīt, pārdodot saražoto elektroenerģiju par *Nord Pool* biržas cenu. Uzņēmums nemin tādas papildu pakalpojumus kā aprēķina piesaiste NETO sistēmai vai kāda no AER tehnoloģiju ražotājiem piesaiste <sup>59</sup>.

**SIA „AEON ENERGY”** piedāvā RL izmantot gan NETO sistēmu, gan darboties bez tās. Kā priekšrocība tiek minēta elektroenerģijas izdevumu samazināšana līdz nullei. Neizmantojot NETO sistēmu, uzņēmums piedāvā noslēgt līgumu atbilstoši elektroenerģijas vienošanās cenai. Uzņēmums piedāvā sadarbības partnerus AER tehnoloģiju uzstādīšanā un iegādē <sup>60</sup>.

**SIA „AJ POWER”** piedāvā uzstādīt saules paneļus bez pirmās iemaksas uz nomaksu, apgalvojot, ka sistēmas atmaksāšanās ilgums ir 7-10 gadi un ražības garantija ir 25 gadi. Kā arguments tiek minēts par 5-30% samazināts maksājums par elektroenerģiju, kas atbilst pētījumā iepriekš veiktajiem aprēķiniem. Uzņēmums piedāvā izmantot NETO sistēmu vai vienošanās cenu. Uzņēmums piedāvā sadarbības partnerus AER tehnoloģiju uzstādīšanā un iegādē <sup>61</sup>.

**SIA „ENEFIT”** piedāvā veikt visu dokumentu noformēšanu, uzstādīt saules paneļus, 25 gadu garantiju ar atmaksāšanās ilgumu 8-10 gadi. Uzņēmuma piedāvājumā nav minēta NETO sistēmas izmantošana, tikai līguma noslēgšana atbilstoši vienošanās cenai. Uzņēmums piedāvā sadarbības partnerus AER tehnoloģiju uzstādīšanā un iegādē <sup>62</sup>.

**AS „Latvenergo”** piedāvā produktu „*Elektrum Solārais*”. Uzņēmums kā ieguvumu min izdevumu samazināšanu, apsolot 25 gadu saules paneļu darbības ilgumu. Uzņēmums piedāvā palīdzību dokumentācijas sakārtošanā, iespēju iegādāties saules paneļus ar nomaksu līdz 5 gadiem ar pirmo iemaksu 10% vai 30% apmērā. Piedāvājums iekļauj NETO sistēmas pieslēgšanu. Tiek piedāvāti trīs pamatvarianti dažādiem elektroenerģijas patēriņiem: virs 300 kWh mēnesī, virs 500 kWh mēnesī un virs 1500 kWh mēnesī. Attiecīgais piedāvātais ražošanas apjoms ir 1424 kWh gadā ar SP jaudu 1,5 kW, ražošanas apjoms – 3323 kWh gadā ar SP jaudu 3,5 kW un ražošanas apjoms 9493 kWh gadā ar SP jaudu 10 kW. Mazākā piedāvātā komplekta cena ir 3530 € ar PVN. Vienīgais no tirgotājiem, kas uzsver pārsprieguma un zibens aizsardzības nepieciešamību, lai spēkā būtu ražotāja garantija. Tirgotājs sniedz dažādas konsultācijas, garantijas un papildu pakalpojumus. Tirgotājs nodrošinā sadarbības partnerus AER tehnoloģiju uzstādīšanā un iegādē <sup>63</sup>.

Elektroenerģijas tirgotāju piedāvājumi apkopoti 4.1. tabulā.

59 220 ENERĢIJA SIA piedāvājums <https://220energija.lv/majai/mikro-razotajiem/>, skatīts 30.03.2018.

60 AEON ENERGY SIA piedāvājums <http://www.aeonenergy.eu/energija/>, skatīts 30.03.2018.

61 AJ POWER SIA piedāvājums <http://www.ajpower.lv/#/aj/pakalpojumi/saules-energija>, skatīts 30.03.2018.

62 ENEFIT SIA piedāvājums <https://www.enefit.lv/lv/saules-energija>, skatīts 30.03.2018.

63 AS „Latvenergo” piedāvājums, <https://www.elektrum.lv/lv/majai/pakalpojumi/elektrum-solarais/>, skatīts 30.03.2018.

4.1. tabula. Elektroenerģijas tirgotāju piedāvājums

Tirgotājs/piedāvājums	SIA „AEON ENERGY”	SIA „220 ENERĢIJA”	SIA „ENEFIT”	SIA „AJ POWER”	AS „Latvenergo”
NETO sistēma	✓	✗	✗	✓	✓
Vienošanās cena	✓	✓	✓	✓	✗
AER tehnoloģiju ražotāju piesaiste	✓	✗	✓	✓	✓
Papildu pakalpojumi	✗	✗	✗	✗	✓

## 4.5. Stipro, vājo pušu, iespēju un draudu analīze

Stipro, vājo pušu, iespēju un draudu (SVID) analīze tiek veikta pēc vispārpieņemta principa, analizējot pēc četriem kritērijiem. SVID analīzes veikšanas mērķis ir NETO sistēmas darbības veicināšana un priekšlikumi sistēmas uzlabojumiem. Kā stiprās puses tiek aprakstītas īpašības, kas var palīdzēt attīstīt NETO sistēmas darbību, veicina NETO sistēmas popularitāti. Kā vājās puses tiek aprakstītas īpašības, kas kavē NETO sistēmas attīstību. Kā iespējas tiek aprakstīti tie ārējie faktori, kas var palīdzēt sasniegt NETO sistēmas attīstību. Kā draudi tiek aprakstīti tie ārējie faktori, kas var kavēt NETO sistēmas attīstību. NETO sistēmas Latvijā SVID analīze parādīta 4.2. tabulā.

4.2. tabula. NETO sistēmas SVID analīze

STIPRĀS PUSES	VĀJĀS PUSES
<ul style="list-style-type: none"> <li>Norēķinu periods no 1. aprīļa līdz 31. martam</li> <li>MĢ uzstādāmās jaudas ierobežojums viena pieslēguma ietvaros, izmantojot AER tehnoloģijas</li> <li>Atzīto MĢ saraksta uzturēšana</li> <li>Tehnisko noteikumu izdošana vienkāršotā kārtībā RL</li> <li>Trešo personu īpašumtiesību piedāvājums</li> <li>NETO sistēmas RL iespēja saražotās elektroenerģijas pārpalikumu nodot tīklā un nākamajā mēnesī to atgūt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>NETO sistēmas piemērošana tikai mājsaimniecībām</li> <li>NETO sistēmas nestimulēšana RL pielāgoties elektroenerģijas tirgus darbības būtībai</li> <li>NETO sistēmas nestimulēšana samazināt tīklā nodoto elektroenerģijas daudzumu</li> <li>Nepārredzamas uzstādīšanas gala izmaksas</li> <li>Ilgas atmaksāšanās ilgums</li> <li>OIK maksa par no tīkla saņemto elektroenerģiju</li> <li>Norēķini pēc elektroenerģijas daudzuma</li> </ul>
IESPĒJAS	DRAUDI
<ul style="list-style-type: none"> <li>NETO sistēmas piemērošana visiem lietotājiem gala patēriņam</li> <li>Papildu biznesa modeļu attīstība ar AER iekārtu īpašumtiesību nodrošināšanu trešajām personām</li> <li>NETO sistēmas lietotāju stimulēšana sekot līdzī saražotās un tīklā nodotās elektroenerģijas izmaksām, piemērojot NETO norēķinu sistēmu</li> <li>NETO sistēmas lietotāju stimulēšana paaugstināt tiešo patēriņu ar elektroenerģijas patēriņa kontroli un papildu investīcijām enerģijas uzkrāšanā</li> <li>NETO norēķinu sistēmas ieviešana (pēc tirgus cenas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nesankcionēta elektroenerģijas ražošanas iekārtu pieslēgšana paralēlā darbā ar publisko elektrotīklu</li> <li>Papildu neplānotas izmaksas, piemēram, pieslēguma izbūve</li> <li>Nevienlīdzīgi kopējo maksājumu principi lietotājiem, atceļot OIK vienai gala lietotāju grupai</li> <li>Iespējami izdevumi par pieslēguma izbūvi, pārbūvi</li> <li>Sākotnējo investīciju neatgūšana</li> <li>Papildu zudumi tīklā SSO, palielinoties NETO sistēmas lietotāju skaitam</li> </ul>

## 5. SCENĀRIJU MODELĒŠANA UN REZULTĀTI

Nodaļā aprakstīta NETO sistēmas Latvijā modelēšanas metodika, modelēšanas scenāriji un sasniegtie rezultāti, tai skaitā NETO sistēmas lietotāju izmaksas, atmaksāšanās ilgums dažādiem scenārijiem, tehnoloģijām un elektroenerģijas cenām, tai skaitā gadījumā, ja netiek piemērota no saņemtā elektroenerģijas daudzuma atkarīgā obligātā iepirkuma komponente ( $OIK_{var}$ ) un obligātā iepirkuma komponente (OIK).

Papildus tam, ņemot vērā Eiropas Savienības dalībvalstīs plaši piemēroto subsīdiju politiku NETO sistēmas lietotājiem, veikta subsīdiju izmantošanas modelēšana Latvijas NETO sistēmas lietotājiem, nosakot investīciju atmaksāšanās ilgumu. Nodaļas beigās novērtētas NETO sistēmas attīstības iespējas pēc vairākiem kritērijiem līdz 2030. gadam.

Nodaļā tiek veikta NETO sistēmas attīstības aplēse līdz 2030. gadam, ietverot uzstādīto jaudu aplēsi, NETO sistēmas lietotāju pieauguma trajektorijas un NETO sistēmas iespējamā lieluma aplēsi.

Kā RL tiek pieņemtas gan mājsaimniecības, gan juridiskās personas. Ievērojot ES rekomendācijas, mājsaimniecībām, juridiskām personām un citām organizācijām piemērojami tie paši NETO sistēmas piemērošanas kritēriji, ja elektroenerģija tiek ražota, izmantojot AER tehnoloģijas tiešajam patēriņam, saražotais un tīklā nodotais elektroenerģijas daudzums nepārsniedz no tīkla paņemto elektroenerģijas daudzumu, kā arī ja tiek ievēroti citi nosacījumi. NETO sistēmas atvēršana juridiskām personām neradīs citas būtiskas tehniskas un/vai ekonomiskas ietekmes. Papildus tam NETO sistēmas atvēršana juridiskām personām uzlabos AER mērķu sasniegšanu, paplašinās NETO sistēmas lietotāju skaitu un mudinās lietotājus plašāk izmantot AER tehnoloģijas tiešajam patēriņam. Juridisko personu pieslēgšana NETO sistēmai veicama pēc tiem pašiem nosacījumiem kā mājsaimniecībām.

### 5.1. Norēķinu sistēmas modeļi

Izveidosim trīs gadījumus NETO sistēmas novērtējumam.

**Bāzes gadījums**, kur pieņemam, ka ML ir pasīvais enerģijas lietotājs, enerģiju neražo un neizmanto NETO sistēmu.

**A gadījums**, kur pieņemam, ka RL nodrošina katras stundas elektroenerģijas bilanci. RL nenodod un nesaņem elektroenerģiju no tīkla. Tiek saražota enerģija 100% tiešajam patēriņam. A gadījumā elektroapgādes izmaksas, izmantojot gan uzskaiti vai norēķinu pēc fiksētās elektroenerģijas cenas, gan uzskaiti vai norēķinu pēc *Nord Pool* biržas cenas, var aprakstīt ar vienādojumu:

$$\sum_{m=1}^{m=12} (PSP_{const} + OIK_{const} + PSP_{var} + OIK_{var} + EL_{var,neto}) = \sum_{m=1}^{m=12} (PSP_{const} + OIK_{const}) = \sum_{m=1}^{m=12} (A_{const}), \quad (5.1)$$

kur

$PSP_{const}$  – maksa par pieslēguma nodrošināšanu, €;

$OIK_{const}$  – jaudas obligātā iepirkuma komponente (OIK) par pieslēgumu, €;

$PSP_{var}$  – maksa par elektroenerģijas sadalīšanu, €;

$OIK_{var}$  – obligātā iepirkuma komponente par no tīkla saņemto elektroenerģijas daudzumu, €;

$EL_{var,neto}$  – maksa par NETO patēriņu, €;

$A_{const}$  – fiksētā kopējā maksa par elektroenerģiju pēc *Nord Pool* biržas cenas, €.

Šajā gadījumā izmaksas ir vienādas, veicot uzskaiti vai norēķinu pēc fiksētās kopējās maksas par elektroenerģiju pēc *Nord Pool* biržas cenas. Šis apjoms tiek definēts kā  $A_{const}$ .

**B gadījums**, kur pieņemam, ka RL nodrošina elektroenerģijas gada bilanci. RL nodod tīklā un saņem no tīkla vienādu elektroenerģijas daudzumu gada laikā. Stundas, diennakts vai mēneša laika posmos enerģijas bilances var nebūt. B gadījumā elektroapgādes izmaksas var aprakstīt ar vienādojumiem:

- pēc mēnešiem, kur dotajā gadījumā izmaksas ir dažādas, gan ar uzskaiti vai norēķinu pēc fiksētās elektroenerģijas cenas, gan ar uzskaiti vai norēķinu pēc *Nord Pool* biržas cenas. Šis apjoms tiek definēts kā  $B_{var}$ . Maksa par NETO patēriņu tiek definēta kā  $\pm EL_{var,neto}$ . Ja RL saražo mazāku elektroenerģijas daudzumu, nekā patērē (mēneša laikā), tad NETO maksa ir  $+EL_{var,neto}$  un to maksā RL. Ja ir otrādi, RL patērē mazāk, nekā saražoja, tad NETO maksa ir  $-EL_{var,neto}$  un tā tiek ieskaitīta nākamajā mēnesī norēķina perioda ietvaros no 1. aprīļa līdz 31. martam:

$$\sum_{m=1}^{m=12} (PSP_{const} + OIK_{const} + PSP_{var} + OIK_{var} \pm EL_{var,neto}) = \sum_{m=1}^{m=12} (A_{const} + B_{var} \pm EL_{var,neto}), \quad (5.2)$$

kur

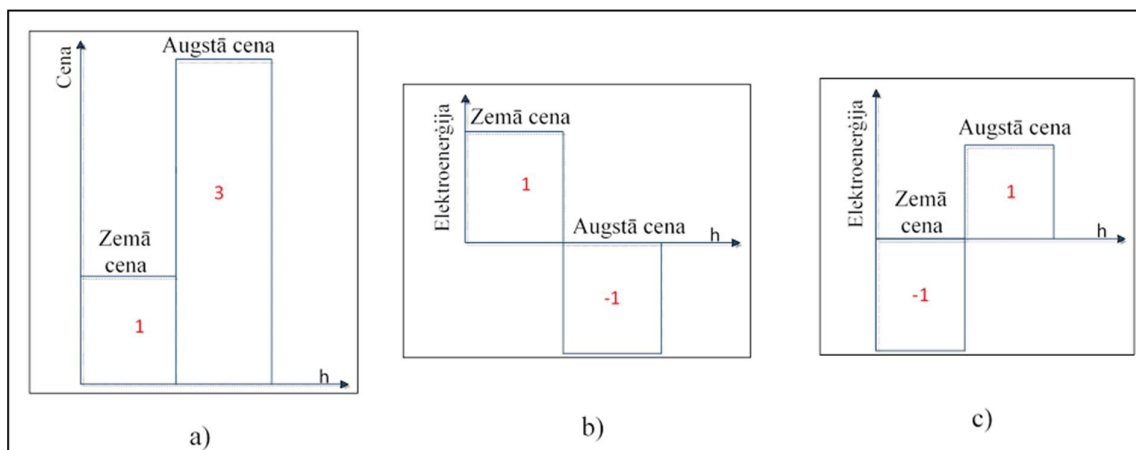
$B_{var}$  – mainīgā kopējā maksa par elektroenerģiju pēc *Nord Pool* biržas cenas, €;

- pēc stundām, kur dotajā gadījumā izmaksas ir dažādas, gan ar uzskaiti vai norēķinu pēc fiksētās elektroenerģijas cenas, gan ar uzskaiti vai norēķinu pēc *Nord Pool* biržas cenas.

Maksa par NETO patēriņu tiek definēta kā  $\pm EL_{var,neto}$ . Ja RL ik stundu saražo mazāku elektroenerģijas daudzumu, nekā patērē, tad NETO maksa ir vienāda ar  $+EL_{var,neto}$ , un to maksā RL. Ja ir otrādi un RL patērē mazāk nekā saražojis, tad NETO maksa ir  $-EL_{var,neto}$ , un tā tiek ieskaitītas nākamās stundas aprēķinā. Rezultātā kopējais maksājums ir  $A_{const}$ ,  $\pm EL_{var,neto}$  un  $B_{var}$ :

$$= \sum_{h=1}^{h=8760} (PSP_{const} + OIK_{const} + PSP_{var} + OIK_{var} \pm EL_{var,neto}) = \sum_{h=1}^{h=876} (A_{const} + B_{var} \pm EL_{var,neto}). \quad (5.3)$$

Lai saprastu esošās NETO sistēmas **B gadījuma** priekšrocības un trūkumus, skatīsim īpaši vienkāršotu piemēru, kurā ir doti divu stundu laika posmi ar dažādām enerģijas cenām: zemo cenu stunda un augsto cenu stunda. Aprēķinos pieņemsim, ka *Augstā cena* = 3 · *zemā cena*. NETO sistēmas vienkāršotais modelis tiek parādīts 5.1. a) att.



5.1. att. NETO sistēmas vienkāršots modelis

**B** gadījumā var izšķirt divus apakšgadījumus:

- pirmais apakšgadījums – RL strādā “*pretfāzē*” ar cenu izmaiņām (5.1. b) att.), kad elektroenerģiju tīklā nodod zemās cenas apgabalā un elektroenerģiju patērē augstās cenas apgabalā. No 5.1. b) att. piemēra RL tīklā nodotās elektroenerģijas cena ir  $1 \times 1 = 1$ , bet patērētās elektroenerģijas cena ir  $1 \times 3 = 3$ . Faktiski veidojas situācija, kad RL ir parādā 2 relatīvās vienības SSO;
- otrais apakšgadījums – RL strādā “*fāzē*” ar cenu izmaiņām (5.1. c) att.), t.i., kad elektroenerģiju tīklā nodod augstās cenas apgabalā un elektroenerģiju patērē zemās cenas apgabalā. No 5.1. c) att. piemēra RL tīklā nodotās elektroenerģijas cena ir  $1 \times 3 = 3$ , bet



patērētās elektroenerģijas cena ir  $1 \times 1 = 1$ . No tirgus darbības principa šajā apakšgadījumā energosistēma RL ir parādā 2 relatīvās vienības.

Norēķinoties, izmantojot esošo NETO sistēmu, RL izmaksas visos apskatītajos gadījumos (**A**, **B**) būs dažādas. Viszemākās izmaksas būs gadījumā **A**. No SSO viedokļa visizdevīgākais režīms ir **B otrais apakšgadījums**. 5.1. att. parādītais piemērs parāda, ka NETO sistēma neatbilst elektroenerģijas tirgus būtībai un nestimulē RL pielāgoties elektroenerģijas cenu izmaiņām. Lai RL stimulētu pielāgoties elektroenerģijas cenu izmaiņām, būtu rekomendējams ieviest NETO norēķinu sistēmu, kas ir atkarīga no katras stundas elektroenerģijas cenas.

## 5.2. Modelēšanas kritēriji un mērķi

Lai novērtētu NETO sistēmas efektivitāti, nepieciešams veikt sistēmas un daudzu iespējamo gadījumu modelēšanu. Modelēšanas laikā tika veikta šādu parametru un kritēriju novērtēšana:

- elektroenerģijas tiešais patēriņš;
- iekārtu atmaksāšanās ilgums;
- ekonomiskais ieguvums;
- akumulējamais NETO sistēmas apjoms tagad un līdz 2030. gadam;
- NETO sistēmas attīstības iespējas, lai citiem elektroenerģijas lietotājiem papildu izmaksas nepārsniegtu 1%, 5% un 10%;
- NETO sistēmas attīstības iespējas, ieviešot dažādus scenārijus.

Kopā veikta 4 scenāriju 17 situāciju modelēšana, tai skaitā 12 situācijas ir ar pašreiz Latvijā piemēroto NETO uzskaites sistēmu un 5 situācijas ar NETO norēķinu sistēmu. Visu scenāriju apkopojums parādīts 5.1. tabulā.

5.1. tabula. Modelēšanā īstenotie scenāriji

	Gadījums	Pēc fiksētās elektroenerģijas cenas	Pēc katras stundas Nord Pool biržas cenas	OIK izmaiņas
<b>1. scenārijs jeb Bāzes gadījums</b>	Nav piemērojams	Uzskaitē	Uzskaitē	Nav piemērojams
<b>2. scenārijs (esošā NETO uzskaites sistēma)</b>	A	Uzskaitē	Uzskaitē	
	B	Uzskaitē	Uzskaitē	
<b>3. scenārijs (NETO norēķinu sistēma)</b>	B		Norēķins	
<b>4. scenārijs (OIK nepiemērošana)</b>	A	Uzskaitē	Uzskaitē	bez OIK
	B	Uzskaitē	Uzskaitē	bez $OIK_{var}$
		Uzskaitē	Uzskaitē	bez OIK
		Norēķins	Norēķins	bez $OIK_{var}$
Norēķins		Norēķins	bez OIK	

Izskatām vairāku veidu RL darbības scenārijus:

- **1. scenārijs (Bāzes gadījums)** atspoguļo sastopamo situāciju, kad gala lietotājs nav uzstādījis ģenerāciju un nav iesaistīts NETO sistēmā. Uzskaitē notiek pēc cenas  $EL_{var}$ , ievērojot ML patērēto elektroenerģijas daudzumu, un elektroenerģijas cenas, izmantojot uzskaiti pēc fiksētās elektroenerģijas cenas un katras stundas *Nord Pool* biržas cenas<sup>64</sup>;
- **2. scenārijs** atspoguļo **esošo NETO uzskaites sistēmu** (A un B gadījumi). Uzskaitē notiek pēc NETO maksas  $EL_{var,neto}$ , ievērojot esošo regulējumu: pēc fiksētās elektroenerģijas cenas un pēc katras stundas *Nord Pool* biržas cenas;
- **3. scenārijs atspoguļo NETO norēķinu sistēmu**, RL ir elektroenerģijas tirgotāja un pircēja lomā (B gadījums). Norēķini notiek pēc elektroenerģijas cenas, ievērojot *Nord Pool* biržas cenas. Tiklā nodotās elektroenerģijas cena tiek noteikta pēc katras stundas *Nord Pool* biržas cenas, no tīkla saņemtā elektroenerģija tiek noteikta pēc katras stundas *Nord Pool* biržas cenas un pēc pakalpojumu izcenojumiem;
- **4. scenārijs** atspoguļo **OIK nepiemērošanu** NETO sistēmai, izmantojot 2. un 3. scenārija principus, t.i., RL netiek piemērota obligātā iepirkuma komponente par no tīkla saņemto elektroenerģijas daudzumu ( $OIK_{var}$ ) vai obligātā iepirkuma komponente (OIK).

### 5.3. Modelēšanas pamatpieņēmumi un ierobežojumi

Veicot modelēšanu, tika ņemti vērā sekojošie ierobežojošie kritēriji, nosacījumi un aplēse:

- NETO sistēmas norēķinu periods tiek saglabāts atbilstoši esošajam regulējumam, t.i., no 1. aprīļa līdz 31. martam. Šis periods ir piemērots Latvijas RL, jo ziemas periodā RL ir iespēja maksimāli izmantot tīklā nodoto elektroenerģiju. Šis periods paaugstina RL ekonomisko izdevīgumu Latvijā;
- tiek saglabāti esošie tehniskie ierobežojumi, t.i., NETO sistēma tiek uzstādīta viena pieslēguma ietvaros, t.i., 1 fāzes pieslēgums ar IAA līdz 16 A vai 3 fāžu ar IAA līdz 16 A, elektroenerģijas ražošanas iekārtu darba spriegums nepārsniedz 400 V;
- visos scenārijos elektroenerģijas *Nord Pool* biržas cenas tiek pieņemtas nemainīgas visā plānošanas periodā, izmantojot perioda datus no 31.03.2017 līdz 01.04.2018.;
- tiek saglabāta nemainīga maksa par pieslēguma nodrošināšanu, kas atbilst esošajam regulējumam;
- OIK maksa tiek apskatīta atbilstoši esošajam regulējumam no 2018. gada 1. jūlija;
- maksa par sistēmas jeb sadales un pārvades pakalpojumiem tiek ievērota atbilstoši esošajam regulējumam;
- analizējot RL patēriņu gadā, tika konstatēts, ka vidējais elektroenerģijas patēriņš ir ap 5500 kWh gadā, kas tiek pieņemts kā apskatāmais NETO sistēmas lietotājs;
- ņemot vērā, ka 263 no esošajiem 274 NETO sistēmas lietotājiem ir trīsfāžu pieslēgums, modelēšanā tiek izvēlēts trīsfāžu pieslēgums kā visbiežāk sastopamais gadījums;

<sup>64</sup> Elektrum piedāvātie produkti, [https://www.elektrum.lv/lv/majai/produkti/7/8081608101?personClass=Private&percentage\[day\]=60](https://www.elektrum.lv/lv/majai/produkti/7/8081608101?personClass=Private&percentage[day]=60), skatīts 25.05.2018.

- visos scenārijos tiek pieņemts, ka elektroenerģijas patēriņš būs nemainīgs visā plānošanas periodā;
- aprēķini tika veikti, ņemot vērā pievienotās vērtības nodokli (PVN);
- investīciju aprēķinā tika ietverts PVN, jo ML var būt ierobežotas iespējas atgūt PVN. Juridiskām personām var būt iespējas atgūt PVN, kas var saīsināt atmaksāšanās ilgumu;
- kredīta likme tika pieņemta atbilstoši Latvijas Bankas noteiktajām procentu likmēm, tas ir 2,6% gadā;
- diskonta likme tika pieņemta 2,0% gadā;
- kreditēšanas periods tiek pieņemts vienāds ar iekārtu kalpošanas ilgumu – 25 gads. Samazinoties kreditēšanas periodam, iekārtu atmaksāšanās ilgums samazināsies atbilstoši procentu maksājumos maksāto naudas līdzekļu samazinājumam;
- ņemot vērā AER kalpošanas ilgumu (25 gadi), par iekārtu plānošanas periodu tiek pieņemti 25 gadi;
- NETO sistēmas lietotāju investīciju apjoms (€/kW) tiek prognozēts nemainīgs;
- saules paneļu jauda un attiecīgais investīciju apjoms tika noteikts pēc Saules radiācijas Latvijā, lai RL ar 5500 kWh patēriņu gadā varētu maksimāli izmantot SP saražoto elektroenerģiju gala patēriņam;
- **neto pašreizējā vērtība ( $NPV_{RL}$ ) tiek aprēķināta, ņemot vērā RL ienākumus**, kas tiek saņemti no SP saražotās elektroenerģijas. No ienākumiem tiek atņemti izdevumi: kredīta pamatsumma 4% (240 €/gadā) un 2,6%/gadā kredīta procenti;
- $NPV_{RL}$  tiek aprēķināta diviem variantiem: 1. variants – tiek ņemts kredīts, 2. variants – netiek ņemts kredīts un tiek izmantoti RL naudas ietaupījumi.

$NPV_{RL}$  1. variantam tiek aprēķināta:

$$NPV_{RL}(i_d, T) = \sum_{t=1}^T \frac{(C_{bāze,t} - C_{mod,t}) - \left(\frac{C_{invest,RL}}{T} + C_{atlik,t} \cdot i_{kred}\right)}{(1 + i_d)^t} \quad (5.4)$$

kur

$i_d$  – diskonta likme, %;

$T$  – plānošanas periods, gadi;

$t$  – plānošanas perioda gads (1, 2, ...  $T=25$ );

$C_{bāze,t}$  – ikgadējās Bāzes gadījuma RL esošās gada izmaksas, €/gadā;

$C_{mod,t}$  – ikgadējās modelējamā 2. – 4. scenārija gadījuma gada izmaksas, €/gadā;

$C_{invest,RL}$  – RL investīcijas par SP iegādi un uzstādīšanu, €;

$C_{atlik,t}$  – atlikušā summa par kredītu  $t$ -ajā gadā, €;

$i_{kred}$  – kredīta likme, %.

$NPV_{RL}$  2. variantam tiek aprēķināta:

$$NPV_{RL}(i_d, T) = -C_{invest} + \sum_{t=1}^T \frac{C_{bāze,t} - C_{mod,t}}{(1 + i_d)^t} \quad (5.5)$$

kur

$C_{invest}$  – RL investīcijas par SP iegādi un uzstādīšanu, €.

- **izlīdzinātās enerģijas izmaksas** (LCOE jeb “*Levelized Cost of Energy*”) ir energoražošanas sistēmas izmaksu ekonomisks novērtējums NETO sistēmai, kurā iekļautas visas izmaksas visā iekārtu dzīves laikā, tai skaitā sākotnējās investīcijas, ekspluatācijas un uzturēšanas izmaksas, kapitāla izmaksas u.c.<sup>65</sup>. LCOE ļauj salīdzināt dažādu scenāriju izdevīgumu. Analīzē tiek salīdzināti visu scenāriju LCOE ar Bāzes gadījumu. LCOE vērtība tiek aprēķināta pēc šādas izteiksmes:

$$LCOE(i_d, T_{darb.}) = \frac{(C_{invest} + C_{kred}) + \sum_{t=1}^{T_{darb.}} \frac{C_{mod,t}}{(1 + i_d)^t}}{\sum_{t=1}^{T_{darb.}} \frac{A_{vid.pat,t}}{(1 + i_d)^t}} \quad (5.6)$$

kur

$T_{darb.}$  – AER iekārtas darbmužs, gadi ( $T_{darb.} = 25$ )<sup>66</sup>;

$t$  – AER iekārtas darbmuža gads (1, 2, ...  $T_{darb.}$ );

$A_{vid.pat,t}$  – RL ikgadējais vidējais elektroenerģijas patēriņš, kW;

$C_{kred}$  – saņemtā kredīta kopējās izmaksas bankai, €.

Kopējo maksājumu par OIK veido divas daļas, no kurām viena ir fiksēta, savukārt otra mainās proporcionāli patērētajai elektroenerģijai. Mainīgā daļa veidojas proporcionāli patērētajai elektroenerģijai, savukārt fiksētā daļa atkarīga no sprieguma pakāpes un elektroenerģijas patēriņa grupas.

Sabiedrisko pakalpojumu regulēšanas komisija, pamatojoties uz enerģijas publiskā tirgotāja aprēķinu, ir apstiprinājusi zemākas jaudas OIK par pieslēgumu ( $OIK_{const}$ ) norēķiniem par elektroenerģiju no 2018. gada 1. jūlija.  $OIK_{const}$  tiek piemērota visiem lietotājiem atkarībā no sprieguma un IAA.

65 Walter Short, Daniel J. Packey, and Thomas Holt “A Manual for the Economic Evaluation of Energy Efficiency and Renewable Energy Technologies” NREL/TP-462-5173, March 1995, p.120.

66 AS „Latvenergo” piedāvājums, <https://www.elektrum.lv/lv/majai/pakalpojumi/elektrum-solarais/>, skatīts 30.03.2018.

Apstiprinātā OIK vidējā vērtība samazināta no 25,79 €/MWh līdz 22,68 €/MWh. Vidējā jaudas komponente saskaņā ar Sabiedrisko pakalpojumu regulēšanas komisijas pieņemto lēmumu no 2018. gada 1. jūlija ir par 27,8% zemāka nekā līdz šim, attiecīgi gala maksājums par OIK samazinās visās sprieguma un elektroenerģijas patēriņa grupās.

Galvenie modelēšanas ieejas dati apkopoti 5.2. tabulā (cenas dotas **ar PVN**).

5.2. tabula. Modelēšanas ieejas dati

Parametra nosaukums un mērvienība	Vērtība
Fāžu skaits	3
Vidējais elektroenerģijas patēriņš, kWh	5500
Maksa par tirdzniecības pakalpojumu, €/kWh	0,00564
Jaudas OIK par pieslēgumu ( $OIK_{const}$ ), €/gadā <sup>67</sup>	42,35
OIK par no tīkla saņemto elektroenerģijas daudzumu ( $OIK_{var}$ ), €/kWh	0,0177
Maksa par pieslēguma nodrošināšanu ( $PSP_{const}$ ), €/gadā	72,76
Maksa par elektroenerģijas sadalīšanu ( $PSP_{var}$ ), €/kWh	0,05334
Plānošanas periods, gadi	25
Kredīta likme, % <sup>68</sup>	2,6
Diskonta likme, %	2,0
Saules paneļu jauda, kW	5,5
Investīcijas, €	6000

Izvēloties uzskaiti vai norēķinu pēc *Nord Pool* cenas, ja cena biržā samazināsies, mēneša maksājums arī samazināsies – un otrādi. *Nord Pool* biržas vienas kilovatstundas cenu nosaka iepriekšējā mēneša katras stundas elektroenerģijas cena Latvijas reģionā.

## 5.4. Modelēšanas rezultāti

Visu scenāriju situāciju rezultāti apkopoti kopējos grafikos rezultātu pārskatāmības sasniegšanai. Iegūtie rezultāti apkopoti 5.3. tabulā. Modelēšana veikta pēc  $OIK_{const}$  regulējuma, kas ir spēkā no 2018. gada 1. jūlija.

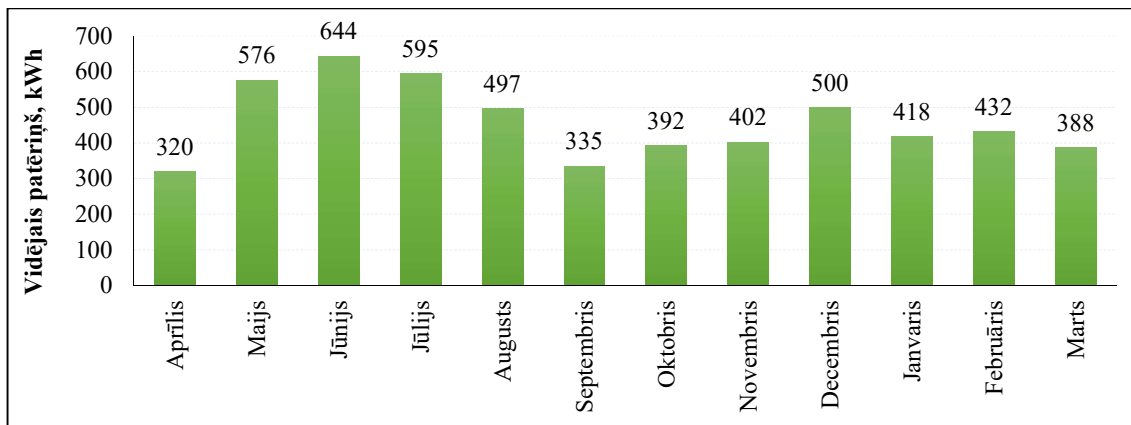
Izanalizējot visu scenāriju modelēšanas rezultātus, tiek secināts, ka, izmantojot NETO uzskaites vai norēķinu sistēmu pēc fiksētās elektroenerģijas cenas vai pēc *Nord Pool* biržas cenas, vidējās mēneša izmaksas ir gandrīz vienādas. Vienkāršošanai **5.3. tabulā atspoguļoti rezultāti tikai pēc *Nord Pool* biržas cenas** (kopā 17 situācijas).

<sup>67</sup> AS „Enerģijas publiskais tirgotājs” informācija, <http://www.eptirgotajs.lv/no-2018-gada-sagaidama-oik-samazinanasan/#/>, skatīts 25.05.2018.

<sup>68</sup> Latvijas Bankas noteiktās procentu likmes, <https://www.bank.lv/statistika/dati-statistika/procentu-likmju-statistikas-raditaji/galvenas-procentu-likmes>, skatīts 20.05.2018.

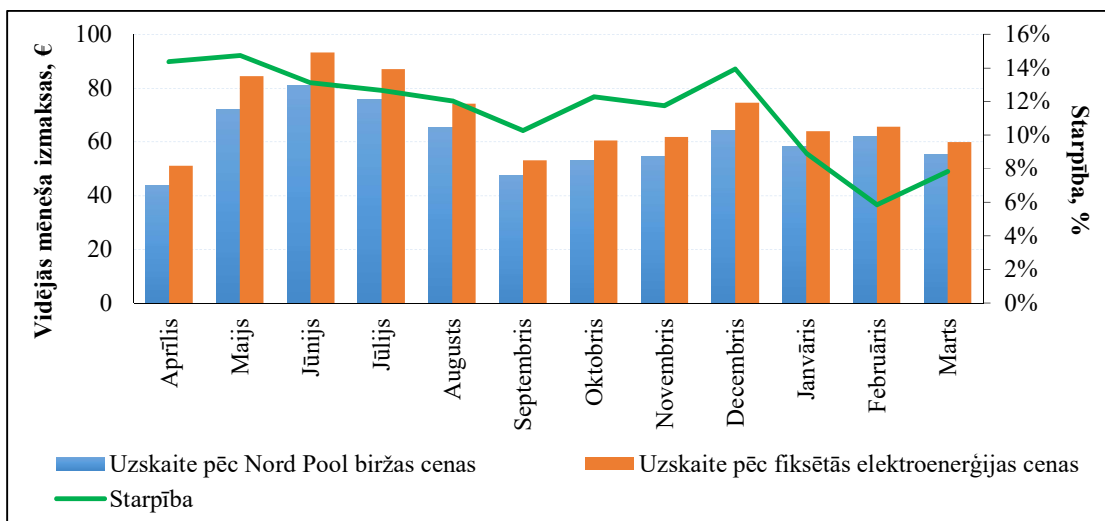
### 5.4.1. 1. scenārija modelēšanas rezultāti

1. scenārijā jeb Bāzes gadījumā ML nav ražotājs un NETO sistēmas lietotājs, tas tikai saņem no tīkla elektroenerģiju (5.2. att.). Pēc iepriekš definētiem kritērijiem, lai nodrošinātu salīdzināšanas iespējas, pieņemts, ka kopā gadā no tīkla tiek saņemts 5500 kWh.



5.2. att. 1. scenārija lietotāja elektroenerģijas patēriņš

1. scenārijā mēneša maksājumu par elektroenerģiju ietekmē: elektroenerģijas patēriņš, elektroenerģijas cena, OIK, kā arī maksa par elektroenerģijas sadalīšanu ( $PSP_{var}$ ) un maksa par pieslēguma nodrošināšanu ( $PSP_{const}$ ). Kopējā elektroenerģijas patēriņa izmaiņa gadā parādīta 5.2. att. Maksājumu mēneša izmaiņas dotas 5.3. att.



5.3. att. 1. scenārija lietotāju mēneša maksājumi

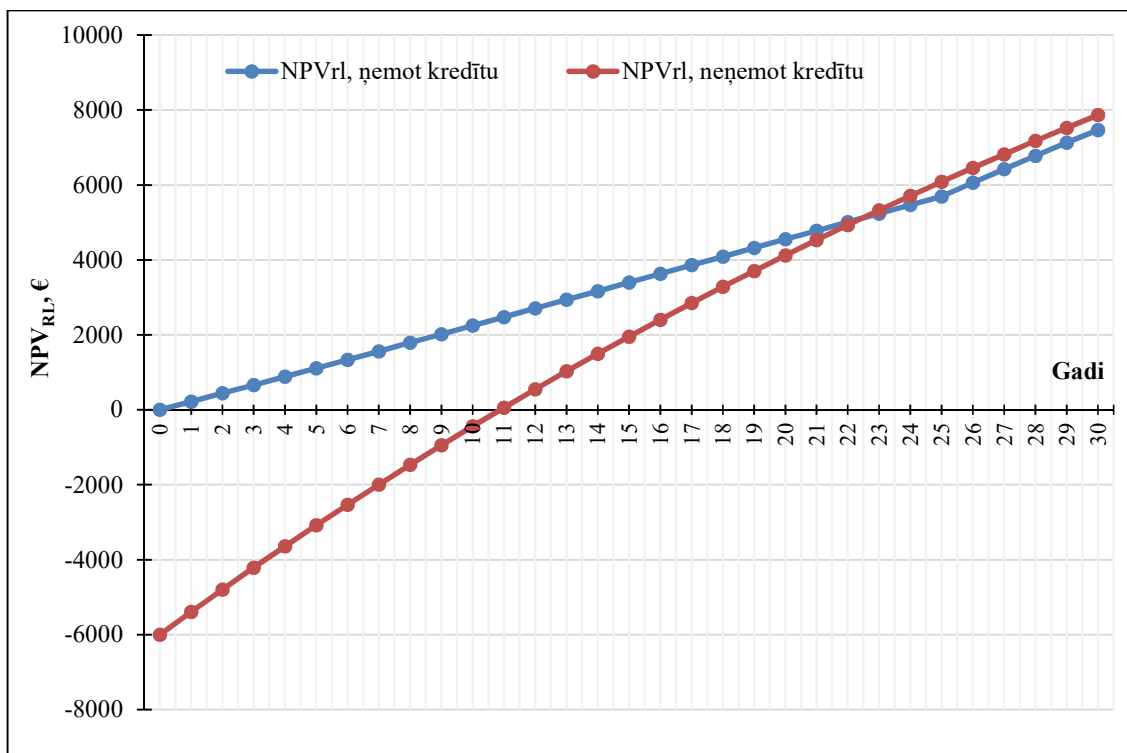
Analizējot grafiku, var redzēt, ka kopējais vidējais ML maksājums 1. scenārija gadījumā, izmantojot uzskaiti pēc *Nord Pool* biržas cenas, ir 732,84 €, izmantojot uzskaiti pēc fiksētās elektroenerģijas cenas – 829,58 €. Vidējā starpība ir 11 %. Aprēķinātās vērtības tiks izmantotas pārējo scenāriju analīzei.

### 5.4.2. 2. scenārija modelēšanas rezultāti

2. scenārijs pēc esošās NETO uzskaites sistēmas tika modelēts A un B gadījumiem pēc uzskaites ar fiksēto elektroenerģijas cenu un pēc *Nord Pool* biržas cenas. Atmaksāšanās ilguma aprēķinos tika ievērota gan kredīta esamība, gan neesamība.

**A gadījumā** pieņemts, ka katras stundas ietvaros ir pilnībā (100%) nodrošināts tiešais patēriņš (idealizēta situācija), tiek nodrošināta elektroenerģijas katras stundas bilance. Piedāvātajā gadījumā mēneša elektrības maksājumu veido jaudas OIK par pieslēgumu ( $OIK_{const}$ ) un maksa par pieslēguma nodrošināšanu ( $PSP_{const}$ ).

Atbilstoši OIK nosacījumiem no 2018. gada 1. jūlija, izmantojot uzskaiti pēc fiksētās elektroenerģijas cenas, vidējās mēneša izmaksas ir nemainīgas un ir vienādas ar 9,57 € mēnesī, attiecīgi gadā – 114,92 €. A gadījumam RL ikgadējie ienākumi no SP izmantošanas sastāda 619,03 € (5.4. att.).



5.4. att. NPV<sub>RL</sub> 2. scenārija A gadījumam

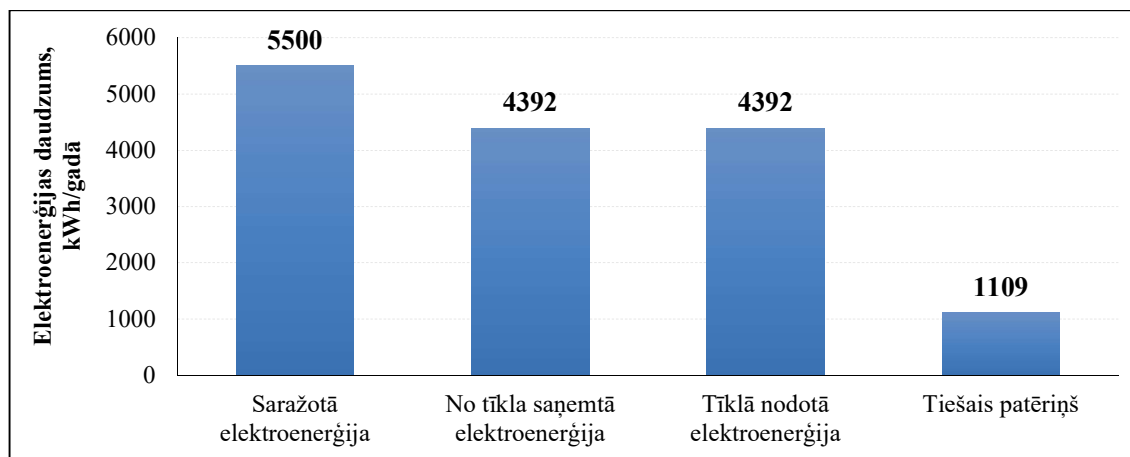


Rezultātā var secināt, ka jau no pirmā SP izmantošanas gada RL ietaupījumi kopējos izdevumos. Kad RL AER iekārtu iegādei iegulda savus līdzekļus, RL svarīgi ātrāk tos atgūt. Kredīta neņemšanas gadījumā RL investīciju atmaksāšanas ilgums ir 11 gadi (5.4. att.). Tātad Aktīvu atdeve, neņemot kredītu, ir tuvu 10% no sākotnējo investīciju apjoma. Tāda procentu likme ir pievilcīga un pietiekīga, lai nodrošinātu jaunu RL piesaisti. Diemžēl A gadījums ir idealizēts un tik mazs atmaksāšanās ilgums var būt nodrošināts tikai pie 100% tiešā patēriņa.

**B gadījumā** RL nodod tīklā un saņem no tīkla mainīgu, nesakrītošu elektroenerģijas daudzumu, bet rezultātā nodrošina gada elektroenerģijas bilanci.

Modelējot B gadījumu, tiek izmantoti dati par ML katras stundas vidējo elektroenerģijas patēriņu (kWh), katras stundas summāro Saules radiāciju Latvijā <sup>69</sup> (kW/m<sup>2</sup>) un SP īpatnējo platību (m<sup>2</sup>/kW), Latvijas apstākļos 1 kW SP saražoto elektroenerģiju gadā. Viena saules paneļa nominālā jauda ir no 200 līdz 300 W. Tātad pieņemts, ka sistēma ar 1 kW jaudu sastāv no četriem 250 W SP. Viena saules paneļa izmērs ir aptuveni 1×1,6 metri (1,6 m<sup>2</sup>); lai uzstādītu 1 kW, ir nepieciešams 6,4 m<sup>2</sup> laukums (1. nodaļa).

5.5. att. tiek parādīts B gadījums, kad tiek nodrošināta gada elektroenerģijas bilance: gadā no tīkla saņemtais elektroenerģijas daudzums ir vienāds ar gadā tīklā nodoto elektroenerģijas daudzumu. RL tiešais patēriņš ir apmēram 20% no kopējās saražotās elektroenerģijas.



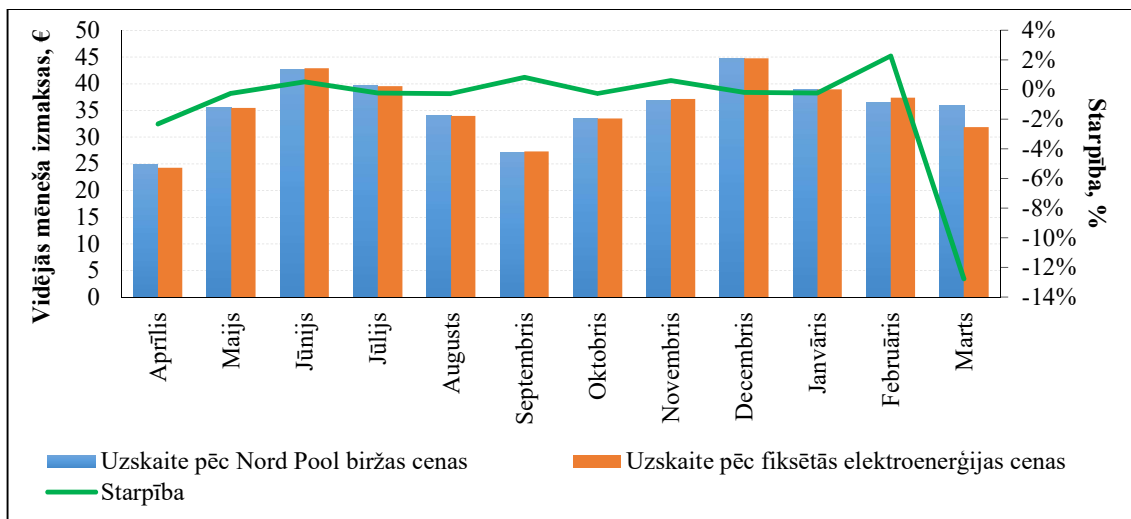
5.5. att. 2. scenārija B gadījuma lietotāju elektroenerģijas sadalījums

Tālāk tiek aprēķinātas B gadījuma kopējās elektroenerģijas izmaksas pēc NETO patēriņa  $EL_{var,neto}$ , ievērojot esošo regulējumu, izmantojot uzskaiti pēc fiksētās elektroenerģijas cenas un pēc *Nord Pool* biržas cenas.

<sup>69</sup> Latvijas vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra dati, <https://www.meteo.lv/meteorologija-datu-meklesana/?nid=461>, skatīts 15.05.2018.

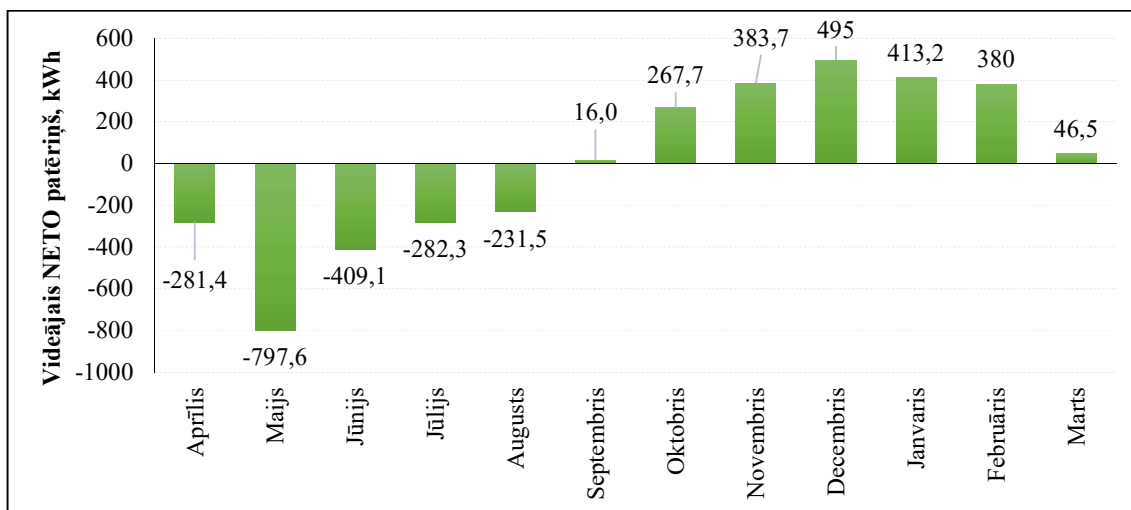
Apskatāmajā gadījumā mēneša elektrības maksājumu veido OIK, kā arī maksa par elektroenerģijas sadalīšanu ( $PSP_{var}$ ), maksa par NETO patēriņu ( $EL_{varneto}$ ) un maksa par pieslēguma nodrošināšanu ( $PSP_{const}$ ).

No 5.6. att. ir redzams, ka pēc 2018. gada 1. jūlija noteikumiem kopējais RL maksājums 2. scenārija B gadījumā, izmantojot uzskaiti pēc Nord Pool biržas cenas, ir 430,37 €, izmantojot uzskaiti pēc fiksētās elektroenerģijas cenas – 426,73 €. Vidējā starpība ir ļoti zema – 1%.



5.6. att. 2. scenārija B gadījuma lietotāju mēneša maksājumi

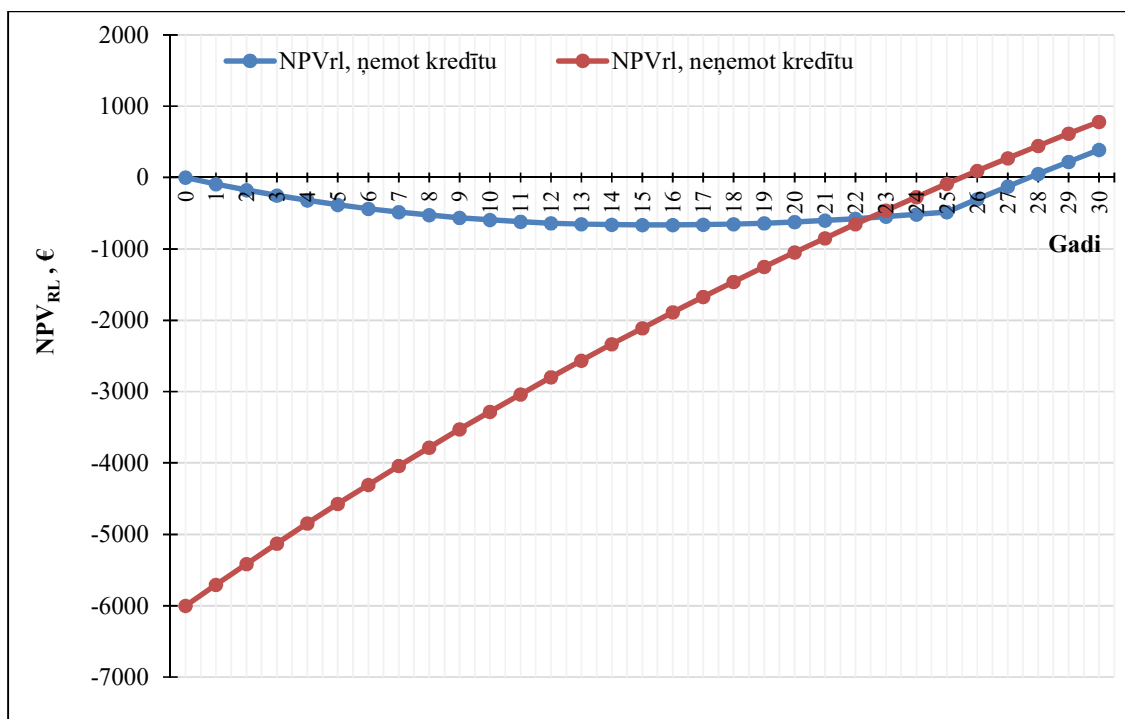
Analizējot 5.7. att. var vērot, ka, sākot no aprīļa līdz septembrim, RL atdod tīklā vairāk, nekā saņem no tā. Rudenī un ziemā ir otrādi.



5.7. att. 2. scenārija B gadījuma lietotāju elektroenerģijas NETO patēriņš

Aprēķini vēlreiz apstiprina, ka esošā regulējuma noteiktais periods (no 1. aprīļa līdz 31 martam) paaugstina RL ekonomisko izdevīgumu Latvijā.

5.8. att. tiek parādītas RL  $NPV_{RL}$  izmaiņas laikā.



5.8. att.  $NPV_{RL}$  2. scenārija B gadījumam

Apskatītajā gadījumā RL ikgadējie ienākumi no saražotās elektroenerģijas ir 302,84 €. Tā kā plānošanas perioda pirmajos piecpadsmit gados RL izdevumi pārsniedz RL ienākumus,  $NPV_{RL}$  raksturliņķnei (zilā krāsā) piemīt negatīvs raksturs. Tomēr sešpadsmitajā gadā RL ienākumi pārsniedz izdevumus un NPV raksturliņķne sāk vienmērīgi pieaugt. Tikai divdesmit astotajā gadā RL pilnīgi sāk iegūt ienākumus. Bet AER iekārtas darba mūžs ir 25 gadi, līdz ar to šis variants nav pievilcīgs RL. Tāda paša situācija ir, kad nav paņemts kredīts, jo RL investīciju atmaksāšanas ilgums ir 26 gadi. Aktīvu atdeve, neņemot kredītu, ir ap 5%.

### 5.4.3. 3. scenārija modelēšanas rezultāti

3. scenārijs tika modelēts B gadījumam, pieņemot, tiek izmantota NETO norēķinu sistēma un *Nord Pool* biržas cenas. Atmaksāšanās ilguma aprēķinos tika ievērota gan kredīta esamība, gan neesamība.

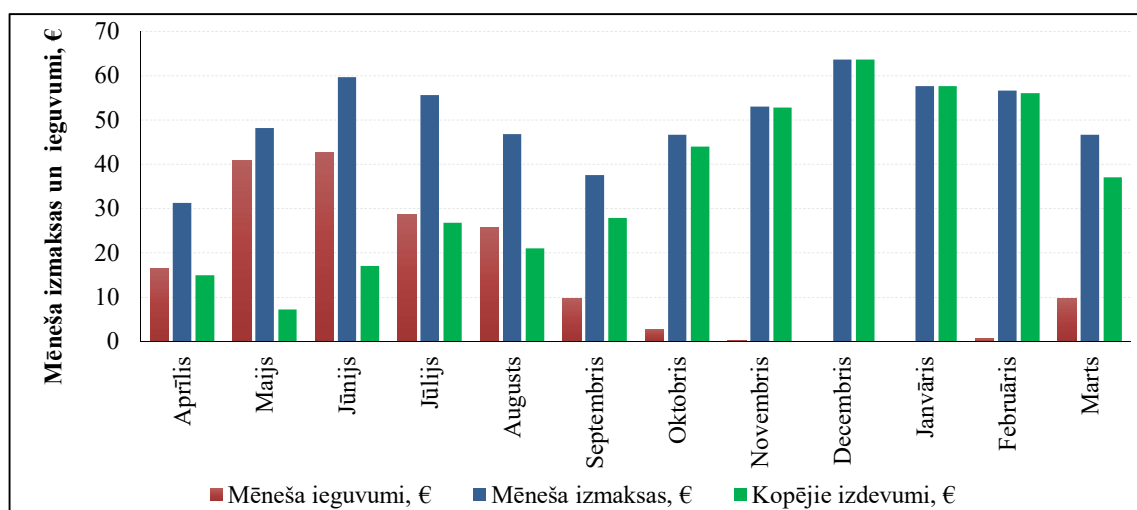
Scenārijā RL ir elektroenerģijas tirgotājs un pircējs. Tiklā nodotā elektroenerģija tiek ieskaitīta norēķinos, ņemot vērā katras stundas *Nord Pool* biržas cenas (RL ieguvumi enerģijas cenas veidā), no tīkla saņemtā elektroenerģija tiek ieskaitīta norēķinos, ņemot vērā katras

stundas *Nord Pool* biržas cenas un pēc elektroenerģijas tirgotāja pakalpojumu izcenojumiem (RL izmaksas).

Apskatāmajā gadījumā mēneša elektrības maksājumu veido OIK, kā arī maksa par elektroenerģijas sadalīšanu ( $PSP_{var}$ ), maksa par NETO patēriņu ( $EL_{varneto}$ ), maksa par tirdzniecības pakalpojumu un maksa par pieslēguma nodrošināšanu ( $PSP_{const}$ ).

Rezultātos 5.9. att. ir redzams, ka no aprīļa līdz septembrim ir saražotās elektroenerģijas pārpalikums sakarā ar intensīvo saules starojumu Latvijā.

Līdz ar to daļa no elektroenerģijas tiek patērēta tiešajā patēriņā un pārpalikums tiek nodots tīklā.



5.9. att. 3. scenārija B gadījuma lietotāju mēneša maksājumi

Rezultātā RL gūst ieguvumus. Tomēr, sākot no septembra līdz martam, RL ieguvumi ir niecīgi, kad RL rodas izmaksas. Pēc 2018. gada 1. jūlija kopējais maksājums par elektroenerģiju 3. scenārija RL, izmantojot norēķinu pēc *Nord Pool* biržas cenas, ir 425,80 €.

$NPV_{RL}$  raksturliķnes raksturs 3. scenārijam B gadījumam ir tāds pats kā 2. scenārija B gadījumam.  $NPV_{RL}$  rezultāti atšķiras par 1,3 %. 1. variantam pozitīvo ienākumu sākuma gads ir arī sešpadsmitais, bet 2. variantam atmaksāšanas ilgums sastāda 26 gadus. Aktīvu atdeve, neņemot kredītu, ir ap 5%.

#### 5.4.4. 4. scenārija modelēšanas rezultāti

Šis scenārijs atspoguļo NETO sistēmu, piemērojot 2. un 3. scenārija principus, tikai RL netiek piemērota  $OIK_{var}$  un OIK. 4. scenārijs modelēts pēc A gadījuma, B gadījuma pēc uzskaites un norēķina ar *Nord Pool* biržas cenu. Atmaksāšanās ilguma aprēķinos tika ievērota gan kredīta esamība, gan neesamība.

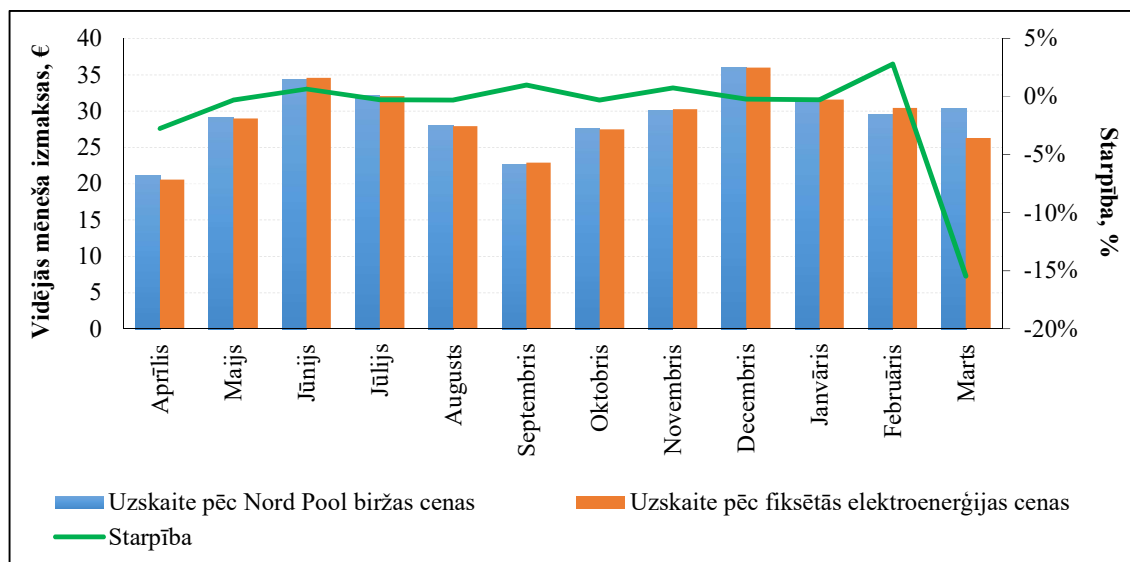
### A gadījuma, OIK nepiemērošanas, NETO uzskaites sistēmas rezultāti

Piedāvātajā gadījumā mēneša elektrības maksājumu veido maksa par pieslēguma nodrošināšanu ( $PSP_{const}$ ). Izmantojot uzskaiti pēc fiksētas elektroenerģijas cenas, kur izmaksu aprēķins notiek katru mēnesi, vidējās mēneša izmaksas ir nemainīgas, un tās ir vienādas ar 6,05 €/mēnesī, gadā – 72,76 €. Izmantojot uzskaiti pēc *Nord Pool* cenas, kur izmaksu aprēķins notiek katru stundu, vidējās gada izmaksas ir 71,54 €.

Dotajā scenārijā RL ikgadēji ienākumi no SP izmantošanas sastāda 661,3 €, kas ir par 6,4% vairāk nekā 2. scenārija A gadījumā. Ņemot kredītu, jau no plānošanas perioda pirmā gada RL ienākumi pārsniedz visus izdevumus. Neņemot kredītu bankā, RL investīciju atmaksāšanas ilgums sastāda 11 gadi. Aktīvu atdeve, neņemot kredītu, ir ap 11%.

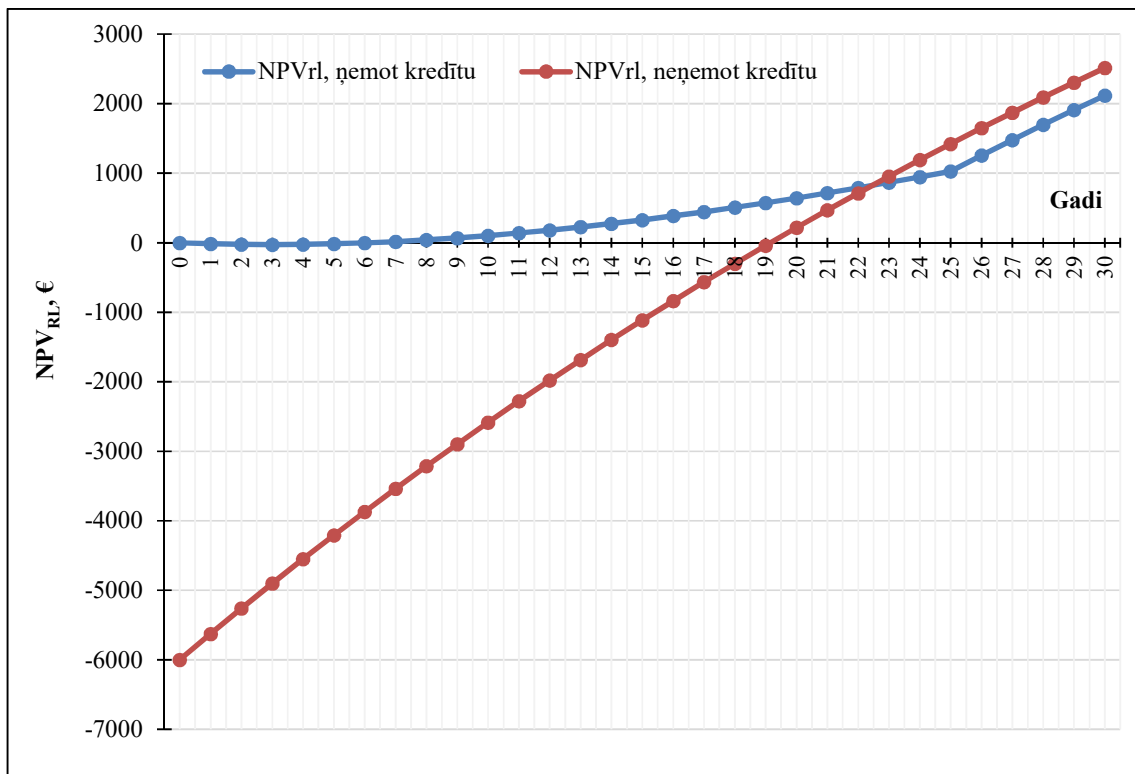
### B gadījuma, $OIK_{var}$ nepiemērošanas, NETO uzskaites sistēmas rezultāti

Šajā gadījumā mēneša elektrības maksājumu veido jaudas OIK par pieslēgumu ( $OIK_{const}$ ), kā arī maksa par elektroenerģijas sadalīšanu ( $PSP_{var}$ ), maksa par NETO patēriņu ( $EL_{varneto}$ ), maksa par tirdzniecības pakalpojumu norēķina pēc *Nord Pool* biržas cenas gadījumā un maksa par pieslēguma nodrošināšanu ( $PSP_{const}$ ).



5.10. att. 4. scenārija NETO uzskaites lietotāju mēneša maksājumi bez  $OIK_{var}$

No 5.10. att. ir redzams, ka pēc 2018. gada 1. jūlija kopējais maksājums šajā gadījumā RL, izmantojot uzskaiti pēc *Nord Pool* biržas cenas, veido 352,64 €, izmantojot uzskaiti pēc fiksētās elektroenerģijas cenas – 348,99 €. Vidējā starpība ir – 1%.  $NPV_{RL}$  raksturliķnes dotas 5.11.att.

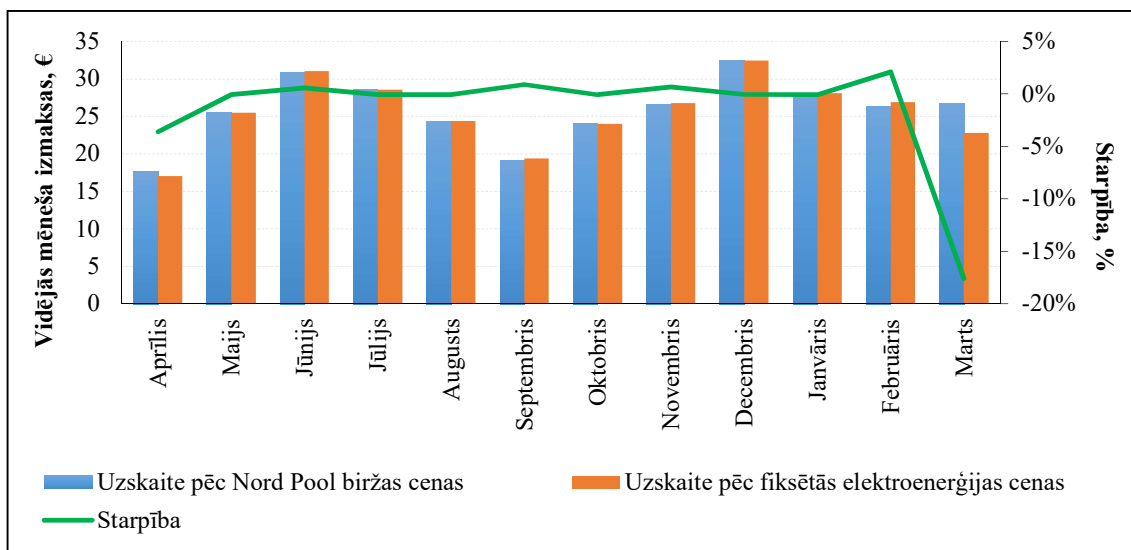


5.11. att. 4. scenārija NETO uzskaites sistēmas  $NPV_{RL}$  bez OIK<sub>var</sub>

Apskatāmā scenārijā RL ikgadējie ienākumi no SP izmantošanas sastāda 380,2 €. Kad paņemts kredīts SP iegādei, RL kopējie izdevumi pirmajos trīs gados sastāda attiecīgi 396 €, 389,76 € un 383,52 €. Pirmajos divos gados RL ienākumi nepārsniedz kopējos izdevumus (5.11. att.). Sākot no trešā gada RL, ienākumi ir lielāki par izdevumiem un  $NPV_{RL}$  raksturlīkne pakāpeniski pieaug. Kad nav paņemts kredīts, RL investīciju atmaksāšanās ilgums ir 20 gadi. Aktīvu atdeve, neņemot kredītu, ir ap 6%.

### B gadījuma, OIK nepiemērošanas, izmantojot NETO uzskaites sistēmu rezultāti

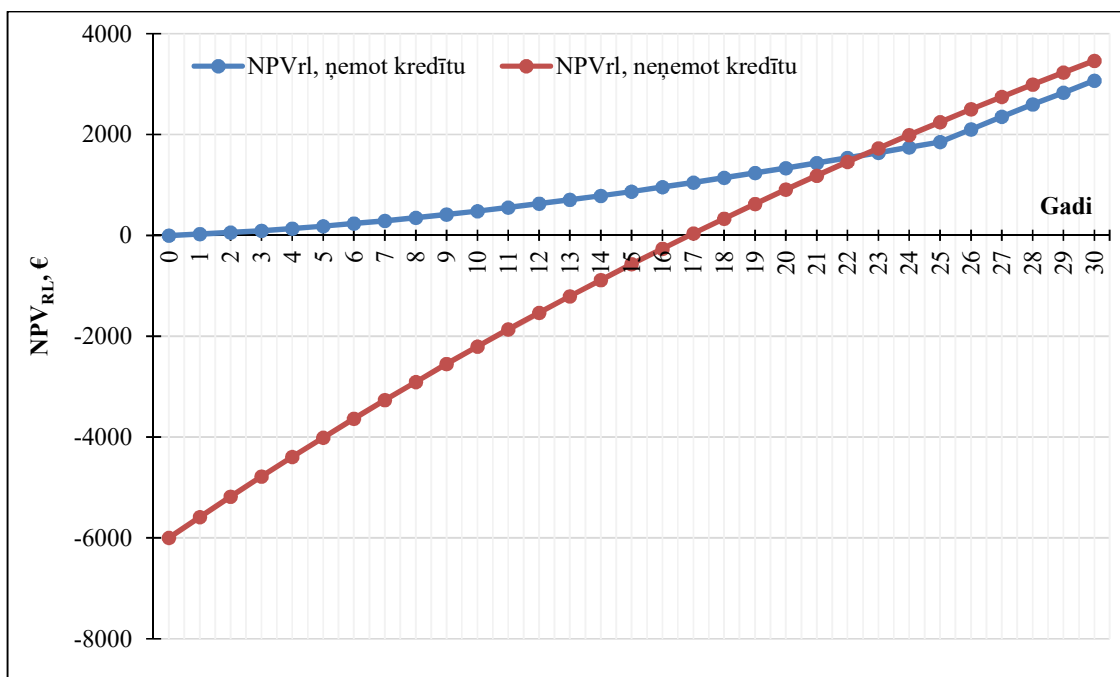
Piedāvātajā analīzei gadījumā mēneša elektrības maksājumu veido maksa par elektroenerģijas sadalīšanu ( $PSP_{var}$ ), maksa par NETO patēriņu ( $EL_{varneto}$ ), maksa par tirdzniecības pakalpojumu norēķina pēc Nord Pool biržas cenas gadījumā un maksa par pieslēguma nodrošināšanu ( $PSP_{const}$ ) (5.12. att.).



5.12. att. 4. scenārija NETO uzskaites lietotāju mēneša maksājumi bez OIK

No 5.12. att. var vērot, ka, izmantojot uzskaiti pēc fiksētās elektroenerģijas cenas un pēc Nord Pool biržas cenas, rezultāti atšķiras tikai par 1,5%. Absolūtās vērtībās pēc fiksētās elektroenerģijas cenas kopējās gada izmaksas ir 306,66 €, pēc Nord Pool biržas cenas – 310,37 €.

5.13. att. parādīta  $NPV_{RL}$  raksturlīknes pozitīva izaugsmes dinamika, kad ir paņemts kredīts, jau no pirmā gada RL ienākumi pārsniedz kopējos izdevumus.



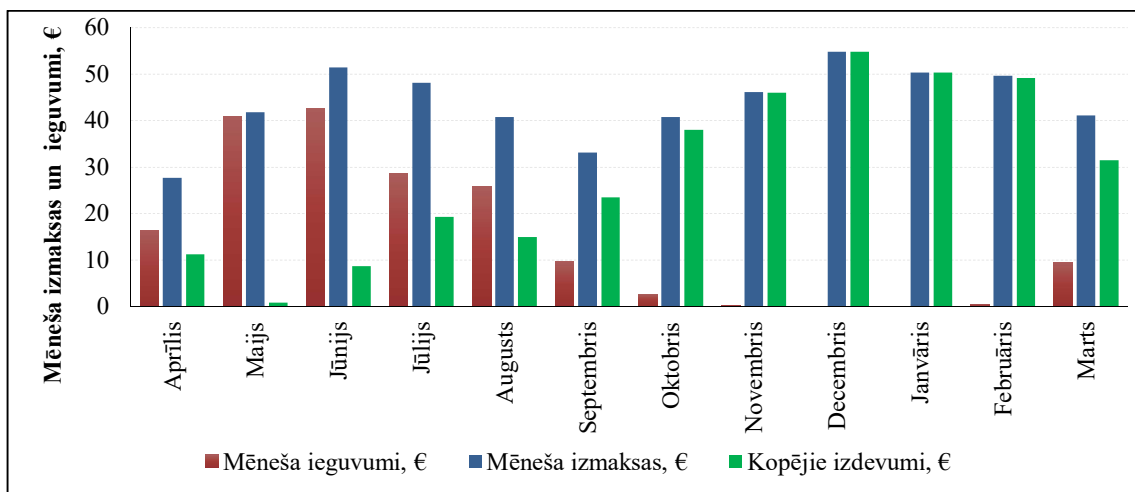
5.13. att. 4. scenārija NETO uzskaites sistēmas  $NPV_{RL}$  bez OIK



Kad RL iegulda savu naudu SP iegādē, atmaksāšanas ilgums ir 17 gadi, kas ir īsāks nekā iepriekš apskatītajos gadījumos. Tas var sekmēt jaunu RL piesaisti. Aktīvu atdeve, neņemot kredītu, ir ap 7%.

### B gadījuma, $OIK_{var}$ nepiemērošanas, NETO norēķinu sistēmas rezultāti

Analizējamā gadījumā katra mēneša elektrības maksājumu veido jaudas OIK par pieslēgumu ( $OIK_{const}$ ), kā arī maksa par elektroenerģijas sadalīšanu ( $PSP_{var}$ ), maksa par NETO patēriņu ( $EL_{varneto}$ ), maksa par tirdzniecības pakalpojumu norēķina pēc *Nord Pool* biržas cenas gadījumā un maksa par pieslēguma nodrošināšanu ( $PSP_{const}$ ). Šajā gadījumā  $OIK_{var}$  komponentes nepiemērošana ietekmē kopējās gada izmaksas (5.14. att.).

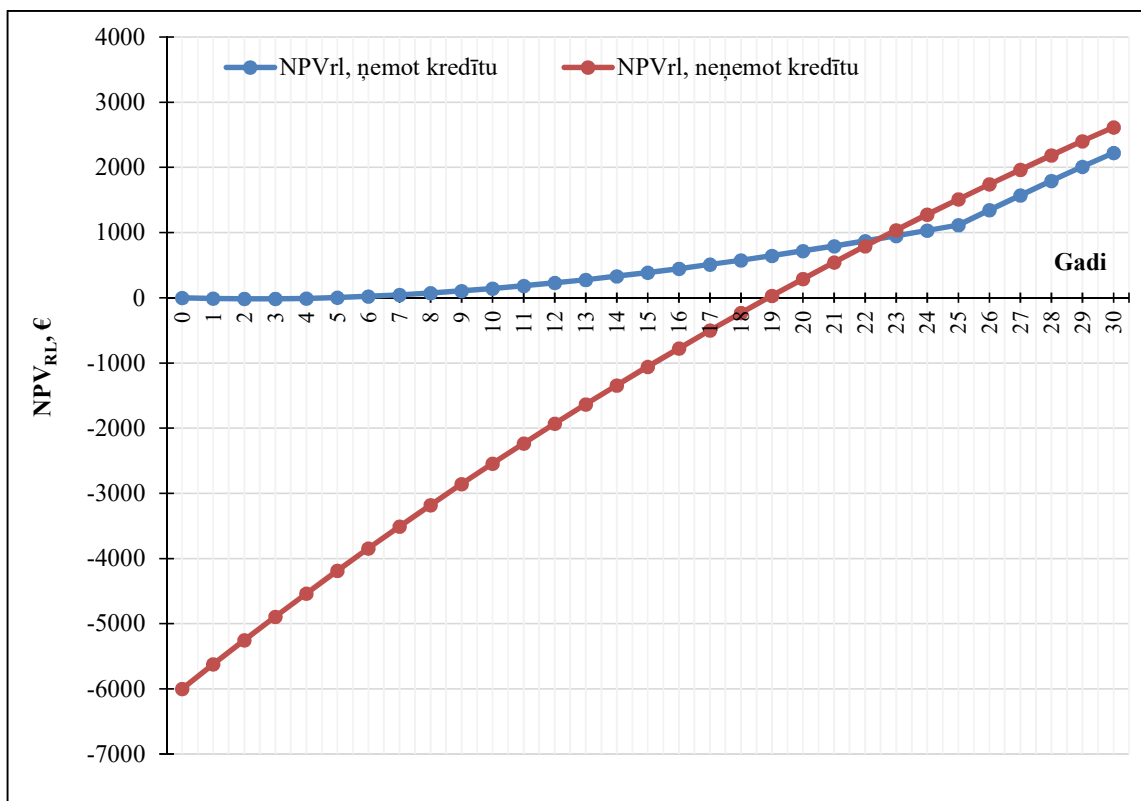


5.14. att. 4. scenārija NETO norēķinu lietotāju mēneša maksājumi bez  $OIK_{var}$

Kopējie gada RL ieguvi ir tādi paši kā 3. scenārija B gadījumā – 177,31 €. To var paskaidrot ar to, ka RL saražotā elektroenerģija tiek pārdota pēc katras stundas *Nord Pool* biržas cenas, ko neietekmē OIK izmaiņas.

Pēc 2018. gada 1. jūlija kopējais maksājums šajā gadījumā RL, izmantojot norēķinu pēc *Nord Pool* biržas cenas, ir 525,38 €. Kopējie gada izdevumi ir 348,07 €.

Piedāvātajā gadījumā RL ikgadējie ienākumi no saražotās elektroenerģijas ir 384,77 €. No 5.15. att. ir redzams, kad ir paņemts kredīts, tikai trešajā gadā kopējie RL izdevumi nepārsniedz RL ienākumus un  $NPV_{RL}$  raksturliktne vienmērīgi sāk pieaugt. Neņemot kredītu, RL investīciju atmaksāšanas ilgums ir 19 gadi.

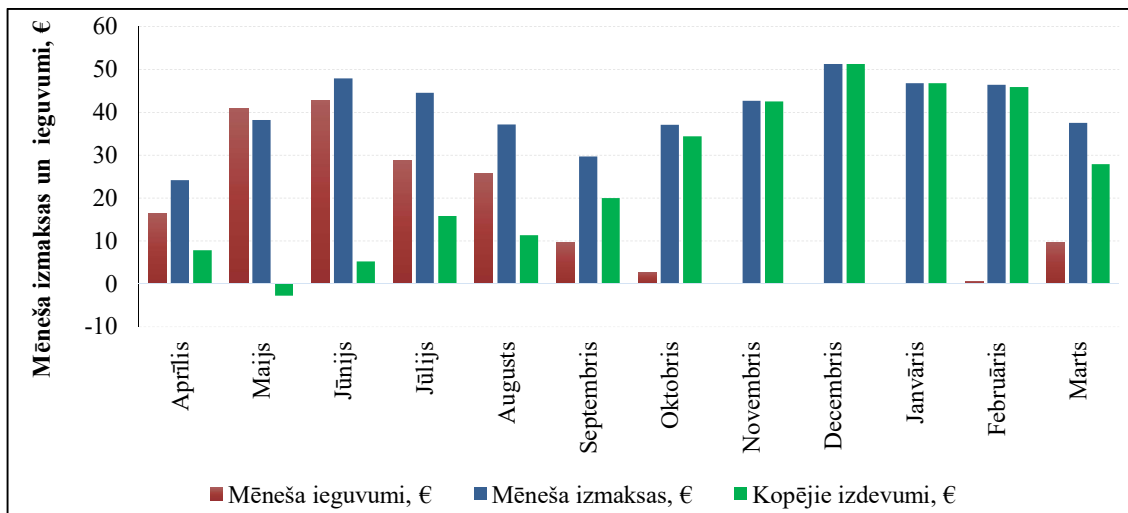


5.15. att. 4. scenārija NETO norēķinu sistēmas NPV<sub>RL</sub> bez OIKvar

Investīciju atpelnīšanās, neņemot kredītu, ir ap 6% gadā. Tas var tikt uzskatīts par pietiekošu, lai nodrošinātu jaunu RL piesaisti.

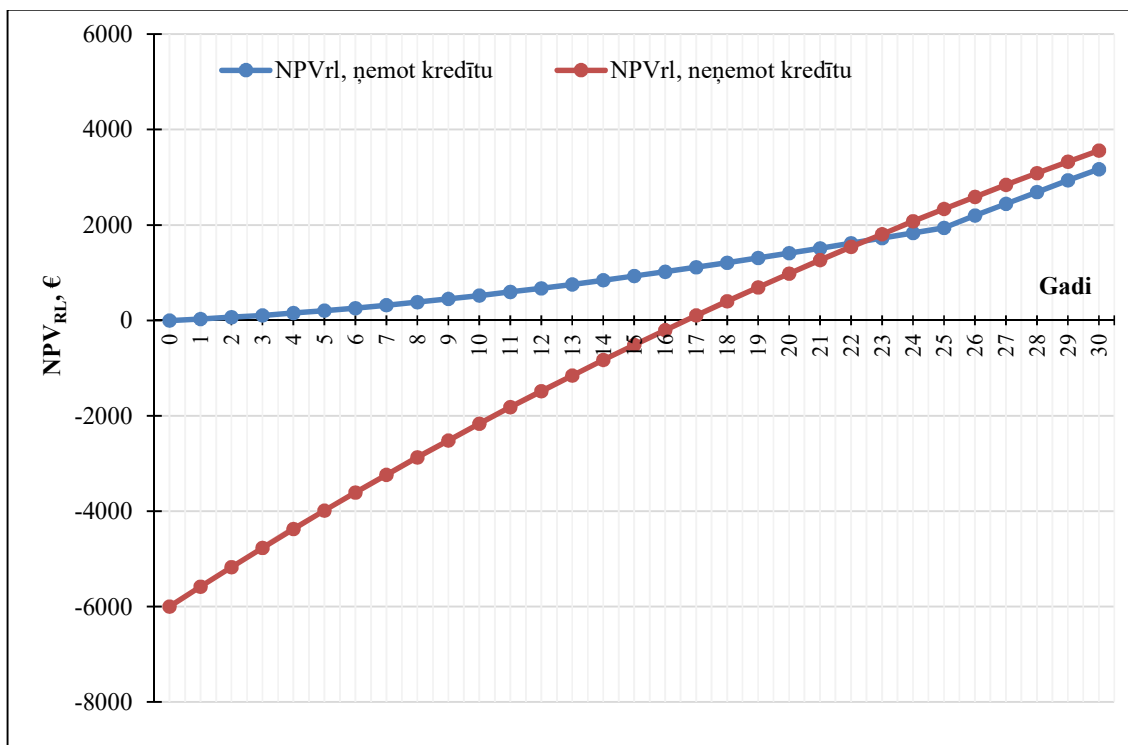
### B gadījuma, OIK nepiemērošanas, NETO norēķinu sistēmas rezultāti

Šajā gadījumā mēneša elektrības maksājumu veido maksa par elektroenerģijas sadalīšanu ( $PSP_{var}$ ), maksa par NETO patēriņu ( $EL_{varneto}$ ), maksa par tirdzniecības pakalpojumu norēķina pēc *Nord Pool* biržas cenas gadījumā un maksa par pieslēguma nodrošināšanu ( $PSP_{const}$ ). Šajā gadījumā OIK nepiemērošana ietekmē tikai gada izmaksas, kas ir 483,12 €. Kopējie gada ieguvumi ir tādi paši – 177,31 € (5.16. att.). To var paskaidrot ar to, ka RL saražotā elektroenerģija tiek pārdota pēc katras stundas *Nord Pool* biržas cenas, ko neietekmē OIK izmaiņas. Kopējie gada izdevumi ir 305,80 €.



5.16. att. 4. scenārija NETO norēķinu lietotāju mēneša maksājumi bez OIK

RL ikgadējie ienākumi no SP izmantošanas sastāda 427,04 €, tas ir vairāk nekā RL ikgadējie izdevumi (5.17. att.). Jau no pirmā maksāšanas RL gada ienākumi pārsniedz kopējos izdevumus. Kad RL neņem kredītu, RL investīciju atmaksāšanas ilgums ir 17 gadi (5.17. att.).



5.17. att. 4. scenārija NETO norēķinu sistēmas NPV<sub>RL</sub> bez OIK

Arī šis gadījums ir labvēlīgs jaunu RL piesaistei. Aktīvu atdeve, neņemot kredītu, ir ap 7%.

## 5.5. Visu scenāriju salīdzinošie rezultāti

Visu scenāriju rezultāti apkopoti 5.3. tabulā.

Modelējot dažādas jaudas SP izvērtējumā, tiek pieņemts, ka to katras stundas izstrāde ir tieši proporcionālā eksperimentālā objekta datiem. Modelēšanā tiek izmantoti katras stundas saules paneļu saražotās elektroenerģijas daudzuma mērījumi objektā gada griezumā. Izmantojot šos rezultātus, tiek aprēķināta SP vidējā efektivitāte gadā un tā sastāda 11%, kas tieši ietekmē AER iekārtu atmaksāšanās ilgumu.

Modelēšanā tiek apskatītas divas situācijas, kad RL ņem kredītu un kad izmanto savus naudas līdzekļus. Nepieciešams pievērst uzmanību, ka, ņemot kredītu, iekārtas atmaksāšanās ilgums ir garš un dažos scenārijos pārsniedz iekārtas kalpošanas ilgumu. Atmaksāšanas ilgums, kad tiek ņemts un nav ņemts kredīts, var sastādīt 12-25 gadus. Rezultātā kredīta ņemšana ievērojami ietekmē vispirms RL ieguvumus un AER atmaksāšanas ilgumu.

4. scenārijā, kad netiek piemērota  $OIK_{var}$  vai OIK, A gadījumā izmaksas paliek nemainīgas. To var paskaidrot ar to, ka attiecīgajā gadījumā vienmēr jāmaksā tikai fiksētās maksas:  $PSP_{const}$  un  $OIK_{const}$ . Līdz ar to 5.3. tabulā 3. scenārijam tiek attēloti tikai B gadījuma rezultāti.

B gadījuma gada izmaksas visos scenārijos mainās atkarībā no piemērotajiem kritērijiem. Rezultātā RL B gadījumā izdevīgākais ir gadījums, kad RL ir piemērota NETO norēķinu sistēma un tam netiek piemērota OIK, kad gada izmaksas ir 305,8 €. To arī apliecina aprēķinātā LCOE vērtība, kas raksturo, cik maksās 1 kWh elektroenerģijas visā uzstādītās iekārtas darbībā: Bāzes gadījumam 0,133 €/kWh, savukārt B gadījumā un NETO norēķinu sistēmas un OIK nepiemērošanas gadījumā – 0,099 €/kWh, kad nav paņemts kredīts, vai 0,114 €/kWh, kad ir paņemts kredīts. Aprēķinot LCOE, netiek ņemta vērā diskonta likme un iespējamās elektroenerģijas tarifu izmaiņas nākotnē, kas var ietekmēt kopējo LCOE vērtību.

Salīdzinot visus apskatītos NETO sistēmas scenārijus ar 1. scenāriju jeb Bāzes gadījumu, apskatot tikai B gadījumu kā piemērotāko NETO sistēmas darbību un ievērojot kopējo gada maksu par elektroenerģiju, ir skaidri redzams, ka RL var ietaupīt līdz 25,52% par katru kWh visā uzstādītās iekārtas darbības laikā.

Katram scenārijam tiek aprēķināta NPV vērtība, kurā tiek ievērota gan procentu likme, ja tiek paņemts kredīts, gan diskonta likme (5.4. un 5.5. formulas). 5.3. tabulā var vērot, ka, ja NPV ir negatīva vērtība, tad tas nozīmē, ka 25 gados projekts neatmaksājās. Izvērtējot B gadījumus, augstākais  $NPV_{RL}$  ir 4. scenārijā, kad ir NETO norēķinu sistēma, netiek ņemts kredīts un nepiemēro OIK no tīkla saņemtajai elektroenerģijai, un tā ir vienāda ar 2337,30 €.

Atsevišķiem scenārijiem, kad nav paņemts kredīts, AER tehnoloģiju atmaksāšanās ilgums ir dažāds. Rezultātā īsākais atmaksāšanas ilgums ir A gadījumam (11 gadi), taču tā ir idealizēta situācija un maz iespējama. Analizējot tikai B gadījumus, īsākais atmaksāšanas ilgums ir 4. scenārijā, kad ir norēķinu sistēma un netiek piemērota OIK, un tas ir 17 gadus ilgs.

Salīdzinot scenārijus pēc pozitīvo ienākumu sākuma gada noteikšanas, kad paņemts kredīts un analizējot tikai B gadījumus, tad labākais ir 4. scenārijs, kad ir norēķinu sistēma un netiek piemērota OIK.

Kad nav paņemts kredīts, tiek aprēķināti ikgadējie RL ieguvumi, lai AER iekārtu atmaksāšanās gadā NPV vērtība būtu vienāda ar nulli. Katram scenārijam ir atšķirīgs atmaksāšanās ilgums un attiecīgi ir atšķirīga diskonta likmes ietekme uz RL kopējiem sasniedzamajiem ieguvumiem. Piemērojot 2. vai 3. scenāriju, RL kopējiem ieguvumiem jāsasniedz ap 7 700 €. 4. scenārijā, kad nav piemērota  $OIK_{var}$ , RL kopējiem ieguvumiem jāsastāda ap 7 200 €. 4. scenārijā, kad nav piemērota OIK no tīkla saņemtajai elektroenerģijai, RL kopējiem ieguvumiem jāsastāda ap 7 100 €.

5.3. tabula. Modelēšanas rezultātu apkopojums

Scenārijs	Gadījums	Pēc Nord Pool biržas cenas	OIK izmaiņas	Gada izmaksas par elektroenerģiju ( $C_{\text{gada}}$ ), €	Kredīts	$NPV_{RL}$ , €	RL investīciju atmaksāšanās ilgums, gadi	Pozitīvo ienākumu sākuma gads plānošanas periodā, gadi	LCOE, €/kWh	LCOE izmaiņas pret Bāzes gadījumu, %
1. scenārijs jeb Bāzes gadījums (mājsaimniecība bez NETO sistēmas)	Nav piemērojams	Uzskaitē		732,84	-	-	-	-	0,133	0,00%
2. scenārijs (esošā NETO uzskaites sistēma)	A	Uzskaitē	n/a	113,81	ir	5691,29	-	1	0,079	-40,80%
		Uzskaitē			nav	6085,61	11	-	0,064	-51,72%
	B	Uzskaitē		430,37	ir	-481,83	-	16	0,136	2,39%
		Uzskaitē			nav	-87,52	26	-	0,122	-8,52%
3. scenārijs (NETO norēķinu sistēma)	B	Norēķins	425,8	ir	-399,83	-	16	0,136	1,77%	
		Norēķins		nav	-5,52	26	-	0,121	-9,15%	
4. scenārijs (OIK nepiemērošanas risinājumi)	A	Uzskaitē	bez OIK	71,54	ir	6516,55	-	1	0,071	-46,57%
		Uzskaitē			nav	6910,86	11	-	0,057	-57,49%
	B	Uzskaitē	bez $OIK_{var}$	352,64	ir	1028,51	-	4	0,122	-8,21%
		Uzskaitē			nav	1422,82	20	-	0,108	-19,13%
		Uzskaitē	bez OIK	310,37	ir	1853,76	-	1	0,115	-13,98%
		Uzskaitē			nav	2248,07	17	-	0,100	-24,90%
		Norēķins	bez $OIK_{var}$	348,07	ir	1117,73	-	3	0,121	-8,84%
		Norēķins			nav	1512,04	19	-	0,107	-19,75%
		Norēķins	bez OIK	305,8	ir	1942,99	-	1	0,114	-14,61%
		Norēķins			nav	2337,30	17	-	0,099	-25,52%

### 5.5.1. Subsīdiju piemērošanas modelēšanas rezultāti

Analizējot citu ES valstu pieredzi, var secināt, ka bieži sastopams gadījums, kad RL tiek piemērotas subsīdijas AER iekārtu iegādes brīdī. Šāda veida subsīdijas samazina AER iekārtu atmaksāšanās ilgumu un stimulē ML kļūt par RL un iesaistīties NETO sistēmā.

AER iekārtu atmaksāšanās ilgums var samazināties, arī pazeminoties AER ģenerācijas iekārtu cenām. Kā piemērs analizēts viens no biežāk sastopamajiem ES subsīdiju piemērošanas gadījumiem, kad RL tiek piešķirtas 200 €/kW subsīdijas iekārtu uzstādīšanas brīdī. SP vidējā jauda ir pieņemta 5,5 kW. Aprēķini tika veikti 2. un 3. scenārijam.

4. scenārijā jau ir paredzēta OIK nepiemērošana RL, tādēļ šajā gadījumā subsīdiju piemērošana netika vērtēta, jo tas varētu radīt NETO sistēmas lietotāju nevienlīdzību attiecībā pret citiem lietotājiem.

Tā kā A gadījums atbilst idealizētai situācijai, kura ir maz iespējama, aprēķini veikti tikai B gadījumiem.

Piemērojot subsīdijas, atmaksāšanās ilgums, kad nav paņemts kredīts, ievērojami samazinās un sastāda **20 gadus, nevis 26 gadus**. Piemērojot subsīdijas, pozitīvo ienākumu gads, kad ir paņemts kredīts sākas jau no **12. gada nevis no 16. gada**, kad nepiemēro subsīdijas.

Valstij subsidējot RL, piemēram, līdz 200 €/gadā, nepieciešams paredzēt ierobežojumus, lai neizsauktu NETO sistēmas lietotāju pārāk strauju skaita pieaugumu. To iespējams sasniegt, piemēram, gadījumā, ja potenciālie RL subsīdijas saņēm konkursā kārtībā ar priekšrocību tiem RL, kas pieprasa mazāku subsīdiju apjomu.

Gada ietvaros piedāvātas subsīdijas arī var būt ierobežotas, izejot no iespējām, šinī gadījumā priekšrocība tiek dota pirmajiem pieteicējiem.

## 5.6. NETO sistēmas attīstība līdz 2030. gadam

Apakšnodaļā tiek veikta dažādu scenāriju analīze RL un NETO sistēmas attīstībai līdz 2030. gadam, tai skaitā tiek novērtēts akumulējamais NETO sistēmas lietotāju skaits, OIK izmaiņas citiem lietotājiem atkarībā no NETO sistēmas lietotāju skaita un lai nepārsniegtu citu lietotāju OIK pieaugumu 1%, 5% vai 10% robežās.

Tiek novērtēta RL skaita ietekme Latvijas enerģētikas politikas mērķu sasniegšanā, tiek novērtēti 2030. gadā saniedzamie rezultatīvie radītāji: saražojamās elektroenerģijas daudzums; gāzes pieprasījuma samazinājums; izmešu (CO<sub>2</sub>) atmosfērā samazinājums; jaunu darba vietu skaita pieaugums.

### 5.6.1. Uzstādīto iekārtu jaudu pieauguma ietekme uz OIK līdz 2030. gadam

Šajā apakšnodaļā ir vērtēts, kāda ir pieļaujamā 2030. gadā uzstādītā RL iekārtu jauda, kas neizsauks OIK izmaiņas citiem lietotājiem vairāk par 1%, 5% vai 10%.

Aprēķiniem izmantoti šādi dati:



- **elektroenerģijas lietotāju skaits:** AS „Sadales tīkls” sniedz elektroenerģijas sadales sistēmas pakalpojumu aptuveni 819 000 lietotāju;
- **elektroenerģijas patēriņš Latvijā**, kurš 2017. gadā pēc AS “Augstsprieguma tīkls” datiem sasniedza 7 282 GWh;
- **viena RL ikgadējās OIK izmaksas**, kur, izmantojot NETO sistēmas scenārijus un iegūtos datus, var aprēķināt OIK gada izmaksu kopējo vērtību vienam RL. Rezultātā kopējā gada OIK vērtība ML ir 139,70 €/gadā, RL – 120,09 €/gadā;
- **esošais RL skaits** – 274;
- **uzstādītā jauda Latvijā** – aptuvenā uzstādītā jauda 2017. gadā: 2 957 MW;
- **RL uzstādītā jauda** – 1562,47 kW.

**Veicot RL skaita prognozi**, tiek pieņemti dažādi RL skaita pieaugumi. Konkrētam RL skaitam tiek aprēķināts gadā saražotās elektroenerģijas daudzums un OIK maksājumu samazinājums.

Pieņemot, ka šis samazinājums būs kompensēts no pārējo lietotāju maksājumiem, tiek definēts RL skaits, kurš vienlaikus nodrošina pārējo elektroenerģijas lietotāju OIK nepārsniegšanu par 1%, 5% un 10%.

RL skaita novērtējumam tiek izmantota izteiksme:

$$N_x = \frac{N_{sum} \cdot (OIK_{new} - OIK_{old})}{OIK_{new} - OIK_{RL}} \quad (5.7)$$

kur

$N_x$  – prognozējamais RL lietotāju skaits;

$N_{sum}$  – kopējais elektroenerģijas lietotāju skaits;

$OIK_{old}$  – pašreizējā vidējā lietotāju OIK vērtība, kuru maksā pārējie lietotāji, palielinoties RL skaitam, €/gadā;

$OIK_{new}$  - jaunā OIK vērtība, €/gadā;

$OIK_{RL}$  – OIK vērtība, kuru maksā RL, €/gadā.

Aprēķinos tiek pieņemts  $OIK_{new1\%}$ , kas ir  $OIK_{new1\%} = 1,01 \cdot OIK_{old} = 141,10$  €/gadā;  
 $OIK_{new5\%}$ , kas ir  $OIK_{new5\%} = 1,05 \cdot OIK_{old} = 146,69$  €/gadā vai  $OIK_{new10\%}$ , kas ir  $OIK_{new10\%} = 1,10 \cdot OIK_{old} = 153,67$  €/gadā.

Analīze tika veikta atbilstoši:

- esošās NETO sistēmas nosacījumiem,

- atbilstoši esošiem NETO sistēmas nosacījumiem, nepiemērojot OIK no tīkla saņemtajai elektroenerģijai.

Aprēķinu rezultāti doti 5.4. tabulā.

5.4. tabula. RL skaita izmaiņu potenciālā ietekme uz OIK

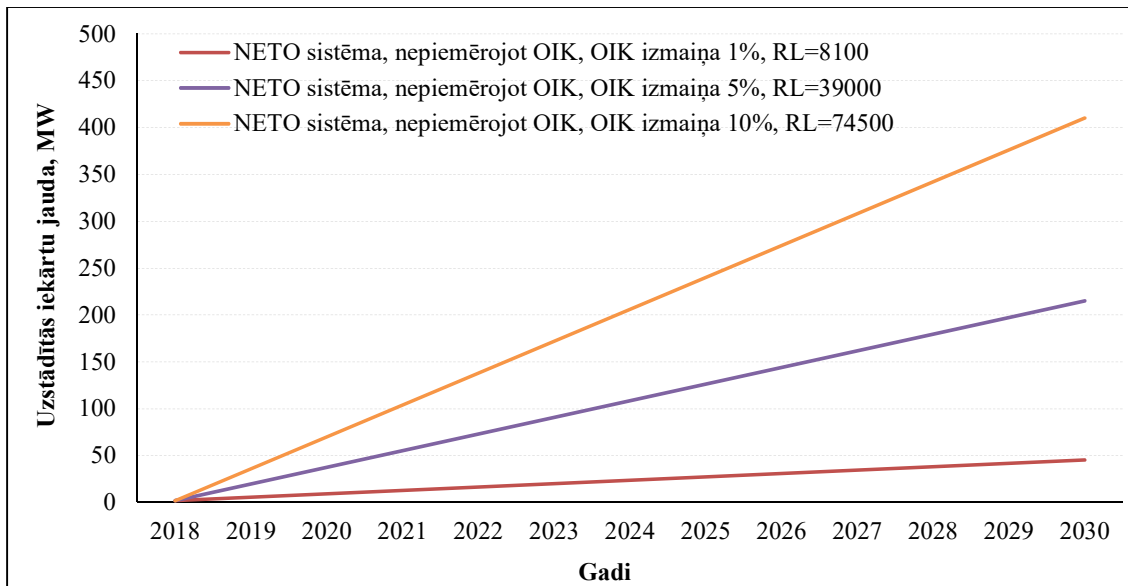
Parametri	OIK izmaiņa		
	1%	5%	10%
Vidējā OIK izmaiņa, centi/kWh	0,0254	0,127	0,254
Vidējā OIK jaunā vērtība, centi/kWh	2,5654	2,667	2,794
<b>NETO sistēma</b>			
Prognozējamais RL lietotāju robežskaits	54 461	215 092	340 705
RL uzstādītā jauda, MW	300	1183	1874
RL uzstādītā jauda, %	10%	40%	63%
RL tīklā nodotā elektroenerģija, GWh/gadā	239	945	1496
RL saražojamā elektroenerģija pret elektroenerģijas patēriņu Latvijā, %	4,1%	16,2%	25,7%
<b>NETO sistēma, nepiemērojot OIK<sub>var</sub> RL</b>			
Prognozējamais RL lietotāju robežskaits	18 058	82 973	150 681
RL uzstādītā jauda, MW	99	456	829
RL uzstādītā jauda, %	3%	15%	28%
RL tīklā nodotā elektroenerģija, GWh/gadā	79	364	662
RL saražojamā elektroenerģija pret elektroenerģijas patēriņu Latvijā, %	1,4%	6,3%	11,4%
<b>NETO sistēma, nepiemērojot OIK RL</b>			
Prognozējamais RL lietotāju robežskaits	8 109	39 000	74 455
RL uzstādītā jauda, MW	45	215	410
RL uzstādītā jauda, %	2%	7%	14%
RL tīklā nodotā elektroenerģija, GWh/gadā	36	171	327
RL saražojamā elektroenerģija pret elektroenerģijas patēriņu Latvijā, %	0,6%	2,9%	5,6%

No tabulā dotiem aprēķinu rezultātiem var secināt, ka RL skaita pieaugums līdz apmēram 40 000 nevar izsaukt būtisku OIK pieaugumu citiem lietotājiem.

Ja pilnīgi nepiemēro OIK, pārējo lietotāju OIK palielinātos par 5%, bet, piemērojot esošos noteikumus, palielinājums būtu daudz mazāks un būtu ap 1%.

### 5.6.2. NETO sistēmas lietotāju uzstādāmo iekārtu jaudu un skaita pieauguma scenāriji līdz 2030. gadam

5.18. att. ir parādīti uzstādīto AER iekārtu jaudu palielinājuma scenāriji līdz 2030. gadam, ievērojot OIK izmaiņu 1%, 5% vai 10% un nepiemērojot OIK no tīkla saņemtajai elektroenerģijai.



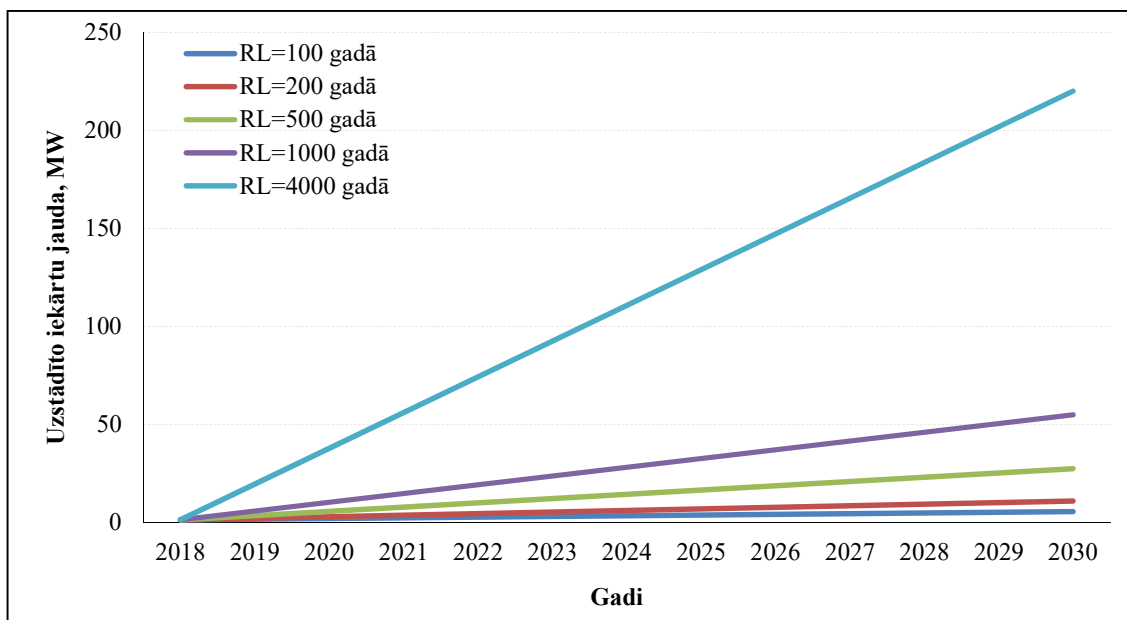
5.18. att. Uzstādīto iekārtu jaudu palielinājuma scenāriji līdz 2030. gadam

Atzīmēsim, ka atbilstoši ES rekomendācijām, ja RL kopējā elektroenerģijas ģenerācija sasniedz 3% no kopējās sistēmas elektroenerģijas patēriņa, nākošiem RL var piemērot papildu maksu par tīkla izmantošanu. Var secināt, ka tālāka RL skaita palielināšanos izsauktu tīklu rekonstrukcijas nepieciešamību.

Lai RL saražotā un kopējā elektroenerģijas ģenerācija nepārsniegtu 3% no kopējā elektroenerģijas patēriņa Latvijā, RL skaitam ir jābūt arī ap 40 000. Tādējādi RL skaits 40 000 var būt interpretēts, ka pieļaujama, ka no OIK pieauguma ierobežojuma, tā arī no ietekmes uz energosistēmu samazinājuma viedokļa. Lai izveidotu minēto RL daudzumu 2030. gadā, būtu nepieciešams aprīkot ar SP ap 4000 mājsaimniecības gadā. Uzskatam, ka tāds pieaugums ir grūti, bet tomēr sasniedzams. Tādējādi no trim atspoguļotām 5.18. att. līknēm tikai divas zemākās līknes uzskatām par praktiski realizējamām.

Atzīmēsim, ka līdz 2017. gadam katru gadu uzsāka ražošanu tikai ap 40 jauniem RL, tad analizējot 5.18. att. varam secināt, ka sasniegt attēloto jaudu var, tikai ievērojami mainot RL izveides nosacījumus.

Var gaidīt, ka RL skaita pieaugums būs zemāks par attēloto 5.18. att. Gadījumi, ar mazāku uzstādīto jaudu palielinājuma prognozi un ar sasniedzamo RL skaitu līdz 2030. gadam atspoguļoti (5.19. att.).



5.19. att. Uzstādīto iekārtu jaudu pieauguma prognoze līdz 2030. gadam

No 5.19. att. var secināt, ka, saglabājot esošo RL skaita un uzstādīto jaudu pieauguma tendenci, 2030. gadā RL skaits nerasniegtu pat 1000. Lai sasniegtu optimistisko, augstāk atzīmēto 40 000 RL skaitu, gadā vajadzētu izveidot 4000 jaunus RL.

Ja jaunu RL skaits ir 1000 gadā, tad sasniedzamā uzstādītā jauda 2030. gadā ir 55 MW; ja kopējais jaunu RL skaits sasniedz 40 000, tad uzstādītā jauda sasniedz 220 MW.

## 5.7. NETO sistēmas ietekme kopējā AER mērķa sasniegšanā

AER izmantošanas mērķis ir vairāku apakšmērķu kopa. Apakšmērķi ir CO<sub>2</sub> samazināšana, enerģētiskās neatkarības palielināšana, gāzes importa apjoma samazināšana, darba vietu veidošana.

NETO sistēmas ietekme kopējā AER mērķa sasniegšanā uz 2020./2030. gadu ir neliela, t. i., esošā NETO sistēma ar tīklā nodoto elektroenerģiju 1,38 GWh praktiski neietekmē paredzamo energopatēriņu 163,76 PJ (45,5 TWh) 2020. gadā (0,003%). Ņemot vērā plānoto energopatēriņa pieaugumu ap 3% gadā līdz 2030. gadam, lai NETO sistēmas lietotāju īpatsvars saglabātos esošajā līmenī, katru gadu nepieciešami vismaz 7 jauni NETO sistēmas lietotāji.

Piemērojot uzskaiti visai RL saražotajai elektroenerģijai, tas ir, kopējā RL saražotajā elektroenerģijā ieskaitot tiešo patēriņu, NETO sistēmas lietotāju energopatēriņa ietekme palielinātos par 30%, tas ir, līdz 0,004% no kopējā energopatēriņa Latvijā.

Ja RL skaits ir 1000, NETO sistēmas ieguldījums AER mērķa sasniegšanā būs ap 0,01%. NETO sistēmai attīstoties un atbilstoši ES rekomendācijām, ja RL kopējā saražotā elektroenerģija sasniegs ap 3% (RL skaits – 40 000) no kopējās sistēmas elektroenerģijas

patēriņa, nepieaugot elektroenerģijas patēriņa valstī, NETO sistēmas ieguldījums AER mērķa sasniegšanā būs ap 0,5%.

Aprīkoto ar saules paneļiem RL saražotā elektroenerģija aizvieto citus enerģijas veidus. Vērtējot Latvijas elektroapgādei raksturīgus apstākļus varam apgalvot, ka RL aizvietos elektroenerģiju, kas ģenerēta Rīgas TEC, sadedzinot importēto dabas gāzi. Tādējādi, palielinoties RL skaitam var:

- samazināt atkarību no gāzes importa;
- samazināt CO<sub>2</sub> izmešu atmosfērā apjomu;
- izveidot papildu daba vietas projektēšanai un izbūvei.

Atkarībā no prognozējamā RL skaita, veiksīm šo iespēju rezultatīvo rādītāju novērtēšanu. Zinot RL skaitu ( $N_{RL}$ ), ņemot vērā RL tiešo patēriņu, atrodam RL saražoto elektroenerģiju ( $E_{RL}$ ) (GWh/gadā):

$$E_{RL} = N_{RL} \cdot E_{RL,vid}, \quad (5.8)$$

kur

$E_{RL,vid}$  – vidējā RL saražotā elektroenerģija, GWh/gadā (pieņemam 5 500 kWh).

Zinot RL saražoto elektroenerģiju un pieņemot, ka tā aizvieto Rīgas TEC saražoto elektroenerģiju, atrodam nesadedzinātās dabas gāzes apjomu ( $G_{apj}$ ) (tūkstoši m<sup>3</sup>/gadā):

$$G_{apj} = \frac{E_{RL}}{k_1 \cdot k_2 \cdot Q_g}, \quad (5.9)$$

kur

$k_1$  – elektroenerģiju ražojoša bloka lietderības koeficients (tiek pieņemts 0,9);

$k_2$  – elektroenerģijas ražošanas koeficients. Aprēķinos tiek pieņemts augstas efektivitātes gāzes-tvaika tehnoloģijām, kuras tiek izmantotas Rīgas TEC, raksturīgais koeficients 0,6;

$Q_g$  – dabas gāzes siltumspēja (tiek pieņemts 0,0105 MWh/m<sup>3</sup>).

Pēc nesadedzinātās dabas gāzes apjoma noteikšanas, izmantojot pieņemto dabas gāzes emisiju faktoru ( $E_f = 0,203$ ) (t/MWh), atrodam CO<sub>2</sub> izmešu atmosfērā ( $m_{seg}$ ) (t/gadā) samazinājumu:

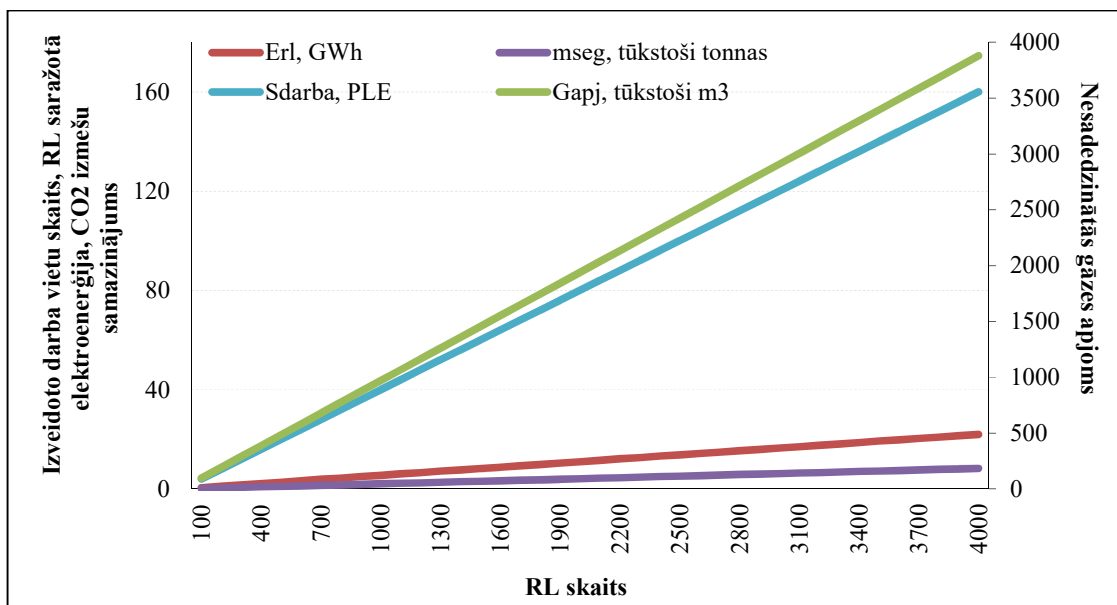
$$m_{seg} = G_{apj} \cdot Q_g \cdot E_f. \quad (5.10)$$

Zinot RL skaitu, varam novērtēt AER tehnoloģiju projektēšanas un montāžas darbu izmaksas ( $D_{PM}$ ) (€/gadā). Projektēšanas un montāžas darbu izmaksas aprēķinos tiek pieņemtas

20% apmērā no AER tehnoloģiju izmaksām (1200 €/RL). Pieņemot vidējo darba algu  $D_a = 30000$  (€/gadā) pirms nodokļu nomaksas un ieskaitot darba devēja valsts sociālās apdrošināšanas obligātās iemaksas, var novērtēt izveidotās papildu darba vietas ( $S_{darba}$ ) (skaits)

$$S_{darba} = \frac{D_{PM}}{D_a}. \quad (5.11)$$

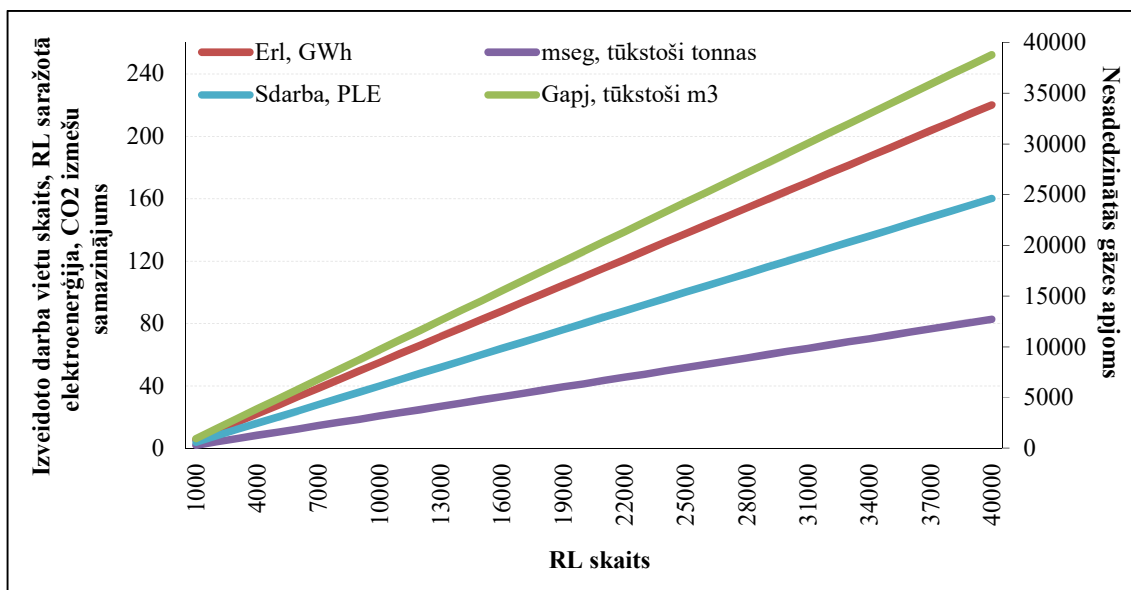
Aprēķinātais RL saražotās elektroenerģijas, nesadedzinātās dabas gāzes, samazinātais CO<sub>2</sub> izmešu atmosfērā daudzums atkarībā no RL skaita parādīts 5.20. att.



5.20. att. AER tehnoloģiju izmantošanas ietekme gadā

5.20. att. skaidri redzams, ka AER tehnoloģiju izmantošanas ietekme ir tieši proporcionāla RL skaitam. Ieviešot 1000 RL Latvijā gadā, būs iespēja izveidot ap 40 jaunām darba vietām gadā, papildus saražot ap 5,5 GWh elektroenerģijas, nesadedzināt ap 970 tūkstoši m<sup>3</sup> dabas gāzes gadā un samazināt CO<sub>2</sub> izmešu apjomu atmosfērā par ap 2000 tonnām gadā.

Lai novērtētu RL ietekmi AER mērķu sasniegšanā, tika veikta aplēse līdz 2030. gadam (5.21. att.), kad var būt sasniegts ievērojami lielāks RL skaits.



5.21. att. AER tehnoloģiju izmantošanas ietekme līdz 2030. gadam

Gadījumā, ja katru gadu ir 1000 jauni RL, jeb noapaļojot 10 000 RL 2030. gadā, tad tiek izveidotas 40 patstāvīgas darba vietas. Kopā 10 gados iespējams akumulēt 48 500 tūkstošus m<sup>3</sup> dabasgāzes un 100 000 tonnas CO<sub>2</sub> izmešu atmosfērā.

Atzīmēsim, ka, ja piemēro RL atbalsta subsīdijas (200 €/kW), tad 1000 RL atbalstam būtu nepieciešami naudas līdzekļi – 1100 000 €/gadā.



## 6. SECINĀJUMI UN REKOMENDĀCIJAS

Ņemot vērā, ka izvērtējumā izmantoti publiski pieejamie un pētījuma realizētāju rīcībā esošie materiāli, tad iegūtie rezultāti jāvērtē ciešā sakarībā ar pieņēmumiem, ierobežojumiem un izvēlētiem kritērijiem.

NETO sistēmas efektivitāti ietekmē gadījuma rakstura procesi (cena, laika apstākļi, tīkla noslodze un citi), un tā ir atkarīga no daudzveidīgiem, konkrētiem pielietošanas apstākļiem, tāpēc realizētāji bija spiesti izmantot virkni pieņēmumu un ierobežojumu, ar kuriem ciešā sakarībā ir jāizmanto pētījuma rezultāti. Konkrēto AER tehnoloģiju projektu tehniski ekonomiskajam pamatojumam ir jāveic papildu precizēts novērtējums un aprēķini.

### 6.1. Secinājumi

#### Novērtējot esošo NETO sistēmu:

- ņemot vērā Latvijas klimatiskos apstākļus un Saules radiāciju, izvēlētais norēķinu periods no 1. aprīļa līdz 31. martam ir pieņemams;
- nodrīga ir sadales sistēmas operatora atzīto mikroģeneratoru tehnoloģiju saraksta veidošana un uzturēšana, kā arī tehnisko noteikumu izdošana vienkāršotā kārtībā ražotājlietotājiem, kas atvieglo jauno NETO sistēmas dalībnieku piesaisti;
- kā priekšrocība uzskatāma trešo personu iekārtu īpašumtiesību nodrošināšanas iespēja, jo tās realizēšana rada jaunus biznesa modeļus un veicina AER tehnoloģiju izmantošanu;
- esošie NETO norēķinu sistēmas nosacījumi ir īpaši labvēlīgi ražotājlietotājiem ar lielu tiešo patēriņu. Latvijas ražotājlietotāju tiešais patēriņš ir apmēram vienāds ar vidējo ražotājlietotāju tiešo patēriņu Eiropas Savienībā;
- NETO sistēmas piemērošana tikai mājāsaimniecībām ierobežo AER tehnoloģiju izplatību un attiecīgo AER mērķu sasniegšanu;
- esošās NETO sistēmas ietvaros vidējais ražotājlietotājs var ietaupīt ap 40% salīdzinot ar mājāsaimniecības lietotāju elektroenerģijas gada izmaksām;
- ņemot vērā, ka elektroenerģijas uzskaitē tiek veikta pēc tīklā nodotā un no tīkla saņemtā elektroenerģijas daudzuma, var apgalvot, ka esošā NETO sistēma ir atdalīta no elektrības tirgus darbības un nestimulē ražotājlietotājus pielāgoties mainīgām tirgus cenām, kas samazinātu no tīkla pieprasītas elektroenerģijas daudzumu augstu cenu stundās;
- spēkā esošās NETO sistēmas nosacījumi ir daļēji atdalīti arī no pārvaldes un sadales tīkla problēmām, jo ražotājlietotāji netiek stimulēti pielāgoties tīkla vajadzībām, kas samazinātu patēriņu no tīkla lielas slodzes periodos;
- esošās NETO sistēmas nosacījumi nav pielāgoti viedo tehnoloģiju izmantošanai, t.i., ražotājlietotāji netiek stimulēti uzstādīt enerģijas izstrādes/patēriņa vadības ierīces un veikt vadību, kas varētu dot priekšrocības kā ražotājlietotājiem, tā arī energosistēmai kopumā;

- izmantojot esošo NETO sistēmu, vidējā ražotājlietotāja uzstādīto AER iekārtu atmaksāšanās ilgums ir 26 gadi. Iekārtu atmaksāšanās ilgums ir pārāk garš, lai nodrošinātu strauju AER tehnoloģiju izmantošanas attīstību.

### Novērtējot NETO sistēmas attīstību Latvijā:

- ir jāatbalsta AER tehnoloģiju izmantošanu, tādējādi samazinot fosilo kurināmo izmantošanu, samazinot CO<sub>2</sub> izmešu apjomu, paaugstinot lietotāju konkurētspēju, veicinot investīciju piesaisti, sekmējot valsts enerģētisko neatkarību un papildu darba vietu izveidi;
- atbalstam ražotājlietotājiem jābūt samērotam ar kopīgo ekonomisko stāvokli valstī un sabiedrības iespējām. Sevišķi svarīgi izveidot NETO sistēmu, kas neizsauks būtiskas papildu izmaksas pārējiem lietotājiem;
- pašlaik izmantojamā NETO uzskaites sistēma regulē ražotājlietotāju norēķinus, ņemot vērā tīklā nodoto un no tīkla saņemto elektroenerģijas daudzumu. Tāda sistēma neatbilst elektroenerģijas tirgus būtībai, jo nestimulē ražotājlietotājus pielāgoties elektroenerģijas cenu izmaiņām;
- lai ražotājlietotājus stimulētu pielāgoties elektroenerģijas cenu izmaiņām, būtu rekomendējams ieviest **NETO norēķinu sistēmu**. Tā ņem vērā katras stundas elektroenerģijas cenu un piešķir tiesības ražotājlietotājiem no tīkla saņemt elektroenerģiju, kuras cena ir līdzīga tīklā nodotās elektroenerģijas cenai. Tāda sistēma stimulē ražotājlietotāju tīklā nodot elektroenerģiju augstu cenu laikā, kas ir izdevīgi visai energosistēmai, jo samazinās elektroenerģijas pieprasījuma pīķi un zudumi.
- NETO uzskaites sistēmu nomainot uz **NETO norēķinu sistēmu**, ražotājlietotāja gada izmaksas samazinās par aptuveni 5 €/gadā, bet NETO norēķinu sistēma atver iespējas ražotājlietotājiem pielāgoties tirgus cenām, mainīt enerģijas patēriņa grafiku un saņemt papildu ienākumus;
- esošās NETO uzskaites sistēmas ietvaros nepiemērojot obligātā iepirkuma komponenti par elektroenerģijas patēriņu ( $OIK_{var}$ ), AER iekārtu atmaksāšanās ilgums tipiskam ražotājlietotājam samazinās no 26 gadiem līdz 20 gadiem bez kredīta ņemšanas;
- esošās NETO uzskaites sistēmas ietvaros nepiemērojot obligāto iepirkuma komponenti (OIK), AER iekārtu atmaksāšanās ilgums tipiskam ražotājlietotājam samazinās no 26 gadiem līdz 17 gadiem bez kredīta ņemšanas;
- neņemot kredītu un piemērojot **NETO uzskaites sistēmu**, ražotājlietotājiem iespējams ietaupīt ap 10% no kopējām elektroenerģijas izmaksām gadā, papildus nepiemērojot OIK, var ietaupīt ap 25% no kopējām elektroenerģijas izmaksām gadā;
- neņemot kredītu un piemērojot **NETO norēķinu sistēmu**, ražotājlietotājiem iespējams ietaupīt ap 10% no kopējām elektroenerģijas izmaksām gadā, papildus nepiemērojot OIK var ietaupīt ap 26% no kopējām elektroenerģijas izmaksām gadā;
- atbilstoši plaši izplatītai ES valstu pieredzei, izmantojot AER tehnoloģiju atbalsta subsīdijas 200 €/kW iekārtu uzstādīšanas brīdī, atmaksāšanās ilgums vidējam ražotājlietotājam samazinās no esošiem 26 gadiem līdz 20 gadiem bez kredīta ņemšanas.

Atmaksāšanās ilguma samazinājums ir salīdzināms ar OIK nepiemērošanu esošās NETO sistēmas ietvaros. Subsīdiu piemērošana nodrošina atmaksāšanās ilguma samazinājumu un stimulē AER tehnoloģiju izmantošanu. Piemērojot subsīdijas, vidējā ražotājlietotāja gada ieguvumi neņemot kredītu pārsniedz 5% no kapitālieguldījumiem, kas ir vairāk par banku depozītu procentu likmi. Šādi ieguvumi var būt pievilcīgi lietotājiem, lai ieguldītu savus līdzekļus AER tehnoloģiju iegādē.

- kredīta ņemšanas gadījumā AER tehnoloģiju iegādei ražotājlietotāju ieguvumi samazinās par bankas izsniegtā kredīta procentu maksājumu summu. AER tehnoloģiju iegādes, izmantojot kredītu, izdevumi vairākos gadījumos var pārsniegt ražotājlietotāja ieguvumus;
- ņemot vērā AER tehnoloģiju izmaksas un paredzamo atmaksāšanās ilgumu, OIK pilnīga vai daļēja nepiemērošana un/vai subsīdiu piemērošana ražotājlietotājiem neizsauks strauju NETO sistēmas paplašināšanos un attiecīgi OIK izmaiņas citiem lietotājiem;
- lai ražotājlietotāju kopējā elektroenerģijas ģenerācija nepārsniegtu 3% no kopējā elektroenerģijas patēriņa Latvijā, ražotājlietotāju skaitam ir jābūt ap 40 000. Tādējādi, ražotājlietotāju skaits 40 000 var tikt interpretēts, ka pieļaujama skaits gan no OIK pieauguma ierobežojuma, gan no negatīvas ietekmes uz energosistēmas darbību samazinājuma viedokļa. Lai 2030. gadā būtu 40 000 ražotājlietotāju, ir nepieciešams aprīkot ar saules paneļiem ap 4 000 mājsaimniecības gadā. Uzskatām, ka tāds pieaugums ir ambiciozs, bet tomēr sasniedzams;
- ražotājlietotāju skaita pieaugums līdz apmēram 40 000 nevar izsaukt būtisku OIK pieaugumu citiem lietotājiem. Ja nepiemēro OIK 40 000 ražotājlietotājiem, pārējo lietotāju OIK palielinātos par 5%; atbilstoši esošās NETO sistēmas nosacījumiem pie 40 000 RL OIK palielinājums pārējiem lietotājiem nepārsniegtu 1%;
- palielinoties ražotājlietotāju skaitam, var samazināt atkarību no gāzes importa, samazināt CO<sub>2</sub> izmešu atmosfērā apjomu un izveidot papildu dabas vietas AER tehnoloģiju projektēšanai un izbūvei. Uzsākot darbību 1000 ražotājlietotājiem Latvijā gadā, būs iespēja izveidot ap 40 jaunām darba vietām gadā, papildus saražot ap 5,5 GWh elektroenerģijas, nesadedzināt ap 970 tūkstoši m<sup>3</sup> dabas gāzes gadā un samazināt CO<sub>2</sub> izmešu apjomu atmosfērā par ap 2000 tonnām gadā. Kopā 10 gados iespējams ietaupīt ap 48,5 miljonus m<sup>3</sup> dabasgāzes un 100 000 tonnas CO<sub>2</sub> izmešu atmosfērā;
- ja piemēro ražotājlietotāju atbalsta subsīdijas (200 €/kW), tad 1000 ražotājlietotāju atbalstam būtu nepieciešami naudas līdzekļi – 1100 000 €/gadā.

## 6.2. Rekomendācijas politikas veidošanai

### Politikas veidotājiem ir:

- jānodrošina, lai arī turpmāk NETO sistēmā būtu atļauts izmantot visu veidu AER tehnoloģijas. Tas veicina AER tehnoloģiju attīstību un paaugstina to īpatsvaru enerģijas ražošanā;
- jānodrošina, ka atbilstoši Elektroenerģijas tirgus likuma 30.<sup>1</sup> pantam par NETO sistēmas dalībniekiem būtu atzīstami visi ražotājlietotāji, tai skaitā juridiskās personas, kas pērk

- un izlieto elektroenerģiju pamatā paša vajadzībām (gala patēriņam), ievērojot tehniskos ierobežojumus;
- būtu nepieciešams turpināt un veicināt trešo personu iekārtu īpašumtiesību nodrošināšanas iespēja, jo tas rada jaunus biznesa modeļus un veicina AER tehnoloģiju izmantošanu. Uzņēmumi, izmantojot specializācijas un vairumtirdzniecības priekšrocības, var samazināt kapitālieguldījumus ražotājlietotājiem un piedāvāt izdevīgākus iekārtu ieviešanas nosacījumus;
  - jāveido NETO uzskaites sistēma, kas atbilstu elektroenerģijas tirgus būtībai un stimulētu ražotājlietotājus pielāgoties elektroenerģijas cenu izmaiņām. Lai ražotājlietotājus stimulētu pielāgoties elektroenerģijas cenu izmaiņām, būtu **rekomendējams ieviest NETO norēķinu sistēmu**, kura, veidojot rēķinus, ņem vērā katras stundas elektroenerģijas cenu un tādējādi stimulē ražotājlietotājus atdot enerģiju tīklā augstu cenu laika posmos;
  - veicot NETO uzskaites sistēmas nomaiņu uz NETO norēķinu sistēmu, elektroenerģijas uzkrājums nākamajiem mēnešiem būtu jāvērtē naudas izteiksmē norēķina perioda ietvaros. Ja norēķinu perioda laikā veidojas uzkrājums, tad tas dzēšams norēķina perioda beigās;
  - nepieciešams izvērtēt subsīdiju piemērošanas iespēju NETO sistēmas lietotājiem AER iekārtu iegādes brīdī, jo tas samazina iekārtu atmaksāšanās ilgumu un veicina jaunu ražotājlietotāju rašanos. Subsīdējot ražotājlietotājus, piemēram, līdz 200 €/kW, nepieciešams paredzēt ierobežojumus, lai neizsauktu NETO pārāk strauju ražotājlietotāju skaita pieaugumu. To iespējams sasniegt, piemēram, gadījumā, ja potenciālie ražotājlietotāji subsīdijas saņem konkursa kārtībā ar priekšrocību tiem, kas pieprasa mazāku subsīdiju apjomu. Gada ietvaros piedāvātas subsīdijas arī var būt ierobežotas, izejot no iespējām, tādā gadījumā priekšrocība tiek dota pirmajiem pieteicējiem.

### 6.3. Rekomendācijas tīklu operatoriem

#### Tīklu operatoriem ir:

- nepieciešams turpināt uzturēt sadales sistēmas operatora atzīto mikroģeneratoru sarakstu, jo tas lietotājiem atvieglo NETO sistēmas pieslēgšanas gaitu. Sadales sistēmas operatora atzīto mikroģeneratoru sarakstam arī turpmāk jābūt publiski pieejamam;
- tīkla operatoram, uzstādot papildu tehniskos ierobežojumus AER pieslēgšanai, būtu nepieciešams pamatot papildu radušās izmaksas ražotājlietotājiem ar atbilstošiem izdevumu aplēses datiem;
- mikroģeneratora pieslēguma uzskaites sadalnē un transformatoru apakšstacijā zemsprieguma sadales attiecīgajā pievienojumā jāpiestiprina brīdinoša zīme par divpusēju barošanu, lai brīdinātu personālu par ražotājlietotāja elektroietaisēs uzstādītu mikroģeneratoru;
- nepieciešams turpināt izmantot divu virzienu uzskaiti;

- rekomendējams veikt, vai atbalstīt ražotājlietotāju vadības iespēju izmantošanas energosistēmas balansēšanas uzdevumos izpēti, jo tas var dot labumu ne tikai ražotājlietotājiem, bet arī energosistēmai, samazinot balansēšanas izmaksas un palielinājāt drošumu.

## **6.4. Rekomendācijas ražotājlietotājiem**

### **Ražotājlietotājiem:**

- plānojot NETO sistēmas pieslēgšanu, īpaši uzmanīgi ņemt vērā kredītsaistību nosacījumus, rūpīgi izvērtēt savas finanšu iespējas;
- pirms mikroģeneratoru uzstādīšanas lietotājiem rūpīgi izvērtēt iespējamās papildu izmaksas, kas varētu rasties mikroģeneratora uzstādīšanas un pieslēgšanas gaitā;
- pirms mikroģeneratora uzstādīšanas rekomendējams veikt neatkarīgu mikroģeneratora pieslēgšanas ieguvumu un izdevumu analīzi. Tikai pareizi izvēlētas iekārtas, to jauda un montāža var nodrošināt projekta rentabilitāti;
- ražotājlietotājiem rekomendējams saskaņot plānotā mikroģeneratora jaudu un saražojamās elektroenerģijas apjomu gadā ar vēsturisko elektroenerģijas patēriņu. Jāņem vērā, ka AER iekārtas jaudai pieaug kapitālieguldījumi, samazinās tiešais patēriņš, kā rezultātā palielinās kapitālieguldījumu atmaksāšanās ilgums;
- lai sasniegtu maksimālo ekonomisko ieguvumu, ražotājlietotājiem rekomendējams palielināt tiešo patēriņu. To iespējams veikt ar elektropatēriņa vadību un/vai uzstādot papildu iekārtas elektroenerģijas uzkrāšanai;
- gadījumā, ja norēķins par elektroenerģiju notiek atkarībā no elektroenerģijas cenas biržā, rekomendējams sekot līdzi cenu izmaiņām, tādējādi nodrošinot iespēju samazināt kopējās ikgadējās elektroenerģijas patēriņa izmaksas.

## IZMANTOTIE INFORMĀCIJAS AVOTI

1. 220 ENERĢIJA SIA piedāvājums <https://220energija.lv/majai/mikro-razotajiem/>, skatīts 30.03.2018.
2. A. Picciariello, J. Reneses, P. Frias, L. Söder “Distributed generation and distribution pricing: Why do we need new tariff design methodologies?”, Electric Power Systems Research Volume 119, February 2015, Pages 370-376
3. AEON ENERGY SIA piedāvājums <http://www.aeonenergy.eu/energija/>, skatīts 30.03.2018.
4. AJ POWER SIA piedāvājums <http://www.ajpower.lv/#/aj/pakalpojumi/saules-energija>, skatīts 30.03.2018.
5. Andreas Poullikkas, George Kourtis, Ioannis Hadjipaschalis “A review of net metering mechanism for electricity renewable energy sources”, International Journal of Energy & Environment . 2013, Vol. 4 Issue 6, p975-1001.
6. Artūrs Kamenders, Dzintars Jaunzems, u.c. Saules enerģiju izmantojošo energoapgādes tehnoloģiju un sistēmu izpēte un noieta tirgus analīze, Rūpnieciskais pētījums, 2009. gada decembris, 5. lpp, 14.–21. lpp., 33. – 35. lpp.
7. AS “Sadales tīkls” elektroenerģijas sadales sistēmas pakalpojumu diferencētie tarifi no 2016. gada 1. augusta (bez PVN), [https://www.sadalestikls.lv/uploads/2018/01/ST\\_tarifi\\_2017.pdf](https://www.sadalestikls.lv/uploads/2018/01/ST_tarifi_2017.pdf), skatīts 30.03.2018.
8. AS “Sadales tīkls” iesnieguma veidlapa, [https://www.est.lv/files/4\\_st\\_pieteikums\\_mikrogeneratora\\_pieslegumam\\_8079e.doc](https://www.est.lv/files/4_st_pieteikums_mikrogeneratora_pieslegumam_8079e.doc), skatīts 22.03.2018.
9. AS „Latvenergo” Elektrum, [https://www.elektrum.lv/lv/majai/produkti/30/7480406689?startDate=2018-05-01&personClass=Private&percentage\[day\]=60&input\\_protection=10&zone\\_count=1](https://www.elektrum.lv/lv/majai/produkti/30/7480406689?startDate=2018-05-01&personClass=Private&percentage[day]=60&input_protection=10&zone_count=1), skatīts 31.03.2018.
10. AS „Enerģijas publiskais tirgotājs” informācija, <http://www.eptirgotajs.lv/no-2018-gada-sagaidama-oik-samazinasanas/#/>, skatīts 25.05.2018.
11. AS „Enerģijas publiskais tirgotājs”, <http://www.eptirgotajs.lv/oik-kalkulators/#/>, skatīts 30.04.2018.
12. AS „Latvenergo” ilgspējas gada pārskats, [https://www.latvenergo.lv/files/news/LE\\_ilgtspejas\\_gada\\_parskats\\_2017.pdf](https://www.latvenergo.lv/files/news/LE_ilgtspejas_gada_parskats_2017.pdf), skatīts 27.03.2018.
13. AS „Latvenergo” piedāvājums, <https://www.elektrum.lv/lv/majai/pakalpojumi/elektrum-solarais/>, skatīts 30.03.2018.
14. Atjaunīgā enerģija Latvijā/Project No. 2/EEZLV02/ 14/GS/044, Contract No. 2/EEZLV02/14/GS/044/011 24.04.2015/ [http://kpf.liepu.lv/wp-content/uploads/2016/03/Renewable\\_energy\\_LV.pdf](http://kpf.liepu.lv/wp-content/uploads/2016/03/Renewable_energy_LV.pdf), skatīts 12.04.2018.
15. Bezrukovs D., Aniskevich S., Bezrukovs V., (2018): Forecasting the efficiency of small wind turbine generators. The 8th International ENERGY Conference & Workshop – REMOO, 29–31 May 2018, VENICE / ITALY. p. 14.



16. Bezrukovs, V., Zacepins, A., Bezrukovs, V., Komashilovs, V. “Investigations of wind shear distribution on the Baltic shore of Latvia”. *Latvian Journal of Physics and Technical Sciences*, Volume 53, Issue 3, 1 June 2016, pp. 3–10.
17. Bivand, R. S., Pebesma, E. J., & Gómez-Rubio, V. (2008). *Applied Spatial Data Analysis with R*. New York: Springer. 2nd edition. p. 405.
18. CEER rekomendācijas NETO sistēmas izmantošanai <https://www.ceer.eu/documents/104400/-/-/3f246c2a-d417-2a29-d8eb-765bd6579581>, skatīts 29.05.2018
19. CEER rekomendācijas NETO sistēmas izmantošanai <https://www.ceer.eu/documents/104400/-/-/3f246c2a-d417-2a29-d8eb-765bd6579581>, skatīts 29.05.2018.
20. Centrālās statistikas pārvaldes datu bāze, [http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/Sociala/Sociala\\_ikgad\\_iedz\\_iedzskaits/IS0211.px/table/tableViewLayout2/?rxid=7ee5bb2b-7c93-4ccb-8a34-1aa4ade09cc3](http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/Sociala/Sociala_ikgad_iedz_iedzskaits/IS0211.px/table/tableViewLayout2/?rxid=7ee5bb2b-7c93-4ccb-8a34-1aa4ade09cc3), skatīts 30.03.2018.
21. Centrālās statistikas pārvaldes datu bāze, [http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/vide/vide\\_\\_energ\\_pat/0106.px/table/tableViewLayout2/?rxid=9777f82b-9f68-475c-9a33-a05b0175b0b5](http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/vide/vide__energ_pat/0106.px/table/tableViewLayout2/?rxid=9777f82b-9f68-475c-9a33-a05b0175b0b5), skatīts 30.03.2018.
22. Centrālās statistikas pārvaldes datu bāze, [http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/vide/vide\\_\\_energ\\_pat/0303.px/table/tableViewLayout2/?rxid=9777f82b-9f68-475c-9a33-a05b0175b0b5](http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/vide/vide__energ_pat/0303.px/table/tableViewLayout2/?rxid=9777f82b-9f68-475c-9a33-a05b0175b0b5), skatīts 30.03.2018.
23. Centrālās statistikas pārvaldes datu bāze, [http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/vide/vide\\_\\_energ\\_pat/0306\\_€o.px/table/tableViewLayout2/?rxid=9777f82b-9f68-475c-9a33-a05b0175b0b5](http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/vide/vide__energ_pat/0306_€o.px/table/tableViewLayout2/?rxid=9777f82b-9f68-475c-9a33-a05b0175b0b5), skatīts 30.03.2018.
24. COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT “Best practices on Renewable Energy Self-consumption”, [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/1\\_EN\\_autre\\_document\\_travail\\_service\\_part1\\_v6.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/1_EN_autre_document_travail_service_part1_v6.pdf), skatīts 28.05.2018.
25. Dalibor Muratović “Distributed Generation for Self-consumption key aspects and recommendations of good practice”, ECDSO-E, May 2017, p. 39
26. Eiropas Parlamenta un Padomes direktīva 2009/28/EK, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/HTML/?uri=CELEX:32009L0028&from=LV>, skatīts 28.05.2018.
27. Eiropas Parlamenta un Padomes direktīva 2009/72/EK <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/HTML/?uri=CELEX:32009L0072&from=LV>, skatīts 29.05.2018.
28. Eiropas Savienības Padomes mājaslapa <http://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-10308-2018-INIT/en/pdf>, skatīts 27.06.2018.
29. Eiropas Vēja ģeneratoru ražotāju katalogs <https://www.yumpu.com/en/document/view/12151704/catalogue-of-european-urban-wind-turbine-manufacturers>, skatīts 15.04.2018.
30. EK “Solar energy policy in the EU and the Member States, from the perspective of the petitions received“,



- [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/556968/IPOL\\_STU\(2016\)556968\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/556968/IPOL_STU(2016)556968_EN.pdf), skatīts 29.05.2018.
31. Elektrum piedāvātie produkti, [https://www.elektrum.lv/lv/majai/produkti/7/8081608101?personClass=Private&percentage\[day\]=60](https://www.elektrum.lv/lv/majai/produkti/7/8081608101?personClass=Private&percentage[day]=60), skatīts 25.05.2018.
  32. EM publicētā datu bāze [https://www.em.gov.lv/lv/nozares\\_politika/energijas\\_tirgus\\_un\\_infrastruktura/ministru\\_kabineta\\_2009\\_gada\\_11\\_augusta\\_noteikumi\\_nr\\_883\\_\\_noteikumi\\_par\\_atlajam\\_elektro\\_energijas\\_razosanas\\_jaudu\\_palielinasanai\\_vai\\_jaunu\\_razosanas\\_iekartu\\_ieviesanai\\_/](https://www.em.gov.lv/lv/nozares_politika/energijas_tirgus_un_infrastruktura/ministru_kabineta_2009_gada_11_augusta_noteikumi_nr_883__noteikumi_par_atlajam_elektro_energijas_razosanas_jaudu_palielinasanai_vai_jaunu_razosanas_iekartu_ieviesanai_/), skatīts 14.04.2018.
  33. EN 50438 standarts, <https://www.en-standard.eu/csn-en-50438-ed-2-requirements-for-the-connection-of-micro-generators-in-parallel-with-public-low-voltage-distribution-networks/>, skatīts 22.03.2018.
  34. ENEFIT SIA piedāvājums <https://www.enefit.lv/lv/saules-energija>, skatīts 30.03.2018.
  35. ES atjaunīgo enerģijas avotu regulējumu datu bāze, <http://www.res-legal.eu/compare-grid-issues/>, skatīts 28.05.2018.
  36. KOMISIJAS PAZIŅOJUMS Pamatnostādnes par valsts atbalstu vides aizsardzībai un enerģētikai 2014.–2020. gadam, [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/HTML/?uri=CELEX:52014XC0628\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/HTML/?uri=CELEX:52014XC0628(01)&from=EN), skatīts 29.05.2018.
  37. KOMISIJAS REGULA (ES) 2016/631, ar ko izveido tīkla kodeksu par ģeneratoriem piemērojamajām tīkla pieslēguma prasībām, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/HTML/?uri=OJ:L:2016:112:FULL&from=LV>, skatīts 27.03.2018.
  38. L. Dusonchet, E. Telaretti, “Comparative economic analysis of support policies for solar PV in the most representative EU countries” Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 42, February 2015, Pages 986-998.
  39. Latvijas Bankas noteiktās procentu likmes, <https://www.bank.lv/statistika/dati-statistika/procentu-likmju-statistikas-raditaji/galvenas-procentu-likmes>, skatīts 20.05.2018.
  40. Latvijas vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra dati, <https://www.meteo.lv/meteorologija-datu-meklesana/?nid=461>, skatīts 15.05.2018.
  41. M. V. Petersen “Global Small Wind Turbine Market and Opportunities”, Small wind conference 2016, 31 p.
  42. Mazo VT apkopojums, [www.allsmallwindturbines.com](http://www.allsmallwindturbines.com), skatīts 15.04.2018.
  43. MK noteikumi Nr. 883 „Noteikumi par atļaujām elektroenerģijas ražošanas jaudu palielināšanai vai jaunu ražošanas iekārtu ieviešanai”, <https://m.likumi.lv/doc.php?id=196123>, skatīts 21.03.2018.
  44. Nord Pool biržas cenas, <https://www.nordpoolgroup.com/>, skatīts 20.06.2018
  45. Ostapenko J., Gamalejevs A., Latvian wind energy guide. Riga 2004, 96 p., [windenergy.lv](http://windenergy.lv)

46. Petričenko, Ļ., Broka, Z., Sauhats, A., Bezrukovs, D. Cost-Benefit Analysis of Li-Ion Batteries in a Distribution Network. In: European Energy Market 2018, Poland, Lodz, 27-29 June, 2018. pp.1-5.
47. Sabiedrisko pakalpojumu regulēšanas komisijas padomes 2018. gada 27. marta lēmums Nr. 1/7 „Sistēmas pieslēguma noteikumi elektroenerģijas ražotājiem”, <https://likumi.lv/ta/id/298067-sistemas-piesleguma-noteikumi-elektroenerģijas-sistemas-dalibniekiem>, skatīts 22.04.2018.
48. Sabrina Hempel, Carl Schweinsberg, Jan-David Schmidt, Dr.-Ing. Eckehard Tröster and Dr. Dipl.-Ing. Thomas Ackermann “Smart Network Control with Coordinated PV Infeed” Energynautics GmbH. Darmstadt, Germany, p. 10
49. Saleh Mohammadi, Bauke de Vries, Wim Schaefer, Modeling the Allocation and Economic Evaluation of PV Panels and Wind Turbines in Urban Areas, Procedia Environmental Sciences, Volume 22, 2014, pp. 333-351.
50. Saules radiācijas mērījumi: <http://www.meteo.lv/meteorologijas-operativa-informacija/?nid=459&pid=-2>, skatīts 12.04.2018.
51. Saules radiācijas prognoze: <http://www.meteo.lv/lapas/laika-apstakli/meteorologiskas-prognozes/uvi-prognoze/ultravioletas-radiācijas-indeksa-prognoze?id=1776&nid=841>, skatīts 12.04.2018.
52. SIA „EG Inženieri” piedāvājums <http://solenergo.lv/saules-baterijas/saules-bateriju-sistemas>, skatīts 12.04.2018.
53. SIA „Energogm GM” piedāvājums [http://www.energogm.eu/lv/products/wind\\_turbines/vestas](http://www.energogm.eu/lv/products/wind_turbines/vestas), skatīts 15.04.2018.
54. SIA „Kalni&Vējš” piedāvājums [http://www.kerveju.lv/ieslegt\\_tikla.php](http://www.kerveju.lv/ieslegt_tikla.php), skatīts 15.04.2018.
55. SIA „Nature Power” piedāvājums <http://naturepower.lv/lv/piedavajam/>, skatīts 15.04.2018.
56. Sistēmas pieslēguma noteikumi elektroenerģijas ražotājiem / internets – <http://likumi.lv/doc.php?id=244670>, skatīts 12.04.2018.
57. SolarGIS karte, skatīts 12.04.2018.
58. The European wind energy association / internets – <http://www.ewea.org/windenergy-basics/>, skatīts 12.04.2018.
59. Vēja karte un kvalitāte [http://www.kerveju.lv/veja\\_karte.php](http://www.kerveju.lv/veja_karte.php), skatīts 12.04.2018.
60. W. Sheng, K.-Y. Liu, S. Cheng et al., "A trust region SQP method for coordinated voltage control in smart distribution grid", IEEE Trans. Smart Grid, vol. 7, no. 1, pp. 381-391, 2015.
61. Walter Short, Daniel J. Packey, and Thomas Holt “A Manual for the Economic Evaluation of Energy Efficiency and Renewable Energy Technologies” NREL/TP-462-5173, March 1995, p.120.

**Elektroenerģijas neto norēķinu sistēmas izvērtējums  
un priekšlikumi sistēmas uzlabojumiem**

## PIELIKUMI

### 1. pielikums. NETO sistēmas regulējumu salīdzinājums

Valsts	Ierobežojošie kritēriji	Norēķinu periods	Elektroenerģijas norēķins	Procedūra	Tehnoloģijas	Lietotāji	Izmaksu sadalījums
<b>Beļģija, Brisele</b>	< 5 kW	Gads	Norēķins par tīklā nodoto elektroenerģiju, ja tās daudzums nepārsniedz no tīkla saņemtās elektroenerģijas daudzumu	Iepriekš nepieciešams saņemt MĢ pieslēgšanas nosacījumus	Visas	Visi	Jābūt uzstādītai divvirzienu uzskaiti, SSO sedz maksu par uzskaites ierīkošanu
<b>Beļģija, pārējā teritorija</b>	≤ 10kW	Gads	No tīkla saņemtās elektroenerģijas daudzums tiek automātiski atskaitīts no tīklā nodotā elektroenerģijas daudzuma. Ja tīklā nodod vairāk elektroenerģijas nekā saņem, starpība netiek kompensēta	Iepriekš nepieciešams saņemt MĢ pieslēgšanas nosacījumus	Visas	Visi	SSO sedz maksu par uzskaites ierīkošanu
<b>Kipra</b>	< 3 kW ar kopējo uzstādāmo jaudu līdz 1,2 MW	Gads	Tiek subsidēti 900 €/kW, bet ne vairāk kā 2700 €/RL. Kopā valstī plānots subsidēt 1,2 MW uzstādīto jaudu. Norēķins notiek pēc mazumtirdzniecības cenas	Iepriekš nepieciešams saņemt MĢ pieslēgšanas nosacījumus. To saņemšanai RL SSO maksā 250 €, atteikuma gadījumā 200 € tiek atdoti. MĢ jāuzstāda un jāpieslēdz pie tīkla 60 darba dienu laikā	Saules paneļi	Maznodrošinātās fiziskās personas	Subsidēšana tiek veikta no lietotāju maksas par elektroenerģiju līdzekļiem
<b>Grieķija</b>	Saules paneļi — līdz 20 kW, vēja stacijām — līdz 50 kW, pārējām — bez ierobežojuma	Gads	No tīkla saņemtās elektroenerģijas daudzums tiek atskaitīts no tīklā nodotā elektroenerģijas daudzuma. Ja tīklā nodod vairāk elektroenerģijas nekā saņem, starpība netiek kompensēta		Saules paneļi, vēja, biogāzes, hidroelektriskās, biomasas stacijas	Mājsaimniecības, bezpeļņas organizācijas	Visus izdevumus sedz RL
<b>Ungārija</b>	< 50 kVA un < 3x63A	Gads	No tīkla saņemtās elektroenerģijas daudzums tiek atskaitīts no tīklā nodotā elektroenerģijas daudzuma. Ja tīklā nodod vairāk elektroenerģijas nekā saņem, starpība tiek kompensēta. Norēķiniem tiek piemērota mazumtirdzniecības cena	Iepriekš nepieciešams saņemt MĢ pieslēgšanas nosacījumus	Vēja, biogāzes, hidroelektriskās, biomasas, ģeotermālās stacijas, saules paneļi	Mājsaimniecības	Elektroenerģijas tirgotājs kompensē RL tīklā nodotās elektroenerģijas pārpalikumu pēc mazumtirdzniecības cenas
<b>Itālija</b>	20-200 kW	Gads	RL maksā par no tīkla saņemto elektroenerģiju un dod kredīta tīklā nodoto elektroenerģiju. Bilance tiek aprēķināta reizi gadā. RL saņem kompensāciju par tīklā nodoto elektroenerģiju atkarībā no elektroenerģijas biržas cenas. Ja tīklā nodod vairāk elektroenerģijas nekā saņem, starpība tiek	Iepriekš nepieciešams saņemt MĢ pieslēgšanas nosacījumus	Visas	Visi vienā pieslēguma punktā vai pašvaldībās ar iedzīvotāju skaitu, kas mazāks par 20 000, — dažādos pieslēgumos	Visiem RL ar jaudu virs 3 kW jāmaksā par NETO sistēmu 30 €/gadā fiksēta maksa. Ja NETO sistēma netiek nodrošināta vienā pieslēguma vietā, tiek

**Elektroenerģijas neto norēķinu sistēmas izvērtējums  
un priekšlikumi sistēmas uzlabojumiem**

Valsts	Ierobežojošie kritēriji	Norēķinu periods	Elektroenerģijas norēķins	Procedūra	Tehnoloģijas	Lietotāji	Izmaksu sadalījums
			kompensēta. RL saņem kredītu tīklā nododamajai elektroenerģijai. Samazināts PVN līdz 10%				piemērota papildu maksa 4 €/gadā katrai pieslēguma vietai
<b>Austrija</b>	Atbalsts atkarībā no uzstādītās jaudas	Vienreizēji	Individuāliem RL: 275 €/kW uz jumta vai zemes uzstādītiem saules paneļiem līdz 5 kW vai 375 €/kW integrētiem saules paneļiem līdz 5 kW. Kolektīviem RL: 200 €/kW uz jumta vai zemes uzstādītiem saules paneļiem līdz 5 kW vai 300 €/kW integrētiem saules paneļiem līdz 5 kW, bet ne vairāk kā 30 kW. Atbalstam jāpiesakās līdz noteiktam datumam		Saules paneļi	Visi	Atbalsts tiek sniegts no klimata un enerģijas fonda
<b>Francija</b>	Iedzīvotāju ienākuma nodokļa atlaide iekārtām ar dažādu jaudu	Vienreizēji	Fiziskas personas var atgūt līdz 30% no investīcijām no iedzīvotāju ienākuma nodokļa. Maksimālā summa 8000 € vienas fiziskas personas RL, 16000 € precētiem pāriem, papildu 400 € par bērnu, ja abi partneri kopīgi rūpējas par bērnu –200 € par bērnu. Iekārtām ar jaudu virs 3 kW kompensāciju var pieprasīt, ja elektroenerģijas patēriņš ir vismaz divreiz lielāks par MĢ saražoto elektroenerģiju. Nodokļu atlaide var pieprasīt attiecībā uz ieguldījumiem dzīvesvietā (īpašnieki, īrnieki u.c.). Nodokļa atlaide tiek piešķirta par iedzīvotāju ienākuma nodokli pēc tam, kad atbilstīgā persona ir iesniegusi rēķinu par ieguldījumiem un pēc tam, kad ir atskaitīti citi nodokļu atvieglojumi. Ja maksājama nodokļa summa ir mazāka nekā nodokļa atlaide, starpība tiek izmaksāta jebkurā gadījumā. Ja pieteikuma iesniedzējs netiek aplūkots ar nodokļiem, kopējā summa tiek izmaksāta. Papildus tam iegādes brīdī ir samazināta PVN likme – 10%		Vējš, hidroelektriskās, biomasas stacijas, saules paneļi	Mājsaimniecības	Nodokļa atlaide samazina ieņēmumus. Maksājumi tiek finansēti no federālā budžeta
<b>Luksemburga</b>	< 30kW		Tiek subsidēts līdz 20% no uzstādīšanas izmaksām vai līdz 500 €/kW. Saules paneļiem līdz 4 kW tiek atmaksāts iedzīvotāju ienākuma nodoklis no tīklā nodotās elektroenerģijas nekomerciāliem RL	Jānosūta subsīdijas pieprasījums attiecīgai ministrijai noteiktā termiņā	Saules paneļi	Mājsaimniecības, bezpeļņas asociācijas, nekustamā īpašuma attīstītāji	Izmaksas tiek segtas no attiecīgās ministrijas līdzekļiem
<b>Malta</b>	> 0,5 kW		Subsīdijas līdz 50% no investīciju attaisnotajām izmaksām. Maksimālā subsīdija ir 2300 € vienai iekārtai vai 757 €/kW, atskaitot attiecināmās izmaksas	Iesniegums subsīdijas saņemšanai pirms iekārtas uzstādīšanas	Saules paneļi	Visi RL, kas saules paneļus izmanto tiešajam patēriņam	Tiek finansēts no valsts un ERAF budžeta
<b>Polija</b>	< 40 kW	Pusgads	RL var apmainīties ar saražoto elektroenerģiju. RL saražotā elektroenerģija ir atbrīvota no OIK	RL paraksta attiecīgu līgumu ar elektroenerģijas tirgotāju	Saules paneļi, vēja, biogāzes, biomasas stacijas	Mājsaimniecības, juridiskās personas	Tiek finansēts no lietotāju maksas par elektroenerģiju
<b>Zviedrija</b>	< 100A	Gads	0,063 €/kWh nodokļa samazinājums par tīklā nodoto elektroenerģiju. Nodokļa samazinājums nevar pārsniegt 30 000 kWh vai no tīkla saņemto elektroenerģijas daudzumu vienai personai vai pieslēguma vietai	Nodokļa samazinājums pieprasāmu reizi gadā	Saules paneļi, vēja, ģeotermālās, hidroelektriskās un biomasas stacijas	Mājsaimniecības, juridiskas personas vienā pieslēguma punktā	