



Исследование экономической, географической и социальной целесообразности внедрения Энергетических сообществ (Сообществ возобновляемой энергии) в Ида-Вирумаа на период до 2035 года.

Заказчик: MTÜ Eesti Roheline liikumine

Исполнитель: Tallinna Tehnikaülikool

Перевод с эстонского языка на русский



**Co-funded by
the European Union**

Co-funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or CINEA. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

2024

Оглавление

1	Резюме исследования на эстонском, английском, русском языках	4
2	Введение	8
2.1	Определение и роль энергетических сообществ	10
2.2	Цели развития энергетических сообществ Европейского Союза, Эстонии и Ида-Вирумаа	12
2.2.1	Цели Европейского Союза	12
2.2.2	Цели Эстонии	13
2.2.3	Цели Ида-Вирумаа	14
2.2.3.1	Обзор стратегии развития Ида Вирумаа	14
2.2.3.2	Обзор энергетической и климатической программы Ида-Вирумаа	14
2.2.3.3	Обзор территориальной программы справедливого перехода Ида-Вирумаа	18
3	Обзор основных препятствий в реализации энергетических сообществ	18
4	Описание социально-экономического профиля Ида-Вирумаа	18
4.1	Основные вызовы	19
4.2	Социальные показатели	20
4.3	Экономические показатели	20
4.4	Экологические показатели	20
5	Готовность и способность жителей Ида-Вирумаа инвестировать в энергетические сообщества	20
5.1	Описание методологии	21
5.2	Описание целевых групп интервьюируемых	22
5.3	Резюме и выводы по результатам опроса	23
5.3.1	Об энергетических сообществах в целом	23
5.3.2	Энергетические сообществ в Ида-Вирумаа	25
5.3.2.1	Текущее положение	25
5.3.2.2	Возможности, готовность и ресурсы	26
5.3.2.3	Мотивация, возможности и осведомленность жителей	29
5.3.2.4	Препятствия	30
5.3.2.5	Способствующие факторы	31
5.3.2.6	Предложения по развитию энергетических сообществ в уезде	31
5.3.2.7	Примерный план действий по созданию сообщества возобновляемой энергии	32
6	Обзор картирования подходящих территорий для производства солнечной энергии в Ида-Вирумаа, включая обзор ограничений и запретов	33
6.1	Обзор возможностей производства солнечной энергии в Эстонии	33
6.2	Описание основных ограничений и препятствий для возобновляемых источников энергии в Ида-Вирумаа	36

6.3	Обзор подходящих территорий для производства солнечной энергии в Ида-Вирумаа.....	38
7	Обзор возможных технических решений по совместному производству и хранению солнечной энергии	41
7.1	Обзор юридических форм, подходящих для создания энергетических сообществ	41
7.2	Общий обзор производства и хранения возобновляемой энергии, включая тенденции и развитие.	42
7.2.1	Обзор развития фотогальванических технологий	42
7.2.2	Обзор решений для хранения солнечной энергии	43
7.3	Обзор производства возобновляемой энергии в Эстонии.....	44
7.3.1	Обзор используемых в Эстонии решений для хранения солнечной энергии	46
7.4	Обзор мощностей, стоимости и рентабельности солнечных панелей и решений для хранения энергии, подходящих для сообществ возобновляемой энергии	47
8	Резюме собранных данных и проведенного анализа.....	48
9	Предложения по развитию энергетических сообществ в Ида-Вирумаа	50
10	Приложение 1. Вопросы для интервью	52
11	Использованная литература и материалы	55

1 Uuringu kokkuvõte

Tallinna Tehnikaülikool viis Eesti Rohelise Liikumise tellimusel 2024.a suvel-sügisel läbi teostatavusuuringu, et selgitada taastuvenergia kogukondade loomise majanduslikke, geograafilisi ja sotsiaalseid võimalusi Ida-Virumaal aastani 2035. Kogukonnaenergeetikaks sobivate tehniliste lahenduste arendamine ja uurimine on ka üheks Tallinna Tehnikaülikooli elektroenergeetika ja mehhatroonika instituudi uurimisrühma uurimissuunaks Õiglase Ülemineku Fondi teadusmeetmes. Uuringu meeskonda kuulusid:

- **PhD Tarmo Korõtko**, Tallinna Tehnikaülikooli elektroenergeetika ja mehhatroonika instituudi vanemteadur;
- **Heiko Põdersalu**, Virumaa kolledži Virumaa Digi- ja Rohetehnoloogiate Innovatsioonikeskuse juhataja, uuringu läbi viia;
- **Sergei Jaruškin**, Virumaa kolledži Virumaa Digi- ja Rohetehnoloogiate Innovatsioonikeskuse arendusinsener, uuringu läbi viia.

Töö käigus viidi läbi järgmised tegevused ja analüüsid:

- Uuriti olemasolevat kirjandust energiakogukondade mõiste ja rolli selgitamiseks;
- Tehti ülevaade energiakogukondade arendamist käsitlevatest Euroopa Liidu, Eesti ja Ida-Virumaa arengudokumentidest ja tegevuskavadest;
- Koostati ülevaade olemasolevate artiklite põhjal energiakogukondade arendamise takistustest, mis põhinevad teiste riikide kogemustel ja uuringutel;
- Kirjeldati Ida-Virumaa arengudokumentide põhjal maakonna sotsiaalmajanduslik profiil;
- Ida-Virumaa elanike ja organisatsioonide valmisoleku ja võimekuse välja selgitamiseks viidi läbi 27 intervjuud Ida-Virumaa asutuste ja organisatsioonide esindajatega, kes tegelevad maakonnas kogukonnaenergeetika arendamisega või keda see võiks puudutada või olla huvipakkuv;
- Analüüsiti Ida-Virumaa sobivust päikeseenergia tootmiseks nii kliimaatiliselt kui analüüsiti tehnilist sobivust sh piiranguid ja kitsendusi;
- Tehti ülevaade kogukonnaenergeetikaks sobivatest tehnoloogiatest ja tootmisvõimsustest, nende maksumustest ning tasuvusest sh analüüsiti kogukonnaenergeetika jaoks sobivaid juriidilisi vorme;
- Koostati järeldused ja ettepanekud kogukonnaenergeetika arendamiseks Ida-Virumaal.

Süsinikuneutraalsele majandusele üleminekul ja viimastel aastatel teravalt päevakorda kerkinud energiajulgeoleku küsimuste taustal on taastuvenergia kogukondade arendamine kerkinud üheks olulisemaks võimaluseks nende eesmärkide täitmisel ja riskide maandamisel. Euroopa Liit on taastuvenergia kogukondade arendamise seadnud samuti üheks prioriteetseks suunaks ning mitmed Euroopa Liidu riigid tegelevad edukalt energia kogukondade arendamisega nagu näiteks Poola, Saksamaa, Austria jt.

Ka Eesti ja Ida-Virumaa erinevates arengudokumentides on taastuvenergia kogukondade arendamise olulisus välja toodud. Mõned taastuvenergia ühistud on Eestis juba asutatud ja tegutsemas, näiteks Tulundusühistu Energiaühistu. Samuti tegeleb teemaga aktiivselt Tartu Regiooni Energiaagentuur. Ka Ida-Virumaal on esimesed sammud taastuvenergia ühistute tekkeks astutud. Aktiivsemalt tegelevad teemaga Alutaguse Vallavalitsus, Lüganuse Vallavalitsus ja Ida-Virumaa Omavalitsuste Liit (IVOL). Parku reaalselt toimivaid taastuvenergia ühistuid Ida-Virumaal veel tekkinud ei ole ja head positiivsed näited puuduvad. Miks see nii on? Sellele otsiti vastuseid nii läbi viidud intervjuude kui uuringu käigus.

Teiste riikide kogemuste ja varasemalt läbiviidud uuringute põhjal takistavad energia kogukondade arengut mitmed tegurid nagu: usalduse puudumine, individualism, teadlikkuse puudumine, kaaslaste mõju, tehnoloogilised ja regulatiivsed tõkked, olemasoleva infrastruktuuri valmisoleku puudumine (vt punkt 3).

Ida-Virumaal on sotsiaalmajanduslik olukord keerulisem, kui mujal Eestis, seda tulenevalt põlevkivi energeetikast ja põlevkivi tööstusest väljumise tõttu. Põlevkivitööstus on olnud ajalooliselt peamine tööandja ja piirkonna heaolu on sellest sõltunud. Põlevkivitööstusest väljumine puudutab majanduslikult paljusid inimesi, seda eelkõige sissetulekute vähenemise tõttu, mis tekitab elanikes vastuseisu uutele arengusuundadele ja umbusku tuleviku osas.

Ida-Virumaa elanike taastuenergia ühistutesse investeerimise valmisoleku ja võimekuse välja selgitamiseks viidi uuringu käigus läbi intervjuud maakonna olulisemate asutuste, organisatsioonide ja sihtühistvõrkadega, keda taastuenergia kogukondade arendamine võiks puudutada või mõjutada. Kokku viidi läbi 27 intervjuud. Üldine hoiak on taastuenergiale üleminekul toetav ja seda peetakse mõõdapääsmatuks. Erasisikute ja eramajapidamiste poolt taastuenergia tootmine on olnud viimastel aastatel hoogsalt kasvanud. Kuid energia tootmisesse taastuenergia ühistutes suhtutakse umbusuga. Intervjuude käigus selgus, et tõenäoliselt on ebaselge, miks oleks kasulikum energiat toota koos ühistus, kui saab seda igaüks üsna lihtsalt ise teha? Taastuenergia kogukondade arendamise teemaga on hästi kursis omavalitsuste ja katusorganisatsioonide esindajad, kuid näiteks aiandusühistutele või korteriühistutele on see võõras teema.

Intervjuude käigus toodi välja mitmeid takistusi nagu: riigikaitsepiirangud, olemasoleva elektrivõrgu ja alajaamade piirangud, ei ole võimalik liituda ilma suurte investeeringute tegemiseta võrgu tugevdamisse, elanikel puudub ettevõtlikkus ja koostöötahe, puuduvad head positiivsed näited, puudub ekspertabi elanikele selle teemaga tegelemiseks, inimeste teadlikkus on madal.

Selleks, et energiakogukonnad hakkaks maakonnas tekkima ja arenema pakuti välja mitmeid lahendusi:

- Kogukonnaenergeetika arendamine tuleks seada maakonnaüleselt prioriteediks;
- Kogukonnaenergeetika arenemiseks vajalike tegevustega tegelemiseks, energiakogukondade ja positiivsete näidete tekkeks tuleks välja töötada vastavad rahalised toetusmeetmed;
- Koolitada ja suurendada järjepidevalt elanike teadlikkust, vajalik on tutvustada positiivseid näiteid;
- Luua energiakogukondadele tugisüsteem (ekspertabi) keeruliste teemadega tegelemiseks;
- Tegeleda piirangute ja kitsenduste kõrvaldamise või selgitamisega, kus ja milliseid arendusi saab teha ja kus piirangute tõttu ei saa teha, tegeleda selliste arendustega mida on võimalik teha, näiteks kuni 50kw päikeseparkide rajamine;

Uuringu käigus analüüsiti ka Ida-Virumaa kliimaatilisi tingimusi päikeseenergia tootmiseks. Selles osas olulist erinevust muu Eestiga ei ole. Kõige suurema fotogalvaanilise energia potentsiaaliga on Lääne-Eesti, kuid Ida-Virumaal on see Eesti keskmine ja selles osas olemas kõik võimalused päikesest elektrit tootmiseks.

Töö käigus uuriti tehniliste lahenduste maksumusi ja tasuvust. Uuringus on välja toodud 20kw, 50kw ja 100kw päikesepargi rajamise orienteeruv maksumus ja tasuvus ning võimalikud kasud ja tasuvus salvestuslahenduste kasutamisel. Nimetatud päikeseenergia tootmismahud võeti aluseks kuna 50kw päikeseparkide rajamiseks on maakonnas piiranguid ja kitsendusi vähem, mõistlik on alustada energiakogukondade loomisel väiksemate arendustega. Samas on mahuefekt olemas ja seetõttu toodi muuhulgas välja 100kw päikesepargi maksumus ja tasuvus. Suurema tootmismahuga päikesepargid tasuvad ennast kiiremini ära. Tasuvuse juures on oluline tegur omatarbe osakaal, mida suurem hulk elektrit kasutatakse ära kohapeal, seda suurem on tasuvus. Kuigi salvestuslahendusi kasutatakse veel vähe, siis nende osakaal on kasvamas, kuna salvestus annab paindlikkust juurde võimaldades salvestada ülejäävat elektrit või odavat võrgu elektrit ja kasutada seda siis, kui päikest ei ole või võrgu elekter on kallis.

Kokkuvõtteks saab välja tuua, et kuigi Ida-Virumaal on mõningaid piiranguid ja takistusi taastuenergia tootmiseks, millega tuleb arvestada ning on ebaselgust, umbusku ja teadmatust taastuenergia kogukondade tekkimise osas, on siiski kõik võimalused taastuenergia kogukondade arenemiseks ja tekkeks olemas. Samuti on tegevusel mitmed olulised positiivsed mõjud maakonnale, et sellega tegeleda. Tuleb tõsta taastuenergia kogukondade arendamine maakonnas prioriteetseks tegevuseks, näha ette rahalised toetused vajalike

tegevuste ja tugistruktuuride toetamiseks ning positiivsete näidete tekkimiseks, tuleb tegeleda järjepidevalt elanike teadlikkuse kasvatamisega.

Research summary

Tallinn University of Technology conducted a feasibility study commissioned by the Estonian Green Movement during the summer and autumn of 2024 to explore the economic, geographical, and social opportunities for establishing renewable energy communities in Ida-Viru County by 2035.

The development and research of technical solutions suitable for community energy are also one of the research focus areas of the Power Engineering and Mechatronics Department at Tallinn University of Technology under the Just Transition Fund research measure. The research team included the following members:

- **PhD Tarmo Korõtko**, Senior Researcher at the Department of Electrical Power Engineering and Mechatronics of Tallinn University of Technology.
- **Heiko Põdersalu**, Head of the Virumaa Digital and Green Technologies Innovation Center at Virumaa College, responsible for conducting the study.
- **Sergei Jaruškin**, Development Engineer at the Virumaa Digital and Green Technologies Innovation Center, responsible for conducting the study.

During the study, the following activities and analyses were carried out:

- Reviewed existing literature to define and clarify the concept and role of energy communities.
- Conducted an overview of development strategies and action plans related to energy community development at the European Union, Estonian, and Ida-Viru County levels.
- Summarized barriers to energy community development based on international experiences and studies.
- Described the socio-economic profile of Ida-Viru County based on its development documents.
- Conducted 27 interviews with representatives of institutions and organizations in Ida-Viru County to assess the readiness and capacity of local residents and organizations for renewable energy community initiatives.
- Analyzed the climatic and technical suitability of Ida-Viru County for solar energy production, including limitations and restrictions.
- Reviewed technologies, production capacities, costs, and profitability suitable for community energy, including the legal forms appropriate for energy communities.
- Formulated conclusions and proposals for advancing community energy in Ida-Viru County.

In the transition to a carbon-neutral economy and amid the heightened focus on energy security in recent years, the development of renewable energy communities has emerged as a crucial means to achieve these goals and mitigate associated risks. The European Union has prioritized renewable energy communities, with several member states, such as Poland, Germany, and Austria, successfully advancing energy communities.

Similarly, the importance of renewable energy communities has been emphasized in various development strategies for Estonia and Ida-Viru County. Some renewable energy cooperatives, like the Energy Cooperative, are already operational in Estonia. The Tartu Region Energy Agency is also actively engaged in this area. In Ida-Viru County, initial steps have been taken, with Alutaguse Municipality, Lügause Municipality, and the Union of Local Authorities of Ida-Viru County (IVOL) showing interest. However, there are currently no fully operational renewable energy cooperatives in the region, nor are there positive examples to follow. The study sought to understand why this is the case through interviews and research.

Based on international experiences and research, several factors hinder the development of energy communities, including lack of trust, individualism, limited awareness, social influence, technological and regulatory barriers, and inadequate infrastructure readiness.

Ida-Viru County faces more complex socio-economic challenges than other regions in Estonia, primarily due to its dependency on oil shale energy and industry, which is now in decline. Historically, the oil shale industry has been the primary employer, and the region's well-being has been closely tied to it. The transition away from oil shale has led to economic challenges for many residents, causing resistance to new development directions and uncertainty about the future.

To assess the readiness and capacity of Ida-Viru County residents to invest in renewable energy cooperatives, interviews were conducted with key organizations, institutions, and target groups in the region. A total of 27 interviews revealed that while there is broad support for the transition to renewable energy, there is skepticism about cooperative energy production. Many respondents questioned why it would be more beneficial to produce energy collectively rather than individually.

Interview findings highlighted several obstacles, including:

- National security restrictions.
- Limitations in the existing electricity grid and substations, requiring significant investments for upgrades.
- A lack of entrepreneurial spirit and willingness to collaborate among residents.
- Absence of positive examples or expert support to guide residents.
- Low awareness of the concept of renewable energy communities.

To foster the development of energy communities in the region, several solutions were proposed:

- Establish renewable energy community development as a county-wide priority.
- Develop financial support measures to enable necessary activities and create positive examples.
- Continuously educate residents and share successful case studies.
- Create a support system (expert assistance) for dealing with complex issues.
- Address restrictions and identify areas suitable for development, such as solar parks up to 50 kW capacity.

The climatic conditions for solar energy production in Ida-Viru County were also analyzed, revealing no significant differences compared to other parts of Estonia. The region has average solar potential, offering favorable conditions for solar electricity production.

Cost and profitability analyses of technical solutions were carried out, with approximate costs and benefits outlined for 20 kW, 50 kW, and 100 kW solar parks. While smaller-scale developments are feasible and involve fewer restrictions, larger-scale projects (e.g., 100 kW solar parks) tend to have better profitability due to economies of scale. The share of on-site electricity consumption significantly impacts profitability, with higher self-consumption rates leading to better returns. Though energy storage solutions are still emerging, their role is increasing, offering flexibility by storing surplus or cheap electricity for later use when needed.

In conclusion, while Ida-Viru County faces some constraints and uncertainties regarding renewable energy community development, the region possesses all the necessary conditions for progress in this area. Prioritizing renewable energy community development, allocating support for essential activities and infrastructure, and enhancing public awareness will be key steps in advancing renewable energy initiatives and ensuring positive socio-economic impacts for the region.

Резюме исследования

Таллиннский технический университет летом-осенью 2024 года провел исследование по заказу Эстонского зеленого движения на тему Исследование экономической, географической и социальной целесообразности внедрения Энергетических сообществ (Сообществ возобновляемой энергии) в Ида-Вирумаа на период до 2035 года.

Разработка и исследование технических решений, подходящих для сообществ возобновляемой энергии, также являются одним из направлений исследований группы Института электроэнергетики и мехатроники Таллиннского технического университета в рамках научной меры Фонда справедливого перехода. В состав исследовательской группы вошли:

- **Доктор наук Тармо Корытко**, старший научный сотрудник Института электроэнергетики и мехатроники Таллиннского технического университета.
- **Хейко Пыдерсалу**, руководитель Центра инноваций в области цифровых и экологически чистых технологий Вирумааского колледжа, исполнитель исследования.
- **Сергей Ярушкин**, инженер Центра инноваций в области цифровых и экологически чистых технологий Вирумааского колледжа, исполнитель исследования.

В рамках исследования были выполнены следующие работы и анализы:

- Изучена существующая литература для определения и пояснения концепции и роли энергетических сообществ.
- Проведен обзор стратегий и планов развития Европейского Союза, Эстонской Республики и Ида-Вирумаа, связанных с развитием энергетических сообществ.
- На основе международного опыта и исследований проанализированы препятствия на пути развития энергетических сообществ.
- На основании документов по теме развития Ида-Вирумаа описан социально-экономический профиль региона.
- Проведены 27 интервью с представителями учреждений и организаций Ида-Вирумаа для оценки готовности и возможностей местных жителей и организаций к участию в инициативах по созданию сообществ возобновляемой энергии.
- Проанализирована климатическая и техническая пригодность Ида-Вирумаа для производства солнечной энергии, включая существующие ограничения.
- Выполнен обзор технологий, производственных мощностей, их стоимости и рентабельности, а также юридических форм, подходящих для энергетических сообществ.
- Сформулированы выводы и предложения по развитию энергетических сообществ в Ида-Вирумаа.

На фоне перехода к углеродно-нейтральной экономике и повышения актуальности вопросов энергетической безопасности в последние годы развитие сообществ возобновляемой энергии стало важным инструментом достижения этих целей и снижения связанных рисков. Европейский Союз обозначил развитие сообществ возобновляемой энергии как один из приоритетов, и в ряде стран, таких как Польша, Германия, Австрия и других, это направление успешно развивается.

В различных стратегиях развития Эстонии и Ида-Вирумаа также подчеркивается важность развития сообществ возобновляемой энергии. В Эстонии уже созданы и функционируют некоторые энергетические сообщества, такие как Tü Energiaühistu, а также активно работает Энергетическое Агентство Тартуского Региона. В Ида-Вирумаа первые шаги в этом направлении уже сделаны: более активно работают управы волостей Алутагузе и Люганузе, а также Союз Местных Самоуправлений Ида-Вирумаа (IVOL). Однако в регионе пока не существует реально функционирующих энергетических

сообществ, и нет положительных примеров для подражания. Причины этого изучались в рамках проведенных интервью и исследований.

На основе международного опыта и исследований выявлено, что развитию энергетических сообществ мешают такие факторы, как:

- Недостаток доверия.
- Индивидуализм.
- Низкий уровень осведомленности.
- Влияние окружающих.
- Технологические и регуляторные барьеры.
- Неподготовленность существующей инфраструктуры.

В Ида-Вирумаа социально-экономическая ситуация сложнее, чем в других регионах Эстонии, что связано с постепенным отказом от использования сланца в энергетике и промышленности. Исторически сланцевая отрасль была основным работодателем, и благосостояние региона зависело от нее. Отказ от этой отрасли экономически затрагивает многих жителей региона, снижая их доходы, что вызывает сопротивление новым направлениям развития и недоверие к будущему.

Для оценки готовности и возможностей жителей Ида-Вирумаа инвестировать в сообщества возобновляемой энергии в рамках исследования было проведено 27 интервью с ключевыми организациями и учреждениями, представителями различных целевых групп региона. Интервью показали, что переход на возобновляемую энергетику поддерживается большинством, однако идея совместного производства энергии в сообществах вызывает скепсис. Многие не понимают, почему совместное производство может быть выгоднее, чем индивидуальное.

Среди препятствий, названных в ходе интервью, были определены:

- Ограничения, связанные с национальной безопасностью.
- Ограничения существующей электрической сети и подстанций, требующие крупных инвестиций в модернизацию.
- Недостаток предпринимательской активности и готовности к сотрудничеству среди жителей.
- Отсутствие положительных примеров.
- Недостаток экспертной поддержки и низкий уровень осведомленности населения.

Для развития энергетических сообществ в регионе предложены следующие решения:

- Сделать развитие энергетических сообществ приоритетом на уровне региона.
- Для реализации необходимых действий по развитию энергетических сообществ, а также для создания энергетических сообществ и положительных примеров, следует разработать соответствующие меры финансовой поддержки.
- Постоянно повышать уровень осведомленности жителей и демонстрировать положительные примеры.
- Создать систему поддержки (экспертную помощь) для решения сложных вопросов.
- Устранить ограничения или определить, где возможны и невозможны разработки, например строительство солнечных парков мощностью до 50 кВт.

Климатические условия для производства солнечной энергии в Ида-Вирумаа практически не отличаются от других регионов Эстонии. Потенциал солнечной энергии в регионе соответствует среднему по стране, что делает его пригодным для производства электроэнергии.

В рамках исследования проанализированы затраты и рентабельность технических решений. Были определены ориентировочные затраты и прибыль для солнечных парков мощностью 20 кВт, 50 кВт и 100 кВт. Малые проекты проще в реализации из-за меньших ограничений, однако более крупные (например, 100 кВт) окупаются быстрее благодаря эффекту масштаба. Важным фактором рентабельности является доля электроэнергии, потребляемой на месте - чем больше электроэнергии используется на месте, тем выше рентабельность. Несмотря на то, что решения для накопления энергии пока используются мало, их популярность растет, так как они обеспечивают гибкость, позволяя хранить избыточную или дешевую сетевую электроэнергию и использовать ее в периоды отсутствия солнца или высоких цен.

В заключении можно отметить, что, несмотря на существующие ограничения и препятствия для производства возобновляемой энергии в Ида-Вирумаа, а также недостаточную осведомленность и недоверие к созданию сообществ возобновляемой энергии, в регионе есть все условия для их развития. Развитие энергетических сообществ должно стать приоритетом, необходимо предусмотреть меры поддержки для создания инфраструктуры, успешных примеров и повышения осведомленности жителей.

2 Введение

2.1 Определение и роль энергетических сообществ

Ограниченные запасы ископаемого топлива и нестабильная политическая ситуация в мире остро поставили на повестку дня вопросы энергетической безопасности в Европе, что стимулировало переход к использованию возобновляемых источников энергии. Использование ископаемого топлива угрожает не только окружающей среде, но и устойчивости энергоснабжения, особенно с учетом быстрого роста потребности в энергии в современном обществе. Европейский Союз и его государства-члены сделали внедрение возобновляемой энергии одним из главных приоритетов. Электроэнергия стала неотъемлемой частью повседневной жизни, что привело к увеличению спроса и возникновению технических сложностей в энергоснабжении.¹ Кроме того, производство возобновляемой энергии также не лишено проблем, так как децентрализованные методы производства могут вызывать значительные, хотя и менее масштабные, экологические и социальные последствия. Поэтому децентрализованное производство энергии из возобновляемых источников является предпочтительным решением, поскольку оно позволяет сообществам и отдельным лицам управлять производством энергии на местном уровне, снижая экологическую нагрузку и зависимость от централизованного энергоснабжения.²

Развитие энергетических сообществ является одной из ключевых инициатив, поддерживающих успешный переход на возобновляемую энергию, позволяя децентрализованное производство энергии.³ Сообщество возобновляемой энергии определяется как группа людей, которые производят, хранят и обмениваются электроэнергией, произведенной из возобновляемых источников. Цель сообществ возобновляемой энергии заключается не только в устойчивом производстве энергии и положительном воздействии на окружающую среду, но и в содействии социальной сплоченности и демократизации производства энергии. Однако их потенциал ограничивается экономическими и правовыми препятствиями.⁴

Энергетические сообщества можно в широком смысле разделить на две группы: сообщества возобновляемой энергии и энергетические сообщества граждан. Их основное различие заключается в том, что сообщества возобновляемой энергии производят электроэнергию только из возобновляемых источников, их цель — увеличить производство возобновляемой энергии, и они географически взаимосвязаны. Энергетические сообщества граждан могут производить

электроэнергию также из невозобновляемых источников, участвуют в рынке электроэнергии и не обязательно имеют географическую связь.⁵

Европейский Союз рассматривает энергетические сообщества как важный инструмент для вовлечения отдельных лиц в маломасштабное и среднее производство энергии.⁶ Однако единого и универсального определения энергетических сообществ нет, поскольку их сущность и цели могут значительно различаться.⁷ Основная цель энергетических сообществ — содействовать децентрализованному и локальному производству энергии, где потребители участвуют в производстве энергии и используют её для собственных нужд или делятся ею в оговорённой форме.⁸ Директива Европейского Союза по возобновляемой энергии подчёркивает, что основными целями энергетических сообществ должны быть экологические и социальные, а не достижение высокой прибыли. Тем не менее, исследования показали, что организация энергетических сообществ приводит к значительной экономии энергии на уровне сообщества и к средней величине сокращения затрат на индивидуальном уровне.⁹ Помимо положительных экономических и экологических эффектов, энергетические сообщества могут также предоставлять местным сообществам и другие преимущества, связанные с социальной сферой, а также со сферами здравоохранения и образования.¹⁰

Согласно Директиве Европейского Союза по возобновляемой энергии, участие в энергетических сообществах является добровольным, но от участников ожидается как участие в собственности сообществ, так и в управлении, что требует высокой мотивации для участия. Таким образом, для обеспечения децентрализованного производства местной возобновляемой энергии важно, чтобы у отдельных лиц было сильное желание участвовать в энергетических сообществах.¹¹

Энергетические сообщества можно рассматривать как социально-технические сообщества, где социальная и техническая составляющие работают вместе для достижения положительных результатов. В социально-технической системе люди и технологии должны быть спроектированы таким образом, чтобы приносить пользу обеим сторонам.¹² Цель энергетических сообществ заключается не только в экономии энергии и переходе на возобновляемые источники энергии, но и в повышении осведомленности, обмене знаниями и вовлечении общества в технологии возобновляемой энергии. Важно понимать участников энергетических сообществ и их мотивацию.¹³

В Эстонии участие в энергетических сообществах находится на начальной стадии, но интерес к этой области растёт. В Эстонии было основано несколько небольших энергетических сообществ и реализованы проекты, в рамках которых сообщества начали строительство своих солнечных или ветровых парков. Эти проекты в основном ориентированы на производство электроэнергии и её местное потребление, но также существует потенциал для развития централизованного отопления и других способов производства энергии.

Продвижение энергетических сообществ в Эстонии поддерживается как государственными, так и европейскими мерами, которые предлагают финансовую поддержку и законодательную основу. Однако создание энергетических сообществ сталкивается с рядом препятствий, таких как сложное законодательство, технические ограничения сетей, ограниченные возможности финансирования и низкая осведомленность о возможностях производства и использования возобновляемой энергии. Для преодоления этих препятствий необходима большая политическая поддержка, улучшение пропускной способности электрических сетей, более эффективные механизмы финансирования, а также информационная работа и обучение для сообществ.

Деятельность энергетических сообществ в Эстонии регулируется двумя законодательными актами: **Законом об организации энергетического хозяйства** и **Законом о рынке электроэнергии**.¹⁴ Эти акты устанавливают различные ограничения, а также возможности, влияющие на создание и

функционирование энергетических сообществ. Эти ограничения и возможности создают для энергетических сообществ рамки для осуществления своей деятельности и обеспечивают баланс между социальными и экономическими целями и нормативными требованиями.

Закон о рынке электроэнергии устанавливает, что участие в энергетическом сообществе должно быть добровольным и открытым для всех, кто соответствует требованиям членства.¹⁵ Основной целью энергетического сообщества должно быть предоставление экологической, экономической или социальной выгоды, а не получение финансовой прибыли. Члены энергетического сообщества сохраняют права и обязанности потребителей или активных пользователей сетевых услуг, установленные законом. Энергетическое сообщество может предоставлять своим членам энергетические услуги или использовать произведенную членами электроэнергию для собственных нужд, используя как построенные сообществом электрические установки, так и услуги сетевого оператора. Члены энергетического сообщества сохраняют права и обязанности, установленные для домашних потребителей или активных пользователей сетевых услуг. В заключение, должны быть выполнены следующие требования:

- Добровольное участие
- Некоммерческий характер
- Возможность предоставлять членам энергетические услуги
- Возможность выйти из состава сообщества с уведомлением за шесть месяцев.

Закон об организации энергетического хозяйства устанавливает, что основная хозяйственная или профессиональная деятельность субъекта, участвующего в сообществе возобновляемой энергии, не должна заключаться только в участии в этом сообществе.¹⁶ Сообщество возобновляемой энергии имеет право производить, потреблять, хранить и продавать возобновляемую энергию. Сообщество возобновляемой энергии также может распространять произведенную возобновляемую энергию от принадлежащих сообществу производственных объектов, сохраняя при этом права и обязанности членов как потребителей. Сообщество возобновляемой энергии имеет право на прямой или коллективный доступ к энергетическим рынкам.

В заключение энергетические сообщества в Эстонии являются перспективной областью, но для ее дальнейшего развития необходимо увеличить осведомленность, упростить юридические процессы и предоставить сообществам больше поддержки и ресурсов. Потенциал велик, особенно в сельских районах, где вовлечение местных жителей и развитие проектов возобновляемой энергии могут значительно улучшить социально-экономическое положение региона и энергобезопасность.

Данное исследование фокусируется на возможностях развития энергетических сообществ в Ида-Вирумаа, историческом регионе сланцехимической промышленности, который в Эстонии наиболее сильно затронут переходом к экологически чистому производству и экономике.

2.2 Цели развития энергетических сообществ Европейского Союза, Эстонии и Ида-Вирумаа

2.2.1 Цели Европейского Союза

Целью Европейского Союза (далее ЕС) является сокращение выбросов парниковых газов (ПГ) на 55% к 2030 году по сравнению с уровнем 1990 года (пакет законодательства «Fit for 55» или «Цель 55»). В качестве дополнительного шага Европейская Комиссия (далее ЕК) в феврале 2024 года предложила сократить выбросы ПГ в ЕС на 90% к 2040 году по сравнению с уровнем 1990 года.¹⁷ К 2050 году ЕС ставит целью достичь углеродной нейтральности, для чего государства-члены ЕС согласовали план действий по устойчивому преобразованию экономики (The European Green Deal).¹⁸

Для достижения цели 55 необходимо одновременно действовать в различных стратегических областях: энергоэффективность; внедрение возобновляемых ресурсов; чистая, безопасная и интегрированная мобильность; конкурентоспособная промышленность и круговая экономика; инфраструктура и связи; биоэкономика и природные поглотители углерода; улавливание и хранение углекислого газа.

Согласно стратегии ЕК по солнечной энергии, к 2025 году следует стремиться к созданию хотя бы одного сообщества возобновляемой энергии в каждом муниципальном образовании с населением более 10 000 человек. Энергетические сообщества способствуют внедрению возобновляемых источников энергии и обеспечению местного энергоснабжения. Развитие энергетических сообществ вносит вклад в использование возобновляемых ресурсов, что способствует выполнению важной стратегической цели ЕС.¹⁹

2.2.2 Цели Эстонии

Стратегические климатические цели Эстонского государства изложены в документе «План адаптации к изменениям климата до 2030 года», целью которого является повышение готовности и способности Эстонии на государственном, региональном и местном уровнях адаптироваться к последствиям изменения климата.²⁰ Этот план развития устанавливает восемь подцелей для Эстонской Республики, направленных на управление возможностями и рисками, связанными с изменениями климата.

В документе целью в области энергетики и снабжения (подцель 8) установлено следующее – «В связи с изменением климата энергетическая независимость, безопасность, надежность поставок и удобство использования возобновляемых энергоресурсов не снизились, а объем конечного потребления первичной энергии не увеличился.»

В качестве показателя указано «Объем конечного потребления первичной энергии», который должен снизиться с 2818 ktoe (уровень 2010 года) до 2058 ktoe к 2030 году.

Принцип энергетической независимости заключается в независимости от импорта энергоносителей, опоре на отечественные топливные ресурсы, особенно возобновляемые, а также в использовании возобновляемых источников энергии и диверсификации портфеля производства энергии. Обеспечение надежности поставок энергии достигается за счет наличия достаточных и быстро реагирующих производственных мощностей, и распределения производства энергии.

В проекте документа «План развития энергетического хозяйства до 2035 года» (далее ENMAK 2035) выделена отдельная глава 3.8, посвященная сообществам возобновляемой энергии. В документе также имеется ссылка на стратегию солнечной энергии Европейской Комиссии и стремление создать хотя бы одно сообщество возобновляемой энергии в каждом муниципалитете с населением более 10 000 человек к 2025 году. Кроме того, в документе перечислены задачи платформы энергетических сообществ, министерств, местных властей и сетевых операторов.²¹

Энергетические сообщества рассматриваются в рабочей версии Эстонского национального плана по энергетике и климату до 2030 года (REKK 2030). В документе описана правовая база для создания сообществ возобновляемой энергии в Эстонии, разъясняется понятие «сообщество возобновляемой энергии», описаны предпосылки и потребности для создания таких сообществ, а также выводы о том, почему участие в сообществе возобновляемой энергии может быть необходимым.²² Однако в документе описание сообществ возобновляемой энергии довольно краткое, и нет предложений по показателям для продвижения этой области.

Развитие энергетических сообществ может значительно способствовать выполнению поставленных целей, обеспечивая энергетическую независимость, безопасность и надежность поставок энергии как в экстремальных климатических условиях, так и в других чрезвычайных ситуациях.

2.2.3 Цели Ида-Вирумаа

Местные советы самоуправления Ида-Вирумаа утвердили стратегию развития Ида-Вирумаа на 2023–2035 годы, план действий стратегии развития Ида-Вирумаа на 2023–2029 годы, а также план развития городских территорий на 2023–2035 годы. Кроме того, была разработана энергетическая и климатическая стратегия Ида-Вирумаа, рамки которой во многом основаны на климатической и энергетической политике ЕС.

2.2.3.1 Обзор стратегии развития Ида-Вирумаа

Стратегия развития Ида-Вирумаа была разработана в сотрудничестве с самоуправлениями уезда и различными заинтересованными группами и определяет стратегические цели Ида-Вирумаа и направления стратегического развития, необходимые для их достижения в перспективе до 2030 года и далее. Стратегические цели в различных областях более подробно описаны в отдельных секторальных планах.

План устойчивого развития региона (План G) для развития возобновляемой энергетики, замкнутой, био- и синей экономики и повышения энергоэффективности описан в документе **"Зеленый план Ида-Вирумаа на 2022–2030 годы и далее"**.

Целями в области возобновляемой энергии и энергоэффективности являются, среди прочего, увеличение доступной солнечной энергии и объема хранения энергии, к чему развитие энергетических сообществ может существенно способствовать. В качестве возможных показателей выполнения цели по доступной солнечной энергии указаны процент жителей региона, являющихся владельцами солнечных электростанций или входящих в энергетические сообщества (%), производство солнечной энергии в регионе (МВт/ч) или мощность солнечных парков (МВт). Возможным показателем для хранения энергии является объем хранения в МВт/ч.

Стимулирование создания энергетических сообществ является одним из мероприятий в плане действий (Мероприятие 21). Описаны возможные способы финансирования энергетических сообществ, необходимые действия и шаги для начала работы.

Создание энергетических сообществ также указано в стратегии развития Ида-Вирумаа на 2023–2035 годы среди целей по улучшению жилой среды и инфраструктуры (ET1).²³

Основной целью ET1 является: к 2030 году и далее Ида-Вирумаа станет экологически чистым, современным и качественным регионом для жизни и ведения бизнеса, который опирается на чистую природную среду, современную и разнообразную инфраструктуру и современные энергетические решения.

Таблица 1 – Стратегия развития Ида-Вирумаа на 2023–2035 годы, таблица 24. Направления развития, поддерживающие достижение цели ET1 в области жилой среды и инфраструктуры.²⁴

Код, что поддерживает	Направление развития	Объяснение
ET1	Поддержка создания местных сообществ возобновляемой энергии	Происходит стимулирование местных сообществ к созданию энергетических сообществ и производству возобновляемой энергии.

2.2.3.2 Обзор энергетической и климатической программы Ида-Вирумаа

Цель **энергетической и климатической программы Ида-Вирумаа** заключается в установлении и осмыслении целей климатической и энергетической политики региона, а также в разработке

программы в области энергетики и климата. В документе определены видение и цели программы²⁵, основанные на целях Европейского Союза и Эстонии.

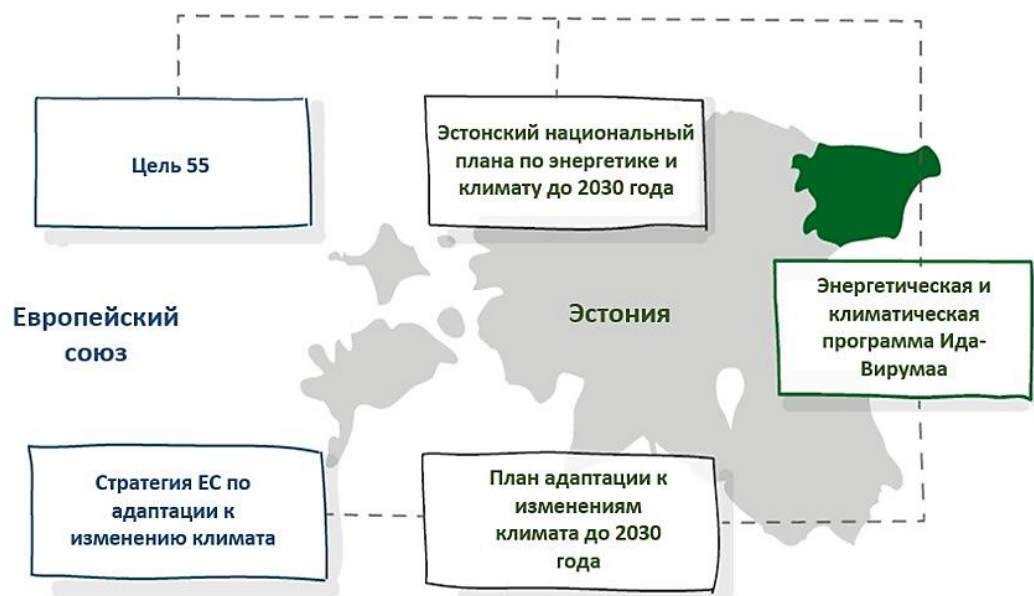


Рисунок 1 – Связи климатической и энергетической программы Ида-Вирумаа с национальными и документами политики ЕС.²⁶

Согласно видению уезда, Ида-Вирумаа является лидером «Зеленый перехода» Эстонии, в том числе:

- уезд является признанным лидером в разработке к 2035 году новой, основанной на знаниях, экологически благоприятной экономической модели;
- хорошо развитое экологически безопасное, международно привлекательное и разнообразное предпринимательство в уезде при поддержке научно-исследовательского, образовательного и бизнес-сообщества;
- жизненная среда уезда ориентирована на человека, с современной и высококачественной средой жизни и обслуживания, активной образовательной, трудовой, культурной и спортивной жизнью;
- уезд связан с развивающейся зоной Финского залива быстрым и качественным железнодорожным, автомобильным, водным и воздушным сообщением, которое функционирует бесперебойно.

План уезда в области энергетики и климата вносит непосредственный вклад в реализацию этой концепции и ее четырех компонентов, поскольку план поддерживает сокращение углеродного следа в экономике, предпринимательстве, среде обитания и сообществах.

Цели и меры:

В регионе сокращены выбросы парниковых газов и увеличено связывание углерода, что приведет к достижению углеродной нейтральности к 2050 году. Меры:

- Повышение энергоэффективности зданий и инфраструктуры;
- Увеличение мощностей и доли возобновляемых источников энергии, а также развитие соответствующей инфраструктуры;

- Расширение экономных способов передвижения;
- Развитие экологически дружелюбного предпринимательства;
- Развитие экономики замкнутого цикла;
- Реализация возможностей для связывания углерода;
- Повышение осведомленности и возможностей, развитие сетей сотрудничества и реализация пилотных проектов.

Уезд, его организации и жители адаптируются к изменениям климата. Меры:

- Развитие инфраструктуры, поддерживающей адаптацию к изменениям климата;
- Сохранение целостности природной среды и экосистем;
- Повышение осведомленности и **развитие сетей сотрудничества**.

Роль энергетических сообществ выделена в цели - «В регионе сокращены выбросы парниковых газов и увеличено связывание углерода, что приведет к достижению углеродной нейтральности к 2050 году» в мере «Увеличение мощностей и доли возобновляемых источников энергии, а также развитие соответствующей инфраструктуры».

Таблица 2 – Энергетическая и климатическая программа Ида-Вирумаа, уездный план действий п.3.1 Деятельность местных самоуправлений и зонтичных организаций.²⁷

Nr.	Мера	Действие	Ответственный	Срок	Показатели	Исходный уровень	Целевой уровень
3.1. Деятельность местных самоуправлений и зонтичных организаций							
4.	МЕРА 1.2: Увеличение мощностей возобновляемых источников энергии и доли возобновляемой энергии, а также развитие соответствующей инфраструктуры	Создание энергетических сообществ (например, на базе садоводческих кооперативов с участием местных властей или других вариантов)	TalTech, местные самоуправления	2024	Доля собственной произведенной возобновляемой энергии в потреблении		

В таблице 2 указаны действия, которые начали реализовывать некоторые местные самоуправления Ида-Вирумаа, такие как волости Алутагузе и Люганузе, где начата подготовка и реализация проектов в области энергетических сообществ. Кроме того, одним из направлений исследований группы по малой энергетике, действующей в Таллиннском техническом университете, является исследование и разработка решений для сообществ, использующих возобновляемые источники энергии.

Действия, связанные с созданием и развитием энергетических сообществ, конкретно описаны в деятельности волости Алутагузе и города Кохтла-Ярве.

Таблица 3 – Энергетическая и климатическая программа Ида-Вирумаа, Приложение 1. Деятельность волости Алутагузе в рамках климатической и энергетической программы. ²⁸

Nr	Мера	Действие	Ответственный	Срок	Показатели	Исходный уровень	Целевой уровень
Приложение 1. Деятельность волости Алутагузе по климатической и энергетической программе							
11.	МЕРА 1.2: Увеличение мощностей возобновляемой энергии и доли возобновляемых источников энергии, а также развитие соответствующей инфраструктуры.	Разработка и внедрение модели энергетических сообществ на уровне населённых пунктов.					

Уезд Алутагузе начал деятельность, описанную в таблице 3, определив территорию для развития энергетических сообществ и начав необходимые действия по детальному планированию.

Таблица 4 – Энергетическая и климатическая программа Ида-Вирумаа, Приложение 6. Деятельность города Кохтла-Ярве в рамках климатической и энергетической программы. ²⁹

Nr	Мера	Действие	Ответственный	Срок	Показатели	Исходный уровень	Целевой уровень
Приложение 6. Деятельность города Кохтла-Ярве по климатической и энергетической программе							
9.	МЕРА 1.2: Увеличение мощностей и доли возобновляемых источников энергии, а также развитие соответствующей инфраструктуры.	Создание энергетических сообществ	Город Кохтла-Ярве с жилищными объединениями и частными предприятиями	2035	Число энергетических сообществ		5

2.2.3.3 Обзор территориальной программы справедливого перехода Ида-Вирумаа³⁰

Территориальная программа справедливого перехода Ида-Вирумаа была утверждена Европейской комиссией 4 октября 2022 года. В документе указано важное обязательство Эстонии, которое было согласовано правительством в 2021 году, — прекратить дополнительные инвестиции в ископаемые виды топлива и производство электроэнергии из сланца не позднее 2035 года, а также полностью отказаться от использования сланца в энергетике не позднее 2040 года. В связи с этим было согласовано начало ряда мероприятий, которые изложены в документе.

В разделе 2.2 документа изложены потребности в развитии и цели на 2030 год. Например, преобразование экономики Ида-Вирумаа, развитие современной промышленности; поддержка людей и сообществ, затронутых процессом перехода, обновление социальных услуг и т. д.

В документе также описана структура вмешательства Фонда справедливого перехода, которая определяет направления деятельности и запланированные меры поддержки. Экологически устойчивые действия и развитие сообществ поддерживаются региональными инициативами для справедливого перехода.

3 Обзор основных препятствий в реализации энергетических сообществ

На основе проведенных исследований и анализов основные препятствия для внедрения энергетических сообществ делятся на **социальные, экономические, технологические**, а также **правовые и регуляторные**.

Экономические факторы являются одними из самых распространенных препятствий для развития энергетических сообществ. В первую очередь, это высокие начальные затраты на установку решений в области возобновляемых источников энергии и трудности с их финансированием. Также могут возникать бюрократические препятствия при внедрении новых технологий, такие как получение необходимых лицензий и разрешений.³¹ Кроме того, сложно получить финансирование от финансовых учреждений, если срок окупаемости проекта велик.³² Риски инвестирования в производство возобновляемой энергии без механизмов поддержки высоки, что демотивирует людей инвестировать.³³

Социальные факторы могут как способствовать, так и препятствовать созданию сообществ возобновляемой энергии. Проблемы могут возникнуть из-за отсутствия доверия внутри сообщества, распределения потенциальных экономических выгод и других факторов. Недоверие может проявляться не только между членами сообщества, но и по отношению к финансовым учреждениям и другим сторонам, связанным с проектом.³⁴ В районах, где существует сильная культура возобновляемой энергетики и совместной деятельности, в проекты верят больше, чем в тех, где такого опыта нет.³⁵

Еще одним препятствием является **индивидуализм**, который является важным барьером в сообществе.³⁶ Индивидуалисты предпочитают действовать самостоятельно, в то время как коллективисты предпочитают работать в группе и сотрудничать. Поэтому при внедрении технологий возобновляемой энергетики индивидуалисты могут предпочесть действовать самостоятельно, а не как часть энергетического сообщества.³⁷ Кроме того, индивидуалисты больше заинтересованы в личной выгоде, чем в пользе для сообщества.³⁸

Отсутствие знаний и осведомленности также является одним из препятствий. Технологии производства возобновляемой энергии относительно новы и сложны, и у членов сообщества нет понимания этих технологий.³³ Нет знаний о потенциальных экономических, экологических и

социальных выгодах от использования возобновляемых источников энергии.³⁹ Обществу недостаточно информировано о возможностях сотрудничества в области производства энергии, что снижает интерес к энергетическим сообществам. Отсутствуют положительные примеры, которые могли бы помочь понять, что нужно делать и чего избегать при развитии возобновляемой энергетики и вступлении в энергетическое сообщество.⁴⁰ Повышению осведомленности способствуют успешные и положительные примеры энергетических сообществ. Часто не хватает пилотных проектов, а результаты существующих проектов не распространяются для целей развития интереса к энергетическим сообществам.³⁵

Есть и другие социальные факторы, влияющие на готовность участвовать в энергетических сообществах, такие как **наличие собственного жилья, влияние знакомых и сопротивление со стороны других членов сообщества**. Владельцы жилья готовы больше инвестировать в энергетические сообщества, поскольку они чувствуют себя более интегрированными в сообщество по сравнению с теми, кто арендует жилье в том же районе. Исследования также подчеркивают важность мнения окружающих.⁴¹ В сообществе может возникнуть сопротивление, если не учитываются ожидания и интересы членов сообщества или если стратегии распределения затрат и прибыли не соответствуют ожиданиям.⁴²

Технологические и регуляторные барьеры также препятствуют участию в энергетических сообществах. Хотя технологии возобновляемой энергии становятся более эффективными, их сложность, связанные риски и потребности в обслуживании увеличиваются.⁴³ Поскольку технологии сложны, у сообществ нет необходимых навыков для их повседневного обслуживания и управления.⁴⁴ Производственная мощность технологий возобновляемой энергии во многом зависит от погодных условий, что вызывает вопросы о балансе спроса и предложения в разные сезоны года. Также возникают вопросы по сбору данных о производстве и потреблении энергии и безопасности технологий.⁴⁵

Препятствия возникают также из-за того, что **существующие электрические сети и инфраструктура не были спроектированы с учетом малых производителей энергии**, и это приводит к ряду технических ограничений при направлении энергии в сеть или невозможности направить произведенную электроэнергию в сеть. Инвестиции, необходимые для создания необходимых возможностей, высоки.

4 Описание социально-экономического профиля Ида-Вирумаа

4.1 Основные вызовы

Стратегия развития Ида-Вирумаа определила два основных вызова. Первый связан с переходом от сланцевой промышленности к климатически нейтральной, и второй — с сокращением и старением населения. Ужесточение климатической политики и более строгие ограничения на добычу и использование ископаемых топлив приведут к выпадению сланцевой промышленности из конкуренции, что, в свою очередь, вызовет сокращение рабочих мест и уменьшение доходов местных самоуправлений.⁴⁶

Прогнозируемое сокращение населения в регионе влияет на действия стратегии развития и зеленого плана, с другой стороны, планируемыми мерами пытаются замедлить отток населения. Ида-Вирумаа характеризуется, помимо прочего, низким уровнем предпринимательской активности и малым количеством предприятий, ориентированных на зеленую экономику, загрязнением от сланцевой промышленности, бывшими промышленными территориями и производственными отходами. В то же время зеленые сети в Ида-Вирумаа более обширны по сравнению со средними показателями по Эстонии, и местные жители ценят разнообразную природу своего края.⁴⁷

4.2 Социальные показатели

Статистическое управление Эстонии прогнозирует снижение численности населения в Ида-Вирумаа во всех возрастных группах, за исключением людей старше 70 лет. При продолжении текущих тенденций к 2035 году численность населения Ида-Вирумаа сократится на 21%, при этом значительно увеличится число людей старше 75 лет, но количество подростков и людей среднего возраста уменьшится на 29–48%. Согласно данным Статистического управления, расходы на душу населения в Ида-Вирумаа значительно ниже, чем в среднем по Эстонии. Среди вызовов выделяются также низкий уровень занятости и высокая безработица.

В контексте перехода к зеленой экономике одной из социальных проблем, требующих решения, является языковой барьер, вызванный низким уровнем знания эстонского языка среди местных жителей. Многие поддерживающие устойчивое развитие субсидии и документы, касающиеся климатических и экологических решений, доступны только на эстонском языке, что затрудняет доступ к информации и ее целенаправленное использование для жителей, плохо или не владеющих государственным языком. Например, в Ида-Вирумаа используется меньше субсидий, которые могли бы быть направлены на реновацию многоквартирных домов для повышения их энергоэффективности.⁴⁸

4.3 Экономические показатели

В 2020 году в Ида-Вирумаа было зарегистрировано более 6400 активных предприятий. Более 4500 предприятий действовали в основных секторах производства и услуг, из которых более 30% занимались оптовой и розничной торговлей, а также ремонтом автотранспортных средств. Особенно много предприятий в таких отраслях, как строительство (728), транспорт и складирование (647), а также обрабатывающая промышленность (597). При описании сфер деятельности, важных для развития биоэкономики и экономики замкнутого цикла, в документе с предложениями по экономике замкнутого цикла, био- и синей экономике было обнаружено, что Ида-Вирумаа имеет очень разностороннюю структуру обрабатывающей промышленности и значительный доход от продаж. Исходя из этого, можно предположить, что промышленность Ида-Вирумаа способна развивать дополнительные отрасли, связанные с биоэкономикой и экономикой замкнутого цикла, а также реализовывать более крупные проекты. В период с 2017 по 2021 годы 10 предприятий Ида-Вирумаа получили поддержку в рамках меры по повышению ресурсной эффективности для развития экономики замкнутого цикла на сумму 3 миллиона евро. Эти предприятия работают в таких отраслях, как химическая и пластиковая промышленность, переработка минеральных материалов, горная промышленность и деревообработка, что с точки зрения зеленой экономики является скорее традиционными отраслями.⁴⁹

4.4 Экологические показатели

Добыча сланца вместе с энергетической и химической промышленностью сформировала промышленный облик Ида-Вирумаа. Однако с этим также связаны значительные экологические проблемы и снижение качества среды обитания. Одной из характерных особенностей региона являются территории, затронутые добычей сланца, которые составляют 15% площади уезда, или около 450 км².

Серьезной проблемой остаются вещества, загрязняющие воздух и воду, которые образуются в процессе промышленной деятельности. Сланцевая промышленность является основным источником образования отходов в Эстонии. Из-за добычи сланца подземные воды в регионе находятся в плохом состоянии: с одной стороны, это связано с обширной так называемой депрессионной воронкой, а с

другой – с повышенным содержанием опасных веществ. Лишь половина колодцев в Ида-Вирумаа обеспечивает чистую и пригодную для питья воду.

Сланцевая промышленность также оставляет после себя остаточное загрязнение, связанное с золоотвалами теплоэлектростанций и местами складирования пустой породы бывших шахт. Это остаточное загрязнение угрожает как питьевой воде, так и поверхностным и подземным водным ресурсам. Несмотря на планы правительства Эстонии прекратить производство электроэнергии из сланца к 2035 году и полностью отказаться от использования сланца в энергетике к 2040 году, негативное воздействие на окружающую среду будет ощущаться еще десятилетиями. Устранение промышленного загрязнения требует постоянных усилий и значительных финансовых затрат. Например, очистка реки Пуртсе, которая должна была завершиться в 2022 году, обошлась в 21 миллион евро.

Необходимо найти новое применение для территорий, испорченных промышленной деятельностью. Эти земли могут быть использованы для новых проектов, таких как парки возобновляемой энергии или инновационные промышленные объекты.

Согласно результатам мониторинга живой природы, собранным в справочнике «Охрана природы Эстонии в 2020 году», наибольшее количество мест обитания охраняемых видов животных и птиц находится именно в Ида-Вирумаа. Для функционирования экосистем важно организовать использование земель таким образом, чтобы обеспечить возможности для миграции видов между местами обитания, а также предоставление различных экосистемных услуг (например, очистка воздуха и воды, возможности для отдыха на природе и др.). В Ида-Вирумаа экологическая сеть покрывает 77% территории уезда, что выше среднего показателя по Эстонии.

По состоянию на 2019 год в Ида-Вирумаа насчитывается 8 природоохранных территорий, 15 ландшафтных заповедников, 1 национальный парк и 22 охраняемых парка (лесных массива). Природные ценности региона создают хорошую основу для развития биологической экономики, которая включает такие услуги природы, как экотуризм.⁵⁰

5 Готовность и способность жителей Ида-Вирумаа инвестировать в энергетические сообщества

Для определения готовности и способности жителей Ида-Вирумаа инвестировать в энергетические сообщества были проведены интервью с различными целевыми группами региона, которые занимаются развитием сообществ возобновляемой энергии, либо могут быть заинтересованы в этом или затронуты такими инициативами.

5.1 Описание методологии

Для определения готовности и возможностей жителей Ида-Вирумаа инвестировать в возобновляемую энергетику, а также выявления потребностей и препятствий, было проведено 27 интервью. Интервью проводились на эстонском или русском языке, в зависимости от необходимости. Обычно, в интервью участвовали два интервьюера: один составлял краткое резюме беседы, другой делал заметки в сводной таблице. Респондентам не предлагались варианты ответов. Такой подход был выбран, чтобы узнать мнение и предложения респондентов без навязывания ответов заранее заданными вариантами. Участники интервью давали ответы, основываясь на своих знаниях. Интервью начинались с опроса представителей зонтичных организаций уезда и местных самоуправлений, после чего проводились беседы с различными фокус-группами (садоводческие объединения, предприниматели и др.).

Интервью преимущественно проводились в формате онлайн-встреч, но некоторые – очно. Анкета с вопросами интервью (Приложение 1) направлялась респондентам заранее для ознакомления с темами обсуждения. Вопросы анкеты обсуждались во время встречи с респондентами. Результаты опроса оформлялись кратким резюме, составленным интервьюером во время встречи или после неё, и затем отправлялись респондентам для проверки. Составленные резюме интервью являются рабочими документами, которые использовались исследователями в качестве основы для подготовки сводного отчёта.

Темы, затронутые в интервью, были разделены на четыре тематических блока:

- Общая информация об энергетических сообществах;
- Энергетические сообщества в Ида-Вирумаа;
- Личный взгляд на энергетические сообщества;
- План действий по началу работы с энергетическими сообществами.

5.2 Описание целевых групп интервьюируемых

Целевые группы для интервью были сформированы таким образом, чтобы включить ключевые учреждения и организации уезда, а также предприятия, которые могли бы быть заинтересованы в развитии энергетических сообществ в регионе или на которых эта тема могла бы повлиять. При выборе целевых групп для интервью была проведена консультация с представителем IVOL (Союза местных самоуправлений Ида-Вирумаа), занимающимся вопросами энергетических сообществ, и учитывались его рекомендации.

В большинстве случаев респонденты соглашались на участие и были готовы к встречам, однако имели место и отказы. Основной причиной отказа называли незнание темы или отсутствие информации о ней.

Интервью проводились с представителями следующих учреждений и организаций, которые в ряде случаев представляли разные группы интересов или организации:

- **Местные самоуправления** (7 единиц), одно самоуправление отказалось от участия;
- **Региональные центральные, поддерживающие и координирующие организации** (5 единиц);
- **Предприятия**, включая сетевые предприятия, предприятия в области электротехники, энергетики, связи, IT, производства возобновляемой энергии, а также муниципальные предприятия (12 единиц);
- **Некоммерческие организации**, садоводческие и жилищные кооперативы (3 единицы).

5.3 Резюме и выводы по результатам опроса

5.3.1 Об энергетических сообществах в целом

Большинство респондентов были знакомы с понятием сообщества возобновляемой энергии и энергетических сообществ, и имели некоторый опыт в этой области, оценивая свои знания как минимум на среднем уровне. Два участника интервью не были знакомы с понятием энергетического

сообщества или сообщества возобновляемой энергии. В то же время знания считались достаточно теоретическими. Более подробно отзывы респондентов представлена на рисунке 2.

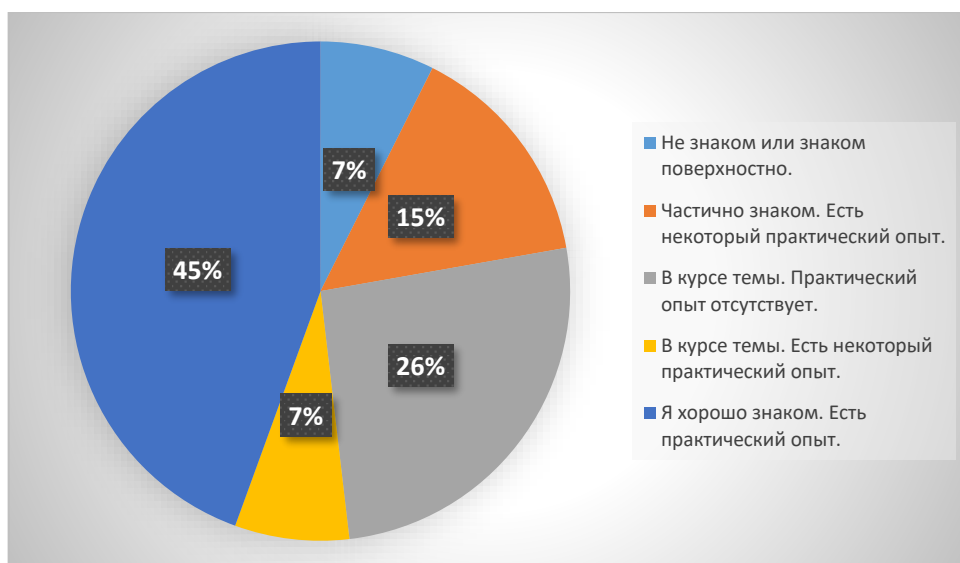


Рисунок 2 - Знакомство с понятием энергетические сообщества среди участников опроса.

14 респондентов с практическим опытом оценили свои знания в области энергетических сообществ как хорошие. Они также реально сталкивались с темой развития энергетических сообществ либо занимаются этим сейчас. Более детально знания участников опроса о энергетических сообществах представлены на рисунке 3.

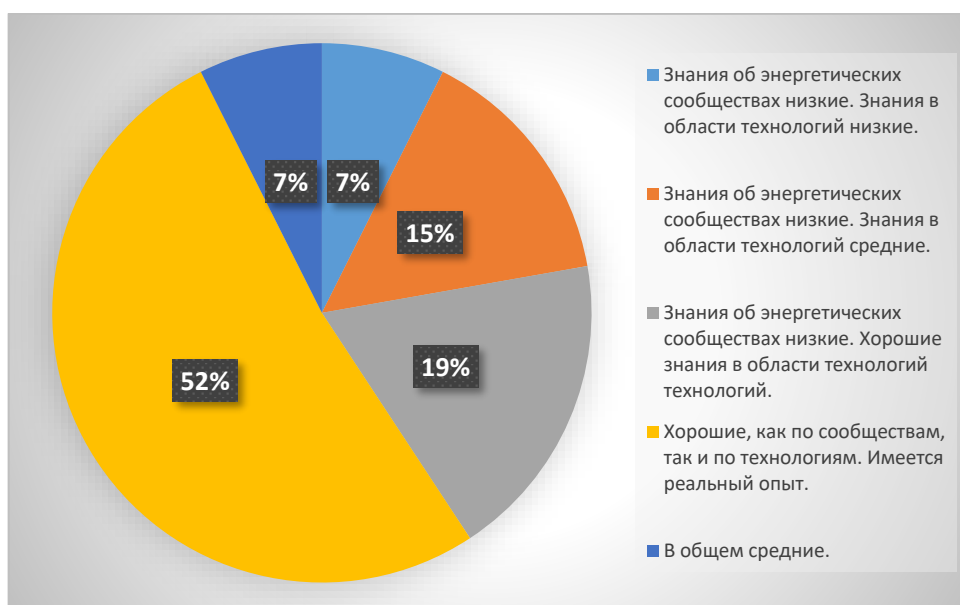


Рисунок 3 - Оценка участниками опроса своих знаний в области энергетических сообществ.

Большинство респондентов (26 участников) сочли развитие энергетических сообществ необходимым и важным. Только один участник интервью выразил скептицизм по поводу необходимости развития возобновляемой энергетики и энергетических сообществ. Основные причины, по которым респонденты считают это необходимым, следующие:

- Занятие производством возобновляемой энергии является неизбежным, 22 респондента, 81%;

- В энергетике необходимо перейти на возобновляемые источники, 11 респондентов, 41%;
- Это необходимо с точки зрения охраны окружающей среды, снижает негативное воздействие энергетики на окружающую среду, 10 респондентов, 37%;
- Обеспечивает энергетическую независимость и энергетическую безопасность, защищает от колебаний цен на энергию, 7 респондентов, 26%;
- Потенциальная возможность получения прибыли, 5 респондентов, 19%;
- Обеспечивает электроснабжение в местах, куда сеть не доходит, 5 респондентов, 19%;
- Дает людям возможность регулировать свои расходы, 3 респондента, 11%;
- Снижает нагрузку на основные и распределительные сети, 1 респондент, 4%.

Люди, более осведомленные по теме энергетических сообществ, лучше знакомы с техническими решениями, юридическими вопросами и возможностями финансирования, подходящими для сообществ возобновляемой энергии. 78% респондентов были знакомы с технологическими решениями и возможностями, 59% имели практический опыт в юридических вопросах и также 59% имели опыт в вопросах финансирования. Юридические вопросы оценивались как более сложные, так как с ними сталкиваются не все люди, и не все осведомлены в этой области. Больше всего респонденты были знакомы с технологическими решениями и возможностями.

5.3.2 Энергетические сообществ в Ида-Вирумаа

5.3.2.1 Текущее положение

В ходе интервью было отмечено, что развитие сообществ возобновляемой энергии является актуальной темой в уезде уже несколько лет. Однако в настоящее время в уезде нет целостного подхода или плана для развития этой сфере. Более активные люди и некоторые самоуправления занимаются развитием энергетических сообществ, но деятельность на уровне уезда отсутствует. 76% респондентов были в курсе происходящего в целом, но отметили, что информации могло бы быть больше. Запущены несколько проектов, целью которых является обмен информацией и повышение осведомленности, например проект EC4RURAL «Содействие участию местного населения в переходе на чистую энергию в сельских районах посредством энергетических сообществ», в рамках которого проводились семинары. К сожалению, участие в таких информационно-просветительских мероприятиях было низким. Также информирование о проектах было недостаточным, поскольку участники интервью не слышали о них и не были в курсе происходящего. 24% респондентов не были в курсе того, что происходит в округе.



Рисунок 4 - Общая осведомленность участников опроса о том, что происходит в уезде

Развитие сообществ возобновляемой энергии в уезде, в основном, осуществляется отдельными энтузиастами. Мероприятия планировались на протяжении нескольких лет, но позитивных примеров или результатов пока нет. Из местных самоуправлений более активно развитием энергетических сообществ занимались самоуправления Алутагузе и Люганузе. Самоуправление Алутагузе инициировала проект по развитию энергетического сообщества в районе Тудулинна. Самоуправление Люганузе также планирует начать реализацию подобной деятельности на территории своего самоуправления. Кроме того, IVOL более активно занимается этой темой и планирует участие в проектах. В ходе интервью неоднократно отмечались ограничения, препятствующие развитию производства возобновляемой энергии, поскольку во многих местах существуют ограничения деятельности по развитию. Представители самоуправлений и зонтичных организаций были лучше информированы о происходящем в уезде. Представители действующих садоводческих и квартирных товариществ не были в курсе происходящего, и многие из них не могли быть опрошены, поскольку не знали об этом и были заинтересованы пройти обучение, чтобы ознакомиться с темой энергетических сообществ.

5.3.2.2 Возможности, готовность и ресурсы

Развитие энергетических сообществ было признано хорошей возможностью для уезда. Однако мнения разнились. Были также мнения, что из-за ограничений заниматься этим не стоит. Это исторически энергетический регион, и в районе есть несколько подходящих мест (старые шахты и промышленные зоны), где можно построить парки для производства возобновляемой энергии.

Большинство опрошенных считали, что развитие энергетических сообществ важно и полезно для уезда. Только один респондент был скептически настроен и не видел необходимости в этих мероприятиях.

В качестве возможных факторов были определены следующие:

- Существуют готовность людей и организаций заниматься развитием зеленой энергетики;
- В уезде существуют зонтичные организации, которые могли бы возглавить этот процесс;
- Есть подходящие земельные участки и территории для производства возобновляемой энергии;
- Есть исторический опыт и знания в области производства энергии;
- Уже существуют садоводческие и жилищные товарищества, которые осуществляют совместную закупку энергии;
- Доступны различные меры поддержки, которые также должны быть направлены на развитие энергетических сообществ.

Развитие сообществ возобновляемой энергии и вообще развитие возобновляемой энергетики было признано необходимым и полезным для уезда. Развитие возобновляемых источников энергии и сообществ, использующих возобновляемые источники энергии, считается полезным для уезда по следующим причинам:

- Повышает привлекательность уезда, создавая более чистую среду для жизни;
- Вместо ископаемых источников энергии используются экологически чистые источники энергии;
- Повышает энергетическую безопасность, обеспечивая наличие электроэнергии в кризисных ситуациях;
- Энергетическая независимость от сети и колебаний цен;
- Повышает осведомленность жителей уезда по теме зеленой энергетики;
- Содействует сотрудничеству и взаимному общению, увеличивает общественное предпринимательство;
- Создаются новые рабочие места, появляются дополнительные возможности для получения дохода.

Наиболее часто упоминаемые причины важности участия в развитии энергетических сообществ приведены ниже на рисунке 5.

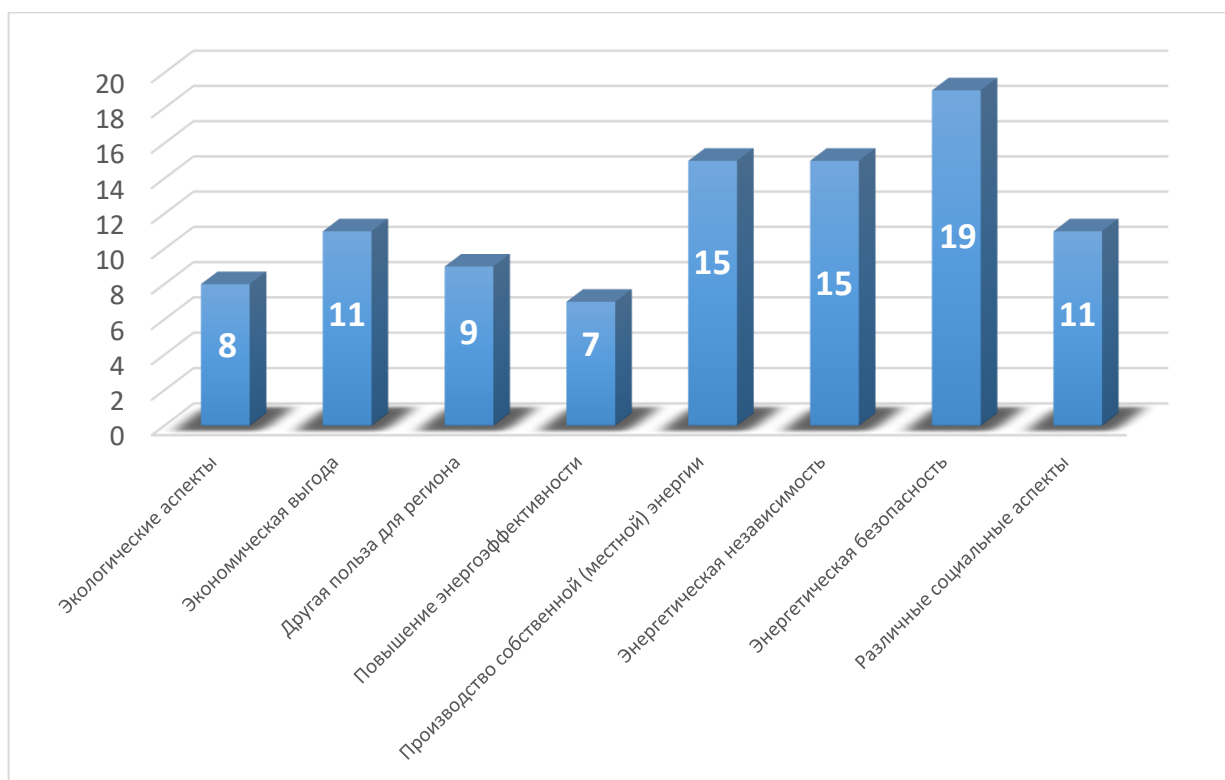


Рисунок 5 - Выгоды от развития энергетических сообществ в Ида-Вирумаа.

Желание и стремление развивать сообщества возобновляемой энергии в уезде существует, однако на данный момент это скорее тема для более узкого круга людей, заинтересованных в области развития энергетических сообществ. Широкого понимания и поддержки для занятия этой темой в уезде не существует. В ходе опроса было указано на несколько ограничений и препятствий, которые мешают развитию энергетических сообществ в уезде (см. пункт 6.2).

Среди учреждений и организаций некоторые муниципалитеты и IVOL более сознательно и активно занимаются темой энергетических сообществ. Однако в уезде не существует единого подхода и понимания этой темы. Развитие энергетических сообществ не установлено как приоритетная деятельность на уровне уезда. В целом не согласованы лидеры и ответственные лица, которые могли бы заниматься этой темой в уезде. IVOL, IVEK, IVIA, LEADER и местные самоуправления упоминались в ходе опроса как учреждения и организации, которые могли бы стать лидерами в уезде в сфере развития энергетических сообществ. Также указывалось, что лидерами должны быть сами сообщества, которым следует предоставить необходимую поддержку и экспертную помощь, а самоуправления и другие учреждения должны минимально вмешиваться в их деятельность. В ходе опроса не был выявлен четкий региональный лидер. Обзор учреждений и организаций, которые были упомянуты в ходе интервью, представлен на рисунке 6.

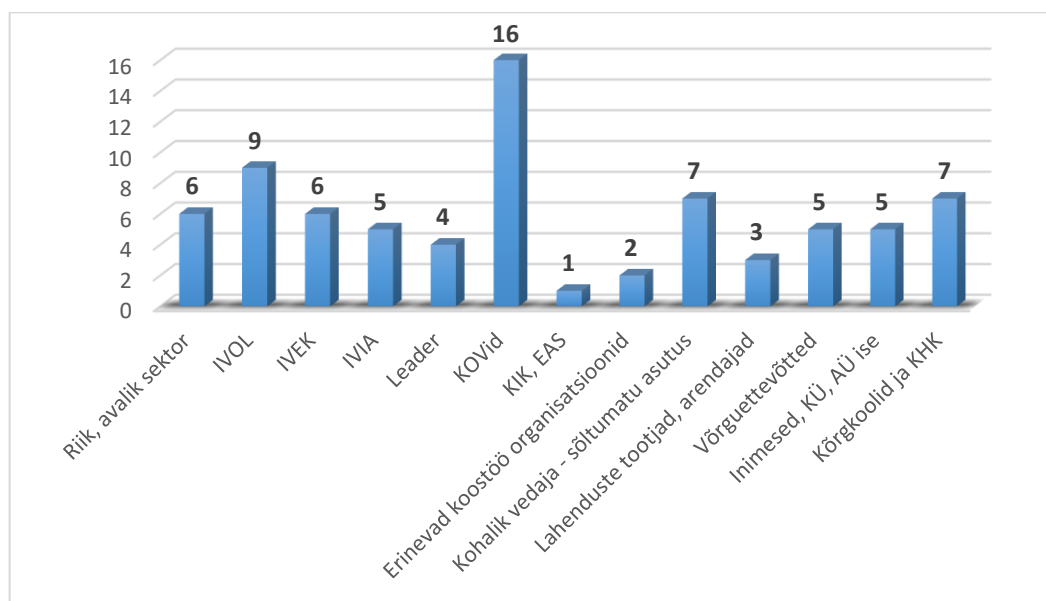


Рисунок 6 - Названные в ходе опроса учреждения и организации, которые могли бы участвовать в развитии энергетических сообществ в уезде.

Мнение о ресурсах было следующим: в регионе доступны различные меры поддержки, но ни одна из них не направлена непосредственно на развитие энергетических сообществ. Однако возможно получить поддержку через программы LEADER для совместных и общественных инициатив. Также некоторые местные самоуправления поддерживают важную для самоуправления совместную деятельность, например, помогают покрыть долю местных сообществ в самофинансировании проектов. В регионе существуют возможности использования мер поддержки и заинтересованные лица, но отсутствует общее согласие по приоритетности развития энергетических сообществ. В качестве наиболее важных ресурсов были определены следующие:

- **Имеются в наличии финансовые ресурсы** (58% участников), необходимо установить приоритеты и направить ресурсы на развитие сообществ возобновляемой энергии;
- **Имеются организационные и образовательные ресурсы** (50% участников);
- **Имеются заинтересованные лица и потенциальные участники** (29% участников).

Среди отсутствующих ресурсов были приведены следующие:

- **Недостаток ресурсов у учреждений и организаций** (54% участников), нехватка людей, знаний и финансирования;
- **Отсутствие ресурсов для реализации проектов** (54% участников), нехватка финансовых средств, технической поддержки, недостаточная информация о технических решениях или ограничениях сети и т.д.;
- **Отсутствие координатора или лидера** (50% участников);
- **Нет достаточной финансовой поддержки** (46% участников);
- **Отсутствие технической поддержки** (31% участников).

5.3.2.3 Мотивация, возможности и осведомленность жителей

В ходе опроса участники выразили мнение, что в последние годы частные лица активно устанавливают солнечные панели для производства солнечной электроэнергии на частных домах и зданиях (микропроизводство), поскольку это стало относительно простым. В связи с этим, отношение и восприятие меняются в положительную сторону. У нескольких участников интервью уже были установлены солнечные панели или соответствующий проект находился в процессе реализации. Интерес частных лиц к установке солнечных панелей возрос. Из интервью с представителем Elektrilevi стало известно, что, по их оценкам, в ближайшие годы установка солнечных панелей частными лицами несколько уменьшится. Вероятно, ситуация на рынке электроэнергии в данный момент такова, что не побуждает людей активно устанавливать солнечные панели, поскольку рынок стабилизировался. Однако неопределенность вызывает отключение от российской электрической сети.

Большинство участников в ходе опроса, а именно 58%, заинтересованы в производстве возобновляемой энергии. Более подробно интерес участников к производству возобновляемой энергии представлен на рисунке 7.



Рисунок 7 - Интерес опрошенных к производству возобновляемой энергии.

Однако интерес к совместной деятельности довольно вялый, а ее необходимость и выгоды не ясны. Одной из важнейших причин стала недостаточная информированность и то, что непонятно, почему разумнее действовать сообща, чем когда каждый человек может установить солнечные панели для себя.

Также прозвучало мнение, что общая способность жителей района устанавливать солнечные панели или системы хранения энергии всё-таки низка. Это связано с общим ростом цен, а также с тем, что справляться с повседневными расходами стало сложнее, что не позволяет делать инвестиции в производство солнечной энергии.

Респонденты пришли к общему мнению, что необходимо повышать осведомленность людей о технических решениях для производства, хранения и управления потреблением возобновляемой энергией и постоянно работать в этом направлении. Особенно это касается технических решений для хранения энергии или управлению производством и потреблением электроэнергии, осведомленность по которым меньше.

Кроме того, была высказана необходимость предложить людям помимо обучения простые вспомогательные инструменты, такие как различные онлайн-калькуляторы, которые помогут разобраться в подходящих технических решениях, их стоимости и рентабельности. Поскольку существует много неопределенностей, необходимо предоставлять так называемую независимую помощь и поддержку. Различные калькуляторы предлагают как сетевые компании, так и компании, предлагающие технические решения по возобновляемым источникам энергии, но часто существует желание получить независимое мнение или оценку, по тому какое решение им следует выбрать.

5.3.2.4 Препятствия

В качестве основных препятствий, тормозящих развитие энергетических сообществ в уезде, были указаны следующие причины:

- **Отсутствие положительных примеров** (58% участников), с данной темой в Эстонии занимаются уже много лет, но положительных примеров из Эстонии мало, есть положительные примеры из других стран, с которыми себя не ассоциируют;
- **Низкая осведомленность людей по теме возобновляемой энергетике и энергетических сообществ** (54% участников), мало информации, или люди не знакомы с темой, отсутствует понимание её необходимости и того, что это конкретно даёт человеку и т.д.;
- **Ограничения, связанные с национальной безопасностью** (50% участников), на восток от линии Йыхви-Ийзаку нельзя устанавливать мощные ветряные установки, можно устанавливать солнечные станции мощностью до 50 кВт;
- **Ограничения существующей электросети и инфраструктуры** (38% участников), существующая инфраструктура не рассчитывалась на малую энергетику, подключение часто требует увеличение мощности сети и крупных инвестиций. Это также является вызовом для сетевых компаний, как сделать подключения менее затратными;
- **Общая бедность населения** (35% участников), необходимо решать повседневные бытовые проблемы, нет возможности инвестировать;
- **Низкая осведомленность по теме возобновляемой энергетике и её возможностях** (35% участников);
- **Отсутствие положительного освещения в СМИ, скорее говорят о негативных аспектах** (35% участников);
- **Отсутствие субсидий для разработки проектов, проблемы с финансированием** (27% участников), нет механизмов поддержки для развития энергетических сообществ;
- **Отсутствие понимания, веры в необходимость и полезность энергетических сообществ или сообществ возобновляемой энергии** (27% участников), почему нужно производить электричество совместно, если каждый человек может установить панели и производить электричество для себя самостоятельно, и это довольно легко реализовать. Неясно, почему такая форма совместной деятельности может быть полезной. Многие жители уезда в течение многих лет были связаны со сланцевой энергетикой и промышленностью, работали в этой сфере, и когда эта отрасль сокращалась, они получили личный опыт потери работы или сокращения доходов, что теперь приводит к сопротивлению;
- **Отсутствие возможности инвестировать в возобновляемую энергетику** (19% участников), нет средств и возможностей для инвестиций, занимаются решением бытовых вопросов;
- **Низкий интерес к сотрудничеству** (15% участников), много сомнений и предвзятых мнений относительно совместной деятельности;
- **Отсутствие конкретного лидера или ответственного в уезде** (15% участников);
- **Отсутствие необходимых специалистов** (15% участников);
- **Отсутствие экспертной поддержки** (12% участников), нет технической, юридической и экономической поддержки для общин, которая помогла бы провести необходимые предварительные анализы (бизнес-план, технические возможности и т.д.).

5.3.2.5 Способствующие факторы

В качестве факторов, способствующих развитию энергетических сообществ, были отмечены:

- **Поддержка со стороны ЕС развитию энергетических сообществ;**
- **Большие колебания цен на электроэнергию и их непредсказуемость**, при производстве электроэнергии самостоятельно можно обеспечить стабильное электроснабжение и контролировать расходы;
- **Развитие технологий возобновляемой энергии**, которые стали доступными по цене и эффективными, окупаются даже в районах с низким уровнем солнечного света;
- **Есть заинтересованные лица/энтузиасты** в области возобновляемой энергетики, есть самоуправления, предприятия и частные лица, которые хотят заниматься развитием энергетических сообществ и возобновляемой энергетики;
- **Есть специалисты в области энергетики и отраслевые знания**, существует исторический опыт работы в энергетической отрасли;
- **Есть образовательные учреждения**, которые могут способствовать подготовке специалистов;
- **Доступны финансовые ресурсы**, которые необходимо направить на разработку мер поддержки развития энергетических сообществ;
- **Имеются подходящие земельные участки или сооружения** для создания производственных мощностей возобновляемой энергии;
- **Нет нормативных ограничений для маломасштабного производства возобновляемой энергии**, ограничения и препятствия возникают при установке крупных ветряных турбин или солнечных парков мощностью более 50 кВт;
- **В уезде уже существуют объединения**, которых нет в других частях Эстонии, например, садоводческие и жилищные товарищества, которые уже покупают электроэнергию, совместно и фактически уже функционируют как энергетические сообщества, но не осознают этого и не производят сами электроэнергию.

5.3.2.6 Предложения по развитию энергетических сообществ в уезде

Для развития энергетических сообществ в уезде внесены следующие предложения:

- **Повышать осведомленность населения** (88% участников), больше информировать, активно говорить о совместном производстве электроэнергии в СМИ, представлять технологии;
- **Необходимы реальные положительные примеры** (77% участников), реализовать пилотные проекты с положительными результатами, создать положительные примеры в уезде, с которыми необходимо знакомить и на основе которых люди смогут получить ответы на свои вопросы и сомнения;
- **Нужно согласованно установить приоритетность развития энергетических сообществ в уезде и договориться о лидерах** (65% участников), это позволит планировать меры поддержки, привлекать экспертов, согласовывать участников и роли, реализовывать пилотные проекты и т. д.;
- **Создать финансовые меры поддержки для развития сообществ возобновляемой энергии в Ида-Вирумаа** (60% участников), направить на это как существующие меры, так и привлекать новые для развития этой области;
- **Экспертная поддержка для сообществ** (44% участников), необходима организация, подобная TREA, которая будет вести эту тему и оказывать техническую, юридическую помощь, помогать в подаче заявок на гранты и т. д. Это не обязательно должна быть новая организация, она может быть уже существующей в Эстонии или уезде;
- **Нужно работать над устранением или разъяснением основных сдерживающих факторов** (32% участников), например, ограничения в сфере национальной обороны и ограничения, действующие на подключение к сети, определять конкретные технические ограничения или требования, или регионы, где невозможно вести разработки, заниматься препятствиями и

ограничениями, связанными с подключением к сети, и т. д. Сосредоточиться на действиях в тех регионах, где разработки вести возможно;

- **Разрабатывать планы развития регионов с учетом производства электроэнергии** (32% участников), совместная разработка планов развития, во взаимодействии с сетевой компанией и сообществом, выяснение потребностей, ожиданий, пожеланий, технических возможностей отдельных регионов, а также принимаемых решений и действовать с учетом этих факторов.

5.3.2.7 Примерный план действий по созданию сообщества возобновляемой энергии

В ходе интервью участникам был предложен возможный план действий по созданию сообщества возобновляемой энергии и шаги, которые необходимо предпринять для его реализации. На основе полученной обратной связи план был доработан, и представлен примерный план действий для Ида-Вирумаа. Рисунок 8 описывает действия, которые необходимо выполнить при создании энергетического сообщества; эти действия могут быть выполнены параллельно.



Как начать различные действия и как достичь поставленных целей? Начинаются реальные действия по строительству электростанции.

Члены сообщества, юридическая помощь, экспертная поддержка.

Рисунок 8 - Необходимые действия для создания энергетического сообщества.

6 Обзор картирования подходящих территорий для производства солнечной энергии в Ида-Вирумаа, включая обзор ограничений и запретов

6.1 Обзор возможностей производства солнечной энергии в Эстонии

В Эстонии объем электроэнергии, произведенной в домашних хозяйствах, находится в постоянном тренде роста, и, согласно прогнозам, к 2035 году он утроится.⁵¹ Электричество, произведенное потребителями, составляет в среднем 24% от их собственного потребления. Если в 2020 году количество производителей солнечной электроэнергии превышало 6000, то к концу 2022 года их число уже превысило 15 000.

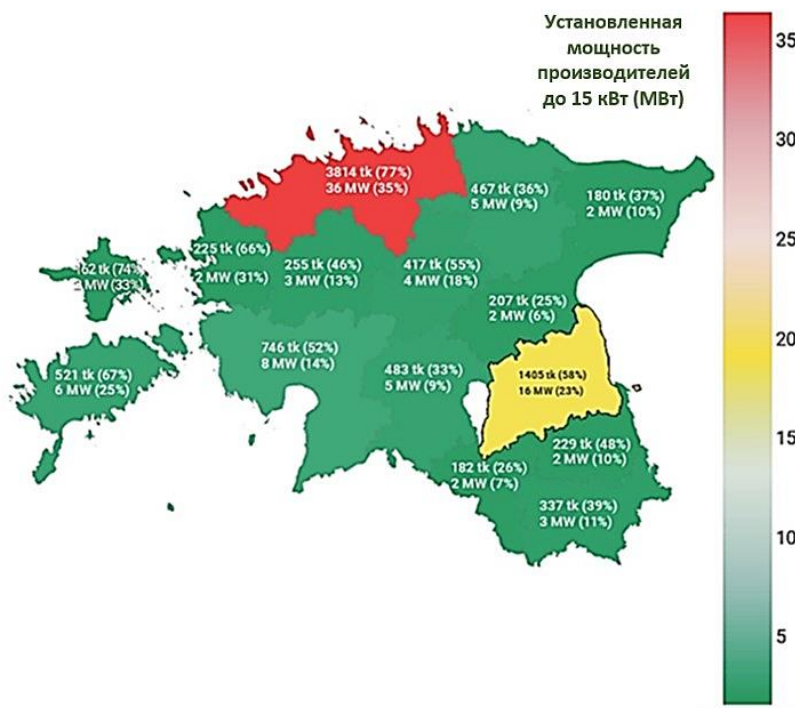


Рисунок 9 – Количество и установленная мощность солнечных электростанций мощностью до 15 кВт по уездам на основе данных Elektrilevi и Arenguseire Keskus за 2023 год (в скобках доля от общего числа солнечных электростанций).⁵²

В Эстонии произошло быстрое внедрение солнечной энергии в домашних хозяйствах, для чего созданы хорошие условия, практически нет ограничений на установку солнечных электростанций мощностью до 15 кВт.

Хотя Эстония не является лучшим местом для производства солнечной энергии в мировом масштабе, быстрый рост технологий позволяет эффективно производить и использовать солнечную энергию и в Эстонии.

Для оценки пригодных для солнечной энергии территорий можно использовать «Global Solar Atlas» (далее GSA).⁵³

GSA содержит данные о потенциальной производственной мощности солнечных панелей (PVOT) и позволяет создавать как глобальные, так и региональные обзоры, а также обзоры по странам. На основе этих данных можно оценить, сколько электроэнергии солнечные панели могут производить в среднем в определенной локации за определенный период времени. При расчете средней выработки учитываются солнечное излучение, погодные условия и другие факторы, влияющие на доступность и продуктивность солнечной энергии в рассматриваемый период. Ниже на рисунке 10 приведен мировой потенциал фотогальванической энергии (PVOUT) в разрезе за один год.

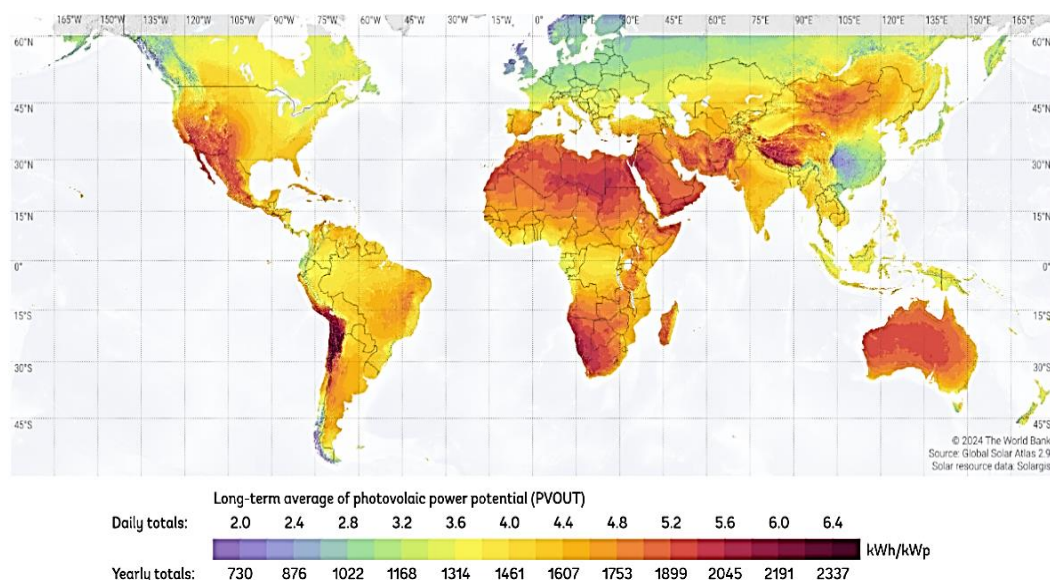


Рисунок 10 – Потенциал фотогальванической энергии (PVOUT) по данным долгосрочных средних значений в разрезе за один год.⁵⁴ Верхние цифры в таблице под рисунком показывают дневные суммы (кВтч/кВтп), а нижние цифры — годовые суммы (кВтч/кВтп).

Как видно на карте, Эстония не является самым подходящим местом для производства солнечной энергии. Тем не менее, развитие технологий, потепление климата, а также практический опыт и компетенции предоставляют Эстонии значительные возможности для производства электричества на базе солнечного излучения. Если рассматривать регионы с самым высоким годовым фотогальваническим потенциалом (2191–2337 кВтч/кВтп), то фотогальванический потенциал Эстонии в два раза меньше этих значений (949–1022 кВтч/кВтп). Обзор фотогальванического потенциала Эстонии представлен на рисунке 11.

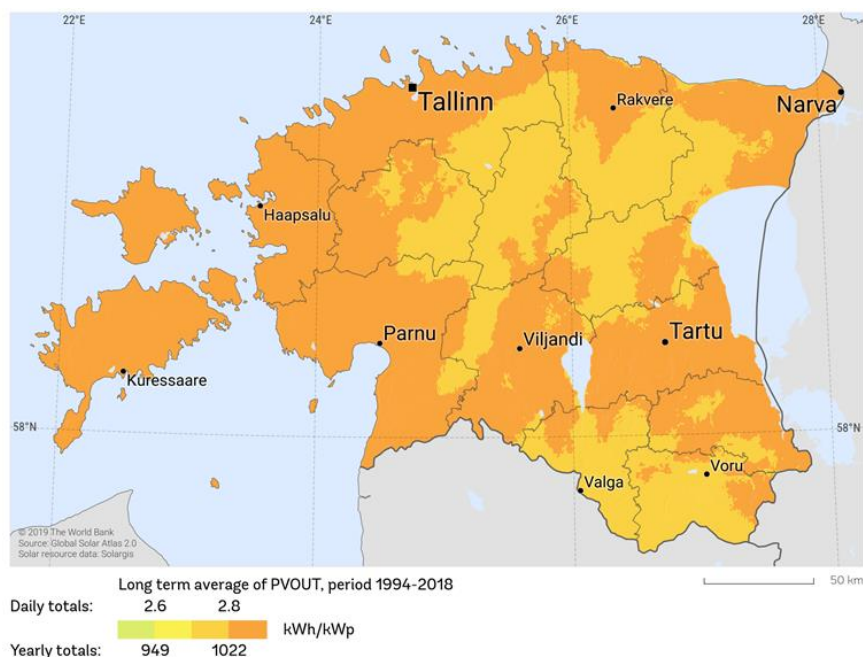


Рисунок 11 – Фотогальванический потенциал Эстонии в разрезе за один год на основе средней величины за период с 1994 по 2018 год (PVOUT).⁵⁵ Верхние цифры в таблице под рисунком показывают дневные суммарные значения (кВтч/кВтп), а нижние цифры — годовые суммарные значения (кВтч/кВтп).

Кроме того, с помощью GSA можно получить обзор глобального горизонтального излучения (Global Horizontal Irradiation, GHI) и прямого нормального солнечного излучения (Direct Normal Irradiation, DNI).

Глобальное горизонтальное излучение (GHI) — это общее количество солнечной радиации, которое падает на горизонтальную поверхность за определенный период времени (обычно выражается в киловатт-часах на квадратный метр в день или в год, кВтч/м²). GHI включает три компонента излучения:

- **Прямое солнечное излучение** — излучение, поступающее непосредственно от Солнца.
- **Рассеянное излучение** — излучение, которое рассеивается в атмосфере из-за облаков, пыли и других частиц.
- **Отраженное излучение от поверхности** — излучение, которое отражается от горизонтальной поверхности.

GHI является важным показателем для солнечных энергетических проектов, так как он определяет, сколько солнечной энергии доступно в конкретном месте для солнечных панелей. Обзор горизонтального и прямого нормального солнечного излучения в Эстонии представлен на рисунке 12.

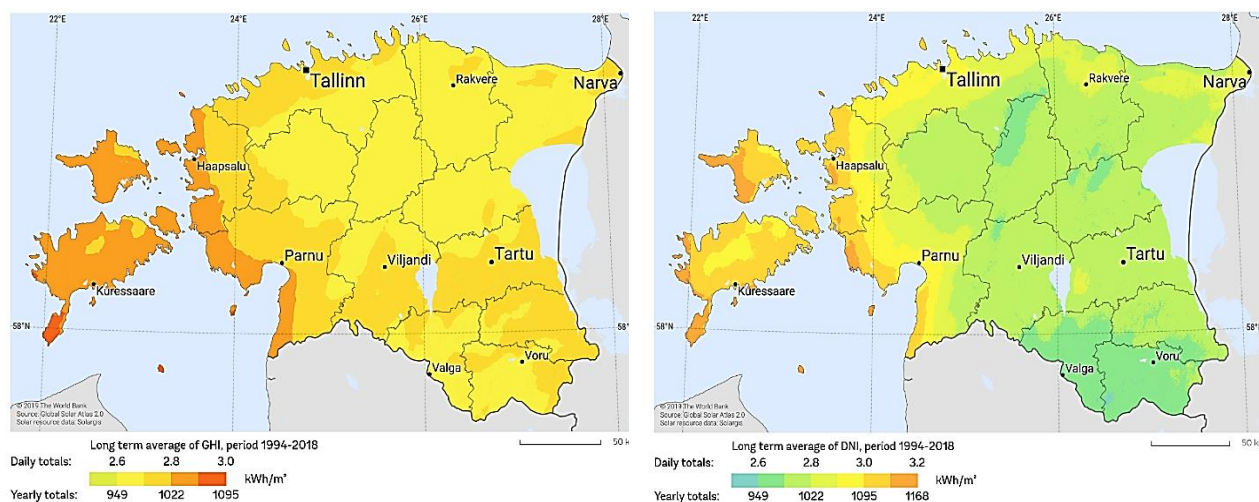


Рисунок 12 – Горизонтальное солнечное излучение в Эстонии за год (слева) и номинальное солнечное излучение (справа) на основе данных за период с 1994 по 2018 год.⁵⁶ Верхние числа в таблицах под рисунками показывают суточные суммы (кВтч/м²), а нижние числа – годовые суммы (кВтч/м²).

Прямое нормальное излучение (DNI) относится к количеству солнечного излучения, которое достигает поверхности Земли непосредственно от Солнца и падает перпендикулярно (нормально) на поверхность, ориентированную точно в направлении излучения. Это означает, что излучение не рассеяно и не отражено, а направлено непосредственно от Солнца на земную поверхность.

DNI часто используется в системах концентрированной солнечной энергии (CSP), где солнечный свет фокусируется на небольшой площади для производства тепла и энергии. Это отличается от глобального горизонтального излучения (GHI), так как включает только прямое солнечное излучение, а не рассеянный свет.

Значение DNI зависит от солнечной погоды и атмосферных условий — ясные, безоблачные дни дают более высокие значения DNI, в то время как облачная или туманная погода снижает его значение.

Сводная информация по фотогальваническому энергетическому дневному потенциалу Эстонии и Ида-Вирумаа представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Обзор дневного потенциала фотогальванической энергии для Эстонии и Ида-Вирумаа.

Название	Минимум		Максимум		Единица измерения
	Эстония	Ида-Вирумаа	Эстония	Ида-Вирумаа	
Специфическая фотогальваническая энергия (PVOT)	2,75	2,76	3,05	2,87	кВтч/кВтп
Прямое нормальное излучение (DNI)	2,62	2,71	3,15	2,88	кВтч/м²
Глобальное горизонтальное излучение (GHI)	2,64	2,65	2,89	2,72	кВтч/м²
Диффузное горизонтальное излучение (DIF)	1,29	1,31	1,41	1,36	кВтч/м²
Глобальное наклонное излучение (GTI)	3,22	3,24	3,57	3,36	кВтч/м²
Оптимальный угол наклона солнечных панелей (OPTA)	30	40	42	42	°С
Температура воздуха (TEMP)	5,6	5,7	7,6	6,1	°С

В общем выводе можно отметить, что показатели Ида-Вирумаа не сильно отличаются от общего потенциала фотогальванической энергии Эстонии. Острова и Западная Эстония являются лучшими регионами с точки зрения потенциала фотогальванической энергии в Эстонии. Ида-Вирумаа находится на среднем уровне по этому показателю. Проблемой для Эстонии является то, что солнечная энергия доступна в основном с марта по сентябрь, а производительность зимой, когда энергия необходима больше всего, является низкой.

6.2 Описание основных ограничений и препятствий для возобновляемых источников энергии в Ида-Вирумаа

Развитие возобновляемых источников энергии может быть ограничено рядом факторов. Ограничения, связанные с местоположением, можно разделить на три основные группы: ограничения, вытекающие из законодательства, условий планирования и возможности подсоединения к сети.⁵⁷



Рисунок 13 – Условия и ограничения, связанные с местоположением⁵⁸

В Ида-Вирумаа технические ограничения для производства возобновляемой энергии в основном связаны с ограничениями, касающимися национальной обороны, а также с возможностями электрической сети и инфраструктуры. С точки зрения ограничений национальной обороны, то в Ида-Вирумаа возможно строительство солнечных электростанций мощностью до 50 кВт, для таких проектов ограничений меньше. Солнечные парки мощностью до 50 кВт могут быть установлены по всему региону. Развитие солнечных парков мощностью более 50 кВт рассматривается индивидуально для каждого случая. Вероятно, есть районы, где развитие мощностей более 50 кВт невозможно.

Что касается ветряных турбин, то запрещено устанавливать их на восток от линии Йыхви-Ийзаку, поскольку влияние ветряных турбин на оборудование сектора национальной обороны в этом районе выше.

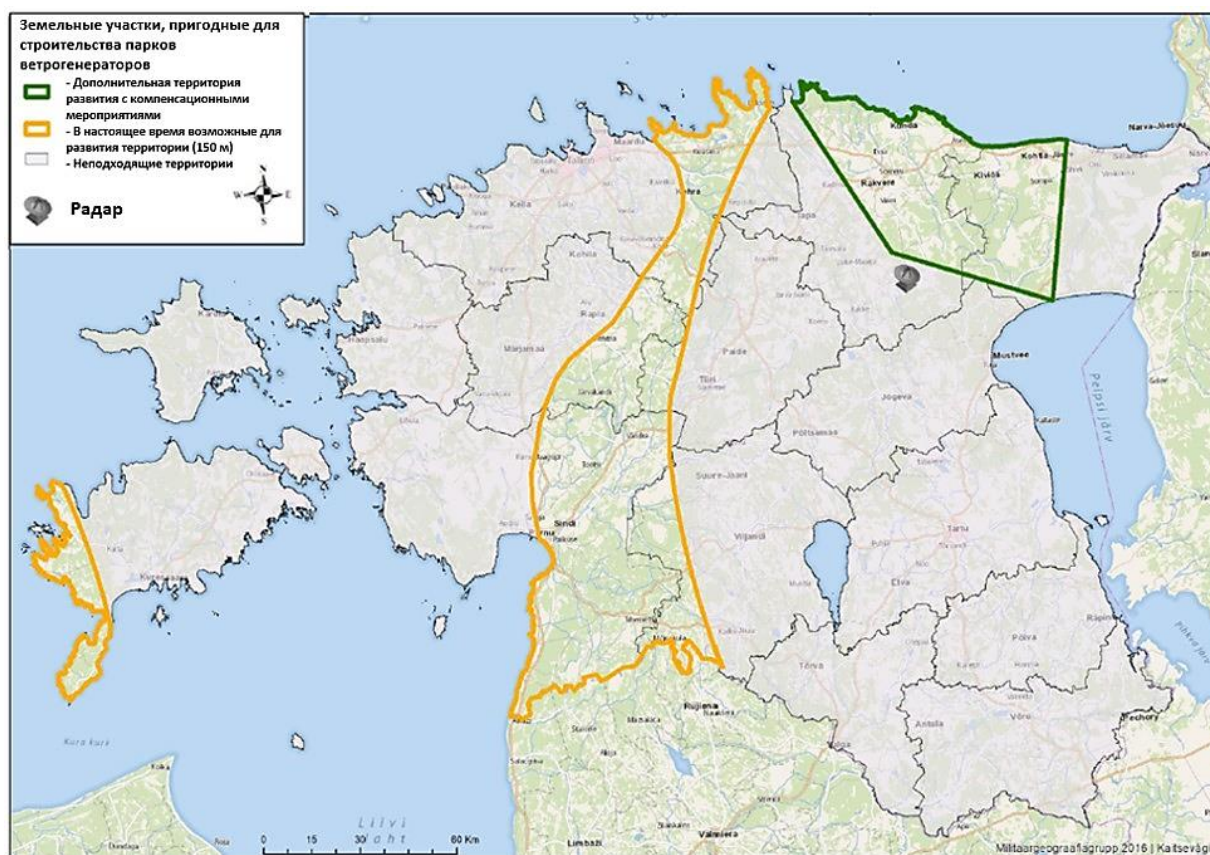


Рисунок 14 – Рекомендации Министерства обороны по выбору подходящих территорий для установки ветряных турбин высотой более 150 м.⁵⁹

В сотрудничестве с Министерством обороны было бы разумно разработать технические условия для Ида-Вирумаа, на основе которых будет решаться, какие проекты по возобновляемой энергии могут быть разрешены, а какие запрещены.

Другим важным ограничением является способность существующей энергетической инфраструктуры принимать дополнительные мощности, так как она не была спроектирована с учётом малых производителей энергии. Для обеспечения производства возобновляемой энергии часто требуется модернизация подстанций и другой энергетической инфраструктуры, что требует крупных инвестиций, делая подключение к сети дорогим. Основную информацию о свободных мощностях инфраструктуры можно получить на сайтах Elektrilevi и Elering, что будет описано в следующем разделе.

6.3 Обзор подходящих территорий для производства солнечной энергии в Ида-Вирумаа

Подходящие участки для производства солнечной энергии должны быть открытыми для солнца и не иметь высоких деревьев или других физических препятствий. В Ида-Вирумаа таких участков множество, особенно подходят бывшие горнодобывающие или промышленные зоны.

Если посмотреть на карту потенциала фотоэлектрической энергии Эстонии, то Ида-Вирумаа не сильно отличается от остальной части страны. Лучшие участки для производства солнечной энергии находятся на востоке области и в прибрежных районах. Каждый участок для установки солнечных панелей следует оценивать отдельно, поскольку существуют различные решения и возможности для их установки. Панели можно монтировать как на земле, так и на крышах зданий или фасадах. При выборе

На сайте Elektrilevi доступна, например, карта свободных мощностей, которая позволяет получить первичную информацию о свободных ресурсах на линиях электропередачи среднего напряжения.⁶⁰ Ниже на рисунках 15, 16, 17 показаны выдержки информации о свободных мощностях некоторых районов Ида-Вирумаа, с целью продемонстрировать, как данные являются доступными. К сожалению, таких участков со свободными мощностями везде не так много.



39

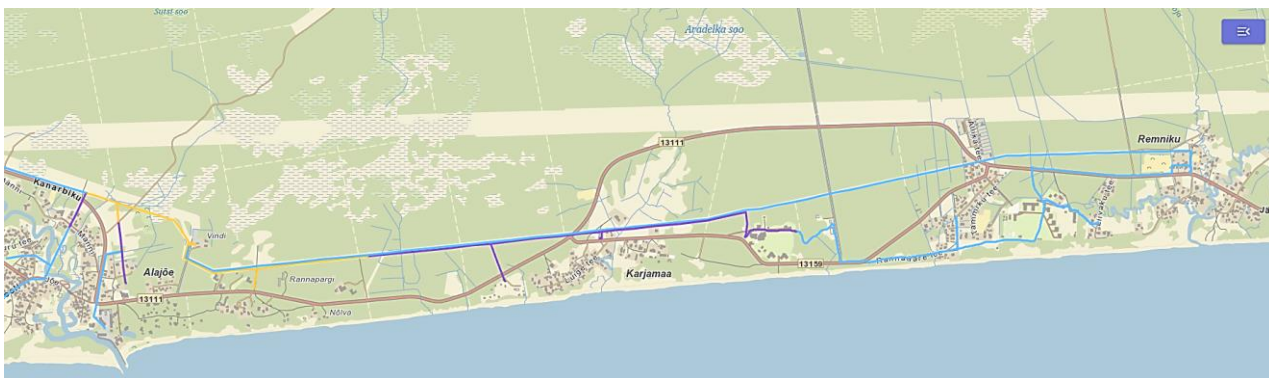


Рисунок 17 - Свободные мощности в районе Алайыз-Карьямаа-Ремнику, желтым - 1000 кВт, фиолетовым - 500 кВт, синим - 200 кВт.

Кроме того, посредством карты на сайте Elering можно получить информацию о свободных мощностях подстанций. Свободный ресурс подстанций в некоторой степени доступен в районах подстанций, отмеченных зелеными и желтыми оттенками. К сожалению, таких подстанций в уезде не очень много.

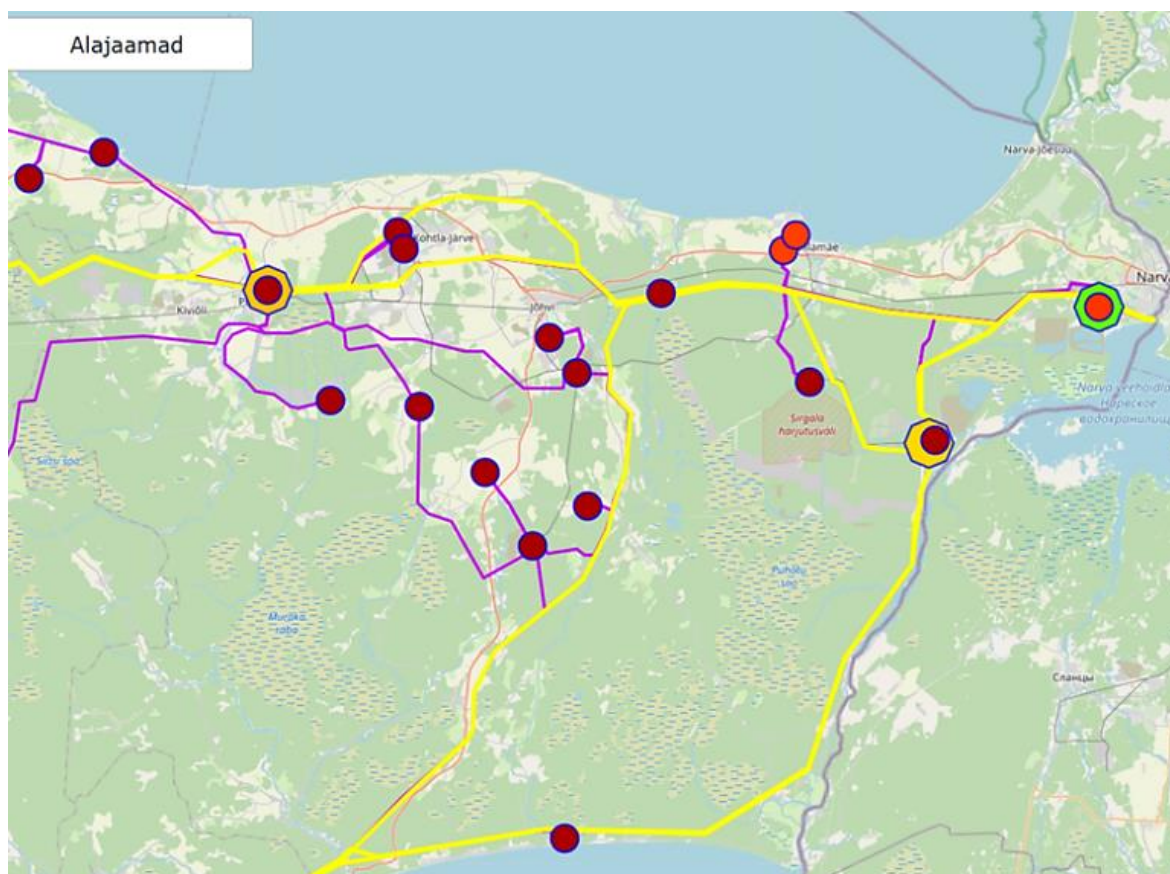


Рисунок 18 - Выдержка из карты Elering по мощности подключения подстанций в Ида-Вирумаа, желтой линией обозначена линия 330 кВ, фиолетовой линией - линия 110 кВ.⁶¹

7 Обзор возможных технических решений по совместному производству и хранению солнечной энергии

7.1 Обзор юридических форм, подходящих для создания энергетических сообществ

В Эстонии существуют различные юридические формы для создания и начала деятельности сообществ возобновляемой энергии. В следующей таблице представлен обзор того, насколько формы различных юридических лиц подходят для реализации в энергетических сообществах по различным аспектам. Всем видам юридических лиц позволено добровольное участие и выход с уведомлением за шесть месяцев. Столбец таблицы, касающийся распределения прибыли, показывает, возможно ли изъятие прибыли из предприятия. Индивидуальному предпринимателю не разрешается предоставлять энергетические услуги другим членам, так как он может состоять только из одного лица. Основное различие между всеми юридическими лицами заключается в их управлении. В таблице 6 приведен обзор возможных форм.

Таблица 6 – Подходящие формы юридических лиц для создания энергетического сообщества в Эстонии. ^{62 63}

Юридическое лицо	Добровольное участие	Распределение прибыли	Возможность предоставления энергетических услуг членам	Возможность выхода из состава с уведомлением за шесть месяцев	Управление
Индивидуальный предприниматель (FIE)	Да	Да	Нет	Да	-
Общество с ограниченной ответственностью (OÜ)	Да	Да	Да	Да	Правление
Акционерное общество (AS)	Да	Да	Да	Да	Акционеры
Полное товарищество (TÜ)	Да	Да	Да	Да	Два или более партнера
Коммандитное товарищество (UÜ)	Да	Да	Да	Да	Два или более партнера
Коммерческий кооператив (TÜ)	Да	Да	Да	Да	Общее собрание
Некоммерческое объединение (MTÜ)	Да	Нет	Да	Да	Правление

Из вышеуказанной таблицы можно сделать вывод, что для создания энергетических сообществ не подходят формы юридических лиц индивидуального предпринимателя и некоммерческого объединения, если целью является получение прибыли. Другие формы юридических лиц подходят для деятельности энергетического сообщества. Некоммерческое объединение может быть предпочтительным выбором, если целью не является получение прибыли для членов, а целью является направить полученную прибыль на развитие общих интересов и целей сообщества.

7.2 Общий обзор производства и хранения возобновляемой энергии, включая тенденции и развитие

Использование возобновляемых источников энергии находится в мировом тренде роста, поскольку оно имеет как политическую, так и общественную поддержку, а также происходит быстрое развитие технологий производства и хранения возобновляемой энергии. Для производства электроэнергии используются различные источники энергии с нулевым или низким углеродным следом в зависимости от географического региона и доступности или наличия энергетических ресурсов. Например, на Ближнем Востоке широко используется природный газ для производства электроэнергии, в некоторых районах также преобладает тепловая или гидроэнергия. Однако наиболее распространенные и доступные возобновляемые источники энергии — это ветер и солнце. Во многих регионах мира, где энергия доступна с минимальными затратами, возобновляемая энергия является также наиболее экономически выгодным источником. Эффективности производства возобновляемой энергии способствует, если энергетические ресурсы доступны на месте, и нет необходимости в их закупке и транспортировке. Также важно развивать технологии и производить оборудование на месте, что снижает логистические расходы.⁶⁴

Технические решения по хранению энергии помогают в таких регионах, как Эстония и соседние страны, сохранять энергию на периоды, когда производство возобновляемой энергии не осуществляется. Включение решений по хранению не всегда увеличивает экономическую эффективность, так как первоначальные инвестиции возрастают. Тем не менее, технологии производства возобновляемой энергии и технические решения развиваются очень быстро, становясь все более эффективными, что позволяет производить возобновляемую энергию с низкими затратами даже в районах, где источники энергии не всегда доступны или их производительность нестабильна и зависит от сезона.

Поскольку данное исследование фокусируется на энергетических сообществах и внедрении солнечной энергии, далее приведен краткий обзор технологий солнечных панелей и их использования в мире.

7.2.1 Обзор развития фотогальванических технологий

Использование солнечных панелей продолжает расти, и в последние годы этот тренд значительно усилился по всему миру. Также увеличилась экономическая эффективность использования солнечной энергии по сравнению с другими источниками энергии. Технологии солнечных панелей можно условно разделить на три поколения:

1. **Технологии на основе пластин из кристаллического кремния (wafer-based crystalline-Si Technologies, c-Si)**, включая моно-, мульти- и поликристаллические солнечные панели.
2. **Тонкопленочные солнечные панели (thin film solar cells).**
3. **Перспективные панели нового поколения (emerging advanced cells)**, которые могут преодолеть предел Шокли-Квиссера (31–41% эффективность).

Солнечные панели в основном состоят из кремния, и 95% используемых в мире солнечных панелей, относящихся к первому поколению — это кристаллические солнечные панели. Второе поколение является нишевым продуктом на рынке, а третье поколение всё ещё находится на стадии разработки и не поступило на рынок.⁶⁵

Более 90% солнечных панелей на рынке производятся в Азии, из которых около 75% — в Китае. Разработка и совершенствование солнечных панелей продолжаются, и на рынок ожидаются новые усовершенствованные панели.

Средняя взвешенная эффективность солнечных панелей, произведённых ведущими производителями и установленными по всему миру, составляет 22,6%.⁶⁶ Средняя взвешенная стоимость установленных солнечных панелей в мире 2022 году составляет 0,876 USD/W, что на 4% ниже по сравнению с 2021 годом и на 83% ниже по сравнению с 2010 годом. Стоимость установки солнечных панелей сильно различается в разных странах: например, в Японии стоимость установки составляет 1905 USD/kW, а в Индии — 640 USD/kW, при этом затраты на установку продолжают расти.⁶⁷ Около 40% затрат на солнечные электростанции составляют инверторы и солнечные панели, а около 60% затрат на установку солнечных панелей составляют так называемые "мягкие" или дополнительные расходы, не связанные со стоимостью инверторов и панелей, такие как затраты на рабочую силу, оформление документов, дополнительные электрические линии и т.д.⁶⁸ В этой области есть значительный потенциал для сокращения затрат.

7.2.2 Обзор решений для хранения солнечной энергии

Во всем мире используется несколько технологий для хранения солнечной энергии и энергии в целом, чтобы обеспечить доступность энергии, когда производство солнечной или возобновляемой энергии не происходит. Ниже представлен обзор некоторых основных решений по хранению возобновляемой энергии:^{69 70 71}

- **Литий-ионные аккумуляторы**
Самый популярный метод хранения солнечной энергии в домах и на предприятиях. Они также используются в электромобилях. Подходят для небольших проектов.
- **Свинцовые аккумуляторы**
Очень популярная технология. Она относительно недорогая и может обеспечивать высокие пиковые токи (большую энергетическую мощность). Эти характеристики делают свинцовые аккумуляторы привлекательным выбором для использования в транспортных средствах (например, обычный автомобильный аккумулятор — это свинцовый аккумулятор). Свинцовые аккумуляторы можно использовать в условиях, схожих с литий-ионными, но их более короткий срок службы увеличивает стоимость хранения.
- **Проточные аккумуляторы (flow batteries)**
Подходят для масштабного хранения солнечной энергии. Они используются на солнечных электростанциях, так как могут длительное время и в больших объемах хранить энергию.
- **Хранение тепловой энергии (TES)**
Солнечная энергия преобразуется в тепло и сохраняется в специализированных системах накопления тепла. Такое решение может быть полезно на крупных солнечных электростанциях, где избыточное тепло может быть сохранено в таких носителях, как расплавленная соль или вода. Это сохраненное тепло можно использовать непосредственно для отопления или преобразовывать обратно в электрическую энергию.
- **Хранение водорода**
С помощью солнечной энергии производится водород, который затем можно использовать для производства электроэнергии или в качестве топлива. Это позволяет осуществлять долгосрочное и крупномасштабное хранение энергии. Однако стоимость водорода высока, и для его более широкого применения необходимо найти более эффективные методы.
- **Суперконденсаторы**
Они обеспечивают быстрое накопление и высвобождение энергии, но подходят для краткосрочных энергетических потребностей. Часто используются в малых устройствах или системах. Суперконденсатор имеет более высокий КПД и мощность, а также более долгий срок службы по сравнению с аккумуляторами, но меньшую энергетическую плотность на единицу массы.
- **Устройства хранения энергии на сжатом воздухе**
Устройства хранения энергии на сжатом воздухе основаны на использовании электричества для производства и хранения сжатого воздуха в подземных полостях. Воздух освобождается по мере необходимости, и проходя через турбину, он генерирует электричество.

Используемые компрессоры и газовые турбины считаются устоявшейся технологией. Подходят для долгосрочного хранения энергии и крупных проектов.

Решения для хранения солнечной энергии имеют ключевое значение для обеспечения стабильности и доступности этого вида энергии, независимо от погодных условий.

7.3 Обзор производства возобновляемой энергии в Эстонии

В Эстонии производство возобновляемой энергии находится в стадии роста, что ясно видно на приведенной ниже рисунке 19. Особенно быстро растет производство солнечной энергии.

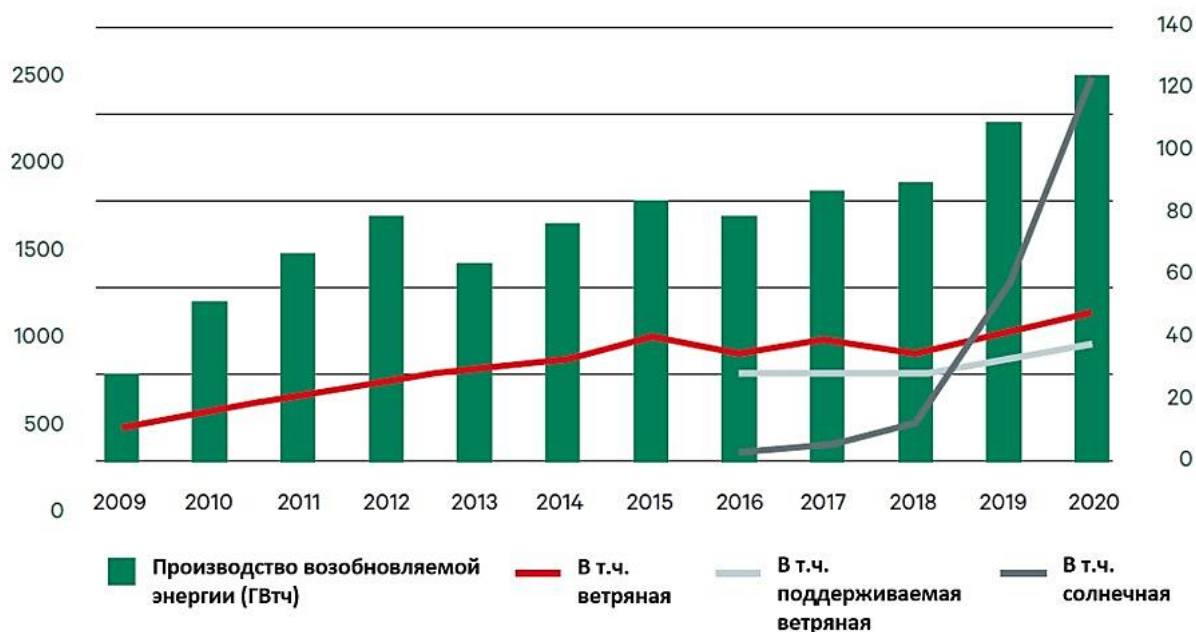


Рисунок 19 - Объемы производства возобновляемой энергии в Эстонии.⁷²

В Эстонии возобновляемая энергия производится в основном на базе двух источников: ветра и солнца (Рисунок 20).

Вид энергии	Подсоединённая к сети Эстонии мощность, МВт*
Солнце	879
Ветер	439
Биомасса **	397
Гидро	8
Биогаз **	5
Всего	1728

(*) - по состоянию на 30.06.2024

(**) - с возможностью использования в качестве возобновляемого топлива



Рисунок 20 – Подключенная мощность возобновляемой энергии к сети на 30.06.2024 и распределение выработки электроэнергии по видам топлива за 2023 год.⁷³

Электричество производится из ветра в основном с помощью больших турбин и на крупных наземных или морских ветряных электростанциях, которые в основном расположены в прибрежных районах Эстонии. Использование ветряных турбин меньшего размера в домашних хозяйствах или в энергетических сообществах не получило широкого распространения. Тем не менее разработчики технологий также разрабатывают ветряные турбины меньшего размера, и их использование в домашних хозяйствах и энергетических сообществах может расшириться в ближайшие годы.

Как и в других странах мира, в Эстонии в основном используются моно- и поликристаллические солнечные панели, то есть панели первого поколения. Преимущества таких панелей заключаются в их низкой стоимости, хорошей работе при прямом солнечном свете и широких возможностях применения. Недостатком является чувствительность к погодным условиям — они более эффективны в теплых климатах, где больше прямого солнечного света.⁷⁴

Также используются солнечные коллекторы, которые позволяют производить тепло. Солнечный коллектор работает на принципе вакуумных труб. Летом коллектор может полностью покрыть потребности домохозяйства в горячей воде. Вакуумные трубы содержат охлаждающую жидкость,

которая нагревается с помощью солнечного тепла. Собранная энергия направляется в систему водоснабжения дома и используется для хозяйственных нужд.

Благодаря углу наклона U-труб коллектор эффективно поглощает энергию даже под разными углами солнечного света и работает хорошо при угле наклона от 30 до 70 градусов. Для солнечных панелей оптимальный угол наклона составляет 45–60 градусов, при меньших углах эффективность значительно снижается.

Большим преимуществом вакуумного коллектора является высокая поглощаемость солнечного излучения, благодаря стеклянным трубам, в которых специальный слой не позволяет солнечному излучению отражаться обратно. Солнечные коллекторы используются для нагрева воды, а также поддерживают работу отопительных систем, снижая затраты на отопление. Считается, что они очень эффективны.

Солнечные коллекторы стоят дороже солнечных панелей, однако в среднем они на 30% мощнее и эффективнее по сравнению с солнечными панелями.⁷⁵

7.3.1 Обзор используемых в Эстонии решений для хранения солнечной энергии

В Эстонии использование и хранение солнечной энергии является растущей тенденцией, поскольку солнечная энергия играет важную роль в достижении целей страны в области возобновляемой энергетики. Решения для хранения энергии обеспечивают дополнительную гибкость и возможность накапливать энергию в периоды, когда её много или она дешёвая, и использовать её, когда она дорогая или когда нет солнечного света.

Предлагаемыми для развития технологиями хранения, которые могли бы начать использоваться в Эстонии, являются насосно-аккумулирующие станции, литий-ионные батареи, проточные батареи, водород и тепловые аккумуляторы (вода).⁷⁶

В Эстонии в малых решениях по производству возобновляемой энергии для хранения в основном используются аккумуляторные решения. Например, литий-ионные батареи являются одним из самых распространённых способов хранения солнечной энергии в домах и малых предприятиях. Эти батареи накапливают солнечную энергию, произведённую днём, и освобождают её вечером или в облачные дни. Многие домохозяйства устанавливают аккумуляторные системы вместе с солнечными панелями, чтобы максимизировать использование произведённой энергии.

Крупномасштабные аккумуляторные системы сегодня используются в солнечных парках при крупномасштабном производстве солнечной энергии. Солнечные парки и большие производственные объекты начали инвестировать в крупномасштабные аккумуляторные системы. Они позволяют накапливать большие объёмы энергии и направлять её в сеть, когда потребность в электроэнергии велика, помогая сбалансировать колебания между производством и потреблением.⁷⁷

В Эстонии использование возможностей хранения солнечной энергии ещё находится на стадии развития, но в свете развивающихся технологий и целей зелёного перехода ожидается, что решения для хранения станут всё более доступными и важными как для домохозяйств, так и для промышленности.

7.4 Обзор мощностей, стоимости и рентабельности солнечных панелей и решений для хранения энергии, подходящих для сообществ возобновляемой энергии

В Эстонии наиболее распространено микро-производство возобновляемой энергии. Микропроизводством считается производство энергии в объеме до 15 кВт и таких производителей в Эстонии больше всего. Производителями электроэнергии становятся при производстве электроэнергии в объеме свыше 15 кВт и передачи её в сеть. В случае технических решений мощностью до 15 кВт, как правило, это установки, установленные в частных домах, и такие решения являются предпочтительными, при этом практически нет ограничений на их установку.

Производственные мощности сообществ возобновляемой энергии больше, чем у микропроизводителей, и они считаются производителями электроэнергии. Мощности производства электроэнергии сообществ возобновляемой энергии могут сильно различаться в зависимости от размера сообщества, потребностей, возможностей, подключения производственных предприятий и так далее.

Прежде чем приступать к созданию солнечной электростанции, необходимо обдумать несколько вопросов, таких как:

- Каковы цели энергетического сообщества?
- Планируется ли потреблять энергию на месте или продавать ее в сеть?
- Какие технические условия для строительства солнечной электростанции существуют на выбранной локации?

Стоимость установки солнечных панелей и рентабельность зависят от конкретного местоположения, условий и возможностей. Рентабельность солнечных электростанций зависит от таких факторов, как:

- Величина первоначальных инвестиций.
- Местоположение солнечной электростанции.
- Эффективность установленного оборудования.
- Качество выполненных работ.
- Возможности получения субсидий и финансирования.
- Величины собственного потребления энергии.

Одним из важнейших факторов при расчете рентабельности является доля собственного потребления: чем больше этот показатель, тем прибыльнее и рентабельнее производство солнечной энергии.

Учитывая ограничения на производство солнечной энергии в Ида-Вирумаа, связанные с национальной безопасностью, в этом уезде, вероятно, будет проще установить солнечные панели мощностью до 50 кВт. В связи с этим ниже приведены данные о стоимости установки солнечных панелей мощностью 20 кВт и 50 кВт. Также для сравнения приведены данные о стоимости установки солнечных панелей мощностью 100 кВт, поскольку, как правило, строительство солнечной электростанции большей мощности быстрее становится рентабельным. Приведены средние стоимости установки солнечных панелей мощностью 20 кВт, 50 кВт и 100 кВт и время их окупаемости.

Ниже представлена таблица с обзором стоимости установки солнечных панелей и времени их окупаемости (таблица 7), основанная на данных от Eesti Energia. При расчете рентабельности принято, что в среднем 40% энергии потребляется на месте, а оставшаяся часть продается в сеть.

Таблица 7 - Обзор стоимости, производительности и окупаемости установки на базе солнечных панелей ⁷⁸

Солнце, кВтп	Стоимость установки, евро, без НДС	Производительность солнечных панелей, кВтч	Доход от использования солнечных панелей, евро	Срок окупаемости, лет
20	13 934	19000	1 805	8
50	29 508	47500	4 513	7
100	45 082	95000	9 025	5

Примерные затраты на решения для хранения энергии (таблица 8) представлены как стоимость домашних аккумуляторов и потенциальная выгода при установке солнечных панелей на примере потребления 12 МВтч. Доходы от рынков частот не включаются в полученные доходы.

Таблица 8 - Обзор стоимости и рентабельности решений для хранения энергии ⁷⁹

Аккумулятор, кВтч	Стоимость, евро, без НДС	Доход от использования аккумулятора, евро	Срок окупаемости, лет
11	4 794	731	6,5
14.7	5 981	913	6,5
18.4	7 169	1 051	6,8
22.1	8 356	1 241	6,7
25.8	9 544	1 400	6,8
29.4	10 731	1 542	6,9

Кроме того, ниже приведен пример оптимального комплексного решения, если, например, имеется солнечная электростанция мощностью 100 кВт и предполагается, что потребление превышает 100 МВтч в год. Предлагаемое решение для аккумулятора будет 100 кВт/200 кВтч. Стоимость решения составит 74 750 евро. Дополнительный доход от солнечной энергии только с аккумулятора составит 6000 евро на рынке "день вперед" и 8500 евро на рынке резервных мощностей. Такое комплексное решение будет стоить 119 832 евро, а общий доход за год составит 23 525 евро, то есть срок окупаемости составит 5 лет. ⁸⁰

На рынке "день вперед" при управлении аккумулятором можно заряжать аккумулятор в дешевые часы или использовать излишки локальной солнечной энергии. Электричеством в аккумуляторе можно покрывать собственное потребление в дорогие часы или продавать его в сеть. При управлении аккумулятором на резервных рынках можно заряжать аккумулятор еще дешевле, чем на рынке "день вперед", и продавать энергию на резервном рынке, получая больший доход, чем на рынке "день вперед".

Каждый домовладелец может с помощью калькулятора солнечных панелей и аккумуляторов от Eesti Energia легко получить информацию о том, сколько солнечных панелей можно установить на своем домохозяйстве, какие существуют решения для хранения энергии и их стоимость, а также какой будет срок окупаемости. Информацию о доступности солнечной энергии и ее производительности можно получить в различных веб-приложениях, таких как <https://globalsolaratlas.info/> и <https://re.jrc.ec.europa.eu/>.

8 Резюме собранных данных и проведенного анализа

На основе собранных данных и проведенных интервью в ходе проведенного технико-экономического исследования можно сделать вывод, что производство возобновляемой энергии частными лицами имеет тенденцию роста как в Эстонии, так и в Ида-Вирумаа. Для этого созданы хорошие условия, и существенных препятствий для производства возобновляемой энергии мощностью до 15 кВт нет. Однако деятельность по производству возобновляемой энергии на уровне общин не активна и еще находится на начальной стадии в Ида-Вирумаа, и этим вопросом необходимо заниматься более активно. Почти все участники опроса согласились с тем, что в Эстонии нет лучшей альтернативы производству возобновляемой энергии, и что важно заниматься увеличением производства возобновляемой энергии. Это сопряжено с несколькими важными положительными результатами, такими как энергетическая независимость, энергетическая безопасность, контроль над расходами на энергию, положительный имидж региона и повышение его привлекательности, повышение осведомленности людей и их готовности к кризисным ситуациям.

В уезде есть активные люди и организации (некоторые местные самоуправления, IVOL), которые заинтересованы в том, чтобы заниматься этой темой и уже разработали и реализуют мероприятия по созданию сообществ возобновляемой энергии. Таким образом, начало положено, и готовность к действиям существует. Кроме того, Ида-Вирумаа исторически является регионом, где производится электричество, где есть специалисты и знания в этой области, а также бывшие горнодобывающие и промышленные территории, которые вполне подходят для производства возобновляемой энергии. В силу своей исторической подоплеку существует и противодействие, поскольку отказ от использования сланца экономически напрямую влияет на многих жителей уезда, и это вызывает непонимание и противодействие. Ключевыми мероприятиями считались повышение осведомленности общественности и проведение разъяснительной работы, а также создание положительных примеров, чтобы люди начали понимать необходимость и полезность совместных деятельности.

Ставя развитие энергетических сообществ в качестве приоритета уезда, можно направить финансовые ресурсы на деятельность, согласовать важные мероприятия и обязательства между различными учреждениями и организациями. Впереди самое большое поле работы — повышение осведомленности населения уезда. Учреждения и организации и их представители осведомлены об этой теме и понимают ее важность и необходимость, но на уровне отдельных лиц существует много непонимания, неуверенности и неверия. Свою роль в этом может также сыграть отсутствие или нехватка информации на русском языке. В ходе опроса сложилось впечатление, что недоверия больше, особенно среди русскоязычного населения.

Важно работать над устранением технических препятствий, таких как ограничения, связанные с национальной безопасностью или возможностями подсоединения к сети, которые чаще всего упоминались в ходе опроса. Если устранить эти препятствия невозможно, то деятельность должна быть спланирована с учетом этих факторов. Следует направить деятельность в такие регионы, где можно проводить разработки, или делать проекты такой мощности и масштаба, которые можно реализовать. Возможно, общинам не имеет смысла и не по силам сразу начинать крупные разработки. Начать можно с более мелких проектов (до 50 кВт). Также всегда можно улучшить обмен информацией, коммуникацию и сотрудничество между учреждениями и организациями. Например, сетевые компании отметили, что важно работать над уточнением потребностей и целей регионов или сообществ в электроэнергии и соответствующим образом планировать деятельность на долгосрочную перспективу. Не всегда требуется инвестировать в улучшение сети, можно договориться с общинами о приоритетах, где и какие объекты следует подключать к электроснабжению или сети, а какие потребители или производственные установки могут быть отключены в периоды, когда сеть не в состоянии обеспечить нужды. Операторы сетей готовы участвовать в таких обсуждениях. Также есть много возможностей для управления распределением и потреблением.

В ходе работы было установлено, что административных и технологических препятствий для развития энергетических сообществ нет. Электричество из возобновляемых источников могут производить как частные лица, так и общины. Также существуют технологии для прибыльного производства электроэнергии из возобновляемых источников, и с развитием технологий прибыльность будет расти. В ходе работы в качестве примера были предложены стоимость и рентабельность строительства трех солнечных парков различной мощности, подходящих для развития энергетических сообществ, а также стоимость и рентабельность решений по хранению энергии. Собранные данные показывают, что срок окупаемости таких решений составляет 5–7 лет, что вполне разумно для инвестиций. Одним из важных факторов, влияющих на рентабельность, является доля собственного потребления, чем она выше, тем выгоднее инвестиции. Гибкость и дополнительные возможности предоставляют решения для хранения энергии и управления производством и потреблением энергии, с которыми пока еще недостаточно знакомы. Например, решения для хранения энергии позволяют не только сохранять избыточную энергию в аккумуляторах, но и накапливать электричество, когда цена на рынке низкая, и использовать его, когда цена высока. Также не должно возникнуть проблем с поиском финансирования для таких проектов, если имеется рабочий бизнес-план. Самое важное — это донести людям, почему важно заниматься производством возобновляемой энергии на уровне общин, какие плюсы это дает и почему люди должны объединиться для этого. Необходимо получить положительные примеры.

9 Предложения по развитию энергетических сообществ в Ида-Вирумаа

На основе информации, собранной в ходе технико-экономического исследования, для развития энергетических сообществ в Ида-Вирумаа необходимы следующие мероприятия:

- **Определить энергетические сообщества как региональный приоритет, установить цели и показатели.** В региональных документах развития уже обозначена необходимость развития энергетических сообществ, а также указаны цели нескольких местных самоуправлений, однако общее понимание и осознание этого как приоритета отсутствует.
- **Планировать меры финансовой поддержки для развития и продвижения энергетических сообществ (сообществ возобновляемой энергии), проводить информационно-просветительскую работу, в том числе на русском языке.** Создать условия для поддержки активных сообществ и оказания экспертной помощи, например, информационно-просветительской и экспертной помощи существующим садоводческим или квартирным товариществам, которые уже действуют как сообщества при покупке электроэнергии. Создать возможности для создания 1–2 пилотных проектов с положительными результатами в уезде и проведения необходимых информационно-просветительских мероприятий. Развитие энергетических сообществ может осуществляться, например, за счет налоговых льгот или более выгодных условий кредитования.
- **Договориться о создании ответственной или экспертной организации на уровне уезда и её финансировании,** которая будет развивать соответствующие компетенции или привлекать специалистов и станет экспертом по теме энергетических сообществ в уезде, проводить активную информационно-разъяснительную работу и быть независимым консультантом для общин. Важно договориться о финансировании этой деятельности.

- **При планировании и разработке проектов учитывать текущие ограничения**, поддерживать проекты, которые реально осуществимы и окупаемы, например, развивать проекты с такой мощностью (например, солнечный парк до 50 кВт) и в такой области, где это разумно и возможно реализовать и там, где есть возможности, чтобы не менее 40% производимой электроэнергии производилось для потребления на месте.
- **Определить с Министерством обороны и сетевыми предприятиями условия и районы**, где можно или нельзя проводить соответствующие разработки, или какие технические требования необходимо соблюдать для реализации проектов, чтобы эти условия можно было учитывать при проектировании.

10 Приложение 1. Вопросы для интервью

Опрос для выяснения желания, способности, потребностей и препятствий для инвестирования в кооперативы возобновляемой энергии в Ида-Вирумаа.

Имя и должность интервьюируемого:

1. Цель опроса: по поручению Эстонского Зеленого Движения TalTech проводит опрос, целью которого является выяснение желания, способности, потребностей и препятствий для инвестирования в кооперативы возобновляемой энергии в Ида-Вирумаа.

2. Форма проведения опроса:

- a. Организуется встреча с интервьюируемым на месте или в Teams, длительность около 1 часа;
- b. Форма вопросов заранее отправляется интервьюируемому для ознакомления;
- c. Вопросы анкеты обсуждаются с интервьюируемым на встрече;
- d. Результат опроса оформляется интервьюером на встрече или после встречи, по запросу заполненная анкета высылается интервьюируемому для ознакомления/подтверждения.

3. Анкета/темы обсуждения:

О сфере "Энергетических кооперативов" в целом:

3.1 Насколько хорошо вы знакомы с темой "Энергетических кооперативов" (энергетических сообществ, кооперативов возобновляемой энергии)? Что такое "Энергетический кооператив" в вашем понимании?

3.2 Как вы оцениваете свои знания о сфере "Энергетических кооперативов" (хорошие, средние, не в курсе)? Пожалуйста аргументируйте свой ответ.

3.3 Является ли развитие "Энергетических кооперативов" в целом необходимым? Пожалуйста аргументируйте свой ответ.

3.4 Что вы знаете о развитии в сфере "Энергетических кооперативов"? В том числе:

- Технологические возможности;
- Организационно-правовые формы;
- Возможности финансирования.

"Энергетические кооперативы" в Ида-Вирумаа:

3.5 Как, на ваш взгляд, сейчас обстоят дела с развитием в сфере "Энергетических кооперативов" в уезде? Ведется ли в уезде работа по развитию в сфере "Энергетических кооперативов"?

3.6 Каковы, по вашему мнению, возможности/перспективы развития "Энергетических кооперативов" в уезде?

3.7 Каковы, по вашему мнению, готовность и возможности учреждений и организаций уезда заниматься темой "Энергетических кооперативов"?

3.8 Каковы, по вашему мнению, ключевые организации в уезде в сфере "Энергетических кооперативов", кто занимается этой темой или должен ею заниматься? Обоснуйте, пожалуйста, свой выбор.

3.9 Какую выгоду может получить регион, девелопер, от развития "Энергетических кооперативов"? Зачем заниматься этой тематикой? Пожалуйста, приведите не менее трех причин.

3.10 Что мешает развитию "Энергетических кооперативов" в уезде? Назовите не менее трех препятствий.

3.11 Что способствует развитию "Энергетических кооперативов" в уезде? Назовите не менее трёх.

3.12 Что, по вашему мнению, требуется для развития „Энергетических кооперативов“ в уезде? Пожалуйста приведите не менее трёх.

3.13 Какие потенциальные ресурсы или поддержка доступны в уезде для развития "Энергетических кооперативов"?

3.14 Каких потенциальных ресурсов или поддержки не хватает в уезде для развития "Энергетических кооперативов"?

3.15 Каковы ваши предложения по стимулированию развития "Энергетических кооперативов " в уезде? Какие решения вы предлагаете?

Личная мотивация участвовать в проектах в сфере "Энергетических кооперативов ":

3.16 Какие, по вашему мнению, сформировались взгляды и отношение у местных жителей по отношению к "Энергетическим кооперативам"?

3.17 Каковы, по вашему мнению, возможности и желание жителей уезда участвовать в проектах в сфере "Энергетических кооперативов"?

3.18 Заинтересованы ли вы в участии в развитии проектов в сфере "Энергетических кооперативов"? Что могло бы мотивировать вас принять участие в них?

3.19 Готовы ли вы инвестировать в развитие в сфере "Энергетических кооперативов"? Пожалуйста обоснуйте ответ.

3.20 Насколько хорошо вы знакомы с техническими решениями в сфере "Энергетических кооперативов" и их использованием? Включая:

- Солнечные панели, солнечные коллекторы;
- Малые ветрогенераторы;
- Решения для хранения энергии (аккумуляторы, водородные решения и т. д.);
- Использования энергии (зарядные станции для электромобилей, тепловые насосы и т.д.);
- Решения по управлению производством и потреблением энергии;
- Другое (укажите).

3.21 Насколько вы знакомы с темой управления энергопотреблением (оптимизация производства-потребления-хранения энергии на основе биржевых цен и т. д.)? Насколько это было бы вам интересно?

3.22 Какая помощь или поддержка, по вашему мнению, могут понадобиться/необходимы потенциальным разработчикам технических решений в сфере "Энергетических кооперативов"? Предложите, пожалуйста, не менее трёх вариантов.

3.23 Как, по вашему мнению, возможно привлечь заинтересованные стороны к созданию и развитию проектов в сфере "Энергетических кооперативов"? Предложите, пожалуйста, не менее трёх вариантов.

3.24 Считаете ли вы, что необходимо проводить мероприятия по повышению уровня знаний по тематике "Энергетических кооперативов"? (семинары, обучения, технические консультации и т.д.)

План действий по запуску общественного энергетического проекта

3.25. Согласны ли вы с тем, что диаграмма ниже описывает общую дорожную карту построения энергетических сообществ? Пожалуйста, оцените по шкале от 1 до 5 (1 – совершенно не согласен, 5 – полностью согласен).

1 2 3 4 5

3.26. Считаете ли вы мероприятия, описанные в этом плане действий, достаточными для успешного создания энергетического сообщества? Насколько понятны описанные мероприятия для каждого этапа плана действий (от шага 1 до шага 4)?

1. Выбор подходящего географического местоположения	
Вопросы/темы/мероприятия	Участники
Из какого источника получается энергия? Необходимо ли строить отдельную инфраструктуру (здания) для производства энергии и эксплуатации системы? Насколько большим будет участвующее сообщество и кем они будут?	Инженеры-электрики, оператор энергосистемы, возможные члены сообщества

↓

2. Определение целей энергетического сообщества	
Вопросы/темы/мероприятия	Участники
Речь идет только о производстве энергии или еще и о ее хранении? Чего хочет достичь энергетическое сообщество, чтобы помочь местному сообществу? Каково видение будущего?	Местные органы власти и должностные лица, члены сообщества, инженеры-электрики

↓

3. Определение наиболее подходящей правовой формы для достижения целей энергетического сообщества	
Вопросы/темы/мероприятия	Участники
Решается, предлагать ли населению услуги с целью получения прибыли (обучения, мероприятия, строительство объектов и т. д.) или продавать всю произведенную энергию. Готовы ли они также ограничить свою прибыль и использовать инвестиции на благо общества, или члены их энергетического сообщества хотят сосредоточиться на получении прибыли, а не инвестировать в сообщество?	Юристы, потенциальные члены энергетического сообщества, представители местных органов власти

↓

4. Создание юридического лица и начало деятельности	
Вопросы/темы/мероприятия	Участники
Как начать различные виды деятельности и как достичь поставленных целей?	Юристы, представители органов местного самоуправления, члены энергетического сообщества

11 Isпользованная литература и материалы

- ¹ Jose, D. S., Faria, P., & Vale, Z. (2021). Smart Energy Community: A Systematic Review with Metanalysis. *Energy Strategy Reviews*, 36, 1-12.
- ² Bashi, M. H., Tommasi, L., Cam, A., Relano, L. S., Lyons, P., Mundo, J., Pandelieva-Dimova, I., Schapp, H., Loth-Babut, K., Egger, C., Camps, M., Cassidy, B., Angelov, G., & Stancioff, C. E. (2023). A Review and Mapping Exercise of Energy Community Regulatory Challenges in European Member States Based on a Survey of Collective Energy Actors. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 172, 1-25.
- ³ Barabino, E., Fioriti, D., Guerrazzi, E., Mariuzzo, I., Poli, D., Raugi, M., Razaei, E., Schito, E., & Thomopoulos, D. (2023). Energy Communities: A Review on Trends, Energy System Modeling, Business Models, and Optimisation Objectives. *Sustainable Energy, Grids, and Networks*, 36, 1-23.
- ⁴ Bonfert, B. (2024). 'We like sharing energy but currently there's no advantage': Transformative opportunities and challenges of local energy communities in Europe. *Energy Research and Social Science*, 107, 1-9.
- ⁵ „Energiatalgud,” [Online]. Available: https://energiatalgud.ee/sites/default/files/2022-06/III%20KOV%20t%C3%B6%20t%C3%B6tuba_MHelmja.pdf. [Accessed 20 02 2024].
- ⁶ Caramizaru, A. & Uihlein, A. (2019). Energy Communities: An Overview of Energy and Social Innovation.
- ⁷ Bauwens, T., Schraven, D., Drawing, E., Radtke, J., Holstenkamp, L., Gotchev, B., & Yildiz, O. (2022). Conceptualizing community in energy systems: A systematic review of 183 definitions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 156, 1-16.
- ⁸ Huybrechts, B., Perez-Suarez, M., Cobena, M., & Sanchez-Torne, I. (2024). Energy co-operatives in Spain: The role of social enterprises in the energy transition. 160, 1-13.
- ⁹ Fina, B., Monsberger, C., & Auer, H. (2022). A framework to estimate the large-scale impacts of energy community roll-out. *Heliyon*, 8, 1-11.
- ¹⁰ Kumar, M. (2020). Social, Economic, and Environmental Impacts of Renewable Energy Resources in Wind Solar Hybrid Renewable Energy System. [Social, Economic, and Environmental Impacts of Renewable Energy Resources | IntechOpen](#)
- ¹¹ Soeiro, S. & Dias, M. F. (2020). Renewable energy community and the European energy market: main motivations. *Heliyon*, 6(7), 1-6.
- ¹² Appelbaum, S. H. (1997). Socio-technical systems theory: an intervention strategy for organizational development. *Management Decision*, 35(6), 452-463.
- ¹³ Edling, L. & Danks, C. (2022). What came first, the pellet or boiler? Interacting leverage points within a sociotechnical system in the United States. *Energy Research & Social Science*, 88, 1-11.
- ¹⁴ Arenguseire keskus, veebimaterjal <https://arenguseire.ee/raportid/energiauhistute-kujunemise-valjavaated-eestis/>. [Accessed 08 02 2024].
- ¹⁵ Riigi Teataja, veebimaterjal <https://www.riigiteataja.ee/akt/104072024007?leiaKehtiv>
- ¹⁶ Riigi Teataja, veebimaterjal <https://www.riigiteataja.ee/akt/109102020010?leiaKehtiv>
- ¹⁷ Euroopa Komisjoni koduleht, veebimaterjal https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_et
- ¹⁸ Kliimaministeeriumi koduleht, veebimaterjal <https://kliimaministeerium.ee/euroopa-liidu-kliimaeesmargid>
- ¹⁹ ELi päikeseenergia strateegia, veebimaterjal https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:516a902d-d7a0-11ec-a95f-01aa75ed71a1.0007.02/DOC_1&format=PDF, lk.4.
- ²⁰ Kliimamuutustega kohanemise arengukava aastani 2030, veebimaterjal <https://kliimaministeerium.ee/sites/default/files/documents/2021-06/Kliimamuutustega%20kohanemise%20arengukava%20aastani%202030.pdf>
- ²¹ ENMAK 2035 eelnõu tööversioon, veebimaterjal <https://kliimaministeerium.ee/sites/default/files/documents/2024-05/ENMAK%202035%20eeln%C3%B5u%20t%C3%B6%20versioon%2021032024.pdf>, lk. 41-42
- ²² REKK 2030 tööversioon, veebimaterjal <https://mkm.ee/sites/default/files/documents/2023-04/REKK%202030%20ajakohastamise%20kavandi%20t%C3%B6%20versioon%20aprill%202023%20avalikule%20konsultatsiooni%20le.pdf>
- ²³ Ida-Viru maakonna arengustrateegia 2023-2035, lk.36, veebimaterjal https://ivol.ee/documents/9867329/37206687/Ida-Viru_maakonna_arengustrateegia_2023-2035_170423.pdf/ccb6d600-2bb4-4721-af28-5d07a982c3e6,
- ²⁴ Ida-Viru maakonna arengustrateegia 2023-2035, tabel 24, lk.39, veebimaterjal https://ivol.ee/documents/9867329/37206687/Ida-Viru_maakonna_arengustrateegia_2023-2035_170423.pdf/ccb6d600-2bb4-4721-af28-5d07a982c3e6
- ²⁵ Ida-Viru maakonna energia- ja kliimakava, veebimaterjal https://ivol.ee/documents/9867329/38317693/Ida-Virumaa_KEKK.pdf/a1823a42-6e52-41a0-94bd-3ef95cac49ee
- ²⁶ Ida-Viru maakonna energia- ja kliimakava, lk.4 Joonis 1, veebimaterjal https://ivol.ee/documents/9867329/38317693/Ida-Virumaa_KEKK.pdf/a1823a42-6e52-41a0-94bd-3ef95cac49ee
- ²⁷ Ida-Viru energia- ja kliimakava, p.3.1 KOVde ja katusorganisatsioonide tegevused, lk. 62, veebimaterjal https://ivol.ee/documents/9867329/38317693/Ida-Virumaa_KEKK.pdf/a1823a42-6e52-41a0-94bd-3ef95cac49ee
- ²⁸ Ida-Viru energia- ja kliimakava, Lisa 1. Alutaguse valla tegevused kliima- ja energiakavas, lk. 88 https://ivol.ee/documents/9867329/38317693/Ida-Virumaa_KEKK.pdf/a1823a42-6e52-41a0-94bd-3ef95cac49ee
- ²⁹ Ida-Viru energia- ja kliimakava, Lisa 6. Kohtla-Järve linna tegevused kliima- ja energiakavas, lk. 130, veebimaterjal https://ivol.ee/documents/9867329/38317693/Ida-Virumaa_KEKK.pdf/a1823a42-6e52-41a0-94bd-3ef95cac49ee

- ³⁰ Õiglase ülemineku territoriaalne kava, veebimaterjal https://idavirufond.ee/sites/default/files/documents/2024-04/EE_TJTP_2022-09-19_FINAL_VV-kinnitatud.pdf
- ³¹ Scharnigg, R. & Sareen, S. (2023). Accountability implications for intermediaries in upscaling: Energy community rollouts in Portugal. *Technological Forecasting and Social Change*, 197, 1-10.
- ³² Magni, G. U., Battistelli, F., Trovalusci, F., Groppi, D., & Garcia, D. A. (2024). How national policies influence energy community development across Europe? A review on societal, technical, and economical factors. *Energy Conversion and Management*: X, 23, 1-12.
- ³³ Berghe, L. H. G. J. & Wieczorek, A. J. (2022). Community participation in electricity markets: The impact of market organisation. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 45, 302-317.
- ³⁴ Schlindwein, L. F. & Montalvo, C. (2023). Energy citizenship: Accounting for the heterogeneity of human behaviours within energy transition. *Energy Policy*, 180, 1-14.
- ³⁵ Kerscher, S., Koirala, A., & Arboleya, P. (2024). Grid-optimal energy community planning from a systems perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 199, 1-17.
- ³⁶ Dioba, A., Giannakopoulou, A., Struthers, D., Stamos, A., Dewitte, S., & Froes, I. (2024). Identifying key barriers to joining an energy community using AHP. *Energy*, 299, 1-21.
- ³⁷ Ang, J. B., Fredriksson, P. G., & Sharma, S. (2020). Individualism and the adoption of clean energy technology. *Resource and Energy Economics*, 61, 1-15.
- ³⁸ Xia, D., Li, Y., He, Y., Zhang, T., Wang, Y., & Gu, J. (2019). Exploring the role of cultural individualism and collectivism on public acceptance of nuclear energy. *Energy Policy*, 132, 208-215.
- ³⁹ Dreau, J., Lopes, R. A., O'Connell, S., Finn, D., Hu, M., Queiroz, H., Alexander, D., Satchwell, A., Österreicher, D., Polly, B., Arteconi, A., Pereira, F. A., Hall, M., Kirant-Mitic, T., Cai, H., Johra, H., Kazmi, H., Li, R., Liu, A., Nespoli, L., & Saeed, M. H. (2023). Developing energy flexibility in clusters of buildings: A critical analysis of barriers from planning to operation. *Energy and Buildings*, 300, 1-21.
- ⁴⁰ Gianaroli, F., Preziosi, M., Ricci, M., Sdringola, P., Ancona, M. A., & Melino, F. (2024). Exploring the academic landscape of energy communities in Europe: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 451, 1-15.
- ⁴¹ Conradie, P. D., Ruyck, O., Saldien, J., & Ponnet, K. (2021). Who wants to join a renewable energy community in Flanders? Applying an extended model of Theory of Planned Behaviour to understand intent to participate. *Energy Policy*, 151, 1-13.
- ⁴² Ponnaganti, P., Sinha, R., Pillai, J. R., & Bak-Jensen, B. (2023). Flexibility provisions through local energy communities: A review. *Next Energy*, 1(2), 1-11.
- ⁴³ Dioba, A., Giannakopoulou, A., Struthers, D., Stamos, A., Dewitte, S., & Froes, I. (2024). Identifying key barriers to joining an energy community using AHP. *Energy*, 299, 1-21.
- ⁴⁴ Sebi, C. & Vernay, A. (2020). Community renewable energy in France: The state of development and the way forward. *Energy Policy*, 147, 1-13.
- ⁴⁵ Ponnaganti, P., Sinha, R., Pillai, J. R., & Bak-Jensen, B. (2023). Flexibility provisions through local energy communities: A review. *Next Energy*, 1(2), 1-11.
- ⁴⁶ Ida-Virumaa maakonna arengu strateegia 2023-2035, lk.5, veebimaterjal <https://ivol.ee/maakonna-arengu-strateegia>
- ⁴⁷ Ida-Virumaa roheplaan 2022-2030+, Hetkeolukord, lk.9, veebimaterjal <https://ivol.ee/plaan-g>
- ⁴⁸ Ida-Virumaa roheplaan 2022-2030+, Sotsiaalsed näitajad, lk.9, veebimaterjal <https://ivol.ee/plaan-g>
- ⁴⁹ Ida-Virumaa roheplaan 2022-2030+, Majanduslikud näitajad, lk.10, veebimaterjal <https://ivol.ee/plaan-g>
- ⁵⁰ Ida-Virumaa roheplaan 2022-2030+, Keskkonnanäitajad, lk.10-11, veebimaterjal <https://ivol.ee/plaan-g>
- ⁵¹ Arenguseire Keskuse raport „Elektrit tootvad majapidamised Eestis“, veebimaterjal <https://arenguseire.ee/raportid/elektrit-tootvad-majapidamised-eestis/>
- ⁵² Arenguseire Keskuse raport „Elektrit tootvad majapidamised Eestis“, veebimaterjal <https://arenguseire.ee/raportid/elektrit-tootvad-majapidamised-eestis/>
- ⁵³ Global Solar Atlas, veebimaterjal, URL: <https://globalsolaratlas.info> (külastatud 17.09.2024)
- ⁵⁴ Global Solar Atlas, veebimaterjal, URL: <https://globalsolaratlas.info> (külastatud 17.09.2024)
- ⁵⁵ Global Solar Atlas, veebimaterjal, URL: <https://globalsolaratlas.info> (külastatud 17.09.2024)
- ⁵⁶ Global Solar Atlas, veebimaterjal, URL: <https://globalsolaratlas.info> (külastatud 17.09.2024)
- ⁵⁷ SEI, Kohalike omavalitsuste tuule ja päikeseenergia käsiraamat, veebimaterjal <https://www.sei.org/publications/kohalike-omavalitsuste-tuule-ja-paikeseenergia-kasiraamat/>
- ⁵⁸ SEI, Kohalike omavalitsuste tuule ja päikeseenergia käsiraamat, p.5 Asukoha valik, veebimaterjal <https://www.sei.org/publications/kohalike-omavalitsuste-tuule-ja-paikeseenergia-kasiraamat/>
- ⁵⁹ SEI, Kohalike omavalitsuste tuule ja päikeseenergia käsiraamat; P.5.1 Õigusaktidest tulenevad piirangud, veebimaterjal, <https://www.sei.org/publications/kohalike-omavalitsuste-tuule-ja-paikeseenergia-kasiraamat/>
- ⁶⁰ Elektrilevi vabade võimsuste kaart, veebimaterjal <https://elektrilevi.ee/et/liitumised/vabad-voimsused>
- ⁶¹ Eleringi kaardirakendus, veebimaterjal <https://vla.elering.ee/>
- ⁶² Riigiportaal eesti.ee, veebimaterjal <https://www.eesti.ee/eraisik/et/artikkel/ettevotlus/ettevotte-loomine/ettevotlusvormide-vordlus#ettevotlusvormide-vordlustabel>
- ⁶³ Riigi Teataja, Veebimaterjal, <https://www.riigiteataja.ee/akt/119032015046?leiaKehtiv>
- ⁶⁴ “Australia again tops global solar per capita, as world installs 240GW of PV in 2022 | RenewEconomy.”, veebimaterjal <https://reneweconomy.com.au/australia-again-tops-global-solar-per-capita-as-world-installs-240gw-of-pv-in-2022/> (accessed Feb. 02, 2024).
- ⁶⁵ “PHOTOVOLTAICS REPORT,” 2023, veebimaterjal: <https://www.statista.com/statistics/483609/solar-pv-installations-cumulative-share-worldwide-by-region/>

-
- ⁶⁶ ITPRV, "International Technology Roadmap for Photovoltaic," Itrpv, vol. 13th Editi, no. March, p. 53, 2022, [Online]. Veebimaterjal: <https://itrpv.vdma.org/en/ueber-uns>
- ⁶⁷ "PHOTOVOLTAICS REPORT," 2023, veebimaterjal: <https://www.statista.com/statistics/483609/solar-pv-installations-cumulative-share-worldwide-by-region/>
- ⁶⁸ IRENA, Renewable Generation Costs in 2022. 2022.
- ⁶⁹ Rohegeenius. Veebimaterjal <https://rohe.geenius.ee/blogi/eesti-energia-blogi/kuidas-toimib-moodsa-tehnoloogiaga-energia-salvestamine-vaata-energiasalvestamise-telgitagustesse/#:~:text=See%20trend%20suurendab%20paratamatult%20ka%20n%C3%B5udlust%20energia%20salvestamise%20j%C3%A4rle.%20Kristjan>
- ⁷⁰ Novaator, veebimaterjal <https://novaator.err.ee/1609367849/kuidas-rahuldada-inimkonna-kasvat-energiavajadust#:~:text=Superkondensaator%20on%20laiemalt%20v%C3%B5ttes%20elektrienergia%20salvestamise%20seade,%20mis%20koosneb%20tavaliselt>
- ⁷¹ Veebimaterjal <https://www.beny.com/et/how-to-store-solar-energy/#:~:text=Soojusenergia%20salvestamine.%20P%C3%A4ikesenergia%20kogumist%20ja%20salvestamist%20soojusena%20nimetatakse>
- ⁷² SEI, Kohalike omaavalitsuste tuule- ja päikeseenergia käsiraamat, Joonis 3 Taastuvenergia toodangumahud Eestis. Allikas: autori joonis Eleringi andmete põhjal
- ⁷³ Elering, veebimaterjal <https://elering.ee/toodang-ja-prognoos>.
- ⁷⁴ Hange.ee, Kuidas erinevad päikesepaneel ja päikesekollektor?, veebruar 2022, veebimaterjal <https://www.hange.ee/blogi/kuidas-erinevad-paikesepaneel-ja-paikesekollektor/>
- ⁷⁵ Hange.ee, Päikesekollektori ABC, veebruar 2022, veebimaterjal <https://www.hange.ee/blogi/paikesekollektor-abc/>
- ⁷⁶ Finantsakadeemia OÜ, Analüüs ja ettepanekud energiasalvestus turu käivitamise kohta, veebimaterjal <https://energiatalgud.ee/sites/default/files/2023-01/L%C3%95PPARUANN%20SALVESTUS.pdf#:~:text=Eestisse%20sobivate%20energiasalvestuse%20tehnoloogiad%20ja%20toetusmeetmete%20ettepanekud.%20Salvestusturu>
- ⁷⁷ ERR, veebimaterjal <https://www.err.ee/1609242735/taastuvenergia-salvestamine-tuulevaiksele-paevale-veel-leevendust-ei-paku#:~:text=Kuigi%20energiasalvestitest%20on%20kasu%20elektri%20hinnatippude%20silumisel%20ja%20s%C3%BCsteemi%20stabiliseerimisel>
- ⁷⁸ Enefit andmed, 02.10.2024 e-post
- ⁷⁹ Enefit andmed, 02.10.2024 e-post
- ⁸⁰ Enefit andmed, 02.10.2024 e-post