

Seutukunnalliset resurssit ja vahvuudet energiahuollossa



HOKE Hiilineutraalit, oikeudenmukaiset ja kokonaiskestävät
energiayhteisöt Etelä-Pohjanmaalla –hanke

Osaraportti, T1.1

Päiväys 30.6.2025



**Euroopan unionin
rahoittama**



ETELÄ-POHJANMAAN LIITTO
Regional Council of South Ostrobothnia

Tämä raportti on laadittu osana ”Hiilineutraalit, oikeudenmukaiset ja kokonaiskestävät energiyhteisöt Etelä-Pohjanmaalla” –hanketta. Hanke on saanut rahoitusta Euroopan aluekehitysrahastolta (EAKR), Etelä-Pohjanmaan liitolta, Seinäjoen ammattikorkeakoululta, Vaasan yliopistolta, Helsingin yliopistolta ja Vaasan ammattikorkeakoululta.

Raportin laatijat:

Kirsi Spoof-Tuomi  <https://orcid.org/0000-0002-6212-9630>
kirsi.spoof-tuomi@uwasa.fi

Zana Amiri



Vaasan yliopisto

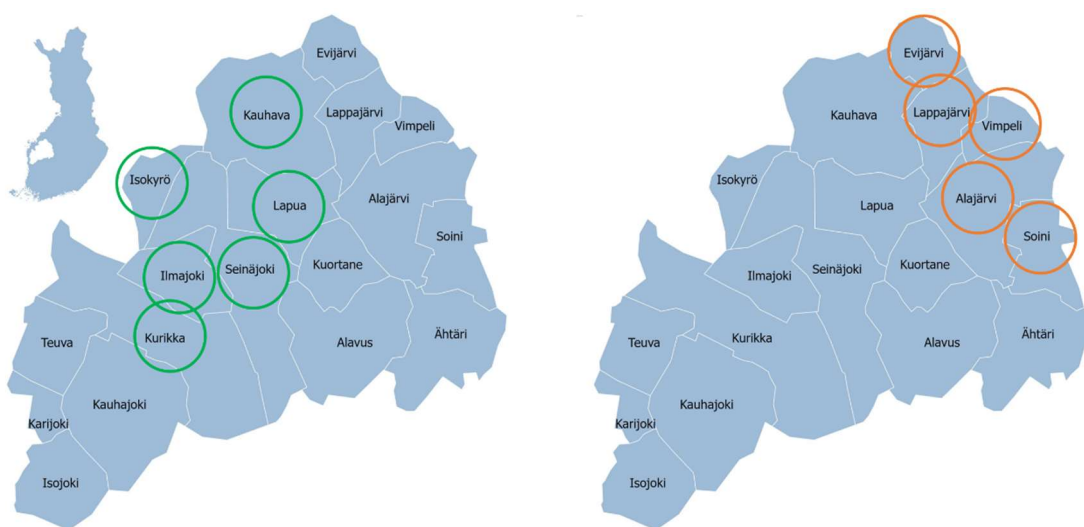
Sisällys

1 Johdanto.....	4
2 Energiaomavaraisuuspotentiaalin laskenta.....	5
2.1 Energian kulutus seutukunnittain.....	5
2.1.1 Sähkön kulutus.....	5
2.1.2 Teollisuuden energiankulutus.....	7
2.1.3 Maatalouden energiankulutus.....	8
2.1.4 Lämmityksen energiankulutus.....	9
2.1.5 Liikenteen energiankulutus.....	12
2.1.6 Yhteenveto energiankulutuksesta ja energiantuotannon polttoainejakaumasta ...	14
2.2 Uusiutuvan energian potentiaali seutukunnittain	17
2.2.1 Aurinkovoima.....	17
Nykyinen ja rakenteilla oleva aurinkovoimakapasiteetti	18
Suunnitellut aurinkovoimahankkeet.....	18
Paikallinen aurinkovoimapotentialiaali.....	20
Aurinkovoiman tuotantopotentialiaali.....	25
2.2.2 Biokaasu	27
Nykyinen biokaasun tuotanto	27
Biokaasutuotannon lisäyspotentialiaali	27
Hyödyntämättömien biomassojen määrät kunnittain ja seutukunnittain	27
Metaanintuottopotentialiaalin laskentamenetelmä	29
Teoreettinen metaanintuotantopotentialiaali kunnittain ja seutukunnittain.....	29
Teknistaloudellinen potentialiaali	31
Laskennan tulokset.....	32
Yhteenveto	35
2.2.3 Tuulivoima.....	35
Nykyinen tuulivoimatuotanto	35
Suunnitellut tuulivoimahankkeet	36
Paikallinen tuulivoimapotentialiaali	39
Tuulivoiman tuotantopotentialiaali.....	39
Paikallinen tuotantopotentialiaali	39
Tuotannossa ja suunnitteilla olevan tuulivoiman tuotantopotentialiaali	42
2.2.4 Metsähake ja -tähteet.....	42
2.3 Energiatase seutukunnittain	44
2.3.1 Seinäjoen seutukunta	44
2.3.2 Järviseudun seutukunta	48
3 Teknistaloudellinen tarkastelu.....	52

3.1 Aurinkovoiman tuotantokustannukset	52
Investointikustannukset.....	52
Käyttö- ja ylläpitokustannukset	53
LCOE	53
3.2 Biokaasun tuotantokustannukset	55
Investointikustannukset.....	55
Käyttö- ja ylläpitokustannukset	56
LCOE	57
3.3 Tuulivoiman tuotantokustannukset	59
Investointikustannukset.....	59
Käyttö- ja ylläpitokustannukset	59
LCOE	60
3.4 Metsähakkeen käytön kustannukset.....	61
Muutosinvestointikustannukset.....	61
Käyttö- ja ylläpitokustannukset	62
3.5 Kaukolämmön sähköistäminen	62
3.5.1 Lämpöpumput	63
Investointikustannukset.....	63
Käyttö- ja ylläpitokustannukset	63
LCOE	63
3.5.2 Sähkökattilalaitos	64
LCOE	64
3.5.3 Lämpöpumppu- ja sähkökattilalaitosten vertailu	64
4 Yhteenveto	65
Lähteet.....	69
Liite 1. Paikallinen aurinkovoimapotentiaali.....	74

1 Johdanto

Tehtävässä 1.1 tehtiin kahteen eteläpohjalaiseen seutukuntaan kohdistuva tarkastelu seutukuntien energiaomavaraisuuspotentialista. Tutkimuksessa hyödynnettiin Vaasan yliopiston energiakyläkonseptia (Haapanen ja muut, 2016). Tarkasteltavina alueina oli kaksi toisistaan poikkeavaa seutukuntaa, Seinäjoen seutukunta ja maaseutumaisempi Järviseudun seutukunta. Seinäjoen seutukuntaan kuuluvat kunnat Ilmajoki, Isokyrö, Kauhava, Kurikka, Lapua ja Seinäjoki. Järviseudun seutukunta koostuu Alajärven, Evijärven, Lappajärven, Soinin ja Vimpelin kunnista (kuva 1). Valitut seutukunnat toimivat myös hankkeen pilotteina.



Kuva 1. Vasemmalla Seinäjoen seutukunta: Ilmajoki, Isokyrö, Kauhava, Kurikka, Lapua ja Seinäjoki. Oikealla Järviseudun seutukunta: Alajärvi, Evijärvi, Lappajärvi, Soini ja Vimpeli. Muokattu lähteestä Etelä-Pohjanmaan liitto (2024).

Energiaomavaraisuuspotentialin laskennan tavoitteena oli tunnistaa ne seutukunnalliset vahvuudet, joiden pohjalta siirtyminen uusiutuvaan energiaan olisi parhaiten toteutettavissa. Johdopäätöksinä esitetään toimenpiteet ja teknologiat, joilla seutukuntien energiaomavaraisuus voitaisiin maksimoida. Lopuksi tehtiin uusiutuvan energian teknologioihin siirtymiseen liittyvä teknistaloudellinen laskenta.

2 Energiaomavaraisuuspotentiaalin laskenta

Energiaomavaraisuuspotentiaalin laskennassa selvitettiin seutukuntakohtaisesti energian kulutus ja uusiutuvan energian tuotantopotentiaali. Näiden laskelmien pohjalta muodostettiin seutukuntakohtaiset energiataseet. Taseiden pohjalta muodostettiin seutukuntakohtaiset näkemykset siitä, millaisilla energiantuotantomenetelmien valinnoilla alueilla saavutettaisiin energiaomavaraisuus.

Energiankulutuksesta selvitettiin alueen sähköenergian kulutus, teollisuuden muun energian kuin sähköenergian käyttö, maatalouden muuhun kuin sähköön käyttöön perustuva energiankäyttö, lämmitykseen käytettävä energia sekä liikenteen energiankulutus. Uusiutuvan energian potentiaaliselvityksessä tarkastelun kohteena olivat aurinko-, tuuli- ja bioenergia. Bioenergiapotentiaalin laskennassa maatalouden tähteet ja sivuvirrat ohjataan biokaasun tuotantoon. Metsähakkeiden energiakäyttö sen sijaan pohjautuu polttoon perustuvaan tekniikkaan.

2.1 Energian kulutus seutukunnittain

Tässä osiossa tarkastellaan julkisiin lähteisiin perustuvia energiankulutustietoja seutukunnittain yllä mainituilla sektoreilla. Tarkasteluajankohtana käytettiin tuoreinta saatavilla olevaa tietoa. Lisäksi selvitettiin energiankulutuksen polttoainejakauma nykytilanteessa. Näin saatiin kartoitettua nykyinen fossiilisten polttoaineiden ja energiaturpeen kulutus.

2.1.1 Sähkön kulutus

Seutukuntien sähkön kulutus jaoteltiin käyttökohteiden mukaan kolmeen sektoriin: asuminen ja maatalous, teollisuus, ja palvelut ja rakentaminen. Lähteenä käytettiin Energiateollisuuden sähkönkäyttötilastoja (Energiateollisuus, 2023b). Seinäjoen seutukunnassa kokonaissähkönkulutus vuonna 2023 oli 1447 GWh ja Järviseudun seutukunnassa 223 GWh. Kunnittainen erittely nähdään taulukossa.

Taulukko 1. Sähkönkulutus kunnittain.

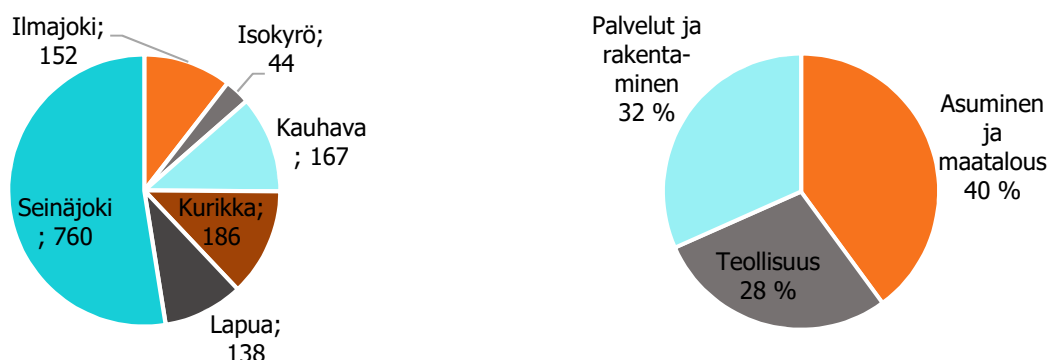
Seinäjoen seutukunta

Kunta	Asuminen ja maatalous GWh/v	Teollisuus GWh/v	Palvelut ja Rakentaminen GWh/v	Yhteensä GWh/v
Seinäjoki	235	263	262	760
Kurikka	102	17	67	186
Kauhava	81	37	49	167
Ilmajoki	64	60	28	152
Lapua	64	32	42	138
Isokyrö	32	2	10	44
Yhteensä	578	411	458	1 447

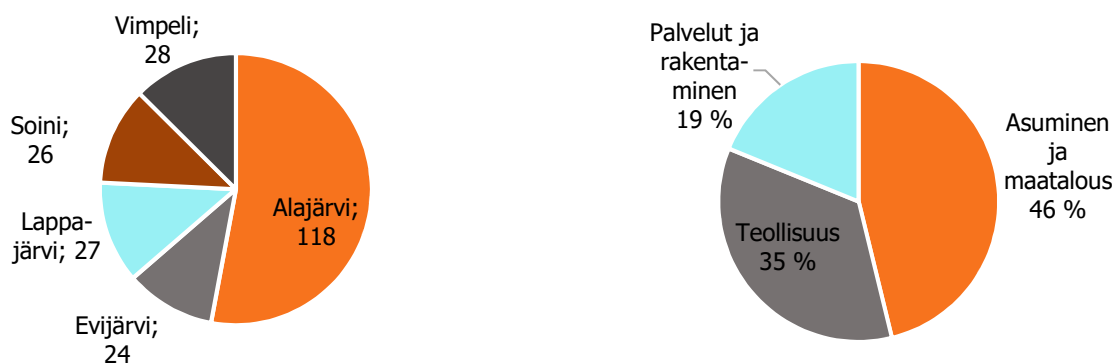
Järviseudun seutukunta

Kunta	Asuminen ja maatalous GWh/v	Teollisuus GWh/v	Palvelut ja Rakentaminen GWh/v	Yhteensä GWh/v
Alajärvi	46	53	19	118
Vimpeli	15	7	6	28
Lappajärvi	18	2	7	27
Evijärvi	14	4	6	24
Soini	10	12	4	26
Yhteensä	103	78	42	223

Kuva 2 havainnollistaa sähköenergian kokonaiskulutuksen kunnittain ja yhteenvedon sähkönkulutuksesta käyttökohteittain Seinäjoen seutukunnassa. Kuvassa 3 nähdään vastaava jaotelu Järviseudun seutukunnan osalta.

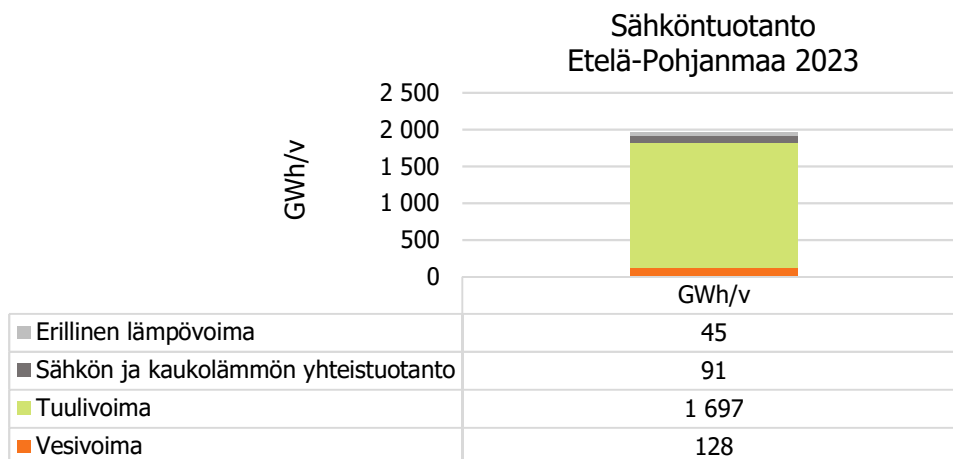


Kuva 2. Vasemmalla sähkön kulutus kunnittain (GWh/v) ja oikealla sähkön kulutuksen osuus käyttökohteittain Seinäjoen seutukunnassa. Kokonaissähkönkulutus 1447 GWh/vuosi.



Kuva 3. Vasemmalla sähkön kulutus kunnittain (GWh/v) ja oikealla sähkön kulutuksen osuus käyttökohteittain Järviseudun seutukunnassa. Kokonaissähkönkulutus 223 GWh/v.

Sähkön tuotannosta tilastotietoa löytyy vain maakunnittain. Etelä-Pohjanmaan sähköomavaraisuusaste vuonna 2023 oli 94 %. Vuonna 2023 sähkön kokonaiskulutus maakunnassa oli 2092 GWh ja sähköä tuotettiin 1962 GWh (Energiateollisuus, 2023b). Aurinkosähköä ja pien-CHP:tä ei tilastossa ole mukana. Huomiota kiinnittää tuulisähkön merkittävä osuus: vuonna 2023 sähkön kokonaistuotannosta 87 % tuotettiin tuulivoimalla. Vesivoiman osuus oli 6 % ja sähkön ja kaukolämmön yhteistuotannon ja erillisen lämpövoiman osuus yhteensä 7 % (kuva 4).



Kuva 4. Sähköntuotanto Etelä-Pohjanmaan maakunnassa 2023.

2.1.2 Teollisuuden energiankulutus

Teollisuuden energiankäyttö jaotellaan tilastoissa teollisuuden sähkön käyttöön ja muun energian käyttöön. Muu energiankäyttö koostuu polttoaineisiin perustuvasta energiasta sekä ostetusta lämmöstä. Koska teollisuuden käyttämä sähkö sisältyy edellä kuvattuihin sähkönkulutus-tietoihin, käsitellään tässä kappaleessa vain teollisuuden muuhun kuin sähkön käyttöön perustuva energiankulutus. Teollisuuden kokonaisenergiankulutus Etelä-Pohjanmaalla vuonna 2023 oli 1376 GWh (Tilastokeskus, 2023), josta sähkön osuus oli 625 GWh. Näin ollen polttoaineiden ja ostetun lämmön kulutus teollisuudessa koko maakunnan alueella oli 751 GWh. Kunnittaista tilastoa teollisuuden muun energian käytöstä ei ole saatavilla, joten kuntakohtaisissa arvioissa muun energian käyttö jaettiin kuntien kesken käyttäen teollisuuden sähkönkäytön tilastoista johdettuja prosenttiosuuksia. Seinäjoen seutukunnassa teollisuuden muun energian käyttö on 567 GWh/v ja Järviseudun seutukunnassa 108 GWh/v. Kunnittaiset arviot nähdään taulukossa 2.

Taulukko 2. Teollisuuden polttoaineisiin perustuva energiankäyttö ja ostettu lämpö (GWh/v).

Seinäjoen seutukunta

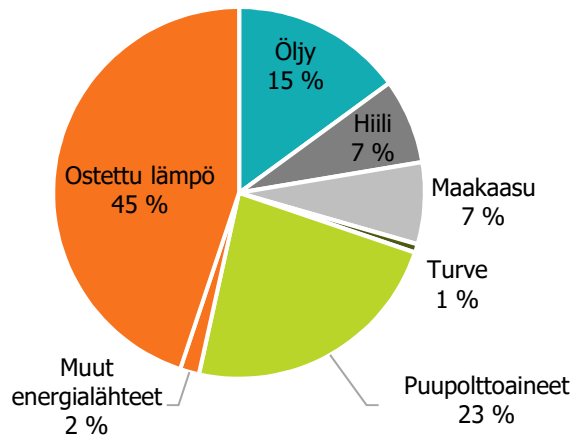
	Teollisuuden polttoaineisiin perustuva energiankäyttö ja ostettu lämpö GWh/v
Ilmajoki	83
Isokyrö	3
Kauhava	51
Kurikka	23
Lapua	44
Seinäjoki	363
Yhteensä	567

Järviseudun seutukunta

	Teollisuuden polttoaineisiin perustuva energiankäyttö ja ostettu lämpö GWh/v
Alajärvi	73
Evijärvi	6
Lappajärvi	3
Soini	17
Vimpeli	10
Yhteensä	108

Teollisuuden muun kuin sähköenergian käytön polttoainejakauma nähdään kuvassa 5. Kunnittaisen tiedon puuttuessa esitetään koko Etelä-Pohjanmaan maakuntaa koskevat arvot. Lähteenä käytetty Ramboll (2021).

Teollisuuden muun energian kulutus
Etelä-Pohjanmaa 2019



Kuva 5. Teollisuuden muun energian kuin sähköenergian kulutuksen polttoainejakauma.

2.1.3 Maatalouden energiankulutus

Maatalous on merkittävä elinkeino Etelä-Pohjanmaalla. Maatalous- ja puutarhayritysten lukumäärä koko maakunnan alueella vuonna 2024 oli 4775 kpl, joista Seinäjoen seutukunnan alueella sijoittuu 2760 yritystä ja Järvisen seutukunnan alueelle 685 yritystä (Luke, 2024). Maatalous- ja puutarhayritysten sähkön käyttö sisältyy kappaleessa 2.1.1 kartoitettuun sähköenergian kulutukseen, joten tässä kappaleessa huomioidaan vain maatalous- ja puutarhayritysten muuhun kuin sähkön käyttöön perustuva energiankäyttö. Maatalous- ja puutarhayritysten energiankulutuksessa polttoöljyllä on vielä suhteellisen korkea osuus, 35,5 % kokonaisenergiankulutuksesta. Suurimmat käyttökohteet polttoöljylle ovat työkoneet (74 % öljynkulutuksesta) sekä viljankuivaus (23 % öljynkulutuksesta). Puupolttoaineiden osuus kokonaisenergiakulutuksesta on 31,7 %, turpeen osuus 7,3 % ja ostetun lämmön osuus 6,1 %. Taulukossa 3 nähdään laskennan tulokset kunnittain.

Taulukko 3. Maatalous- ja puutarhayritysten muun energian kuin sähköenergian kulutus kunnittain ja polttoaineittain.

Seinäjoen seutukunta

	Tilojen luku- määrä kpl	Polttoöljyn kulutus GWh/v	Puupoltto- aineiden kulutus GWh/v	Turpeen kulutus GWh/v	Ostettu lämpö GWh/v	Energian- kulutus yhteensä GWh/v
Ilmajoki	295	27.9	24.9	5.7	4.8	63
Isokyrö	212	20.0	17.9	4.1	3.4	46
Kauhava	699	66.0	59.0	13.6	11.3	150
Kurikka	620	58.6	52.3	12.1	10.0	133
Lapua	388	36.6	32.7	7.6	6.3	83
Seinäjoki	546	51.6	46.1	10.6	8.8	117
Yhteensä	2760	261	233	54	45	592

Järvisuodun seutukunta

	Tilojen luku- määrä kpl	Polttoöllyn kulutus GWh/v	Puupoltto- aineiden kulutus GWh/v	Turpeen kulutus GWh/v	Ostettu lämpö GWh/v	Energian- kulutus yhteensä GWh/v
Alajärvi	297	28.1	25.1	5.8	4.8	64
Evijärvi	102	9.6	8.6	2.0	1.6	22
Lappajärvi	131	12.4	11.1	2.6	2.1	28
Soini	90	8.5	7.6	1.8	1.5	19
Vimpeli	65	6.1	5.5	1.3	1.0	14
Yhteensä	685	65	58	13	11	147

2.1.4 Lämmityksen energiankulutus

Lämmityksen energiankulutus laskettiin kertomalla Tilastokeskuksen (2023) tilastoista haetut kerrosalat keskimääräisellä huonekorkeudella ja lämmitysenergian tarpeella (kWh/m³). Rakennukset jaoteltiin asuin- ja liikerakennuksiin. Teollisuusrakennusten lämmityksen energiankulutus on jo huomioitu kappaleessa 2.1.2, joten se jätettiin tässä kappaleessa tarkastelun ulkopuolelle. Myös suora sähkölämmitys jätettiin laskennan ulkopuolelle, koska sähköön kokonaiskulutus esitettiin jo kappaleessa 2.1.1. Samoin maalämpö jätettiin laskennasta pois, koska sen käyttövoimana on sähkö, joka siis sisältyy kappaleen 2.1.1 laskelmiin.

Muuta kuin sähköenergiaa lämmitysmuotona käyttävien asuin- ja liikehuoneistojen kerrosalat on koottu kunnittain taulukkoon 4. Liikerakennukset sisältävät liikehuoneistojen lisäksi toimitilat, terveydenhuollon rakennukset ja koulut.

Taulukko 4. Kerrosalat kunnittain ja rakennustyypeittäin.

Seinäjoen seutukunta

Kerrosala (m ²)	Asuinrakennukset	Liikerakennukset
Ilmajoki	433 241	129 513
Isokyrö	150 151	44 426
Kauhava	672 310	298 361
Kurikka	968 099	317 389
Lapua	564 654	213 340
Seinäjoki	2 671 216	1 250 438
Total	5 459 671	2 253 467

Järvisuodun seutukunta

Kerrosala (m ²)	Asuinrakennukset	Liikerakennukset
Alajärvi	359 953	113 104
Evijärvi	87 960	29 764
Lappajärvi	132 491	64 499
Soini	82 900	20 866
Vimpeli	123 211	42 426
Total	786 515	270 659

Asuinrakennusten keskimääräiseksi huonekorkeudeksi määriteltiin 2,8 m ja liikerakennusten 4 m, ja lämmitysenergian tarpeena käytettiin 72 kWh/m³ (Virta & Pylsy, 2011). Mainittu arvo sisältää käyttöveden lämmitykseen kuluvaan energiaan. Asuin- ja liikerakennusten lämmitysenergian kokonaiskulutukseksi Seinäjoen seutukunnassa saatiin 1 750 GWh/v ja Järviseudun seutukunnassa 237 GWh/v (taulukko 5).

Taulukko 5. Asuin- ja liikerakennusten lämmitysenergian kulutus seutukunnittain.

Seinäjoen seutukunta

	Asuin- raken- nukset GWh/a	Liike- raken- nukset GWh/a	Yhteensä GWh/a
Ilmajoki	87	37	125
Isokyrö	30	13	43
Kauhava	136	86	221
Kurikka	195	91	287
Lapua	114	61	175
Seinäjoki	539	360	899
Yhteensä	1101	649	1750

Järviseudun seutukunta

	Asuin- raken- nukset GWh/a	Liike- raken- nukset GWh/a	Yhteensä GWh/a
Alajärvi	73	33	105
Evijärvi	18	9	26
Lappajärvi	27	19	45
Soini	17	6	23
Vimpeli	25	12	37
Yhteensä	159	78	237

Lisäksi selvitettiin asuin- ja liikerakennusten lämmityksen polttoainejakauma (taulukko 6). Tulokset perustuvat Tilastokeskuksen vuoden 2023 dataan.

Taulukko 6. Asuin- ja liikerakennusten lämmityksen polttoainejakauma rakennustyypeittäin.

Seinäjoen seutukunta

Asuinrakennukset

	Kauko- tai aluelämpö	Öljy, kaasu	Puu, turve	Muu, tuntematon	Yhteensä GWh/v
Ilmajoki	16,8	32,4	36,5	1,7	87
Isokyrö	2,0	13,0	14,4	0,9	30
Kauhava	22,1	66,6	43,8	3,0	136
Kurikka	48,3	63,6	80,5	2,8	195
Lapua	41,4	41,1	28,7	2,7	114
Seinäjoki	353,7	121,6	59,2	4,0	539
Yhteensä	484	338	263	15	1 101
Osuus	44 %	31 %	24 %	1 %	100 %

Liikerakennukset

	Kauko- tai aluelämpö	Öljy, kaasu	Puu, turve	Muu, tuntematon	Yhteensä GWh/v
Ilmajoki	20,6	12,5	2,4	1,8	37
Isokyrö	2,1	9,2	1,3	0,2	13
Kauhava	55,5	27,7	0,6	2,2	86
Kurikka	61,2	25,3	2,8	2,1	91
Lapua	46,0	9,3	1,5	4,7	61
Seinäjoki	314,3	38,1	3,0	4,8	360
Yhteensä	500	122	12	16	649
Osuus	77 %	19 %	2 %	2 %	100 %

Järviseudun seutukunta

Asuinrakennukset

	Kauko- tai aluelämpö	Öljy, kaasua	Puu, turve	Muu, tuntematon	Yhteensä GWh/v
Alajärvi	7,0	26,0	35,7	1,3	70
Evijärvi	1,7	7,1	8,3	0,4	18
Lappajärvi	3,0	11,6	8,9	2,8	26
Soini	1,0	5,6	9,3	0,2	16
Vimpeli	1,7	12,8	8,9	0,4	24
Yhteensä	14	63	71	5	154
Osuus	9 %	41 %	46 %	3 %	100 %

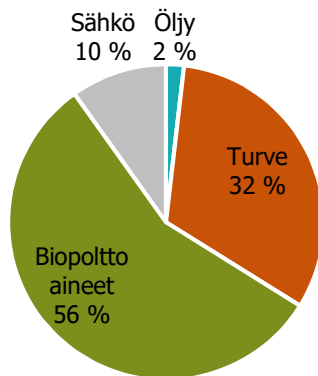
Liikerakennukset

	Kauko- tai aluelämpö	Öljy, kaasua	Puu, turve	Muu, tuntematon	Yhteensä GWh/v
Alajärvi	13,7	16,4	3,0	1,5	35
Evijärvi	5,3	4,0	0,2	0,7	10
Lappajärvi	13,1	4,1	0,1	1,3	19
Soini	3,0	2,2	0,5	0,4	6
Vimpeli	3,0	8,6	0,4	0,3	12
Yhteensä	38	35	4	4	82
Osuus	47 %	43 %	5 %	5 %	100 %

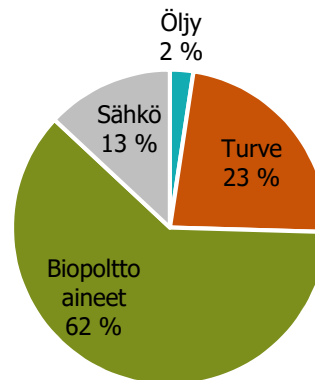
Seinäjoen seutukunnassa korostuu kauko- ja aluelämmön osuus; muissa kuin sähkölämmityksissä asuinrakennuksissa 44 %:ssa ja liikerakennuksissa 77 %:ssa lämmitysenergia on peräisin kauko- tai aluelämpöverkosta. Järviseudun seutukunnassakin merkittävä osuus liikerakennusten lämmöstä tuotetaan kauko- tai aluelämmöllä, asuinrakennuksissa kaukolämmön osuus sen sijaan on vähäinen. Järviseudun asuinrakennuksissa merkittävin lämmityksen polttoaine on puu ja turve 46 % osuudella. Järviseudun seutukunnassa myös öljyn osuus on suuri, yli 40 % sekä asuin- että liikerakennusten osalta. Asuin- ja liikerakennusten lämmitysmuotojen osalta suurimman muutoksen kohteena tulevaisuudessa ovat todennäköisesti öljylämmitetyt asuin- ja liikerakennukset.

Lopuksi tarkastellaan vielä kaukolämmön tuotannon polttoainejakaumaa. Tästä tietoa löytyy vain koko maakunnan osalta. Lähteenä käytettiin Energiateollisuuden vuoden 2023 tilastoja (Energiateollisuus, 2023a). Kuvasta 6 nähdään, että biopolttoaineiden osuus on varsin merkittävä. Fossiilisten polttoaineiden ja turpeen osuus kaukolämmön ja yhteistuotantosähkön tuotannossa oli 34 % ja kaukolämmön erillistuotannossa 25 %. Kaukolämmön ja yhteistuotantosähkön tuotannossa käytettyjen polttoaineiden kokonaismäärä maakunnassa vuonna 2023 oli 1205 GWh ja kaukolämmön erillistuotannossa käytettyjen polttoaineiden kokonaismäärä 911 GWh.

Kaukolämmön ja sähkön yhteistuotannon polttoainejakauma Etelä-Pohjanmaa 2023



Kaukolämmön erillistuotannon polttoainejakauma Etelä-Pohjanmaa 2023



Kuva 6. Kaukolämmön ja sähkön yhteistuotantoon sekä kaukolämmön erillistuotantoon käytetyt energialähteet Etelä-Pohjanmaan maakunnassa.

Turpeen käytön väheneminen tulee toteutuessaan vaikuttamaan merkittävästi kauko- ja aluelämmön tuotantoon.

2.1.5 Liikenteen energiankulutus

Liikenteen energiakulutuksessa huomioitiin vain tieliikenne. Tieliikenteen energiankulutuksen laskennassa käytettiin Tilastokeskuksen vuoden 2023 tietoja kunnittaisesta tieliikenteen moottoriajoneuvokannasta (Tilastokeskus, 2023). Autojen käyttövoimien mukainen jaottelu perustui koko Suomen tilastoihin, koska kunnittaista tietoa ei ollut saatavilla. Laskennassa henkilöautoissa bensiinin osuus on 71 %, dieselin osuus 26 % ja sähkön osuus 3 %. Paketti- ja kuorma-autoissa dieselin osuus on 97 % ja 3 %:ssa käyttövoimana on bensiini. Tilastokeskuksen datasta poiketen linja-autoista 100 % oletettiin dieselkäyttöisiksi. Ajoneuvojen keskimääräiset vuotuiset ajokilometrit haettiin myös Tilastokeskuksen tiedoista. Keskimääräisenä polttoaineen kulutuksena henkilöautoille käytettiin 7,4 l/100 km, pakettiautoille 10 l/100 km, kuorma-autoille 32,1 l/100 km ja linja-autoille 30 l/100 km. Bensiinin alempana lämpöarvona käytettiin Tilastokeskuksen polttoaineluokituksen mukaista 41,7 MJ/kg ja tiheytenä 0,745 kg/l. Vastaavat arvot dieselpolttoaineelle ovat 42,8 MJ/kg ja 0,805 kg/l (Tilastokeskus, 2024). Sähköautojen energiankulutus sisältyy sähkön kokonaiskulutukseen (kappale 2.1.1).

Ajoneuvojen määrä ja tieliikenteen bensiinin ja dieselin kulutus kunnittain kummankin seutukunnan osalta on koottu taulukkoon 7.

Taulukko 7. Ajoneuvojen lukumäärä ja tieliikenteen energiankulutus seutukunnittain.**Seinäjoen seutukunta**

	Ilmajoki	Isokyrö	Kauhava	Kurikka	Lapua	Seinäjoki	Yhteensä
Ajoneuvojen lukumäärä							
Henkilöautot	7 627	3 095	9 499	12 264	8 443	38 745	79 673
Pakettiautot	1 149	546	1 626	2 112	1 248	4 403	11 084
Kuorma-autot	401	156	598	621	324	1 431	3 531
Linja-autot	3	10	156	35	16	92	312
Polttoaineen kulutus, GWh/a							
Henkilöautot	65,4	26,5	81,5	105,2	72,4	332,4	683
Pakettiautot	17,6	8,4	24,9	32,3	19,1	67,4	170
Kuorma-autot	40,3	15,7	60,2	62,5	32,6	144,0	355
Linja-autot	0,4	1,5	22,6	5,1	2,3	13,4	45
Yhteensä	124	52	189	205	126	557	1 254

Järviseudun seutukunta

	Alajärvi	Evijärvi	Lappajärvi	Soini	Vimpeli	Yhteensä
Ajoneuvojen lukumäärä						
Henkilöautot	5 433	1 452	1 626	1 084	1 689	11 284
Pakettiautot	939	318	237	273	244	2 011
Kuorma-autot	267	89	50	160	83	649
Linja-autot	11	4	0	17	3	35
Polttoaineen kulutus, GWh/a						
Henkilöautot	46,6	12,5	13,9	9,3	14,5	97
Pakettiautot	14,4	4,9	3,6	4,2	3,7	31
Kuorma-autot	26,9	9,0	5,0	16,1	8,3	65
Linja-autot	1,6	0,6	0,0	2,5	0,4	5
Yhteensä	89	27	23	32	27	198

Seinäjoen seutukunnassa liikenteen vuotuiseksi bensiinin ja dieselin kulutukseksi saatiin 1 254 GWh ja Järviseudun seutukunnassa 198 GWh. Henkilöautoliikenne kattaa noin puolet liikenteen energiankulutuksesta, jakeluliikenne noin 15 % ja raskas liikenne noin 30 %.

Fossiilisista polttoaineista irtautumisessa EU-regulaatio ja Suomen kansalliset tavoitteet ohjaavat voimakkaasti erityisesti henkilöautoliikennettä sähköistymään. Sähkön käyttö on nousmassa myös paketti ja linja-autoissa (Sähköinen liikenne ry, 2023). Sähkö ei kuitenkaan ole vielä nykytekniikalla toimiva ratkaisu raskaisiin pitkän matkan kuljetuksiin. Nesteytetty biokaasu sen sijaan voisi tarjota raskaalle tieliikenteelle kestävän, nopeasti käyttöönotettavan energiavaihtoehdon. Muun muassa Suomen Kuljetus ja Logistiikka ry:n ennusteen (SKAL, 2023) mukaan vuoteen 2030 mennessä ajoneuvoyhdistelmistä noin 10 %:ssa käyttövoimana on LBG. Vuoteen 2035 mennessä SKAL ennustaa nesteytetyn biokaasun osuuden olevan 21 %.

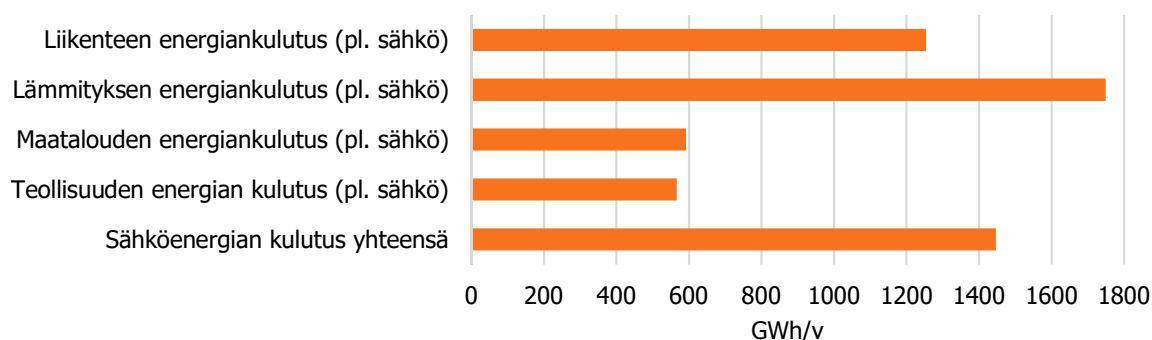
2.1.6 Yhteenveto energiankulutuksesta ja energiantuotannon polttoainejakaumasta

Seinäjoen seutukunta

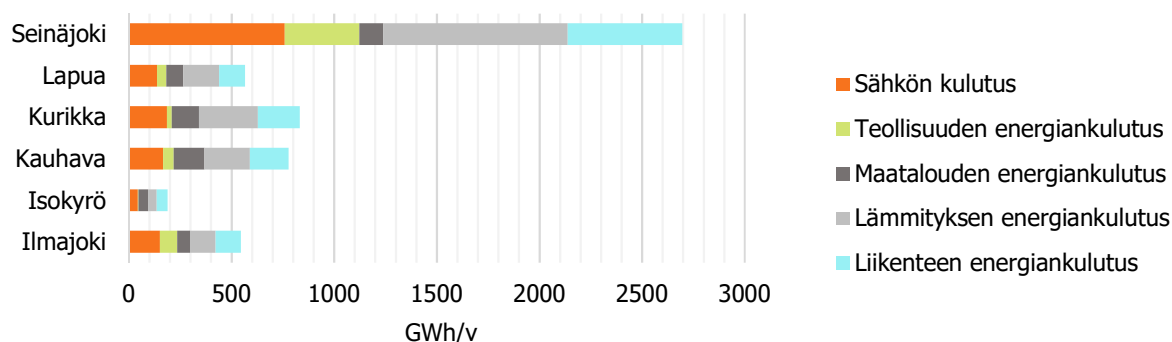
Taulukko 8 kokoaa energiankulutuslaskennan tulokset kunnittain ja sektoreittain Seinäjoen seutukunnassa ja kuvat 7 ja 8 visualisoivat tulokset. Tutkittujen sektoreiden kokonaisenergiankulutus on 5 610 GWh/v. Lämmityksen energiankulutuksen osuus on lähes kolmannes kokonaisenergian kulutuksesta. Sähköenergian osuus energian kokonaiskulutuksesta on 26 % ja tieliikenteen osuus 22 %. Maatalouden ja teollisuuden muun kuin sähköenergian kulutuksen osuudet ovat kumpikin noin 10 % kokonaisenergiakulutuksesta. Odotetusti suurin energiankulutus on Seinäjoella, lähes puolet koko seutukunnan energiankulutuksesta.

Taulukko 8. Energian kulutus kunnittain ja sektoreittain Seinäjoen seutukunnassa.

	Sähkö- energian kulutus yhteensä GWh/v	Teollisuuden energian kulutus (pl. sähkö) GWh/v	Maatalouden energian kulutus (pl. sähkö) GWh/v	Lämmityksen energian- kulutus (pl. sähkö) GWh/v	Liikenteen energian- kulutus (pl. sähkö) GWh/v	Yhteensä GWh/v
Ilmajoki	152	83	63	125	123	546
Isokyrö	44	3	46	43	52	188
Kauhava	167	51	150	221	189	778
Kurikka	186	23	133	287	205	834
Lapua	138	44	83	175	126	566
Seinäjoki	760	363	117	899	557	2696
Yhteensä	1 447	567	592	1750	1254	5610
	26 %	10 %	11 %	31 %	22 %	



Kuva 7. Energian kulutus sektoreittain Seinäjoen seutukunnassa.



Kuva 8. Energian kulutus kunnittain Seinäjoen seutukunnassa.

Taulukossa 9 nähdään vuoden 2023 tilanteen mukaan koottu yhteenveto energian kulutuksen polttoainejakaumasta. Kaikista sektoreista (sähkö, teollisuuden muu energian käyttö ja kauko- ja aluelämpö) ei ollut saatavissa kuntakohtaista tietoa, jolloin käytettiin koko maakuntaa koskevista tilastoista johdettuja prosenttiosuuksia. Maatalouden ostama lämpö oletettiin kauko- ja aluelämmöksi. Teollisuuden ostama lämpö käsittää yleisesti myös prosessilämmön, johon monesti sopii parhaiten lähellä kulutuskohdetta tuotettu höyry. Koska teollisuuden ostetun lämmön jakaumasta ei löytynyt tilastotietoa, oletettiin teollisuuden ostettu lämpö kokonaisuudessaan kauko- ja aluelämmöksi. Muut laskennassa käytetyt oletukset olivat:

- Asuin- ja liikerakennusten lämmityksessä puun ja turpeen käytöstä 85 % puuta, 15 % turvetta.
- Kauko- ja aluelämmön tuotannossa CHP:n osuus 57 % ja kaukolämmön erillistuotannon osuus 43 %. Lämpökattilan hyötysuhde 90 % ja CHP:n lämpöhyötysuhde 70 %.
- Erillisen lämpövoiman polttoainejakauma oletettiin samaksi kuin kaukolämmön erillistuotannossa. Lämpövoiman hyötysuhde 45 %.

Taulukko 9. Energian kulutuksen polttoainejakauma, Seinäjoen seutukunta.

	Sähkö		Polttoaineet				Kauko- ja aluelämpö			Yhteensä
	Tuuli/ vesi	Lämpö- voima	Teolli- suus	Maa- talous	Asuin- ja liike- raken- nusten lämmitys	Lii- kenne	Ostettu lämpö, teolli- suus	Ostettu lämpö, maa- talous	Asuin- ja liike- raken- nusten lämmitys	
Tuulivoima	1 252									1 252
Vesivoima	94									94
Turve		21	6	54	41		89	16	343	570
Puu		52	130	233	233		189	33	729	1 599
Öljy		2	85	261	460		6	1	25	841
Maakaasu			40							40
Hiili			40							40
Bensiini, diesel						1 254				1 254
Muu, tun- tematon			11		31					42
Yhteensä	1 346	75	312	548	766	1 254	284	50	1 097	5 731

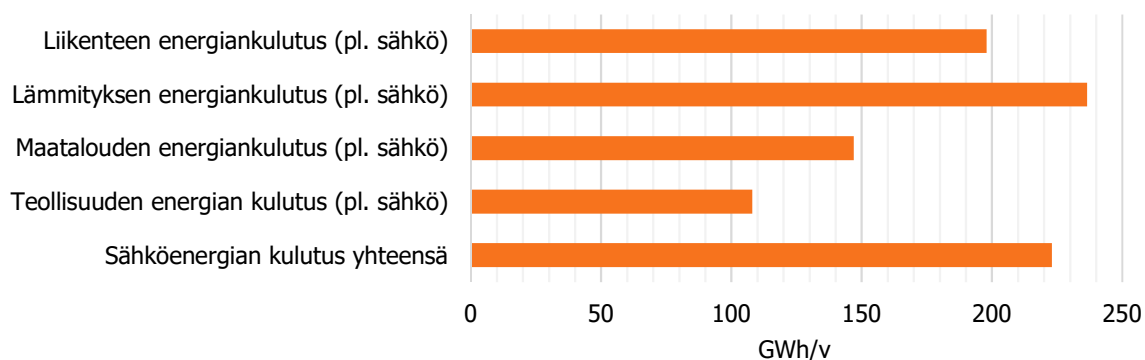
Uusiutuvan ja bioenergian osuus energiankulutuksesta on 51 %. Fossiilisia polttoaineita kuluu vuosittain 2174 GWh, josta liikenteen osuus on 1254 GWh. Muilla sektoreilla fossiilienergiaa käytetään 920 GWh/v, josta asuin- ja liikerakennusten lämmityksen osuus on puolet. Turvetta kuluu energiantuotannossa vuosittain 570 GWh. Turvetta käytetään erityisesti kauko- ja aluelämmön tuotannon polttoaineena.

Järviseudun seutukunta

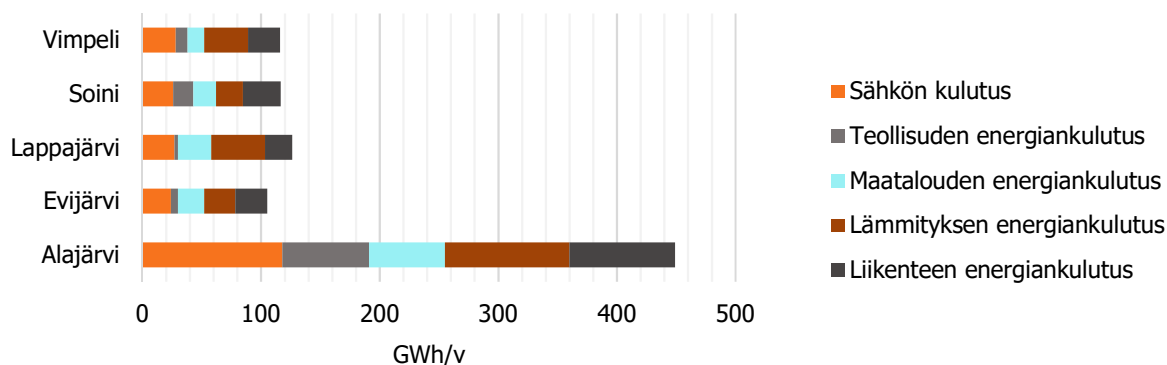
Taulukko 10 kokoaa energiankulutuslaskennan tulokset kunnittain ja sektoreittain Järviseudun seutukunnassa ja kuvat 9 ja 10 visualisoivat tulokset. Tutkittujen sektoreiden kokonaisenergiankulutus on Järviseudun seutukunnassa Seinäjoen seutukuntaan verrattuna huomattavasti alhaisempi 913 GWh/vuosi, vrt. Seinäjoen seutukunta 5610 GWh/vuosi. Eri sektoreiden osuudet kokonaisenergian kulutuksesta ovat: Lämmitys 26 %, sähkö 24 %, tieliikenne 22 %, maatalous 16 % ja teollisuus 12 %. Yksittäisistä kunnista korostuu Alajärvi; Alajärven energiankulutus on noin puolet koko seutukunnan energiankulutuksesta.

Taulukko 10. Energian kulutus kunnittain ja sektoreittain Järviseudun seutukunnassa.

	Sähkö- energian kulutus yhteensä GWh/v	Teollisuuden energian kulutus (pl. sähkö) GWh/v	Maatalouden energian kulutus (pl. sähkö) GWh/v	Lämmityksen energian- kulutus (pl. sähkö) GWh/v	Liikenteen energian- kulutus (pl. sähkö) GWh/v	Yhteensä GWh/v
Alajärvi	118	73	64	105	89	449
Evijärvi	24	6	22	26	27	105
Lappajärvi	27	3	28	45	23	126
Soini	26	17	19	23	32	117
Vimpeli	28	10	14	37	27	116
Yhteensä	223	108	147	237	198	913
	24 %	12 %	16 %	26 %	22 %	



Kuva 9. Energian kulutus sektoreittain Järviseudun seutukunnassa.



Kuva 10. Energian kulutus kunnittain Järviseudun seutukunnassa.

Taulukossa 11 nähdään vuoden 2023 tilanteen mukaan koottu yhteenveto energian kulutuksen polttoainejakaumasta. Laskennassa käytetyt oletukset samat kuin edellä Seinäjoen seutukunnan kohdalla.

Taulukko 11. Energian kulutuksen polttoainejakauma, Järviseudun seutukunta.

	Sähkö		Polttoaineet				Kauko- ja aluelämpö			Yhteensä
	Tuuli/ vesi	Lämpö- voima	Teolli- suus	Maa- talous	Asuin- ja liike- raken- nusten lämmitys	Lii- kenne	Ostettu lämpö, teolli- suus	Ostettu lämpö, maa- talous	Asuin- ja liike- raken- nusten lämmitys	
Tuulivoima	193									193
Vesivoima	15									15
Turve		3	1	13	11		17	4	18	68
Puu		8	25	58	64		36	8	39	238
Öljy		0.3	16	65	98		1	0	1	183
Maakaasu			8							8
Hiili			8							8
Bensiini, diesel						198				198
Muu, tun- tematon			2		9					11
Yhteensä	207	12	59	136	183	198	54	12	59	920

Uusiutuvan ja bioenergian osuus energiankulutuksesta on 48 %. Fossiilisia polttoaineita kuluu vuosittain 396 GWh, josta liikenteen osuus on puolet. Turvetta kuluu energiantuotannossa vuosittain 68 GWh.

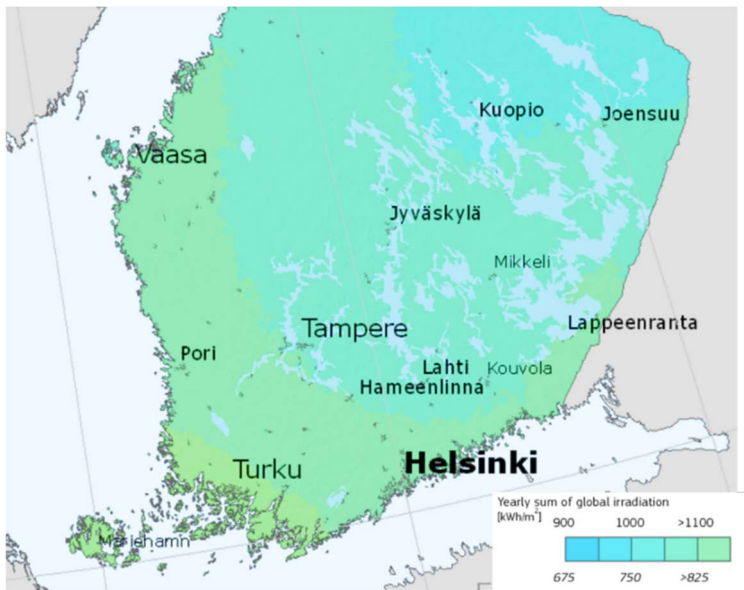
2.2 Uusiutuvan energian potentiaali seutukunnittain

Seutukuntakohtaisen uusiutuvan energian tuotantopotentiaalin laskennassa huomioitiin aurinko-, tuuli- ja bioenergiapotentiaali.

2.2.1 Aurinkovoima

Keski-Suomen korkeudella vuotuinen auringon säteily määrä vaakasuuralle pinnalle on Ilmatieteenlaitoksen testivuoden mukaan 890 kWh/m². Suuntaamalla paneelit 45 asteen kulmassa etelään päin voidaan hyödynnettävän säteilyn määrää lisätä vuositasolla 20–30 prosenttia vaakasuraan asennukseen verrattuna (Motiva, 2024). Näin kokonaissäteilyksi muodostuu noin 1100 kWh/m². On kuitenkin tärkeää huomata, että auringon säteily vaihtelee vuodenajan mukaan, ollen voimakkainta kesäkuukausina ja vähäisintä talvella.

Kuva 7 havainnollistaa auringon säteilysumman optimaalisesti kallistetuille pinnoille Etelä-Pohjanmaan korkeudella.



Kuva 7. Vuotuinen auringon säteily määrä optimaalisesti suunnatulle ja kallistetulle pinnalle (Motiva, 2024).

Aurinkovoiman kokonaispotentiaali koostuu olemassa olevasta, rakenteilla olevasta ja potentiaalisesta uudesta aurinkovoiman tuotannosta. Toiminnassa ja eri vaiheissa suunnitteluprosesseja olevien aurinkovoimaloiden kartoituksessa hyödynnettiin Suomen Uusiutuvat ry:n (Suomen Uusiutuvat, 2025a) aurinkovoiman hankekarttaa.

Nykyinen ja rakenteilla oleva aurinkovoimakapasiteetti

Etelä-Pohjanmaan ainoa tuotannossa oleva teollisen kokoluokan (yli 1 MW) aurinkopuisto sijaitsee Seinäjoen Nurmossa, Atrian teollisuusalueella. 5 MW Atrian Aurinko valmistui vuonna 2019. Vuonna 2023 sen paneeliteho lähes kaksinkertaistettiin 4 MW laajennusosalla.

Lisäksi Lapuan Heininevan entiselle turvetuotantoalueelle on rakenteilla 87 MW aurinkopuisto. Tuotantoon Heininevan aurinkopuiston on tavoite siirtyä vuoden 2026 alussa. Hankekehittäjänä on EPV Aurinkovoima Oy.

Suunnitellut aurinkovoimahankkeet

Täysin luvitettuja aurinkovoimahankkeita löytyy Seinäjoen seutukunnasta kaksi hanketta yhteisteholtaan 180 MW ja Järviseudun seutukunnasta neljä hanketta yhteisteholtaan 257 MW. Eri vaiheissa luvitus- ja esiselvitysprosesseja olevia hankkeita löytyy Seinäjoen seutukunnasta neljä hanketta yhteisteholtaan 350 MW ja Järviseudun seutukunnasta kaksi hanketta yhteisteholtaan 121 MW.

Taulukko 12 kokoa toiminnassa olevat, rakenteilla olevat ja suunnitteluvaiheessa olevat aurinkovoimahankkeet seutukunnittain. Merkittävin osa suunnitteluvaiheen hankkeista sijaitsee ympäristöluvallisilla turvetuotantoalueilla. Poikkeuksen tekee Möksy-Louhukankaan aurinkovoimalakokonaisuus Alajärvellä, joka sijoittuu tuulivoiman yleiskaava-alueelle. Sijoittamalla aurinkovoimaa tuulivoiman yhteyteen voidaan maksimoida maankäytön tehokkuus ja saada synergiaetuja mm. olemassa olevia sähkönsiirtojärjestelmiä hyödyntämällä. Aurinkovoima myös tasaa energiantuotantoa erityisesti tuulettomina ajanjaksoina.

Taulukko 12. Aurinkovoimahankkeet seutukunnittain.

Seinäjoen seutukunta

Tuotannossa				
	Kunta	MW	Valmistunut	Omistaja
Atrian Aurinko	Seinäjoki	5	2019	Nurmon Aurinko Oy
Atrian Aurinko, laajennus	Seinäjoki	4	2023	Nurmon Aurinko Oy
Rakenteilla				
	Kunta	MW	Valmistuu	Hankekehittäjä
Heinineva	Lapua	87	2026	EPV Aurinkovoima Oy
Luvitettu				
	Kunta	MW	Suunniteltu valmistuminen	Hankekehittäjä
Kortes-Salvianneva	Ilmajoki	70	2027	EPV Aurinkovoima Oy
Kampinneva	Lapua	110	2028	EPV Aurinkovoima Oy
Luvitus/esiselvitykset käynnissä				
	Kunta	MW	Suunniteltu valmistuminen	Hankekehittäjä
Tuulianneva	Ilmajoki	90	2028	EPV Aurinkovoima Oy
Isonneva-Laulanteenneva	Seinäjoki	90	2028	EPV Aurinkovoima Oy
Haisuneva	Kauhava	100	2029	EPV Aurinkovoima Oy
Ohraneva	Kauhava	70	2029	EPV Aurinkovoima Oy

Järviseudun seutukunta

Luvitettu				
	Kunta	MW	Suunniteltu valmistuminen	Hankekehittäjä
Lamminneva	Lappajärvi	60	2026	Vapo Terra Oy, Rabbalshede Kraft AB
Koppelonneva	Alajärvi	45	2027	Pohjan Voima
Möksy ja Louhukangas	Alajärvi	150	2026	Ilmatar Energy Oy
Peltolanperän Aurinkopuisto	Alajärvi	2	2026	Aurinkokarhu Oy
Luvitus/esiselvitykset käynnissä				
	Kunta	MW	Suunniteltu valmistuminen	Hankekehittäjä
Hirvineva	Alajärvi	70	2028	EPV Aurinkovoima Oy
Roviomaan Aurinkopuisto	Alajärvi	51	2028	Aurinkokarhu Oy

Lisäksi Finnish Consulting Groupin (FCG, 2023) Etelä-Pohjanmaan liiton toimeksiannosta laatimassa Etelä-Pohjanmaan aurinkoenergiaselvityksessä listataan useita muita laajoja aurinkoenergian tuotantoon soveltuvia alueita. Alueet sijaitsevat pääosin tuotannossa olevilla turvetuotantoalueilla. Seinäjoen seutukunnassa näiden alueiden yhteenlaskettu pinta-ala on noin 2400 ha ja Järviseudun seutukunnassa runsas 1900 ha, ja arvioidut aurinkoenergian vuosituotannot vastaavasti 1595 GWh/v ja 1275 GWh. Näille alueille ei kuitenkaan ole tätä raporttia laadittaessa vielä aurinkovoimahankkeita suunnitteilla.

Aurinkovoimahankkeiden suunnittelu on lisääntynyt merkittävästi viime vuosina, mutta kaikkien hankkeiden eteneminen toteutus- ja tuotantovaiheeseen ei ole varmaa. Muun muassa taloudelliset haasteet sekä teknologiset ja infrastruktuuriin liittyvät rajoitteet kuten sähköverkon kapasiteetti voivat viivästyttää tai jopa estää hankkeen etenemisen. Myös sähkön kysyntä ja maanomistajien halukkuus ovat ratkaisevia tekijöitä siinä, kuinka moni suunnitelluista hankkeista lopulta toteutuu. Toteutuvien hankkeiden lopullinen nimellisteho voi myös poiketa suunnitellusta.

Tilastotietoa suunniteltujen aurinkovoimahankkeiden etenemisestä toteutus- ja tuotantovaiheeseen ei ole saatavilla. Joka tapauksessa selvää on, että kaikki eivät välttämättä toteudu suunnitellussa laajuudessa tai laisinkaan. Realistisemmän kuvan saamiseksi tällä hetkellä suunnitteluvaiheessa olevien hankkeiden (taulukosta 12) aurinkovoimakapasiteetista muodostimme kolme skenaariota: Maltillisessa skenaariossa eri vaiheissa luvitus- ja esiselvitysprosessissa olevista hankkeista 40 % etenee toteutus- ja tuotantovaiheeseen. Kasvuskenaariossa toteutumistaso on 50 % ja Optimistisessä skenaariossa 60 %. Skenaarioiden ennustama aurinkovoimakapasiteetti on koottu taulukkoon 13.

Taulukko 13. Suunnitteluvaiheessa olevien hankkeiden aurinkovoimakapasiteetin (MW) skenaariotarkastelu.

	Maltillinen	Kasvu	Optimistinen
Seinäjoen seutukunta	212	265	318
Järviseudun seutukunta	151	189	227

Huomattakoon, että skenaariotarkasteluun liittyy melko paljon epävarmuutta, koska aurinkovoiman kasvu on Suomessa vasta pääsemässä vauhtiin, eikä kokemusperäistä tietoa hankkeiden lopullisesta toteutumistasesta ole käytettävissä. Toisaalta, tulevaisuudessa todennäköisesti julkistetaan uusia hankkeita, jotka eivät vielä näy luvuissa.

Maakunnallisesti merkittävästä aurinkovoimalaitoksen mittakaavasta ei ole yksiselitteistä määritelmää, ja melko suuriakin aurinkoenergian tuotantoalueita voidaan toteuttaa kuntakaavotuksella (Ramboll, 2021). Tässä tutkimuksessa maakunnallisesti merkittävän aurinkovoiman rajaksi asetettiin 10 MW, joten edellä kuvatut rakenteilla ja suunnitteluvaiheessa olevat aurinkovoimahankkeet lukeutuvat pääosin maakunnallisesti merkittävään aurinkovoimaan. Alle 10 MW aurinkovoimalaitokset käsiteltiin tässä tutkimuksessa paikalliseksi aurinkovoimaksi. Seuraavaksi tarkastellaan, kuinka paljon uutta, paikallista aurinkovoimaa alueelle olisi mahdollista toteuttaa.

Paikallinen aurinkovoimapotentiali

Paikallisen aurinkovoimapotentialin arvioinnissa hyödynnettiin julkisesti saatavilla olevia paikatietoaaineistoja. Aurinkovoimarakentamiselle soveltuvien alueiden määrittelyssä huomioitiin mm. maanpeitteen laatu ja olemassa oleva infrastruktuuri. Maanpeitteen osalta soveltuvimmiksi paikoiksi katsottiin suuret, avoimet, rakentamattomat alueet. Kartoituksessa keskityttiin erityisesti seuraaviin:

- kallioalueet
- turvetuotantoalueet
- niittyalueet
- helppokulkuiset puuttomat suoalueet
- varastoalueet
- muut avoimet alueet (varvikot, avoimet metsämaat, avoimet vesijättöalueet)

Paikkatietoanalyysissä tutkimusalue poimittiin seuraavista lähteistä:

- Maanmittauslaitoksen avoin rajapinta, josta haettiin maasto- ja taustakartat sekä kiinteistörajat. Tämä valittiin ensisijaiseksi tietolähteeksi.
- Maanmittauslaitoksen BETA maastotietokanta, joka osoittaa sähkölinjat ja muuntoasemat.
- Suomen ympäristökeskuksen avoin tietoaaineisto sisältäen Natura 2000 –alueet, luonnon-suojelualueet, pohjavesialueet ja Corine 2018 maanpeiteaineiston.
- Etelä-Pohjanmaan maakuntakaava 2050, joka osoittaa aluerakenteen ja -varaukset, esim. turvetuotannolle varatut alueet, ruuantuotannon ydinalueet sekä liikenteen ja teknisen huollon verkostot.

Kaikki paikkatietoaineistot tuotiin QGIS-ohjelmistoon. Tämän jälkeen pääkartasta suljettiin pois ns. no-go alueet eli alueet, joille ei tule rakentaa. Näitä ovat esimerkiksi luonnonsuojelu-alueet, puistot, urheilu- ja virkistysalueet sekä vesialueet. Myös maatalousmaat suljettiin pois, koska pyrimme välttämään ruuantuotannossa olevien peltojen käyttöä aurinkovoimarakentamiselle. Myös luonnontilaiset vaikeakulkuiset suoalueet rajattiin pois, koska suon pehmeä ja vettynyt maa ei kanna telineiden ja kaluston painoa ilman kalliita erityisratkaisuja ja kunnosapito on vaikeaa mässä ja vaikeakulkuisessa maastossa. Kuva 8 kokoaa kaikki tässä tutkimuksessa no-go alueiksi määritellyt alueet.



Kuva 8. No-go alueet.

Maa-asenteinen aurinkovoimala vaatii noin 1–1,5 hehtaaria pinta-alaa per MW (Harju, 2023). Vaadittu tila riippuu muun muassa maaston muodoista ja paneelien ryhmittelytavasta. Tilan suunnittelussa on huomioitava paneelien vaatiman tilan lisäksi myös riittävä tilavaraus huoltotoimille. Tämän vuoksi asetimme aurinkovoimalan tilantarpeeksi 2 ha/MW. Paikallisten aurinkovoimalaitosten kapasiteetiksi käsitettiin tässä tutkimuksessa 1–10 MW, joten seuraavassa vaiheessa haimme yllä olevat rajaukset huomioiden kaikki aurinkovoimarakentamiselle mahdollisesti soveltuvat 2–20 hehtaarin suuruiset alueet. Tämän jälkeen lisäsimme vielä kaksi merkittävää kriteeriä, etäisyys sähköasemaan ja tiestöön. Maksimietäisyydeksi tiehen asetettiin 5 km ja sähköasemaan 10 km. Aurinkovoimarakentamiselle soveltuvimpien alueiden määrittämiseksi alueet pisteytettiin taulukon 14 mukaisesti.

Taulukko 14. Alueiden pisteytyksen perusteet.

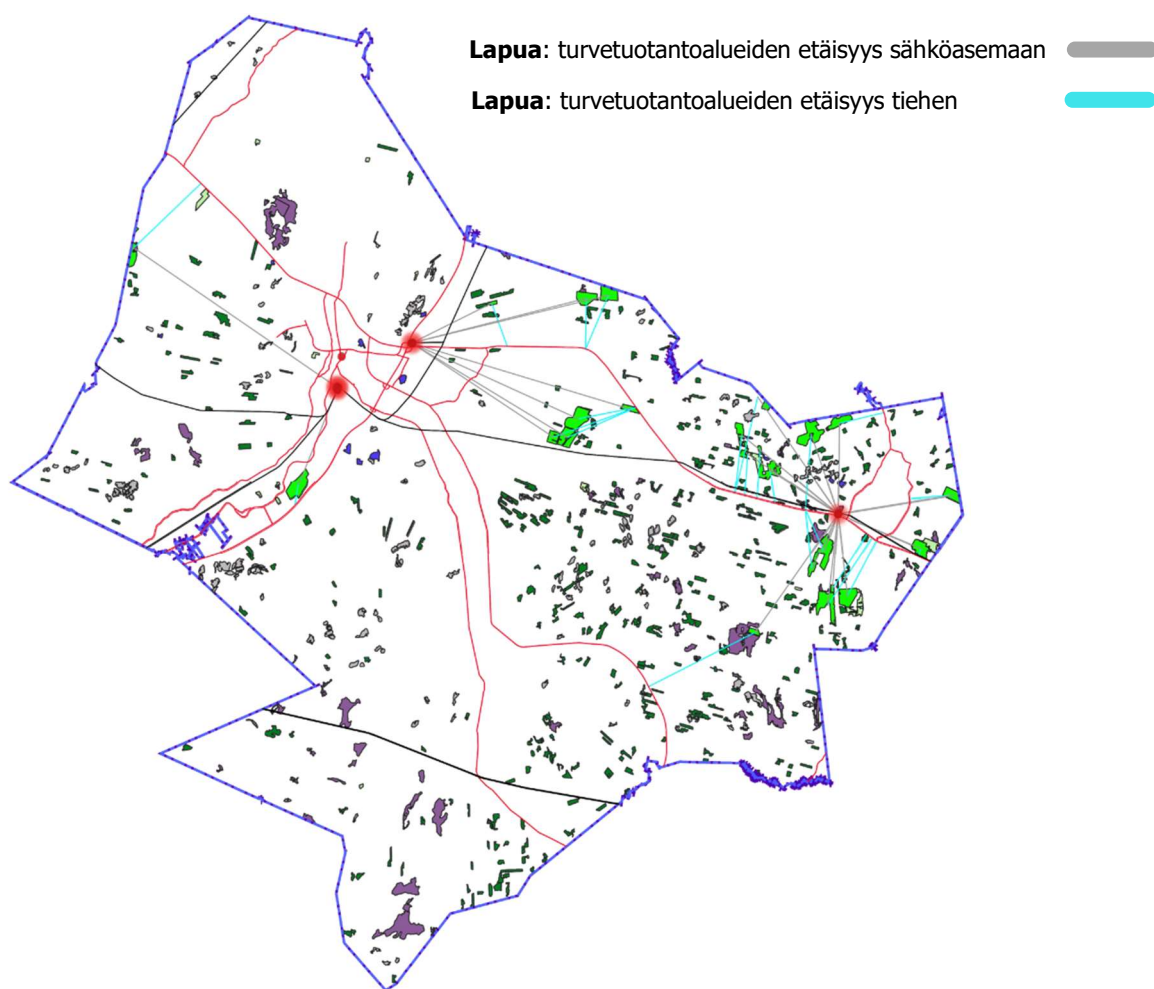
Etäisyys päällystettyyn tiehen	Pistemäärä	Etäisyys sähköasemaan	Pistemäärä
0–1 km	3	0–3 km	3
1–3 km	2	3–6 km	2
3–5 km	1	6–10 km	1
> 5 km	0	> 10 km	0

Kummastakin luokasta voi saada maksimissaan 3 pistettä. Maksimipistemäärä on näiden tulo eli 9 pistettä (taulukko 15).

Taulukko 15. Pisteytyksen tulokset.

Kriteerit	Etäisyys päällystettyyn tiehen				
Etäisyys sähkö- asemaan			< 1 km	1–3 km	3–5 km
		Pisteet	3	2	1
	< 3 km	3	9	6	3
	3–6 km	2	6	4	2
	6–10 km	1	3	2	1

Kuva 9 havainnollistaa tutkimusmenetelmää. Kuvassa esitetään turvetuotantoalueet ja niiden etäisyys sähköasemiin ja tiestöön Lapualla.



Kuva 9. Esimerkki soveltuvien 2–20 ha suuruisten alueiden kartoituksesta: Turvetuotantoalueet ja niiden etäisyys sähköasemiin ja tiestöön Lapualla.

Lopullisten alueiden valinnassa korostui pisteytys. Tässä selvityksessä paikallisen aurinkovoimapotentialin laskennassa huomioitiin vain ”parhaiten soveltuvat alueet” ja ”soveltuvat alueet”, joiden pisteet ovat 9 ja 6, ks. taulukko 16.

Taulukko 16: Pisteytyksen tulkintataulukko

	Pisteet
Parhaiten soveltuvat alueet	9 p.
Soveltuvat alueet	6 p.
Mahdolliset alueet	3–4 p.
Ei soveltuvat alueet	1–2 p.

Yhteenveto soveltuvista alueista seutukunnittain ja kunnittain on koottu taulukkoon 17. Yksityiskohtaisempi erittely on liitteessä 1.

Taulukko 17. Yhteenveto soveltuvien alueiden aurinkovoimapotentialista seutukunnittain.**Seinäjoen seutukunta**

	Tutkitut alueet yhteensä (ha)	Parhaiten soveltuvat alueet (9 p.) (ha)	Parhaiten soveltuvat alueet; aurinkovoima- potentiaali (MW)	Soveltuvat alueet (6 p.) (ha)	Soveltuvat alueet; aurinkovoima- potentiaali (MW)
Ilmajoki	944	16	8	194	97
Isokyrö	255	30	15	77	38
Kauhava	3 001	166	83	327	164
Kurikka	3 401	324	162	516	258
Lapua	1 810	157	79	237	119
Seinäjäoki	3 475	270	135	935	467
Yhteensä	12 886	963	482	2 286	1 143

Järviseudun seutukunta

	Tutkitut alueet yhteensä (ha)	Parhaiten soveltuvat alueet (9 p.) (ha)	Parhaiten soveltuvat alueet; aurinkovoima- potentiaali (MW)	Soveltuvat alueet (6 p.) (ha)	Soveltuvat alueet; aurinkovoima- potentiaali (MW)
Alajärvi	3 604	326	163	753	377
Evijärvi	462	18	9	48	15
Lappajärvi	229	-	-	29	15
Soini	2 277	167	84	417	208
Veteli	873	54	27	182	91
Yhteensä	7 445	565	283	1 429	706

Seinäjoen seutukunnassa parhaiten soveltuvien alueiden paikallinen aurinkovoimapotentiaali on 482 MW ja soveltuvien alueiden 1 143 MW. Järviseudun seutukunnassa vastaavat luvut ovat 283 ja 706 MW. Taulukko 18 kokoaa soveltuvien maa-alueiden pinta-alat maanpeitela-jeittain.

Taulukko 18. Soveltuvien alueiden pinta-ala maanpeitelajeittain.

Seinäjoen seutukunta	ha	osuus	Järviseudun seutukunta	ha	osuus
Niityt	290	9 %	Niityt	62	3 %
Muut avoimet alueet	1 211	37 %	Muut avoimet alueet	1 555	78 %
Turvetuotantoalueet	138	4 %	Turvetuotantoalueet	49	2 %
Kallioalueet	1 227	38 %	Kallioalueet	147	7 %
Varastoalueet	163	5 %	Varastoalueet	44	2 %
Helppokulkuiset puuttomat suot	219	7 %	Helppokulkuiset puuttomat suot	136	7 %
Yhteensä	3 248	100 %	Yhteensä	1 993	100 %

Lopullisessa arviossa on kuitenkin syytä ottaa huomioon mahdolliset rajoittavat tekijät. Aurinkovoimarakentamista voivat estää tai rajoittaa useat tekijät, jotka liittyvät teknisiin, taloudellisiin, ympäristöllisiin tai lainsäädännöllisiin seikkoihin, esimerkiksi:

- Emme tiedä maanomistusta tai omistajan suhtautumista aurinkovoima-asennusten sijoittamiseen alueelle
- Ei myöskään ole varmuutta siitä, että valitut kriteerit maa-alueiden suodattamiseen ja valintaan takaavat, että aurinkosähköjärjestelmä voidaan asentaa sinne (esim. alueiden nykyinen käyttö)
- Huonosti soveltuva maaperä voi asettaa haasteita rakentamiselle. Esimerkiksi kallioalueilla louhinta, poraus tai ankkurointi voi olla kallista rajoittaen alueiden käyttöä aurinkovoimarakentamiselle. Suoalueilla puolestaan pehmeä maaperä voi vaatia paalutusta tai kelluvia rakenteita, mikä nostaa kustannuksia ja voi rajoittaa alueiden käytettävyyttä.
- Lisäksi suoalueille rakentaminen voi häiritä suoluontoa, hydrologiaa ja suojeltuja lajeja, minkä vuoksi mm. Etelä-Pohjanmaan 2050 maakuntakaavassa suositellaan välttämään laajamittaista rakentamista luonnontilaisille soille.
- Myös merkittävät korkeuserot ja varjostus voivat rajoittaa potentiaalia
- Pohjavesialueiden läheisyys voi vaatia tiukempia lupia
- Lisäksi Suomen ympäristöministeriön aurinkovoimaoppaassa (Andersson, 2024) ohjataan välttämään aurinkovoimarakentamista sellaisille turvetuotantoalueille, jotka soveltuvat ennallistettaviksi.
- Myös luonnonvaraisten niittyjen säästäminen rakentamiselta voi olla tarpeen luonnon monimuotoisuuden säilyttämiseksi.

Mainittujen rajoitusten vuoksi muodostimme paikallisesta aurinkovoimapotentialista kolme skenaariota: Maltillisessa skenaariossa parhaiten soveltuvista alueista 20 % ja soveltuvista alueista 10 % voidaan hyödyntää aurinkovoimarakentamiselle. Kasvuskenaariossa osuuksiksi asetettiin 30 % ja 15 %, ja optimistisessä skenaariossa 40 % ja 20 %.

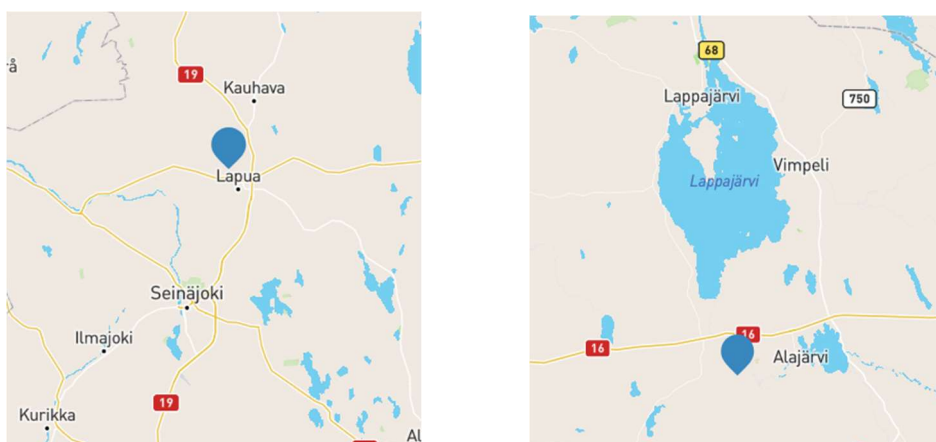
Taulukko 19. Paikallisen aurinkovoimapotentialin (MW) skenaariotarkastelu.

	Maltillinen	Kasvu	Optimistinen
Seinäjoen seutukunta	211	316	421
Järviseudun seutukunta	127	191	254

Aurinkovoiman tuotantopotentialiaali

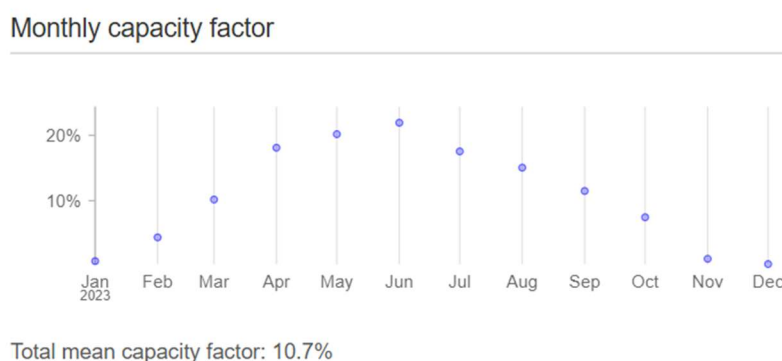
Aurinkovoimatuotannon laskennassa hyödynnettiin Imperial College Londonin ja ETH Zürichin kehittämää Renewables.ninja verkkotyökalua, joka tarjoaa pääsyn aurinko- ja tuulivoiman tuotantoennusteisiin missä tahansa sijainnissa eri puolella maailmaa paikalliset olosuhteet huomioiden. Ohjelman käyttämät auringonsäteily- ja tuulisuustiedot perustuvat NASA:n MERRA-2 ilmakehädataan. MERRA-2 (Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications, Version 2) sisältää korkearesoluutioista historiallista tietoa mm. auringon säteilystä, lämpötilasta sekä tuulen nopeudesta ja suunnista, ja sitä käytetään laajalti mm. ilmastotutkimuksessa, sääennusteiden arvioinnissa ja uusiutuvan energian suunnittelussa.

Tuotannossa, rakenteilla ja suunnitteilla olevien voimaloiden sekä mahdollinen uusi paikallinen tuotantopotentialiaali laskettiin Renewables.ninja työkalun laskemien kapasiteettikertoimien (CF, Capacity Factor) avulla. Laskenta perustui vuoden 2023 auringon säteilyn arvoihin. Verkkotyökaluun syötetyt sijaintitiedot nähdään kuvassa 10.



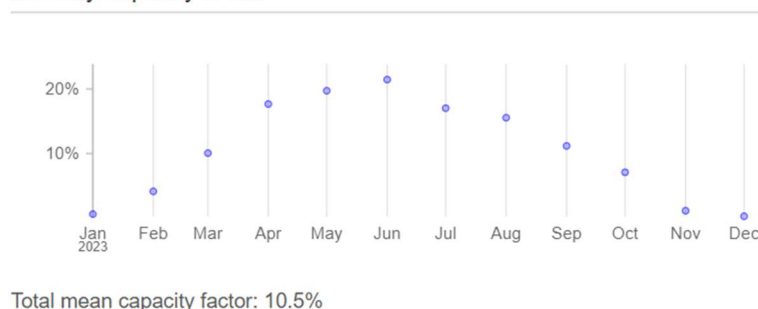
Kuva 10. Auringonsäteilyn mittauspisteet.

Kapasiteettikertoimeksi Seinäjoen seudun tarkastelupisteessä muodostui 10,7 % ja Järviseedun tarkastelupisteessä 10,5 %. Kapasiteettikerroin kertoo, kuinka paljon aurinkovoimala tuottaa vuositasolla sähköä suhteessa sen teoreettiseen maksimiin. Kuukausittainen kapasiteettikertoimen vaihtelu Seinäjoen-Lapuan-Kauhavan seudulla nähdään kuvassa 11 ja Alajärven-Lappajärven seudulla kuvassa 12.



Kuva 11. Kuukausittainen aurinkovoiman kapasiteettikertoimen vaihtelu, Seinäjoen seutukunta.

Monthly capacity factor



Kuva 12. Kuukausittainen aurinkovoiman kapasiteettikertoimen vaihtelu, Järviseudun seutukunta.

Tuotannossa, rakenteilla ja suunnitteluvaiheessa olevan aurinkovoiman tuotantoennuste nähdään taulukossa 20.

Taulukko 20. Tuotannossa ja rakenteilla sekä suunnitteluvaiheessa olevan aurinkovoiman tuotantoennuste seutukunnittain.

Seinäjoen seutukunta		Maltillinen		Kasvu		Optimistinen	
	CF %	Kapasiteetti MW	Tuotanto GWh/v	Kapasiteetti MW	Tuotanto GWh/v	Kapasiteetti MW	Tuotanto GWh/v
Tuotannossa + rakenteilla	10,7	96	90	96	90	96	90
Suunnitteluvaiheessa	10,7	212	199	265	248	318	298

Järviseudun seutukunta		Maltillinen		Kasvu		Optimistinen	
	CF %	Kapasiteetti MW	Tuotanto GWh/v	Kapasiteetti MW	Tuotanto GWh/v	Kapasiteetti MW	Tuotanto GWh/v
Suunnitteluvaiheessa	10,5	151	139	189	174	227	209

Mahdollisen uuden paikallisen aurinkovoiman tuotantoennuste on koottu taulukkoon 21.

Taulukko 21. Mahdollisen uuden paikallisen aurinkovoiman tuotantoennuste seutukunnittain.

Seinäjoen seutukunta		Maltillinen		Kasvu		Optimistinen	
	CF %	Kapasiteetti MW	Tuotanto GWh/v	Kapasiteetti MW	Tuotanto GWh/v	Kapasiteetti MW	Tuotanto GWh/v
Paikallinen aurinkovoimapotentiaali	10,7	211	198	316	296	421	395

Järviseudun seutukunta		Maltillinen		Kasvu		Optimistinen	
	CF %	Kapasiteetti MW	Tuotanto GWh/v	Kapasiteetti MW	Tuotanto GWh/v	Kapasiteetti MW	Tuotanto GWh/v
Paikallinen aurinkovoimapotentiaali	10,5	127	117	191	176	254	234

2.2.2 Biokaasu

Biokaasun kokonaispotentiaali koostuu jo olemassa olevasta, tällä hetkellä rakenteilla olevasta ja potentiaalisesta uudesta biokaasun tuotannosta.

Nykyinen biokaasun tuotanto

Suomen Biokierto ja Biokaasu ry:n karttapalvelun (SBB, 2025) mukaan Seinäjoen seutukunnassa biokaasua tuotetaan nykyisin Kurikassa kolmessa ja Ilmajoella yhdessä maatilakokoluokan laitoksessa. Lisäksi biokaasua tuotetaan Ilmajoella toimivassa Lakeuden Etappi jätehuoltokeskuksessa. Mainittujen maatilakokoluokan laitosten yhteenlaskettu biokaasun tuotanto on noin 10 GWh/v (SBB, 2025). Lakeuden Etapin vuotuinen biokaasun tuotanto on 15–20 GWh (Tiainen, 2024). Tuotettu biokaasu hyödynnetään biokaasulaitoksen prosessissa ja energiana laitoksen omaan käyttöön (Lakeuden Etappi, 2025). Järviseudun seutukunnasta löytyy kaksi maatilakokoluokan biokaasulaitosta. Näiden yhteenlaskettu biokaasun tuotantomäärä on noin 3 GWh/v (SBB, 2025).

Biokaasutuotannon lisäyspotentiaali

Biokaasutuotannon kasvattaminen on niin Suomen hallituksen kuin EU-komission asialistalla, ja biokaasulla nähdään rooli ilmastosuunnitelmissa usealla sektorilla. Biokaasun tuotannon kasvattamisessa etenkin maatalouden biomassoilla on keskeinen rooli, sillä suurin osa biokaasun hyödyntämättömästä tuotantopotentiaalista on maatalouden biomassoissa.

Biokaasutuotannon lisäyspotentiaalin laskennassa tutkittaviksi syötteiksi valittiin

- lypsy- ja lihakarjan sekä emakoiden, porsaiden ja lihasikojen lietelannat
- lypsy- ja lihakarjan, emakoiden, porsaiden ja lihasikojen, siipikarjan, lampaiden ja vuohien, hevosten ja turkiseläinten kuivalannat
- peltokasvien sivuvirrat, mukaan lukien kesanto- ja suojaväyhykenurmet, viherlannoitusnurmen alkusato, perunan ja valkuaiskasvien varret, öljykasvien korret ja ylijäämäolki. Ylijäämäolkenä pidetään sitä osaa oljista, joka ei mene kuivikekäyttöön ja joka on perinteisesti kynnetty maahan. Ylijäämäoljen osuudeksi olkien kokonaismäärästä asetettiin 80 %.

Tuotantopotentiaalin laskennassa hyödynnettiin Luonnonvarakeskuksen Biomassa-atlas –karttapalvelua (Biomassa-atlas, 2025) ja Luonnonvarakeskuksen Biokaasulaskuria (Biokaasulaskuri, 2025). Biomassa-atlas on avoin tietokanta, joka sisältää valtakunnalliset tiedot erilaisten biomassojen saatavuudesta, määrästä ja sijainnista. Biokaasulaskurista puolestaan on saatavilla tutkimuksiin perustuvia arvoja syötteiden ominaisuuksista ja metaaninituottopotentiaaleista.

Hyödyntämättömien biomassojen määrät kunnittain ja seutukunnittain

Hyödyntämättömien biomassojen selvittämiseksi Biomassa-atlaksen ilmoittamista määristä vähennettiin tällä hetkellä jo biokaasun tuotantoon menevät biomassamäärät sekä olkien kuivikekäyttö. Tulokset taulukossa 22.

Taulukko 22. Hyödyntämättömien biomassojen määrät kunnittain.

Seinäjoen seutukunta

	Yli- jäämä- olki t(k-a)/v	Valkuais- kasvien varret t(k-a)/v	Perunan varret t(k-a)/v	Viher- lannoit- us- nurmien alkusato t(k-a)/v	Ke- santo- nurmi t(k-a)/v	Suoja- vyöhyke- nurmi t(k-a)/v	Öljy- kasvien korsi t(k-a)/v	Lietelanta: Lypsy- ja lihakarja t/v	Kuiva- lanta: Lypsy- ja lihakarja t/v	Lietelanta: Emakot, porsaatt ja lihasiat t/v	Kuiva- lanta: Emakot, porsaatt ja lihasiat t/v	Kuiva- lanta: Munitus- kanat t/v	Kuiva- lanta: Broilerit, kalkkunat ja muu siipikarja t/v	Kuiva- lanta: Lampaat ja vuohet t/v	Kuiva- lanta: Hevoset ja ponit t/v	Kuivike- lanta: Turkis- eläimet t/v
Isokyrö	20274	971	428	204	897	139	815	14073	8642	37900	759	0	991	217	1182	44
Kurikka	44468	2062	484	276	2566	1204	1365	109980	86868	68863	2174	413	13098	2029	4818	0
Lapua	27948	559	1946	337	1384	855	1460	41968	33045	32955	742	613	5380	163	2540	13
Ilmajoki	24219	1004	521	128	862	230	1085	39893	30427	95485	1744	63	7065	1118	2972	49
Seinäjoki	41781	1432	1616	423	2828	633	1990	69385	47763	77320	1195	720	12375	235	8299	105
Kauhava	40008	1328	13098	1175	3435	1255	1734	86941	56353	34771	717	31	3883	1773	6158	10270

Järvisseudun seutukunta

	Yli- jäämä- olki t(k-a)/v	Valkuais- kasvien varret t(k-a)/v	Perunan varret t(k-a)/v	Viher- lannoit- us- nurmien alkusato t(k-a)/v	Kesanto- nurmi t(k-a)/v	Suoja- vyöhyke- nurmi t(k-a)/v	Öljy- kasvien korsi t(k-a)/v	Lietelanta: Lypsy- ja lihakarja t/v	Kuiva- lanta: Lypsy- ja lihakarja t/v	Lietelanta: Emakot, porsaatt ja lihasiat t/v	Kuiva- lanta: Emakot, porsaatt ja lihasiat t/v	Kuiva- lanta: Munitus- kanat t/v	Kuiva- lanta: Broilerit, kalkkunat ja muu siipikarja t/v	Kuiva- lanta: Lampaat ja vuohet t/v	Kuiva- lanta: Hevoset ja ponit t/v	Kuivike- lanta: Turkis- eläimet t/v
Evijärvi	3034	140	43	15	559	446	196	25150	15932	0	0	0	0	22	358	2761
Alajärvi	7689	101	1145	337	1881	1153	575	52516	32848	3462	81	822	0	475	1284	1826
Lappajärvi	3709	106	1501	105	865	467	189	11808	9542	0	0	0	304	0	476	9006
Soini	1594	6	5	60	601	234	9	11583	6153	483	34	0	0	135	535	0
Vimpeli	2790	5	966	15	546	169	206	14443	10563	422	17	76	0	2	319	46

k-a = kuiva-aine

Metaanintuottopotentiaalin laskentamenetelmä

Metaanin tuotannon laskennassa oleellisia syötteen ominaisuuksia ovat kuiva-ainepitoisuus (TS, Total Solids) ja orgaanisen aineksen (VS, Volatile Solids) osuus kuiva-aineesta. Metaanintuottopotentiaali puolestaan kertoo suurimman mahdollisen raaka-aineesta saatavan metaanikaasun määrän syötteen orgaanisen aineen tonnia kohti ($\text{m}^3 \text{CH}_4/\text{t VS}$). Syötteiden metaanintuottopotentiaalin laskennassa käytetyt arvot esitetään taulukossa 23.

Taulukko 23. Syötteiden ominaisuudet (Pyykkönen ja muut, 2023; Rasi ja muut, 2012).

	Kuiva-aine- pitoisuus (TS)	Orgaaninen aine (VS)	Metaanin- tuottopotentiaali
	%	%/kuiva-aine	$\text{m}^3 \text{CH}_4/\text{t VS}$
Olki	90 %	94 %	280
Valkuaiskasvien ja perunan varret *	11 %	85 %	300
Nurmet: kesanto ja suojavaikkeenurmi, viherlannoitusnurmen alkusato	40 %	90 %	280
Öljykasvien korret	90 %	92 %	250
Lietelanta: Lypsy- ja lihakarja	9 %	80 %	200
Kuivalanta: Lypsy- ja lihakarja	30 %	85 %	200
Lietelanta: Emakot, porsaas ja lihasiat	8 %	82 %	320
Kuivalanta: Emakot, porsaas ja lihasiat	21 %	85 %	230
Kuivalanta: Munituskanat	35 %	75 %	260
Kuivalanta: Broilerit, kalkkunat ja muu siipikarja	68 %	85 %	155
Kuivalanta: Lampaas ja vuohet	25 %	80 %	100
Kuivalanta: Hevoset ja ponit	35 %	85 %	160
Kuivikelanta: Turkiseläimet	33 %	79 %	235

* käytetty vihannesten naattien arvoja

Teoreettinen metaanintuottopotentiaali kunnittain ja seutukunnittain

Metaanintuottopotentiaalin (MWh/v) laskennassa käytettiin metaanin tiheyttä standardiolosuhteissa ($0,717 \text{ kg/m}^3$) ja alemmaa lämpöarvoa $13,9 \text{ kWh/kg}$. Seinäjoen seutukunnassa tutkittujen syötteiden teoreettiseksi metaanintuottopotentiaaliksi saatiin 973 GWh/vuosi ja Järviseudun seutukunnassa 147 GWh/vuosi . Kuntakohtaiset tulokset nähdään taulukoissa 24.

Nurmien kohdalla on huomioitava, että Biomassa-atlaksen antamat biomassamäärät ovat pinta-ala-perusteisia, ei satoperusteisia. Jos samalta alueelta voidaan korjata useampi sato, on potentiaali tässä esitettyjä laskelmia suurempi.

Rehunurmia ei tutkimuksessa huomioitu, koska kohteiksi valittiin ainoastaan sellaiset peltobiomassat, jotka eivät kilpaile ruoan tai rehuntuotannon kanssa. Rehunurmet voivat kuitenkin nostaa bio-metaanipotentiaalia kestäväksi luokitellulla tavalla: Nautatilat mitoittavat rehunurmen viljelyalansa usein hieman yläkanttiin, jotta heikkonakin satovuotena nurmirehua saadaan riittävästi. Hyvinä satovuosina rehunurmea voidaan siten tuottaa yli karjan tarpeen, jolloin osa sadosta voitaisiin käyttää biokaasun tuotantoon (Spoof-Tuomi, 2024).

Taulukko 24. Tutkittujen syötteiden kuntakohtaiset teoreettiset metaanintuottopotentialit (MWh/v).**Seinäjoen seutukunta**

	Ylijäämä- olki	Valkuais- kasvien varret	Perunan varret	Viher- lannoit- us- nurmien alkusato	Kesanto- nurmi	Suoja- vyö- hyke- nurmi	Öljy- kasvien korsi	Liete- lanta: Lypsy- ja liha- karja	Kuiva- lanta: Lypsy- ja lihakarja	Liete- lanta: Emakot, porsaas ja lihasiat	Kuiva- lanta: Emakot, porsaas ja lihasiat	Kuiva- lanta: Muni- tus- kanat	Kuiva- lanta: Broilerit, kalkku- nat ja muu sii- pikarja	Kuiva- lanta: Lam- paat ja vuohet	Kuiva- lanta: Hevoset ja ponit	Kuivike- lanta: Turkis- eläimet	Yhteensä MWh/v
Isokyrö	53 182	2 468	1 088	512	2 253	349	1 868	2 020	4 393	7 929	311	0	885	43	561	27	
Kurikka	116 645	5 240	1 230	693	6 445	3 024	3 129	15 784	44 153	14 407	890	281	11 695	404	2 286	0	
Lapua	73 311	1 421	4 946	846	3 476	2 147	3 347	6 023	16 796	6 895	304	417	4 804	32	1 205	8	
Ilmajoki	63 530	2 552	1 324	321	2 165	578	2 487	5 725	15 465	19 977	714	43	6 308	223	1 410	30	
Seinäjoki	109 596	3 639	4 107	1 062	7 103	1 590	4 562	9 958	24 277	16 176	489	490	11 049	47	3 937	64	
Kauhava	104 946	3 375	33 287	2 951	8 627	3 152	3 975	12 477	28 643	7 275	293	21	3 467	353	2 921	6 271	
Yhteensä	521 212	18 695	45 982	6 387	30 068	10 840	19 367	51 987	133 728	72 658	3 000	1 252	38 208	1 103	12 320	6 399	973 204

Järvisseudun seutukunta

	Yli- jäämä- olki	Valkuais- kasvien varret	Perunan varret	Viher- lannoit- usnur- mien al- kusato	Kesanto- nurmi	Suoja- vyö- hyke- nurmi	Öljykas- vien korsi	Liete- lanta: Lypsy- ja liha- karja	Kuiva- lanta: Lypsy- ja lihakarja	Liete- lanta: Emakot, porsaas ja lihasiat	Kuiva- lanta: Emakot, porsaas ja lihasiat	Kuiva- lanta: Muni- tus- kanat	Kuiva- lanta: Broilerit, kalkku- nat ja muu sii- pikarja	Kuiva- lanta: Lam- paat ja vuohet	Kuiva- lanta: Hevoset ja ponit	Kuivike- lanta: Turkis- eläimet	Yhteensä MWh/v
Evijärvi	7 960	356	109	38	1 404	1 120	449	3 609	8 098	0	0	0	0	4	170	1 686	
Alajärvi	20 169	257	2 910	846	4 724	2 896	1 318	7 537	16 696	724	33	559	0	95	609	1 115	
Lappajärvi	9 729	269	3 815	264	2 172	1 173	433	1 695	4 850	0	0	0	271	0	226	5 499	
Soini	4 180	15	13	151	1 509	588	21	1 662	3 127	101	14	0	0	27	254	0	
Vimpeli	7 320	13	2 455	38	1 371	424	472	2 073	5 369	88	7	52	0	0	151	28	
Yhteensä	49 357	910	9 302	1 336	11 181	6 201	2 693	16 576	38 140	914	54	611	271	126	1 410	8 328	147 410

Teknistaloudellinen potentiaali

Kaikkien esitettyjen biomassojen ei kuitenkaan voida olettaa päätyvän biokaasun tuotantoon, koska niiden korjuulle on olemassa sekä teknisiä että taloudellisia rajoitteita. Osa peltobiomassojen sivuvirroista pitää jättää pellolle kasvukuntoa ylläpitämään. Lisäksi esimerkiksi oljen käytössä ongelmana on lyhyt ja säiden suhteen epävakaa korjuukausi ja samanaikaiset maatalan työhuiput. Taloudelliset rajoitteet puolestaan liittyvät korjuun ja logistiikan kustannuksiin. Logistiikan kustannukset rajoittavat etenkin lantojen käyttöä biokaasutuotannossa. Erityisesti lietalan taloudellinen hankintaetäisyys on huomattavasti pienempi kuin esimerkiksi nurmibiomassojen.

Yleisesti on arvioitu, että kokonaispotentiaalista noin 40 % on teknistaloudellisesti hyödynnettävissä (Rasi, 2022; Virolainen-Hynnä, 2024). Realistisemman kuvan saamiseksi tutkittujen seutukuntien metaanintuotantopotentiaalista teknistaloudellista arviointia tehtiin kolmella eri skenaariolla: Maltillinen, Kasvu ja Optimistinen skenaario. Maltillinen skenaario heijastaa nykytilannetta ja nykyistä teknologiaa. Kasvu- ja optimistiset skenaariot vaativat merkittäviä parannuksia infrastruktuurissa ja logistiikassa. Seuraavassa yksityiskohtaisemmat skenaariokuvaukset syötteittäin:

1. Ylijäämäolki ja öljykasvien korret

Edellä mainittujen oljen korjuun haasteiden lisäksi oljen korkea ligniinipitoisuus aiheuttaa haasteita sen hyödyntämiselle biokaasun tuotantoon, koska ligniini ei hajoa mädätysprosessissa. Sama pätee öljykasvien korsiin. Ligniiniä voidaan kuitenkin hajottaa biologisesti entsyymien, kemiallisesti happojen tai emästen tai termokemiallisesti lämmön avulla (Lampinen, 2015). Asianmukaisen esikäsittelyprosessin valinta onkin yksi avaintekijöistä olkibiokaasun onnistuneessa tuotannossa. Esikäsittelyn kustannukset voivat kuitenkin rajoittaa olkien hyödyntämistä.

Kummallakin tutkitulla alueella suurin yksittäinen biometaanipotentiaali liittyy kuitenkin olkiin. Jos edes pieni osa oljista ohjattaisiin biokaasutuotantoon, tuotettu energiamäärä voisi olla merkittävä.

Maltillisessa arviossa olkien ja öljykasvien korsien teknistaloudelliseksi potentiaaliksi asetettiin 10 %. Kasvuskenaariossa teknologian kehitys ja optimoitu logistiikka parantavat olkien ja öljykasvien korsien hyödyntämistä ja tässä skenaariossa teknistaloudelliseksi potentiaaliksi asetettiin 20 %. Optimistisessa arviossa laaja esikäsittelykapasiteetti ja markkinoiden kysyntä mahdollistaa olkien laajemman käytön ja teknistaloudelliseksi potentiaaliksi asetettiin 30 % teoreettisesta potentiaalista.

2. Muu peltobiomassa

Muu peltobiomassa sisältää kesanto- ja suojaväyhykenurmet, viherlannoitusnurmen alkusadon sekä valkuaiskasvien ja perunan varret. Näistä etenkin nurmien metaanintuotantopotentiaali on merkittävä nurmien suhteellisen korkean orgaanisen aineen pitoisuuden vuoksi. Nurmi sopii myös rakenteensa ja koostumuksensa puolesta hyvin biokaasulaitoksen raaka-aineeksi (Seppälä ja muut, 2014). Valkuaiskasvien ja perunan varsien käyttöä biokaasutuotannossa puoltaa rajalliset vaihtoehdot käyttökohteet. Käytön haasteena on kuitenkin, että niitä muodostuu sesongeittain ja ne pilaantuvat helposti, minkä vuoksi ne täytyy kuljettaa biokaasulaitokseen heti muodostuttuaan ja laitoksen täytyy olla varautunut tähän ajoittain käytettävissä olevaan syötteeseen (Luostarinen, 2015).

Maltillisessa arviossa muun peltobiomassan teknistaloudelliseksi potentiaaliksi asetettiin 20 %. Kasvuskenaariossa peltobiomassojen käyttö lisääntyy logistiikan ja keräysteknologioiden kehittyessä. Kasvuskenaariossa teknistaloudelliseksi potentiaaliksi asetettiin 35 %. Optimistisessa skenaariossa lisääntynyt kiinnostus, yhteistyö maatalouden kanssa ja paremmat teknologiat mahdollistavat suuremman hyödynnettävyyden ja teknistaloudelliseksi potentiaaliksi asetettiin 50 %.

3. Lietelannat

Lietelantoja muodostuu suuria määriä tasaisesti ympäri vuoden, mikä tekee niistä erinomaisia raaka-aineita biokaasun tuotantoon. Lietelannan etuna on myös sen helppo käsiteltävyys biokaasuprosessissa; lietelanta sisältää runsaasti vettä (>90 %), mikä tekee siitä helposti pumpattavaa ja sekoituttavaa. Nestemäisyytensä takia se toimii myös laimentavana komponenttina kuiva-ainepitoisempia syötteiden kuten kuivalantojen tai peltobiomassojen kanssa. Biokaasun raaka-aineena lietelantojen käyttöä kuitenkin haastavat matala energiatiheys ja logistiikkakustannukset.

Maltillisessa arviossa logistiikan haasteet rajoittavat hyödyntämistä ja teknistaloudelliseksi potentiaaliksi asetettiin 30 %. Kasvuskenaariossa tilakohtaiset laitokset ja alueellisen logistiikan tehostuminen nostavat hyödynnettävyyttä ja teknistaloudelliseksi potentiaaliksi asetettiin 50 %. Optimistisessa skenaariossa infrastruktuurin kehittyminen, keskitetyt laitokset ja parantunut logistiikka mahdollistavat laajemman hyödyntämisen. Teknistaloudelliseksi potentiaaliksi optimisessa skenaariossa asetettiin 70 %.

4. Kuivat lannat

Kuivat lannat, kuten naudan kuivikelanta, hevosenlanta ja siipikarjan ja turkiseläinten lanta sisältävät enemmän orgaanista ainesta kuin lietelannat, mikä tekee niistä lietelantaa energiapitoisempia. Niiden korkea kuiva-ainepitoisuus kuitenkin asettaa haasteita biokaasuprosessille. Esikäsittely, kuten mekaaninen jauhaminen tai lämpökäsittely saattaa olla tarpeen. Kuiville lannoille soveltuvat parhaiten kuivämädätystekniikat. Kuivia lantoja voidaan hyödyntää myös osana yhdistelmäsyötteitä. Lietelantoihin verrattuna vesipitoisuus on alhaisempi, mikä mahdollistaa pidemmät kuljetusmatkat.

Maltillisessa arviossa kuivalantojen hyödynnettävyyttä rajoittaa erityisesti niiden korkea kuiva-ainepitoisuus ja teknistaloudelliseksi potentiaaliksi asetettiin 20 %. Kasvuskenaariossa kuivämädätysteknologioiden yleistyminen lisää kuivien lantojen hyödyntämismahdollisuuksia ja teknistaloudelliseksi potentiaaliksi arvioitiin 30 %. Optimistisessa skenaariossa paikallisten laitosten kehitys ja kustannustehokkaammat prosessit lisäävät käyttöä. Tässä skenaariossa teknistaloudelliseksi potentiaaliksi asetettiin 40 %.

Taulukossa 25 nähdään yhteenveto laskennassa käytetyistä oletuksista.

Taulukko 25. Teknistaloudellinen hyödynnettävyys (% teoreettisesta potentiaalista).

Syöte	Maltillinen arvio	Kasvu-skenaario	Optimistinen arvio
Ylijäämäolki ja öljykasvien korret	10 %	20 %	30 %
Muu peltobiomassa: nurmet ja valkuaiskasvien ja perunan varret	20 %	35 %	50 %
Lietelannat	30 %	50 %	70 %
Kuivat lannat	20 %	30 %	40 %

Laskennan tulokset

Tutkittujen syötteiden teknistaloudellinen potentiaali kunnittain ja eri skenaarioilla laskettuna Seinäjoen seutukunnan osalta esitetään taulukossa 26. Vastaavat arviot Järviseudun seutukunnan osalta nähdään taulukossa 27. Metaanintuoton toteutumaksi asetettiin 90 % teoreettisesta maksimista.

Taulukko 26. Teknistaloudellinen biokaasupotentiaali (MWh/v) eri skenaarioilla Seinäjoen seutukunnassa.

Maltillinen					
	Ylijäämäolki ja öljykasvien korret	Nurmet ja valkuais- kasvien varret	Lietelannat	Kuivalannat	Yhteensä MWh/v
Isokyrö	4 955	1 201	2 686	1 119	9 961
Kurikka	10 780	2 994	8 152	10 748	32 673
Lapua	6 899	2 310	3 488	4 242	16 939
Ilmajoki	5 942	1 249	6 940	43 55	18 485
Seinäjoki	10 274	3 150	7 056	7 264	27 744
Kauhava	9 803	9 251	5 333	7 555	31 941
Yhteensä	48 652	20 155	33 654	35 282	137 743

Kasvu					
	Ylijäämäolki ja öljykasvien korret	Nurmet ja valkuais- kasvien varret	Lietelannat	Kuivalannat	Yhteensä MWh/v
Isokyrö	9 909	2 101	4 477	1 679	18 166
Kurikka	21 559	5 239	13 586	16 121	56 506
Lapua	13 798	4 043	5 813	6 363	30 017
Ilmajoki	11 883	2 186	11 566	6 532	32 167
Seinäjoki	20 548	5 513	11 760	10 895	48 717
Kauhava	19 606	16 189	8 888	11 332	56 015
Yhteensä	97 304	35 271	56 090	52 923	241 588

Optimistinen					
	Ylijäämäolki ja öljykasvien korret	Nurmet ja valkuais- kasvien varret	Lietelannat	Kuivalannat	Yhteensä MWh/v
Isokyrö	14 864	3 001	6 268	2 239	26 372
Kurikka	32 339	7 484	19 020	21 495	80 339
Lapua	20 698	5 776	8 138	8 484	43 096
Ilmajoki	17 825	3 123	16 192	8 709	45 849
Seinäjoki	30 823	7 875	16 464	14 527	69 690
Kauhava	29 409	23 127	12 444	15 109	80 088
Yhteensä	145 956	50 387	78 526	70 563	345 433

Taulukko 27. Teknistaloudellinen biokaasupotentiaali (MWh/v) eri skenaarioilla Järviseudun seutukunnassa.

Maltillinen					
	Ylijäämäolki ja öljykasvien korret	Nurmet ja valkuais- kasvien varret	Lietelannat	Kuivalannat	Yhteensä MWh/v
Evijärvi	757	545	975	1 792	4 069
Alajärvi	1 934	2 094	2 231	3 439	9 697
Lappajärvi	915	1 385	458	1 952	4 709
Soini	378	410	476	616	1 880
Vimpeli	701	774	583	1 009	3 068
Yhteensä	4 685	5 207	4 722	8 809	23 423

Kasvu					
	Ylijäämäolki ja öljykasvien korret	Nurmet ja valkuais- kasvien varret	Lietelannat	Kuivalannat	Yhteensä MWh/v
Evijärvi	1 514	953	1 624	2 689	6 780
Alajärvi	3 868	3 664	3 718	5 159	16 408
Lappajärvi	1 829	2 423	763	2 928	7 944
Soini	756	717	794	924	3 190
Vimpeli	1 403	1 355	972	1 514	5 244
Yhteensä	9 369	9 113	7 870	13 214	39 566

Optimistinen					
	Ylijäämäolki ja öljykasvien korret	Nurmet ja valkuais- kasvien varret	Lietelannat	Kuivalannat	Yhteensä MWh/v
Evijärvi	2 270	1 362	2 274	3 585	9 491
Alajärvi	5 801	5 235	5 205	6 879	23 119
Lappajärvi	2 744	3 462	1 068	3 905	11 178
Soini	1 134	1 024	1 111	1 232	45 01
Vimpeli	2 104	1 935	1 361	2 019	7 419
Yhteensä	14 054	13 018	11 018	17 619	55 709

Edellä olevat laskelmat on tehty kirjoitushetkellä hyödyntämättömänä olevien biomassojen pohjalta. Seinäjoen seutukunnan osalta lähivuosien biokaasupotentiaalia arvioidessa on syytä ottaa huomioon myös tiedossa olevat tulevat ja rakenteilla olevat biokaasulaitoshankkeet. Seinäjoen Nurmoon on nousemassa suuren mittakaavan nesteytetyn biokaasun tuotantolaitos, kun Suomen Lantakaasu Oy ja Atria Suomi Oy tekivät investointipäätöksen laitoksen rakentamisesta syyskuussa 2024. Biokaasulaitos rakennetaan Atrian Nurmassa sijaitsevan tuotantolaitoksen läheisyyteen. Rakennustyöt ovat alkaneet ja laitoksen odotetaan valmistuvan vuoden 2026 aikana. Valmistuttuaan laitos käsittelee vuosittain noin 240 000 tonnia raaka-ainetta, josta pääosan muodostavat lantajakeet ja teollisuuden sivuvirrat (Suomen Lantakaasu, 2024). Ympäristövaikutusten arviointiselostuksen mukaan laitoksella voidaan käsitellä myös kasvibiomassaa ja yhdyskuntien jätevesilietteitä (Ympäristö, 2023). Laitoksen tuotantokapasiteetti tulee olemaan 100 GWh/vuosi (Suomen Lantakaasu, 2024).

Myös Kurikkaan on suunnitteilla laaja biokaasun tuotantoverkosto, joka koostuu useista biokaasulaitoksista ja biokaasun siirtoon tarkoitetusta keräilyverkosta. Keräilyverkosta biokaasua ohjataan ja-llostukseen, nesteytykseen ja jakeluasemien kautta liikenteen käyttöön. Ensimmäisessä vaiheessa tavoitteena on kuusi uutta biokaasulaitosta tai aiemman laitoksen laajennusta. Investointipäätöstä ei ole vielä tehty eikä toteutuksen aikataulusta löytynyt tietoa. Suomen Biokierto ja Biokaasu ry:n

investointilistauksesta (SBB, 2024) löytyy yksi esiselvitysvaiheessa oleva uusi biokaasulaitoshanke Kurikkaan. Hanketoimijana on Lännen Biokaasu Oy. Kaasuntuotannon syötteiksi on suunniteltu peltobiomassoja, liete- ja kuivalantoja, jätevesilietettä ja elintarviketeollisuuden sivuvirtoja. Syötteiden määrä yhteensä enintään 30 000 tonnia vuodessa, josta peltobiomassojen osuus 3 000–4 000 t/v ja lantojen osuus 1 000–20 000 t/v (EPOELY, 2023).

Järvisuodun seutukuntaan ei ole tiedossa olevia uusia biokaasulaitoshankkeita.

Yhteenveto

Tässä selvityksessä laskettujen hyödyntämättömien biomassojen määrän perusteella Seinäjoen seutukunnan teoreettiseksi biometaanipotentiaaliksi saatiin 973 GWh/vuosi ja Järvisuodun seutukunnassa 147 GWh/vuosi. Kaikkien esitettyjen biomassojen ei kuitenkaan voida olettaa päätyvän biokaasun tuotantoon, koska niiden hyödyntämiselle on olemassa sekä teknisiä että taloudellisia rajoitteita. Teknistaloudellinen potentiaali laskettiin kolmella erilaisella skenaariolla: Maltillinen, Kasvu ja Optimistinen skenaario. Yhteenveto tuloksista on taulukoituna alla (taulukko 28).

Taulukko 28. Yhteenveto teknistaloudellisesta biometaanipotentiaalista (GWh/v) seutukunnittain.

	Maltillinen	Kasvu	Optimistinen
Seinäjoen seutukunta, GWh/v	138	242	345
Järvisuodun seutukunta, GWh/v	23	40	56

Seinäjoen seutukunnan lähivuosien tilannetta arvioidessa on syytä huomioida alueelle vuonna 2026 valmistuvaksi odotettu Nurmon biokaasulaitos, jonka hyödyntämät maatalouden biomassat vähentävät jäljelle jäävää potentiaalia. Jos oletetaan, että puolet laitoksen tuottaman biokaasun energiasisällöstä on peräisin maatalouden jäte- ja sivuvirroista, vähenee hyödyntämättömän potentiaalin määrä 50 GWh vuodessa (taulukko 29). Esiselvitysvaiheessa olevan Kurikan biokaasuverkoston vaikutusta jäljelle jäävään potentiaaliin ei tässä vaiheessa pystytty arvioimaan.

Taulukko 29. Arvioitu teknistaloudellinen biometaanipotentiaali (GWh/v) rakenteilla olevan biokaasuhankkeen valmistumisen jälkeen.

	Maltillinen	Kasvu	Optimistinen
Seinäjoen seutukunta, GWh/v	88	192	295
Järvisuodun seutukunta, GWh/v	23	40	56

Kokonaispotentiaaliin tulee lisäksi sisällyttää tämänhetkinen biokaasun tuotanto, Seinäjoen seutukunnassa 25–30 GWh/v ja Järvisuodun seutukunnassa 3 GWh/v, sekä rakenteilla oleva 100 GWh:n Nurmon laitos Seinäjoen seutukunnassa.

Huomattakoon vielä, että tässä vaiheessa ei otettu kantaa biokaasuprosessin energiatarpeisiin. Yleinen tapa on tuottaa prosessin tarvitsema lämpö ja sähkö tuotetusta biokaasusta. Käytetyistä syötteistä ja tekniikasta riippuen biokaasulaitoksen prosessien ylläpitämiseen kuluva kaasumäärä voi olla jopa viidesosa tuotetun kaasun energiasisällöstä (=pientää teknistaloudellista lisäpotentiaalia).

2.2.3 Tuulivoima

Nykyinen tuulivoimatuotanto

Suomen Uusiutuvat ry:n (Suomen Uusiutuvat, 2025b) listauksen mukaiset toiminnassa olevat tuulipuistot tutkimuksen kohteina olevien seutukuntien alueella on koottu taulukkoon 30. Seinäjoen

seutukunnassa tällä hetkellä toiminnassa olevien tuulipuistojen kokonaisteho on 574 MW ja Järviseudun seutukunnassa 251 MW.

Taulukko 30. Toiminnassa olevat tuulipuistot.

Seinäjoen seutukunta

Tuulipuisto	Kunta	Valmistunut	Voimalamäärä	Teho (MW)	Omistaja
Santavuori	Ilmajoki	2016	17	56	EPV Tuulivoima Oy
Koskenkorva	Ilmajoki	2014	2	3	Koskenkorvan Tuulivoima Oy
Isonnevanmäki	Kauhava	2014	1	3	Tuuliveikot Oyt
Vuorensyrjänkallio	Kauhava	2010	2	1	HP Energia
Kalistanneva	Kurikka	2024	30	165	Helen & Ålandsbanken
Matkussaari	Kurikka	2024	27	149	Valorem
Rasakangas	Kurikka	2022	8	48	Ilmatar
Rustari	Kurikka	2022	8	44	Renewable Power Capital
Ponsivuori	Kurikka	2019	7	30	Ikea
Haukineva	Kurikka	2017	2	7	EE Primus
Ilvesjoki	Kurikka	2011	1	1	Pramia
Jylisevä	Kurikka	2009	1	1	Kauppilan autohajottamo
Saunamaa	Kurikka, Teuva	2021	8	34	Octopus Renewables
Jouttikallio	Lapua	2016	6	21	Allianz
LW Korpiranta	Lapua	2017	1	4	Kyyttö Energia Oy
Kankaanpäänmäki	Seinäjoki	2015	3	8	SPC 1-Kankaanpäänmäki Oy
Peräseinäjoki	Seinäjoki	2014	1	2	Mika Manni
Yhteensä				574	

Järviseudun seutukunta

Tuulipuisto	Kunta	Valmistunut	Voimalamäärä	Teho (MW)	Omistaja
Louhukangas	Alajärvi	2023	23	143	Ilmatar
Möksy	Alajärvi	2023	13	78	Ilmatar
Konttisuo	Soini	2022	7	30	Energiequelle
Yhteensä				251	

Suunnitellut tuulivoimahankkeet

Lisäksi Seinäjoen seutukunnasta löytyy täysin luvitettuja hankkeita 128 MW ja Järviseudun seutukunnasta 100 MW. Seinäjoen seutukunnasta löytyy myös seitsemän tuulivoimahanketta, joissa luvitukset ja/tai selvitykset ovat käynnissä. Näiden hankkeiden kokonaisteho on jopa 1000 MW, jos ne toteutuvat suunnitelluilla maksimitehoilla. Suunnitelluilla minimitehoilla kokonaistehoksi muodostuu hieman alle 900 MW. Järviseudun seutukunnasta eri vaiheissa luvitus ja selvitysprosesseja olevia hankkeita on kolme, kokonaisteholtaan 250–280 MW. Lisäksi esiselvitysvaiheessa on Seinäjoen seutukunnassa yksi 44 MW hanke ja Järviseudun seutukunnassa kaksi hanketta yhteisteholtaan 28–70 MW.

Kaikkien eri vaiheissa suunnitteluprosesseja olevien hankkeiden eteneminen toteutus- ja tuotantovaiheeseen ei kuitenkaan ole realistista. Mahdollisia syitä tuulivoimahankkeiden toteutumattomuudelle voivat olla esimerkiksi vaikutukset luonto- ja maisema-arvoihin, kansalaisten vastustus sekä kilpailutilanne hanketoimijoiden välillä. Lisäksi maanvuokrasopimusten solmimisessa voi tulla vastaan tilanteita, jotka estävät hankkeiden toteutumista. Myös sähkönsiirtokapasiteetin riittävyys haastaa hankkeiden etenemistä. Yksittäisten hankkeiden kohdalla voimaloiden määrä ja lopulliset toteutuvat tehot voivat myös muuttua hankkeen edetessä.

Virallista tilastotietoa suunniteltujen tuulivoimahankkeiden lopullisesta toteutumisesta ei ole saatavissa. Suomen Uusiutuvat ry:n tiedotteista löytyi kuitenkin arvio, että esimerkiksi Keski-Suomen ja Pohjanmaan maakuntiin suunnitteilla olevista tuulivoimahankkeista noin puolet tulee toteutumaan sähköntuotantoon saakka (Mikkonen, 2025). Realistisemman kuvan saamiseksi Etelä-Pohjanmaan suunnitteluvaiheessa olevien hankkeiden tuulivoimakapasiteetista muodostimme kolme skenaariota: Maltillisessa skenaariossa eri vaiheissa luvitus- ja suunnitteluprosesseja olevista hankkeista puolet etenee toteutus- ja tuotantovaiheeseen. Kasvuskenaariossa tuotantovaiheeseen etenevien hankkeiden osuus on 60 % ja Optimistisessa skenaariossa 70 %. Taulukko 31 kokoaa tulokset.

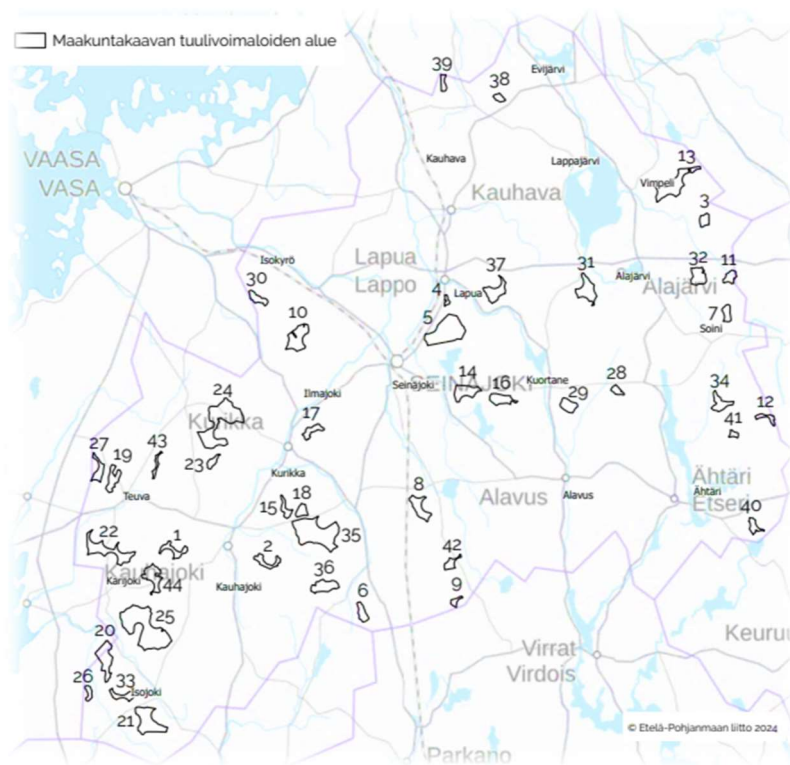
Taulukko 31. Uusi seudullinen tuulivoimakapasiteetti (MW).

	Maltillinen	Kasvu	Optimistinen
Seinäjoen seutukunta	563	675	788
Järviseudun seutukunta	208	249	291

Tuulivoimarakentamisen edellytykset

Vuoden 2025 alusta tuulivoimarakentamista ohjaavat uusi alueidenkäyttölaki ja rakentamislaki. Tuulivoimaloiden sijoittaminen perustuu ensisijaisesti kaavoitukseen, jossa määritellään tuulivoimalle soveltuvat alueet. Rakentamisen kannalta keskeisin kaavataso on yleiskaava. Yleiskaavoitusta puolestaan ohjaa maakuntakaava, joka määrittää laajemmat alueelliset linjaukset. Jos lainvoimaisessa maakuntakaavassa on osoitettu tuulivoima-alueet, ei vaikutuksiltaan seudullisesti tai maakunnallisesti merkittävää tuulivoima-aluetta voida osoittaa kuntakaavassa muille alueille.

Etelä-Pohjanmaan maakuntakaava 2050 tuli voimaan 20.12.2024. Maakuntakaava osoittaa seudullisesti merkittävät, vähintään seitsemän tuulivoimalan sijoittamiseen soveltuvat alueet. Edellisestä vuoden 2016 kaavasta siirtyvien alueiden lisäksi kaava osoittaa uusia tuulivoimalle soveltuvia alueita. Tuulivoimala-alueiden kokonaismäärä uudessa kaavassa on 44 aluetta kattaen yhteensä 510 km² (kuva 13). Monissa kaavassa osoitetuista tuulivoimala-alueista on jo toiminnassa olevia tuulivoimaloita. Lisäksi useilla alueilla on eri vaiheissa suunnittelu- ja luvitusprosesseja olevia käynnissä olevia tuulivoimahankkeita. (EP-liitto, 2025)



Kuva 13. Maakuntakaavassa osoitettavat tuulivoimaloiden alueet ja niiden numerointi (EP-liitto, 2025).

Seinäjoen ja Järviselän seutukuntaan sijoittuvat uuden maakuntakaavan osoittamat tuulivoimala-alueet eritellään kunnittain taulukossa 32.

Taulukko 32. Etelä-Pohjanmaan maakuntakaavassa 2050 osoitetut tuulivoima-alueet.

Seinäjoen seutukunta

Kunta	Pinta-ala (km ²)	Nro
Ilmajoki	6,2	17
Isokyrö	6,1	30
Kauhava	3,0	38
Kauhava	3,4	39
Kurikka	6,1	6
Kurikka, Seinäjoki	11,6	8
Kurikka, Kauhajoki	5,1	15
Kurikka	5,1	18
Kurikka, Teuva	3,9	23
Kurikka	42,9	24
Kurikka, Kauhajoki	44,3	35
Kurikka, Kauhajoki	12,1	36
Lapua	1,7	4
Lapua, Seinäjoki	35,1	5
Lapua	12,2	37
Seinäjoki	2,5	9
Seinäjoki	17,7	10
Seinäjoki	12,3	14
Seinäjoki, Kuortane	9,4	16
Seinäjoki, Kurikka	4,7	42
Yhteensä	245	

Järviselän seutukunta

Kunta	Pinta-ala (km ²)	Nro
Alajärvi	4,8	3
Alajärvi	14,7	31
Alajärvi	10,3	32
Alajärvi	5,3	11
Soini	5,3	7
Soini	3,7	12
Soini, Ähtäri	8,8	34
Vimpeli	23,9	13
Yhteensä	77	

Paikallinen tuulivoimapotentialiaali

Kuten edellä todettiin, maakuntakaava ohjaa seudullisesti merkittävän tuulivoiman sijoittumista. Pie-nempää paikallisen kokoluokan tuulivoimaa voidaan rakentaa maakuntakaavan merkintöjen ulko-puolelle. Tällöin rakentaminen perustuu usein suoraan tuulivoimarakentamista ohjaavaan tuulivoi-mayleiskaavaan, poikkeamispäätöksiin tai suunnittelutarveratkaisuihin. (Nurmio ja Pakarinen, 2024) Etelä-Pohjanmaan maakuntakaavassa osoitettujen tuulivoimala-alueiden ulkopuolelle voidaan kun-tien yleiskaavoilla toteuttaa tuulivoimarakentamista, kun voimaloiden määrä alittaa seitsemän voi-malaa (EP-liitto, 2025).

Tässä tutkimuksessa oletuksena on, että maakuntakaavassa tuulivoimarakentamiselle varattu seu-dullinen tuulivoimatuotanto tullaan täyttämään kansallisten ja kansainvälisten tuulivoima- ja ener-gia-yhtiöiden toimesta. Tämän tutkimuksen kohteena olevan yhteisöllisen tuulivoimatuotannon ole-tetaan sijoittuvan maakuntakaavassa määritellyn seudullisen tuulivoimarakentamisen ulkopuolelle. Toisin sanoen, hankkeet ovat maksimissaan kuuden voimalan kokonaisuuksia ja edustavat siten pai-kallista tuulivoimaa. Suomen Ympäristökeskuksen tuoreessa raportissa (Nurmio ja Pakarinen, 2024) maakuntakaavan ulkopuolisen paikallisen kapasiteetin osuudeksi arvioidaan 5–15 % kokonaiskapa-siteetista. Maakunnassa on kuitenkin jo toteutunut paikallista tuulivoimaa maakuntakaavamerkintö-jen ulkopuolelle ja lisäksi meneillään on uusia paikallisen kokoluokan hankkeita (Nurmo ja Pakarinen, 2024). Näin ollen jäljellä olevan paikallisen tuulivoimakapasiteetin osuudeksi tässä tutkimuksessa arvioitiin maltillisessa skenaariossa 2 %, kasvuskenaariossa 6 % ja optimistisessä skenaariossa 10 %.

Alueet voidaan konkretisoida tuulivoimapotentialiaaliksi pinta-alojen perusteella. Tuulivoimapotentialiaali kuvataan pinta-alan mahdollistamalla nimellisteholla (MW) eli kapasiteetilla. Maakuntakaavan mu-kainen tuulivoimakapasiteetti laskettiin kertomalla tunnistettu pinta-ala (km²) arvioidulla keskimää-räisellä kapasiteettitiheydellä (MW/km²). Suomen Ympäristökeskuksen raportissa kapasiteettitihey-den arvoväli vaihtelee 3,75 ja noin 8 MW/km² välillä, keskiarvon ollessa hieman alle 5 MW/km² (Nurmio ja Pakarinen, 2024). Tässä tutkimuksessa kapasiteettitiheytenä käytettiin 6,5 MW/km². Täl-löin oletuksena on, että tulevaisuuden hankkeissa tuulivoimaa mahtuu pinta-alalle hieman enemmän kuin nykyisissä hankkeissa. Eri skenaarioiden mukainen paikallinen tuulivoimakapasiteetti nähdään taulukossa 33. Seinäjoen seutukunnan osalta oletuksena on, että tarkastelualueen ulkopuolelle osit-tain sijoittuvien tuulivoima-alueiden (alueet 15, 16, 23, 35 ja 36) pinta-alasta puolet kuuluu Seinä-joen seutukunnan kuntien puolelle.

Taulukko 33. Paikallinen tuulivoimakapasiteetti: Maltillinen, Kasvu ja Optimistinen skenaario.

	Pinta-ala (km ²)	Maakuntakaavan mukainen kapasiteetti (MW)	Paikallinen kapasiteetti (MW)		
			Maltillinen 2 % maakunta- kaavan mukaisesta kapasiteetista	Kasvu 6 % maakunta- kaavan mukaisesta kapasiteetista	Optimistinen 10 % maakunta- kaavan mukaisesta kapasiteetista
Seinäjoen seutukunta	208	1352	27	81	135
Järviseedun seutukunta	77	500	10	30	50

Tuulivoiman tuotantopotentialiaali

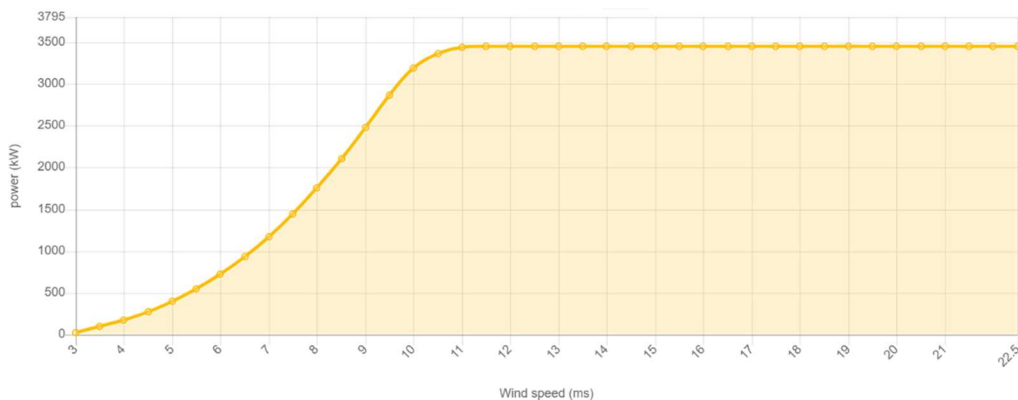
Paikallinen tuotantopotentialiaali

Tuulivoiman tuotantopotentialiaali voidaan arvioida, kun tiedetään rakennettavissa oleva voimaloiden määrä, voimalatyyppi ja alueen tuulisuustiedot. Paikallisessa tuulivoiman tuotannossa voimalatyy-piksi valittiin Vestas V126-3.45 MW. Voimalan tärkeimmät laskentaan vaikuttavat parametrit taulu-koituna alla (taulukko 34).

Taulukko 34. Voimalan tiedot.

Voimalatyyppi	Vestas V126-3.45	
Nimellisteho	3450	kW
Käynnistymisnopeus	3	m/s
Nimellistuulennopeus	12	m/s
Sammutusnopeus	22,5	m/s
Napakorkeus	149	m

Voimala alkaa tuottaa sähköä, kun tuulen nopeus ylittää 3 m/s, joskin vielä pienellä teholla. Tuulen nopeuden kasvaessa kasvaa myös sähköntuoton teho. Nimellisteho saavutetaan nimellistuulennopeudella 12 m/s. Sammutusnopeus, eli tuulen nopeus, jolla voimalan toiminta keskeytetään turvallisuuksista on 22,5 m/s. Turbiinin tehokäyrä nähdään kuvassa 14. Huomaa, että tehokäyrä ei ota huomioon häviöitä.



Kuva 14. Tehokäyrä, Vestas 126-3.45 (Wind-turbine-models.com, 2025).

Kuten aurinkovoimatuotannon kohdalla, myös tuulivoimatuotannon laskennassa hyödynnettiin Renewables.ninja verkkotyökalua. Tuulisuustietojen aikaväli on 1.1.-31.12.2024. Verkkotyökaluun syötetty Seinäjoen seutukuntaa koskeva sijaintitieto on osoitettu kuvassa 15 sinisellä symbolilla. Järvi-seudun seutukuntaa koskeva sijaintitieto nähdään kuvassa 16.

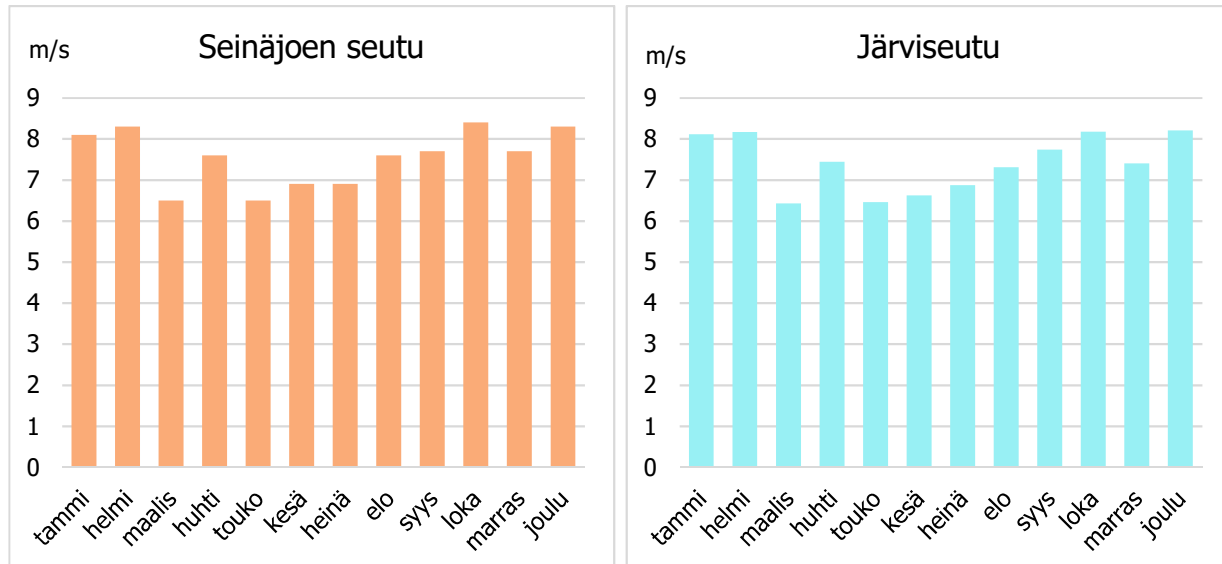


Kuva 15.
Tuulidatan mittauspiste, Seinäjoen seutukunta.



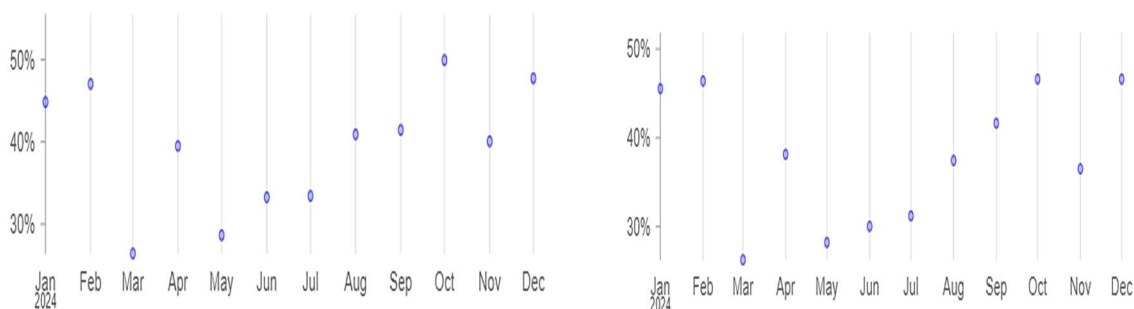
Kuva 16.
Tuulidatan mittauspiste, Järviseltu.

Kuvassa 17 nähdään TERRA-2:n tunnitaisesta datasta lasketut kuukausittaiset tuulikeskiarvot. Etelä-Pohjanmaan alueella vähätuulisimmat kuukaudet vuonna 2024 olivat maalis- ja toukokuu. Tuulisimmat kuukaudet olivat tammi-, helmi-, loka- ja marraskuu. Kuukausittainen vaihtelu ei kuitenkaan ollut erityisen merkittävä. Koko vuoden tuulikeskiarvo tutkituissa pisteissä Seinäjoen seudulla oli 7.5 m/s ja Järviseudulla 7.4 m/s.



Kuva 17. Tuulen nopeuden keskiarvo kuukausittain vuonna 2024. Vasemmalla Seinäjoen seutu ja oikealla Järviseutu.

Kapasiteettikertoimeksi Seinäjoen seudun tarkastelupisteessä muodostui 39,5 % ja Järviseudun tarkastelupisteessä 37,9 %. Kapasiteettikerroin kertoo, kuinka paljon tuulivoimala tuottaa vuositasolla sähköä suhteessa sen teoreettiseen maksimiin. Kuukausittainen kapasiteettikertoimen vaihtelu noudattaa alueen tuulisuutta ja nähdään kuvassa 18.



Kuva 18. Kuukausittainen kapasiteettikertoimen vaihtelu vuonna 2023. Vasemmalla Seinäjoen seutu ja oikealla Järviseutu (Renewables.ninja, 2023).

Seutukuntakohtainen tuulivoiman tuotantopotentiaali laskettiin jakamalla paikallinen tuulivoimakapasiteetti turbiinin teholla (3,45 MW) ja kertomalla saatu tulos yhden turbiinin tuottamalla sähköenergian määrällä. Renewables.ninja verkkotyökalun laskema yhden turbiinin vuosituotanto Seinäjoen seudulla on 11 968 MWh ja Järviseudulla 11 483 MWh. Tulokset koottuna taulukossa 35.

Taulukko 35. Paikallinen tuulivoiman tuotantopotentiaali: Maltillinen, Kasvu ja Optimistinen skenaario

Alue	Paikallinen tuuli- voimakapasiteetti MW	Tuulivoimaloiden määrä kpl	Tuottoisuus per voimala MWh/v	Sähkön tuotanto yhteensä GWh/v
Seinäjoen seutukunta				
• Maltillinen	27	8	11 968	95
• Kasvu	81	23	11 968	275
• Optimistinen	135	39	11 968	466
Järviseudun seutukunta				
• Maltillinen	10	3	11 483	34
• Kasvu	30	9	11 483	103
• Optimistinen	50	14	11 483	160

Tuotannossa ja suunnitteilla olevan tuulivoiman tuotantopotentiaali

Tuotannossa ja suunnitteilla olevien voimaloiden tuotantopotentiaali laskettiin Renewables.ninja työkalun laskemien kapasiteettikertoimien avulla. Laskenta perustui vuoden 2023 tuulidataan. Tuulidatan mittauspisteet olivat samat kuin edellä paikallisen tuulivoimapotentiaalin arvioinnissa. Tällä hetkellä tuotannossa olevien tuulipuistojen turbiinien tehon painotettu keskiarvo Seinäjoen seutukunnassa on 4,6 MW ja Järviseudun seutukunnassa 5,8 MW. Napakorkeutena 4,6 MW turbiineille käytettiin 130 m ja 5,8 MW turbiinille 140 m. Suunnitteluvaiheessa olevien voimaloiden tyypillinen turbiiniteho on 7 MW. Napakorkeutena 7 MW turbiinille käytettiin 170 m. Tuotannossa ja suunnitteilla olevan tuulivoiman tuotantoennuste nähdään taulukossa 36.

Taulukko 36. Tuotannossa ja suunnitteilla olevan tuulivoiman tuotantoennuste seutukunnittain.

Seinäjoen seutukunta	Maltillinen			Kasvu		Optimistinen	
	CF %	Kapasiteetti MW	Tuotanto GWh/v	Kapasiteetti MW	Tuotanto GWh/v	Kapasiteetti MW	Tuotanto GWh/v
Tuotannossa	35	574	1 760	574	1 760	574	1 760
Suunnitteluvaiheessa	39	563	1 923	675	2 306	788	2 692

Järviseudun seutukunta	Maltillinen			Kasvu		Optimistinen	
	CF %	Kapasiteetti MW	Tuotanto GWh/v	Kapasiteetti MW	Tuotanto GWh/v	Kapasiteetti MW	Tuotanto GWh/v
Tuotannossa	37	251	814	251	814	251	814
Suunnitteluvaiheessa	38	208	692	249	829	291	969

2.2.4 Metsähake ja -tähteet

Metsähakkeen ja -tähtisen energiapotentiaalin laskennassa hyödynnettiin Luken Biomassa-atlas – karttapalvelua. Biomassa-atlaksen ilmoittama metsähakkeen korjuupotentiaali kuvaa metsähakkeen raaka-aineiden teknis-taloudellista hankintamahdollisuutta. Raaka-aineina aineistossa on huomioitu ensiharvennusten energiapuu sekä uudistushakkuilta korjattavat hakkuutähteet eli latvusmassa ja kannot. Teknis-taloudellinen potentiaali tarkoittaa sitä osaa ensiharvennuspuusta, latvusmassasta ja kannoista, joka on erilaisten rajoitteiden aiheuttamien vähennysten jälkeen korjattavissa. Tällaisia rajoitteita ovat mm. korjuukohteen hehtaarikohtainen energiapuun vähimmäiskertymä, kasvupaikka ja talteensaantoaste. Tekninen potentiaali ei kuvaa metsähakkeen saatavuutta, joka riippuu mm. metsänomistajan myyntihalukkuudesta ja kilpailutilanteesta. (Biomassa-atlas, 2025)

Metsähakkeen raaka-aineiden energiasisällön laskennassa käytettiin seuraavia arvoja (Niemi & Soimakallio, 2021):

- kuutio korjattua biomassaa sisältää 0,4 tonnia kuiva-ainetta
- puun kuiva-aineen energiasisältö 19,25 GJ/tonni kuiva-ainetta (5,35 MWh/tonni k-a)

Biomassa-atlaksen ilmoittamat metsähakkeen raaka-aineiden teknis-taloudelliset potentiaalit ja niiden energiasisältö on koottu kunnittain taulukkoon 37.

Taulukko 37. Metsähakkeen raaka-aineiden teknis-taloudellinen kokonaispotentiaali ja niiden energiasisältö.

Seinäjoen seutukunta

	Harvennusten energiapuu m ³ /v	Latvus- massa m ³ /v	Kannot m ³ /v	Energiasisältö GWh
Kurikka	72 264	54 099	70 102	420
Lapua	29 941	20 767	27 006	166
Seinäjoki	55 948	37 405	47 273	301
Ilmajoki	23 452	18 038	23 297	139
Kauhava	50 414	31 319	39 320	259
Isokyrö	15 574	10 279	12 779	83
Yhteensä	247 593	171 907	219 777	1368

Järviseudun seutukunta

	Harvennusten energiapuu m ³ /v	Latvus- massa m ³ /v	Kannot m ³ /v	Energiasisältö GWh
Evijärvi	16 226	10 390	13 085	85
Alajärvi	47 123	29 434	38 270	246
Lappajärvi	20 317	12 505	15 730	104
Soini	27 685	18 391	24 212	150
Vimpeli	13 113	7 820	9 854	66
Yhteensä	124 464	78 540	101 151	651

Haketta käytetään laajasti niin pienlämmityskohteissa kuin suuremmissa lämpövoimalaitoksissa. Pienlämmityskohteiden energiakäytössä karsitusta rankapuusta tehty hake on ominaisuuksiltaan paras. Suuremmissa lämpövoimaloissa voidaan rankapuun lisäksi polttaa myös latvusmassat ja kantomurskeet.

Etelä-Pohjanmaalla kauko- ja aluelämmön tuotannossa metsähakkeen ja -tähteiden osuus puupolttoaineiden kokonaiskäytöstä on 76 % (Energiateollisuus, 2023a). Muiden sektoreiden puupolttoaineiden laadusta ei löydy tarkempaa kuvausta, minkä vuoksi näille sektoreille sovellettiin samaa prosenttiosuutta. Yhteenvedo nähdään taulukossa 38.

Taulukko 38. Metsähakkeen ja -tähteiden nykyinen käyttö energiantuotannossa.

Seinäjoen seutukunta

Sähkön tuotanto	Teollisuus	Maatalous	Asuin- ja liikeraken- nusten lämmitys	Kauko- ja aluelämmön tuotanto	Yhteensä GWh/v
40	99	177	177	723	1 216

Järviseudun seutukunta

Sähkön tuotanto	Teollisuus	Maatalous	Asuin- ja liikeraken- nusten lämmitys	Kauko- ja aluelämmön tuotanto	Yhteensä GWh/v
6	19	44	49	63	181

Tulosten perusteella voidaan todeta, että Seinäjoen seutukunnassa varsin iso osuus (89 %) metsähakkeen ja -tähteiden teknis-taloudellisesta potentiaalista käytetään jo nykyisellään energiantuotantoon. Merkittävin metsätähteiden hyödyntäjä on kauko- ja aluelämmön tuotanto. Hyödyntämättömän potentiaalin määäksi Seinäjoen seutukunnassa saatiin 152 GWh/v.

Järviseudun seutukunnassa tilanne on erilainen: Teknis-taloudellisesta potentiaalista hyödynnetään nykytilanteessa vain reilu neljännes. Seutukuntien välistä eroa metsähakkeiden ja -tähteiden hyötykäytössä selittää ennen kaikkea Järviseudun seutukunnan niukka kauko- ja aluelämmön tuotanto verrattuna Seinäjoen seutukuntaan. Järviseudun seutukunnassa hyödyntämätön metsähakkeen ja -tähteiden teknis-taloudellinen potentiaali on 470 GWh/v.

Maltillisessa skenaariossa metsähakkeen ja -tähteiden hyödyntämättömästä teknistaloudellisesta potentiaalista 30 % ohjataan energiantuotantoon. Kasvuskenaariossa prosenttiosuudeksi asetettiin 50 % ja Optimistisessa skenaariossa 70 %. Taulukko 39 kokoaa tulokset.

Taulukko 39. Bioenergian lisäyspotentiaali metsähakkeen ja -tähteiden tehokkaammalla hyödyntämisellä.

	Maltillinen	Kasvu	Optimistinen
Seinäjoen seutukunta, GWh/v	46	76	106
Järviseudun seutukunta, GWh/v	141	235	329

2.3 Energiatase seutukunnittain

Edellä kuvattujen laskelmien pohjalta muodostettiin seutukuntakohtaiset energiataseet. Taseen toisen puolen muodostaa alueen energian kulutus ja toisen puolen uusiutuvan energian tuotantopotentiaali. Tämän jälkeen esitetään seutukuntakohtaiset kuvaukset siitä, miten siirtyminen uusiutuvaan energiaan olisi parhaiten toteutettavissa.

2.3.1 Seinäjoen seutukunta

Taulukko 40 kokoaa Seinäjoen seutukunnan yhteenlasketun uusiutuvan energian potentiaalin ja nykyisen energian kokonaiskulutuksen. Kuva 19 havainnollistaa energiataselaskennan tulokset eri skenaarioilla.

Taulukko 40. Seinäjoen seutukunnan yhteenlaskettu uusiutuvan energian potentiaali ja nykyinen energian kokonaiskulutus.

Uusiutuvan energian potentiaali (GWh/v)	Maltillinen skenaario	Kasvu-skenaario	Optimistinen skenaario
Aurinkosähkö			
- nykyinen tuotanto	8	8	8
- rakenteilla	82	82	82
- suunnitteluvaiheessa	199	248	298
- uusi paikallinen potentiaali (kokoluokka 1-10 MW)	198	296	395
- kokonaispotentiaali	487	634	783
Biokaasu			
- nykyinen tuotanto	30	30	30
- rakenteilla	100	100	100
- teknistaloudellinen lisäpotentiaali	88	192	295
- kokonaispotentiaali	218	322	425
Tuulisähkö			
- nykyinen tuotanto	1 760	1 760	1 760
- suunniteltu uusi seudullinen	1 923	2 306	2 692
- uusi paikallinen potentiaali	95	275	466
- kokonaispotentiaali	3 778	4 341	4 918
Metsähake			
- nykyinen käyttö	1 216	1 216	1 216
- lisäpotentiaali	46	76	106
- kokonaispotentiaali	1 262	1 292	1 322
Energian kulutus (GWh/v)	Yhteensä	Fossiilisten osuus	Turpeen osuus
Sähköenergian kulutus	1 447		
Muiden energialähteiden kulutus			
- sähköntuotannossa		2	21
- teollisuudessa	312	165	6
- maataloudessa	548	261	54
- asuin- ja liikerakennusten lämmityksessä	766	460	41
- kauko- ja aluelämmön tuotannossa	1 431	32	448
- liikenteessä	1 254	1254	
Energian kulutus yhteensä	5 758	2174	570

Energian kulutus (GWh/v)

	Yhteensä	Fossiilisten osuus	Turpeen osuus
Sähköenergian kulutus	1 447		
Muiden energialähteiden kulutus			
- sähköntuotannossa		2	21
- teollisuudessa	312	165	6
- maataloudessa	548	261	54
- asuin- ja liikerakennusten lämmityksessä	766	460	41
- kauko- ja aluelämmön tuotannossa	1 431	32	448
- liikenteessä	1 254	1254	
Energian kulutus yhteensä	5 758	2174	570

Uusiutuvan energian potentiaali

Nykytilanne	Maltillinen skenaario	Kasvuskenaario	Optimistinen skenaario
Aurinkosähkö 90 GWh/v	Aurinkosähkö 487 GWh/v	Aurinkosähkö 634 GWh/v	Aurinkosähkö 783 GWh/v
Tuulisähkö 1 760 GWh/v	Tuulisähkö 3 778 GWh/v	Tuulisähkö 4 341 GWh/v	Tuulisähkö 4 918 GWh/v
Biokaasu 130 GWh/v	Biokaasu 218 GWh/v	Biokaasu 322 GWh/v	Biokaasu 425 GWh/v
Metsähake 1 216 GWh/v	Metsähake 1 262 GWh/v	Metsähake 1 292 GWh/v	Metsähake 1 322 GWh/v

Energiatase



Kuva 19. Energiatase nykytilanteessa ja eri tulevaisuusskenaarioilla, Seinäjoen seutukunta. Nykytilanne sisältää tällä hetkellä tuotannossa olevan uusiutuvan energia lisäksi rakenteilla olevan uusiutuvan energian tuotannon.

Nykytilanteessa energiatase on negatiivinen: energian kulutus ylittää selvästi paikallisen uusiutuvan energian tuotannon. Maltillisessa skenaariossa lähestytään energiaomavaraisuutta energiataseen ollessa vain niukasti negatiivinen (-13 GWh/v). Uusiutuvan sähkön tuotanto on lähes kolminkertainen alueen omaan sähkön kulutukseen verrattuna. Kasvuskenaariossa energiatase on selvästi positiivinen (+831 GWh/v), eli seutukunnan uusiutuvan energian potentiaali ylittää seutukunnan energian kulutuksen. Uusiutuvan sähkön tuotanto on lähes 3,5-kertainen verrattuna seutukunnan omaan sähkön käyttöön. Optimistisessa skenaariossa seutukunnan energian tuotanto ylittää kulutuksen huomattavasti (+1 690 GWh). Uusiutuvan sähkön tuotanto on lähes nelinkertainen seutukunnan omaan sähkön kulutukseen verrattuna.

Seinäjoen seutukunnassa siirtyminen uusiutuvaan energiaan olisi parhaiten ja kestävimmin toteutettavissa seuraavin toimenpitein:

1. Sähköistämällä kaukolämmön tuotantoa

Kaukolämmön sähköistäminen tarkoittaa sitä, että kaukolämpöverkkoon syötettävä lämpö tuotetaan aiemman polttamiseen perustuvan energiantuotannon sijaan sähköä hyödyntävillä menetelmillä. Kaukolämmön täydellä sähköistämisellä voitaisiin vähentää turpeen käyttöä jopa 448 GWh/v ja fossiilisten energialähteiden käyttöä 32 GWh/v. Keskeisinä keinoina sähkökäyttöiset lämpöpumput ja sähkökattilat.

- Lämpöpumpputeknologia hyödyntää hukkalämpöä ja ympäristöstä saatavaa lämpöä kaukolämmön tuotannossa. Esimerkkejä lämmönlähteistä ovat teollisuuden, datakeskusten ja jäteveden hukkalämpö sekä ulkoilma. Lämpöpumpun hyötysuhde (COP) on yleensä välillä 3–5. COP kertoo, kuinka tehokkaasti kulutettu sähköenergia saadaan muutettua lämpöenergiaksi. Esimerkiksi COP 4 tarkoittaa, että 1 kilowatilla (uusiutuvaa) sähköä saadaan tuotettua 4 kilowattia lämpöenergiaa. Muun muassa pääkaupunkiseudun tavoite hiilineutraalista kaukolämmöstä nojaa pitkälti lämpöpumppuihin (Remes, 2022).
- Sähkökattilat puolestaan muuttavat kulutetun sähkön suoraan lämmöksi (COP≈1). Lämpöpumppuihin verrattuna etuna on halvempi investointi. Sähkökattilat sijoitetaan usein lämpövarastojen tai lämpöakkujen yhteyteen (Hiltunen, 2025). Lämpövarastojen avulla voidaan tasata sähköjärjestelmän kuormitusta ja hyödyntää vaihtelevaa uusiutuvaa tuotantoa.

2. Sähköistämällä teollisuuden prosesseja

Seinäjoen seutukunnassa teollisuuden fossiilienergian kulutus on 165 GWh/v.

- Suoraviivaisin keino fossiilisten polttoaineiden korvaamiseksi on teollisuusprosessien suora sähköistäminen. Suoriin sähköistysratkaisuihin luetaan muun muassa suora sähkölämmitys, lämpöpumput, sähkövastuslämmitys, valokaarilämmitys ja sähköuunit sekä erilaiset uudentyyppiset lämmitysmenetelmät kuten induktio, mikroaallot ja infrapuna.
- Sähköä voidaan käyttää teollisuuden lämmitystarpeisiin suorien sähkölämmitysprosessien lisäksi myös epäsuorasti hyödyntämällä sähkön avulla elektrolyysillä tuotettua vetyä tai siitä jalostettuja hiilivetyjä energian kantajana. (Jegoroff ja muut, 2021)

3. Lisäämällä biokaasun käyttöä erityisesti liikenteessä

Maltillisessa skenaariossa rakenteilla olevalla ja teknistaloudellisella biokaasun lisäyspotentiaalilla (yhteensä 188 GWh/v) voitaisiin korvata 15 % liikenteen energiankulutuksesta. Biokaasusta jalostetulla biometaanilla nähdään potentiaalia erityisesti raskaan liikenteen polttoaineena. Mm. Suomen Kuljetus ja Logistiikka SKAL ry ennustaa, että vuoteen 2035 mennessä 21 %:ssa ajoneuvoyhdistelmistä käyttövoimana on nesteytetty biometaanin (SKAL, 2023).

Kasvuskenaariossa rakenteilla oleva ja teknistaloudellisen lisäpotentiaali on yhteensä 292 GWh/v ja optimistisessa skenaariossa 395 GWh/v. Liikenteen lisäksi jalostettu biokaasu soveltuu energialähteeksi myös esimerkiksi maatalouden työkoneisiin, joiden nykyinen moottoripolttoöljyn kulutus seutukunnassa on 193 GWh/v. Lisäksi biokaasulle löytyy käyttökohteita lämmön sekä yhdistetyn sähkö- ja lämmön tuotannosta. Sähkö- ja lämmön tuotannossa biokaasua ei välttämättä tarvitse jalostaa biometaaniksi vaan se voidaan polttaa raakakaasuna.

4. Korvaamalla maatalouden, sähköntuotannon ja asuin- ja liikerakennusten lämmityksen turpeen käyttö metsähakkeella

Maataloudessa turpeen osuus energiankäytöstä on 54 GWh/v, sähköntuotannossa 21 GWh/v ja asuin- ja liikerakennusten lämmityksessä 41 GWh/v. Maltillisessa skenaariossa maatalouden

turpeenkäyttö voitaisiin korvata lähes täysimääräisesti metsähakkeen lisäpotentiaalilla. Kasvuskenaariossa metsähakkeen lisäpotentiaalilla voitaisiin korvata sekä maatalouden että sähköntuotannon turpeenkäyttö, ja optimistisessa skenaariossa sekä maatalouden, sähköntuotannon että asuin- ja liikerakennusten lämmityksen turpeen käyttö lähes täysimääräisesti.

5. Edistämällä lämpöpumpputeknologiaa asuin- ja liikerakennusten lämmityksessä

Fossiilienergian käyttö asuin- ja liikerakennusten lämmityksessä on 460 GWh/v. Lämpöpumpuinvestoinnit kyseisillä segmenteillä ovat kuitenkin riippuvaisia näiden yksityisten tahojen investointihalukkuudesta.

2.3.2 Järviseudun seutukunta

Taulukko 41 kokoaa Järviseudun seutukunnan yhteenlasketun uusiutuvan energian potentiaalin ja nykyisen energian kokonaiskulutuksen. Kuva 20 havainnollistaa energiataselaskennan tulokset eri skenaarioilla.

Taulukko 41. Järviseudun seutukunnan yhteenlaskettu uusiutuvan energian potentiaali ja nykyinen energian kokonaiskulutus.

Uusiutuvan energian potentiaali (GWh/v)	Maltillinen skenaario	Kasvu-skenaario	Optimistinen skenaario
Aurinkosähkö			
- nykyinen tuotanto	0	0	0
- rakenteilla	0	0	0
- suunnitteluvaiheessa	139	174	209
- uusi paikallinen potentiaali (kokoluokka 1-10 MW)	117	176	234
- kokonaispotentiaali	256	350	443
Biokaasu			
- nykyinen tuotanto	3	3	3
- rakenteilla	0	0	0
- teknistaloudellinen lisäpotentiaali	23	40	56
- kokonaispotentiaali	26	43	59
Tuulisähkö			
- nykyinen tuotanto	814	814	814
- suunniteltu uusi seudullinen	692	829	969
- uusi paikallinen potentiaali	34	103	160
- kokonaispotentiaali	1 540	1 746	1 943
Metsähake			
- nykyinen käyttö	181	181	181
- lisäpotentiaali	141	235	329
- kokonaispotentiaali	322	416	510
Energian kulutus (GWh/v)	Yhteensä	Fossiilisten osuus	Turpeen osuus
Sähköenergian kulutus	223		
Muiden energialähteiden kulutus			
- sähkön tuotannossa			3
- teollisuudessa	59	32	1
- maataloudessa	136	65	13
- asuin- ja liikerakennusten lämmityksessä	183	98	11
- kauko- ja aluelämmön tuotannossa	125	2	39
- liikenteessä	198	198	
Energian kulutus yhteensä	924	395	67

Energian kulutus (GWh/v)

	Yhteensä	Fossiilisten osuus	Turpeen osuus
Sähköenergian kulutus	223		
Muiden energialähteiden kulutus			
- sähkön tuotannossa			3
- teollisuudessa	59	32	1
- maataloudessa	136	65	13
- asuin- ja liikerakennusten lämmityksessä	183	98	11
- kauko- ja aluelämmön tuotannossa	125	2	39
- liikenteessä	198	198	
Energian kulutus yhteensä	924	395	67

Uusiutuvan energian potentiaali

Nykytilanne	Maltillinen skenaario	Kasvuskenario	Optimistinen skenaario
Aurinkosähkö - GWh/v	Aurinkosähkö 256 GWh/v	Aurinkosähkö 350 GWh/v	Aurinkosähkö 443 GWh/v
Tuulisähkö 814 GWh/v	Tuulisähkö 1 540 GWh/v	Tuulisähkö 1 746 GWh/v	Tuulisähkö 1 943 GWh/v
Biokaasu 3 GWh/v	Biokaasu 26 GWh/v	Biokaasu 43 GWh/v	Biokaasu 59 GWh/v
Metsähake 181 GWh/v	Metsähake 322 GWh/v	Metsähake 416 GWh/v	Metsähake 510 GWh/v

Energiatase

+ 74 GWh/v

+1 220 GWh/v

+1 631 GWh/v

+2 031 GWh/v

Kuva 20. Energiatase nykytilanteessa ja eri skenaarioilla, Järviseudun seutukunta. Laske uudestaan ja korjaa teksti + yhteenvedo

Toisin kuin Seinäjoen seutukunnassa, Järviseudun seutukunnan energiatase on jo nykytilanteessa positiivinen (+74 GWh/v). Maltillisessa skenaariossa energiatase on +1 220 GWh/v, kasvuskenarioissa +1 631 GWh/v ja optimistisessä skenaariossa +2 031 GWh/v.

Positiivisen energiataseen taustalla on ennen kaikkea seutukunnan runsas tuulisähkön tuotanto. Tuulisähkön tuotanto on jo nykyisellään yli 3,5-kertainen seutukunnan omaan sähkönkäyttöön verrattuna. Maltillisessa skenaariossa seutukunnan yhteenlaskettu tuuli- ja aurinkosähkön tuotanto on 8-kertainen, kasvuskenarioissa 9,4-kertainen ja optimistisessä skenaariossa jopa 10,7-kertainen alueen omaan sähkön kulutukseen verrattuna.

Järvisseudun seutukunnassa siirtyminen uusiutuvaan energiaan olisi parhaiten ja kestävimmin toteutettavissa seuraavin toimenpitein:

1. Lisäämällä metsähakkeen käyttöä energiantuotannossa

Metsähakkeen polttaminen vapauttaa hiilidioksidia, mutta koska se on peräisin uusiutuvasta lähteestä, sen katsotaan olevan hiilineutraalia pitkällä aikavälillä.

Järvisseudun seutukunnassa huomiota kiinnittää runsas hyödyntämätön metsähakepotentiaali; maltillisessa skenaariossa 141 GWh/v, kasvuskenaariossa 235 GWh/v ja optimistisessa skenaariossa 329 GWh/v. Metsähakkeella voitaisiin korvata seutukunnan kaikki turpeen käyttö (67 GWh/v) ja merkittävä osa tai jopa kaikki fossiilienergian käyttö esimerkiksi asuin- ja liikerakennusten lämmityksessä.

Metsähakkeen käytöllä asuin- ja liikerakennusten lämmityksessä on kuitenkin haasteita, kuten kuljetuksen ja varastoinnin haasteet. Lisäksi öljylämmityksen vaihtaminen metsähakkeeseen vaatii investointeja kattilaan ja muihin laitteistoihin. Asuin- ja liikerakennusten osalta lämpöpumput voivat olla käytännöllisempi vaihtoehto.

2. Edistämällä lämpöpumpputeknologiaa asuin- ja liikerakennusten lämmityksessä

Myös lämpöpumput vaativat alkuinvestointeja, mutta pitkällä aikavälillä niiden odotetaan vähentävän lämmityskustannuksia. Lämpöpumpuilla ja/tai metsähakkeella voitaisiin korvata asuin- ja liikerakennusten lämmityksen fossiilienergian, lähinnä polttoöljyn, käyttöä jopa 98 GWh/v. Epävarmuutta aiheuttaa yksityisten tahojen investointihalukkuus.

3. Sähköistämällä teollisuuden prosesseja

Sähköistämällä teollisuuden prosesseja voitaisiin uusiutuvalla sähköllä korvata fossiilisten polttoaineiden käyttöä 32 GWh/v. Sähköistämisen teknologiat käytiin läpi Seinäjoen seutukunnan kohdalla.

4. Lisäämällä biokaasun käyttöä erityisesti liikenteessä

Teknistaloudellisella biokaasun lisäyspotentiaalilla voitaisiin maltillisessa skenaariossa korvata 12 %, kasvuskenaariossa 20 % ja optimistisessa skenaariossa 28 % liikenteen energiankulutuksesta. Liikenteen lisäksi jalostettu biokaasu soveltuu energialähteeksi myös esimerkiksi maatalouden työkoneisiin, joiden nykyinen moottoripolttoöljyn kulutus seutukunnassa on 48 GWh/v. Lisäksi biokaasua voitaisiin hyödyntää maataloudessa esimerkiksi viljan kuivauksessa, jossa nykyinen polttoöljyn käyttö on noin 15 GWh vuodessa. Lämmön tuotannossa voidaan käyttää jalostamatonta raakakaasua.

3 Teknistaloudellinen tarkastelu

Uusiutuvan energian tuotantokustannusten laskennassa käytettiin LCOE-menetelmää (Levelized Cost of Energy, tasoitetut tuotantokustannukset), joka ottaa huomioon alkuperäisen investoinnin lisäksi myös hankkeeseen liittyvät jatkuvat kustannukset. LCOE mahdollistaa eri energiantuotantomuotojen keskinäisen vertailun riippumatta niiden erilaisista alkuinvestoinneista, kapasiteettikertomista tai taloudellisesta käyttäistä.

LCOE lasketaan jakamalla elinkaarikustannukset laitoksen koko elinkaaren aikana tuottamalla energiamäärällä. LCOE huomioi pääomakulut, käyttö- ja ylläpitokulut sekä mahdolliset polttoainekulut. Kaikki kustannukset, samoin kuin tuotanto, diskontataan nykyarvoon ja laskelman tulos ilmoitetaan valuuttana energiayksikkö kohti (€/MWh).

$$LCOE = \frac{I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{O\&M_t + F_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t}}$$

jossa I_0 on investointikustannukset, $O\&M_t$ käyttö- ja ylläpitokustannukset ja F_t polttoainekustannukset euroina. E_t on tuotettu energia yksikössä MWh, r on laskentakorko, t on toimintavuosi (1, 2, ...n) ja n on laitoksen taloudellinen käyttöikä vuosina.

3.1 Aurinkovoiman tuotantokustannukset

Investointikustannukset

Aurinkovoimalan investointikustannukset sisältävät laitteisto- ja asennuskustannukset sekä mm. suunnitteluun, lupamenettelyihin ja rahoitukseen liittyvät kustannukset. Taulukko 42 kokoaa kustannuslajit ja niiden suhteellisen osuuden kokonaisinvestoinnista. Lähteenä käytetty IRENA (2024).

Taulukko 42. Aurinkovoiman investointikustannukset

Laitteistot Osuus investointikustannuksista: Paneelit ja invertterit 39 % Oheislaitteisto 26 %	• aurinkopaneelit • invertterit • oheislaitteisto (BoS, Balance of System), mukaan lukien kaapelit, liittimet ja jakolaitteet, paneelilinjat ja perustukset, turvajärjestelmät, verkkoliitännän keskijännitekaapelit ja -liittimet, kytkinlaitteet, ohjauspaneelit ja muuntajat sekä valvonta- ja ohjausjärjestelmät
Asennus Osuus investointikustannuksista 16 %	• mekaaninen asennus, kuten teiden, kaapelikourujen ja paneelilinjien rakentaminen sekä aurinkopaneelien ja inverttereiden asennus • sähköasennukset, mukaan lukien moduulien yhteen liittäminen ja tasavirtakaapelointi, keskijännitteen vaihtovirta-asennus, valvonta- ja ohjausjärjestelmän asennus ja testaukset • tarkastukset, esim. rakennusvalvonta ja turvallisuustarkastukset
Muut kustannukset Osuus investointikustannuksista 19 %	• lupamenettelyt, vaatimustenmukaisuuskustannukset, mahdolliset ympäristömääräyksiin liittyvät kustannukset, suunnittelukustannukset, sopimusten valmistelu, rahoituskustannukset, projektikehittäjän kate, verkkoliityntä, mahdollinen maan hankinta (vaihtoehtona maan vuokraus)

Aurinkovoimaloiden investointikustannukset, ja niiden suhteellinen osuus, voivat vaihdella hankekohtaisesti riippuen paneelien ja inverttereiden hinnan lisäksi esimerkiksi maaperän olosuhteista ja maaston muodoista, tiestön etäisyydestä ja verkkoliittymän jännitteestä ja etäisyydestä.

Julkisesti (Solarigo, 2025, Pedersöre, 2022; Yle, 2022) saatavilla olevat Suomessa vuosina 2023 ja 2024 valmistuneiden 1–13 MW aurinkovoimaloiden kustannusarviot vaihtelevat 600 €/kW ja 1000 €/kW välillä, keskiarvon ollessa 680 €/kW. Investointikustannuksena tässä tutkimuksessa käytettiin keskiarvoa eli 680 €/kW. Tämä taso on myös hyvin linjassa vertailumaaksi sopivan Saksan aurinkovoimainvestointien keskiarvon 670 €/kW ja globaalin keskiarvon 695 €/kW (IRENA, 2024) kanssa.

Käyttö- ja ylläpitokustannukset

Rakennusvaiheen päätyttyä aurinkovoiman tuotantokustannukset ovat maltilliset, sillä auringon säteily on ilmainen energianlähde. Käyttö- ja ylläpitokustannukset muodostuvat mm. teknisistä tarkastuksista ja huolloista, alueen ylläpitokustannuksista, vakuutuksista sekä mahdollisista maanvuokrista.

Taulukko 43 kokoaa käyttö- ja ylläpitokustannukset. Maanvuokraksi arvioitiin 1000 €/ha/vuosi (Yle, 2023a), joka tässä raportissa käytetyllä kapasiteettitiheydellä 0,5 MW/ha tekee 2 €/kW/vuosi. Muut käyttökustannukset perustuvat IRENAn (2024) raporttiin.

Taulukko 43. Aurinkovoiman käyttö- ja ylläpitokustannukset

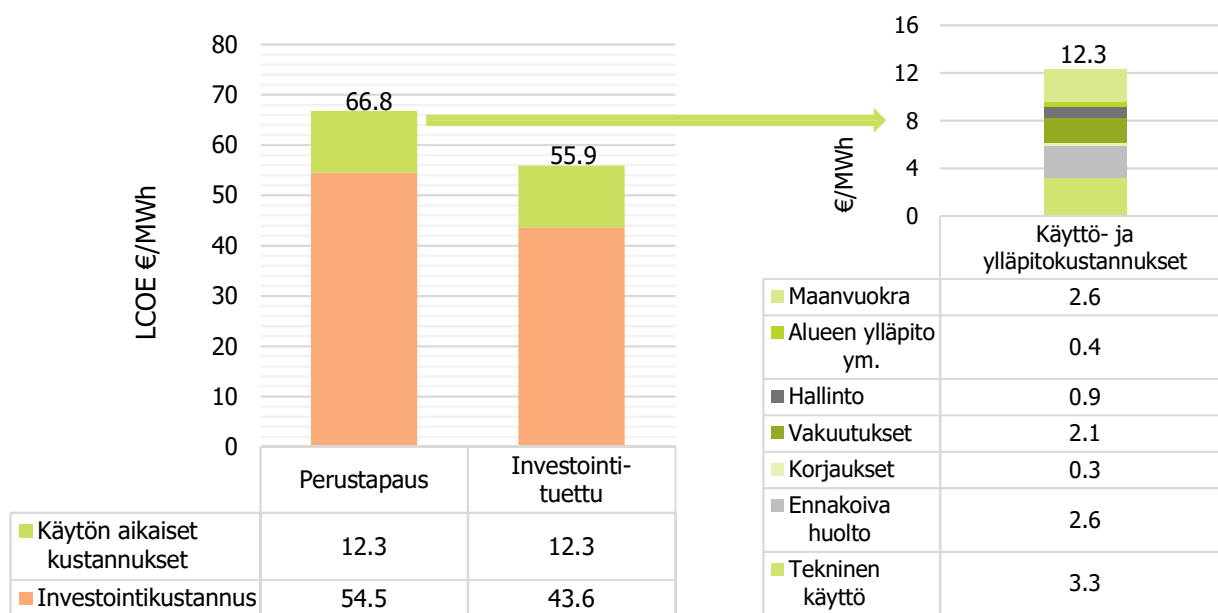
	Kustannus €/kW/v
Tekninen käyttö	2,5
Ennakoiva huolto	2,0
Korjaukset	0,2
Vakuutukset	1,6
Hallinto	0,7
Alueen ylläpito, paneelien puhdistus ym.	0,3
Maanvuokra	2,0
Yhteensä	9,3

LCOE

LCOE laskennassa kapasiteettikertoimenä käytettiin Seinäjoen ja Järviseudun seutukuntien keskimääräistä kapasiteettikerrointa 10,6 %. Aurinkovoimalan taloudelliseksi käyttöiäksi asetettiin 25 vuotta ja laskentakoroksi 5 % (IRENA, 2024). Vuosittaiseksi käyttökustannusten nousuksi oletettiin 1,6 %. Laskennassa huomioitiin lisäksi aurinkopaneelien tehokkuuden heikkeneminen ajan myötä (0,5 %/vuosi). Perustapaus laskettiin ilman investointitukea.

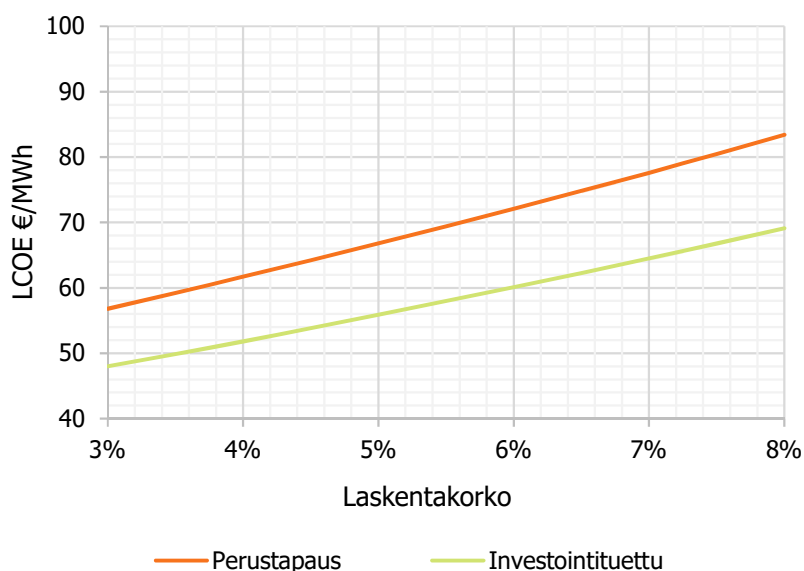
Suomen työ- ja elinkeinoministeriö voi myöntää energiatukea uusiutuvan energian investointihankkeille, jotka parhaiten edistävät Suomen ja EU:n hiilineutraalisuustavoitteita. Tuen painopistettä on siirretty uuden energiateknologian hankkeisiin. Viime vuosina suurille aurinkovoimahankkeille myönnetty tuki on ollut 20 % investoinnista (TEM, 2025a). Tämän vuoksi perustapauksen lisäksi laskettiin myös investointituettu tapaus, jossa hankkeelle myönnetään 20 % investointituki.

LCOE-laskennan tulokset esitetään kuvassa 21. Perustapauksessa LCOE yllä mainituilla oletuksilla on 66,8 €/MWh ja investointituetussa tapauksessa 55,9 €/MWh. Investoinnin osuus elinkaaren aikaisesta tuotantokustannuksesta on korkea, perustapauksessa lähes 82 % ja investointituetussakin 78 %.



Kuva 21. Vasemmalla aurinkovoiman tuotantokustannus perustapauksessa ja 20 % investointituella tuetussa tapauksessa jaoteltuna investointi- ja käytön aikaisiin kustannuksiin. Oikealla käytön aikaisten kustannusten jakautuminen.

Laskentakorolla on merkittävä vaikutus pääomavaltaisen hankkeen tasoitettuun energiakustannukseen. Kuva 22 havainnollistaa laskentakoron vaikutusta LCOE:hen. Riskittömällä 3 % korkokannalla laskettu LCOE laskee perustapauksessa 57 euroon ja investointituettu tapauksessa 48 euroon per MWh. 5 %:n koron nousu nostaa tuotantokustannusta 44–47 %.



Kuva 22. Laskentakoron vaikutus aurinkovoiman tasoitettuun energiakustannukseen.

3.2 Biokaasun tuotantokustannukset

Biokaasun tuotantokustannusten laskennassa muodostettiin laitosesimerkki vuodessa noin 10 GWh paineistettua biokaasua (CBG) tuottavasta laitoksesta. Laitoksessa vuosittain käsiteltävä syötemäärä on 40 000 tonnia, josta lantojen osuus on 87,5 % ja peltobiomassojen osuus 12,5 %. Metaanin-tuoton toteumaksi asetettiin 85 %. Biokaasun vuosituotanto esimerkkilaitoksessa on 15 042 MWh/v ja sitä vastaava reaktorin kaasuteho 1,75 MW. Käsittelemätön biokaasu sisältää 65 % metaania ja 35 % hiilidioksidia.

Biokaasuprosessi käsittää syötteiden esikäsittelyn ja itse mädätysprosessin. Esikäsittelyn tarkoituksena on poistaa epäpuhtaudet käsiteltävistä syötteistä, murskata materiaali sopivaan palakokoon ja homogenisoida syöteseos. Lisäksi esikäsittelyvaiheessa säädetään syöteseoksen kuiva-ainepitoisuus ja orgaaninen kuorma prosessin käynnistymisen ja toiminnan edellyttämälle tasolle. Esimerkkilaitoksessa esikäsittely sisältää myös hygienisoinnin, mikä mahdollistaa mädätysjäännöksen markkinoinnin lannoitevalmisteena. Hygienisoinnissa syötemassa kuumennetaan (1 h, 70 °C) syötteiden sisältämien taudinaiheuttajien ja rikkakasvien siementen tuhoamiseksi. Hygienisoinnin jälkeen syötemassa pumpataan biokaasureaktoriin, jossa varsinainen mädätys ja biokaasun muodostuminen tapahtuvat.

Esikäsittelyn ja hygienisoinnin sähkön kulutuksena käytettiin 150 kWh/t kuiva-ainetta ja reaktorin sähkönkulutuksena 3 % tuotetun biometaanin energiasisällöstä (Luostarinen ja muut, 2019). Koska mädätysprosessia edelsi hygienisointi, ei erillistä syötteiden lämmitystä tarvita. Hygienisoinnin lämmönkulutus laskettiin veden ominaislämpökapasiteetin perusteella.

Muodostunut raakabiokaasu jalostetaan biometaaniksi amiinipesurissa. Jalostuksen lämmön kulutus on 0,13 kWh/Nm³ raakakaasua ja sähkön kulutus 0,12 kWh/Nm³ raakakaasua (Lampinen, 2015). Lopuksi puhdas biometaani paineistetaan 250 bar paineeseen ja varastoidaan kaasunsäiliökonteissa. Paineistusvaiheen energiankulutus on 0,32 kWh/kg_{CBG}.

Biokaasuprosessin lopputuotteena muodostuu biokaasun lisäksi aina mädätysjäännöstä, jonka käsittely on tärkeä osa biokaasun tuotantoprosessia. Esimerkkilaitoksessa mädätysjäännöksen prosessointi sisältää mädätysjäännöksen separoinnin eli jakamisen neste- ja kuivajakeeseen. Kuivajake markkinoidaan maanparannusaineena ja typpipitoinen nestejake voidaan käyttää lannoitteeksi sellaisenaan. Separoinnin energiankulutuksena käytettiin 3 kWh/m³ mädätysjäännöstä.

Esikäsittelyn ja hygienisoinnin, mädätyksen, biokaasun puhdistuksen ja jalostuksen ja mädätysjäännöksen jatkokäsittelyn lämmön tarpeet ja osa sähkön tarpeista katetaan polttamalla tuotettua biokaasua laitoksen omassa CHP-yksikössä. Kun laitoksen oma biokaasun käyttö sekä 1 % metaanivuoto vähennetään, saadaan lopulliseksi vuosittaiseksi CBG:n tuotantomääräksi 10 063 MWh.

Investointikustannukset

Investointikustannus yllä kuvatulle laitokselle arvioitiin Suomen Biokierto ja Biokaasu ry:n ylläpitämän biokaasulaitosinvestointitilaston perusteella (SBB, 2024). SBB:n hankelistauksessa pääasiassa maatalouden sivuvirtoja käyttävien 8-10 GWh/v biometaanilaitosten investointikustannusten keskiarvo on 684 000 €/GWh/v.

Taulukossa 44 esitetty investointikustannusten jakauma noudattaa pääpiirteittäin AFRY:n Kiertotalouspuistoselvitys-hankkeessa valmistelemia biokaasuinvestointilaskelmia (AFRY, 2021).

Taulukko 44. CBG-laitoksen investointikustannukset. CBG:n vuosituotanto 10 GWh.

	Osuus kokonaisinvestoinnista	€
Syötteiden vastaanotto ja esikäsittely - vastaanottorampit, esikäsittely- ja syöttölaitteistot, prosessitilat, LVIS, ohjausjärjestelmä, automaatio jne.	25 %	1 700 000
Mädätys - reaktori, reaktorirakennus, kaasun käsittely ja varastointi, mädätysjäännöksen varastohalli, LVIS, ohjausjärjestelmä jne.	45 %	3 100 000
Kaasun jalostus ja paineistus - putkilinjat, amiinipesuri, kompressorit, 250 bar kaasuvarasto	13 %	900 000
Huolto- ja sosiaalitilat	2 %	130 000
Rakennuttaminen	15 %	1 050 000
Yhteensä		6 880 000

Biokaasuhankkeille voi hakea Työ- ja elinkeinoministeriön investointitukea. Vaikka tuen painopiste on uuden teknologina hankkeissa, poikkeuksena uuden teknologian vaatimukseen ovat investoinnit biokaasulaitoksiin, joita voidaan tukea myös, kun käytetään tavanomaista teknologiaa. Etusijalla ovat uutta teknologiaa sisältävät biokaasulaitosinvestoinnit, biokaasua liikennekäyttöön tuottavat investoinnit ja hankkeet, joissa on konkreettinen ja toteutuskelpoinen suunnitelma mädätysjäännöksen jatkojalostuksesta ja -käytöstä. Tukitaso on hankekohtaisen harkinnan perusteella tyypillisesti enintään 30 %. (TEM, 2025b)

Käyttö- ja ylläpitokustannukset

CBG-laitoksen käyttökustannukset muodostuvat raaka-aineen hankinnasta, energiakustannuksista, huolto- ja kunnossapitokustannuksista, kemikaalien ja kulutustarvikkeiden hankinnasta, palkoista ja hallinnollisista kuluista.

Tässä selvityksessä syötteet muodostuvat maatalouden jätteistä ja sivuvirroista (lannat, peltobio-massa), ts. raaka-aineista, joilla on vain vähäistä rahallista arvoa. Oletuksena on, että laitos ei maksa syötteistä syötemaksuja. Toisaalta laitos ei myöskään peri niistä porttimaksuja. Näin raaka-aineiden hankintakustannukset koostuvat syötteiden kuljetuskustannuksista. Kuljetuskustannuksena käytettiin Aarraksen ja muiden (2018) esittämää arviota indeksoituna vuoden 2024 rahan arvoon eli 0,18 €/t/km. Keskimääräisellä 20 km kuljetusetaisuudella kustannukseksi muodostuu 14,3 €/MWh_{CBG}.

CBG-laitoksen CHP-yksikkö mitoitetaan lämmöntarpeen mukaan. 550 kW CHP-yksikkö tuottaa lämpöä 2990 MWh/v (lämpöhyötysuhde 62 %), joka riittää kattamaan laitoksen kaikki lämmöntarpeet. Sähköä CHP-yksikkö tuottaa 1500 MWh/v (sähköhyötysuhde 31 %). Laitoksen oman sähkön tarpeen ollessa 2380 MWh/v, tarvitaan lisäksi noin 880 MWh/v verkkosähköä. Verkkosähkön hintana käytetään Tilastokeskuksen tilastoista (Tilastokeskus, 2025a) laskettua vuoden 2024 keskihintaa 86 €/MWh (yritys- ja yhteisöasiakas, vuosikulutus 500–1 999 MWh). Energiakustannukseksi muodostuu 7,6 €/MWh_{CBG}.

Huolto- ja kunnossapitokustannuksiksi asetettiin 2 % kokonaisinvestoinnista ilman rakennuttamiskustannuksia.

Biokaasun puhdistus- ja jalostusprosessit vaativat erilaisia kemikaaleja mm. rikkivetyjen ja muiden epäpuhtauksien poistamiseen sekä hiilidioksidin poistamiseen raakakaasusta. Kemikaalien ja kulu-
tustarvikkeiden hankintakustannukseksi asetettiin 6,50 €/MWh_{CBG} (BIP, 2023).

Myös palkkakustannusten määrittelyssä lähteenä käytettiin BIP Europen raporttia (BIP, 2023), jossa biokaasun tuotannon palkkakustannukset alle 8 MW laitoksissa ovat 7 €/MWh. Jalostuksen palkka-
kustannuksena käytettiin BIP Europen raportin mukaista 1 €/MWh. Paineistuksen palkkakustannuk-
sia ei BIP:n raportissa eritelty ja ne oletettiin samoiksi kuin jalostuksen palkkakustannukset. Yh-
teensä palkkakustannukseksi muodostuu 9 €/MWh_{CBG}.

Hallintokulut eivät suoraan liity tuotantoprosessiin, mutta ovat välttämättömiä laitoksen toiminnan
kannalta ja sisältävät mm. toimistokulut, vakuutukset, markkinoinnin ja myynnin sekä lupamaksut
ja ympäristövalvonnan. Hallintokulujen suuruudeksi arvioitiin 10 % laitoksen vuosittaisista kokonais-
käyttökustannuksista.

Käyttökustannusten yhteenveto nähdään taulukossa 45.

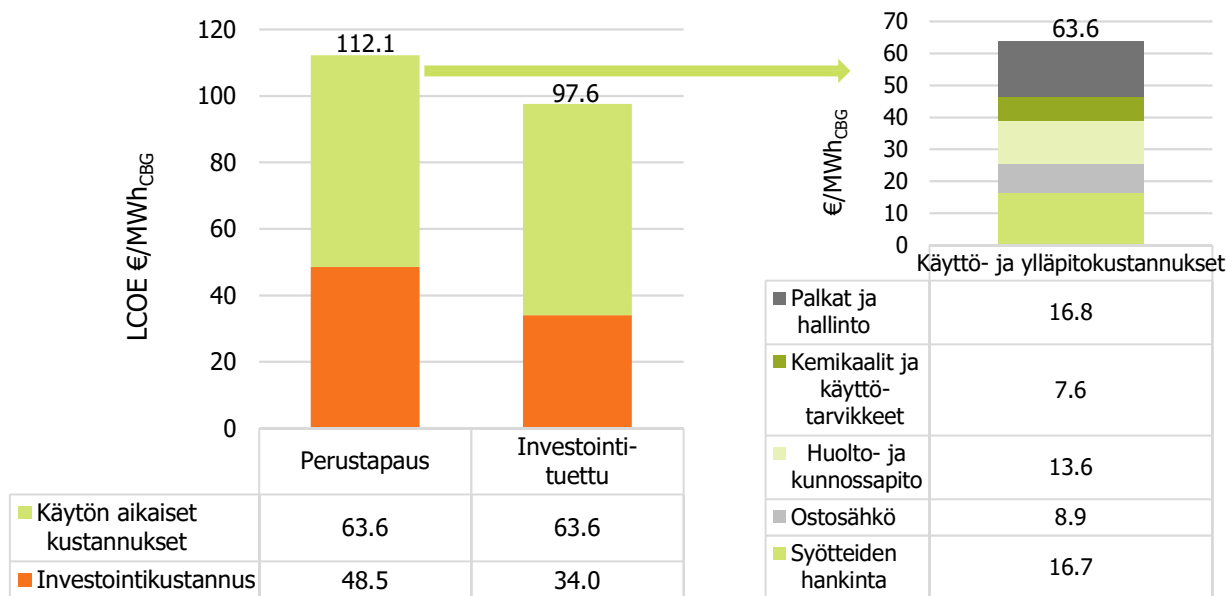
Taulukko 45. CBG-laitoksen käyttö- ja ylläpitokustannukset

Käyttökustannukset	€/MWh _{CBG}
Syötteiden kuljetukset	14.3
Verkkosähkö	7.6
Huolto- ja kunnossapito	11.6
Kemikaalit ja käyttötarvikkeet	6.5
Palkat	9
Hallinto	5.4
Yhteensä	54.4

LCOE

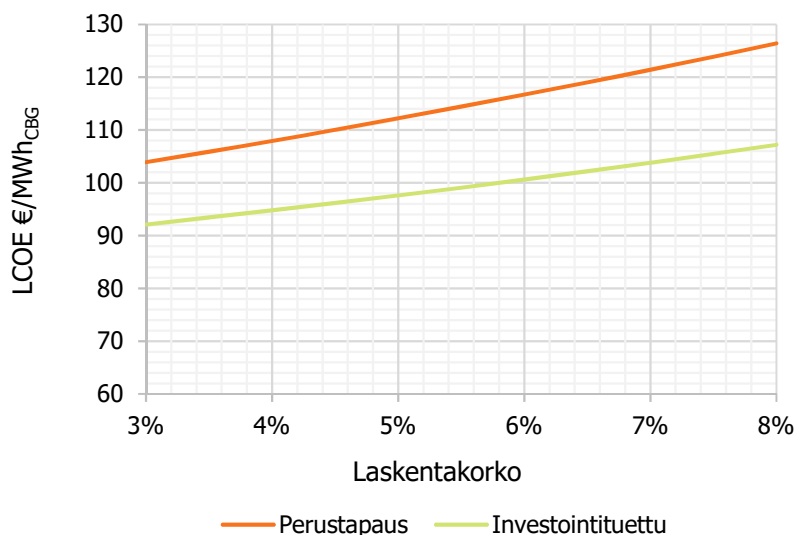
CBG:n tasoitetut tuotantokustannukset laskettiin sekä ilman investointitukea että tapauksessa, jossa
hankkeelle myönnetään 30 % investointituki. Biokaasulaitoksen taloudelliseksi käyttöiäksi asetettiin
25 vuotta ja laskentakoroksi 5 %. Vuosittaiseksi käyttökustannusten nousuksi oletettiin 1,6 %. Pe-
rustapaus laskettiin ilman investointitukea. Investointituetussa tapauksessa hankkeelle myönnetään
30 % investointituki.

LCOE-laskennan tulokset esitetään kuvassa 23. Ilman investointitukea LCOE on 112,1 €/MWh ja
investointituettuna 97,6 €/MWh. Päinvastoin kuin aurinkovoiman tapauksessa, biokaasun tuotan-
nossa kustannukset painottuvat käytön aikaisiin kustannuksiin. Käyttö- ja ylläpitokustannusten osuus
perustapauksessa on 57 % ja investointituetussa 65 %.



Kuva 23. Vasemmalla CBG:n tuotantokustannus perustapauksessa ja 30 % investointituella tuetussa tapauksessa jaoteltuna investointi- ja käytön aikaisiin kustannuksiin. Oikealla käytön aikaisten kustannusten jakautuminen.

Kuva 24 esittää laskentakoron vaikutuksen LCOE:hen. Riskittömällä 3 % korkokannalla laskettu LCOE laskee perustapauksessa 104 euroon ja investointituetussa tapauksessa 92 euroon per MWh CBG:tä. 5 %:n koron nousu nostaa tuotantokustannusta 16–22 %.



Kuva 24. Laskentakoron vaikutus CBG:n tasoitettuun energiakustannukseen.

Vertailun vuoksi laskettiin vielä LCOE tapauksessa, jossa CBG-laitos maksimoi kaasun tuotantonsa leikkaamalla biokaasun käyttöä laitoksen omista prosesseissa. Tässä mallissa laitoksen CHP-yksikkö korvataan tehokkaalla sähkökattilalla (hyötysuhde 97 %) ja kaikki laitoksen energiatarpeet tuotetaan verkosta ostetulla sähköllä, jolloin CBG:n tuotanto nousee 14 890 MWh:iin vuodessa. Sähkön hinta tuotannon maksimoinnin tapauksessa on 77 €/MWh (yritys- ja yhteisöasiakas, vuosikulutus 2 000–19 999 MWh) (Tilastokeskus, 2025a), muut käyttökulut kuten perustapauksessa. Kaasun jalostus- ja paineistusyksiköiden osalta investointiin laskettiin pieni 15 % nousu, koska tarvittava jalostus- ja

nesteytyskapasiteetti nousee. Tuotannon maksimoinnin tapauksessa LCOE 5 % laskentakorolla laskettuna oli, investointituesta riippuen, 103–113 €/MWh eli se ei tuottanut kustannussäästöä.

3.3 Tuulivoiman tuotantokustannukset

Investointikustannukset

Maatuulivoimahankkeen investointikustannuksista tuuliturbiinit muodostavat suurimman osan, 65–80 % (Suomen Uusiutuvat, 2025c). Loput investointikustannuksista koostuvat mm. maarakennustöistä, sähkötöistä ja kaapeloinneista, sähköverkkoon liittämisen kustannuksista, suunnittelun ja valvonnan kustannuksista sekä rahoituksen kustannuksista (taulukko 46).

Taulukko 46. Tuulivoiman investointikustannukset

Infrastruktuurin rakentaminen Osuus kokonaisinvestoinnista 20–30 %	• tiestön ja voimala-alueen maanrakennustyöt • perustukset • kaapeloinnit ja muut tarvittavat sähkötyöt • sähköverkkoliityntä
Tuuliturbiini(t) Osuus kokonaisinvestoinnista 65–80 %	• turbiinin/turbiinien hankinta, kuljetus ja asennus • suurimmat yksittäiset kustannuskomponentit ovat torni, roottorin lavat sekä vaihteisto, jotka yhdessä kattavat noin 2/3 turbiinin hankintahinnasta. Loppukolmannes jakaantuu tasaisemmin muille pääkomponenteille.
Muut kustannukset Osuus kokonaisinvestoinnista 5 %	• suunnitteluun, lupaprosesseihin ja valvontaan liittyvät kustannukset sekä rahoituksen hankintaan liittyvät kustannukset.

Suomen Uusiutuvat ry:n mukaan maalle sijoitettavan tuuliturbiinin investointikustannus on yleisesti noin miljoona euroa nimellistehon megawattia kohti. Kun huomioidaan kaikki hankkeen kehityskulut suunnittelusta rakentamiseen ja sähköverkkoon liittämiseen, on maatuulivoiman kokonaisinvestointi noin 1,2–1,3 M€/MW (Suomen Uusiutuvat, 2025c). IRENAn (2024) raportin mukaan keskimääräinen maatuulivoiman kokonaiskustannus Suomessa vuonna 2023 oli noin 1300 €/kW. Edellä mainittuihin lähteisiin perustuen kokonaisinvestointina tässä tutkimuksessa käytettiin 1300 €/kW.

Käyttö- ja ylläpitokustannukset

Tuulivoiman käytön aikaiset kustannukset muodostuvat huolto- ja kunnossapitokustannuksista, vakuutuksista, hallinnointikuluista ja maanvuokrasta.

Tuulivoimalan omistaja voi tehdä huoltosopimuksen voimalatoimittajan kanssa tai hoitaa itse voimalan käytön ja kunnossapidon joko omalla organisaatiolla tai alihankintana. Takuuajana yleensä edellytetään huoltosopimusta voimalatoimittajan kanssa (Suomen Uusiutuvat, 2025d). IRENAn (2024) raportissa kaiken kattavan huoltosopimuksen keskiarvokustannus on noin 17 €/kW/v. Käytön aikaisista kokonaiskustannuksista IRENAn raportista löytyy referenssiksi sopiva Ruotsi, jossa maatuulivoiman käytön aikaiset kokonaiskustannukset ovat 25 €/kW/v. Kustannusten jakautuminen on esitetty taulukossa 47.

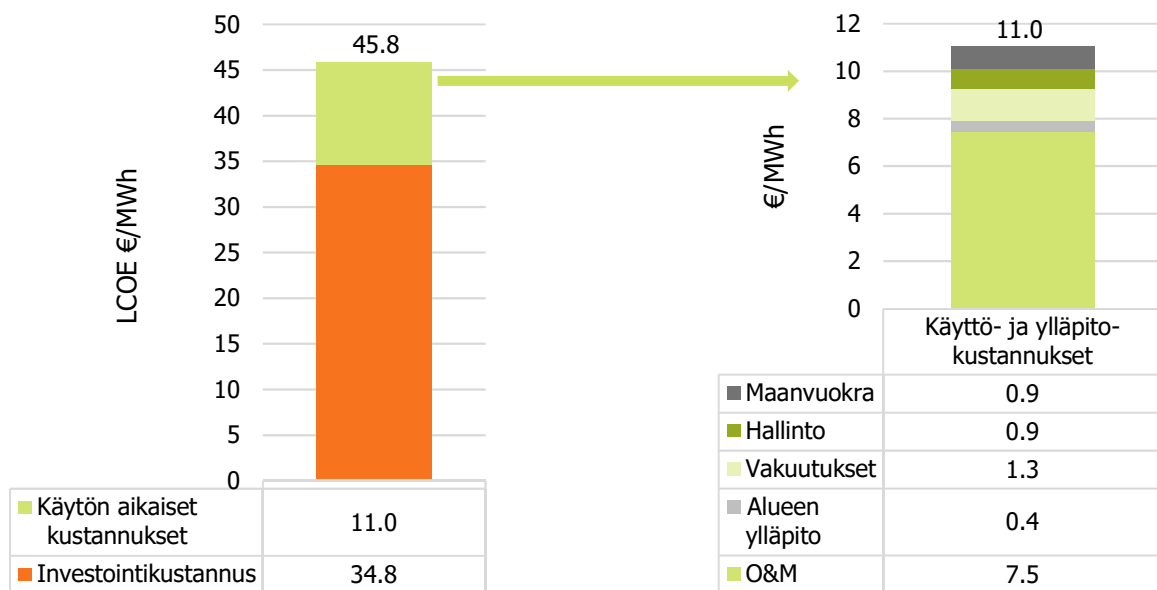
Taulukko 47. Tuulivoimalan käytön aikaiset kustannukset

	Kustannus €/kW/v
Voimaloiden ennakoiva huolto, vikakorjaukset, varaosat	17
Alueen ylläpito ja kunnostus	1
Vakuutukset	3
Hallinto	2
Maanvuokra	2
Yhteensä	25

LCOE

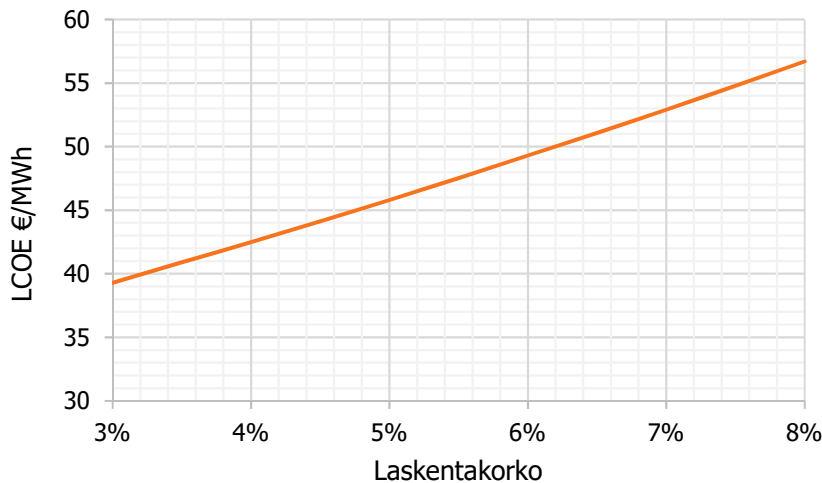
LCOE laskennassa kapasiteettikertoimenä käytettiin tuulivoimapotentiaalin laskennassa Vestaksen 3,45 MW turbiinilla saavutettavien kapasiteettikertoimien keskiarvoa 30,3 % (Seinäjoen seutukunnassa 31,1 % ja Järviseudun seutukunnassa 29,4 %). Tuulivoimalan taloudelliseksi käyttöiäksi asetettiin 25 vuotta ja laskentakoroksi 5 % (IRENA, 2024). Vuosittaiseksi käyttökustannusten nousuksi oletettiin 1,6 %.

LCOE-laskennan tulokset esitetään kuvassa 25. LCOE yllä mainituilla oletuksilla on 45,8 €/MWh. Investoinnin osuus tuotantohinnasta on 76 % ja käyttö- ja ylläpitokustannusten osuus 24 %.



Kuva 25. Oikealla tuulivoiman tuotantokustannus jaoteltuna investointi- ja käytön aikaisiin kustannuksiin. Oikealla käytön aikaisten kustannusten jakautuminen.

Kuva 26 havainnollistaa laskentakoron vaikutusta LCOE:hen. Riskittömällä 3 % korkokannalla laskettu LCOE laskee 39 euroon per megawattitunti. 5 %:n koron nousu nostaa tuotantokustannusta 44 %.



Kuva 26. Laskentakoron vaikutus tuulivoiman tasoitettuun energiakustannukseen.

3.4 Metsähakkeen käytön kustannukset

Suoraviivaisin tapa hyödyntää metsähakkeen lisäpotentiaalia on korvata sillä turvetta olemassa olevissa lämpö- ja CHP-laitoksissa. Uusien haketta polttavien laitosten investointeja ei tässä raportissa käsitellä, koska Suomen kansallisen ilmasto- ja energiastrategian (TEM, 2022) mukaisesti pitkällä tähtäimellä tavoitteena on edistää polttoon perustumattomien uusien kaukolämmön tuotantotapojen kuten lämpöpumpputeknologian käyttöönottoa. Lyhyellä tähtäimellä kuitenkin puu korvaa turpeen.

Turpeen korvaaminen metsähakkeella olemassa olevissa laitoksissa voi tuoda mukanaan sekä investointikustannuksia että muutoksia käyttökustannuksiin.

Muutosinvestointikustannukset

Puuperäisten polttoaineiden taakkana ovat niiden sisältämät alkalimetallit ja kloori, joiden on todettu aiheuttavan kattiloiden tulistinpinnolla ns. kuumakorroosiota. Tämän merkitys korostuu erityisesti CHP-tuotannossa, koska yhdistetyssä sähkön- ja lämmöntuotannossa kattilat on mitoitettu korkealle höyryn lämpötilalle ja paineelle (Tervo, 2020). Turve sisältää klooria sitovaa rikkiä, minkä vuoksi monissa vanhemmissa kattiloissa on turpeen käytölle tietty minimiosuus, tyypillisesti 20–25 % kokonaispolttoainemäärästä. Jos miniosuudesta halutaan poiketa, tulee kattilaan tehdä korjausinvestointeja ja huolehtia rikinsyötöstä kattilaan. Uudemmissa, 2000-luvun jälkeen rakennetuissa kattiloissa tilanne on toinen ja ne ovat usein suunniteltu polttamaan myös pelkkää biomassaa. Myös pelkissä lämpökattiloissa polttoaineen vaihto voidaan usein tehdä ilman korroosio-ongelmia johtuen kattilan matalammasta lämpötilasta ja paineesta, joissa korrosoivia olosuhteita ei synny kuten CHP-kattiloissa (AFRY, 2020).

AFRYn (2020) Työ- ja elinkeinoministeriölle tekemässä selvityksessä pienillä ja keskisuurilla CHP-laitoksilla (<100 MW) pelkkä rikkigranulaatin syöttölaitteiston asentaminen on teknisestä näkökulmasta usein riittävä investointi turpeen käytön lopettamiseksi. Investoinnin suuruus 3–20 MW laitoksissa on 100 000 €, 20–50 MW laitoksissa 200 000 € ja 50–100 MW laitoksissa 300 000 €. Suurempien, polttoaineteholtaan yli 100 MW:n CHP-laitosten oletetaan siirtyvän käyttämään rikkigranulaatin sijaan sulfaattiliuoksia. Sulfaattiliuosten syöttölaitteiston AFRY arvioi maksavan 0,9–1,1 miljoonaa euroa per kattila. Suurempien CHP-laitosten muutosinvestointi sisältää lisäksi klooripitoisuutta mittaavan mittauslaitteiston rikin tarpeen määrittämiseksi ja korroosioriskin pienentämiseksi. Mittauslaitteistojen kustannusten on arvioitu vaihtelevan 0,1–0,4 miljoonan euron välillä (AFRY, 2020).

Lisäksi metsähakkeen käsittely-, varastointi- ja syöttöjärjestelmät eroavat turpeen vastaavista, mikä voi vaatia investointeja uusiin laitteisiin tai olemassa olevien järjestelmien muokkaamista. Esimerkiksi metsähakkeen varastointi vaatii yleensä suuremman tilan kuin saman energiamäärän sisältävän turpeen varastointi alhaisemman energiasisällön vuoksi. Tämä voi edellyttää tilojen laajentamista tai muutostöitä. Jos polttoainemuutoksen myötä tarvitaan myös esimerkiksi savukaasukanavien, savukaasupuhaltimen ja savukaasupuhdistuslaitteiden laajentamista, voi lisäinvestoinnin tarve olla mitätvä. Lisäksi on huomattava, että korvattaessa turvetta metsähakkeella kattilan tuottama teho usein laskee johtuen turpeen ja puun erilaisista ominaisuuksista, jolloin voi olla tarpeen investoida lisäkapasiteettiin (AFRY, 2020). Edellä mainitut lisäinvestoinnit vaihtelevat suuresti tapauskohtaisesti, eikä tämän selvityksen puitteissa ollut mahdollista arvioida tarkemmin lisäinvestointien tarvetta tai niiden suuruutta.

Käyttö- ja ylläpitokustannukset

Turpeen korvaaminen metsähakkeella tuo mukanaan muutoksia polttoainekustannuksiin. Laitoksesta riippuen muutokset ovat joko positiivisia tai negatiivisia. Tilastokeskuksen datan mukaan vuonna 2024 metsähakkeen hinta energiantuotannossa käyttöpaikalle toimitettuna oli keskimäärin 36,2 €/MWh (Tilastokeskus, 2025b). Jyrsinturpeen hinta vastaavana ajanjaksona oli 16,6 €/MWh. Tämän päälle maksetaan turveveroa 5,7 €/MWh. Lisäksi turve kuuluu EU:n päästökaupan piiriin, mikä tarkoittaa, että sen polttamisesta syntyvät hiilidioksidipäästöt on katettava ostamalla päästöoikeuksia. Suomessa päästökaupan piiriin kuuluvat polttolaitokset, joiden teho on yli 20 MW. Kaukolämmön kohdalla on syytä huomata, että myös samassa kaukolämpöverkossa olevat pienemmät laitokset kuuluvat päästökaupan piiriin (Energiavirasto, 2025a). Toisin sanoen, jos verkossa on kiinni alle 20 megawatin tehoinen laitos tai laitoksia ja yli 20 megawatin tehoinen laitos, ovat kaikki laitokset päästökaupan piirissä. Päästökaupan piiriin kuuluvissa laitoksissa turpeen kokonaiskustannus nousee merkittävästi: Päästöoikeuden keskihinta vuonna 2024 oli 65 €/t CO₂ (Energiavirasto, 2025b). Turpeen päästökertoimella 106 g/MJ tämä tuo turpeelle energiantuotannossa 24,8 €/MWh lisäkustannuksen.

Metsähakkeen ja turpeen kustannusvertailu nähdään taulukossa 48. Päästökaupan piiriin kuuluvissa laitoksissa turpeen käytön kustannus ylittää jo metsähakkeen käytön polttoainekustannuksen. Päästökauppa onkin merkittävä ajuri turpeen käytön vähentämisessä Suomessa. Päästökaupan piiriin kuulumattomissa laitoksissa metsähakkeeseen siirtyminen puolestaan aiheuttaa polttoainekustannusten nousun.

Taulukko 48. Metsähakkeen ja turpeen kustannusvertailu.

Metsähake €/MWh	Turpe €/MWh Päästökaupan piiriin kuulumaton laitos	Turpe €/MWh Päästökaupan piiriin kuuluva laitos
36,2	22,3	47,1

Turpeen korvaaminen metsähakkeella voi lisätä kattilan huoltotarvetta. Esimerkiksi lisääntynyt tuhkaantumisen ja kuonanmuodostus vaatii tiheämpää tulipesän puhdistusta. Likaantuminen lisääntyy myös savukaasupuolen lämmönsiirtopinnoilla, mikä johtaa lisääntyneeseen nuohoustarpeeseen. Lisäksi rikkilisäystä vaativissa CHP-laitoksissa rikkigranulaatin tai sulfaattiliuoksen käyttö aiheuttaa liisäkustannuksia. AFRYn (2020) selvityksessä lisääntyneiden huolto- ja käyttökustannusten arvioitiin olevan kuitenkin vain 0,1–0,3 euroa kulutettua polttoaineyksikköä (MWh_{pa}) kohti.

3.5 Kaukolämmön sähköistäminen

Kuten jo edellä todettiin, pidemmällä tähtäimellä tavoitteena on siirtyä lämmön tuotannossa pois polttavasta tekniikasta. Keskeiset keinot kaukolämmön sähköistämiseen ovat lämpöpumput ja sähkökattilat. Tässä kappaleessa tehdään yleisluontoinen arvio kaukolämmön tuotantokustannuksesta lämpöpumppu- ja sähkökattilalaitoksessa.

3.5.1 Lämpöpumput

Teollisuuslämpöpumput ovat jo nyt tärkeä osa Suomen kaukolämmön tuotantoa, ja niiden merkitys tulee todennäköisesti kasvamaan tulevaisuudessa pyrittäessä kohti kestävämpiä ja vähäpäästöisempiä lämmitysratkaisuja. Lämpöpumpuilla voidaan hyödyntää erilaisia matalalämpöisiä lämmönlähteitä kaukolämmön tuotannossa ja nostaa lämpötila kaukolämpöverkkoon sopivaksi. Sopivia lämmönlähteitä kaukolämmön tuotantoon ovat esimerkiksi teollisuuslaitokset, konesalit (datakeskukset) ja jätevedet. Jätevedet tarjoavat suuren potentiaalin kaukolämmön tuotantoon, koska jätevedenpuhdistamoita löytyy lähes kaikista Suomen suurimmista kunnista, joissa kaukolämpöä käytetään. Esimerkkejä puhdistettuja jätevesiä hyödyntävistä lämpöpumppulaitoksista ovat Katri Valan 160 MW lämpöpumppulaitos Helsingissä ja Espoossa sijaitseva Fortumin Suomenojan voimalaitoksen 60 MW lämpöpumppulaitos. Seinäjoen jätevedenpuhdistamolla aletaan ottaa puhdistetusta jätevedestä hukkalämpöä talteen kaukolämmön tuotantoon loppuvuodesta 2025 alkaen. Myös datakeskukset ovat erinomaisia kohteita hukkalämpöjen hyödyntämiseen, sillä niiden on päästävä eroon ylimääräisestä lämmöstä, joka syntyy palvelimien toiminnasta. Esimerkkinä Haminan Energian loppuvuodesta 2025 valmistuva Googlen datakeskuksen hukkalämpöä hyödyntävä 7,5 MW lämpöpumppulaitos. Teollisuuden hukkalämpöä hyödyntävästä lämpöpumppulaitoksesta esimerkkinä Tampereen Naistenlahden biovoimalaitoksessa vuoden 2025 käyttöön otettavat teollisen mittakaavan lämpöpumput, jotka hyödyntävät voimalaitoksen savukaasupesurin jälkeen savukaasuihin jäänyttä lämpöä kaukolämmön tuotantoon. Hukkalämpöä saadaan talteen 20 MW edestä.

Seuraavaksi lasketaan suuntaa antava kaukolämmön tuotantokustannus 4 MW lämpöpumppulaitokselle.

Investointikustannukset

Teollisen kokoluokan lämpöpumppulaitoksen investointikustannus riippuu useista tekijöistä, kuten lämmönlähteestä (esim. hukkalämpö, jätevesi), lämpöpumpun teknisistä ratkaisuista ja tarvittavasta infrastruktuurista (rakennukset, sähköliittymä, verkkoon kytkentä). Motivan (2023) selvitysraportin mukaan kaukolämpöä tuottavien lämpöpumppulaitosten ominaisinvestointikustannukset ovat tyypillisesti 0,8–1,2 M€ per MW tuotettua lämpöä. Tässä raportissa käytettiin keskiarvoa 1 M€/MW. Kokonaisinvestoinnista laitteistojen (lämpöpumput, lämmönlähde- ja lämmönjakelujärjestelmät, ohjaus- ja seurantajärjestelmät) osuudeksi arvioitiin 70 % ja suunnittelun, asennusten ja rakennuttamisen osuudeksi 30 %. Huomaa, että investointikustannusten laskennassa oletuksena on lämmön syöttö olemassa olevaan kaukolämpöverkkoon; investointikustannusarvio ei sisällä uuden kaukolämpöverkon rakentamista.

Käyttö- ja ylläpitokustannukset

Lämpöpumpun käyttökustannukset muodostuvat sähkön hinnasta ja kunnossapitokuluista. Kunnossapitokustannusten suuruudeksi arvioitiin 2 % laiteinvestoinnista. COP-arvoksi asetettiin 4 ja verkkosähkön hintana käytettiin Tilastokeskuksen datasta (Tilastokeskus, 2025a) laskettua vuoden 2024 keskihintaa 77 €/MWh (yritys- ja yhteisöasiakas, vuosikulutus 2 000–19 999 MWh). Laitoksen huipunkäyttöajaksi asetettiin 3 500 h. Huipunkäyttöaika kertoo kuinka monta tuntia vuodessa kului, jos koko vuoden lämpöenergian tarve tuotettaisiin jatkuvalla huipputeholla.

Lisäksi kaukolämpöyritykset yleensä maksavat hukkalämmöstä hukkalämmön lähteelle. Usein hinta neuvotellaan tapauskohtaisesti ja korvauksen suuruus riippuu lämmön laadusta, määrästä ja toimintusvarmuudesta. Tässä tutkimuksessa hukkalämmön hintana käytetään 20 €/MWh.

LCOE

Tuotantokustannusten laskennassa lämpöpumppulaitoksen taloudelliseksi käyttöiäksi asetettiin 25 vuotta ja laskentakoroksi 5 %. Vuosittaiseksi käyttökustannusten nousuksi oletettiin 1,6 %.

Kaukolämmön elinkaaren aikainen tuotantokustannus edellä kuvatuilla oletuksilla on 65 €/MWh. 30 % investointituella tuetussa tapauksessa tuotantokustannus laskee 59 euroon/MWh. Tuotantokustannusta on kuitenkin mahdollista alentaa, jos kaukolämmön tarpeen ylittävälle lämmölle löytyy kohde esimerkiksi teollisuudesta, jolloin huipunkäyttöaika saadaan korkeammaksi ja investointikustannus jaettua suuremmalle tuotantomäärälle.

3.5.2 Sähkökattilalaitos

Lämpöpumppujen etuna sähkökattiloihin on niiden korkea hyötysuhde; ne tuottavat moninkertaisesti lämpöenergiaa verrattuna kulutettuun sähköenergiaan. Sen sijaan sähkökattiloilla COP on 1 eli yhdellä megawattitunnilla sähköä tuotetaan yksi megawattitunti lämpöä. Alhaisemmasta hyötysuhteesta huolimatta myös sähkökattiloiden käyttö kaukolämmön tuotannossa on Suomessa kasvussa. Sähkökattilat ovat nopeita käynnistymään ja säätämään tehoa, mikä tekee niistä hyvän työkalun sähköverkon ja kaukolämpöverkon tasapainottamiseen. Tuulivoiman ja aurinkovoiman tuotannon kasvu on johtanut ajoittain edulliseen sähkön hintaan, jolloin myös sähkökattiloilla on mahdollista tuottaa lämpöä taloudellisesti kannattavasti.

LCOE

Teollisessa kokoluokassa sähkökattilan alkuinvestointi on merkittävästi alhaisempi kuin vastaavan lämmitystehon tuottavan lämpöpumppujärjestelmän. Sähkökattila ei tarvitse monimutkaista lämmönlähddejärjestelmää ja sähkökattilan asennus on yleensä suoraviivaisempaa kuin suuren lämpöpumppujärjestelmän, mikä pitää asennuskustannukset kohtuullisina. Esimerkiksi Tampereelle Liehteen valmistuvan sähkökattilalaitoksen ominaisinvestointikustannus on 150 000–200 000 €/MWh (Yle, 2023b).

Lämpöpumpun kohdalla kuvatuilla oletuksilla ja 200 000 €/MWh ominaisinvestointikustannuksella 4 MW sähkökattilalaitoksen lämmöntuotannon LCOE:ksi saadaan 95 €/MWh. Jotta saavutettaisiin lämpöpumppulaitoksen kustannustaso, sähkön hinta ei saa ylittää 51 €/MWh.

3.5.3 Lämpöpumppu- ja sähkökattilalaitosten vertailu

Vaikka lämpöpumppujen alkuinvestointi on korkeampi, niiden korkea hyötysuhde tekee niistä taloudellisemman vaihtoehdon, jos sähkön hinta on korkea. Kaukolämmön sähköistyksessä pohjatehoa tuotetaan yleensä lämpöpumpuilla (Hiltunen, 2025). Hukkalämmön hyödyntäminen kaukolämpöverkossa vaatii kuitenkin sopivan hukkalämmön lähteen löytymistä riittävän läheltä kaukolämpöverkkoa.

Sähkökattiloiden etuna on paitsi niiden yksinkertaisuus ja edullinen alkuinvestointi myös niiden riippumattomuus hukkalämmön lähteestä sekä joustavuus: Niiden käynnistäminen ja tehon säätäminen on nopeaa, mikä mahdollistaa joustavan tuotannon sähköverkon ja kaukolämpöverkon tarpeiden mukaan. Ne soveltuvat hyvin myös huippukuormituksen kattamiseen erityisesti kylminä talvipäivinä, jolloin lämmöntarve on suurimmillaan. Yhdistettynä lämpövarastoihin sähkökattiloiden käyttö tehostuu merkittävästi. Lämpöä voidaan tuottaa edullisen sähkön tunteina ja varastoida myöhempää käyttöä varten, mikä tasoittaa tuotantoa ja optimoi energiakustannuksia. Huomaa, että sähkökattilalaitoksen tuotantokustannusten laskenta tässä tutkimuksessa ei sisältänyt lämpövarastoinvestointia.

4 Yhteenveto

Seinäjoen seutukunta

Energiatase

- Nykytilanteessa Seinäjoen seutukunnan energiatase on selvästi negatiivinen – seutukunnan energian kulutus ylittää paikallisen uusiutuvan energian tuotannon lähes 2 600 gigawattitunnilla vuodessa.
- Maltillisessa skenaariossa lähestytään energiaomavaraisuutta, ja energiatase jää vain hieman negatiiviseksi, -13 GWh/v. Uusiutuvan sähkön tuotanto on lähes kolminkertainen alueen omaan sähkönkulutukseen verrattuna.
- Kasvuskenaariossa energiatase kääntyy selvästi positiiviseksi (+830 GWh/v), mikä tarkoittaa, että seutukunnan uusiutuvan energian tuotanto ylittää energian kokonaiskulutuksen. Sähkön tuotanto on lähes 3,5-kertainen seutukunnan omaan sähkönkulutukseen nähden.
- Optimistisessa skenaariossa energiantuotanto ylittää kokonaiskulutuksen merkittävästi; energiatase on +1 690 GWh/v. Uusiutuvan sähkön tuotanto on lähes nelinkertainen seutukunnan omaan sähkönkulutukseen verrattuna.

Viisi askelta kohti kestävämpää energiantuotantoa

Seinäjoen seutukunnassa siirtymää kohti puhtaampaa ja kestävämpää energiantuotantoa edistäisivät erityisesti seuraavat viisi keskeistä toimenpidettä:

1. Kaukolämmön sähköistäminen

Kaukolämmön täydellä sähköistämällä voitaisiin vähentää turpeen käyttöä lähes 450 GWh/v ja fossiilisten energialähteiden käyttöä runsas 30 GWh vuodessa. Keskeisinä keinoina sähkökäyttöiset lämpöpumput ja sähkökattilat.

2. Teollisuuden sähköistäminen

Nykyinen fossiilienergian kulutus teollisuudessa on 165 GWh/v. Tehokkain tapa vähentää fossiilienergian käyttöä on teollisuusprosessien suora sähköistäminen. Suoran sähköistämisen lisäksi sähköä voidaan hyödyntää epäsuorasti tuottamalla elektrolyysin avulla vetyä, jota voidaan käyttää sellaiseen tai jalostaa synteettiseksi hiilivetypolttoaineiksi.

Optimisessa skenaariossa uudella paikallisella tuuli- ja aurinkoenergian potentiaalilla olisi mahdollista sähköistää sekä kaukolämmön tuotanto että teollisuuden prosessit kokonaisuudessaan.

3. Biokaasun käytön lisääminen liikenteessä

Rakenteilla olevalla ja teknistaloudellisella biokaasun lisäyspotentiaalilla voitaisiin korvata merkittävä osuus liikenteen energiankulutuksesta – jopa lähes kolmanneksen. Jo maltillisessa skenaariossa biokaasulla voitaisiin kattaa noin 15 % liikenteen energiantarpeesta.

Liikenteen lisäksi biokaasua voidaan hyödyntää maatalouden työkoneissa sekä lämmön ja yhdistetyn sähkön ja lämmön tuotannossa, jossa biokaasua voidaan käyttää myös jalostamattomana raakakaasuna.

4. Turpeen korvaaminen metsähakkeella eri sektoreilla

Turpeen käyttö on edelleen merkittävä osa maakunnan energiajärjestelmää myös kaukolämmön ulkopuolisilla sektoreilla, noin 120 GWh/v. Maltillisessa skenaariossa metsähakkeen lisäpotentiaali riittäisi korvaamaan maatalouden turpeenkäytön. Kasvuskenaariossa metsähakkeella voitaisiin

kattaa sekä maatalouden että sähköntuotannon turpeen tarve, ja optimistisessa skenaariossa metsähake riittäisi korvaamaan myös asuin- ja liikerakennusten lämmityksessä käytettävän turpeen.

5. Lämpöpumput rakennusten lämmityksessä

Fossiilisten energialähteiden käyttö asuin- ja liikerakennusten lämmityksessä on edelleen merkittävää. Lämpöpumppuihin siirtyminen näissä segmenteissä edellyttää kuitenkin yksityisten toimijoiden investointihalukkuutta, mikä tekee kehityksestä osin markkinalähtöistä ja vaihtelevaa.

Järviseudun seutukunta

Energiatase

- Toisin kuin Seinäjoen seutukunnassa, Järviseudun seutukunnan energiatase on jo nykytilanteessa positiivinen +74 GWh/v. Tämä johtuu erityisesti alueen runsaasta tuulisähkön tuotannosta, joka ylittää seutukunnan oman sähkönkulutuksen yli 3,5-kertaisesti.
- Maltillisessa skenaariossa energiatase on jo vahvasti positiivinen, noin +1 200 GWh/v. Tuuli- ja aurinkosähkön yhteenlaskettu tuotanto on kahdeksankertainen alueen omaan sähkönkulutukseen verrattuna.
- Kasvuskenaariossa energiatase ylittää +1 600 GWh/v. Uusiutuvan sähkön tuotanto on lähes 9,5-kertainen seutukunnan omaan sähkönkulutukseen verrattuna.
- Optimistisessa skenaariossa energiatase vahvistuu entisestään ja ylittää +2 000 GWh/v. Uusiutuvan sähkön tuotanto on jopa 10,7-kertainen alueen omaan kulutukseen nähden.

Keskeiset toimenpiteet uusiutuvaan energiaan siirtymiseksi

Järviseudun siirtymä kohti uusiutuvaa energiaa voidaan toteuttaa tehokkaimmin seuraavilla toimenpiteillä:

1. Metsähakkeen käytön lisääminen energiantuotannossa

Seutukunnassa on merkittävä hyödyntämätön metsähakepotentiali, jolla voitaisiin kattaa seutukunnan kaikki turpeen käyttö ja skenaariosta riippuen myös merkittävä osa tai jopa kaikki fossiilienergian käyttö asuin- ja liikerakennusten lämmityksessä. Käytön laajentamista rajoittavat kuitenkin logistiikkaan, varastointiin ja laitteistoinvestointeihin liittyvät haasteet. Asuin- ja liikerakennusten osalta lämpöpumput voivat olla käytännöllisempi vaihtoehto.

2. Lämpöpumppujen edistäminen rakennusten lämmityksessä

Myös lämpöpumput vaativat alkuinvestointeja, mutta pitkällä aikavälillä niiden odotetaan vähentävän lämmityskustannuksia. Lämpöpumppuilla voitaisiin korvata asuin- ja liikerakennusten lämmityksen fossiilienergian, lähinnä polttoöljyn, käyttöä lähes 100 GWh/v. Toteutuminen riippuu kuitenkin yksityisten toimijoiden investointihalukkuudesta.

3. Teollisuusprosessien sähköistäminen

Sähköistämällä teollisuuden prosesseja voitaisiin korvata fossiilisten polttoaineiden käyttöä noin 30 GWh vuodessa uusiutuvalla sähköllä. Tämä edellyttää prosessien teknistä uudistamista, mutta tarjoaa merkittävän päästövähennyspotentialin.

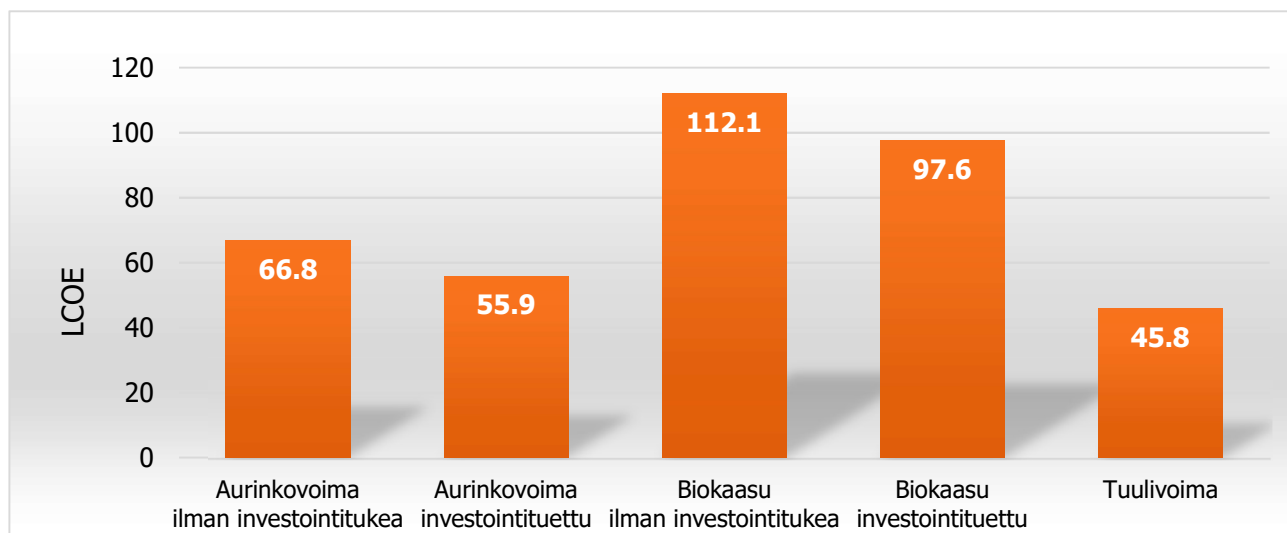
4. Biokaasun käytön lisääminen, erityisesti liikenteessä

Teknistaloudellisella biokaasun lisäyspotentialilla voitaisiin korvata skenaariosta riippuen 12–28 % liikenteen energiankulutuksesta. Biokaasulla voidaan korvata myös maatalouden työkonien ja esimerkiksi viljankuivauksen polttoöljyn käyttöä.

Lisäksi tuuli- ja aurinkosähkön tuotannon voimakas kasvu – jopa kymmenkertaiseksi alueen omaan sähkönkulutukseen verrattuna – avaa merkittäviä mahdollisuuksia energiaylijäämän hyödyntämiseen. Ylijäämäsähköä voidaan ohjata esimerkiksi vedyn ja siitä valmistettujen synteettisten polttoaineiden tuotantoon.

Teknistoloudellinen tarkastelu

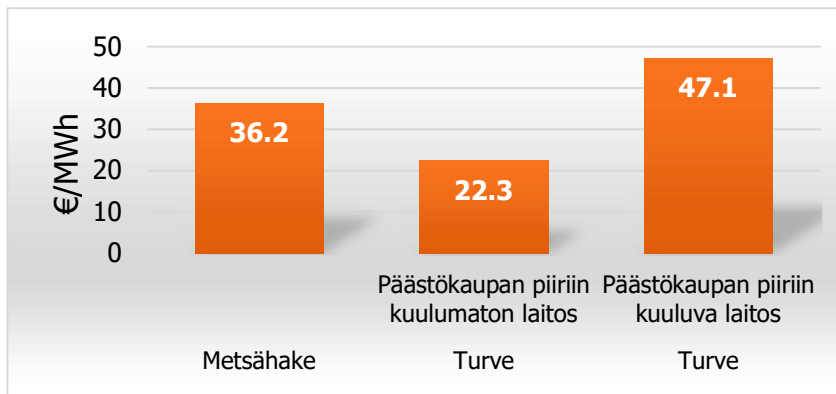
Uusiutuvan energian tuotantokustannusten laskennassa käytettiin LCOE-menetelmää, joka huomioi investointi- ja käyttökustannukset koko laitoksen elinkaaren ajalta. Kuva 27 kokoaa tulokset aurinkovoiman, biokaasun ja tuulivoiman osalta. Laskelmissa käytettiin seuraavia oletuksia: Laitoksen käyttöikä 25 vuotta, laskentakorko 5 % ja vuosittainen käyttökustannusten nousu 1,6 %. Aurinkovoiman ja biokaasun osalta laskettiin tuotantokustannus sekä ilman investointitukea että investointituettuna. Aurinkovoimalle investointituki on 20 % ja biokaasulle 30 %. Useimmat uudet tuulivoimahankkeet ovat siirtyneet markkinaehtoiseen malliin, eikä tuulivoimalle laskettu investointituettua tuotantohintaa. Myös alla oleva kaavio todistaa tuulivoiman kilpailukyvyn parantumisesta; edullisin tuotantokustannus saavutetaan tuulivoimalla, vaikka se toimii ilman investointitukea. Aurinkovoiman tuotanto ei saavuta tuulivoiman tuotantokustannusta edes investointituettuna. Selvästi korkein tuotantokustannus on biokaasulla.



Kuva 27. Aurinkovoiman, biokaasun ja tuulivoiman tuotantokustannusten vertailu

Metsähakkeen käyttöönotto edellyttää tapauskohtaisia lisäinvestointeja, joiden tarvetta tai suuruutta ei ollut mahdollista arvioida tämän selvityksen puitteissa. Tämän vuoksi kustannusvertailu metsähakkeen ja turpeen välillä rajattiin pelkästään polttoainekustannuksiin.

Vertailu tuo esiin päästökaupan merkittävän vaikutuksen: Päästökaupan piiriin kuuluvissa laitoksissa turpeen käyttö on selvästi kalliimpaa kuin metsähake, johtuen päästöoikeuksien kustannuksista. Päästökaupan ulkopuolisissa laitoksissa metsähakkeeseen siirtyminen sen sijaan nostaa polttoainekustannuksia (kuva 28).



Kuva 28. Metsähakkeen ja turpeen kustannusvertailu

Lisäksi laskettiin kaukolämmön tuotantokustannus 4 MW lämpöpumppu- ja sähkökattilalaitokselle. Kaukolämmön elinkaaren aikaiseksi tuotantokustannukseksi lämpöpumppulaitoksessa saatiin 65 €/MWh ja sähkökattilalaitoksessa 95 €/MWh. Vaikka lämpöpumppulaitoksen alkuinvestointi on suurempi, sen selvästi korkeampi hyötysuhde tekee siitä pitkällä aikavälillä kustannustehokkaamman ratkaisun, jos sähkön hinta on korkea. Jotta sähkökattilalaitoksella saavutettaisiin lämpöpumppulaitoksen kustannustaso, sähkön ostohinta ei saa ylittää 51 €/MWh.

Lähteet

Aarras, N., Hautala, J., Lähde, P., Manninen, M., Kierikka, M. (2018). Biokaasutuotantoon soveltuvien biomassojen materiaaliselvitys. Business Tampere. Sweco, työnumero 20601564. http://circhubs.fi/wp-content/uploads/2017/11/Business-Tampere_Biomassojen_materiaaliselvitysraportti_FINAL.pdf

AFRY (2020). Selvitys turpeen energiakäytön kehityksestä Suomessa. Raportti Työ- ja elinkeinoministeriölle 8/2020. https://afry.com/sites/default/files/2020-08/tem_turpeen_kayton_analyysi_loppuraportti_0.pdf

AFRY (2021). Kiertotalouspuistoselvitys. Biokaasuinvestointi laskelmat. <https://residuum.fi/wp-content/uploads/2021/01/liite-1-kiertotalouspuistoselvitys-biokaasuinvestointi-laskelmat.pdf>

Andersson, S. (2024). Opas aurinkovoimaloiden kaavoituksen ja luvituksen tueksi. Itä-Suomen ilmastokonferenssi, Joensuu 15.2.2024. Ympäristöministeriö. Rakennetun ympäristön osasto, alueidenkäyttö. https://www.ely-keskus.fi/documents/10191/53911610/4_240215_YM_Opas+aurinkovoimaloiden+luvituksen+tueksi_Andersson+%281%29.pdf/bc84784e-e73d-7e45-5b1a-7811de799831?t=1708085477553

BIP Europe (2023). Insights into the current cost of biomethane production from real industry data. Biomethane Industrial Patnrship. October 2023. <https://bip-europe.eu/downloads/?filter%5B%5D=18>

Biokaasulaskuri (2025). Biokaasulaskuri. Käyttöohjeet. Luonnonvarakeskus. <https://biokaasulaskuri.luke.fi/?lang=fi>

Biomassa-atlas (2025). Biomassa-atlas karttapalvelu. Luonnonvarakeskus. <https://biomassa-atlas.luke.fi/>

Ahokas, J. (2013), Maatilojen energiakäyttö – ENPOS-hankkeen tulokset, Maataloustieteiden julkaisuja nro 15, Helsingin yliopiston maatalous-metsätieteellinen tiedekunta, https://projects.central-baltic.eu/images/files/result_pdf/ENPOS_result1_energy_saving_toolbox_FI.pdf

Energiateollisuus (2023a) Kaukolämpötilastot. <https://energia.fi/tilastot/kaukolampotilastot/#collapse-header-37387>

Energiateollisuus (2023b). Sähköntuotanto ja -käyttötilastot, <https://energia.fi/tilastot/sahkotilastot/sahkontuotanto-ja-kaytto/>

Energiavirasto (2025a). Päästöluvut ja päästöjen tarkkailusuunnitelmat ETS1-päästökaupassa. <https://energiavirasto.fi/paastoluvat>

Energiavirasto (2025b). Päästökauppa. Päästöoikeuksien huutokauppa 2021-2030 (excel). <https://energiavirasto.fi/huutokauppa>

EP-liitto (2025). Etelä-Pohjanmaan maakuntakaava 2050, kaavaselostus. <https://epliitto.fi/tiedot/Etel%C3%A4-Pohjanmaan-maakuntakaava-2050-Kaavaselostus.pdf>

EPOELY (2023). Päätös ympäristövaikutusten arviointimenettelyn soveltamisesta, Lännen Biokaasu Oy, Kurikka. 20.02.2023. Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.

<https://www.ymparisto.fi/sites/default/files/documents/20.2.2023%20YVA-P%C3%A4%C3%A4t%C3%B6s%2C%20L%C3%A4nnen%20Biokaasu%20Oy%2C%20Kurikka.pdf>

Etelä-Pohjanmaan liitto (2024). Kunnat. Karttakuva Keino Branding. <https://epliitto.fi/etela-pohjanmaa/kunnat/>

FCG (2023). Etelä-Pohjanmaan aurinkoenergieselvitys. Liite 1 Kohdekortit. Finnish Consulting Group Oy. 13.1.2023. https://epliitto.fi/tiedostot/Liite_1_B_111_Etela_Pohjanmaan_aurinkoenergieselvitys_Kohdekortit_2023_web.pdf

Haapanen, A., Kumpulainen, L., Kitinoja, A., Peura, P., Suomela, J., Kauhaniemi, K., Keskinen, J., Rinta-Luoma, J., Mäki, A., Frände, N., Wikberg, A. (2016). Energiakylä – Kylien kehittäminen kohti energiaomavaraisuutta Pohjanmaan maakunnissa. Vaasan yliopisto. <https://osuva.uwasa.fi/handle/10024/7296>

Haminan Energia (2025). Haminan Kaukolämpö hankkii lämmöntalteenottojärjestelmän Nohewalta. <https://haminanenergia.fi/haminan-kaukolampo-hankkii-lammontalteenottojarjestelman-nohewalta/>

Harju, M. (2023). Teollisen kokoluokan aurinkovoimalaitoksen alueen valinta. Vihreä siirtymä: kohti kestävää muutosta webinaarisarja. 29.11.2023. Sweco. https://www.sweco.fi/wp-content/uploads/sites/7/2023/11/Sweco_vihrea_siirtyma_webinaari_29112023_.pdf

Hiltunen, P. (2025). Sähköistyvän lämmöntuotannon vaikutukset pohjoismaiseen energiajärjestelmään. VTT. Energia-alan tutkimusseminaari, Energiateollisuus 28.1.2025. https://energia.fi/wp-content/uploads/2025/01/Pauli-Hiltunen_Sahkoistyvan-lammontuotannon-vaikutukset-pohjoismaiseen-energiajarjestelmaan.pdf

IRENA (2024). Renewable power generation costs in 2023. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2024/Sep/IRENA_Renewable_power_generation_costs_in_2023.pdf

Jegoroff, M., Arasto, A. & Tsupari, E. 2021. Katsaus Suomen teollisuuden sähköistämisen teknologiin ratkaisuihin. Suomen ilmastopaneelin raportti 4/2021. <https://doi.org/10.31885/9789527457061>

Lakeuden Etappi (2025). Lakeuden Etappi – arjen kiertotalouden edelläkävijä. <https://www.etappi.com/lakeuden-etappi-arjen-kiertotalouden-edellakavija/>

Lampinen, Ari (2015). Biokaasualan historia ja tulevaisuus. Teoksessa Kymäläinen M. ja Pakarinen O. (toim.), Biokaasuteknologia. Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen. HAMKin e-julkaisuja 36/2015. ISBN 978-951-784-771-1. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/104180/HAMK_Biokaasun_tuotanto_2015_ekirja.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Luke (2023). Tilastotietokanta, Maataloustilastot, Käytössä oleva maatalousmaa kunnittain, Luonnonvarakeskus, https://statdb.luke.fi/PxWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_02%20Maatalous_04%20Tuotanto_22%20Kaytossa%20oleva%20maatalousmaa/02_Kaytossa_oleva_maatalousmaa_kunta.px/?rxid=dc711a9e-de6d-454b-82c2-74ff79a3a5e0

Luke (2024). Tilastotietokanta. Luonnonvarakeskus. <https://statdb.luke.fi/PxWeb/pxweb/fi/LUKE/>

Luostarinen, S. (2015). Biokaasutuotannon raaka-aineiden esikäsittely. Teoksessa Kymäläinen M. ja Pakarinen O. (toim.), Biokaasuteknologia. Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen. HAMKin e-julkaisuja 36/2015. ISBN 978-951-784-771-1.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/104180/HAMK_Biokaasun_tuotanto_2015_ekirja.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Luostarinen, S., Tampio, E., Niskanen, O., Koikkalainen, K., Kauppila, J., Valve, H., Salo, T. Ylivainio, K. (2019). Lantabiokaasutuen toteuttamisvaihtoehdot. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 40/2019. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 75 s. https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/544244/luke-luobio_40_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y%20

Mikkonen, A. (2025). Tuulivoima vahvistaa maakuntien taloutta – Pohjanmaalle suunnitteilla 41 tuulivoimahanketta. Suomen Uusiutuvat ry. 19.23.2025. <https://suomenuusiutuvat.fi/tuulivoima-vahvistaa-maakuntien-taloutta-pohjanmaalle-suunnitteilla-41-tuulivoimahanketta/>

Motiva (2023). Selvitysraportti: Sähköistyminen, hukkalämmöt ja lämpöpumput teollisuudessa. 01/2023. [https://www.motiva.fi/files/21007/Selvitysraportti - Sahkoistyminen hukkalammot ja lampopumput teollisuudessa.pdf](https://www.motiva.fi/files/21007/Selvitysraportti_-_Sahkoistyminen_hukkalammot_ja_lampopumput_teollisuudessa.pdf)

Motiva (2024). Auringonsäteilyn määrä Suomessa. Päivitetty 31.1.2024. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/aurinkosahkon_perusteet/auringonsateilyn_maara_suomessa

Niemi, J., Soimakallio, S. (2021). Menetelmäkuvaus - Metsäbiomassan energiakäytöstä aiheutuvat hiilidioksidipäästöt. Suomen ympäristökeskus SYKE. 21.10.2021.

Nurmio, K., Pakarinen, H. (2024). Tuulivoimapotentialiaali Suomessa. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 10, 2024. ISSN 1796-1726. <http://hdl.handle.net/10138/573122>

Pedersöre (2022). Pedersöre aurinkopuiston osaomistajaksi. 20.9.2022. <https://www.pedersore.fi/fi/ajankohtaista/pedersore-aurinkopuiston-osaomistajaksi/>

Pyykkönen, V., Winquist, E., Virkkunen, E., Annunen, V. & Rasi, S. (2023). Biokaasulaskurin käyttöohje 21.12.2023. Luonnonvarakeskus. <https://biokaasulaskuri.luke.fi/?lang=fi>

Ramboll (2021). Energiantuotanto EteläPohjanmaalla ja Pohjanmaalla 2050. <https://epliitto.fi/wp-content/uploads/2021/06/Energiantuotanto-Pohjanmaalla-ja-Etela-Pohjanmaalla-2050-selvitys-saavutettava.pdf>

Rasi, S. (2022). Biokaasuntuotannon perusteet. Luonnonvarakeskus. Lokakuu 2022. <https://pohjois-savo.mtk.fi/documents/197480/0/BiokaasunABC+x+Saija+Rasi+Luke+2022.pdf/a81a28e9-788b-03e5-2411-59a8ad6407d4?t=1666765855386>

Rasi, S., Lehtonen, E., Aro-Heinilä, E., Höhn, J., Ojanen, H. ja muut (2012). From Waste to Traffic Fuel -projects. Final report. MTT Report 50. MTT Agrifood Research Finland. ISBN 978-952-487-376-5. <http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti50.pdf>
Renewables.ninja (2023). <https://www.renewables.ninja/>

Remes, M. (2022). Helen jatkaa isoja investointeja lämpöpumppuihin. KylmäExtra 2/2022. <https://kylmaextra.fi/teemat/kaukolampo-hiilineutraaliksi-lampopumppujen-avulla/>

SBB (2024). Biokaasu tilastot. Suomen Biokierto ja Biokaasu ry. <https://biokierto.fi/tilastot/biokaasutilastot/>

SBB (2025). Suomen biokaasulaitokset. Suomen Biokierto ja Biokaasu ry. <https://biokierto.fi/>

Seppälä, A., Kässi, P., Lehtonen, H., Aro-Heinilä, E., Niemeläinen, O. ja muut (2014). Nurmesta biokaasua liikennepolttoaineeksi. Bionurmi-hankkeen loppuraportti. MTT raportti 151. MTT Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/484391>

SKAL (2023). Millä energialla kuljetamme? Raskaan liikenteen käyttövoimasiirtymän tilannekuva. Suomen Kuljetus ja Logistiikka SKAL ry. 19. tammikuuta 2023. https://skal.fi/wp-content/uploads/2023/01/raportti_kayttovoimasiirtymasta_milla_energialla_kuljetamme-1.pdf

Spoof-Tuomi, K. (2024). Biokaasun tuotanto- ja käyttöpotentiaalin selvitys sekä biokaasun tuotannon ja käytön päästölaskenta - Pohjanmaan maakunta. DigiBiogasHubs-hanke, TP2 osaraportti 17.9.2024.

<https://sites.uwasa.fi/digibiogashubs/wp-content/blogs.dir/4/files/sites/204/2024/10/TP2-Biokaasun-tuotanto-ja-kayttopotentiaalin-selvitys-seka-biokaasun-tuotannon-ja-kayton-paastolaskenta-17.9.2024.pdf>

Suomen Lantakaasu (2024). Hankkeemme. Suomen Lantakaasu Oy. <https://www.suomenlantakaasu.fi/hankkeemme/>

Suomen Uusiutuvat (2025a). Aurinkovoimakartta. <https://suomenuusiutuvat.fi/aurinkovoima/aurinkovoimahankkeet-ja-voimalat-suomessa/kartta/>

Suomen Uusiutuvat (2025b). Tuulivoimakartta. <https://suomenuusiutuvat.fi/tuulivoima/hankkeet-ja-voimalat-suomessa/kartta/>

Suomen Uusiutuvat ry (2025c). Tietoa tuulivoimasta. Investoinnit. <https://suomenuusiutuvat.fi/tuulivoima/tuulivoiman-yhteiskuntavaikutukset/taloudellisuus/investoinnit/>

Suomen Uusiutuvat ry (2025d). Tuulivoima. Takuut ja huollot. <https://suomenuusiutuvat.fi/tuulivoima/>

Sähköinen liikenne ry (2023). Sähköisen liikenteen tilannekatsaus Q4/2022. 30.1.2023. <https://emobility.teknologiateollisuus.fi/sites/emobility/files/inline-files/2022%20Q4%20Sa%CC%88hko%CC%88inenLiikenne%20tilannekatsaus%202023%2001%2030%20jaettava.pdf>

Tervo, J. (2020). Turveratkaisuja pohditaan meilläkin päät sauhuten. Pohjolan voima blogi 30.3.2020. <https://www.pohjolanvoima.fi/blogi/turveratkaisuja-pohditaan-meillakin-paat-sauhuten/>

TEM (2022). Hiilineutraali Suomi 2035 – kansallinen ilmasto- ja energiastrategia. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2022:53. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-811-0>

TEM (2025a). Hankkeet ja säädösvalmistelu. Rahoitetut RRF-energiainvestointitukihankkeet. Työ- ja elinkeinoministeriö. <https://tem.fi/rahoitetut-rrf-energiainvestointitukihankkeet>

TEM (2025b). Energia- ja investointituet. Energiatuki. Työ- ja elinkeinoministeriö. <https://tem.fi/energiatuki>

Tiainen, Juha (2024). Biokaasun tuotanto- ja käyttöpotentiaalin selvitys sekä biokaasun tuotannon ja käytön päästöjen ja maatalouden ravinnetalouden arviointia – Etelä-Pohjanmaan maakunta. DigiBiogasHubs-hanke. TP2 –osaraportti 1. 12.12.2024. Seinäjoen Ammattikorkeakoulu. <https://www.uwasa.fi/fi/tutkimus/hankkeet/digibiogashubs-digitaaliset-alustat-joustavan-ja-skalaautuvan-biokaasutoiminnan>

Tilastokeskus (2023). Tilastokeskuksen maksuttomat tilastotietokannat.

<https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/>

Tilastokeskus (2024). Polttoaineluokitus 2024. https://stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html

Tilastokeskus (2025a). Sähkön hinta kuluttajatyypeittäin.

https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_ehi/statfin_ehi_pxt_13rb.px/

Tilastokeskus (2025b). Kotimaisten polttoaineiden käyttäjähinnat energiantuotannossa.

https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_ehi/statfin_ehi_pxt_12gb.px/

Virolainen-Hynnä, A. (2024). Biokaasun tuotanto ja käyttö Suomessa 2030, 2035 ja 2040 (verkkopublication). Suomen Biokierto ja Biokaasu ry. Helsinki. 2024. <https://biokierto.fi/wp-content/uploads/2024/05/Biokaasun-tuotanto-ja-kaytto-Suomessa-2030-2035-ja-2040-artikkeli-10052024.pdf>

Virta, J., Pylsy, P. (2011). Taloyhtiön energiakirja, Sitran julkaisu nro 295, Kiinteistöalan Kustannus Oy, Helsinki, 978-951-563-819-9,

Wind-turbine-models.com (2025). Turbines. Vestas V126-3.45. <https://en.wind-turbine-models.com/turbines/1249-vestas-v126-3.45#powercurve>

Yle (2022). Boliden rakennuttaa suuren aurinkovoimalan kaatopaikan päälle Harjavaltaan.

26.10.2022. <https://yle.fi/a/74-20002436>

Yle (2023a). Aurinko- ja tuulivoimalat maksavat pelloista ja metsistä huippuvuokraa – yhden sopimusehdon pitää soittaa hälytyskelloja. 27.11.2023. <https://yle.fi/a/74-20061430>

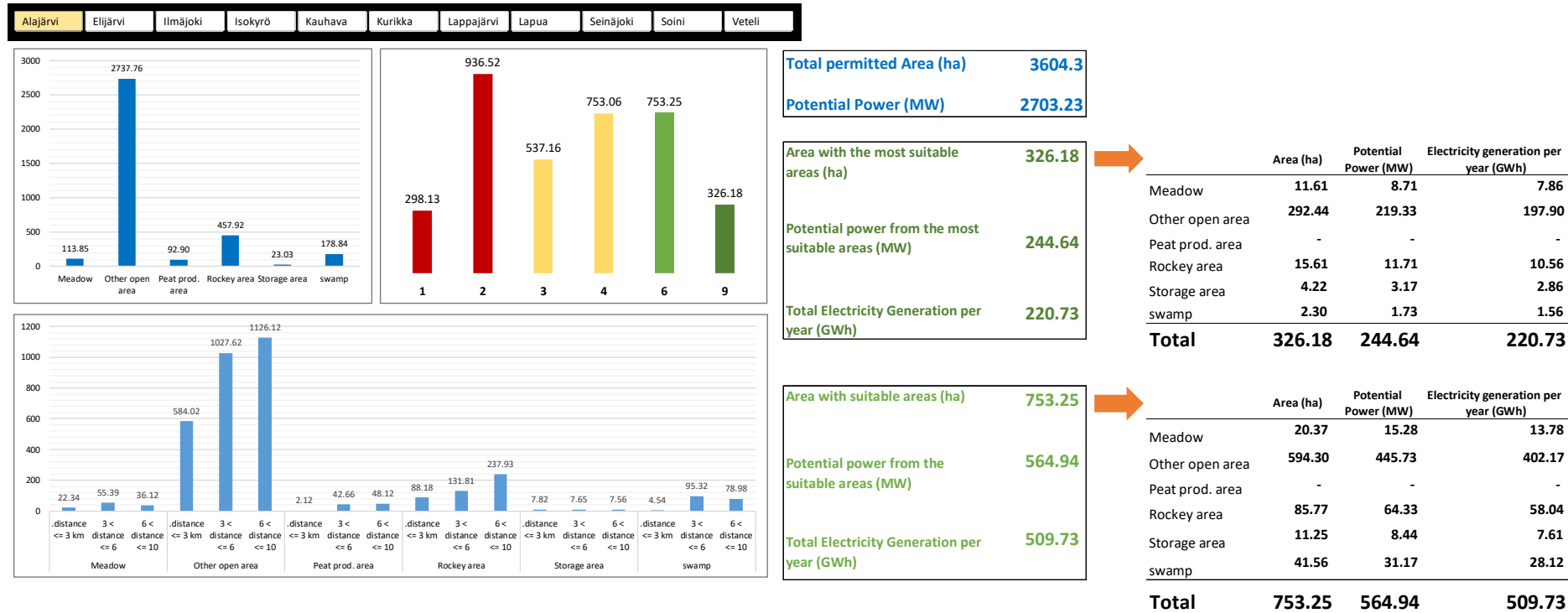
Solarigo (2025). Aurinkopuistot & aurinkovoimahankkeet. <https://www.solarigo.fi/aurinkovoimahankkeet>

Yle (2023b). Tampere luottaa yhä enemmän sähkөөn kaukolämmön tuotannossa – Lielahteen tulee 20 miljoonan euron laitos. 19.12.2023. <https://yle.fi/a/74-20065892>

Ympäristö (2023). Ympäristövaikutusten arviointi. Biokaasulaitoksen rakennushanke, Nurmo tai Lapua. Ympäristöhallinnon verkkopalvelu. Päivitetty 3.5. 2023. <https://www.ymparisto.fi/fi/osallistuja-vaikuta/ymparistovaikutusten-arviointi/biokaasulaitoksen-rakennushanke-nurmo-tai-lapua>

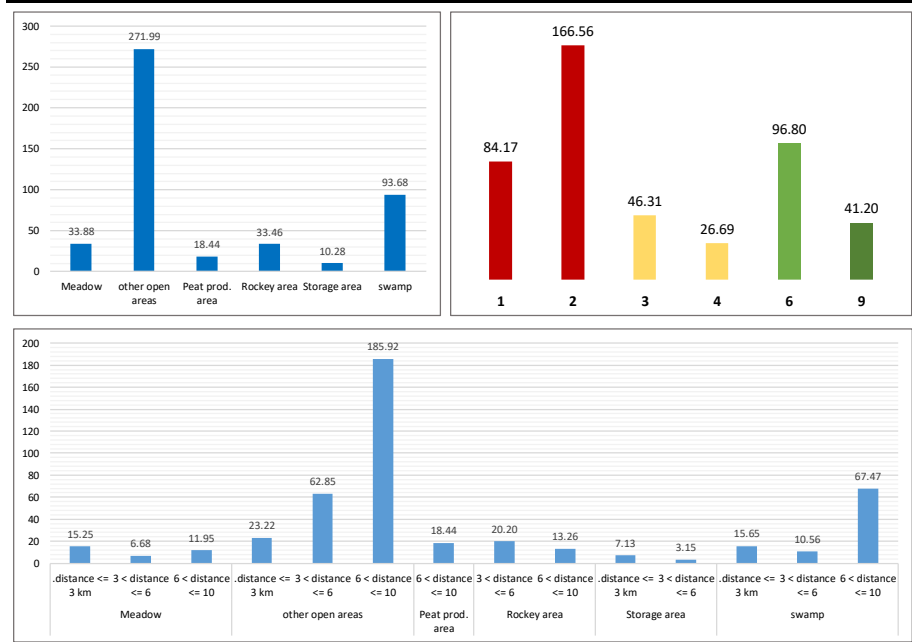
Liite 1. Paikallinen aurinkovoimapotentiaali

Alajärvi



Evijärvi

Alajärvi	Elijärvi	Ilmäjoki	Isokyrö	Kauhava	Kurikka	Lappajärvi	Lapua	Seinäjoki	Soini	Veteli
----------	----------	----------	---------	---------	---------	------------	-------	-----------	-------	--------



Total permitted Area (ha)	461.73
Potential Power (MW)	346.30

Area with the most suitable areas (ha)	41.20
Potential power from the most suitable areas (MW)	30.90
Total Electricity Generation per year (GWh)	29.50

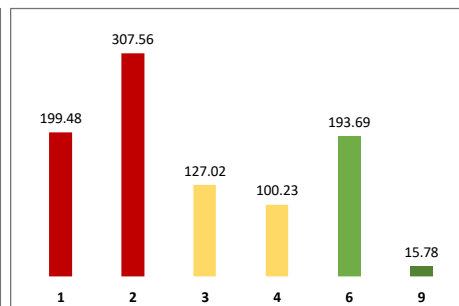
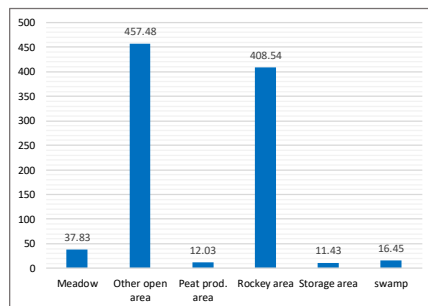
	Area (ha)	Potential Power (MW)	Electricity generation per year (GWh)
Meadow	10.85	8.14	7.77
Other open area	-	-	-
Peat prod. area	-	-	-
Rockey area	-	-	-
Storage area	7.13	5.35	5.11
swamp	-	-	-
Total	17.98	13.49	12.88

Area with suitable areas (ha)	96.80
Potential power from the suitable areas (MW)	72.60
Total Electricity Generation per year (GWh)	69.32

	Area (ha)	Potential Power (MW)	Electricity generation per year (GWh)
Meadow	9.02	6.77	6.46
Other open area	-	-	-
Peat prod. area	-	-	-
Rockey area	20.20	15.15	14.47
Storage area	3.15	2.36	2.26
swamp	15.65	11.74	11.21
Total	48.02	36.02	34.39

Ilmajoki

Alajärvi	Elijärvi	Ilmajoki	Isokyrö	Kauhava	Kurikka	Lappajärvi	Lapua	Seinäjoki	Soini	Veteli
----------	----------	----------	---------	---------	---------	------------	-------	-----------	-------	--------

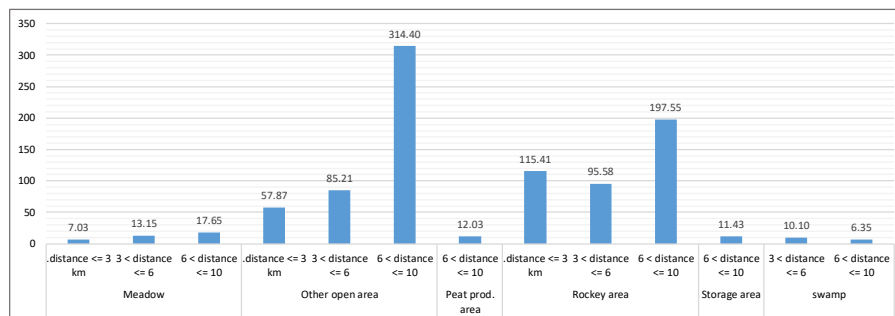


Total permitted Area (ha)	943.76
Potential Power (MW)	707.82

Area with the most suitable areas (ha)	15.78
Potential power from the most suitable areas (MW)	11.84
Total Electricity Generation per year (GWh)	10.68



	Area (ha)	Potential Power (MW)	Electricity generation per year (GWh)
Meadow	4.98	3.74	3.37
Other open area	5.01	3.76	3.39
Peat prod. area	-	-	-
Rocky area	5.79	4.34	3.92
Storage area	-	-	-
swamp	-	-	-
Total	15.78	11.84	10.68



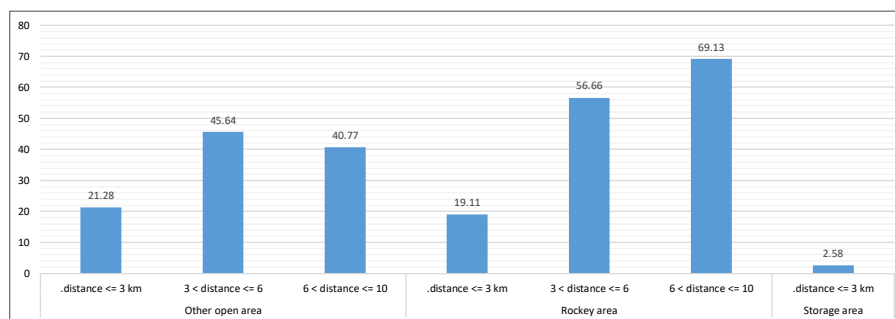
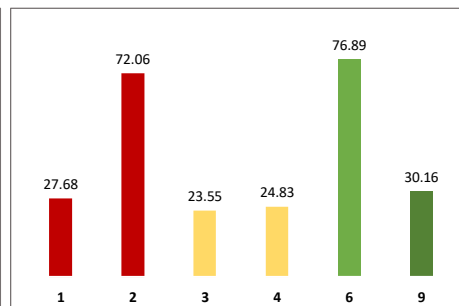
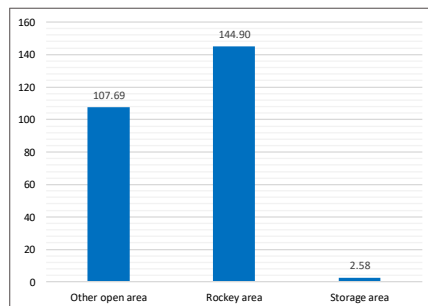
Area with suitable areas (ha)	193.69
Potential power from the suitable areas (MW)	145.27
Total Electricity Generation per year (GWh)	131.07



	Area (ha)	Potential Power (MW)	Electricity generation per year (GWh)
Meadow	12.93	9.70	8.75
Other open area	77.93	58.45	52.74
Peat prod. area	-	-	-
Rocky area	102.83	77.12	69.59
Storage area	-	-	-
swamp	-	-	-
Total	193.69	145.27	131.07

Isokyrö

Alajärvi	Elijärvi	Ilmajoki	Isokyrö	Kauhava	Kurikka	Lappajärvi	Lapua	Seinäjoki	Soini	Veteli
----------	----------	----------	----------------	---------	---------	------------	-------	-----------	-------	--------



Total permitted Area (ha) 255.17

Potential Power (MW) 191.38

Area with the most suitable areas (ha) 30.16

Potential power from the most suitable areas (MW) 22.62

Total Electricity Generation per year (GWh) 21.00



	Area (ha)	Potential Power (MW)	Electricity generation per year (GWh)
Meadow	-	-	-
Other open area	16.72	12.54	11.64
Peat prod. area	-	-	-
Rocky area	10.86	8.15	7.56
Storage area	2.58	1.94	1.80
swamp	-	-	-
Total	30.16	22.62	21.00

Area with suitable areas (ha) 76.89

Potential power from the suitable areas (MW) 57.67

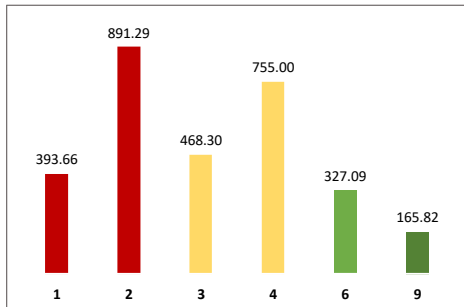
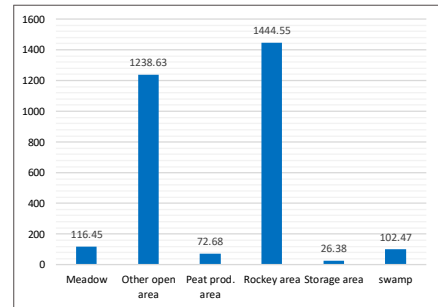
Total Electricity Generation per year (GWh) 53.55



	Area (ha)	Potential Power (MW)	Electricity generation per year (GWh)
Meadow	-	-	-
Other open area	23.95	17.96	16.68
Peat prod. area	-	-	-
Rocky area	52.94	39.71	36.87
Storage area	-	-	-
swamp	-	-	-
Total	76.89	57.67	53.55

Kauhava

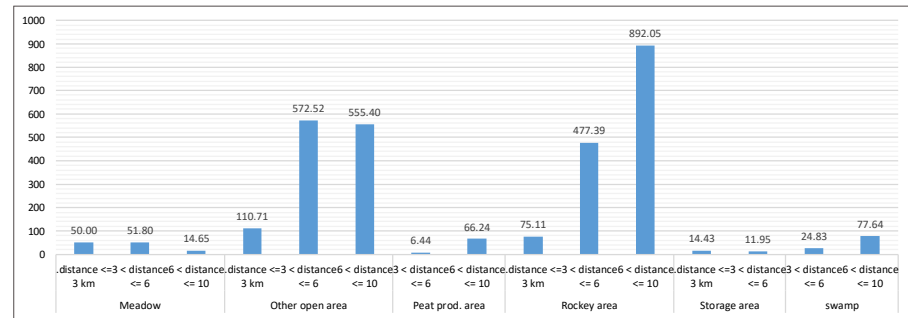
Alajärvi	Elijärvi	Ilmajoki	Isokyrö	Kauhava	Kurikka	Lappajärvi	Lapua	Seinäjoki	Soini	Veteli
----------	----------	----------	---------	---------	---------	------------	-------	-----------	-------	--------



Total permitted Area (ha)	3001.16
Potential Power (MW)	2250.87

Area with the most suitable areas (ha)	165.82
Potential power from the most suitable areas (MW)	124.37
Total Electricity Generation per year (GWh)	113.30

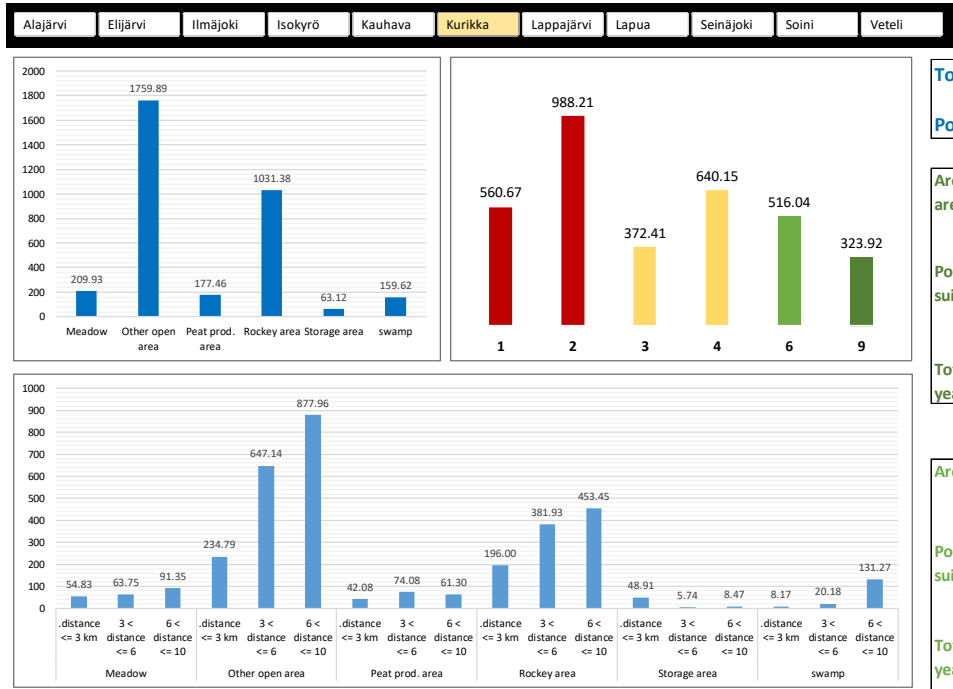
	Area (ha)	Potential Power (MW)	Electricity generation per year (GWh)
Meadow	41.74	31.31	28.52
Other open area	50.19	37.64	34.29
Peat prod. area	-	-	-
Rockey area	59.46	44.60	40.63
Storage area	14.43	10.82	9.86
swamp	-	-	-
Total	165.82	124.37	113.30



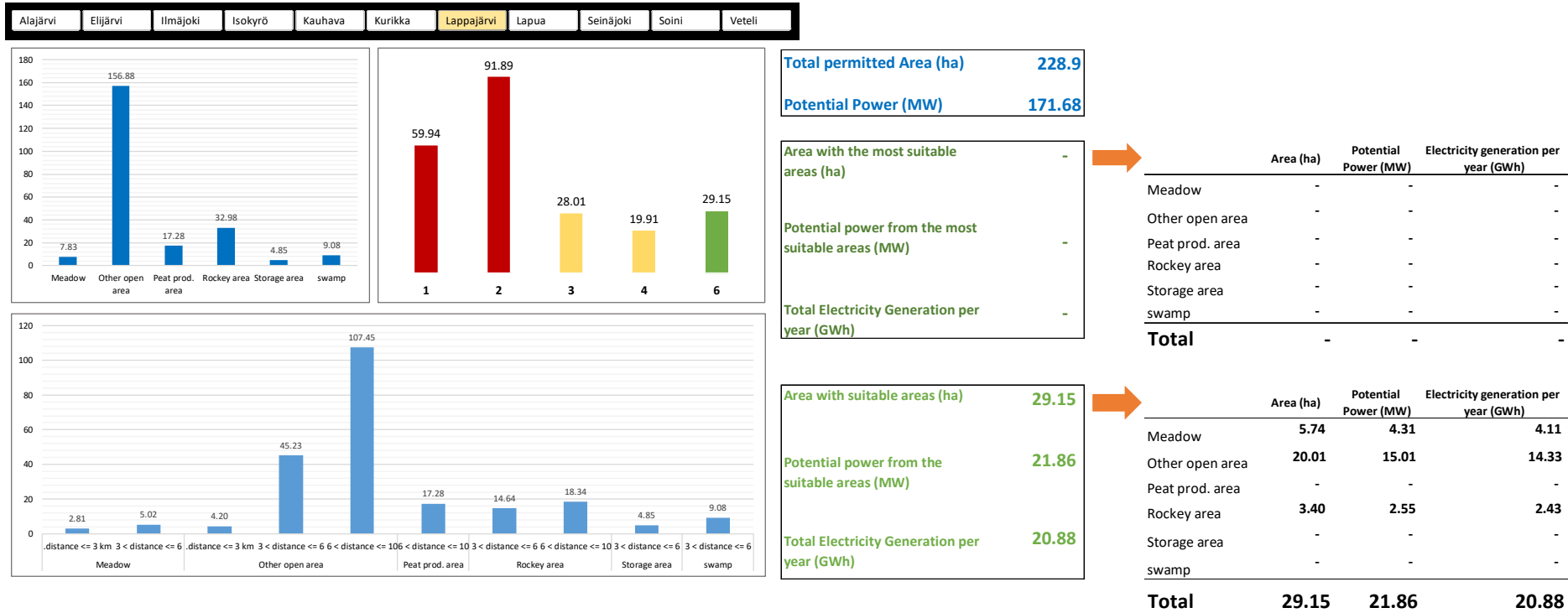
Area with suitable areas (ha)	327.09
Potential power from the suitable areas (MW)	245.32
Total Electricity Generation per year (GWh)	223.49

	Area (ha)	Potential Power (MW)	Electricity generation per year (GWh)
Meadow	33.51	25.13	22.90
Other open area	186.33	139.75	127.32
Peat prod. area	-	-	-
Rockey area	100.42	75.32	68.61
Storage area	6.83	5.12	4.67
swamp	-	-	-
Total	327.09	245.32	223.49

Kurikka

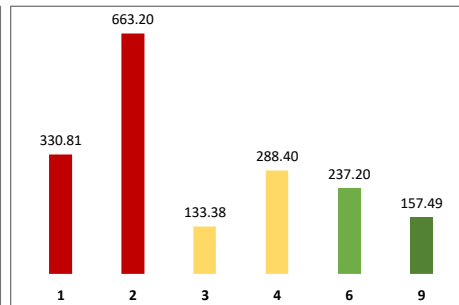
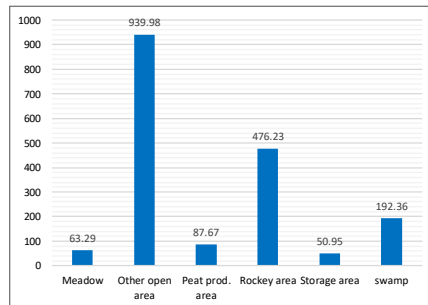


Lappajärvi



Lapua

Alajärvi	Elijärvi	Ilmajoki	Isokyrö	Kauhava	Kurikka	Lappajärvi	Lapua	Seinäjoki	Soini	Veteli
----------	----------	----------	---------	---------	---------	------------	-------	-----------	-------	--------



Total permitted Area (ha) **1810.48**

Potential Power (MW) **1357.86**

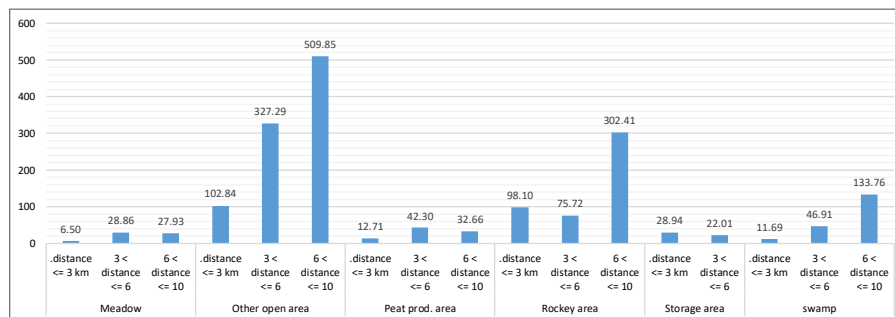
Area with the most suitable areas (ha) **157.49**

Potential power from the most suitable areas (MW) **118.12**

Total Electricity Generation per year (GWh) **106.58**



	Area (ha)	Potential Power (MW)	Electricity generation per year (GWh)
Meadow	3.92	2.94	2.65
Other open area	57.73	43.30	39.07
Peat prod. area	-	-	-
Rocky area	58.19	43.64	39.38
Storage area	25.96	19.47	17.57
swamp	11.69	8.77	7.91
Total	157.49	118.12	106.58



Area with suitable areas (ha) **237.20**

Potential power from the suitable areas (MW) **177.90**

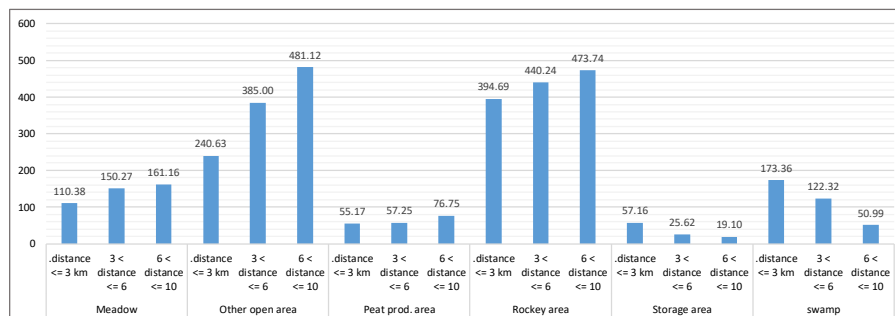
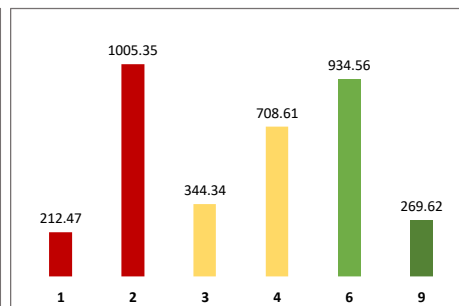
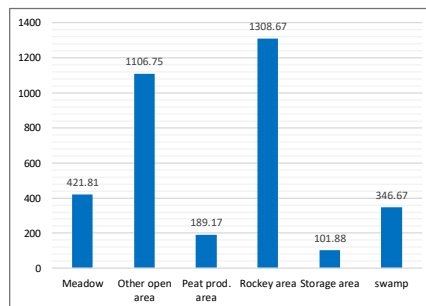
Total Electricity Generation per year (GWh) **160.52**



	Area (ha)	Potential Power (MW)	Electricity generation per year (GWh)
Meadow	10.00	7.50	6.77
Other open area	137.44	103.08	93.01
Peat prod. area	12.71	9.53	8.60
Rocky area	63.72	47.79	43.12
Storage area	5.01	3.76	3.39
swamp	8.32	6.24	5.63
Total	237.20	177.90	160.52

Seinäjoki

Alajärvi	Elijärvi	Ilmajoki	Isokyrö	Kauhava	Kurikka	Lappajärvi	Lapua	Seinäjoki	Soini	Veteli
----------	----------	----------	---------	---------	---------	------------	-------	-----------	-------	--------



Total permitted Area (ha)	3474.95
Potential Power (MW)	2606.21

Area with the most suitable areas (ha)	269.62
Potential power from the most suitable areas (MW)	202.22
Total Electricity Generation per year (GWh)	182.45



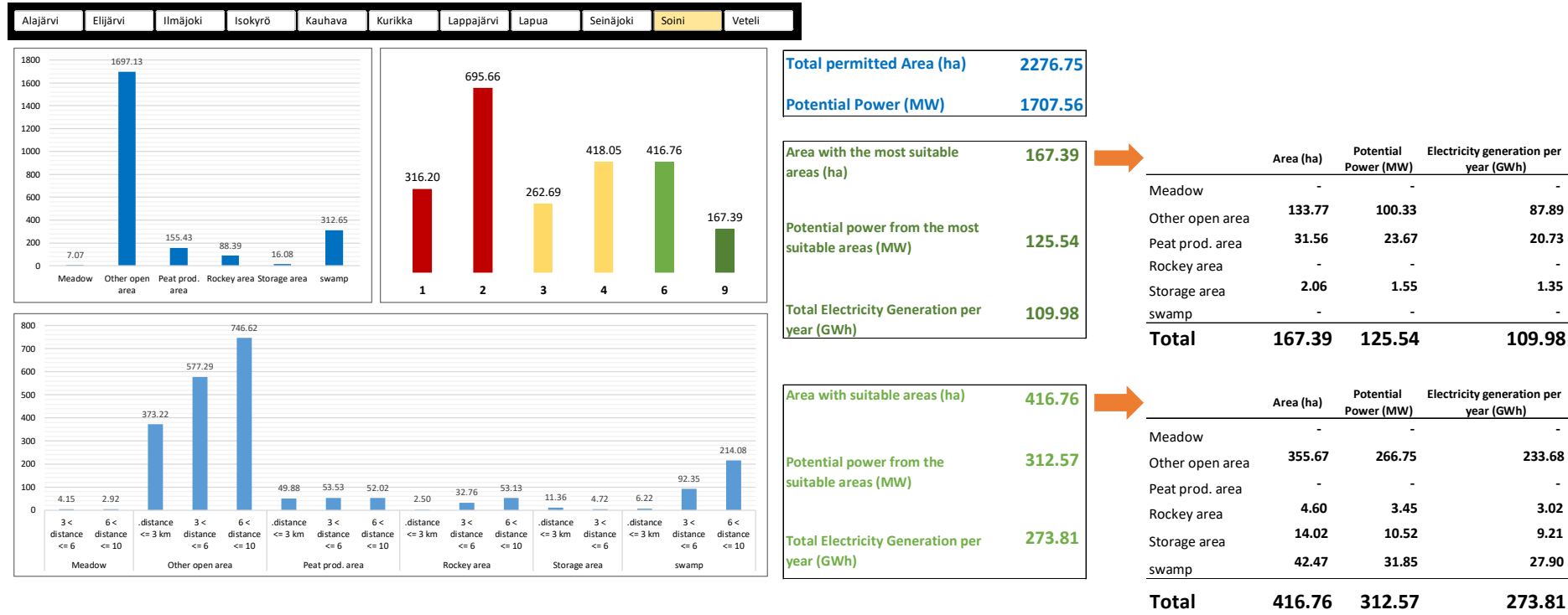
	Area (ha)	Potential Power (MW)	Electricity generation per year (GWh)
Meadow	-	-	-
Other open area	89.99	67.49	60.90
Peat prod. area	26.72	20.04	18.08
Rockey area	152.91	114.68	103.48
Storage area	-	-	-
swamp	-	-	-
Total	269.62	202.22	182.45

Area with suitable areas (ha)	934.56
Potential power from the suitable areas (MW)	700.92
Total Electricity Generation per year (GWh)	632.43

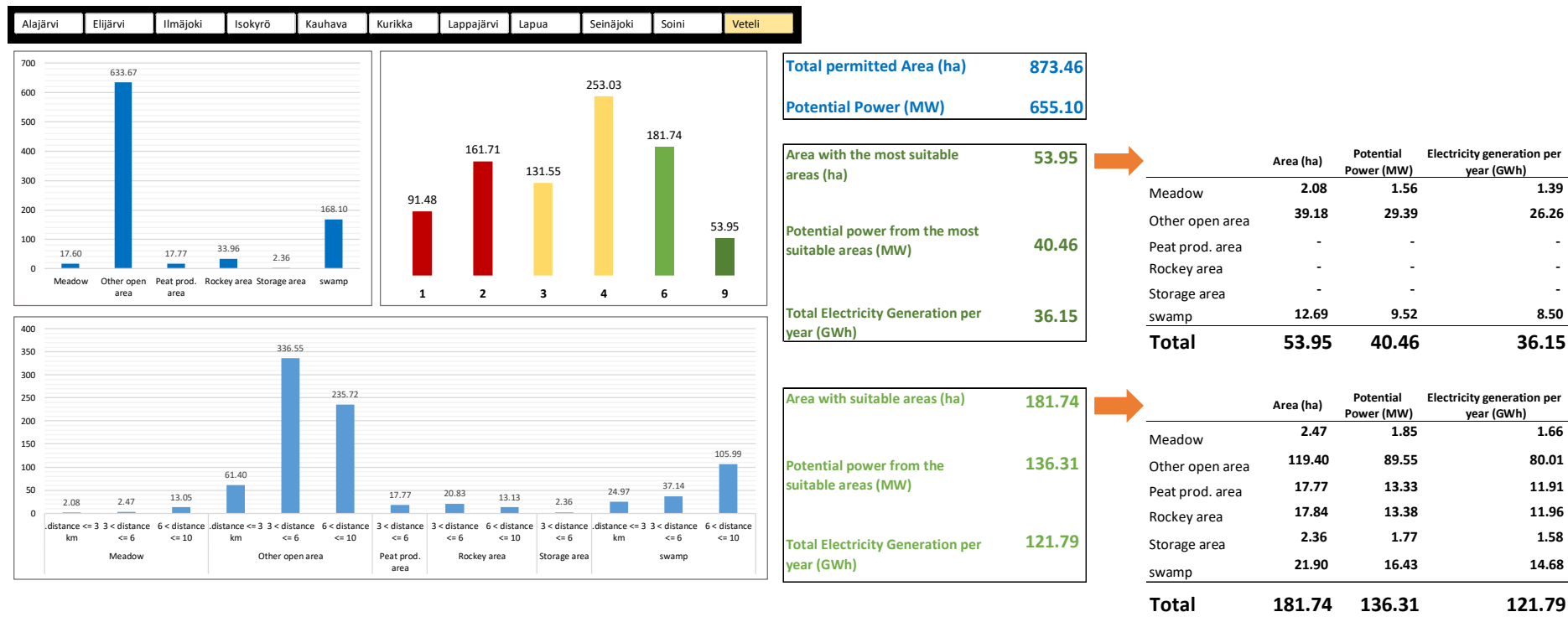


	Area (ha)	Potential Power (MW)	Electricity generation per year (GWh)
Meadow	110.38	82.79	74.70
Other open area	228.55	171.41	154.66
Peat prod. area	28.45	21.34	19.25
Rockey area	336.66	252.50	227.82
Storage area	57.16	42.87	38.68
swamp	173.36	130.02	117.31
Total	934.56	700.92	632.43

Soini



Veteli





Euroopan unionin
rahoittama