

Lumijoen kunnan energiataseet ja uusiutuvan energian potentiaalit



Raportti 20.11.2020

Sanna Tuomela⁽¹⁾ ja Teemu Ulvi⁽²⁾

1) Iin Micropolis Oy

2) Suomen ympäristökeskus

Elinvoimaa Pohjois-Pohjanmaalle vähähiilisillä ja resurssiviisailta ratkaisulla (VÄRE) –
hanke



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Sisällys

Sisällys.....	2
Esipuhe	4
1 Kunnan perustiedot.....	5
1.1 Yleistä	5
1.2 Kaavoitus ja rakennuskanta.....	6
1.3 Elinkeinorakenne ja työllisyys.....	8
1.4 Energiavarat.....	9
1.4.1 Metsävarat.....	9
1.4.2 Turvevarat.....	10
1.4.3 Tuulivoima	10
1.4.4 Biokaasun tuotanto	10
1.5 Energiatehokkuussopimus ja muu energiätehokkuustoiminta.....	11
1.6 Kasvihuonekaasupäästöt.....	11
2 Energiantuotannon ja -käytön nykytila	13
2.1 Lähtötiedot	13
2.2 Sähköntuotanto ja -kulutus	14
2.2.1 Sähköntuotanto kunnan alueella	14
2.2.2 Sähkönkulutus kunnan alueella.....	14
2.2.3 Sähköenergiatase	17
2.3 Lämmöntuotanto.....	19
2.3.1 Kaukolämmön tuotanto ja jakelu	19
2.3.2 Teollisuuden erillislämmöntuotanto	19
2.3.3 Lämpöenergiatase	19
2.4 Kiinteistöjen lämmitys	22
2.4.1 Lämmitystarve tarkasteluvuonna.....	22
2.4.2 Rakennuskannan lämmönkulutus ja lämmitystavat	22
2.4.3 Kaupungin omistamien kiinteistöjen lämmitystarve ja lämpöenergian lähteet	24
2.5 Kokonaisenergiatase.....	24
3 Uusiutuvat energialähteet.....	26
3.1 Puupolttoaineet.....	26
3.1.1 Kunnan metsävarat ja puupolttoaineiden käyttö	27
3.1.2 Metsäenergiapotentiaalin arviointimenetelmä	28

3.1.3	Saatavissa olevan energiapuun energiasisältö	29
3.2	Peltobiomassat	31
3.3	Jätepolttoaineet	33
3.3.1	Biokaasun tuottaminen lannasta ja kasvibiomassasta	34
3.3.2	Biokaasun tuottaminen jätevesistä	38
3.3.3	Muiden jätteiden energiahyödyntäminen	39
3.4	Tuulivoima	41
3.5	Aurinkoenergia	42
3.5.1	Aurinkosähkö	44
3.5.2	Aurinkolämpö	46
3.5.3	Aurinkoenergian potentiaali	48
3.6	Lämpöpumput	49
3.6.1	Käytössä olevat lämpöpumpputekniikat	49
3.6.2	Lämpöpumppujen hyödyntämispotentiaali	52
3.7	Uusiutuvien energialähteiden kokonaispotentiaali	54
4	Jatkotoimenpide-ehdotukset	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
4.1	Suunnittelut toimenpiteet	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
4.2	Toimenpiteiden rahoitusmallit	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
	JÄTETÄÄNKÖ POIS KOSKA TILANNE MUUTTUU KOKO AJAN	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.

Esipuhe

Tässä raportissa esitetään Lumijoen kunnan nykyinen energiatase ja uusiutuvan energian potentiaalit. Kunnalle ei ole aiemmin tehty vastaavaa selvitystä.

Selvitys on tehty osana Pohjois-Pohjanmaan liiton Euroopan aluekehitysrahaston varoista osarahoittamaa hanketta Elinvoimaa Pohjois-Pohjanmaalle vähähiilisillä ja resurssiviisailta ratkaisulla (VÄRE). Hankkeen toteuttajat ovat Suomen ympäristökeskus SYKE ja Iin Micropolis Oy.

Selvityksen ovat tehneet Sanna Tuomela Iin Micropolisilta ja Teemu Ulvi Suomen ympäristökeskuksen Oulun toimipaikasta. Raportissa käytetty referenssivuosi on 2017, ellei muuta mainita.

Oulussa 20.11.2020

Tekijät

1 Kunnan perustiedot

1.1 Yleistä

Lumijoen kunta sijaitsee Pohjois-Pohjanmaan maakunnassa, Perämeren rannalla (Kuva 1). Lumijoen kunnalla on maarajat Limingan ja Siikajoen kanssa sekä vesistöissä sijaitsevat rajat Hailuodon ja Oulun kanssa. Kunnan kokonaispinta-ala on 290,29 km², josta maapinta-ala on 214,16 km² ja vesialueita yhteensä 76,13 km².¹ Kunnan läpi virtaa Lumijoki, jonka virtaussuunta on lännestä itään ja joka laskee suojeltuun Liminganlahteen. Merenrantaa Lumijoella on 38 km. Lumijoen asukasluku oli vuoden 2017 lopussa 2081.²



Kuva 1. Pohjois-Pohjanmaan kunnat. Lumijoki sijaitsee maakunnan keskivaiheella meren rannalla.

Lumijoen asukasluku kasvoi vuosituhaten alusta vuoteen 2016, mutta kääntyi vuonna 2017 pieneen laskuun. Asukasluvun kasvu on kuitenkin ollut vuodesta 2000 vuoteen 2017 noin 24 %.³

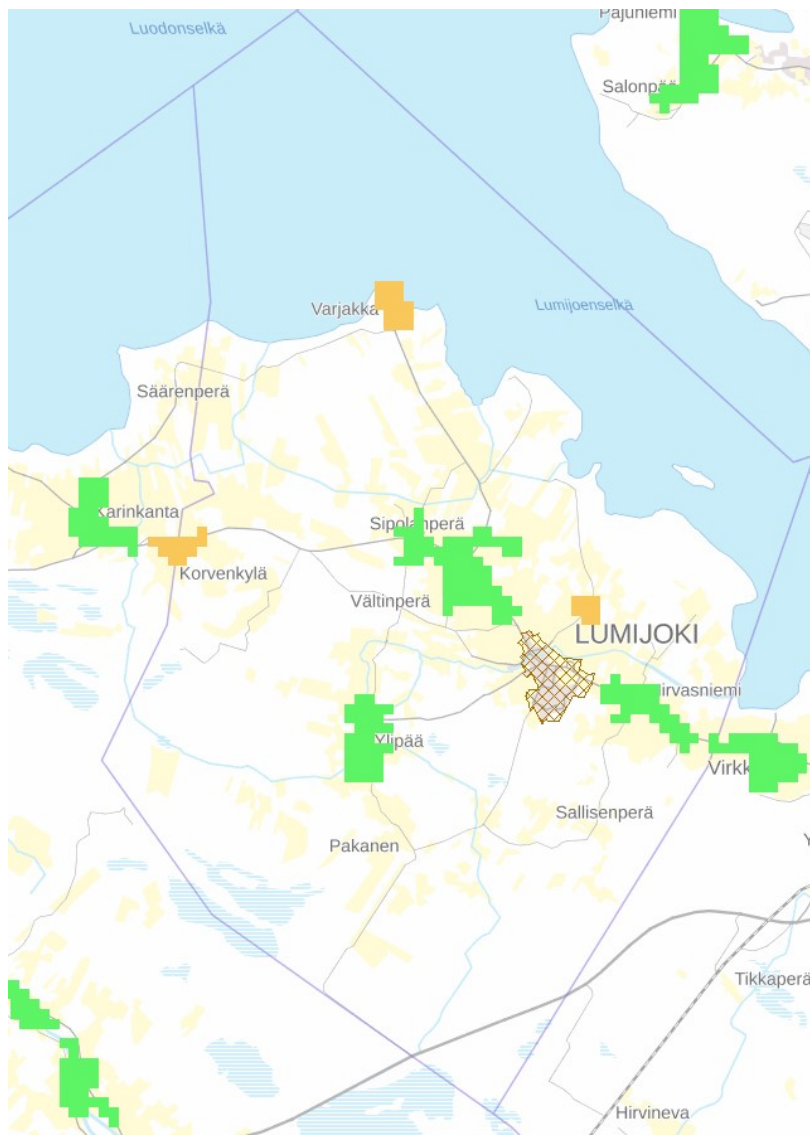
¹ Maanmittauslaitos. Pinta-alat kunnittain. https://www.maanmittauslaitos.fi/sites/maanmittauslaitos.fi/files/attachments/2020/01/Vuoden_2020_pinta-ala_tilasto_kunnat_maakunnat.pdf. Viitattu 5.11.2020.

² Kuntaliitto. Kuntajaot ja asukasluvut 2000-2018. Excel-tiedosto. <https://www.kuntaliitto.fi/tilastot-ja-julkaisut/kaupunkien-ja-kuntien-lukumaarat>. Viitattu 28.10.2020.

³ Kuntaliitto. Kuntajaot ja asukasluvut 2000-2018. Excel-tiedosto. <https://www.kuntaliitto.fi/tilastot-ja-julkaisut/kaupunkien-ja-kuntien-lukumaarat>. Viitattu 28.10.2020.

1.2 Kaavoitus ja rakennuskanta

Lumijoella on asemakaava-aluetta vain kuntakeskuksessa. Asemakaava-alueen yhteispinta-ala on noin 238 ha.⁴ Vuoden 2020 alussa on käynnistynyt työnimeltään Terontien kaava-alueen suunnittelu. Uusi kaava tuo Lumijoelle lisää uusia asuinpientalotontteja aivan koulukeskuksen läheisyyteen.⁵ Lisäksi kunnassa on useita pieniä kyläkeskuksia (Kuva 2).



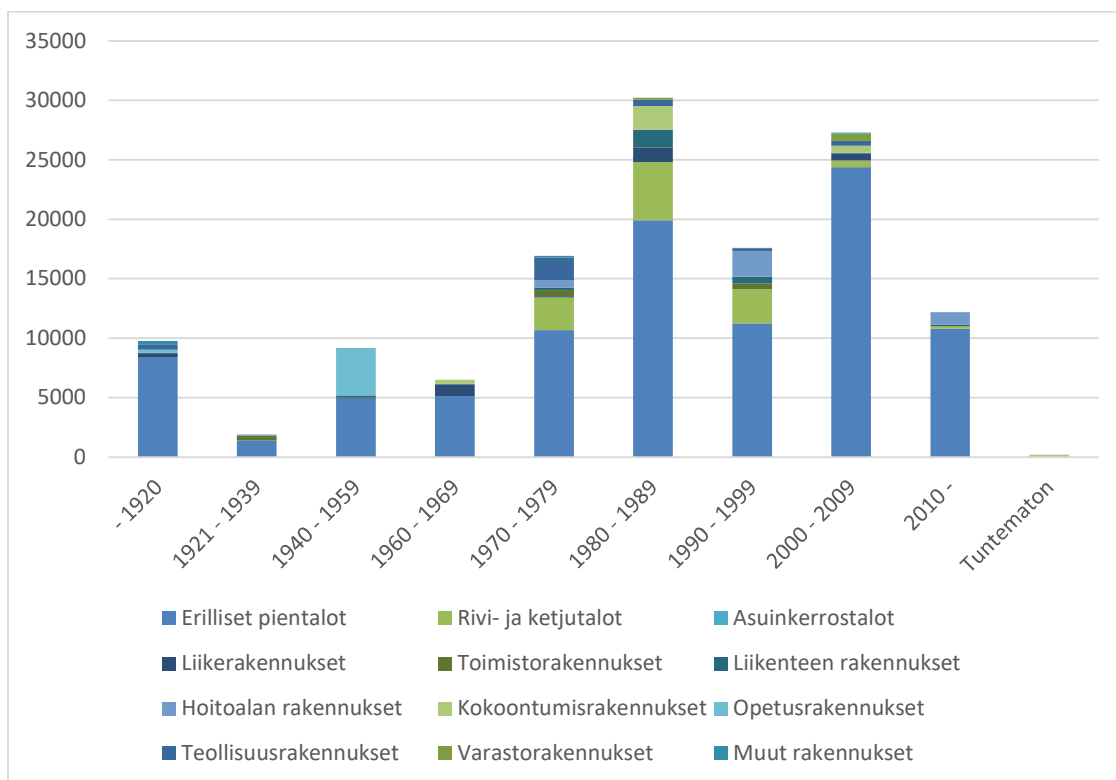
Kuva 2. Lumijoen asemakaava-alueet (rasterikuvio) ja kylät (yli 39 asukasta, merkitty vihreällä värillä) ja pienkylät (20-39 asukasta, merkitty oranssilla värillä).⁶

⁴ Ympäristöhallinnon Liiteri-tietopalvelu. Asemakaavoitettu alue 31.12.2019; Kylät ja pienkylät 2019.

⁵ Lumijoen kunta. Kaavoitus ja maankäyttö. <https://www.lumijoki.fi/asuminen-rakentaminen-ja-ymparisto/rakentaminen/kaavoitus-ja-maankaytto/>. Viitattu 27.10.2020.

⁶ Ympäristöhallinnon Liiteri-tietopalvelu. Asemakaavoitettu alue 31.12.2019; Kylät ja pienkylät 2019.

Lumijoella oli vuoden 2017 lopussa 840 rakennusta (poislukien kesämökit ja maatalousrakennukset, Kuva 3). Niistä 752 oli asuinrakennuksia. Edellä mainitun rakennuskannan kerrosala on yhteensä noin 132 000 m², joista asuinrakennuksiin kuuluu noin 108 000 m². Asuinrakennusten kerrosalasta pientalot muodostavat 90 % ja rivi- ja ketjutalot 10 %. Asuinkerrostaloja Lumijoella ei ole. Lisäksi Lumijoella oli vuoden 2017 lopussa 220 kesämökkiä. Kesämökkien keskimääräisen pinta-alan (49 m²)⁷ perusteella kesämökkien kerrosala olisi noin 10 800 m², joten kunnan koko rakennuskannan kerrosala on noin 142 500 m². Kesämökkien osuus tästä on noin 7,5 %.



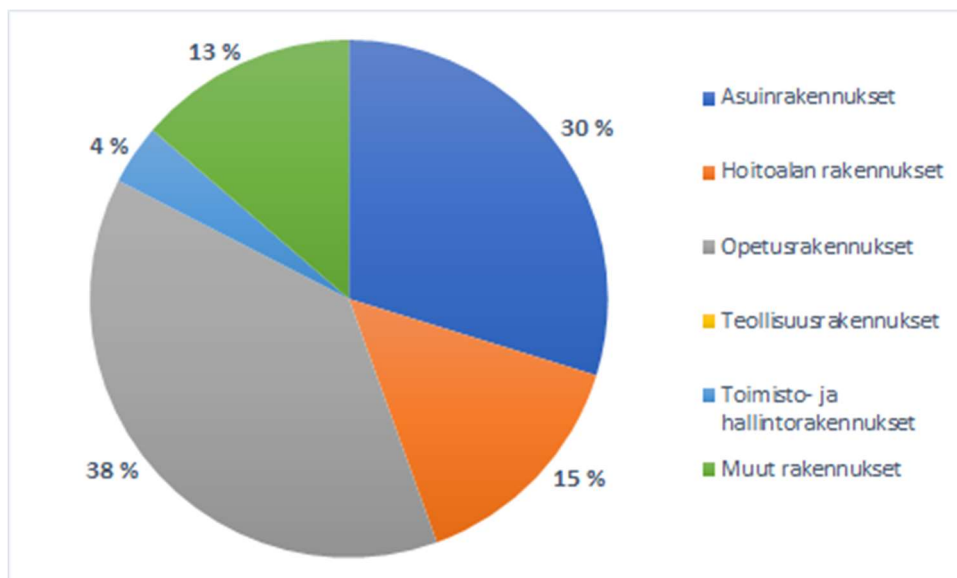
Kuva 3. Lumijoen rakennuskannan kerrosalat (m²) jaoteltuna rakennustyyppin ja rakentamisajankohdan mukaan. Kuvan lukuihin eivät sisälly kesämökit eivätkä maatalousrakennukset.⁸

Lumijoen kunta omistaa kiinteistöjä suoraan sekä tytäryhtiönsä kautta. Kunnan suoraan omistamien ja hallinnoimien rakennusten kokonaiskerrosala on noin 15 300 m² ja tilavuus 54 520 m³. KOy Lumijoen Kartanon omistamien asuinrakennusten pinta-ala on noin 6 110 m² ja tilavuus noin 15 882 m³.

Kunnan suoraan ja vuokrataloyhtiön omistamien kiinteistöjen osuus koko Lumijoen alueen rakennuskannan pinta-alasta oli noin 16 %. Kuvassa 4 on esitetty näiden kiinteistöjen jakaantuminen pinta-alan mukaan asuinrakennuksiin, hoitoalan, toimisto- ja hallinto-, opetus-, teollisuus- ja muihin rakennuksiin. Suurimmat kiinteistöryhmät ovat opetus- ja asuinrakennukset, jotka muodostavat molemmat noin kolmanneksen (38 % ja 30 %, Kuva 4).

⁷ Suomen virallinen tilasto (SVT): Rakennukset ja kesämökit [verkkojulkaisu]. http://www.stat.fi/til/rakke/2017/rakke_2017_2018-05-25_kat_001_fi.html. Viitattu 27.10.2020.

⁸ Suomen virallinen tilasto (SVT): Rakennukset ja kesämökit [verkkojulkaisu]. http://www.stat.fi/til/rakke/2017/rakke_2017_2018-05-25_kat_001_fi.html. Viitattu 27.10.2020.



Kuva 4. Lumijoen kunnan omistamien kiinteistöjen jakaantuminen asuinrakennuksiin, hoitoalan rakennuksiin, toimisto- ja hallintorakennuksiin, opetus-, teollisuus- ja muihin rakennuksiin pinta-alan perusteella.

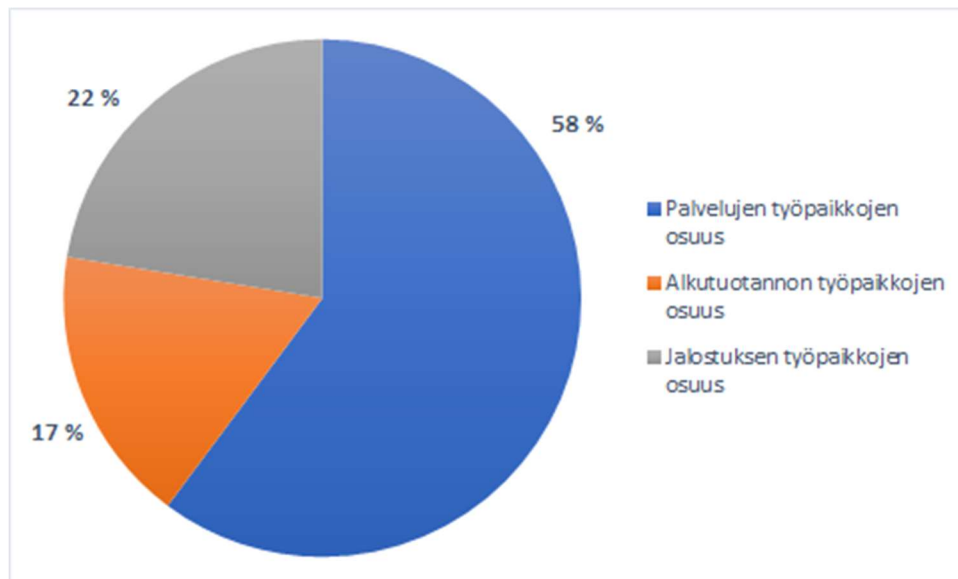
1.3 Elinkeinorakenne ja työllisyys

Vuoden 2017 lopussa Lumijoella oli 447 työpaikkaa, ja työllisen työvoiman määrä oli samaan aikaan 713. Kunnan asukkaista 35 % työskenteli omassa kotikunnassaan. Työttömyysaste oli tuolloin 9,9 %⁹, kun se oli vielä vuonna 2015 noin 13,5 %. Työttömyys on alhaisempaa kuin maakunnassa keskimäärin (10,7 %).¹⁰ Lumijoen alueella sijaitsevista työpaikoista 58 % sijoittuu palvelusektorille, 22 % jalostukseen ja alkutuotantoon 17 % (Kuva 5).¹¹

⁹ Tilastokeskus. Kuntien avainluvut 2018. <https://www.stat.fi/tup/alue/kuntienavainluvut.html#?year=2020&active1=436&active2=MK17>. Viitattu 28.10.2020.

¹⁰ Tilastokeskus. Kuntien avainluvut 2018. <https://www.stat.fi/tup/alue/kuntienavainluvut.html#?year=2020&active1=436&active2=MK17>. Viitattu 28.10.2020.

¹¹ Tilastokeskus. Kuntien avainluvut 2018. <https://www.stat.fi/tup/alue/kuntienavainluvut.html#?year=2020&active1=436&active2=MK17>. Viitattu 28.10.2020.



Kuva 5. Lumijoen kunnan alueen työpaikkojen jakautuminen toimialoittain (%) vuonna 2011.

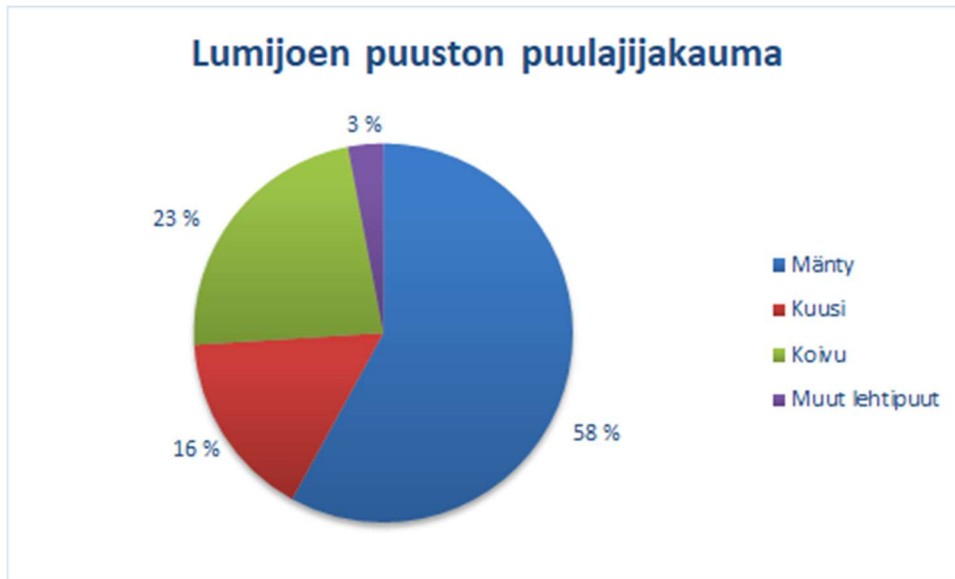
1.4 Energiavarat

1.4.1 Metsävarat

Lumijoen kunnassa on metsämaata yhteensä 14 045 ha.¹² Ne kattavat 66 % kunnan maapinta-alasta. Vuoden 2013 valtakunnan metsien inventointitietojen (VMI) perusteella Lumijoen metsien puuvaranto on 1,251 milj.m³. Puuston puulajijakaumassa männyn osuus on 58 %, kuusen 16 % ja koivun ja muiden lehtipuiden 26 % puuston koko tilavuudesta (Kuva 6).¹³

¹² Suomen metsäkeskus. Yksityismetsien metsävaratieto. Alueellinen metsävaratieto yksityismetsistä taulukkotietona (Excel-tiedosto 22.9.2015).

¹³ Luonnonvarakeskus. Valtakunnan metsien inventointi (VMI). Monilähteinen VMI. Kuntakohtaiset metsätiedot 2013. (Excel-tiedosto). <http://www.metla.fi/ohjelma/vmi/vmi-moni.htm>.



Kuva 6. Lumijoen metsien puulajijakauma puuston tilavuuden perusteella laskettuna.

Metsistä on yksityisessä omistuksessa Lumijoella 12 876 ha eli noin 92 % kaikesta metsämaasta.¹⁴ Yksityismetsien ulkopuolelle jäävä metsämaa 1 169 ha jakautuu kuntien, seurakuntien ja valtion omistamiin metsiin. Kunta omistaa metsää 608 ha (4,5 %) (tilanne 31.12.2013).¹⁵

1.4.2 Turvevarat

Lumijoella ei ole turvetuotantoa.

1.4.3 Tuulivoima

Suomen Tuulivoimayhdistyksen tilastojen mukaan Lumijoella on toiminnassa yksi Lumituuli Oy:n omistama tuulivoimala, Sähkö II. Se valmistui vuonna 2015, ja nimellisteho on 2 MW¹⁶. Tuulivoimalan vuosituotanto on noin 5500-7000 MWh.¹⁷ Lumijoen merenrannan Liminganlahden luonnonsuojelualue rajoittaa tuulivoiman suunnittelua.

1.4.4 Biokaasun tuotanto

Lumijoella ei ole biokaasun tuotantoa.

¹⁴ Suomen metsäkeskus. Yksityismetsien metsävaratieto. Alueellinen metsävaratieto yksityismetsistä taulukkotietona (Excel-tiedosto 22.1.2020). <https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/yksityismetsien-metsavaratieto-kunnittain.xlsx>.

¹⁵ Kunnat.net. Kuntametsät. Kuntien metsätietoja 2013 (pdf-tiedosto). <http://www.kunnat.net/fi/asiantuntijapalvelu/ymparisto/ymparistonsuojelu/kuntametsat/Sivut/default.aspx>.

¹⁶ Suomen Tuulivoimayhdistys ry. Suomessa toiminnassa olevat tuulivoimalat. https://www.tuulivoimayhdistys.fi/media/turbines_in_production_2019.xlsx. Viitattu 29.19.2020.

¹⁷ Lumituuli Oy. Lumijoki Sähkö II. <https://www.lumituuli.fi/lumijoki-sahkale-ii>. Viitattu 29.10.2020.

1.5 Energiatehokkuussopimus ja muu energiatehokkuustoiminta

Lumijoki suunnittelee liittymistä kunta-alan energiatehokkuussopimukseen. Sopimuksella pyritään ensisijaisesti energiatehokkuuden parantamiseen, mutta siihen sisältyy myös uusiutuvan energian edistämiseen liittyviä toimenpiteitä. Vapaaehtoiset energiatehokkuussopimukset ovat tärkeä keino saavuttaa EU:n energiatehokkuusdirektiivin mukaiset energiankäytön tehostamistavoitteet. Sopimustoiminnalla saavutettavat energiansäästöt tukevat Suomen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä. Ne helpottavat myös kansallisia tavoitteita uusiutuvan energian käytön lisäämisestä. Sopimusten tavoite on ohjata yrityksiä ja yhteisöjä jatkuvasti parempaan energiatehokkuuteen. Sopimukseen liittyneet asettavat itselleen määrällisen energiankäytön tehostamistavoitteen ja toteuttavat toimenpiteitä tavoitteen saavuttamiseksi. Valtio tukee uuden energiatehokkaan teknologian käyttöönottoa ja tapauskohtaisen harkinnan perusteella sopimukseen liittyneiden yritysten ja kuntien muita energiatehokkuusinvestointeja sekä muiden kuin suurten yritysten energiakatselmuksia. Sopimukseen liittyneet raportoivat vuosittain tehdyistä energiatehokkuustoimenpiteistä ja muista energiatehokkuuden parantamiseen tähtäävästä toiminnasta seurantajärjestelmään. Sopimuksen osapuolia ovat työ- ja elinkeinoministeriö, Energiavirasto ja Kuntaliitto.¹⁸ Lumijoki aikoo liittyä myös Hinkukuntien verkostoon.

1.6 Kasvihuonekaasupäästöt

Suomen ympäristökeskus on julkaissut vuonna 2020 kaikkein Suomen kuntien kasvihuonekaasupäästöt vuosille 2005-2018.¹⁹ Päästöistä lasketaan eri päästösektoreiden hiilidioksidi-, metaani- ja dityppioksidipäästöt sekä F-kaasut. Tulokset esitetään hiilidioksidiekvivalentteina. Bioperäiset polttoaineet ovat hiilidioksidin osalta laskennallisesti nollapäästöisiä. Niin sanottu Hinku-laskenta noudattaa laskentasääntöjä, joiden mukaan kunnan päästöihin ei lasketa päästökauppaan kuuluvien teollisuuslaitosten polttoaineiden käyttöä, teollisuuden sähkönkulutusta, teollisuuden jätteiden käsittelyn päästöjä eikä kuorma-, paketti- ja linja-autojen läpiajoliikennettä, koska niiden syntymiseen kunta ei käytännössä pysty vaikuttamaan. Jos kunnassa on tuulivoimaa, tuotetusta tuulivoimasta lasketaan kunnalle päästöhyvityksiä kompensationsa vuosittaisen sähkön päästökertoimen mukaisesti. Maatalouden päästöihin kuuluvat metaani- ja dityppioksidipäästöt tuotantoeläimistä, lannasta ja maatalousmailta sekä kalkituksen ja urealannoituksen hiilidioksidipäästöt. Turvemaiden hajoamisesta syntyvät hiilidioksidipäästöt kuuluvat maankäyttö, maankäytön muutos ja metsätalous - sektorille (LULUCF).²⁰

Seuraavassa kuvassa on esitetty Lumijoen kunnan alueen kasvihuonekaasupäästöjen kehitys 2005-2018 (Kuva 7).²¹ Lumijoen päästöt eivät ole käytännössä muuttuneet tarkasteluvuosien välillä. Vuodesta 2014 lähtien näkyy pieni kompensatio tuulivoiman tuotannosta. Koska kunnan asukasluku on kuitenkin kasvanut, asukaskohtaiset päästöt ovat tuulivoimakompensaation kanssa vähentyneet 12 %. Asukaskohtaiset päästöt

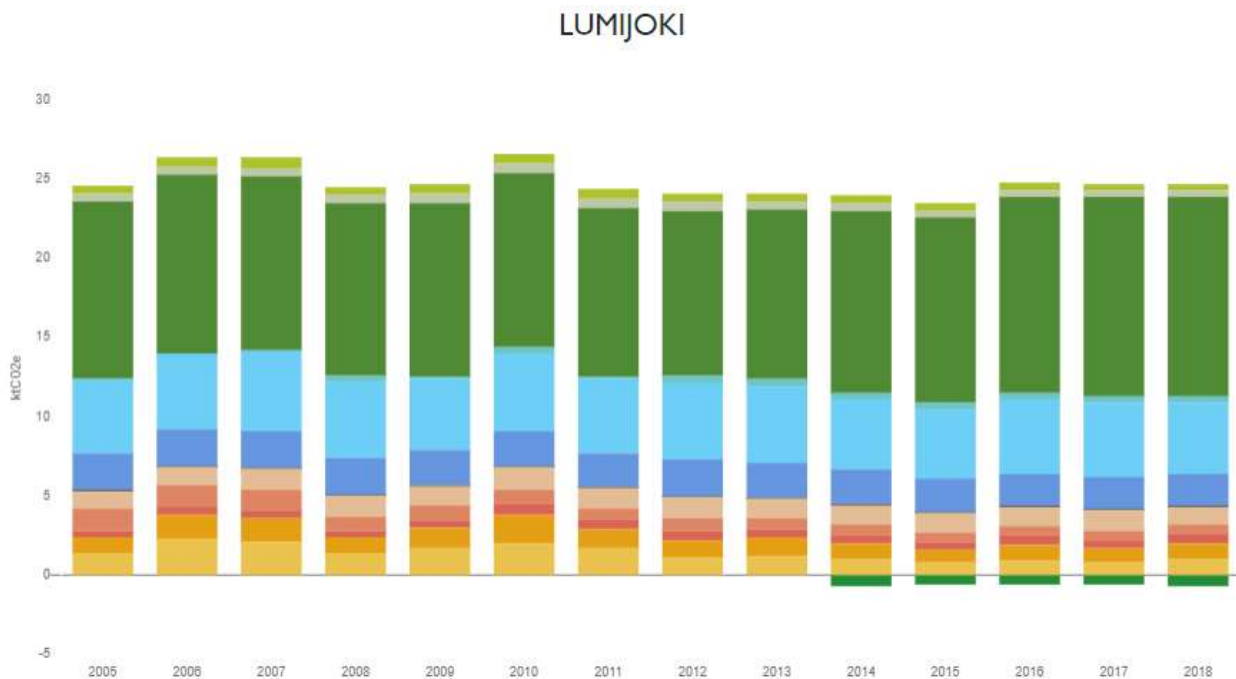
¹⁸ Energiatehokkuussopimukset. <http://www.energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/energiatehokkuussopimukset/#sopimusten-perusta>. Viitattu 13.11.2018.

¹⁹ Kuntien ja alueiden kasvihuonekaasupäästöt. https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Paastot_ ja_ indikaattorit. Viitattu 5.5.2020.

²⁰ Päästölaskennan menetelmä. [https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Paastot_ ja_ indikaattorit/Laskentamenetelma/Paastolaskennan_ menetelma\(50082\)](https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Paastot_ ja_ indikaattorit/Laskentamenetelma/Paastolaskennan_ menetelma(50082)). Viitattu 5.5.2020.

²¹ Suomen ympäristökeskus. Kuntien ja alueiden KHK-päästöt. <https://paastot.hiilineutraalisuomi.fi/>. Viitattu 27.10.2020.

vuonna 2005 olivat 13,3 t CO₂-ekv ja vuonna 2018 puolestaan 11,7 t CO₂-ekv. Tuulivoimakompensaatio mukaan lukien asukaskohtaiset päästöt ovat vähentyneet yli 24 %. Suhteellisesti eniten ovat vähentyneet kullussähkön (56 %) ja rakennusten lämmityksen (38 %) päästöt.



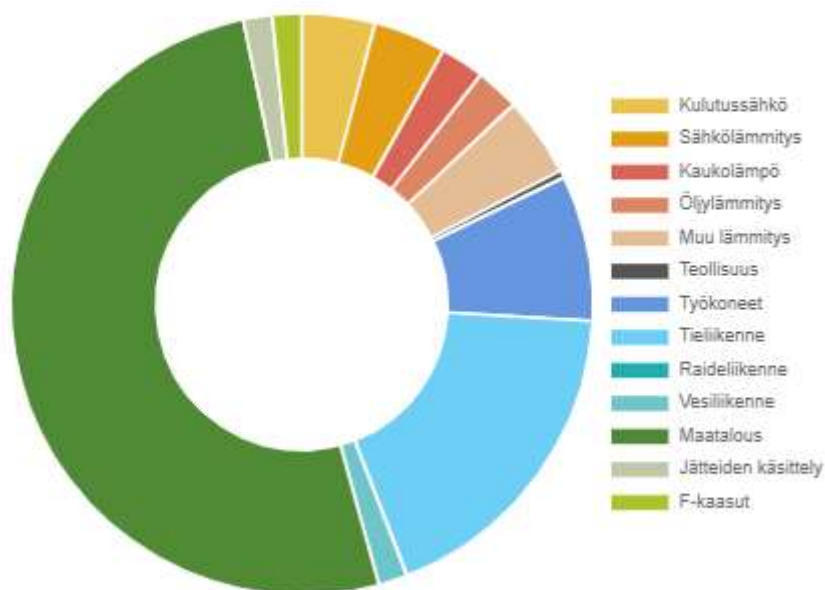
Kuva 7. Lumijoen alueen kasvihuonekaasupäästöjen määrä ja jakautuminen päästölähteisiin vuosina 2005-2018.²² Yksikkönä on käytetty hiilidioksidiekvivalenttia, jossa kaikkien eri kasvihuonekaasujen päästöt on muunnettu vastaamaan hiilidioksidipäästöjen ilmastovaikutusta.

Alla olevassa kuvassa (Kuva 8)²³ on esitetty Lumijoen kunnan alueen kasvihuonekaasupäästöjen jakautuminen eri sektoreille vuonna 2018. Kasvihuonekaasupäästöjen suurimmat aiheuttajat ovat maatalous (osuus 51 %), tieliikenne (18 %) ja rakennusten lämmitys (14 %).

²² Suomen ympäristökeskus. Kuntien ja alueiden KHK-päästöt. <https://paastot.hiilineutraalisuomi.fi/>. Viitattu 27.10.2020.

²³ Suomen ympäristökeskus. Kuntien ja alueiden KHK-päästöt. <https://paastot.hiilineutraalisuomi.fi/>. Viitattu 27.10.2020.

PÄÄSTÖJEN JAKAUMA 2018 — LUMIJOKI



Kuva 8. Lumijoen kunnan alueen kasvihuonekaasupäästöjen jakauma päästölähteittäin vuonna 2018.²⁴

2 Energiantuotannon ja -käytön nykytila

2.1 Lähtötiedot

Lähtötiedot on kerätty pääosin julkisista lähteistä (esim. Tilastokeskuksen ja Energiateollisuuden tilastot), aiemmista selvityksistä sekä tietopyyntöinä kunnasta ja energiantuottajilta. Energiantuotannon päästöläskennassa käytetyt ominaispäästökertoimet on esitetty taulukossa alla (Taulukko 1). Kaukolämmöntuotannon päästöjen osalta on tehty erillinen laskelma, joka on esitetty raportissa myöhemmin.

Taulukko 1. Laskennassa käytetyt ominaispäästökertoimet.

Energiamuoto / polttoaine	Ominaispäästökerroin (t CO ₂ -e/GWh)
Sähkö ²⁵	141
Raskas polttoöljy	285
Kevyt polttoöljy	265
Turve ²⁶	379
Puupolttoaineet ²⁷	0

²⁴ Suomen ympäristökeskus. Kuntien ja alueiden KHK-päästöt. <https://paastot.hiilineutraalisuomi.fi/>. Viitattu 27.10.2020.

²⁵ Motiva. CO₂-päästökertoimet. https://www.motiva.fi/ratkaisut/energian kaytto_suomessa/co2-laskentaohje_energiankulutuksen_hiilidioksidipaastojen_laskentaan/co2-paastokertoimet. Viitattu 2.11.2020.

²⁶ Tilastokeskus. Polttoaineluokitus 2018. Excel-tiedosto. http://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html. Viitattu 14.11.2018. (raskas ja kevyt polttoöljy ja turve samasta lähteestä).

²⁷ Motiva. 2012. Yhteenveto: CO₂-päästöjen laskentaohjeistus sekä käytettävät CO₂-päästökertoimet. 12/2012.

2.2 Sähköntuotanto ja -kulutus

2.2.1 Sähköntuotanto kunnan alueella

Lumijoen kunnan alueella tuotetaan sähköä tuulivoimalla. Tuulivoimaa tuotetaan yhdellä tuulivoimalalla vuodessa noin 5,5 - 7 GWh.

2.2.2 Sähkönkulutus kunnan alueella

Vuosina 2014-18 Lumijoen kunnan alueen vuotuinen sähkönkulutus on ollut 13-15 GWh (Taulukko 2).²⁸ Energiateollisuus ry:n tilastoissa sähkönkulutus on jaoteltu asumiseen ja maatalouteen, palveluihin ja rakentamiseen sekä teollisuuteen. Suurin osa asumiseen ja maatalouteen liittyvästä sähkönkulutuksesta aiheutuu rakennusten lämmityksestä. Koko maassa lämmitykseen kului 68 % kaikesta asumisen energiankulutuksesta vuonna 2018.²⁹

Taulukko 2. Lumijoen alueen vuotuinen sähkönkulutus vuosina 2014-2018.

Sähkönkulutus (GWh)	2014	2015	2016	2017	2018
Asuminen ja maatalous	11	11	12	12	12
Teollisuus	0	0	0	0	0
Palvelut ja rakentaminen	3	3	3	3	3
Yhteensä	14	13	14	15	15

Kiinteistöjen lämmityssähkön kulutus

Lumijoen kunnan alueen kiinteistöjen lämmityssähkön kulutus on arvioitu Tilastokeskukselta saatujen rakennusten koko- ja lämmitystapatietojen³⁰ ja eri rakennustyyppien keskimääräisten lämmitystarpeiden perusteella (Taulukko 3).

²⁸ Energiateollisuus. Sähkön käyttö kunnittain 2007-2018. Excel-tiedosto. https://energia.fi/files/1673/Sahkonkulutus_kunnittain_2007-2018.xlsx. Viitattu 2.11.2020.

²⁹ Tilastokeskus 2019. Asumisen energiankulutus laski edelleen vuonna 2018. https://www.stat.fi/til/asen/2018/asen_2018_2019-11-21_fi.pdf. Viitattu 2.11.2020.

³⁰ Suomen virallinen tilasto (SVT): Rakennukset ja kesämökit [verkkajulkaisu]. ISSN=1798-677X. Helsinki: Tilastokeskus.

Taulukko 3. Eri rakennustyyppien keskimääräiset vuotuiset lämpöenergian tarpeet pinta-alaa kohden (arviot vuodelta 2009).³¹

Rakennustyyppi	Arvio rakennustyyppin keskimääräisestä vuotuisesta lämpöenergian tarpeesta, kWh/m ²
Erilliset pientalot	148
Rivi- ja ketjutalot	145
Asuinkerrostalot	151
Liikerakennukset	286
Toimistorakennukset	227
Liikenteen rakennukset	207
Hoitoalan rakennukset	272
Kokoontumisrakennukset	193
Opetusrakennukset	158
Teollisuusrakennukset	353
Varastorakennukset	166

Tilastokeskuksen aineistoissa rakennukset on luokiteltu niiden päälämmönlähteiden mukaan, mutta yleensä omakotitaloissa ja usein myös rivitaloasunnoissa on puulämmitteinen takka, uuni tai kamiina sähkölämmityksen rinnalla. Tästä syystä laskelmissa on oletettu, että sähkölämmitteisten, erillisten pientalojen kerrosneliöistä siirrettiin 20 % puulämmitykseen ja vastaavasti rivi- ja ketjutalojen osalta 10 %. Näillä oletuksilla laskettu kiinteistöjen lämmityssähkön kulutus (poislukien kesämökit) oli vuonna 2017 Lumijoella 8,4 GWh.

Sähkönkulutus kesämökeissä

Sähkönkulutus kesämökeissä on laskettu erikseen, koska ne puuttuvat Tilastokeskuksen rakennustilastoista. Vuonna 2017 Lumijoella oli vain 220 kesämökkiä, joten niiden sähkön ja lämmön kulutus muodostaa vain pienen osan kunnan alueen energiankulutuksesta. Mökkien keskimääräinen lämmitystapajakauma Suomessa on esitetty taulukossa alla (Taulukko 4).

Taulukko 4. Kesämökkien lämmitystapa kesämökkibarometrin 2016 mukaan.³²

Lämmitystapa	Osuus kesämökeistä
Takka, kamiina, uuni	90 %
Suora sähkölämmitys	56 %
Irrallinen lämmityslaite	16 %
Lämpöpumppu	17 %
Vesi- tai ilmakekuslämmitys	1 %
Muu lämmitystapa	3 %

³¹ Honkapuro, S., Jauhiainen, N., Partanen, J. & Valkealahti, S. 2009. Sähkön ja kaukolämmön rooli energiatehokkuudessa ja energian säästössä. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Tampereen teknillinen yliopisto, Sähköenergiateknikan laitos. Raportti 12.10.2009.

³² FCG Finnish Consulting Group Oy. 2016. Kesämökkibarometri 2016. Saaristoasian neuvottelukunta. Maa- ja metsätalousministeriö.

Uunia, takkaa tai kamiinaa hyödynnetään lämmityksessä 90 % kesämökeistä joko muun lämmitystavan tukena tai ainoana lämmitysvaihtoehtona. Sähkölämmitys on 56 % mökeistä ja lämpöpumppu 17 %. Muu irrallinen lämmityslaite, useimmiten öljylämmitys, on 16 % mökeistä. Talvikäytössä olevat mökit kuluttavat lämmitysenergiaa huomattavasti enemmän kuin kesäkäytössä olevat. Yleistyvä käytäntö on pitää mökkejä peruslämmössä vuoden ympäri, jolloin voidaan pienentää merkittävästi kosteusvaurioriskiä. Peruslämmöllä pidetään nykyisin noin 32 % kesämökeistä. Sähköistetyn, peruslämmöllä olevan mökin sähkönkulutus on keskimäärin 8000 kWh vuodessa. Lämmityksen osuus kulutuksesta on noin 7740 kWh eli 97 %. Muiden sähkölaitteiden, kuten valaistuksen sekä television ja pesulaitteiden, käytön osuus 260 kWh eli 3 %. Ilman peruslämpöä kesämökkien vuotuinen lämmön kulutus on noin 1240 kWh, joka on vain 15,5 % sähkölämmitteisen peruslämmöllä olevan mökin kulutuksesta.³³

Lumijoen 220 mökistä peruslämmöllä on edellä esitettyjen keskimääräisten tietojen perusteella 70 mökkiä ja ilman peruslämpöä 150 mökkiä. Peruslämpöisten mökkien yhteenlaskettu vuotuinen lämmönkulutus on 0,54 GWh ja ilman peruslämpöä olevien mökkien lämpöenergiankulutus on 0,19 GWh. Yhteensä kesämökeillä kuluu lämpöenergiaa 0,73 GWh vuodessa. Lämpöenergian kulutuksen jakautuminen eri lämmönlähteille on esitetty taulukossa alla (Taulukko 5).

*Taulukko 5. Lumijoen kesämökkien lämpöenergian kulutus.**

Lämmitystapa	Peruslämmössä (lkm)	Ei peruslämmössä (lkm)	Yhteensä (lkm)	Lämpöenergian kulutus (GWh)
Suora sähkö	54	69	123	0,50
Lämpöpumppu	16	21	37	0,05
Erillinen lämmityslaite	0	35	35	0,04
Puulämmitys	0	25	25	0,09
Yhteensä	70	150	220	0,68

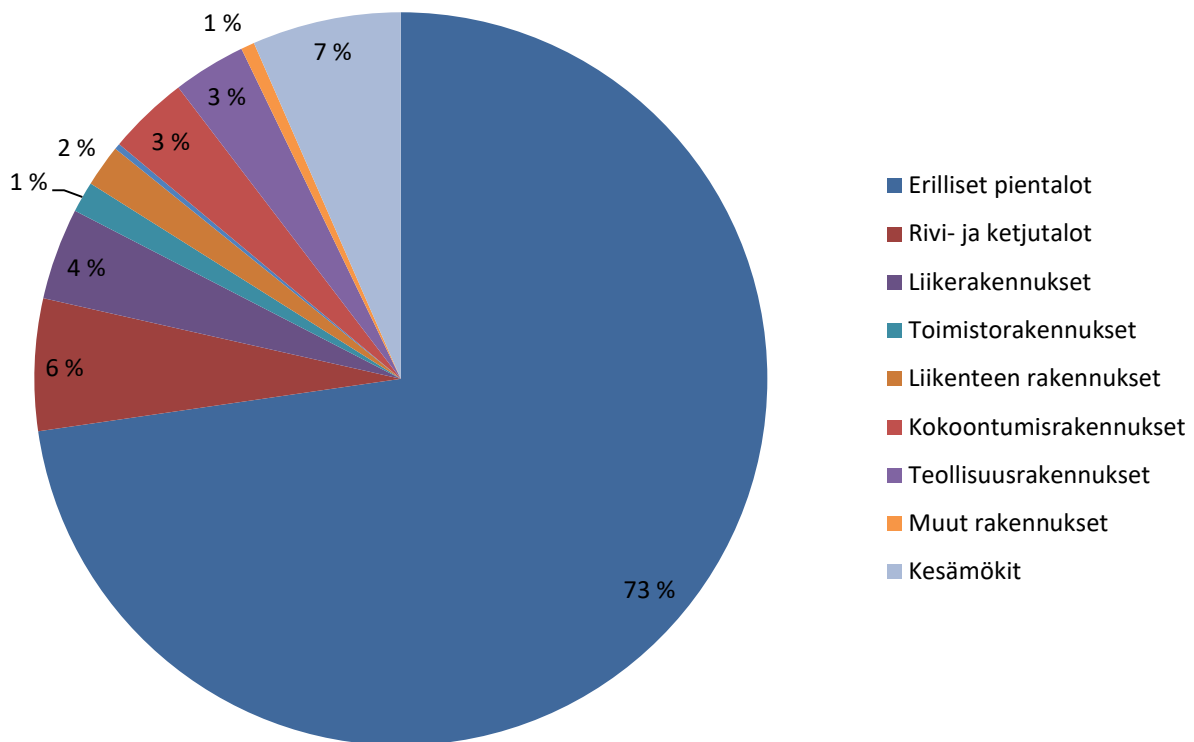
* Taulukossa on kuvattu mökkien lukumäärät lämmitystavan ja peruslämmön mukaan jaoteltuna. Lämpöpumpujen osalta on huomioitu pumppujen kuluttama sähkö (lämpökerroin 3). Sähkölämmitteisten mökkien osalta on lämmityksessä arvioitu käytettävän puuta siten, että se muodostaa 5 % peruslämmössä olevien mökkien ja 20 % ei-peruslämmössä olevien mökkien lämmön kulutuksesta.

Muiden sähkölaitteiden käyttöön kuluu mökeillä sähköä 260 kWh vuodessa. Kun 91 %:ssa kesämökeistä arvioidaan olevan sähköt, eli Lumijoen tapauksessa 200 mökillä, mökkien muuhun kuin lämmitykseen tarvittava sähkönkulutus on näin ollen 0,05 GWh vuodessa. Kun lämmitykseen kuluu sähköä (suora sähkö ja lämpöpumput) yhteensä 0,55 GWh, yhteenlaskettu vuotuinen sähkönkulutus Lumijoen kesämökeillä on 0,60 GWh.

Lämmityssähkön kokonaiskulutus Lumijoella

Koko kunnan alueen kiinteistöjen lämmityssähkön kulutukseksi arvioitiin 8,4 GWh/v. Tästä suurin osa eli 72 % kuluu erillispientalojen lämmittämiseen. Muiden asuinrakennusten osuus lämmityssähkön kulutuksesta on vain 6 %. Muut rakennustyytit muodostavat reilun viidenneksen lämmityssähkön käytöstä (Kuva 9). Lämmitykseen kuluu 54% kunnan koko sähkönkulutuksesta.

³³ Sahari, A. & Perrels, A. 2009. Ekotehokkuutta parantavat investoinnit kesämökeillä. VATT Tutkimukset 145.



Kuva 9. Lumijoen kunnan alueen kiinteistöjen lämmityssähkön kulutuksen (8,4 GWh/v) jakautuminen eri rakennustyyppeihin.

Muu sähkönkulutus

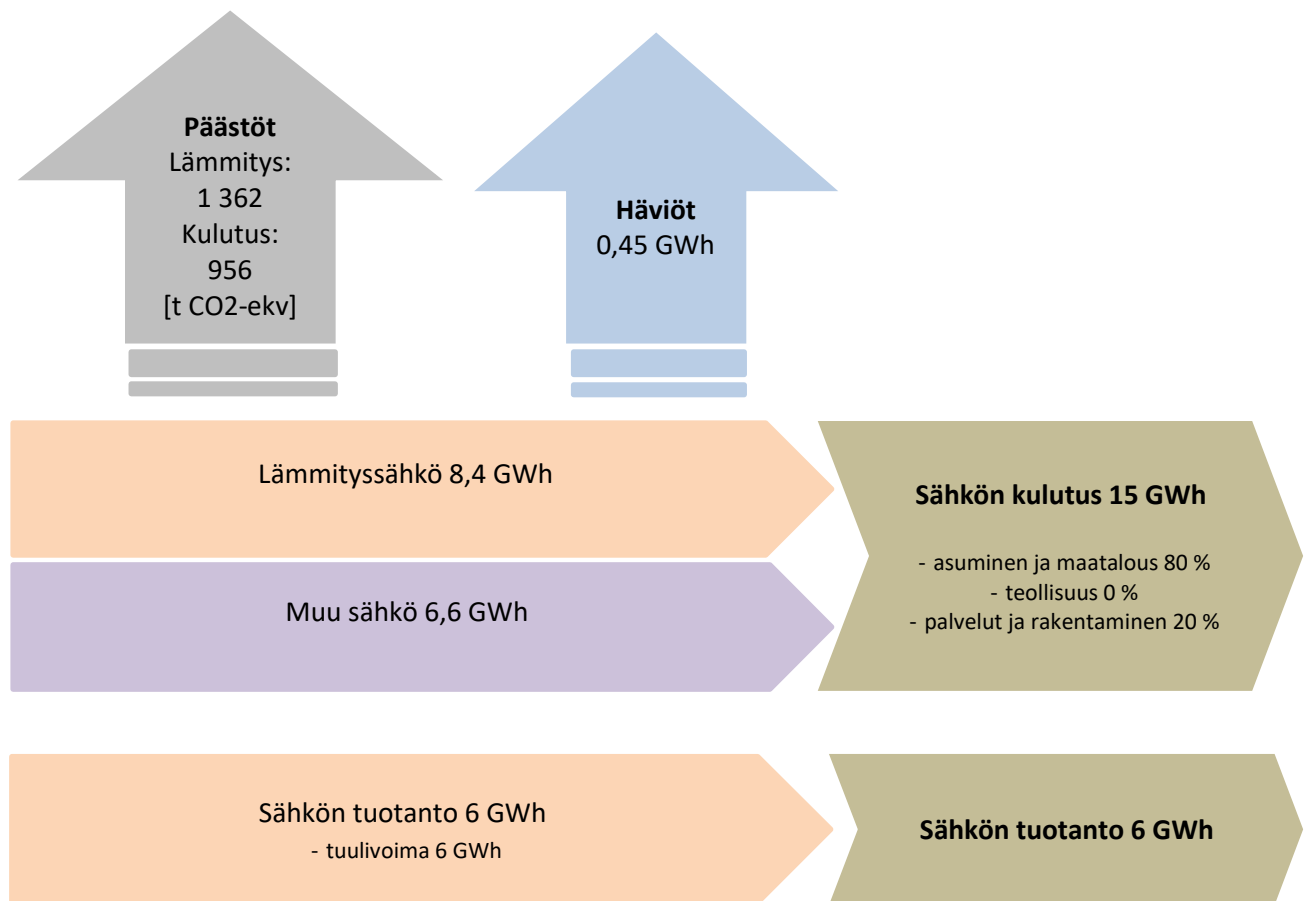
Muun kuin lämmitykseen kuluvan sähkönkulutuksen osuus Lumijoella oli 6,6 GWh eli 44 % kaikesta kulutuksesta. Siitä asuminen ja maatalous kuluttivat 77 %, teollisuus 0 % ja palvelut ja rakentaminen 19 %.

2.2.3 Sähköenergiatase

Lumijoen kokonaissähkönkulutus vuonna 2017 oli noin 15 GWh. Kaupungin kiinteistöjen sähkön kokonaiskulutus samana vuonna oli noin 0,8 GWh (ei sisällä muuta kulutusta, kuten katuvalot ja pumppaamot), mikä vastaa noin 5 % kaikesta Lumijoen sähkönkulutuksesta. Lumijoella on sähköntuotantoa 6 GWh (tuulivoimala), joten kunta on sähkön nettotuojana. Sähkön jakelu- ja siirtohäviöiden osalta huomioidaan kunnan alueella tapahtuvat jakeluhäviöt, joiden on arvioitu Energiateollisuus ry:n laskeman keskiarvon mukaisesti olevan noin 3 %.³⁴ Alueelle myydyin ja alueella kulutetun sähkön erotus (häviö) vuonna 2017 oli näin ollen laskentatulosten perusteella 0,45 GWh. Päästöt on laskettu tuotantoperusteisesti siten, että tuotantomäärä kerrotaan

³⁴ Tilastokeskus. Energia. Sähkön hankinta ja kokonaiskulutus 2017. https://www.stat.fi/tup/suoluk/suoluk_energia.html#s%C3%A4hk%C3%B6nhankintajakokonaiskulutus2017*. Viitattu 5.11.2020.

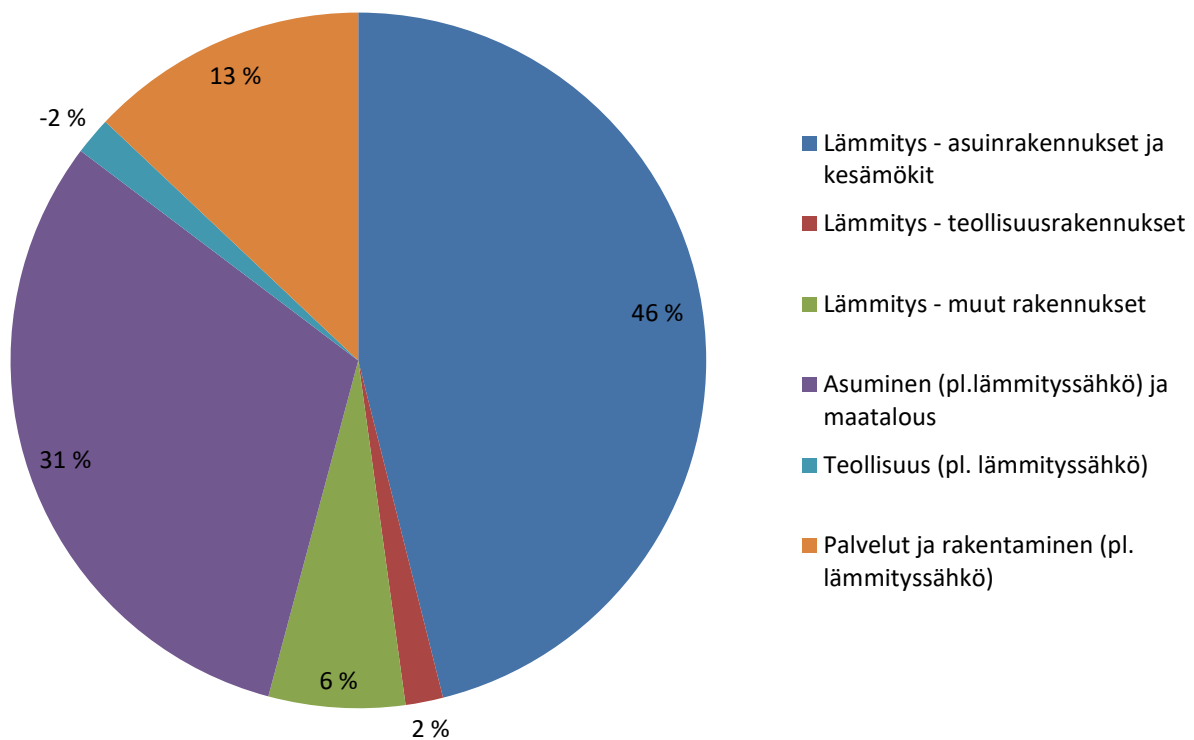
sähkön päästökertoimella 141 t CO₂-ekv/GWh.³⁵ Kasviuonekaasupäästöjä Lumijoen kunnan alueen sähkönkulutuksesta muodostui yhteensä 2318 CO₂-ekvivalenttitonnia. Kaupungin sähköenergiatase on esitetty kuvassa alla (Kuva 10).



Kuva 10. Lumijoen kunnan alueen sähköenergiatase vuonna 2017.

Seuraavassa kuvassa on esitetty Lumijoen alueen sähkönkulutuksen jakauma kuluttajaryhmittäin (Kuva 11). Kulutus painottuu selvästi asuinrakennusten lämmitykseen (46 %) ja asumisen ja maatalouden muuhun kulutukseen (31 %), teollisuuden sähkönkulutuksen puuttuessa lähes kokonaan.

³⁵ Motiva. CO₂-päästökertoimet. https://www.motiva.fi/ratkaisut/energian kaytto_suomessa/co2-laskentaohje_energi-ankulutuksen_hiilidioksidipaastojen_laskentaan/co2-paastokertoimet. Viitattu 9.11.2020.



Kuva 11. Sähkönkulutuksen jakautuminen kuluttajaryhmien mukaan Lumijoella 2017.

2.3 Lämmöntuotanto

2.3.1 Kaukolämmön tuotanto ja jakelu

Lumijoen kaukolämmön tuotannosta vastaa Oulun seudun sähkö Oy. Yrityksellä on yksi lämpölaitos Lumijoella. Laitoksen pääkattila on vuonna 2011 asennettu pellettikattila, joka on teholtaan 1,0 MW. Sen rinnalla on varalla yksi sähkökattila sekä yksi öljykattila (tehot 0,3 MW ja 0,7 MW).

2.3.2 Teollisuuden erillislämmöntuotanto

Lumijoella ei ole varsinaista teollisuuden erillislämmöntuotantoa.

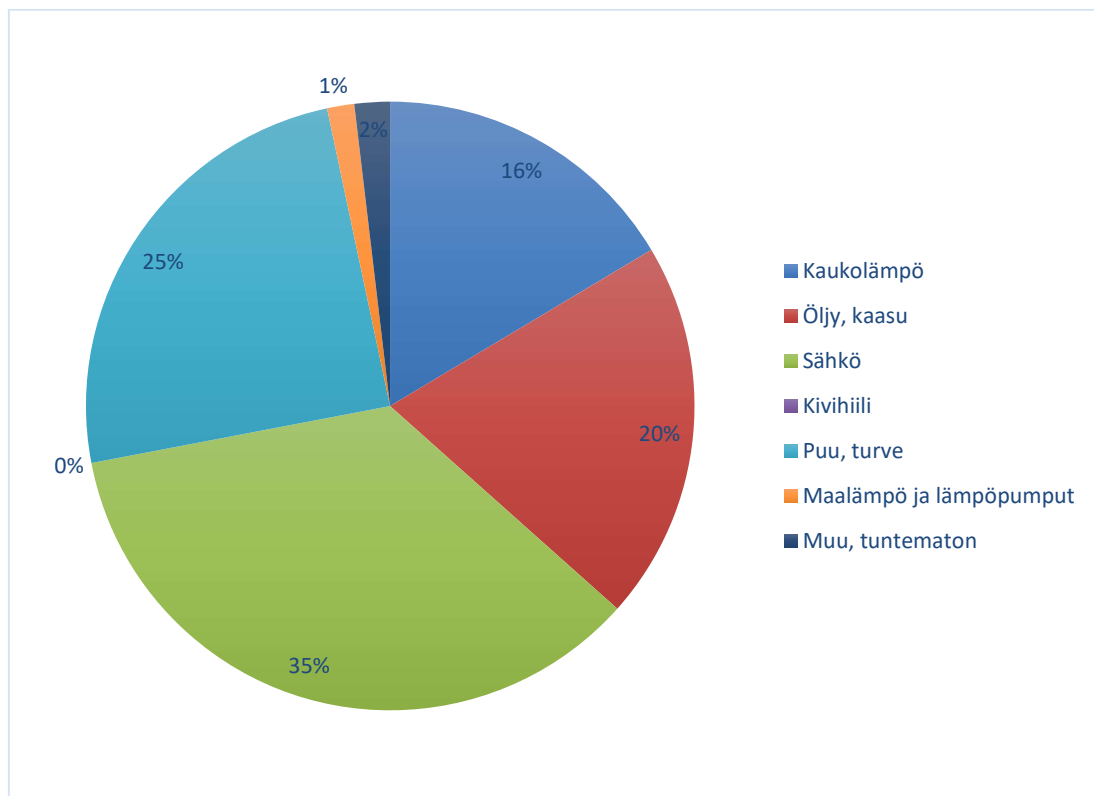
2.3.3 Lämpöenergiatase

Lumijoen lämmöntuotannon jakautuminen eri energialähteisiin on esitetty kuvassa alla (Kuva 12). Sähkön osuus lämmöntuotannossa on kohtalaisen suuri, 35 %. Kokonaislämmöntuotanto vuonna 2017 polttoaine-energiana laskettuna oli Lumijoella noin 4 GWh, kokonaan kaukolämpölaitoksen tuotantoa. Kaukolämpölaitoksen kattilan hyötysuhde oli noin 90 %. Todellinen hävikki tuotannossa oli noin 0,5 GWh ja laitoksen hyötysuhde näin ollen noin 77 %. Kaukolämmön piirissä olevien kiinteistöjen kokonaislämmönkulutus oli 3,3

GWh. Näin ollen jakeluhäviöt olivat 0,7 GWh. Häviöihin tuotannossa ja jakeluverkostoissa kului 0,5 GWh. Kaukolämmöntuotannon ja –jakelun kokonaishyötysuhde oli 77 %.³⁶

Polttoaine-energiana laskettuna eniten Lumijoella käytetystä lämpöenergiasta tuotettiin sähköllä (35 %). Puulla ja turpeella tuotettiin 25 %, kaukolämmöllä 16 % ja öljyllä 20 % koko kunnan alueen lämpöenergiasta erillislämmitetyissä kiinteistöissä. Maalämmön ja lämpöpumppujen osuus koko kaupungin lämpöenergian-tuotannossa on vielä hyvin pieni (Kuva 12).

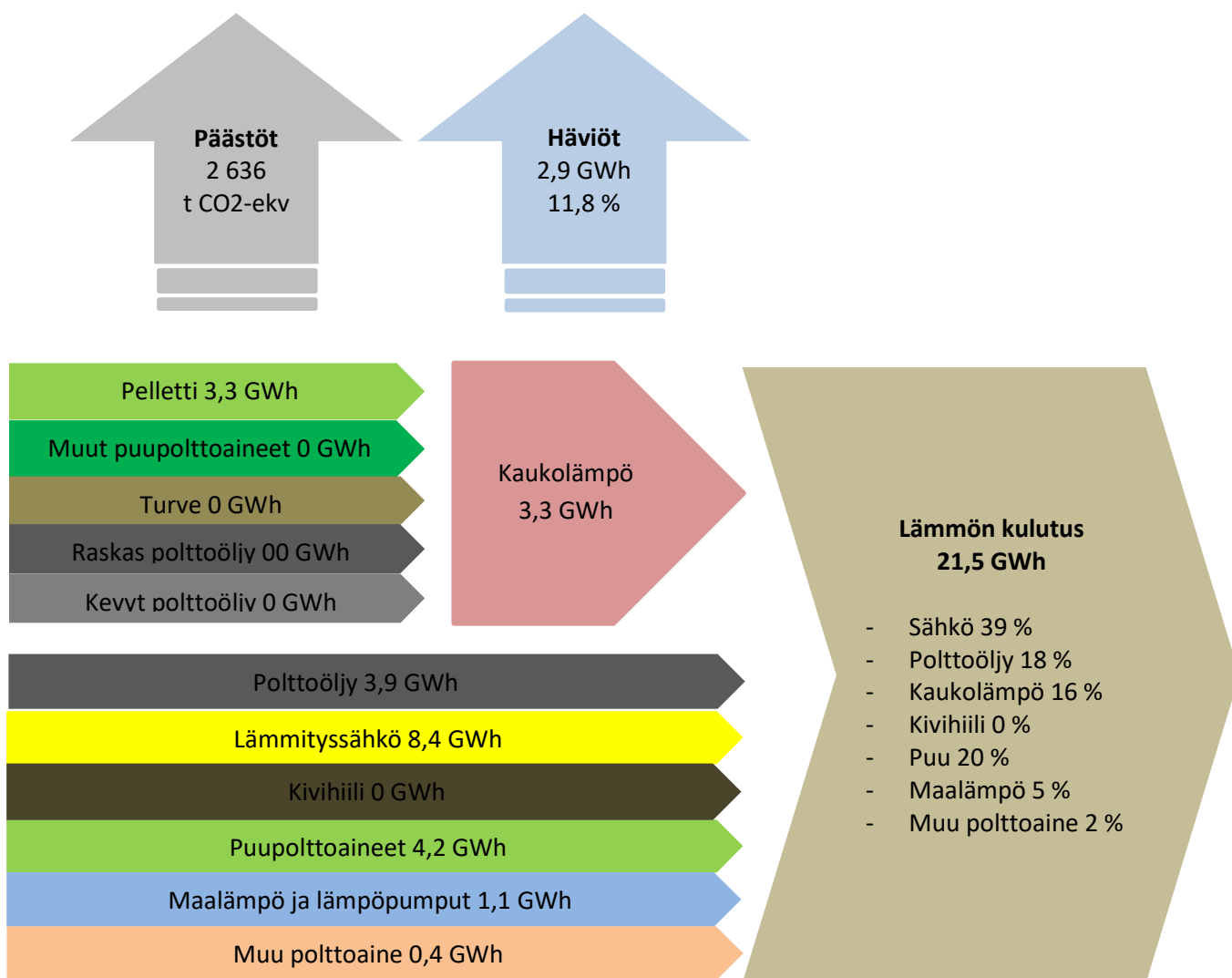
Kaukolämpö tuotetaan lähes täysin pelletillä, ja tarkempien tietojen puuttuessa tätä on käytetty laskelmien pohjatietona. Tilastoissa on yhdistetty polttoöljyn ja kaasun kulutus, mutta Lumijoella ei ole käytettävissä kaasua. Lisäksi tilastoissa yhdistetään puun ja turpeen kulutus, mutta yksittäisiä turpeella lämpeneviä kiinteistöjä Lumijoella tuskin on, joten tässä ryhmässä voidaan olettaa kaikkien kiinteistöjen olevan puulämmitteisiä.



Kuva 12. Lumijoen kunnan alueen lämmöntuotannon jakautuminen eri energialähteisiin. Osuudet on laskettu käytetyn polttoaine-energian mukaan.

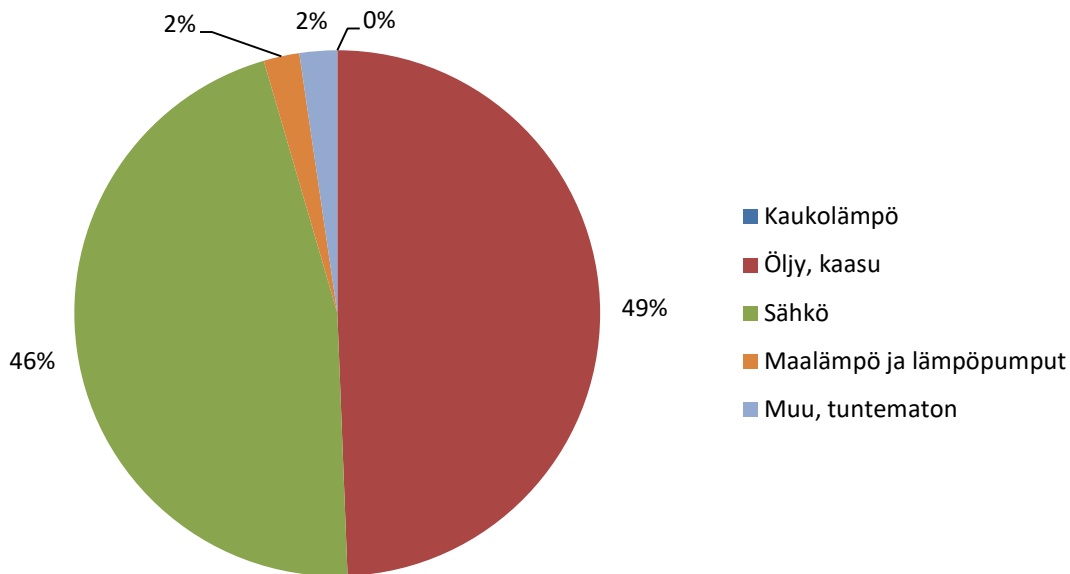
Lumijoen kunnan kokonaislämpöenergiatase on esitetty kuvassa alla (Kuva 13). Kasvihuonekaasupäästöjä lämmöntuotannosta aiheutui noin 2 636 CO₂-ekvivalenttitonnia.

³⁶ Energiateollisuus ry. Kaukolämmitys- ja jäähdytys. Kaukolämpötilasto. Excel-tiedosto. https://energia.fi/ajankoh-taista_ja_materiaalipankki/tilastot/kaukolampotilastot/kaukolammitys_ja_jaahdytys. Viitattu 5.11.2018.



Kuva 13. Lumijoen kunnan lämpöenergiatase vuonna 2017. Lämmön kulutuslukemat ovat puhdasta kulu-
tusta, häviöt on esitetty kuvan yläosassa erikseen.

Lämmöntuotannon kasvihuonekaasupäästöistä Lumijoella noin puolet (49 %) aiheutui öljylämmityksestä. Sähkölämmityksen osuus päästöistä on lähes yhtä suuri (46 %). Puupolttoaineet luokitellaan hiilineutraaleiksi polttoaineiksi, joiden ei lasketa aiheuttavan hiilidioksidipäästöjä. Siksi Lumijoen kaukolämmön tuotanto on käytännössä hiilineutraalia, koska se tuotetaan lähes sataprosenttisesti puupohjaisilla polttoaineilla. Tilastoissa näkyvän lämmitystavan 'Muu, tuntematon' on päästölaskelmissa oletettu muodostuvan puoleksi puusta ja puoleksi öljystä.



Kuva 14. Lumijoen kunnan alueen lämmöntuotannosta aiheutuvien kasvihuonekaasupäästöjen jakautuminen eri lämmöntuotantomuodoille.

2.4 Kiinteistöjen lämmitys

2.4.1 Lämmitystarve tarkasteluvuonna

Lämmitystarveluku kuvaa rakennusten lämmitysenergian tarvetta. Lämmitystarveluku saadaan laskemalla yhteen kunkin kuukauden päivittäisten sisä- ja ulkolämpötilojen erotus. Yleisimmin käytetään lämmitystarvelukua S17, jossa sisälämpötilaksi oletetaan +17 °C ja ulkolämpötilana käytetään vuorokausikeskiarvoja. Kuukauden lämmitystarveluku on vuorokautisten lämmitystarvelukujen summa ja vuoden lämmitystarveluku on vastaavasti kuukausittaisten lämmitystarvelukujen summa. Laskennassa ei oteta huomioon päiviä, joiden keskilämpötila on keväällä yli +10 °C ja syksyllä yli +12 °C, koska oletetaan, että kiinteistöjen lämmitys lopetetaan ja aloitetaan päivittäin ulkolämpötilan ylittäessä tai alittaessa mainitut rajat. Lämmitystarveluvun arvioinnissa Lumijoki kuuluu Oulun vertailualueeseen. Lämmitystarveluku oli tarkasteluvuonna 2017 Oulussa 5066 °Cvrk, kun pitkän aikavälin (1981–2010) vertailuarvo Oulussa on 5170 °Cvrk. Tarkasteluvuosi 2017 oli siis hiukan keskiarvoa lämpimämpi.³⁷

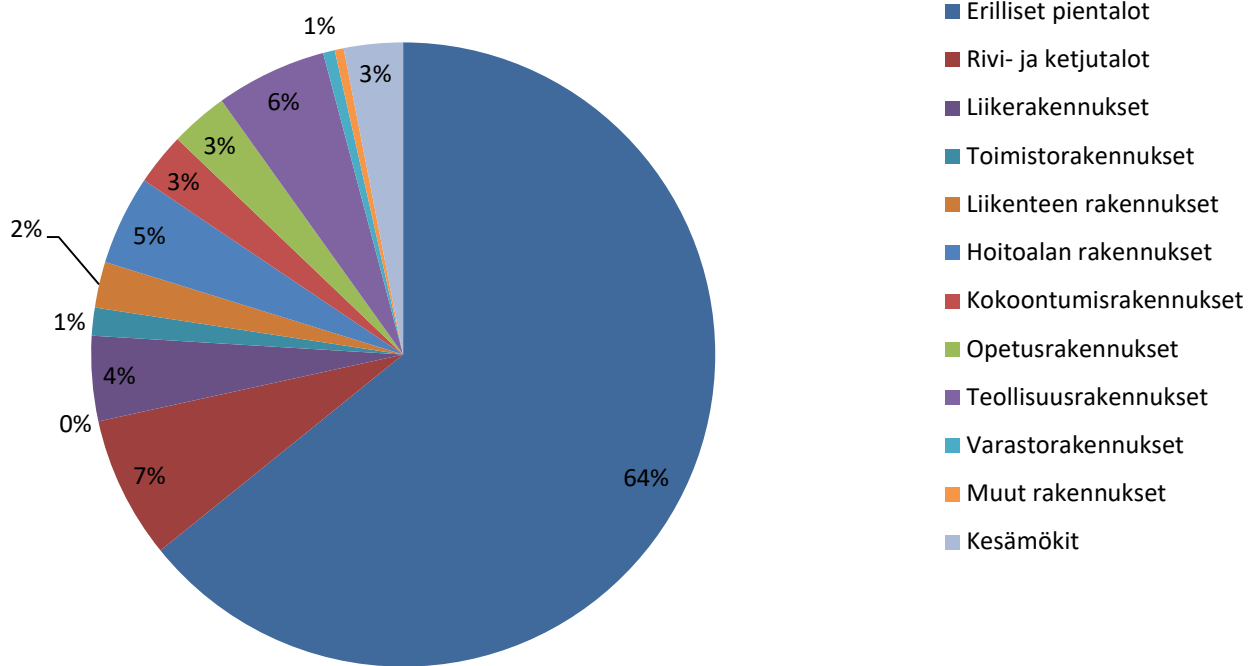
2.4.2 Rakennuskannan lämmönkulutus ja lämmitystavat

Kiinteistöjen lämmitysenergian tarpeen jakauma eri rakennustyyppisiin on arvioitu keskimääräisten tyyppi-kohtaisten lukujen perusteella.³⁸ Lumijoen rakennuskannan lämmönkulutus oli vuonna 2017 noin 21,5 GWh.

³⁷ Ilmatieteen laitos. Lämmitystarveluku eli astepäiväluku. <https://ilmatieteenlaitos.fi/lammitystarveluvut>. Viitattu 14.11.2018.

³⁸ Honkapuro, S., Jauhiainen, N., Partanen, J. & Valkealahti, S. 2009. Sähkön ja kaukolämmön rooli energiatehokkuudessa ja energian säästössä. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Tampereen teknillinen yliopisto, Sähköenergiateknikan laitos. Raportti 12.10.2009.

Pientalojen osuus lämmönkulutuksesta on peräti 64 % ja muiden rivi- ja ketjutalojen 7 %. Teollisuuden osuus on verraten pieni, 6 %, hoitoalan rakennusten 5 % ja liikerakennusten 4 %. Kokoontumisrakennusten, ope-
tusrakennusten ja kesämökkien kunkin osuus lämmönkulutuksesta on noin 3 % (Kuva 15).



Kuva 15. Lumijoen alueen rakennuskannan lämpöenergian tarpeen jakauma rakennustyypeittäin.

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 6) on esitetty Lumijoen kunnan lämmitystapajakauma rakennustyypeittäin rakennusten pinta-alojen perusteella laskettuna. Erillisten pientalojen merkittävin lämmönlähde on sähkö (46 %). Öljylämmitys on noin viidenneksessä pientaloista (18 %), samoin kuin puulämmitys (19 %). Rivi- ja ketjutaloista kaksi kolmasosaa on öljylämmityksessä (61 %), ja kolmannes sähkölämmityksessä (33 %). Teollisuusrakennuksista puulämmitteisiä on lähes puolet (45 %) ja sähkölämmityksessä (21 %). Palvelurakennukset muodostuvat liike-, toimisto-, liikenteen, hoitoalan, kokoontumis-, opetus-, varasto- ja muista rakennuksista. Niistä Lumijoella puolet (49 %) on kaukolämmössä. Kesämökkien tärkein lämmönlähde on sähkö (56 %). Maalämmön ja lämpöpumppujen osuus on noussut puun ohi. Tilastointitavasta johtuen öljyn kanssa samaan kategoriaan on laitettu kaasua sekä puun yhteyteen turve. Lumijoella se kuitenkin käytännössä tarkoittaa öljyn ja puun käyttöä.

Taulukko 6. Arvioitu lämmitystapojen jakautuminen rakennustyypeittäin Lumijoella.

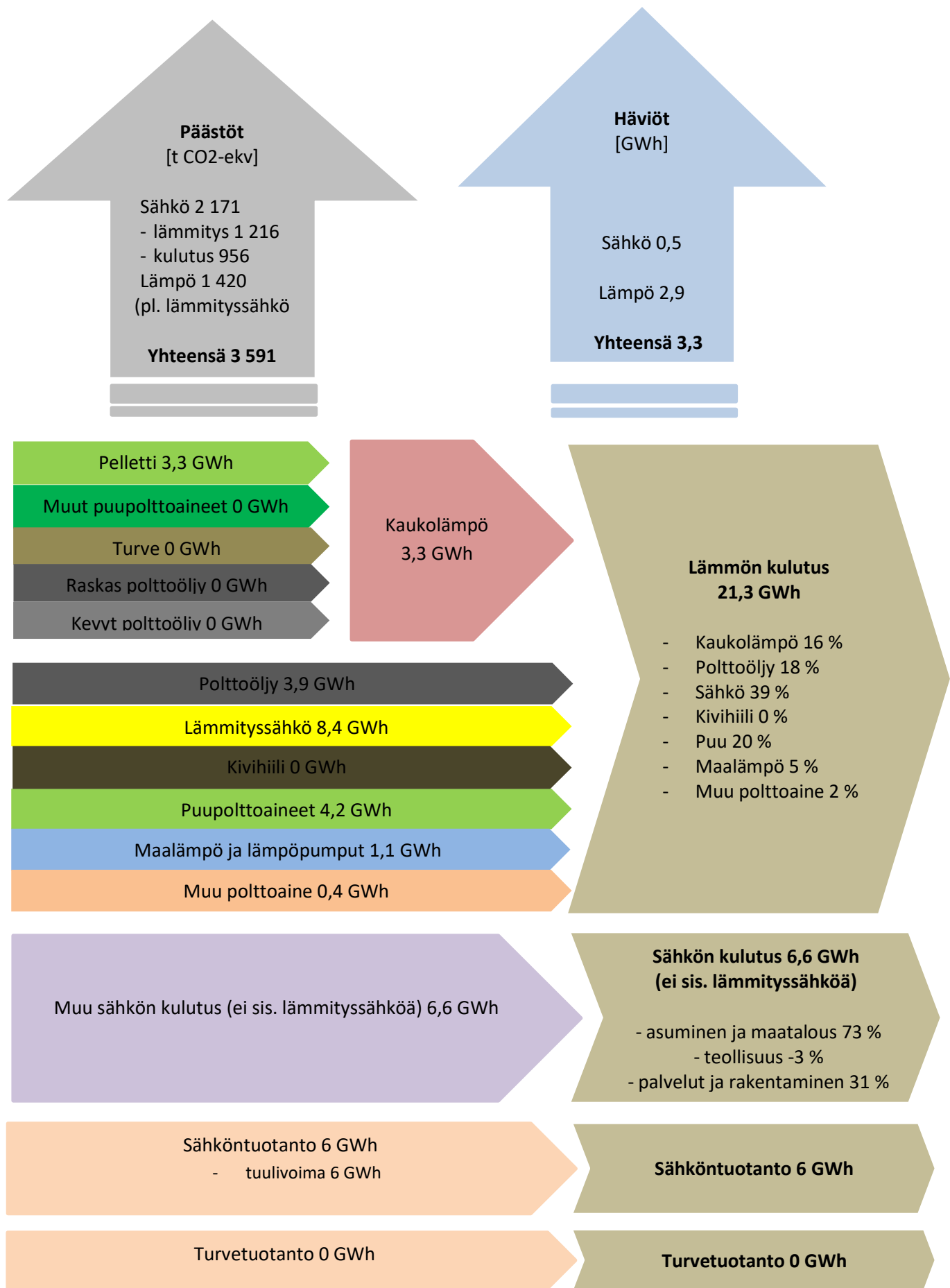
	Kaikki rakennukset	Erilliset pientalot	Rivi- ja ketjutalot	Asuinkerrostalot	Teollisuusrakennukset	Palvelurakennukset	Kesämököt
Kauko- tai aluelämpö	8 %	0 %	6 %	0 %	0 %	49 %	0 %
Öljy, kaasu	18 %	14 %	61 %	0 %	11 %	16 %	16 %
Sähkö	46 %	53 %	33 %	0 %	21 %	22 %	56 %
Kivihiili	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Puu, turve	19 %	24 %	0 %	0 %	45 %	3 %	11 %
Maalämpö	5 %	7 %	0 %	0 %	0 %	1 %	17 %
Muu, tuntematon	2 %	1 %	0 %	0 %	12 %	5 %	0 %
Ei kiinteää lämmityslaitetta	2 %	1 %	0 %	0 %	12 %	5 %	0 %

2.4.3 Kaupungin omistamien kiinteistöjen lämmitystarve ja lämpöenergian lähteet

Tässä tarkastelussa ovat mukana vain kunnan suoraan omistamat kiinteistöt pois lukien tytäryhtiön vuokratilayhtiön omistamat kiinteistöt. Kunnan suoraan omistamien kiinteistöjen kokonaispinta-ala on noin 15 300 m² ja –tilavuus noin 54 520 m³. Kunnan 18 kiinteistöstä 14 on kaukolämmössä, ja neljä suorassa sähkölämmityksessä. Lämmityskulutuksen tietoja ei ole arvioitu koko sähkökulutuksesta. Kaukolämmityksessä olevissa kiinteistöissä on kulunut muuhun sähkökulutukseen keskimäärin noin neljäsosa kaukolämmön energiankulutuksesta. Kulutustiedoissa ei ole mukana kaikkia kaupungin omistamia kohteita ja pinta-ala- ja tilavuustiedoissa on puutteita, joten tarkastelu on näiltä osin puutteellinen.

2.5 Kokonaisenergiatase

Sähkö- ja lämpöenergiataseiden sekä kiinteistöjen lämmönkulutustietojen perusteella laadittu Lumijoen kokonaisenergiatase on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 16). Lumijoella käytetyn sähkön ja lämmön tuottamiseen kului vuonna 2017 primäärienergiaa 31,2 GWh, josta noin 3,3 GWh eli 11 % oli sähkö- ja lämpöverkkojen häviöitä. Energiantuotannossa syntyi kasvihuonekaasupäästöjä yhteensä 3 591 t CO₂-ekv. Lämmitys-sähkön tuotannossa muodostuvat kasvihuonekaasupäästöt ja häviöt on allokoitu tässä kokonaisuudessaan lämmölle. Lämmön (ml. lämmitys-sähkö) osuus Lumijoen kokonaisenergiankulutuksesta vuonna 2017 oli 73 %. Sähkön osuus lämmöntuotannosta polttoaine-energiasta laskettuna, kun lämpöpumppujen kuluttamaa sähköä ei oteta huomioon, oli arviolta 46 %. Sähköntuotantoa Lumijoella 6 GWh, kun taas sähkönkulutus häviöineen on noin 15,5 GWh. Lumijoki siis tuo sähköä kunnan ulkopuolelta.



Kuva 16. Lumijoen kunnan alueen kokonaisenergiatase vuonna 2017.

3 Uusiutuvat energialähteet

3.1 Puupolttoaineet

Puupolttoaineilla tarkoitetaan haketta, pilkkeitä, halkoja ja puupellettejä. Puupolttoaineiden käyttö lämmityksessä on ympäristön kannalta hyvä vaihtoehto, koska puun poltto ei lisää laskennallisesti hiilidioksidi- eikä rikkipäästöjä.³⁹ Puuta käytetään muun muassa pientalojen, maatilojen ja suurten kiinteistöjen lämmityksessä.⁴⁰ Pientaloissa puuta käytetään sekä keskuslämmityksessä kattiloissa että tukilämmitysmuotona tulisijoissa.⁴¹

Puukattiloissa voidaan käyttää polttoaineina pilkkeitä, halkoja ja haketta. Pilke- ja halkolämmitys vaatii asukkaailta enemmän työtä kuin muut lämmitystavat, sillä ne on syötettävä kattilaan käsin. Usein myös polttoaine hankitaan omasta metsästä.⁴² Hakkeella tarkoitetaan koneellisesti hakettua puuta, jota käytetään kiinteistöjen automaattisissa puulämmityslaitteissa, aluelämpölaitoksissa ja voimaloissa. Hakkeen puuaineksi voi olla peräisin metsästä tai teollisuuden jättepuusta.⁴³

Puupelletit ovat puusepän- ja sahatteollisuuden sivutuotteena syntyvästä kutterinpurusta, sahajauhasta ja hiontapölystä puristettuja pieniä sylintereitä, joissa energia on hyvin tiiviissä muodossa. Pelletit varastoidaan kattilahuoneen läheisyyteen siiloon, josta ne siirretään polttimelle siirtoruuvilla. Pelletit poltetaan erityisessä pellettipolttimessa, joka voidaan asentaa joko pelletin polttoon suunniteltuun kattilaan tai myös useimpiin öljy- ja puukattiloihin.⁴⁴

Puulämmitysjärjestelmien huoltotarve on muita lämmitysjärjestelmiä suurempi. Kattilat tulee nuohota ja tuhkat poistaa säännöllisesti. Myös pellettipoltin ja polttoaineiden syöttöjärjestelmät voivat tarvita huoltoa. Polttimen säädöistä huolehtiminen on tärkeää hiukkaspäästöjen minimoimiseksi. Huonolaatuinen polttoaine (esim. kostea puu) ja osateholla lämmittäminen lisäävät nuohoustarvetta.⁴⁵

Siirtyminen öljylämmityksestä puupohjaiseen lämmitykseen on usein taloudellisesti kannattava ratkaisu, sillä puupolttoaineet ovat öljyä edullisempia.⁴⁶ Öljylämmitysjärjestelmän vaatiessa kunnostusta ja uusimista on siirtyminen puupolttoaineisiin vielä kannattavampaa. Vaihto öljystä biomassaan edellyttää investointia uuteen kattilaan, ellei käytössä ole kattilaa, johon pellettipoltin voidaan asentaa. Lisäksi automatisoitu

³⁹ Motiva Oy. 2012. Pientalon lämmitysjärjestelmät.

⁴⁰ Motiva Oy. Puulämmitys kiinteistöissä. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/bioenergia/puulammitys_kiinteistoissa. Viitattu 4.11.2020.

⁴¹ Energiatehokas koti. Puulämmitys. http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/puulammitys. Viitattu 4.11.2020.

⁴² Energiatehokas koti. Pilkelämmitys. www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/puulammitys/pilkelammitys. Viitattu 4.11.2020.

⁴³ Energiatehokas koti. Hakelämmitys. http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/puulammitys/hakelammitys. Viitattu 4.11.2020.

⁴⁴ Motiva Oy. 2012. Pientalon lämmitysjärjestelmät.

⁴⁵ Motiva Oy. 2012. Pientalon lämmitysjärjestelmät.

⁴⁶ Tilastokeskus. Suomen virallinen tilasto (SVT): Energian hinnat. 3. vuosineljännes 2019. Liitetaulukko 3. Lämmitysenergian kuluttajahintoja syyskuussa 2019. http://www.stat.fi/til/ehi/2019/03/ehi_2019_03_2019-12-11_tau_003_fi.html. Viitattu 4.11.2020.

pellettilämmitys tarvitsee erillisen varastosiilon. Kaikkien puupolttoaineiden varastointitilan tarve on suurempi kuin öljyllä, koska hakkeen, pellettien ja pilkkeen energiatiheys on polttoöljyä alhaisempi.⁴⁷

Puupohjaisista raaka-aineista voidaan myös tuottaa kaasua, josta voidaan tuottaa sähköä esimerkiksi kaasumoottorin, kaasuturbiinin tai polttokennon avulla. Kaasutus on termokemiallinen prosessi, jossa polttoaine muuttuu vähähappisissa olosuhteissa kaasuiksi ja kemikaaleiksi. Puusta voidaan valmistaa myös nestemäisiä polttoaineita.⁴⁸

Riippuvuutta tuontipolttoaineista voidaan vähentää hyödyntämällä tehokkaasti kunnan sisäistä metsäenergiapotentialia. Kunnan sisäisellä metsäbioenergian hyödyntämisellä pienennetään myös polttoainelogistiikan aiheuttamia päästöjä. Metsäbioenergiapotentialin hyödyntämisessä tulee kuitenkin huomioida alueen ekologinen kestävyys.

3.1.1 Kunnan metsävarat ja puupolttoaineiden käyttö

Lumijoen kunnassa on metsämaata yhteensä 14 045 ha.⁴⁹ Ne kattavat 66 % kunnan maapinta-alasta. Vuoden 2013 valtakunnan metsien inventointitietojen (VMI) perusteella Lumijoen metsien puuvaranto on 1,25 milj.m³. Puuston puulajijakaumassa männyn osuus on 58 %, kuusen 16 % ja koivun ja muiden lehtipuiden 26 % puuston koko tilavuudesta.⁵⁰ Metsistä on yksityisessä omistuksessa Lumijoella 12 876 ha eli noin 92 % kaikesta metsämaasta.⁵¹ Yksityismetsien ulkopuolelle jäävä metsämaa 1 169 ha jakautuu kuntien, seurakuntien ja valtion omistamiin metsiin. Kunta omistaa 608 ha (1 %) (tilanne 31.12.2013).⁵²

Vuonna 2019 Lumijoella käytettiin puupohjaisia polttoaineita 10 GWh, mikä on 35 % kaikesta lämmöntuotantoon käytetystä polttoaine-energiasta. Tästä kaukolämpölaitoksella käytettiin 4 GWh (40 %) ja kiinteistöjen erillislämmityksessä 6 GWh (60 %). Kaukolämpö tuotettiin käytännössä sataprosenttisesti puupohjaisilla polttoaineilla.

⁴⁷ Energiatehokas koti. Puulämmitys. http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/puulammitys. Viitattu 12.11.2020.

⁴⁸ Granö, U-P. 2013. Bioenergy processing: Using local energy resources. Julkaisussa: Lassi, U., Lempiäinen, H. & Wikman, B. (toim.). Biomass to energy and chemicals. HighBio 2 Project Publication. Kokkola University Consortium Chydenius.

⁴⁹ Suomen metsäkeskus. Yksityismetsien metsävaratieto. Alueellinen metsävaratieto yksityismetsistä taulukkotietona (Excel-tiedosto 22.9.2015).

⁵⁰ Luonnonvarakeskus. Valtakunnan metsien inventointi (VMI). Monilähteinen VMI. Kuntakohtaiset metsätiedot 2013. (Excel-tiedosto). <http://www.metla.fi/ohjelma/vmi/vmi-moni.htm>.

⁵¹ Suomen metsäkeskus. Yksityismetsien metsävaratieto. Alueellinen metsävaratieto yksityismetsistä taulukkotietona (Excel-tiedosto 22.9.2015).

⁵² Kunnat.net. Kuntametsät. Kuntien metsätietoja 2013 (pdf-tiedosto). <https://www.kuntaliitto.fi/sites/default/files/media/file/Kuntien%20mets%C3%A4tietoja%202013.pdf>.

3.1.2 Metsäenergiapotentiaalin arviointimenetelmä

Metsäenergiapotentiaalia voidaan arvioida metsistä saatavan metsähakkeen määrän perusteella. Tässä selvityksessä arviointi on tehty TEM:in julkaisussa *Kiinteiden puupolttoaineiden saatavuus ja käyttö Suomessa vuonna 2020* sovellettujen periaatteiden mukaisesti.⁵³ Tässä luvussa esitetyt tiedot perustuvat em. selvitykseen, ellei erikseen muuta mainita.

Metsähakkeella tarkoitetaan hakkuutähteistä, kannoista, pienpuusta ja järeästä (lahovikaisesta) runkopuusta valmistettua polttohaketta. Energiapotentiaalin arvioinnissa käytetään useita eri potentiaalikäsitteitä. Teoreettinen hankintapotentiaali on se määrä hakkuutähteitä ja kantoja, mikä syntyy päätehakkuualoille, ja se määrä pienpuuta, kun nuorten metsien kasvatushakkuut tehdään ehdotusten mukaisesti ajallaan ja hakkuu tehdään kokopuuna. Teknis-ekologinen hankintapotentiaali kuvaa talteen saatavissa olevaa metsähakeraaka-ainemäärää, jossa rajoitteina otetaan huomioon, että talteensaantoprosentti on alle 100, energiapuun korjuukohdevalinnassa noudatetaan Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion antamia suosituksia⁵⁴, kaikki metsähakeraaka-aine ei tule markkinoille ja että kaikki kuitupuu nuorista metsistä ei mene polttoon. Metsähakkeen tuotantopotentiaaleihin vaikuttavat suuressa määrin kotimaisen metsäteollisuuden raakapuun tarve ja hakkuiden määrä.

Hakkuutähde- ja kantopotentiaalit voidaan arvioida päätehakkuuleimikoista kertyvien ainespuumäärien perusteella. Seuraavassa taulukossa on esitetty TEM:in selvityksessä käytetyt kertoimet, joiden avulla on määritetty teoreettisia hakkuutähdehakkeen ja kantomurskeen syntymääriä Pohjois-Suomessa korjattua ainespuukuutiota kohden (Taulukko 7).

Taulukko 7. Käytetyt kertoimet hakkuutähdehakkeen ja kantomurskeen teoreettisen hankintapotentiaalien määrittämisessä Pohjois-Suomessa (Lappi, Pohjois-Pohjanmaa ja Kainuu).

	Kuusi	Mänty	Koivu, muu lehtipuu
Hakkuutähde/m ³ ainespuuta	0,62	0,32	0,39
Kantoja/m ³ ainespuuta	0,40	0,32	0,35

TEM:in selvityksessä teknis-ekologisten hankintapotentiaalien määrittämisessä talteensaantoprosentin oletettiin olevan hakkuutähteiden korjuussa 70 %, mäntykannoilla 85 %, kuusi- ja lehtipuukannoilla 90 % ja pienpuun korjuussa 95 %. Kun lisäksi korjuukohdevalinnassa noudatettiin Tapion suosituksia, Pohjois-Pohjanmaan alueella arvioitiin, että hakkuutähteistä saataisiin talteen 64 %, kannoista 86 % ja pienpuusta 84 %.

Metsänomistajien energiapuun tarjontahalukkuuden määrittämisessä oletettiin, että yksityismetsänomistajien tarjontahalukkuus hakkuutähteillä on 90 %, kannoilla 70 % ja nuorista metsistä korjattavalla pienpuulla

⁵³ Kärhä, K., Elo, J., Lahtinen, P., Räsänen, T., Keskinen, S., Saijonmaa, P., Heiskanen, H., Strandström, M. & Pajujoja, H. 2010. Kiinteiden puupolttoaineiden saatavuus ja käyttö Suomessa vuonna 2020. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu 66/2010.

⁵⁴ Koistinen, A. & Äijälä, O. 2005. Energiapuun korjuu. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio.

80 %. Muiden metsänomistajaryhmien energiapuun tarjontahalukkuuden oletettiin olevan kaikilla raaka-ainejakeilla 100 %.⁵⁵

3.1.3 Saatavissa olevan energiapuun energiasisältö

Saatavissa olevan energiapuumäärän energiasisältö voidaan arvioida käyttämällä seuraavan taulukon mukaisia lämpöarvoja (Taulukko 8).

Taulukko 8. Käytetyt kertoimet eri metsähakelajien kiintokuutiometrien sisältämän energiasisällön määrittämiseksi.⁵⁶

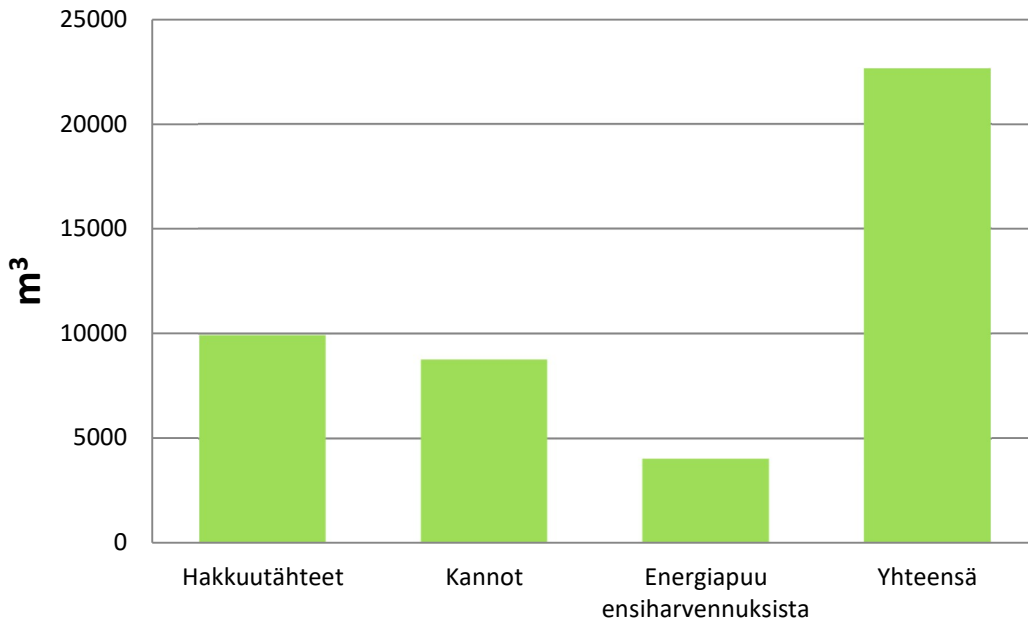
Metsähakelaji	Energiasisältö, MWh/m ³		
	Kuusi	Mänty	Koivu, muu lehtipuu
Hakkuutähdehake	2,08	2,00	2,42
Kantomurske	2,13	2,38	2,41
Pienpuuhake		2,00	

Seuraavissa kuvissa on esitetty Lumijoen metsäbioenergian potentiaalit perustuen Metsäkeskuksen julkaiseen yksityismetsien hakkuuehdotuksiin vuosille 2015–2024.⁵⁷ Laskennassa on yleistetty yksityismetsille annetut hakkuuehdotukset koskemaan myös yhteisöjen omistamia metsiä. Yhteensä metsähakkeen raaka-aineita voitaisiin Lumijoen metsistä teoriassa saada noin 22 600 m³, josta hakkuutähteitä olisi 9 900 m³, kantoja 8 700 m³ ja pienpuuta 4 000 m³ (Kuva 17). Kun otetaan huomioon eri jakeiden talteensaantoprosentit, korjuukohteiden valinnan ohjeistukset ja metsänomistajien tarjontahalukkuus, teknis-ekologinen metsäenergiapotentiaali on Lumijoella noin 13 900 m³ eli 62 % teoreettisesta potentiaalista (Kuva 18).

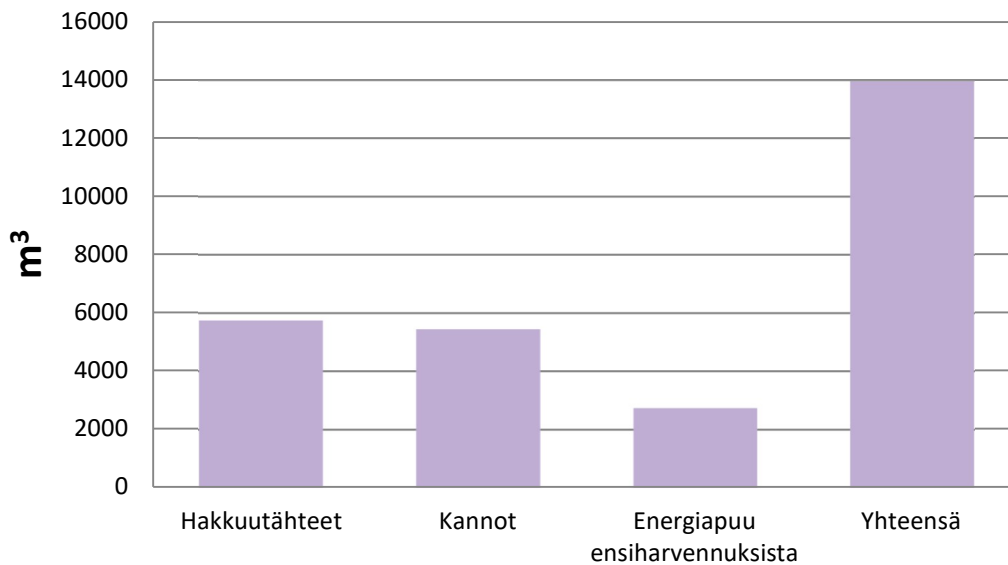
⁵⁵ Kärhä, K., Elo, J., Lahtinen, P., Räsänen, T., Keskinen, S., Saijonmaa, P., Heiskanen, H., Strandström, M. & Pajuoja, H. 2010. Kiinteiden puupolttoaineiden saatavuus ja käyttö Suomessa vuonna 2020. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu 66/2010.

⁵⁶ Kärhä, K., Elo, J., Lahtinen, P., Räsänen, T., Keskinen, S., Saijonmaa, P., Heiskanen, H., Strandström, M. & Pajuoja, H. 2010. Kiinteiden puupolttoaineiden saatavuus ja käyttö Suomessa vuonna 2020. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu 66/2010.

⁵⁷ Suomen metsäkeskus. Yksityismetsien metsävaratieto. Alueellinen metsävaratieto yksityismetsistä taulukkotietona (Excel-tiedosto 22.9.2015).

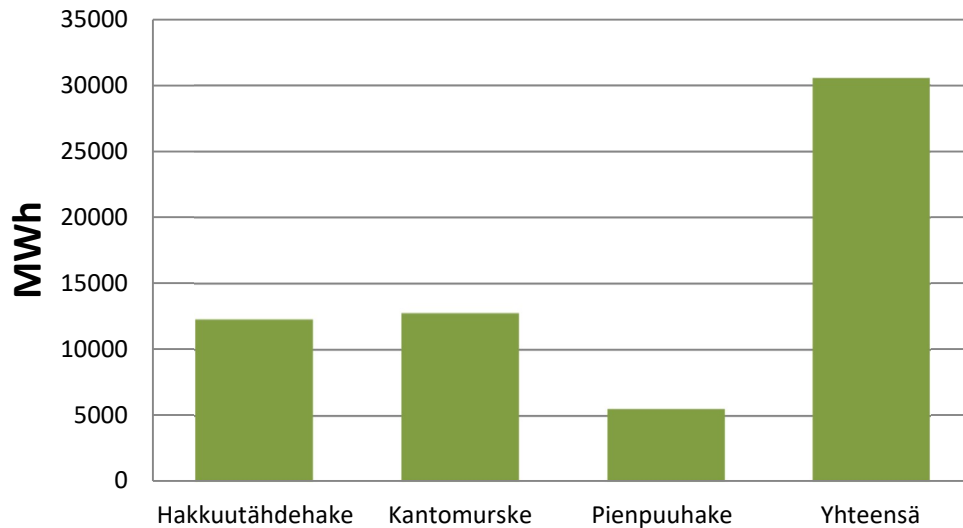


Kuva 17. Lumijoen kunnan alueen metsähakkeen teoreettinen hankintapotentiaali. Arvio perustuu Metsäkeskuksen julkaisemiin yksityismetsien hakkuuehdotuksiin.

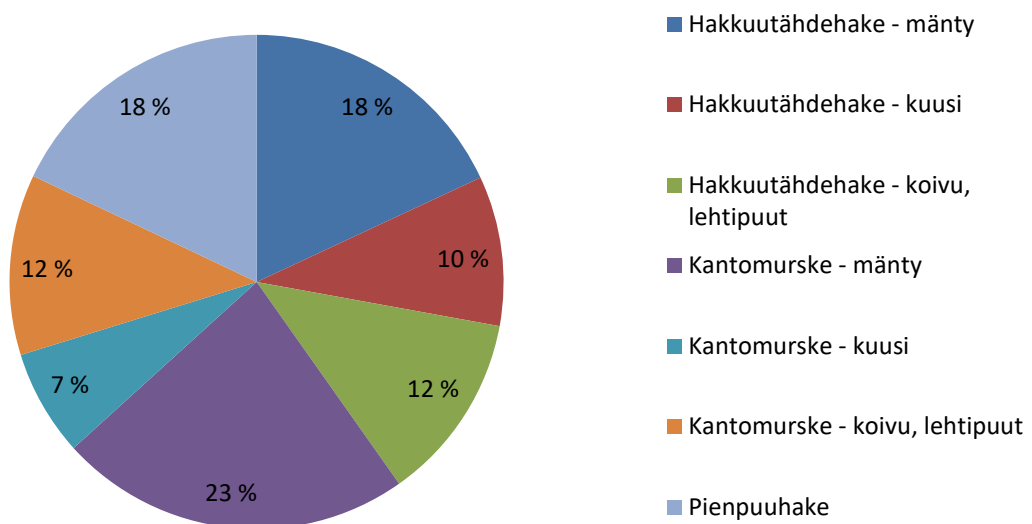


Kuva 18. Lumijoen kunnan alueen metsäbioenergian teknis-ekologinen hankintapotentiaali. Arvio perustuu Metsäkeskuksen julkaisemiin yksityismetsien hakkuuehdotuksiin.

Lumijoen alueen metsäenergiapotentiaali on yhteensä noin 30 GWh (Kuva 19). Nykyisin käytössä olevista puupolttoaineista pelletti hankittaneen kunnan ulkopuolelta, joten todellinen, käytettävissä oleva potentiaali on tätä arvioita suurempi. Hakuutähteiden osuus arvioituna metsäbioenergian tarjonnasta on 40 %, kantojen 42 % osuus ja pienpuun osuus on 18 % (Kuva 20). Esitetyt energiamäärät on laskettu polttoaineen saapumistilassa laitokselle. Potentiaalissa ei ole huomioitu häviöitä, jotka syntyvät puun poltossa ja energian siirrossa.



Kuva 19. Lumijoen metsien teknis-ekologinen bioenergiapotentiali energiamääränä.



Kuva 20. Lumijoen alueen metsäbiomassan teknis-ekologisen potentiaalın jakautuminen eri haketyyppeihin energiamääränä laskettuna (yhteensä 30 GWh).

3.2 Peltobiomassat

Peltobiomassoihin kuuluvat kivennäis- ja turvemaapelloilla kasvatettavat energiakasvit (esimerkiksi ruokohelmi, hamppu, öljykasvit), nopeakasvuiset puuvartiset kasvit (esimerkiksi energiapaju) tai viljakasvien osat (olki). Peltobiomassoja voidaan käyttää joko sellaisenaan tai niistä voidaan jalostaa kiinteitä tai nestemäisiä biopolttoaineita. Peltobiomassoja voidaan viljellä muun muassa elintarviketuotannosta vapautuneilla

pellolla, kesannoilla ja entisillä turvesoilla.⁵⁸ Peltobiomassoista energiantuotannossa on hyödynnetty lähinnä ruokohelpeä ja olkea.⁵⁹

Ruokohelppi on ollut tärkein peltoenergiakasvimme. Sen tuotantoala oli vuonna 2013 noin 6 600 hehtaaria, mutta tuotantoala on pudonnut siitä alle puoleen ja on nyt enää 3 000 hehtaaria.⁶⁰ Ruokohelven keskimääräinen sato on 4–5 tonnia hehtaarilta.⁶¹ Tonnista ruokohelppiä voidaan keväällä saada energiaa runsaat 4 MWh.⁶² Ruokohelven polton haasteena ovat muun muassa tuhkapitoisuus ja tuhkan ominaisuudet, kosteuden vaihtelut ja pieni energiatiheys verrattuna muihin biopolttoaineisiin.⁶³

Suomessa ruokohelppi on ollut pääsääntöisesti suurten voimalaitosten käyttämä polttoaine. Ruokohelppiä käyttävät laitokset ovat niin kutsuttuja seospolttolaitoksia, joissa pääpolttoaineena ovat tyypillisesti turve ja puu. Teknisten ongelmien estämiseksi polttolaitoksissa suositellaan, että polttoaineseoksessa käytettäisiin ruokohelpeä enintään 20 %:n energiaosuudella turpeen kanssa ja 10 %:n energiaosuudella puun kanssa. Jos turpeen osuus on yli puolet polttoaineseoksessa, voidaan ruokohelpeä polttaa korkeintaan 15 % energiaosuuteen asti.⁶⁴

Oljen polttamiseen tarvitaan varta vasten suunniteltu kattila, koska arinan pitää toimia sekä sulalla että sulamattomalla tuhalla. Oljen käytön suurin ongelma on sen suuri tilavuus painoyksikköä kohti, mikä hankaloittaa varastointia ja tekee kuljetuksen kalliiksi. Oljen pieni energiatiheys ja suuri tuhkapitoisuus tekevät siitä puuta ja muita kiinteitä polttoaineita ongelmallisemmän energialähteen.⁶⁵ Teknisten haasteiden takia myöskään oljen osuus käytetyssä polttoaineessa ei voi nousta kovin suureksi lämpölaitoksissa. Esimerkiksi Tanskassa sitä on käytetty noin 10 %:n energiaosuudella muiden polttoaineiden seassa.⁶⁶

⁵⁸ Motiva. Peltobiomassat. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/bioenergia/energiaa_pelloilta. Viitattu 3.11.2020.

⁵⁹ Alakangas, E., Hurskainen, M., Laatikainen-Luntama, J. & Korhonen, J. 2016. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. VTT Technology 258.

⁶⁰ Luonnonvarakeskus. Käytössä oleva maatalousmaa.

http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_02%20Maatalous_04%20Tuotanto_22%20Kaytossa%20oleva%20maalousmaa/02_Kaytossa_oleva_maatalousmaa_kunta.px/?rxid=001bc7da-70f4-47c4-a6c2-c9100d8b50db. Viitattu 5.11.2020.

⁶¹ Motiva. Ruokohelppi. www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/energiaa_pelloilta/peltobiomassat/ruokohelppi.

⁶² Alakangas, E., Hurskainen, M., Laatikainen-Luntama, J. & Korhonen, J. 2016. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. VTT Technology 258.

⁶³ Motiva. Ruokohelppi. www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/energiaa_pelloilta/peltobiomassat/ruokohelppi.

⁶⁴ Lötjönen, T. & Knuuttila, K. Pelloilta energiaa. Opas ruokohelven käyttäjille. Jyväskylä Innovation Oy ja Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. 2009.

⁶⁵ Alakangas, E., Hurskainen, M., Laatikainen-Luntama, J. & Korhonen, J. 2016. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. VTT Technology 258.

⁶⁶ Paappanen, T., Lindh, T., Kärki, J., Impola, R., Rinne, S., Lötjönen, T., Kirkkari, A., Taipale, R. & Leino, T. 2008. Ruokohelven polttoaineketjun kehittäminen liiketoimintamahdollisuuksien parantamiseksi. Valtion teknillinen tutkimuskeskus VTT. VTT tiedotteita 2452.

Lumijoella maatalousmaata oli vuonna 2017 yhteensä 5 932 hehtaaria.⁶⁷ Pellon käytön jakautuminen viljakasvien tuotantoon ja kesantoon ja peltobiomassan teoreettinen energiahyödyntämispotentiaali on esitelty taulukossa alla. Ruokohelven viljelyä Lumijoella ei ole. Energiapotentiaalın arvioinnissa on oletettu, että kesannot hyödynnettäisiin ruokohelven viljelyssä ja viljakasvien viljelystä syntyvästä oljesta 70 % energiantuotannossa. Vuonna 2017 viljelysalasta viljojen osuus oli 42 % ja kesannon 2 %. Peltobiomassoista voitaisiin tämän arvion mukaan saada energiaa noin 23 GWh (Taulukko 9).

*Taulukko 9. Energiantuotantoon soveltuva peltoala, peltobiomassan saannot sekä energianhyödyntämispotentiaalit Lumijoella.**

Pellon käyttö	Viljelyala, ha	Energian lähde	Saanto, t/ha	Saanto, t	Energiaa, MWh
Viljakasvit	2479	Olki	*	6135	20871
Ruokohelpi	0	Ruokohelpi	4,5	0	0
Kesanto	92	Ruokohelpi	4,5	414	2012
Yhteensä	2571			6549	22883

* Saannot on ilmoitettu kuiva-ainemäärinä. Oljen kokonaissaanto on Biomassa-atlaksesta.⁶⁸ Ruokohelven saantona on käytetty 4,5 t/ha⁶⁹ (lähteessä ilmoitetun vaihteluvälin keskiarvo). Taulukossa sekä oljen että ruokohelven lämpöarvona on käytetty 17,5 MJ/kg eli 4,86 kWh/kg.⁷⁰ Laskelmassa on oletettu, että 70 % oljesta käytettäisiin energiantuotantoon.

3.3 Jätepolttoaineet

Jätteitä voidaan hyödyntää energiana joko polttamalla sellaisenaan tai valmistamalla niistä biokaasua tai liikennepolttoaineita.

Pohjois-Pohjanmaalla yhdyskuntajätteestä tuotetaan energiaa Oulun ekovoimalaitoksella Laanilassa. Laitos jalostaa jätteen sähköksi ja lämmöksi ja samalla vähentää kaatopaikkojen kuormitusta sekä kasvihuonekaasujen pääsyä ilmaan.⁷¹

Biokaasu on eloperäisen aineksen mätänemisen eli biologisen hajoamisen lopputulos. Mätänemistä tapahtuu luonnossa hapettomissa oloissa. Jos hajoaminen tapahtuu hapellisissa oloissa, eloperäinen aine kompostoituu. Biokaasusta 55–75 % on metaania ja 25–45 % hiilidioksidia. Muiden ainesten osuudet ovat hyvin vähäisiä. Periaatteessa kaikki orgaaninen aine voidaan mädättää, mutta tekniikka sopii parhaiten helposti hajoaville aineksille. Biokaasua voidaan käyttää lämmöntuotannon polttoaineena kaasukattiloissa tai

⁶⁷ Luonnonvarakeskus. Käytössä oleva maatalousmaa.

http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_02%20Maatalous_04%20Tuotanto_22%20Kaytossa%20oleva%20maatalousmaa/02_Kaytossa_oleva_maatalousmaa_kunta.px/?rxid=001bc7da-70f4-47c4-a6c2-c9100d8b50db. Viitattu 5.11.2020.

⁶⁸ Luonnonvarakeskus. Biomassa-atlas. <https://biomassa-atlas.luke.fi/>. Peltokasvien sivuvirrat 2016. Viitattu 5.11.2020.

⁶⁹ Motiva. Ruokohelpi. www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/energiaa_pelloilta/peltobiomasat/ruokohelpi.

⁷⁰ Alakangas, E., Hurskainen, M., Laatikainen-Luntama, J. & Korhonen, J. 2016. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. VTT Technology 258.

⁷¹ Oulun Energia. Laanilan ekovoimalaitos. <https://www.ouluenergia.fi/energia-ja-ymparisto/energiantuotanto/voimalaitokset/laanilan-ekovoimalaitos>. Viitattu 13.5.2016.

kaasumoottorissa lämmön ja sähkön tuottamiseksi tai jalostaa liikennepolttoaineeksi.⁷² Biokaasun raaka-aineeksi soveltuvat monenlaiset biomassat, jotka voivat olla maatalouden, yhdyskuntien tai teollisuuden jätteitä tai sivutuotteita. Biokaasulaitokset voivat toimia märkinä tai kuivina prosesseina ja olla joko jatkuvatoimisia tai panostoimisia.⁷³

3.3.1 Biokaasun tuottaminen lannasta ja kasvibiomassasta

Maatiloilla biokaasua voidaan tuottaa mädättämällä lantaa tai rehua, kuten ruohokasveja, siemeniä, juureksia tai sokerijuurikkaan naatteja. Myös biojätteistä voidaan tehdä biokaasua. Suomessa on noin parikymmentä maatalouden biokaasulaitosta. Niiden pääasiallinen raaka-aine on lanta.⁷⁴

Syntyvän kaasun määrä riippuu käytetystä raaka-aineesta. Aines, jossa on vain vähän vettä ja paljon helposti hajoavaa orgaanista ainesta, tuottaa paljon kaasua. Raaka-aineen biokaasupotentiaali lasketaan usein sen kuiva-ainepitoisuuden mukaan, koska eri aineiden kosteuspitouksissa on suuria eroja. Esimerkiksi lietelannassa kuiva-ainetta on noin 5–8 %, kun apilasäilörehussa sitä on noin 35 %. Mädätyksessä syntyvä mädätysjäännös on arvokasta lannoitus- ja maanparannusainetta. Sen ravintosisältö vaihtelee käytetyistä raaka-ainesta ja biokaasun tuotantoprosessista riippuen. Monet liukenemattomat orgaaniset aineet muuttuvat mädätyksessä pääosin liukeneviksi, jolloin ne ovat helpommin kasvien käytettävissä. Muun muassa suuri osa mädätettävän materiaalin valkuaisaineisiin sitoutuneesta tyypestä muuttuu prosessissa liukoiseksi ammoniumtypeksi. Jos on tarpeen erottaa fosforia ja tyypeä sisältävät ainekset, mädätysjäännös voidaan erotella kiinteään ja nestemäiseen osaan, koska fosfori jää pääosin kiinteään ja typpi nestemäiseen ainekseen.⁷⁵

Karjanlantojen metaanin tuottoarvot eivät ole kovin korkeita, koska eläimet ovat jo hyödyntäneet pääosan helposti hajoavasta orgaanisesta aineksesta ja lantaan jäävät heikommin hajoavat ainekset. Kuitenkin lanta on hyvä biokaasun lähde, koska sitä muodostuu karjatiloilta suuria määriä tasaisesti ja se on tasalaatuista, sisältää useimmat prosessissa tarvittavat ravinteet ja tasaa hyvin pH:n muutoksia. Eri eläinlajien lanta tuottaa erilaisia määriä metaania, koska niitä ruokitaan erilaisilla rehuilla ja ne hyödyntävät ravintonsa eri tavoin. Myös lantatyypin vaikutus metaanintuottoon. Lietelannassa on usein paljon vettä, kun taas kuivalannat ovat kiinteitä ja niissä on korkea kuiva-ainepitoisuus. Lantatyypin vaikutus laitostyyppin valintaan.⁷⁶

Biokaasulaitoksissa käytettävät kasvibiomassat voivat olla joko varta vasten energiantuotantoon kasvatettuja, niin sanottuja energiakasveja tai kasvintuotannon sivutuotteita tai jätteitä. Suomessa potentiaalisin energiakasvi on nurmi. Nurmiviljelyn lisääminen energiantuotantoon voisi tehostaa eri kasvien viljelykiertoja johonkin tiettyyn tuotantoon erikoistuneilla tiloilla, jolloin peltojen kasvuolot säilyisivät parempina. Myös jäteperuna ja rypsijäte voivat soveltua energiantuotantoon. Kasvibiomassojen hyödynnettävyys ja metaanintuotto riippuu niiden ominaisuuksista, kuten kuiva- ja orgaanisen aineksen suhteesta ja kuitujen ominaisuuksista. Mitä korsiintuneempaa kasvimassa on, sitä vähemmän se tuottaa kaasua. Energiakasveina on tutkittu

⁷² Motiva. 2013. Biokaasun tuotanto maatilalla.

⁷³ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. (toim.). 2015. Biokaasuteknologia. Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen. Suomen biokaasuyhdistys ry. Hämeen ammattikorkeakoulu. HAMKin e-julkaisuja 36/2015.

⁷⁴ Motiva. 2013. Biokaasun tuotanto maatilalla.

⁷⁵ Motiva. 2013. Biokaasun tuotanto maatilalla.

⁷⁶ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. (toim.). 2015. Biokaasuteknologia. Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen. Suomen biokaasuyhdistys ry. Hämeen ammattikorkeakoulu. HAMKin e-julkaisuja 36/2015.

mm. nurmirehun, rehumaisiin ja ruokohelven käyttöä. Kasvimassojen metaanintuottoarvot ovat lantaa korkeampia, koska ne sisältävät enemmän orgaanista ainetta. Lisäämällä biokaasulaitokseen kasvimassaa lannan lisäksi voidaan metaanintuotantoa nostaa merkittävästikin.⁷⁷

Maatilakohtaisissa laitoksissa biokaasua tuotetaan pääosin oman tilan lannoista, kasvintuotannon jätteistä ja sivuvirroista, ja mädätysjäätös hyödynnetään lannoitteena. Maatilat ovat perustaneet myös yhteisiä laitoksia. Lisäksi on kaupallisia laitoksia, jotka ostavat raaka-aineen eri tuottajilta.⁷⁸ Maatilakohtaisen laitoksen pitää olla riittävän suuri, jotta se voi toimia kannattavasti ja jotta laitoksella voidaan hyödyntää koeteltua kaupallista tekniikkaa sähkön ja lämmön yhteistuotantoon. Mikäli laitoksella käsitellään ainoastaan oman tilan raaka-ainetta, tilan minimikooksi on arvioitu noin 100 lypsävää lehmää, 1000 lihasikaa tai 60 000 broileria. Jos tilalla käsitellään myös ulkopuolista raaka-ainetta tai oman tilan kasviperäistä biomassaa, voi tilan koko olla pienempi. Jos biokaasu hyödynnetään vain lämmön tuotantoon, ei energian tuotantotekniikka aseta rajoitteita tilan koolle. Kannattavuuden edellytykset pienillä maatiloilla eivät ole kuitenkaan ole niin suotuisat kuin suurilla tiloilla.⁷⁹

Biokaasun tuotantolaitosten rakentamiseen ja käyttöön on mahdollista saada tukia eri lähteistä. Energia-markkinaviraston syöttötariffin tarkoituksena on synnyttää energiaa sähköverkkoon tuottavia yli 100 kVA:n biokaasulaitoksia. Verkkoon syötetylle sähkölle taataan minimiostohinta 83,50 €/MWh. Jos myös lämpö käytetään hyödyksi, maksetaan lisäksi 50 €/MWh lämpöpremiota. Tukea maksetaan 12 vuoden ajan ja enintään haetulle tuotantomäärälle. Lisäksi maa- ja metsätalousministeriö myöntää tukia maatilan rakennusinvestointeihin. Tukea voidaan myöntää maatilalle tai maatilojen yhteenliittymälle, joka tuottaa energiaa omaan käyttöön. Maksimiteho saa olla 250 kW.⁸⁰

Lumijoella oli 2017 yhteensä 20 nautakarjatilaa ja kolme siipikarjatilaa. Sikatiloja ei ole lainkaan. Nautaeläinten lukumäärä oli yhteensä 2 173 ja siipikarjan 2 247.⁸¹ Biokaasun tuotantopotentialin arvioinnissa on käytetty seuraavan taulukon mukaisia lannantuotantomääriä (Taulukko 10). Lypsy- ja emolehmiä osalta on otettava huomioon, että niitä todennäköisesti laidunnetaan 3–4 kuukautta vuodessa, joten taulukon lantamääristä saadaan niiden osalta talteen noin 70 %.

⁷⁷ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. (toim.). 2015. Biokaasuteknologia. Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen. Suomen biokaasuyhdistys ry. Hämeen ammattikorkeakoulu. HAMKin e-julkaisu 36/2015.

⁷⁸ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. (toim.). 2015. Biokaasuteknologia. Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen. Suomen biokaasuyhdistys ry. Hämeen ammattikorkeakoulu. HAMKin e-julkaisu 36/2015.

⁷⁹ Hagström, M., Vartiainen, E. & Vanhanen, J. 2005. Biokaasun maatilatuotannon kannattavuusselvitys. Gaia Group Oy.

⁸⁰ Åkerlund, F. Biokaasulaitosten tukijärjestelmät Suomessa. Motiva Oy.

⁸¹ Luonnonvarakeskus. Kotieläinten lukumäärä 1.4. ja 1.5.

http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_02%20Maatalous_04%20Tuotanto_12%20Kotielainten%20lukumaara/02_Kotielainten_lukumaara_kevalla_kunta.px/?rxid=dc711a9e-de6d-454b-82c2-74ff79a3a5e0. Viitattu 5.11.2020.

Taulukko 10. Eri tuotantoeläinten lannantuotanto vuodessa.⁸²

	Lannantuotanto, kg/v orgaanista kuiva-ainetta (VS)
Lypsylehmät	1700
Emolehmät	1400
Sonnit	625
Hiehot	350
Vasikat	150
Karjut ja emakot	250
Lhasiat	75
Munivat kanat ja broilerit	4,5

Eläinmäärän perusteella arvioidut energiapotentialit on esitetty taulukossa alla (Taulukko 11). Kun laskennassa huomioidaan kaikki Lumijoen tuotantoeläimet, lantaa voitaisiin saada talteen vuodessa noin 1 300 tonnia, joka on käytännössä kokonaan nautakarjan lantaa. Laskennassa on kaasuntuotantomäärinä käytetty naudanjä- ja siipikarjanlannalle $400 \text{ m}^3/\text{t}^{83}$, joten kokonaislantamäärästä voitaisiin tuottaa biokaasua noin $0,5 \text{ milj. m}^3$. Biokaasun lämpöarvo on $4,4\text{--}7,4 \text{ kWh/m}^3$.⁸⁴ Laskelmissa on käytetty lämpöarvona 6 kWh/m^3 . Näin ollen biokaasun energiapotentiali olisi Lumijoella vuodessa noin 3 GWh.

Taulukko 11. Lumijoen eläintilojen ja eläinten lukumäärä, vuotuinen lannantuotanto sekä potentiaaliset biokaasu- ja energiamäärät.

Eläin	Eläinten lkm.	Tilojen lkm.	Lannantuotanto (t)	Kaasuntuotanto (m^3)	Energiasisältö (MWh)
Nautaeläimet	2 173	20	1 259	503 412	3 020
Siat	0	0	0	0	0
Siipikarja	2 247	3	10	4 045	24
Yhteensä	4 420	73	1 269	507 457	3 045

Myös hevosenlantaa voidaan käyttää energiapotentialissa. Se voidaan joko mädättää biokaasuksi tai polttaa sellaisenaan. Tässä tarkastellaan hevosenlannan käyttöä vain biokaasun raaka-aineena.

Hevosen kuivikelantaa syntyy vuosittain noin 12 m^3 hevosta kohden.⁸⁵ Hevosenlanta eroaa lietelannasta merkittävästi siten, että sen koostumuksesta 50-80 % on kuivikkeita (sahan- tai kutterinpurua, turvetta tai olkia).⁸⁶ Hevosenlannan biokaasun tuottokyky riippuu voimakkaasti käytetystä kuivikemateriaalista.

⁸² Hagström, M., Vartiainen, E. & Vanhanen, J. 2005. Biokaasun maatilatuotannon kannattavuus selvitys. Gaia Group Oy.

⁸³ Hagström, M., Vartiainen, E. & Vanhanen, J. 2005. Biokaasun maatilatuotannon kannattavuus selvitys. Gaia Group Oy.

⁸⁴ Motiva. 2010. Polttoaineiden lämpöarvot, hyötysuhteet ja hiilidioksidin ominaispäästökertoimet sekä energian hinnat. 19.4.2010.

⁸⁵ Tampio, E., Virkkunen, E., Heikkinen, P., Hietaranta, M. & Saastamoinen, M. 2014. Hevosenlanta tuottaa biokaasua. Maataloustieteen päivät 2014.

⁸⁶ Rantala, T. & Viljakainen, A-L. 2010. Esiselvitys maa- ja hevostalouden sivutuotteiden hyödyntämismahdollisuuksista Pohjois-Savossa. Nurmirehu, maatalousmuovit, hevosenlanta, olki. Savonia ammattikorkeakoulu.

Puupohjaiset kuivikkeet tuottavat heikosti kaasua, kun taas esimerkiksi olkikuiviketta käytettäessä kaasuntuotto voi olla merkittävästi parempi, koska olki itsessään tuottaa melko hyvin metaania. Hevosenlannan metaanin tuottokyky on vaihdellut ulkomaisissa tutkimuksissa kuivikemateriaalin määrästä ja laadusta riippuen välillä 40–170 m³/t kuiva-ainetta. Suomalaisessa tutkimuksessa purukuivitetun lannan metaanintuotoksi todettiin keskimäärin 70 m³ kuiva-ainetonna eli 19,6 m³ tuoretta lantatonnia kohti.⁸⁷

Lumijoella oli vuonna 2016 yhteensä 71 hevosta ja 8 ponia.⁸⁸ Laskelmassa on oletettu, että hevonen tuottaa lantaa 12 t/v ja poni 6 t/v, ja lanta painaa keskimäärin 375 kg/t.⁸⁹ Metaanintuotantokykyä on käytetty edellisessä kappaleessa esitettyä, suomalaisessa tutkimuksessa havaittua arvoa. Metaanin lämpöarvo on 10 kWh/m³.⁹⁰ Näihin oletuksiin perustuvan laskelman mukaan Lumijoen hevosenlannan tuottaman biokaasun energiasisältö olisi 66 MWh/v (Taulukko 12). Hevosenlannan energiantuotantopotentiaali on vain noin 2 % muun karjanlannan potentiaalista.

Taulukko 12. Lumijoen hevosten tuottaman lannan biokaasun- ja energiantuotantopotentiaali.

Eläin	Eläinten lkm.	Lannantuotanto (t)	Metaanin tuotanto (m ³)	Energiasisältö (MWh)
Hevoset	71	320	6 262	63
Ponit	8	18	353	4
Yhteensä	79	338	6 615	66

Nurmikasvit sopivat hyvin biokaasuntuotannon raaka-aineiksi, ja niitä käytetäänkin jo nykyään usein tehostamaan kaasuntuottoa pääsyötteenä olevan karjanlannan ohella maatilojen biokaasulaitoksissa. Suurin osa biokaasuntuotantoon käytettävästä kasvimassasta lienee tällä hetkellä ylijäämä- tai pilaantunutta rehua. Energiantuotantoon käytettävissä olevien, nurmikasvien biomassamäärien arvioinnissa on otettava huomioon, että karjatiloilta nurmiala pyritään mitoittamaan siten, että nurmista saadaan vähintään tilan rehuntarvetta vastaava sato. Vuosittainen sadon vaihtelu tuottaa toisinaan suuremman sadon kuin on tarvetta, jolloin ylijäämä-sato voitaisiin hyödyntää biokaasulaitoksen syötteeksi. Lisäksi jo nyt luonnonhoitopellot, viherkesannot ja suojakaistat tarjoavat hyvän raaka-ainelähteen biokaasuntuotantoon. Oletettavasti nurmien satoisuutta olisi mahdollista nostaa, jos siihen on riittävät kannustimet.⁹¹

Nurmikasvien satomääriä ei tilastoida samalla tarkkuudella kuin esimerkiksi viljojen. Sadon arviointi on hankalaa, koska niittokertoja voi olla kesässä useita ja rehun kosteuspiitoisuus voi vaihdella. Nurmikasvien bioenergian tuotantopotentiaalin arvioinnissa voidaan hyödyntää tietoa, että Suomen lyhyessä kasvukaudessa nurmialan tarve on 0,6-1,0 ha/laiduntava eläinyksikkö.⁹² Lumijoella nurmialaa on tätä enemmän, joten

⁸⁷ Tampio, E., Virkkunen, E., Heikkinen, P., Hietaranta, M. & Saastamoinen, M. 2014. Hevosenlanta tuottaa biokaasua. Maataloustieteen päivät 2014.

⁸⁸ Toiminnanjohtaja Aune Huttunen, Oulun Hevosjalostusyhdistys ry. Kirjallinen tiedonanto 6.9.2016.

⁸⁹ Kauppinen, P. 2005. Hevosenlannan hyötykäytön mahdollisuudet. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Bioenergiakeskuksen julkaisusarja nro 12.

⁹⁰ Suomen kaasuyhdistys ry. 2010. Maakaasukäsikirja. Marraskuu 2010.

⁹¹ Niemeläinen, O. Nurmialueiden potentiaalinen biomassa bioenergian tuotantoon Euroopassa. Julkaisussa: Pahkala, K. & Lötjönen, T. 2015. Peltobiomassat tulevaisuuden energiareсурssina. Luonnonvarakeskus. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 55/2015: 43-54.

⁹² Niemeläinen, O. Nurmialueiden potentiaalinen biomassa bioenergian tuotantoon Euroopassa. Julkaisussa: Pahkala, K. & Lötjönen, T. 2015. Peltobiomassat tulevaisuuden energiareсурssina. Luonnonvarakeskus. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 55/2015: 43-54.

nurmikasveista on hyvin todennäköisesti mahdollista saada ylijäämää. Kasvibiomassojen energiantuotantopotentiaalia voidaan arvioida seuraavan taulukon tietojen perusteella (Taulukko 13).

Taulukko 13. Eräiden peltoviljelykasvien biomassojen potentiaaliset hehtaarikohtaiset metaani- ja energiasaannot.⁹³

Kasvi	Metaanisaanto (m ³ CH ₄ /ha)	Energiasaanto (MWh/ha)
Heinäseos	2490–2840	24–28
Ruokohelpi	2970–3300	29–32
Kauran olki	580	6
Rypsin olki	440	4

Lumijoen peltojen käytön jakautuminen biokaasuntuotantoon soveltuvien viljelykasvien viljelyalaan ja kesantoon ja karkea laskelma peltobiomassan teoreettinen energiapotentiaali biokaasuntuotannossa on esitetty taulukossa alla. Tämän yksinkertaisen laskentatavan perusteella Lumijoella voitaisiin tuottaa noin 21 GWh biokaasua kasvibiomassoista (Taulukko 14). Suuruusluokka on sama, kuin jos olki ja ruokohelpi hyödynnettäisiin suoraan polttamalla (ks. luku 4.2). Koska oljet ja ruokohelpi voidaan joko polttaa tai mädättää biokaasuksi, niiden hyödyntämismahdollisuuksien kannattavuutta ja muita vaikutuksia tulisi arvioida erikseen tarkemmin. Näiden arvioiden perusteella karjanlannan ja kasvibiomassojen biokaasuntuotantopotentiaali olisi yhteensä noin 24 GWh.

*Taulukko 14. Biokaasun raaka-aineiden (nurmirehu, viljan olki, ruokohelpi) tuotantoon soveltuva peltoala Lumijoella ja energiasaannot yhteensä.**

Pellon käyttö	Viljelyala, ha	Energiasaanto keskimäärin (MWh/ha)	Energiasaanto yhteensä, MWh
Viljakasvit	2479	6	10412
Rehunurmet	1812	26	4711
Muut nurmet	1234	24	2962
Kesanto	92	30,5	2806
Yhteensä	5617		20891

* Kasvien keskimääräiset energiasaannot on laskettu taulukon 15 arvoista vaihteluvälien keskiarvoina. Laskelma on oletettu, että kesannot voitaisiin hyödyntää ruokohelven viljelyssä ja viljakasvien viljelystä syntyvästä oljesta 70 % käytettäisiin biokaasuntuotantoon. Nurmikasvien osalta on oletettu, että rehunurmisadosta 10 % ja muiden nurmien sato kokonaan käytettäisiin biokaasuntuotantoon.

3.3.2 Biokaasun tuottaminen jätevesistä

Myös yhdyskuntajätevesien lietteistä voidaan tuottaa biokaasua. Useimmiten biokaasua tuotetaan jätevedenpuhdistamojen yhteyteen rakennetuissa mädättämöissä, mutta joissain tapauksissa lietteitä kuljetetaan muihin biokaasulaitoksiin käsiteltäväksi. Kaikki jäteveden puhdistusprosessien eri vaiheissa syntyvät lietteet sopivat biokaasun raaka-aineiksi. Jätevesilietteet ovat hyvin vesipitoisia, niiden kuiva-ainepitoisuus on vain noin 1 %. Siksi lietettä on tiivistettävä ja sakeutettava ennen se johtamista biokaasureaktoriin. Mädättämöillä

⁹³ Lehtomäki, A., Lampinen, A. & Rintala, J. 2003. Peltobiomassoista puhdasta kotimaista kaasua. *Kemia* 30(8): 34-35.

lietteen kuiva-ainepitoisuuden mediaani on ollut 4 %, mihin voidaan päästä lietteen laskeuttamisella. Pitoisuuksien olisi kaasuntuotantoprosessin kannalta kuitenkin hyvä olla korkeampia, noin 10–15 %. Tähän voidaan päästä mekaanisilla käsittelyillä, kuten rumputiivistimillä tai lingoilla. Jos lietettä pitää kuljettaa muualle, sen kuiva-ainepitoisuuden olisi hyvä olla 20–25 %.⁹⁴

Lumijoen jätevedet johdetaan Kempeleeseen Lakeuden keskuspuhdistamolle, jossa käsitellään myös Kempeleen, Tyrnävän, Limingan, Hailuodon ja entisen Oulunsalon kunnan jätevedet. Puhdistamo on aktiivilielaitos jälkisaostuksella, jota on tehostettu etusaostuksella. Laitoskäsittelyn jälkeen vedet jälkikäsitellään kosteikkokentällä ennen vesistöön johtamista. Tällä hetkellä Lakeuden puhdistamon lietteitä ei hyödynnetä biokaasun tuotannossa, vaan ne kompostoidaan turpeen kanssa asfaltoidulla kompostikentällä. Vuonna 2014 puhdistamolle johdettiin yhteensä noin 1,8 milj.m³ jätevettä. Tästä määrästä Lumijoen osuus oli noin 70 000 m³ eli vain 4 %.

Hajoavan orgaanisen aineksen määrää jätevedessä kuvaa BOD-luku. Ympäristöhallinnon VAHTI-tietojärjestelmän mukaan jäteveden mukana Lakeuden keskuspuhdistamolle on tullut orgaanista ainesta vuosina 2010–2015 keskimäärin 561 650 kg/v ja puhdistettuun jäteveeseen orgaanista ainetta on jäänyt 11 338 kg/v. Näin ollen lietteeseen on jäänyt orgaanista ainesta keskimäärin 550 312 kg/v.⁹⁵

Yksi kilogramma orgaanista ainetta jätevedessä tuottaa biokaasua 450–500 litraa päivässä.⁹⁶ Laskelmassa on käytetty biokaasun tuotantopotentiaalina näiden keskiarvoa 475 l/d. Lisäksi on oletettu, että biokaasun tuotannossa voidaan hyödyntää laitoksen prosessissa lietteeseen jäävä orgaaninen aines. Laskelma jätevedestä saatavan biokaasun energiantuotanto potentiaalista on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 15). Laskelmissa on käytetty biokaasun lämpöarvona 6 kWh/m³. Näin ollen biokaasun energiantuotantopotentiaali olisi Lakeuden keskuspuhdistamon jätevesissä yhteensä vuodessa noin 1568 MWh. Tästä Lumijoen jätevesien osuus on vain 60 MWh.

Taulukko 15. Lakeuden keskuspuhdistamolla syntyvien jätevesilietteiden biokaasun ja energiantuottopotentiaali ja Lumijoen jätevesien osuus biokaasun energiasällöstä.

Laitokselle tu- leva orgaaninen aines, kg/v	Laitokselta läh- tevä orgaaninen aines, kg/v	Lietteeseen jäävä orgaani- nen aines, kg/v	Biokaasun tuotto, l/kg kuiva-ainetta d	Kaasu- määrä, m ³ /v	Energia-si- sältö, MWh/v	Lumijoen jätevesien osuus. MWh/v
561650	11338	550312	475	261398	1568	62

3.3.3 Muiden jätteidien energiahyödyntäminen

Lumijoki kuuluu Kiertokaari Oy:n (aiemmin Oulun Jätehuolto) jätehuollon toimialueeseen. Vuoden 2018 loppuun saakka jätehuollon yhteistyöalueeseen kuului yhteensä 13 kuntaa (Hailuoto, Ii, Kempele, Liminka, Lumijoki, Muhos, Oulu, Pudasjärvi, Raahe, Siikajoki, Simo, Tyrnävä ja Utajärvi). Em. kuntien yhteenlaskettu

⁹⁴ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. (toim.). 2015. Biokaasuteknologia. Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen. Suomen biokaasuyhdistys ry. Hämeen ammattikorkeakoulu. HAMKin e-julkaisuja 36/2015.

⁹⁵ Ympäristöhallinto. VAHTI-tietojärjestelmä. Viitattu 16.5.2016.

⁹⁶ Bachmann, N. 2015. Sustainable biogas production in municipal wastewater treatment plants. Energy Technology Network. IEA Bioenergy.

asukasmäärä on noin 300 000. Vuoden 2019 alusta Liminka, Tyrnävä, Muhos ja Utajärvi erosivat yhteistyöstä, mutta laskelmat on tehty aiemman 13 kunnan yhteistyön perusteella.

Kiertokaarella ei ole kuntakohtaisia tilastoja kerätyn polttokelpoisen ja biojätteen määristä, mutta ne voidaan arvioida asukaslukujen mukaan kerätyn jätteen kokonaismääristä. Vuonna 2014 polttokelpoista jätettä kertyi silloisen toimialueen kunnista yhteensä 57 769 960 kg ja biojätettä 10 773 880 kg. Kuntien kokonaisasukasmäärä oli tuolloin noin 291 000, kun Siikajoki ei vielä silloin kuulunut jätehuoltoyhteistyön piiriin.⁹⁷

Kiertokaaren toimialueen kunnista kerätty polttokelpoinen jäte poltetaan energiaksi ekovoimalaitoksella Laanilassa Oulussa. Vuonna 2014 voimalaitos tuotti energiaa yhteensä 374,5 GWh. Jätepolttolaitosta käytettiin yhteensä 131 062 t, jolla tuotettiin 342,4 GWh eli 91 % kaikesta energiasta. Jätteestä noin 44 % kerättiin Kiertokaaren toimialueelta ja loput muualta Pohjois-Suomesta. Jätteen lisäksi käytettiin Kemiran tehtaiden ylijäämäprosessikaasua 29,3 GWh ja kevyttä polttoöljyä 2,8 GWh. Kokonaistuotannosta sähkön ja prosessihöyryn osuus oli 93 % ja kaukolämmön 7 %. Polttoaineena käytetty yhdyskuntajäte on lähinnä kotitalouksista peräisin olevaa polttokelpoista sekajätettä, teollisuusjätettä sekä kierrätyspuuta.⁹⁸

Kuntien jätehuoltomääräysten mukaan kiinteistön on järjestettävä biojätteen erilliskeräys, jos siinä on vähintään neljän taloutta tai jos kiinteistössä toimii ruokala, elintarvikemyymälä tai vastaava. Omakotitalot ja alle neljän talouden kiinteistöt voivat kompostoida biojätteensä itse.⁹⁹ Erilliskerätty biojäte toimitetaan mädätettäväksi Ruskon jätekeskuksen alueella toimivan Gasum Oy:n biokaasulaitokseen. Laitos käsittelee puhdistamolietteitä, elintarviketeollisuuden sivuvirtoja sekä erilliskerättyä ja pakkauksellisia biojätteitä, joita varten laitoksella on oma esikäsitteilylinja. Laitoksen hygienisoitu käsittelyjännös käytetään maataloudessa lannoitevalmisteena. Laitoksen käsittelykapasiteetti on 60 000 t vuodessa biohajoavia jätteitä ja lietteitä. Laitos tuottaa biokaasua noin 35 GWh/v.¹⁰⁰ Kaasut pumpataan kaasuasemalle, josta ne ohjataan joko suoraan teollisuuteen ja mikroturbiineille tai puhdistuksen jälkeen teollisuusasiakkaille, mikroturbiineille sekä Ruskon biokaasun tankkausasemalle.¹⁰¹

Jos oletetaan, että em. jättekertymät jakautuvat tasan 13 kunnan asukaslukujen mukaan, Lumijoen kerättiin vuonna 2014 polttokelpoista jätettä yhteensä 410 tonnia. Sen energiasisältö oli polttolaitoksessa 1,1 GWh, mikä on vain alle 0,5 % jätteellä Laanilan laitoksella tuotetun energian kokonaismäärästä. Ympäristöministeriön julkaisun mukaan keskimäärin 52 % kaikesta energiajätteestä on uusiutuvaa (poislukien muovit ja epäpuhtaudet, kuten biojäte)¹⁰², joten Lumijoelta kertyvästä polttokelpoisesta jätteestä uusiutuvien osuus on energiana 0,6 GWh.

⁹⁷ Jätehuoltoneuvoja Mari Juntunen, Oulun Jätehuolto. Kirjallinen tiedonanto 20.5.2016.

⁹⁸ Oulun Energia. 2014. Laanilan ekovoimalaitoksen ympäristövuosiraportti 2014. 27.2.2015.

⁹⁹ Oulun kaupunki, yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut. 2014. Jätehuoltomääräykset. Hailuoto, Kempele, Liminka, Lumijoki, Oulu, Muhos ja Tyrnävä. https://www.ouka.fi/documents/64417/3974249/J%C3%A4tehuolto-%C3%A4r%C3%A4ykset_2014.pdf/4e12c11b-ecb4-4f72-b1f4-c1509f85cebe.

¹⁰⁰ Gasum Oy. Oulun biokaasulaitos. <https://www.gasum.com/kaasusta/biokaasu/biokaasulaitokset/oulu-biokaasulaitos/>. Viitattu 5.11.2020.

¹⁰¹ Kiertokaari Oy. Ruskon biokaasu. <https://kiertokaari.fi/kotitaloudet/biokaasu/>. Viitattu 5.11.2020.

¹⁰² Salmenperä, H., Moliis, K. & Nevala, S-M. 2015. Jättemäärien ennakointi vuoteen 2030. Painopisteenä yhdyskuntajätteet ja kierrätystavoitteiden saavuttaminen. Ympäristöministeriö. Ympäristöministeriön raportteja 17/2015.

Biojätteestä osa jää Kiertokaaren toimialueella keräämättä, koska sitä on mahdollista kompostoida omakotitaloissa ja pienissä taloyhtiöissä. Sitä on arvioitu syntyvän keskimäärin 48 kg asukasta kohti vuodessa¹⁰³, joten tämän arvion mukaan Lumijoella syntyisi biojätettä yhteensä 100 t/v. Jos Kiertokaaren alueelta kerätty biojättemäärä jyvitetään tasan 13 kunnan kesken asukasmäärien mukaisesti, Lumijoelta kerättiin vuonna 2014 biojätettä arviolta 359 t eli noin kolme neljäsosaa kaikesta syntyvästä biojätteestä. Erilliskerätty biojäte kuljetetaan Ruskon biokaasulaitokseen käsiteltäväksi. Kun biojätteestä voidaan arvioida syntyvän metaania 0,06 kg eli 0,08 m³ biojättekiloa kohden¹⁰⁴ ja kun metaanin lämpöarvo on 10 kWh/m³¹⁰⁵, niin Lumijoelta kerätyn biojätteen energiantuotto oli biokaasun tuotannossa 0,06 GWh. Kompostoidun biojätteen energiantuotantopotentiaali biokaasulaitoksessa käsiteltynä olisi vain 0,02 GWh.

3.4 Tuulivoima

Lumijoella on toiminnassa yksi Lumituuli Oy:n omistama tuulivoimala. Voimala on valmistunut 2015, jolloin se korvasi vuosituhannen vaihteessa valmistuneen pienemmän voimalan. Voimalan teho on 2 MW ja vuosituotanto noin 5,5 – 7,0 GWh.¹⁰⁶

Suomen Tuulivoimayhdistyksen hankelistauksessa Lumijoelle on merkitty yksi esiselvitysvaiheessa oleva tuulivoimahanke (Selkämatala/Nälkämatala, Pakastuuli Oy). Hankekehittäjä on ilmoittanut tavoittelevansa 2-3 voimalan rakentamista. Tuulivoimaloiden yhteisteho olisi 6 MW.¹⁰⁷ Hanke on ollut vireillä pitkään eikä sen etenemisestä ole tietoa.

Pohjois-Pohjanmaan ja Keski-Pohjanmaan manneralueen tuulivoimaselvityksen (2011) mukaan Lumijoella olisi laskennalliselta teholtaan yhteensä 98 MW:n edestä hyödyntämiskelpoista tuulivoimaa neljällä eri tuotantoalueella (Kuva 21).¹⁰⁸ Selvitys on jo melko vanha, ja tuulivoimaloiden koot ja tehot ovat kasvaneet merkittävästi, joten potentiaali lienee todellisuudessa raportin arvioita suurempi. Tämän arvion perusteella tuulivoiman tuotantopotentiaali Lumijoella olisi noin 260 GWh vuodessa.

Pohjois-Pohjanmaan liitolla on parhaillaan meneillään Kestävä tuulivoimarakentaminen Pohjois-Pohjanmaalla (TUULI -hanke), jossa tuotetaan uutta tietoa Pohjois-Pohjanmaan alueen soveltuvuudesta tuulivoimatuotantoon ja etsitään ratkaisuja toimialan ympäristökysymysten ratkaisuun. Tavoitteena on arvioida Pohjois-Pohjanmaan tuulivoimapotentiaali sekä maakunnallinen näkemys tuulivoimarakentamiseen parhaiten soveltuvista alueista.¹⁰⁹

¹⁰³ Merilehto, K., Rytönen, T. & Tyni, A. 2004. Kiinteän yhdyskuntajätteen virrat. Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 728.

¹⁰⁴ Kiviluoma-Leskelä, L. 2010. Biokaasun tuottaminen ja hyödyntäminen Lappeenrannassa. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Teknillinen tiedekunta. Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Diplomityö.

¹⁰⁵ Suomen kaasuyhdistys ry. 2010. Maakaasukäsikirja. Marraskuu 2010.

¹⁰⁶ Lumituuli Oy. Lumijoki, Sähkö II. <https://www.lumituuli.fi/lumijoki-uusi-voimala>. Viitattu 27.10.2020.

¹⁰⁷ Suomen Tuulivoimayhdistys. Suunnittelussa olevat hankkeet. <https://tuulivoimayhdistys.fi/tuulivoima-suomessa/suunnittelussa-olevat-hankkeet>. Viitattu 27.10.2020.

¹⁰⁸ Pohjois-Pohjanmaan liitto. 2011. Pohjois-Pohjanmaan ja Keski-Pohjanmaan manneralueen tuulivoimaselvitys. Julkaisu B66.

¹⁰⁹ Pohjois-Pohjanmaan liitto. Tuuli-hanke. <https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/kehittaminen/omat-hankkeet/tuuli-hanke/>. Viitattu 27.10.2020.



Kuva 21. Potentiaaliset tuulivoiman tuotantoalueet Lumijoella ja naapurikunnissa.¹¹⁰

3.5 Aurinkoenergia

Aurinkoenergialla voidaan tuottaa lämpöä ja sähköä lähes ilman hiilidioksidipäästöjä, ja energia itsessään on ilmaista. Aurinkoenergiaa voidaan käyttää sekä lämmön- että sähköntuotannossa. Auringonsäteilystä voidaan ottaa talteen lämpöä aurinkokeräimillä tai sen sisältämää energiaa voidaan muuttaa sähköksi aurinkopaneeleilla. Tällöin puhutaan aurinkoenergian aktiivisesta hyödyntämisestä. Rakennusten lämmityksessä voidaan hyödyntää aurinkoenergiaa myös passiivisesti ilman erillisiä laitteita. Lämpöenergian saantia voidaan optimoida mm. rakennuksen sijoittamisella, arkkitehtuurilla ja erilaisilla rakenteilla.¹¹¹

Etelä-Suomessa vuotuinen säteily määrä vaakasoralle pinnalle on samaa suuruusluokkaa kuin Pohjois-Saksassa, lähes 1000 kWh/m², kun taas pohjoisimmassa Lapissa arvo on noin 700 kWh/m² (Kuva 22).¹¹² EU:n tutkimuslaitoksen Joint Research Centren laatiman aurinkoenergiatutkimuksen mukaan Pohjois-Pohjanmaan eteläosissa vastaava säteily määrä on noin 860 kWh/m² ja Oulun seudulla noin 840 kWh/m².¹¹³ Suomessa säteily keskittyy vahvemmin kesäkuukausille kuin Keski-Euroopassa, joten tuotanto vaihtelee meillä enemmän vuodenaikojen mukaan. Suuntaamalla keräimet ja paneelit 45 asteen kulmassa etelään päin voidaan

¹¹⁰ Pohjois-Pohjanmaan liitto. 2011. Pohjois-Pohjanmaan ja Keski-Pohjanmaan manneralueen tuulivoimaselvitys. Julkaisu B66.

¹¹¹ Motiva. 2014. Auringosta lämpöä ja sähköä.

¹¹² Joint Research Centre. Institute for Energy and Transport. Solar radiation and photovoltaic electricity potential country and regional maps for Europe. Finland. <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/cmmaps/eu/cmsaf/hor/G/hor/Fl.png>. Viitattu 19.8.2020.

¹¹³ European Commission. Joint Research Centre. Photovoltaic Geographical Information System. <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>. Viitattu 19.8.2020.

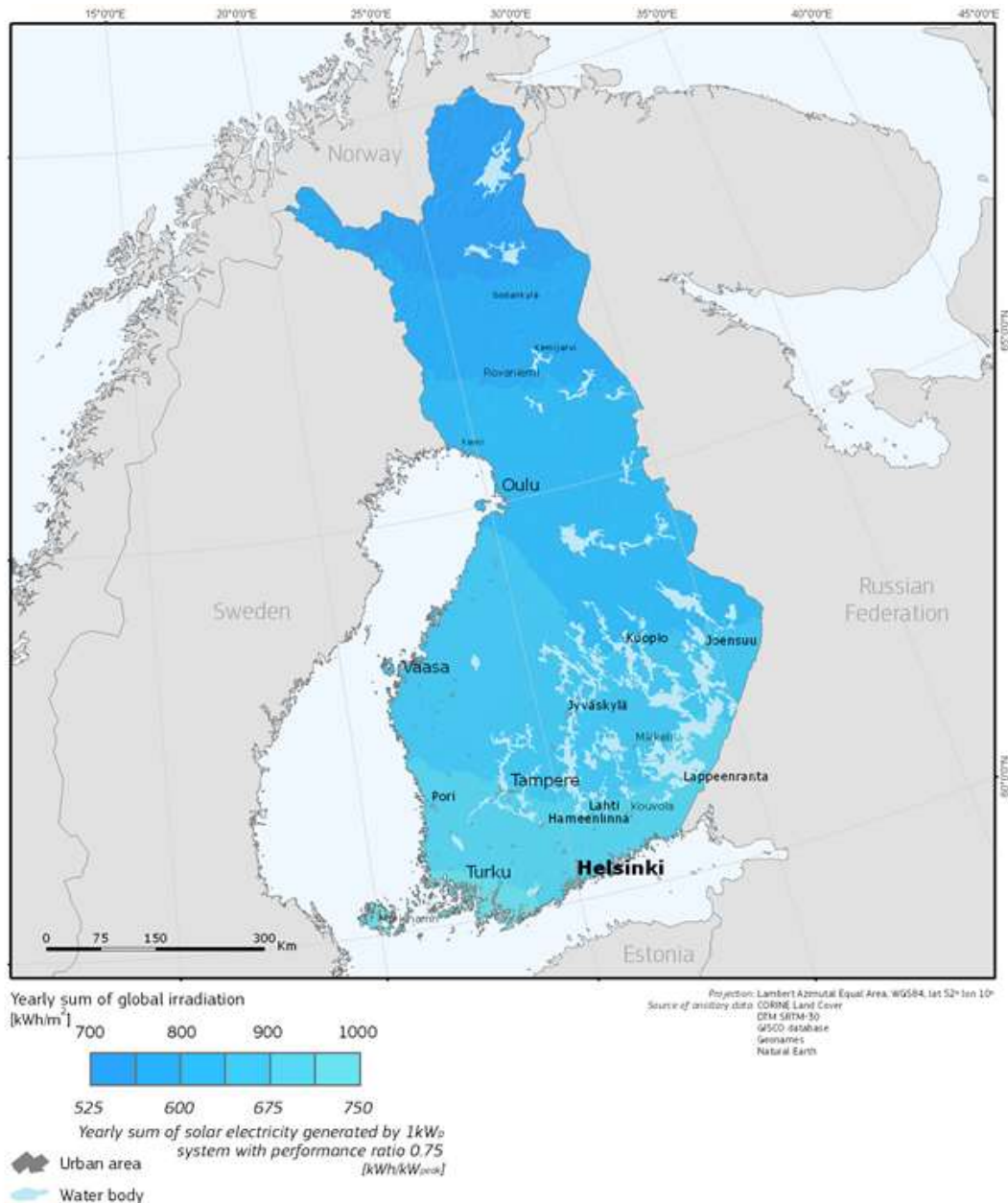
hyödynnettävän säteilyn määrää lisätä 20–30 % vuodessa verrattuna vaakasuoraan asennukseen.¹¹⁴ Pimeän vuodenajan takia aurinkoenergia ei luonnollisesti sovi Suomessa kiinteistöjen ainoaksi sähkön- ja lämmönlähteeksi, vaan aurinkoenergiaa voidaan hyödyntää osana niin sanottuja hybridienergiajärjestelmiä, joissa tarvittava energia tuotetaan usealla toisiaan tukevalla energijärjestelmällä.¹¹⁵

Aurinkoenergian tuotanto Suomessa on voimakkaassa kasvussa. Vuonna 2018 asennettujen aurinkopaneelin kokonaiskapasiteetti oli 140 MWp. Aurinkopaneelien kokonaiskapasiteetti on yli kymmenkertaistunut vuodesta 2014, jolloin kapasiteetti oli vain 12 MWp. Aurinkolämmön tuotantokapasiteetti puolestaan oli 66 000 m². Aurinkokeräinten kokonaispinta-ala on myös kasvanut, mutta huomattavasti hitaammin, melko tasaisesti noin 10 % vuodessa. Vuonna 2018 aurinkosähkön kokonaistuotanto 90 GWh ja aurinkolämmön 23 GWh.¹¹⁶

¹¹⁴ Motiva. Auringonsäteilyn määrä Suomessa. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/aurinkosahkon_perusteet/auringonsateilyn_maara_suomessa. Viitattu 12.8.2016.

¹¹⁵ Auvinen, K., Lovio, R., Jalas, M., Juntunen, J., Liuksiala, L., Nissilä, H. & Müller, J. 2016. FinSolar: Aurinkoenergian markkinat kasvuun Suomessa. Aalto-yliopisto. Johtamisen laitos. Aalto-yliopiston julkaisusarja Kauppa + Talous 1/2016.

¹¹⁶ Tilastokeskus. Energiavuosi 2018. 2.12. Aurinkoenergia. https://pxhopea2.stat.fi/sahkoiset_julkaisut/energia2019/html/suom0001.htm. Viitattu 27.10.2020.



Kuva 22. Auringonsäteilyn määrä vaakasuoralle pinnalle Suomessa.¹¹⁷

3.5.1 Aurinkosähkö

Aurinkosähkön tuottaminen perustuu auringon säteilyenergian hyödyntämiseen. Säteily koostuu fotoneista eli hiukkasista, jotka kuljettavat säteilyenergiaa. Aurinkokennoihin osuessaan fotonit luovuttavat energiansa kennojen materiaalin elektroneille, jotka muodostavat sähkövirtaa. Aurinkopaneelit muodostuvat sarjaan ja/tai rinnan kytketyistä aurinkokennoista, jotka koteloidaan paneelikehykseen ja jonka eteen asetetaan

¹¹⁷ Joint Research Centre. Institute for Energy and Transport. Solar radiation and photovoltaic electricity potential country and regional maps for Europe. Finland. http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/cmmaps/eu/cmsaf_hor/G_hor_FI.png. Viitattu 19.8.2020.

säteilyä läpäisevä suojalasi. Erilaisilla aurinkokennojen kytkennöillä saadaan muodostettua halutun suuruisen jännite ja virta. Aurinkopaneeli tuottaa tasasähköä, jota voidaan hyödyntää suoraan tasasähköä käyttävissä sähkölaitteissa, kuten kodinkoneissa tai valaistuksessa. Tämä on yleistä kohteissa, joita ei ole liitetty sähköverkkoon. Tasasähkö voidaan muuttaa vaihtosuuntaajan eli invertterin avulla vaihtosähköksi, jota voidaan hyödyntää vaihtosähköä käyttävissä laitteissa. Jos tasasähköä ei voida käyttää sen syntyhetkellä, se voidaan varastoida akkuihin. Sähköä voidaan syöttää myös verkkoon, mutta tuotettu sähkö kannattaa ensisijaisesti käyttää itse.¹¹⁸ Aurinkopaneelien nimellisteho ilmoitetaan piikkiwatteina (Wp). Se on määritetty laboratoriossa standardiolosuhteissa, joissa auringon säteily määrä on 1 000 W/m² ja kennon lämpötila 25 °C.¹¹⁹

Aurinkosähkö soveltuu erittäin hyvin pääosin kesäkäytössä oleville vapaa-ajan asunnoille, joissa sähköä tarvitaan lähinnä valaistukseen, kotitalouskoneiden käyttöön ja puhelinten ja tietokoneiden lataukseen. Tällaisissa tapauksessa aurinkosähkö voi riittää kiinteistön ainoaksi sähköenergian lähteeksi. Sähköistetyissä kiinteistöissä aurinkosähköllä voidaan korvata kesäaikaan osa ostosähköstä ja käyttää sitä esim. jäähdytykseen lämpöpumpulla tai lämminvesivaraajan lämmittämiseen.¹²⁰

Aurinkosähköjärjestelmän hankinta on kannattavinta kiinteistöissä, joissa sähkönkulutus on merkittävää kesäpäivinä. Hyviä kohteita ovat esim. liikerakennukset, joissa kylmälaitteet kuluttavat paljon sähköä vuodensajasta riippumatta.¹²¹ Aurinkosähköinvestoinnin kannattavuuteen vaikuttavat mm. järjestelmän hankintahinta ja teho, korvattavan sähköenergian ostohinta, kiinteistön energiankulutus, aurinkosähkön oman käytön osuus ja myyntihinta verkkoon, sijaintipaikka ja käyttöikä. Aalto-yliopiston selvityksen mukaan pientaloihin sopivien aurinkosähköjärjestelmien (nimellisteho 3–20 kWp) hankintahinta asennettuna on paneelin nimellistehoa kohti noin 1,6–2,5 €/Wp, ja tuotetun sähkön hinnaksi tulisi 30 vuoden käyttöajalla 7,3–11,6 snt/kWh. Isojen järjestelmien hinta jää alhaisemmaksi (1–1,6 €/Wp), ja myös tuotettu sähkö on halvempaa (3,3–5,3 snt/kWh).¹²² Näin ollen aurinkosähkö on edullisempaa verkkosähköön verrattuna. Kaikki tuotettu sähkö kannattaa pyrkiä käyttämään itse, koska sähköyhtiöt maksavat tuottajalle verkkoon syötetystä ylijäämästä yleensä vain sähkön tukkuhinnan 2–6 snt/kWh, josta voidaan vielä vähentää erilaisia kuluja (Kuva 23). Järjestelmien käyttöiät ovat hyvin pitkiä. Paneelien käyttöikä voi olla jopa 30–40 vuotta ja invertterien noin 15 vuotta. Aurinkosähköjärjestelmien hinnat ovat laskeneet jopa alle puoleen viimeisten vajaan 10 vuoden aikana.¹²³

¹¹⁸ Motiva. Aurinkosähkö. Aurinkosähkön perusteet. Auringosta sähköä. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/aurinkosahkon_perusteet/auringosta_sahkoa. Viitattu 19.8.2020.

¹¹⁹ Motiva. Aurinkosähkö. Järjestelmän valinta. Aurinkosähköjärjestelmän teho. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/jarjestelman_valinta/aurinkosahkojarjestelman_teho. Viitattu 19.8.2020.

¹²⁰ Auvinen, K., Lovio, R., Jalas, M., Juntunen, J., Liuksiala, L., Nissilä, H. & Müller, J. 2016. FinSolar: Aurinkoenergian markkinat kasvuun Suomessa. Aalto-yliopisto. Johtamisen laitos. Aalto-yliopiston julkaisusarja Kauppa + Talous 1/2016; Motiva. Aurinkosähkö. Järjestelmän valinta. Aurinkosähkön yhdistäminen muihin energiajärjestelmiin. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/jarjestelman_valinta. Viitattu 19.8.2020.

¹²¹ Motiva. Aurinkosähkö. Järjestelmän valinta. Aurinkosähkön yhdistäminen muihin energiajärjestelmiin. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/jarjestelman_valinta/aurinkosahkon_yhdistaminen_muihin_energiajarjestelmiin. Viitattu 19.8.2020.

¹²² Auvinen, K., Lovio, R., Jalas, M., Juntunen, J., Liuksiala, L., Nissilä, H. & Müller, J. 2016. FinSolar: Aurinkoenergian markkinat kasvuun Suomessa. Aalto-yliopisto. Johtamisen laitos. Aalto-yliopiston julkaisusarja Kauppa + Talous 1/2016.

¹²³ Auvinen, K., Lovio, R., Jalas, M., Juntunen, J., Liuksiala, L., Nissilä, H. & Müller, J. 2016. FinSolar: Aurinkoenergian markkinat kasvuun Suomessa. Aalto-yliopisto. Johtamisen laitos. Aalto-yliopiston julkaisusarja Kauppa + Talous 1/2016.



Kuva 23. Sähkön osto- ja myyntihinnan rakenne ja mittakaava hyödyistä, joita syntyy vältettäessä sähkön osto verkosta ja myytessä itse tuotettua sähköä verkkoon.¹²⁴

Aurinkosähköjärjestelmiin investoivat erityisesti kotitaloudet ja yritykset, joiden sähkö kulutushuippu ajoittuu samaan ajankohtaan kuin aurinkosähkön tuotantohuippu. Aurinkosähköjärjestelmien osalta voidaan odottaa edelleen merkittävää kasvua. Suomessa on huomattava potentiaali aurinkosähkön tuotannolle. Jo pelkästään kattopinta-aloja hyödyntäen kapasiteetti on 14 GW, ja lisäksi aurinkosähköä voidaan tuottaa maa-aloilla sekä hajautetusti että suurempina järjestelminä. Tila ei rajoita aurinkosähkön tuotannon kehittymistä, vaan rajoitukset liittyvät muihin tekijöihin kuten kannattavuuteen sekä kulutuksen ja tuotannon kohtaamiseen.¹²⁵

3.5.2 Aurinkolämpö

Aurinkolämpöjärjestelmä soveltuu hyvin osaksi muuta lämmitysjärjestelmää, jolloin aurinkolämmöllä korvataan ostoenergiaa tai varastoidaan lämpöä. Auringolla lämmitetään tavallisimmin käyttövettä, mutta aurinkolämpö voidaan helposti liittää myös vesikiertoisiin lämmitysjärjestelmiin.¹²⁶

Aurinkokeräimissä käytetään väliaineena nestettä tai ilmaa, joihin auringonsäteilyn energia varastoituu. Väliaineen mukana lämpö voidaan johtaa suoraan kulutukseen tai siirtää varaajaan. Aurinkolämpöpuhaltimissa ilma toimii lämmönsiirtimenä. Lämpövarasto on aurinkolämpöjärjestelmissä lähes aina tarpeen, koska auringonsäteilyn määrät vaihtelevat runsaasti eikä kulutusta useinkaan ole samaan aikaan, kun aurinko paistaa.¹²⁷ Lämpöä voidaan varastoida lämminvesivaraajien lisäksi esimerkiksi lämpökaivoihin, rakennuksen alle maaperään tai käyttää kaukolämmön tuotannossa.¹²⁸ Aurinkolämpöjärjestelmän periaate on esitetty kuvassa alla (Kuva 24).

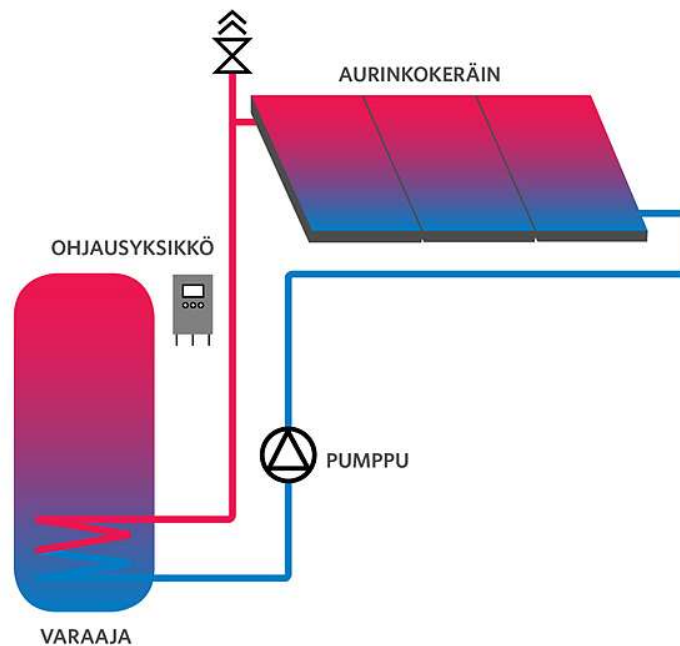
¹²⁴ Motiva. Aurinkosähkö. Aurinkosähköjärjestelmän käyttö. Ylijäämänsähkön myynti. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/aurinkosahkojarjestelman_kaytto. Viitattu 18.8.2020.

¹²⁵ Työ- ja elinkeinoministeriö. 2017. Taustaraportti kansalliselle energia- ja ilmastostrategialle vuoteen 2030. Päivitetty 2.2.2017.

¹²⁶ Motiva. Aurinkolämpöjärjestelmät. Kytkeä muihin lämmitysjärjestelmiin. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkolampo/aurinkolampojarjestelmat/kytkenta_muihin_lammitysjarjestelmiin. Viitattu 18.8.2020.

¹²⁷ Motiva. Aurinkolämpöjärjestelmät. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkolampo/aurinkolampojarjestelmat. Viitattu 18.8.2020.

¹²⁸ Motiva. Aurinkolämpöjärjestelmän käyttö. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkolampo/aurinkolampojarjestelman_kaytto. Viitattu 18.8.2020.



Kuva 24. Aurinkolämpöjärjestelmän periaatekuva. Hybridijärjestelmissä varaajaa lämmitetään myös jollain muulla energialähteellä.¹²⁹

Aurinkokeräimeen osuvasta auringonsäteilyn määrästä voidaan hyödyntää vain osa. Keräimen hyötysuhde voi olla jopa yli 70 prosenttia, mutta koko järjestelmän hyötysuhde on kuitenkin tätä pienempi. Aurinkolämpöjärjestelmästä saatavan energian määrään vaikuttavat muun muassa aurinkokeräimen katteen ominaisuudet, lämmöneristys ja tiiviys, lämmönsiirtoaineen ominaisuudet, käyttölämpötila, etäisyys keräimistä varaajaan, aurinkokeräimen suuntaus ja kaltevuus, varaajan lämpötila, ulkolämpötila ja tuulisuus, auringon tulo kulma ja varjot. Nestekiertoisilla keräimillä lämmönkeruukyky on tehokkaampi silloin, kun keräimeen tuleva neste on mahdollisimman viileää, mikä edellyttää matalaa lämpötilaa varaajassa tai lämmitysverkon paluukierrossa.¹³⁰

Kiinteistöjen lämmityksessä aurinkolämpö soveltuu hyvin esim. lämpöpumpun, puu- tai öljylämmityksen tai kaukolämmön rinnalle. Aurinkolämmön hyödyntäminen vähentää maa- ja ilma-vesi-lämpöpumppujen käynnissäoloaika ja käynnistykertoja, jolloin niiden käyttöikä voi pidentyä. Puu- ja öljykattiloiden huollon tarve voi myös vähentyä, kun niitä ei välttämättä tarvitse käyttää lainkaan keväästä syksyyn saakka.¹³¹ Nestekiertoinen aurinkolämmitysjärjestelmä sopii parhaiten vesikiertoisen lattialämmityksen yhteyteen, koska siinä voidaan käyttää alhaisempia lämpötiloja kuin patterilämmityksessä, jolloin aurinkokeräimen hyötysuhde on parempi. Jos kiinteistössä on suora sähkölämmitys, nestekiertoista aurinkolämmitystä voidaan hyödyntää

¹²⁹ Motiva. Aurinkolämpöjärjestelmät. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkolampo/aurinkolampojarjestelmat. Viitattu 18.8.2020.

¹³⁰ Motiva. Aurinkolämpöjärjestelmät. Aurinkokeräinten hyötysuhteet https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkolampo/aurinkolampojarjestelmat/aurinkokerainten_hyotysuhteet. Viitattu 18.8.2020.

¹³¹ Auvinen, K., Lovio, R., Jalas, M., Juntunen, J., Liuksiala, L., Nissilä, H. & Müller, J. 2016. FinSolar: Aurinkoenergian markkinat kasvuun Suomessa. Aalto-yliopisto. Johtamisen laitos. Aalto-yliopiston julkaisusarja Kauppa + Talous 1/2016.

vain käyttöveden lämmittämiseen.¹³² Ilmakeräimiä voidaan hyödyntää myös suoran sähkölämmityksen kanssa.

Aurinkolämpöön investoiminen on kannattavinta kiinteistöissä, joissa tarvitaan kesällä paljon lämmintä vettä. Aurinkolämpö on taloudellisesti kannattavaa lähes aina, jos pientaloissa ja asunto-osakeyhtiöissä aurinkoenergialla lämmitetään käyttövettä tai korvataan öljyä ja sähköä vesikiertoisessa lämmitysjärjestelmässä. Aurinkolämpö voi olla kannattavaa myös yhdessä bioenergian tai maalämmön kanssa tai jos kaukolämpökiinteistölle lämmön ostohinta on kesällä pientalossa yli 60 €/MWh ja asunto-osakeyhtiössä yli 70 €/MWh. Yrityksille ja kunnille aurinkolämpö on kilpailukykyistä, koska investoinnista ei tarvitse maksaa arvonlisäveroa ja niiden on mahdollista saada investointitukea.¹³³

3.5.3 Aurinkoenergian potentiaali

Tässä selvityksessä on pyritty arvioimaan aurinkoenergian toteutuvaa tuotantopotentiaalia vuoteen 2030 saakka. Aurinkoenergian potentiaali on arvioitu sähköntuotannon kautta, mutta arvio sisältää myös aurinkolämmön. Paneelien ja keräimien energiantuotantomäärät ovat vuositasolla lähellä toisiaan, joten tuotantomääriä voidaan arvioida paneelien tuoton kautta.

Potentiaalın arviointi perustuu kunnan nykyiseen rakennuskantaan ja sen lämmöntuotantomuotojen jakaumaan, erityyppisissä rakennuksissa tavanomaisesti käytettyihin voimalakokoihin ja niiden keskimääräiseen vuosituottoon Pohjois-Pohjanmaalla sekä ennusteisiin aurinkosähkön tuotannon kasvusta Suomessa. Tarkasteluun on otettu mukaan asuin- ja liikerakennukset, koska niissä energian kulutusta kohdistuu parhaaseen tuotantoajankohtaan. Lähtöoletus on, että aurinkopaneeleja asennetaan sellaisiin asuinrakennuksiin (erilliset pientalot, rivi- ja ketjutalot, kerrostalot), joissa käyttövesi lämmitetään joko sähköllä, maalämmöllä, puulla tai öljyllä, ja liikerakennuksiin, koska niissä sähköä voidaan käyttää kylmälaiteissa tai rakennuksen jäähdytyksessä. Tarkastelussa voimaloiden tyyppikokoina on käytetty pientaloissa tehoa 4 kW, rivitaloissa 5 kW, kerrostaloissa 15 kW ja liikerakennuksissa 50 kW.¹³⁴ Teholtaan 1 kWp:n aurinkopaneelin vuosituottona Pohjois-Pohjanmaalla on käytetty 0,7 MWh/kWp, joka on laskettu Joint Research Centren laatiman aurinkoenergiaskurin antamien säteilymääräarvioiden perusteella.¹³⁵ Energia-alan toimijat odottavat, että 2020-luvun puolivälissä verkkoon kytkettyjä pientalojen aurinkosähköjärjestelmiä olisi Suomessa 150 000¹³⁶, joka on 13 % Suomen pientalokannasta. Tällä perusteella tämän työn lähtöoletukseksi on valittu, että parinkymmenen vuoden aikajänteellä aurinkosähkö- tai lämpöjärjestelmä olisi 20 %:ssa asuin- ja liikerakennuksista. Näillä

¹³² Motiva. Aurinkolämpöjärjestelmät. Kytkeä muihin lämmitysjärjestelmiin. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkolampo/aurinkolampojarjestelmat/kytkenta_muihin_lammitysjarjestelmiin. Viitattu 18.8.2020.

¹³³ Auvinen, K., Lovio, R., Jalas, M., Juntunen, J., Liuksiala, L., Nissilä, H. & Müller, J. 2016. FinSolar: Aurinkoenergian markkinat kasvuun Suomessa. Aalto-yliopisto. Johtamisen laitos. Aalto-yliopiston julkaisusarja Kauppa + Talous 1/2016

¹³⁴ Pesola, A., Vanhanen, J., Hagström, M., Karttunen, V., Larvus, L., Hakala, L. & Vehviläinen, I. 2014. Sähkön pientuotannon kilpailukykyyn ja kokonaistaloudellisten hyötyjen analyysi. Loppuraportti 3.10.2014. Gaia Consulting Oy; Energia-asiantuntija Tero Viander. VÄLKE-hanke. Asikkalan kunta. Kirjallinen tiedonanto 6.2.2017.

¹³⁵ European Commission. Joint Research Centre. Photovoltaic Geographical Information System. <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>. Viitattu 19.8.2020.

¹³⁶ Pesola, A., Vanhanen, J., Hagström, M., Karttunen, V., Larvus, L., Hakala, L. & Vehviläinen, I. 2014. Sähkön pientuotannon kilpailukykyyn ja kokonaistaloudellisten hyötyjen analyysi. Loppuraportti 3.10.2014. Gaia Consulting Oy.

oletuksilla Lumijoen aurinkoenergiapotentiaali olisi noin 0,5 GWh vuodessa. Siitä pientaloihin asennettavien voimaloiden osuus olisi noin 0,4 GWh ja liikerakennuksiin noin 0,1 GWh (Taulukko 16).

Taulukko 16. Lumijoen aurinkoenergian tuotantopotentiaali.

	Aurinkoenergiaan investoivat kiinteistöt, kpl	Aurinkoenergian tuotanto, MWh/v
Asuinrakennukset	147	415
Liikerakennukset	2	84
Yhteensä	149	499

3.6 Lämpöpumput

3.6.1 Käytössä olevat lämpöpumpputekniikat

Lämpöpumpuilla voidaan ottaa lämpöenergiaa ulkoilmasta, ilmanvaihtojärjestelmän poistoilmasta, vedestä, maasta tai kalliosta. Lämpöpumpuilla voidaan saada säästöä lämmityskustannuksissa. Ilmalämpöpumppuja voidaan käyttää myös rakennusten viilentämiseen kesäaikaan. Lämpöpumppu kerää ilmaan, maaperään tai veteen varastoitunutta lämpöä ja siirtää sitä sisälle rakennukseen. Lämpöenergia otetaan talteen lämmönvaihtimen avulla pumpun kylmäainekiertoon. Energia siirtyy kylmäaineen mukana kompressorille, joka puristaa kylmäainehöyryä suuressa paineessa. Tällöin höyry tiivistyy nestemäiseen muotoon, ja samalla vapautuu lämpöä. Korkea lämpötila hyödynnetään lauhduttimessa, josta lämpö siirretään veden mukana käyttövedeen tai lämmitysjärjestelmään tai puhalletaan huoneilmaan.¹³⁷

Lämpöpumppu toimii sähköllä, mutta se tarvitsee sähköä vain pienen osan suoran sähkölämmityksen vaatimasta määrästä. Lämpökerroin (COP, coefficient of performance) kuvaa lämpöpumpun hyötysuhdetta. Se kertoo, kuinka paljon enemmän lämpöä laite tuottaa verrattuna sen kuluttaman sähkömäärään. Jos lämpöpumpun lämpökerroin on 3, on hyötysuhde 300 %. Tällöin pumppu tuottaa lämpöä 3 kWh jokaista siirtotyöhön kuluttamaansa 1 kWh:n sähkötehoa kohti. Paras lämpökerroin ja kannattavuus lämpöpumpulla on silloin, kun lämpötilaero lämmönkeruun ja -luovutuksen välillä on mahdollisimman pieni, esimerkiksi lämpökaivosta lattialämmitykseen. Käyttöveden lämmittämisessä lämpökerroin on aina hieman huonompi kuin huonetilojen lämmittämisessä. Kaikkien lämpöpumppujen teho ei käyttövedelle riitä, vaan veden lämpötilaa joudutaan nostamaan esimerkiksi sähkövastuksella tai puulämmityksellä.¹³⁸

Markkinoilla on saatavissa seuraavia lämpöpumpputyyppisiä:

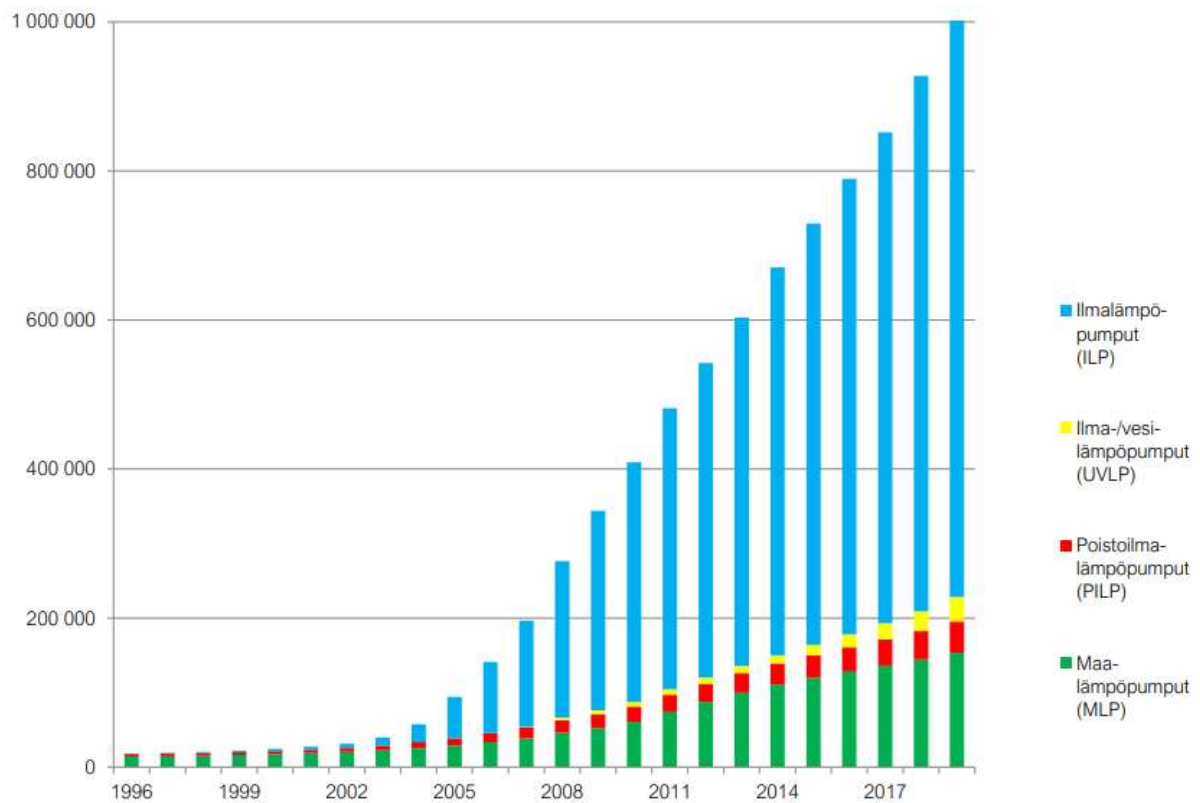
- ilmalämpöpumppu
- maalämpöpumppu
- poistoilmalämpöpumppu
- ilma-vesilämpöpumppu

Lämpöpumppujen suosio on Suomessa lisääntynyt voimakkaasti viime vuosina. Yhteensä erilaisia lämpöpumppuja on myyty jo noin miljoona kappaletta. Ilma-ilmalämpöpumput ovat yleisimpiä ennen

¹³⁷ Motiva. Lämpöpumput. http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/lampopumput. Viitattu 24.8.2020.

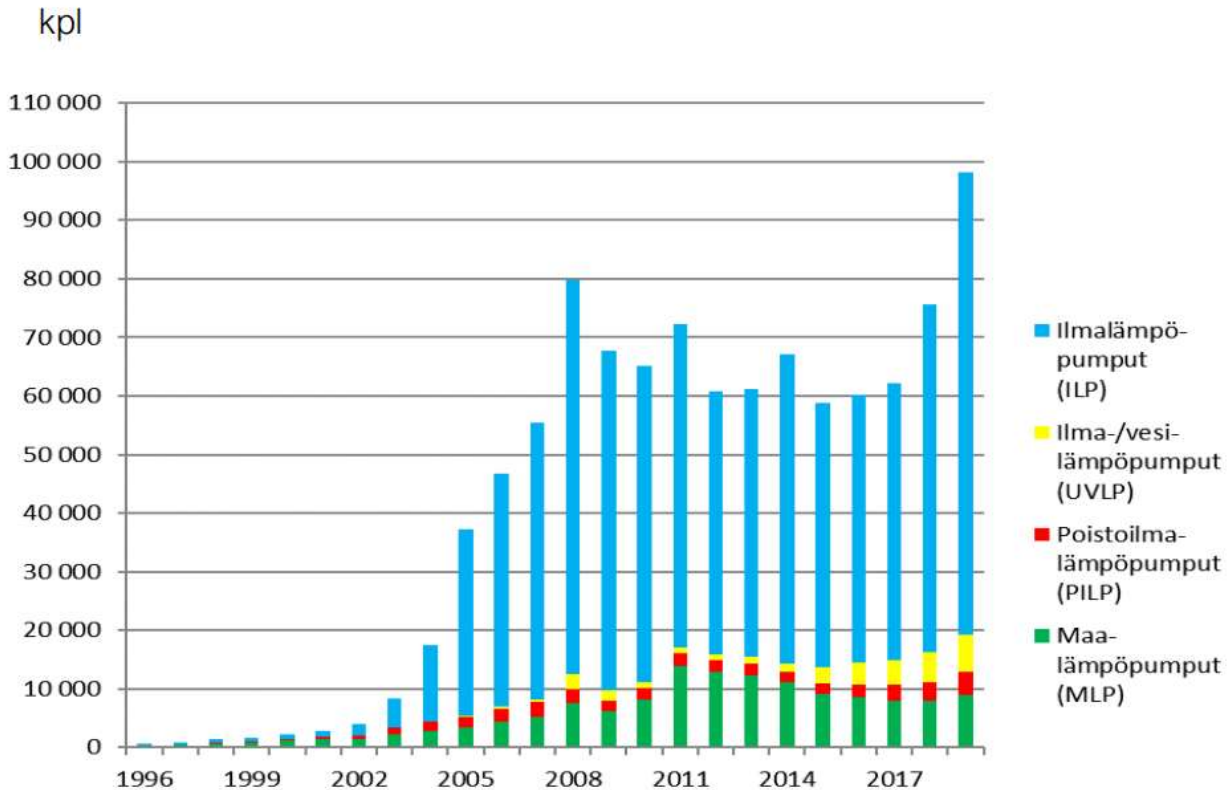
¹³⁸ Motiva. Lämpöpumput. http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/lampopumput. Viitattu 24.8.2020.

maalämpöpumppuja (Kuva 25). 2010-luvulla lämpöpumppuja on otettu käyttöön vuosittain noin 60 000 - 70 000 kappaletta, mutta vuonna 2019 pumppuja myytiin lähes 100 000 kappaletta (Kuva 26).



Kuva 25. Myydyt lämpöpumput Suomessa.¹³⁹

¹³⁹ Suomen lämpöpumppuyhdistys SULPU ry. 2020. Suomen lämpöpumpputilastot. Vuosi 2019. <https://www.sulpu.fi/documents/184029/0/La%CC%88mpo%CC%88pumpputilasto%202019%2C%20%20kuvaajat%20FI.pdf>. Viitattu 27.10.2020.



Kuva 26. Käyttöön otetut lämpöpumput vuosittain.¹⁴⁰

Yleisimmin rakennuksissa hyödynnetään ilma-ilmalämpöpumppua, jonka avulla siirretään lämpöä ulkoilmasta sisäilmaan. Tämä tarkoittaa sitä, että lämpöpumpulla lämmitetään ainoastaan sisäilmaa ja käyttövesi lämmitetään erikseen esimerkiksi sähköllä. Ilmalämpöpumpun avulla voidaan vähentää sähkön kulutusta muutamia kymmeniä prosentteja. Ilmalämpöpumpun voi asentaa erilaisiin rakennustyyppisiin sekä uusiin ja vanhoihin taloihin. Se soveltuu öljy- tai sähkölämmityksen tukilämmitysmuodoksi.¹⁴¹

Maalämpöpumppu kerää maaperään, kallioon tai veteen varastoitunutta auringon lämpöä. Valtaosa maalämpökohteista toteutetaan lämpökaivoilla, joiden syvyys on 115–165 metriä. Maalämpöputkiston asentaminen edellyttää kohdekunnan teknisen toimen myöntämää toimenpidelupaa. Luvan saantiin vaikuttavat muun muassa maanalaiset rakenteet taajama-alueella, pohjavesialueet ja suojaetäisyydet rakennuksiin, tonttirajoihin ja muihin lämpökaivoihin. Noin 30 prosenttia maalämpökohteista hyödyntää maaperän pinta-kerrokseen varastoitunutta auringon säteilemää lämpöenergiaa. Tällöin lämpöenergiaa kerätään maaperään asennetulla lämmönkeruuputkistolla, joka asennetaan vaakatasoon ilmastovyöhykkeestä riippuen noin metrin syvyyteen, Pohjois-Suomessa syvemmälle. Vaakaputkisto on yleensä edullisin maalämmön keruutapa. Järviin, mereen tai jopa suurivirtauksiin ojiin asennetaan vuosittain noin 5 prosenttia maalämmön keruuputkistoista. Lämmönkeruuputkisto ankkuroidaan vesistön pohjaan painojen avulla noin 3–5 metrin välein.

¹⁴⁰ Suomen lämpöpumppuyhdistys SULPU ry. 2020. Suomen lämpöpumpputilastot. Vuosi 2019. <https://www.sulpu.fi/documents/184029/0/La%CC%88mpo%CC%88pumpputilasto%202019%2C%20%20kuvaajat%20FI.pdf>. Viitattu 27.10.2020.

¹⁴¹ Motiva. Ilmalämpöpumppu tukilämmityslähteenä. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/lampopumput/lampopumpputeknologiat/ilmalampopumppu_tukilammityslahtena. Viitattu 9.6.2020.

Vesistöissä olevasta putkituksesta voidaan ottaa suurempia tehoja ja energiamääriä kuin vastaavasta maaputkituksesta, koska veden lämmönsiirto-ominaisuudet ovat parempia kuin maaperän. Jos putkistoa suunnitellaan asennettavaksi vesistöön, vesialueen omistajan lupa on myös saatava.¹⁴²

Maalämmön kannattavuuteen vaikuttavat useat seikat. Muun muassa vesikiertoinen lattialämmitys, kiinteistön suuri koko, käyttöveden suhteellisen pieni tarve ja kallio lähellä maanpintaa parantavat kannattavuutta. Uudiskohteissa maalämpö on usein yksinkertaisempi ja halvempi toteuttaa kuin saneerauskohteissa. Maalämpöpumpulla sähkön kulutus putoaa noin kolmannekseen sähkölämmitykseen verrattuna.¹⁴³

Poistoilmalämpöpumppu ottaa lämmitysenergiaa talosta poistettavasta ilmasta ilmanvaihtoputkiston kautta. Pumppu siirtää lämmön tarpeen mukaan tuloilmaan, lämpimään käyttöveteen tai vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. Poistoilmalämpöpumppu vaatii toimintaansa tuloilma- ja poistoilmakanaviston. Poistoilmalämpöpumpulla on mahdollista myös viilentää sisäilmaa. Energiaa saadaan poistoilmasta vuositasolla hyödyksi noin 60–80 prosenttia. Poistoilmalämpöpumpulla ei voida tuottaa kaikkea talon tarvitsemää energiaa. Poistoilmalämpöpumppujen määrä on kasvanut hitaasti 2000-luvun aikana, mutta rakennusten kiristyvät energiamääräykset ovat tehneet niistä kilpailukykyisen ratkaisun saneerattavissa rakennuksissa, joissa on koneellinen ilmanpoisto.¹⁴⁴

Ilma-vesilämpöpumppu ottaa lämpöenergiaa ulkoilmasta. Pumppu asennetaan yleensä kohteisiin, joihin ei kannata tai tontin rajoituksien vuoksi voi asentaa maalämpöjärjestelmää. Se voidaan myös kytkeä hybridikäyttöön esimerkiksi olemassa olevan öljylämmityksen tueksi, jolloin öljykattila lämmittää talon kylmimmillä keleillä. Ilma-vesilämpöpumpun tehomitoitus vaatii tarkkuutta eikä kohteen käyttöveden kulutus saa olla liian suuri. Pumpumalli on yleistynyt varsin hitaasti.¹⁴⁵

3.6.2 Lämpöpumppujen hyödyntämispotentiaali

Lämpöpumppujen potentiaalia on tarkasteltu kahdesta näkökulmasta: öljylämmityksen korvaamisessa maalämmöllä ja ilma-ilmalämpöpumpun asentamisessa tukilämmitysmuodoksi öljy- ja sähkölämmitteisiin kohteisiin. Maalämmöllä on joissakin kohteissa korvattu kaukolämpöä, ja arvioiden mukaan näin tapahtuu myös tulevaisuudessa,¹⁴⁶ mutta tässä raportissa kyseinen vaihtoehto on rajattu pois. Ilma-vesi- ja poistoilmalämpöpumppujen potentiaalia ei tarkastella niiden kansallisesti vähäisen määrän vuoksi. Olemassa olevasta rakennuskannasta tarkastelussa ovat mukana maalämmön osalta öljylämmitteiset erilliset pientalot, rivi- ja

¹⁴² Motiva. Maalämpöpumppu. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/lampopumput/lampopumpputeknologiat/maalampopumppu. Viitattu 9.6.2017; Sami Seuna, Motiva. 2013. Lämpöpumppujen käyttömahdollisuudet kunnissa.

¹⁴³ Sami Seuna, Motiva. 2013. Lämpöpumppujen käyttömahdollisuudet kunnissa.

¹⁴⁴ Motiva. Poistoilmalämpöpumppu. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/lampopumput/lampopumpputeknologiat/poistoilmalampopumppu; Pesola, A., Vanhanen, J., Karttunen, V., Kumpulainen, S., Haström, M., Bröckl, M. & Rönnlund, I. 2015. Energiasektorin cleantech-tekniologioiden vaikutukset ja mahdollisuudet. Gaia Consulting Oy.

¹⁴⁵ Motiva. Ilma-vesilämpöpumppu. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/lampopumput/lampopumpputeknologiat/ilma-vesilampopumppu; Sami Seuna, Motiva. 2013. Lämpöpumppujen käyttömahdollisuudet kunnissa.

¹⁴⁶ Pöyry Management Consulting Oy. 2017. Hajautetun uusiutuvan energiantuotannon potentiaali, kannattavuus ja tulevaisuuden näkymät Suomessa. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 5/2017; Pesola, A. & Vanhanen, J. 2016. Kansalaisten omien toimien CO₂-päästövähennysmahdollisuudet energiasektorilla vuoteen 2030 mennessä. Gaia Consulting Oy.

ketjutalot ja asuinkerrostalot. Ilma-ilmalämpöpumppujen osalta kohteena ovat öljy- ja sähkölämmitteiset erilliset pientalot ja rivi- ja ketjutalot.

Energia- ja ilmastostrategian taustamateriaalin pohjalta on arvioitu, että vuoteen 2030 mennessä öljylämmitteisistä kohteista 50 % siirtyy maalämpöön ja 25 % ottaa täydentäväksi lämmitysratkaisuksi ilma-ilmalämpöpumpun.¹⁴⁷ Sähkölämmitteisistä kohteista oletetaan, että vuoteen 2030 mennessä kaikkiin tarkasteltaviin rakennustyyppisiin on asennettu ilma-ilmalämpöpumppu. Kun huomioidaan jo asennettujen ilmalämpöpumppujen määrä Suomessa, keskimääräinen lisäyspotentiaali on 47 % kohteista.¹⁴⁸ Ilmalämpöpumpun arvioidaan vähentävän sähkönkulutusta 25 %, mikä on linjassa tehtyjen arviointien kanssa.¹⁴⁹

Lumijoella on 101 erillistä pientaloa ja 21 rivi- tai ketjutaloa öljylämmityksessä. Jos puoleen näistä asennettaisiin maalämpö, vähenisi öljynkulutus 1,9 GWh vuodessa. Vastaavasti sähkönkulutus lisääntyisi 0,5 GWh. Maalämpöpumppujen nettopotentiaali olisi näin ollen 1,4 GWh vuosittain (Taulukko 17).

Taulukko 17. Maalämpöpumppujen potentiaali Lumijoella.

Rakennustyyppi	Öljyn kulutuksen vähennys (GWh)	Sähkön kulutuksen lisäys (GWh)
Erilliset pientalot	1,25	0,33
Rivi- ja ketjutalot	0,63	0,17
Asuinkerrostalot	0,00	0,00
Yhteensä	1,88	0,50
Nettovähennys yhteensä (maalämpöpumppujen potentiaali)		1,38

Lumijoella on 371 erillistä pientaloa ja 11 rivi- ja ketjutaloa sähkölämmityksessä. Mikäli 47 %:iin näistä asennettaisiin ilma-ilmalämpöpumppu, vuosittainen säästö lämmityssähkön osalta olisi 0,8 GWh. Jos taas 25 %:iin tarkasteltavista öljylämmitteisistä kiinteistöistä asennettaisiin tukilämmitysjärjestelmäksi ilmalämpöpumppu, öljynkulutus vähenisi 0,4 GWh vuosittain. Vastaavasti sähkönkulutus lisääntyisi 0,1 GWh. Ilma-ilmalämpöpumppujen nettopotentiaali olisi 1,0 GWh vuosittain (Taulukko 18).

Taulukko 18. Ilma-ilmalämpöpumppujen potentiaali Lumijoella.

Rakennustyyppi	Sähkölämmitteiset kohteet		Öljylämmitteiset kohteet	
	Sähkönkulutuksen vähennys (GWh)	Öljynkulutuksen vähennys (GWh)	Sähkönkulutuksen lisäys (GWh)	Öljynkulutuksen lisäys (GWh)
Erilliset pientalot	0,72	0,23	0,06	0,06
Rivi- ja ketjutalot	0,06	0,12	0,03	0,03
Yhteensä	0,78	0,35	0,09	0,09
Nettovähennys yhteensä (ilmalämpöpumppujen potentiaali)				1,03

¹⁴⁷ Pöyry Management Consulting Oy. 2017. Hajautetun uusiutuvan energiantuotannon potentiaali, kannattavuus ja tulevaisuuden näkymät Suomessa. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 5/2017.

¹⁴⁸ Jussi Hirvonen, Suomen lämpöpumppuyhdistys. Kirjallinen tiedonanto 11.5.2017; Gaia Consulting Oy. 2014. Lämpöpumppuinvestointien alue- ja kansantaloudellinen tarkastelu.

¹⁴⁹ Ari Laitinen. 2016. Ilma-ilmalämpöpumppujen energiankulutusvaikutukset pientaloissa. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy.

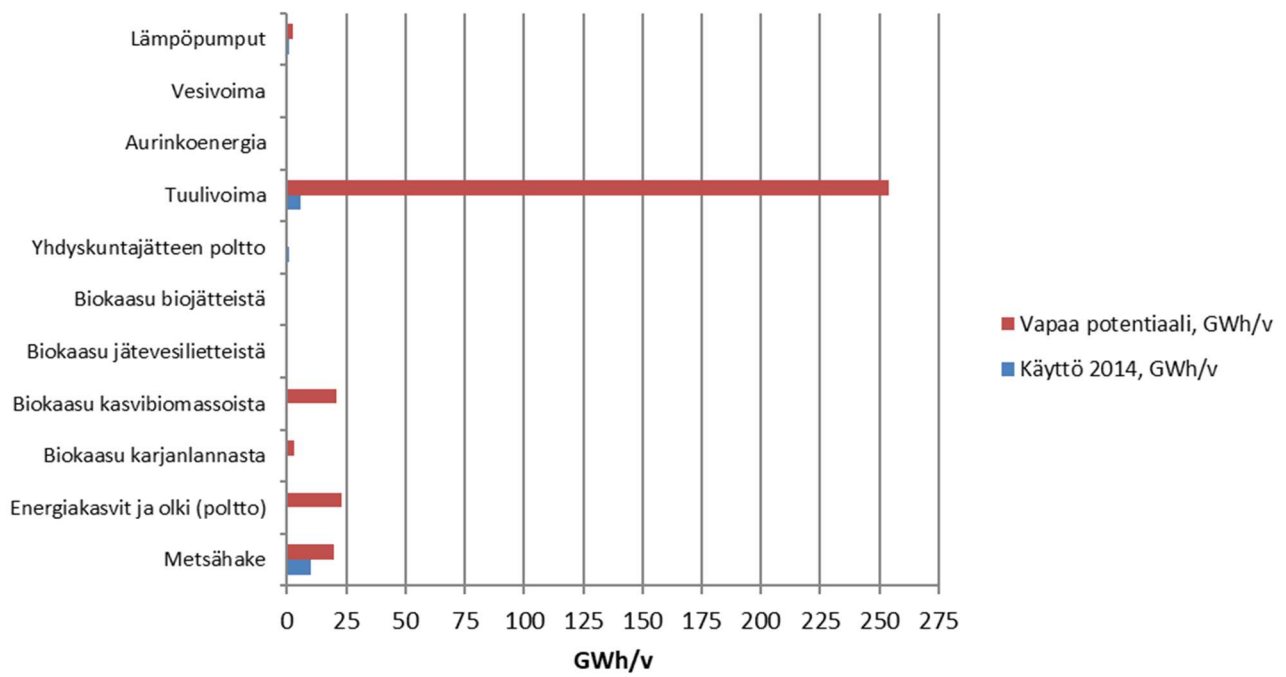
3.7 Uusiutuvien energialähteiden kokonaispotentiaali

Lumijoen kunnan uusiutuvien energialähteiden potentiaalit on esitetty alla (Taulukko 19, Kuva 27). Nykyisin käytettyjen energialähteiden alkuperää ei tiedetä tarkasti. Esimerkiksi energiantuotantoon käytetyistä, puu-pohjaisista polttoaineista ainakin pelletit ovat peräisin Lumijoen ulkopuolelta. Taulukon tiedoissa on kuitenkin oletettu, että kaikki käytetty energiapuu olisi Lumijoelta, koska luotettavaa tietoa ei ole asiasta saatavilla. Aurinkoenergian tuotantomäärästä ei ole tietoa, vaikka sitä varmasti Lumijoella joissakin kiinteistöissä hyödynnetään. Aurinkoenergian tuotanto on oletettu tässä vielä nolllaksi.

Tässä selvityksessä käytetyillä arviointimenetelmillä ja oletuksilla Lumijoen uusiutuvan energian laskennallinen potentiaali on 300-303 GWh/v riippuen siitä, hyödynnetäänkö kasvibiomassat polttolaitoksissa vai bio-kaasun tuotannossa. Lumijoen uusiutuvan energian vapaa potentiaali on noin 17-kertainen verrattuna kaupungin alueella käytettävään energiamäärään. Ylivoimaisesti eniten vapaata potentiaalia on tuulivoimassa. Puu- ja peltobiomassoissa on myös melko paljon käyttämätöntä potentiaalia. Muiden uusiutuvien energialähteiden vapaat potentiaalit ovat hyvin vähäisiä.

Taulukko 19. Uusiutuvien energialähteiden nykykäyttö ja arvioitu käytettävissä oleva vapaa potentiaali Lumijoella.

		Käyttö 2019, GWh/v	Kokonais- potentiaali, GWh/v	Vapaa potentiaali, GWh/v	Nykykäytön osuus kokonais- potentiaalista, %	Huomioita
Puupolttoaineet	Metsähake	10,0	30,0	20,0	33,3 %	Teknis-ekologinen potentiaali, jossa huomioitu metsänomistajien tarjontahalukkuus.
Peltobiomassat	Energiakasvit ja olki (poltto)	0,0	22,8	22,8	0,0 %	Lumijoella ei viljellä energiakasveja eikä tietävästi hyödynnetä peltobiomassoja energiantuotannossa.
Jätepolttoaineet	Biokaasu karjanlannasta	0,0	3,1	3,1	0,0 %	Lumijoella ei biokaasuntuotantoa.
	Biokaasu kasvibiomassoista	0,0	20,9	20,9	0,0 %	
	Biokaasu jätevesilietteistä	0,0	Hyvin vähäinen	Hyvin vähäinen	0,0 %	Lumijoen yhdyskuntajätevesilietteiden biokaasun tuotantopotentiaali, jota ei tällä hetkellä hyödynnetä energiaksi.
	Biokaasu biojätteistä	Hyvin vähäinen	<0,1	Hyvin vähäinen	0,0 %	Lumijoelta erilliskerätty biojäte hyödynnetään Gasum Oy:n biokaasulaitoksella Oulussa (kokonaispotentiaali alle 0,1 GWh).
	Yhdyskuntajätteen poltto	0,6	0,6	0,0	100,0 %	Luvut sisältävät jätepolttoainesten keskimääräisen uusiutuvien jakeiden osuuden 52 %.
Tuulivoima		6,0	260,0	254,0	2,3 %	Lumijoella on yksi tuulivoimala. Kokonaispotentiaali on maakunnan tuulivoimaselvityksessä arvioidun mukainen.
Aurinkoenergia		0,0	0,5	0,5	0,0 %	Aurinkoenergian nykyinen tuotanto on oletettu nolaksi.
Vesivoima		0,0	0,0	0,0	100,0 %	Lumijoella ei ole hyödyntämiskelpoista vesivoimaa.
Lämpöpumput		1,1	3,5	2,4	31,4 %	Laskentaoletukset kts. Luku 4.7.2. Käyttö ja potentiaali ilmaistu nettoperiaatteella (tuotettu lämpöenergia - käytetty sähkö).
Nykykäyttö yhteensä		17,7				
Energiapotentiaali, jos kasvibiomassat hyödynnetään polttolaitoksissa			320,5	302,8	5,5 %	
Energiapotentiaali, jos kasvibiomassat hyödynnetään biokaasuntuotannossa			318,6	300,9	5,6 %	



Kuva 27. Uusiutuvien energialähteiden nykykäyttö ja arvioitu käytettävissä oleva vapaa potentiaali Lumijoen alueella.