

Haapajärven kaupungin energiataseet ja uusiutuvan energian potentiaalit



Tee oikein.

Raportti 15.5.2020

Teemu Ulvi, Suomen ympäristökeskus

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



Sisällys

Sisällys.....	2
Esipuhe	4
1 Kaupungin 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 Vesivoima	9
1.4.2 Metsävarat.....	10
1.4.3 Turvevarat.....	10
1.4.4 Tuulivoima	11
1.4.5 Biokaasun tuotanto	11
1.5 Energiatehokkuussopimus ja muu energiatehokkuustoiminta.....	11
1.6 Kasvihuonekaasupäästöt.....	12
2 Energiantuotannon ja -käytön nykytila	14
2.1 Lähtötiedot	14
2.2 Sähköntuotanto ja -kulutus	14
2.2.1 Sähköntuotanto kunnan alueella	14
2.2.2 Sähkönkulutus kunnan alueella.....	14
2.2.3 Sähköenergiatase	18
2.3 Lämmöntuotanto.....	20
2.3.1 Kaukolämmön tuotanto ja jakelu	20
2.3.2 Teollisuuden erillislämmöntuotanto	21
2.3.3 Lämpöyrittäjyyshohteet.....	22
2.3.4 Lämpöenergiatase	22
2.4 Kiinteistöjen lämmitys	25
2.4.1 Lämmitystarve tarkasteluvuonna.....	25
2.4.2 Rakennuskannan lämmönkulutus ja lämmitystavat	25
2.4.3 Kaupungin omistamien kiinteistöjen lämmitystarve ja lämpöenergian lähteet	27
2.5 Kokonaisenergiatase.....	27
3 Uusiutuvat energialähteet.....	30
3.1 Puupolttoaineet.....	30

3.1.1	Kaupungin metsävarat ja puupolttoaineiden käyttö.....	31
3.1.2	Metsäenergiapotentiaalin arviointimenetelmä	32
3.1.3	Saatavissa olevan energiapuun energiasisältö	33
3.1.4	Puupolttoaineiden käytön lisäämisen vaikutukset kasvihuonekaasupäästöihin	36
3.2	Peltobiomassat	36
3.3	Jätepolttoaineet	38
3.3.1	Biokaasun tuottaminen lannasta ja kasvibiomassasta	39
3.3.2	Biokaasun tuottaminen jätevesistä	43
3.3.3	Hevoselannan kaasuttaminen	44
3.3.4	Muiden jätteiden energiahödyntäminen	45
3.4	Tuulivoima	47
3.5	Aurinkoenergia	49
3.5.1	Aurinkosähkö	51
3.5.2	Aurinkolämpö	53
3.5.3	Aurinkoenergian potentiaali.....	55
3.6	Vesivoima	56
3.7	Lämpöpumput	56
3.7.1	Käytössä olevat lämpöpumpputekniikat	56
3.7.2	Lämpöpumppujen hyödyntämispotentiaali	59
3.8	Uusiutuvien energialähteiden kokonaispotentiaali.....	61
4	Jatkotoimenpide-ehdotukset	63
4.1	Suunnittelut toimenpiteet.....	63
4.2	Toimenpiteiden rahoitusmallit	64

Esipuhe

Tässä raportissa esitetään Haapajärven kaupungin nykyinen energiatase ja uusiutuvan energian potentiaalit. Kaupungille ei ole aiemmin tehty vastaavaa selvitystä.

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

Selvityksen on tehnyt Teemu Ulvi Suomen ympäristökeskuksen Oulun toimipaikasta. Raportissa käytetty referenssivuosi on 2017, ellei muuta mainita.

Kesällä 2019 valmistunutta raporttia on päivitetty toukokuussa 2020 uusilla kasvihuonekaasupäästölaskelmilla (luku 1.6.) sekä muutamilla toimenpide-ehdotuksilla (luku 4).

Oulussa 11.5.2020

Teemu Ulvi

1 Kaupungin perustiedot

1.1 Yleistä

Haapajärven kaupunki sijaitsee Pohjois-Pohjanmaan maakunnan eteläosissa (Kuva 1). Haapajärven naapurikunnat ovat Haapavesi, Kärsämäki, Nivala, Pihtipudas, Pyhäjärvi, Reisjärvi ja Sievi. Kaupungin kokonaispinta-ala on 789 km², josta vesialuetta on vain 23 km². Haapajärven asukasluku oli vuoden 2017 lopussa 7251.¹



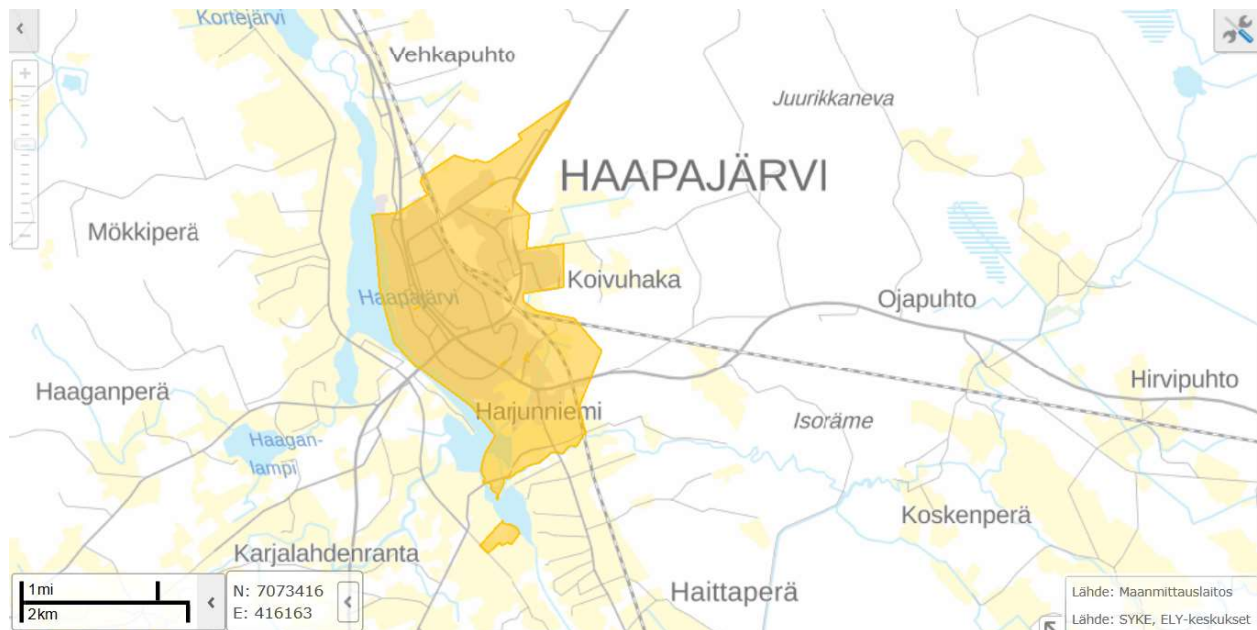
Kuva 1. Pohjois-Pohjanmaan kunnat. Haapajärvi sijaitsee maakunnan eteläosassa.

¹ Kuntaliitto. Kuntajaot ja asukasluvut 2000-2018. Excel-tiedosto. <https://www.kuntaliitto.fi/tilastot-ja-julkaisut/kaupunkien-ja-kuntien-lukumaarat>. Viitattu 9.11.2018.

Haapajärven asukasluku on laskenut 2000-luvulla selvästi. Asukkaita on nyt 12,6 % vähemmän kuin vuosituhanen alussa.²

1.2 Kaavoitus ja rakennuskanta

Haapajärven asemakaava-alueet sijoittuvat keskustaajamaan ja sen välittömään läheisyyteen (Kuva 2). Lisäksi kunnassa on useita pieniä kyläkeskuksia. Asemakaava-alueiden yhteispinta-ala on noin 767 ha.³ Tällä hetkellä ei ole vireillä asemakaavahankkeita, jotka kasvattaisivat merkittävästi asemakaavoitettua aluetta. Pajuperänkankaan tuulivoimapuiston osayleiskaava on ollut nähtävillä kesällä 2018.⁴



Kuva 2. Haapajärven asemakaava-alueet (merkitty kartalle oranssilla).⁵

Haapajärvellä oli vuoden 2017 lopussa 2929 rakennusta (poislukien kesämökit ja maatalousrakennukset, Kuva 3). Niistä 2586 oli asuinrakennuksia. Edellä mainitun rakennuskannan kerrosala on yhteensä noin 657 000 m², joista asuinrakennuksiin kuuluu noin 404 000 m². Asuinrakennusten kerrosalasta pientalot muodostavat 79 %, rivi- ja ketjutalot 11 % ja asuin kerrostalot 10 %. Lisäksi Haapajärvellä oli vuoden 2017 lopussa 208 kesämökkiä. Kesämökkien keskimääräisen pinta-alan (49 m²)⁶ perusteella kesämökkien kerrosala olisi noin 10 000 m², joten kunnan koko rakennuskannan kerrosala on noin 667 000 m². Kesämökkien osuus tästä on vain noin 1,5 %.

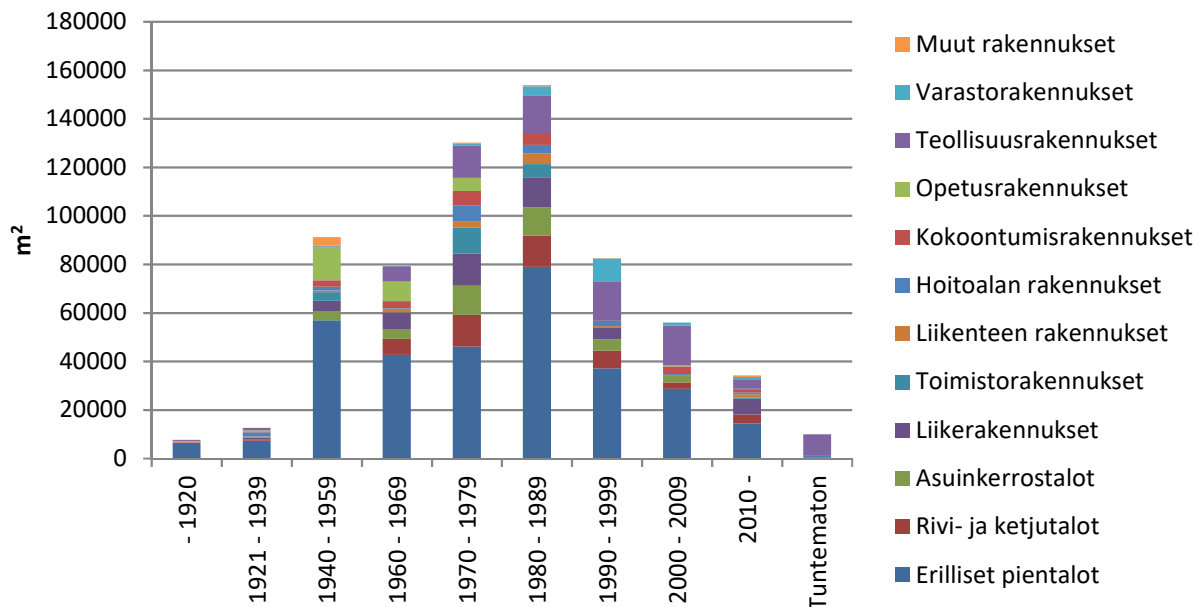
² Kuntaliitto. Kuntajaot ja asukasluvut 2000-2018. Excel-tiedosto. <https://www.kuntaliitto.fi/tilastot-ja-julkaisut/kaupunkien-ja-kuntien-lukumaarat>. Viitattu 9.11.2018.

³ Ympäristöhallinnon paikkatietoaineistot. Kaavoitustilanne 31.12.2016.

⁴ Haapajärven kaupunki. Vireillä olevat kaavoitushankkeet. <https://haapajarvi.fi/vireilla-olevat-kaavoitushankkeet>. Viitattu 13.11.2018.

⁵ Ympäristöhallinnon Karpalo-karttapalvelu.

⁶ Suomen virallinen tilasto (SVT): Rakennukset ja kesämökit [verkojulkaisu]. http://www.stat.fi/til/rakke/2017/rakke_2017_2018-05-25_kat_001_fi.html. Viitattu 13.11.2018.

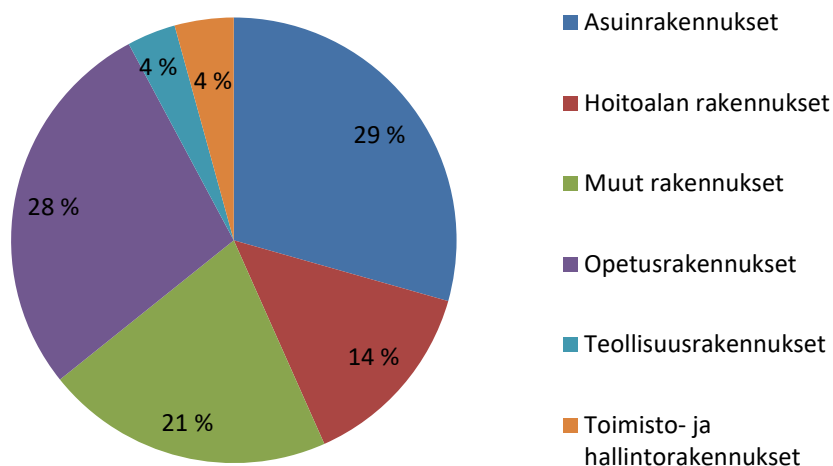


Kuva 3. Haapajärven rakennuskannan kerrosalat (m²) jaoteltuna rakennustyyppin ja rakentamisajankohdan mukaan. Kuvan lukuihin eivät sisälly kesämökit eivätkä maatalousrakennukset.⁷

Haapajärven kaupunki omistaa kiinteistöjä suoraan sekä tytäryhtiöidensä kautta. Kaupungin suoraan omistamien ja hallinnoimien rakennusten kokonaiskerrosala on noin 48 000 m² ja tilavuus 202 000 m³. Haapajärven Vuokratalot Oy omistamien asuinrakennusten pinta-ala on noin 17 000 m² ja tilavuus noin 51 000 m³. Haapajärven Yrityspalvelut Oy omistaa yritystoimintaan soveltuvia kiinteistöjä, mutta niiden tiedot eivät olleet tekijän käytettävissä.

Kaupungin suoraan ja vuokrataloyhtiön omistamien kiinteistöjen osuus koko Haapajärven alueen rakennuskannan pinta-alasta oli hieman alle 10 %. Seuraavassa kuvassa on esitetty näiden kiinteistöjen jakaantuminen pinta-alan mukaan asuin-, hoitoalan, toimisto- ja hallinto-, opetus-, teollisuus- ja muihin rakennuksiin. Suurimmat kiinteistöryhmät ovat asuin- ja opetusrakennukset, jotka muodostavat lähes yhtä suuret osuudet kiinteistöjen pinta-alasta (29 % ja 28 %). Muutaman kiinteistön pinta-ala- ja tilavuustiedoissa oli puutteita, ja ne puuttuvat näistä tarkasteluista (Kuva 4).

⁷ Suomen virallinen tilasto (SVT): Rakennukset ja kesämökit [verkojulkaisu].
http://www.stat.fi/til/rakke/2017/rakke_2017_2018-05-25_kat_001_fi.html. Viitattu 13.11.2018.



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

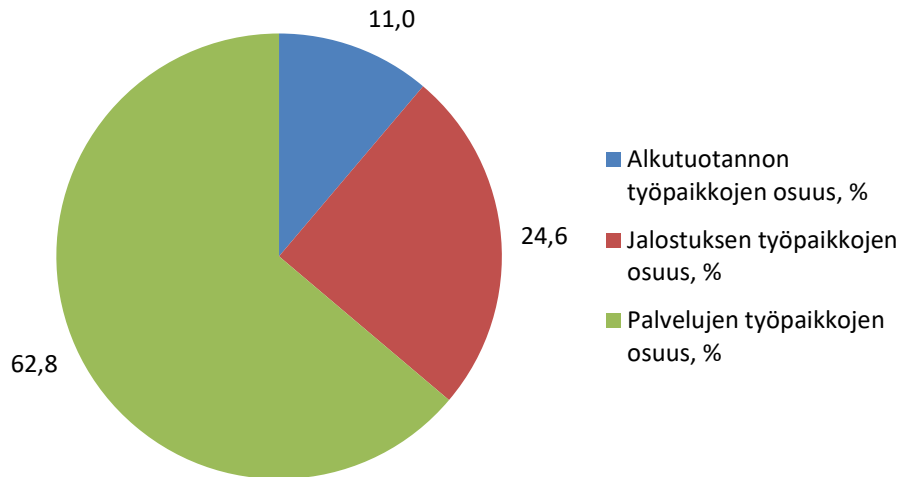
1.3 Elinkeinorakenne ja työllisyys

Vuoden 2015 lopussa Haapajärvellä oli 2879 työpaikkaa, ja työllisen työvoiman määrä oli samaan aikaan 2731. Kunnan asukkaista 80,6 % työskenteli omassa kotikunnassaan. Työttömyysaste oli tuolloin 13,2 %⁸, kun se oli syyskuussa 2018 enää 6,4 %. Työttömyys on selvästi alhaisempaa kuin maakunnassa keskimäärin (9,5 %).⁹ Haapajärven alueella sijaitsevista työpaikoista 63 % sijoittuu palvelusektorille, 25 % jalostukseen ja alkutuotantoon 11 % (Kuva 5).¹⁰

⁸ Tilastokeskus. Tilastokeskus. Kuntien avainluvut 2016. https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/Kuntien_avainluvut/Kuntien_avainluvut_2016/. Viitattu 13.11.2018.

⁹ Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus. Työllisyyskatsaus. Syyskuu 2018. www.temtyollisyyskatsaus.fi/pohjoispohjanmaa.aspx. Viitattu 13.11.2018.

¹⁰ Tilastokeskus. Kuntien avainluvut 2016. https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/Kuntien_avainluvut/Kuntien_avainluvut_2016/. Viitattu 13.11.2018.



Kuva 5. Haapajärven kaupungin alueen työpaikkojen jakautuminen toimialoittain (%) vuonna 2015.

1.4 Energiavarat

1.4.1 Vesivoima

Haapajärvellä on kaksi Vattenfall Oy:n omistamaa vesivoimalaitosta. Oksavan voimalaitos sijaitsee Kalajoen pääuomassa Haapajärven alapuolella. Sen teho on 2,8 MW ja vuosituotanto noin 8 GWh. Hinkuan voimalaitos sijaitsee Hautaperän tekoaltaan alapuolella. Sen teho on 6,0 MW ja vuosituotanto noin 10 GWh.¹¹ Molemmat laitokset on rakennettu vuonna 1975¹² (Kuva 6).



Kuva 6. Oksavan ja Hinkuan voimalaitosten sijainti.¹³

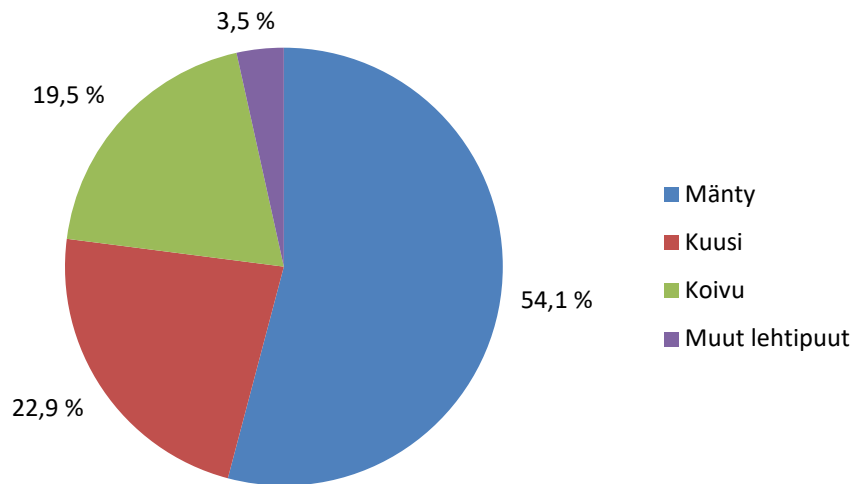
¹¹ Oy Vesirakentaja. 2008. Voimaa vedestä 2007. Selvitys vesivoiman lisäämismahdollisuuksista.

¹² Oy Vesirakentaja. Suomen vesivoimalaitokset. <http://www.vesirakentaja.fi/html/voimalaitokset/oksava.html>; <http://www.vesirakentaja.fi/html/voimalaitokset/hinkua.html>. Viitattu 13.11.2018.

¹³ Oy Vesirakentaja. 2008. Voimaa vedestä 2007. Selvitys vesivoiman lisäämismahdollisuuksista.

1.4.2 Metsävarat

Haapajärven kaupungissa on metsämaata yhteensä 62 696 ha.¹⁴ Ne kattavat 79 % kaupungin pinta-alasta. Vuoden 2013 valtakunnan metsien inventointitietojen (VMI) perusteella Haapajärven metsien puuvaranto on 7,4 milj.m³. Puuston puulajijakaumassa männyn osuus on 54,1 %, kuusen 22,9 % ja koivun ja muiden lehtipuiden 23,0 % puuston koko tilavuudesta (Kuva 7).¹⁵



Kuva 7. Haapajärven metsien puulajijakauma puuston tilavuuden perusteella laskettuna.

Metsistä on yksityisessä omistuksessa Haapajärvellä 45 976 ha eli noin 73 % kaikesta metsämaasta.¹⁶ Yksityismetsien ulkopuolelle jäävä metsämaa 16 720 ha jakautuu kuntien, seurakuntien ja valtion omistamiin metsiin. Kaupunki omistaa metsää 1141 ha (1 %) (tilanne 31.12.2013).¹⁷

1.4.3 Turvevarat

Ympäristöhallinnon VAHTI-tietojärjestelmän perusteella Haapajärven kaupungin alueella oli vuonna 2017 toiminnassa kaksi turvetuotantoaluetta. Kanteleen Voima Oy tuottaa turvetta Lamminnevalle 144 ha:n ja Vapo Oy Jouttenisennevalle 35,7 ha:n pinta-alalla. Lisäksi Kanteleen Voimalla on Multakaarronnevalle 38 ha suota tuotantokunnossa, mutta siellä ei ollut vuonna 2017 tuotantoa.¹⁸ Pohjois-Pohjanmaan maakuntakaavan

¹⁴ Suomen metsäkeskus. Yksityismetsien metsävaratieto. Alueellinen metsävaratieto yksityismetsistä taulukkotietona (Excel-tiedosto 22.9.2015). <http://www.metsakeskus.fi/yksityismetsien-metsavaratieto#.VymYJmxf270>.

¹⁵ Luonnonvarakeskus. Valtakunnan metsien inventointi (VMI). Monilähteinen VMI. Kuntakohtaiset metsätiedot 2013. (Excel-tiedosto). <http://www.metla.fi/ohjelma/vmi/vmi-moni.htm>.

¹⁶ Suomen metsäkeskus. Yksityismetsien metsävaratieto. Alueellinen metsävaratieto yksityismetsistä taulukkotietona (Excel-tiedosto 22.9.2015). <http://www.metsakeskus.fi/yksityismetsien-metsavaratieto#.VymYJmxf270>.

¹⁷ Kunnat.net. Kuntametsät. Kuntien metsätietoja 2013 (pdf-tiedosto). <http://www.kunnat.net/fi/asiantuntijapalvelut/ymparisto/ymparistonsuojelu/kuntametsat/Sivut/default.aspx>.

¹⁸ Ympäristöhallinto. Ympäristösuojelun VAHTI-tietojärjestelmä. Viitattu 12.11.2018.

laatimisen yhteydessä vuonna 2013 tehdyssä selvityksessä on todettu, että Haapajärvellä voisi olla potentiaalista uutta turvetuotantoaluetta yhteensä 155 ha kahdella eri suoalueella.¹⁹

Keskimääräinen turpeen vuosituotanto hehtaarilta koko maassa on ollut vuosien 2011–2015 toteutuneiden tilastojen mukaan 315 m³/ha. Pohjois-Pohjanmaalla tuotantomäärät ovat Bioenergia ry:n arvion mukaan jääneet arviolta 10 % tätä pienemmäksi.²⁰ Vuonna 2017 Haapajärvellä tuotannossa olleiden turvetuotantoalueen vuosituotannon voidaan tällä perusteilla arvioida olleen noin 51 000 m³.

Jyrsinturpeen osuus Suomen energiaturpeen tuotannosta on yli 90 %.²¹ Palaturpeen lämpöarvo (1,27 MWh/irto-m³) on hieman suurempi kuin jyrsinturpeen, mutta koska lähes kaikki tuotanto on jyrsinturvetta, laskelmat voidaan tehdä käyttämällä jyrsinturpeen lämpöarvoa 0,91 MWh/irto-m³.²² Näin ollen Haapajärven tuotantoalueiden vuosituotannon energiasisältö vuonna 2017 oli noin 46 GWh.

1.4.4 Tuulivoima

Suomen Tuulivoimayhdistyksen tilastojen mukaan Haapajärvellä on toiminnassa yhdeksän Abo Wind Oy:n omistamaa tuulivoimalaa. Niistä kaksi ensimmäistä on rakennettu vuonna 2015 ja loput vuonna 2017 samalle alueelle. Voimaloiden yhteisteho on 30 MW.²³ Niiden vuosituotanto on arviolta 78 GWh.

1.4.5 Biokaasun tuotanto

Haapajärvellä toimii Jokilaaksojen koulutuskuntayhtymä Jedun biokaasulaitos. Laitos on rakennettu vuonna 2007. Reaktorin tilavuus on 150 m³, ja syötteinä käytetään lietelantaa ja ylijäämärehua. Laitoksen tuottama kaasu on käytetty rakennusten lämmitykseen.²⁴ Vuotuinen energiantuotanto on maksimissaan noin 220 MWh.²⁵

1.5 Energiatehokkuussopimus ja muu energiatehokkuustoiminta

Haapajärven kaupunginvaltuusto on päättänyt 10.9.2018, että kaupunki liittyy kunta-alan energiatehokkuussopimukseen.²⁶ Sopimuksella pyritään ensisijaisesti energiatehokkuuden parantamiseen, mutta siihen sisältyy myös uusiutuvan energian edistämiseen liittyviä toimenpiteitä. Vapaaehtoiset

¹⁹ Pohjois-Pohjanmaan liitto. 2013. Yhteenveto Pohjois-Pohjanmaan turvevaroista ja niiden tuotantokelpoisuudesta. Pohjois-Pohjanmaan ja Länsi-Kainuun suo-ohjelma –hankkeen raportteja.

²⁰ Aluepäällikkö Hannu Salo, Bioenergia ry. Kirjallinen tiedonanto 2.5.2016.

²¹ Leinonen, A. (toim.). 2010. Turpeen tuotanto ja käyttö. Yhteenveto selvityksistä. Valtion teknillinen tutkimuskeskus VTT. VTT tiedotteita 2550.

²² Alakangas, E. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. Valtion teknillinen tutkimuskeskus VTT. VTT tiedotteita 2045.

²³ Suomen Tuulivoimayhdistys ry. Suomeen 1991-2017 rakennetut hankkeet. Excel-tiedosto. www.tuulivoimayhdistys.fi/hankelista. Viitattu 8.11.2018.

²⁴ Bioenergiastudio. Tutkimusympäristö. <http://bioenergiastudio.fi/tutkimusymparisto/>; Demeca Oy. Biokaasu. <https://demeca.fi/biokaasu/>. Viitattu 13.11.2018.

²⁵ Suomen biokaasuyhdistys. Biokaasuyhdistys ry:n biokaasulaitoskartta 2018. <http://www.biokaasuyhdistys.net/tie-toa-biokaasusta/biokaasu-ja-kunnat/>. Viitattu 17.6.2019.

²⁶ Haapajärven kaupunki. Kaupunginvaltuusto. Pöytäkirja 4/2018. § 36.

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 sopimuksiin liittyneiden yritysten ja kuntien muita energiatehokkuusinvestointeja sekä muiden kuin suurten yritysten energiakatselmuksia. Sopimuksiin liittyneet raportoivat vuosittain tehdyistä energiatehokkuustoimenpiteistä ja muista energiatehokkuuden parantamiseen tähtäävästä toiminnasta seurantajärjestelmään. Sopimuksen osapuolia ovat työ- ja elinkeinoministeriö, Energiavirasto ja Kuntaliitto.²⁷

1.6 Kasvihuonekaasupäästöt

Suomen ympäristökeskus on julkaissut vuonna 2020 kaikkein Suomen kuntien kasvihuonekaasupäästöt vuosille 2005-2017²⁸. Päästöistä lasketaan eri päästösektoreiden hiilidioksidi-, metaani- ja dityppioksidipäästöt sekä F-kaasut. Tulokset esitetään hiilidioksidiekvivalenteina. 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).²⁹

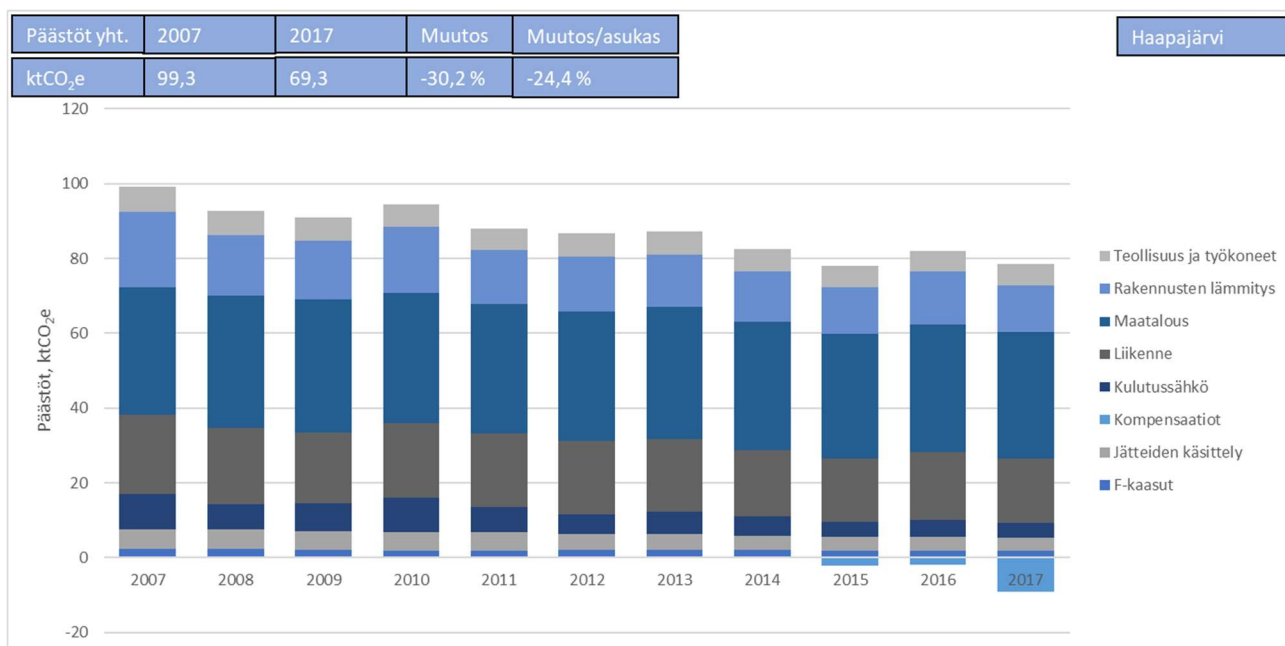
Seuraavassa kuvassa on esitetty Haapajärven kaupungin alueen kasvihuonekaasupäästöjen kehitys 2007-2017 (Kuva 8).³⁰ Haapajärvellä päästöt ovat pienentyneet tarkasteluvuosien välillä melko paljon, yhteensä 21 %, ja tuulivoiman tuotannosta laskettujen kompensatioiden kanssa päästöt ovat vähentyneet 30 %. Vuonna 2007 päästöt olivat noin 99,2 ktCO₂e, kun taas vuonna 2016 päästöt olivat pienentyneet 78,5 ktCO₂e:iin. Asukaskohtaiset päästöt ovat asukasluvun pienentymisen takia vähentyneet vähemmän, noin 14 % (12,6 tonnia vuonna 2007 ja 10,8 tonnia vuonna 2017). Tuulivoimakompensatio mukaan lukien asukaskohtaiset päästöt ovat vähentyneet yli 24 %. Suhteellisesti eniten ovat vähentyneet kulutussähkön (56 %) ja rakennusten lämmityksen (38 %) päästöt.

²⁷ Energiatehokkuussopimukset. <http://www.energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/energiatehokkuussopimukset/#sopimusten-perusta>. Viitattu 13.11.2018.

²⁸ Kuntien ja alueiden kasvihuonekaasupäästöt. https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Paastot_ja_indikaattorit. Viitattu 5.5.2020.

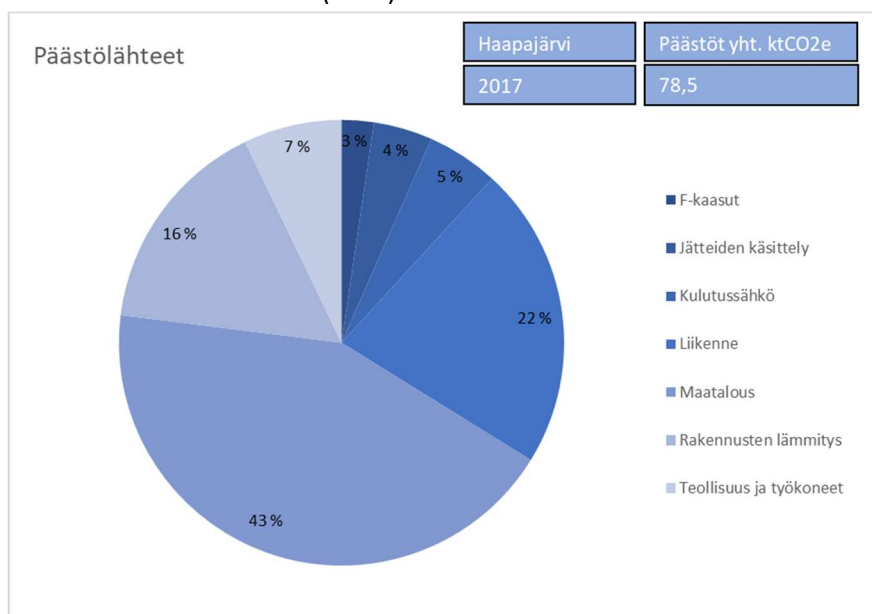
²⁹ Päästölaskennan menetelmä. [https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Paastot_ja_indikaattorit/Laskentamenetelma/Paastolaskennan_menetelma\(50082\)](https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Paastot_ja_indikaattorit/Laskentamenetelma/Paastolaskennan_menetelma(50082)). Viitattu 5.5.2020.

³⁰ Kuntien ja alueiden KHK-päästöt. <https://paastot.hiilineutraalisuomi.fi/>. Viitattu 5.5.2020.



Kuva 8. Haapajärven alueen kasvihuonekaasupäästöjen määrä ja jakautuminen päästölähteisiin vuosina 2007-2017.³¹ Yksikkönä on käytetty hiilidioksidiekvivalenttia, jossa kaikkien eri kasvihuonekaasujen päästöt on muunnettu vastaamaan hiilidioksidipäästöjen ilmastovaikutusta.

Alla olevassa kuvassa (Kuva 9) on esitetty Haapajärven kunnan alueen kasvihuonekaasupäästöjen jakautuminen eri sektoreille vuonna 2017. Kasvihuonekaasupäästöjen suurimmat aiheuttajat ovat maatalous (osuus 43 %) ja saman suuruisin osuuksiin liikenne (22 %).



Kuva 9. Haapajärven kunnan alueen kasvihuonekaasupäästöjen jakauma päästölähteittäin vuonna 2017.³²

³¹ Kuntien ja alueiden KHK-päästöt. <https://paastot.hiilineutraalisuomi.fi/>. Viitattu 5.5.2020.

³² Kuntien ja alueiden KHK-päästöt. <https://paastot.hiilineutraalisuomi.fi/>. Viitattu 5.5.2020.

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 päästöläkennassa 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	158
Raskas polttoöljy	285
Kevyt polttoöljy	265
Turve	379
Puupolttoaineet	0

Lähteet: Sähkö³³, raskas ja kevyt polttoöljy ja turve³⁴, puupolttoaineet³⁵

2.2 Sähköntuotanto ja -kulutus

2.2.1 Sähköntuotanto kunnan alueella

Haapajärven kaupungin alueella tuotetaan sähköä vesi- ja tuulivoimalla. Vesivoimaa tuotetaan kahdella voimalaitoksella noin 18 GWh/v ja tuulivoimaa yhdeksällä voimalalla noin 78 GWh/v. Yhteensä sähköä tuotetaan vuodessa noin 96 GWh.

2.2.2 Sähkönkulutus kunnan alueella

Vuosina 2013-17 Haapajärven kaupungin alueen vuotuinen sähkönkulutus on ollut 69-74 GWh (Taulukko 2).³⁶ 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 67 % kaikesta asumisen energiankulutuksesta vuonna 2014.³⁷

³³ Motiva. CO₂-päästökertoimet. https://www.motiva.fi/ratkaisut/energian kaytto_suomessa/co2-laskentaohje_energiankulutuksen_hiilidioksidipaastojen_laskentaan/co2-paastokertoimet. Viitattu 14.11.2018.

³⁴ Tilastokeskus. Polttoaineluokitus 2018. Excel-tiedosto. http://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html. Viitattu 14.11.2018.

³⁵ Motiva. 2012. Yhteenveto: CO₂-päästöjen laskentaohjeistus sekä käytettävät CO₂-päästökertoimet. 12/2012.

³⁶ Energiateollisuus. Sähkön käyttö kunnittain 2007-2017. Excel-tiedosto. https://energia.fi/ajankohtaista_ja_materiaalipankki/materiaalipankki/sahkon kaytto_kunnittain_2007-2017.html#material-view. Viitattu 8.11.2018.

³⁷ Tilastokeskus 2015. Asumisen energiankulutus vuosina 2010–2015.

http://www.stat.fi/til/asen/2015/asen_2015_2016-11-18_tau_001_fi.html. Viitattu 14.11.2018.

Taulukko 2. Haapajärven alueen vuotuinen sähkönkulutus vuosina 2013-2017.

Sähkönkulutus (GWh)	2013	2014	2015	2016	2017
Asuminen ja maatalous	31	31	30	33	33
Teollisuus	19	19	18	19	19
Palvelut ja rakentaminen	22	22	21	22	21
Yhteensä	72	72	69	74	73

Kiinteistöjen lämmityssähkön kulutus

Haapajärven kaupungin alueen kiinteistöjen lämmityssähkön kulutus on arvioitu Tilastokeskukselta saatujen rakennusten koko- ja lämmitystapatietojen³⁸ ja eri rakennustyyppien keskimääräisten lämmitystarpeiden perusteella (Taulukko 3).

Taulukko 3. Eri rakennustyyppien keskimääräiset vuotuiset lämpöenergian tarpeet pinta-alaa kohden (arviot vuodelta 2009).³⁹

Rakennustyyppi	Arvio rakennustyyppin keskimääräisestä vuotuisesta lämpöenergian tarpeesta, kWh/m ²
Erilliset pientalot	148
Rivi- ja ketjutilat	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 puulämmiteinen takka, uuni tai kamiina sähkölämmityksen rinnalla. Tästä syystä laskelmissa on oletettu, että sähkölämmitteisten, erillisten pientalojen kerrosneliöistä siirrettiin 20 % puulämmitykseen ja vastaavasti rivi- ja ketjutilojen osalta 10 %. Näillä oletuksilla laskettu kiinteistöjen lämmityssähkön kulutus (poislukien kesämökit) oli vuonna 2017 Haapajärvellä 20,9 GWh.

³⁸ Suomen virallinen tilasto (SVT): Rakennukset ja kesämökit [verkkajulkaisu]. ISSN=1798-677X. Helsinki: Tilastokeskus.

³⁹ 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.

Sähkönkulutus kesämökeissä

Sähkönkulutus kesämökeissä on laskettu erikseen, koska ne puuttuvat Tilastokeskuksen rakennustilastoista. Vuonna 2017 Haapajärvellä oli vain 208 kesämökkiä, joten niiden sähkön ja lämmön kulutus muodostaa hyvin pienen osan kunnan alueen energiankulutuksesta. Mökkien keskimääräinen lämmitystapajakauma Suomessa on esitetty taulukossa alla (Taulukko 4).

Taulukko 4. Kesämökkien lämmitystapa kesämökkibarometrin 2016 mukaan.⁴⁰

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

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.⁴¹

Haapajärven 208 mökistä peruslämmöllä on edellä esitettyjen keskimääräisten tietojen perusteella 67 mökkiä ja ilman peruslämpöä 141 mökkiä. Peruslämpöisten mökkien yhteenlaskettu vuotuinen lämmönkulutus on 0,53 GWh ja ilman peruslämpöä olevien mökkien lämpöenergiankulutus on 0,12 GWh. Yhteensä kesämökeillä kuluu lämpöenergiaa 0,65 GWh vuodessa. Lämpöenergian kulutuksen jakautuminen eri lämmönlähteille on esitetty seuraavassa taulukossa (

Taulukko 5).

⁴⁰ FCG Finnish Consulting Group Oy. 2016. Kesämökkibarometri 2016. Saaristoasian neuvottelukunta. Maa- ja metsätalousministeriö.

⁴¹ Sahari, A. & Perrels, A. 2009. Ekotehokkuutta parantavat investoinnit kesämökeillä. VATT Tutkimukset 145.

Taulukko 5. Haapajärven kesämökkien lämpöenergian kulutus.*

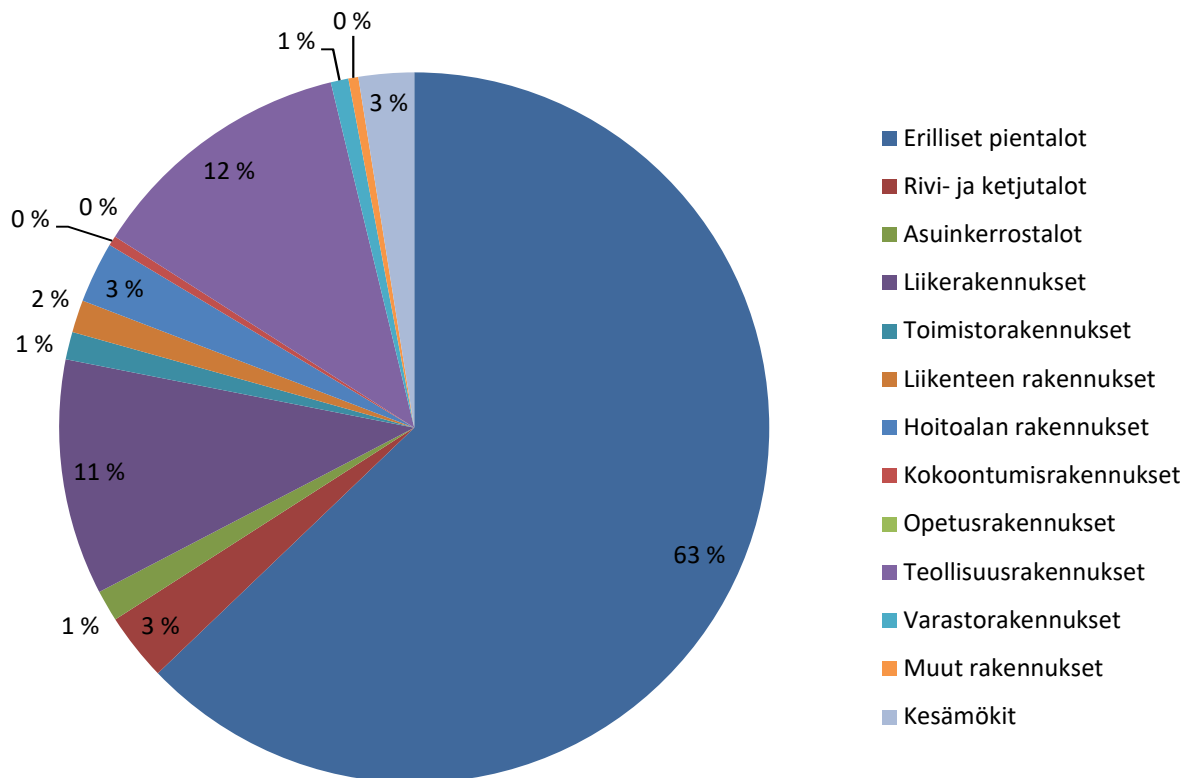
Lämmitystapa	Peruslämmössä (lkm)	Ei peruslämmössä (lkm)	Yhteensä (lkm)	Lämpöenergian kulutus (GWh)
Suora sähkö	51	65	116	0,48
Lämpöpumppu	16	19	35	0,05
Erillinen lämmityslaite	0	33	33	0,04
Puulämmitys	0	24	24	0,08
Yhteensä	67	141	208	0,65

* 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 Haapajärven tapauksessa 189 mökillä, mökkien muuhun kuin lämmitykseen tarvittava sähkönkulutus on näin ollen 0,05 GWh vuodessa. Kun lämmitykseen kuluu sähköä (suora sähkö ja lämpöpumput) yhteensä 0,53 GWh, yhteenlaskettu vuotuinen sähkönkulutus Haapajärven kesämökeillä on 0,58 GWh.

Lämmityssähkön kokonaiskulutus Haapajärvellä

Koko kunnan alueen kiinteistöjen lämmityssähkön kulutukseksi arvioitiin 20,9 GWh/v. Tästä suurin osa eli 63 % kuluu erillispientalojen lämmittämiseen. Muiden asuinrakennusten osuus lämmityssähkön kulutuksesta on vain 3 %. Muut rakennustyytit muodostavat noin kolmanneksen lämmityssähkön käytöstä (Kuva 10). Lämmitykseen kuluu 29 % kunnan koko sähkönkulutuksesta.



Kuva 10. Haapajärven kaupungin alueen kiinteistöjen lämmityssähkön kulutuksen (20,9 GWh/v) jakautuminen eri rakennustyyppisiin.

Muu sähkönkulutus

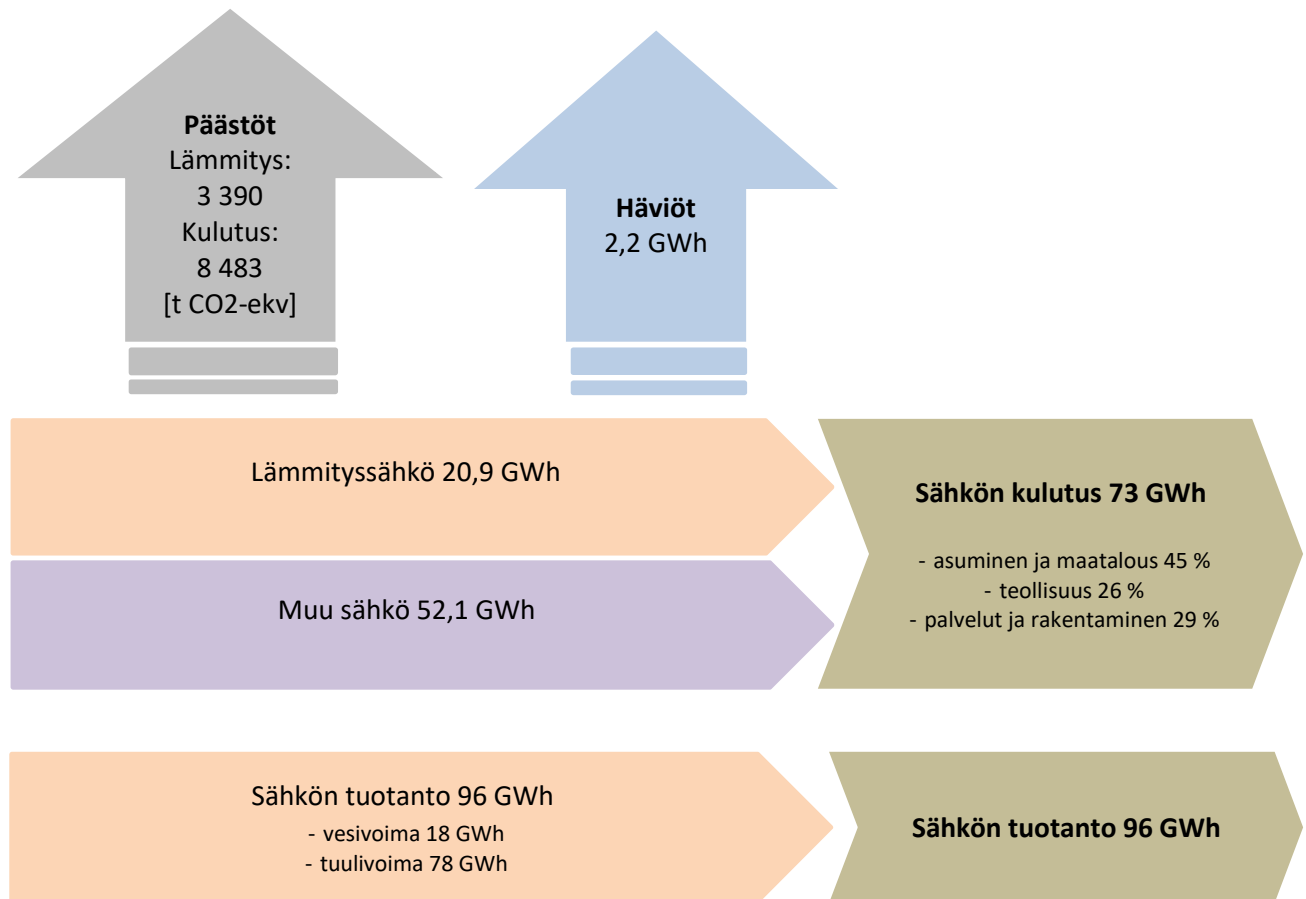
Muun kuin lämmitykseen kuluva sähkönkulutus Haapajärvellä oli 52 GWh eli 71 % kaikesta kulutuksesta. Siitä asuminen ja maatalous kuluttivat 35 %, teollisuus 32 % ja palvelut ja rakentaminen 33 %.

2.2.3 Sähköenergiatase

Haapajärven kokonaissähkönkulutus vuonna 2017 oli noin 73 GWh. Kaupungin kiinteistöjen sähkön kokonaiskulutus samana vuonna oli noin 3,6 GWh (ei sisällä muuta kulutusta, kuten katuvalot ja pumppaamot), mikä vastaa noin 5 % kaikesta Haapajärven sähkönkulutuksesta. Haapajärvellä on sähköntuotantoa 96 GWh, joten kaupunki on sähkön nettoviejä. Sähkön jakelu- ja siirtohäviöiden osalta huomioidaan kunnan alueella tapahtuvat jakeluhäviöt, joiden on arvioitu Energiateollisuus ry:n laskeman keskiarvon mukaisesti olevan noin 3 %.⁴² Alueelle myydyin ja alueella kulutetun sähkön erotus (häviö) vuonna 2017 oli näin ollen laskentatulosten perusteella 2,2 GWh. Päästöt on laskettu tuotantoperusteisesti siten, että tuotantomäärä kerrotaan

⁴² Tilastokeskus. Energia. Sähkön hankinta ja kokonaiskulutus 2017. https://www.stat.fi/tup/suoluk/suoluk_energia.html#s%C3%A4hk%C3%B6nhankintajakokonaiskulutus2017*. Viitattu 5.11.2018.

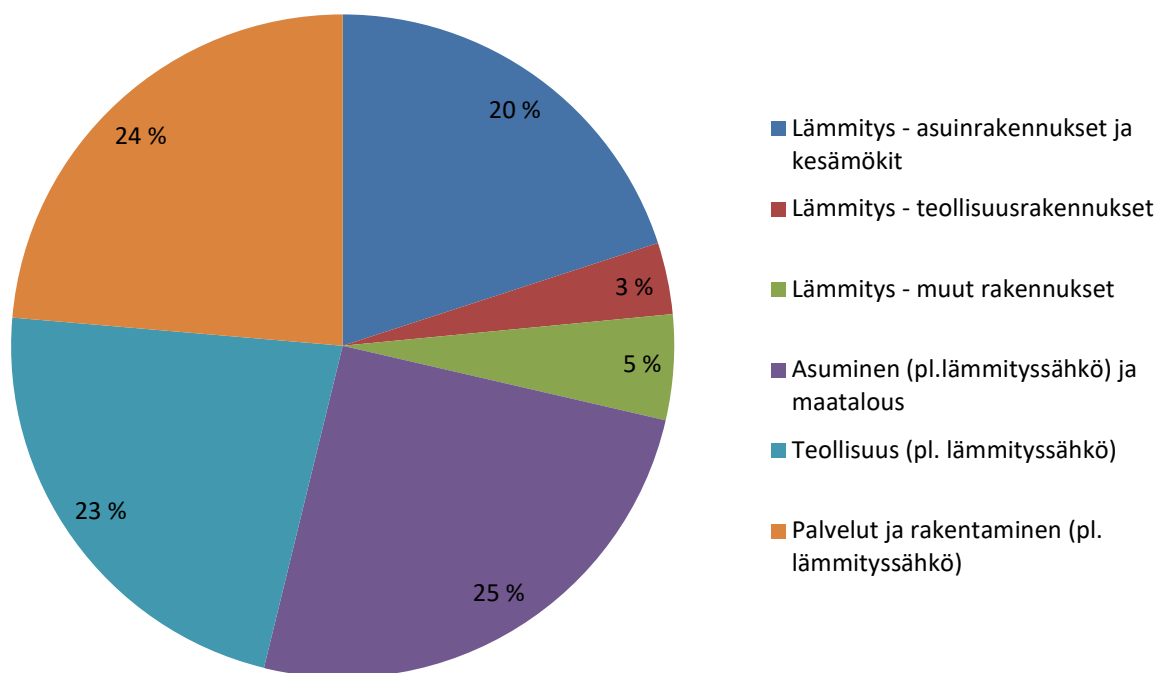
sähkön päästökertoimella 158 t CO₂-ekv/GWh.⁴³ Kasvihuonekaasupäästöjä Haapajärven kaupungin alueen sähkönkulutuksesta muodostui yhteensä 11 900 CO₂-ekvivalenttitonnia. Kaupungin sähköenergiatase on esitetty kuvassa alla (Kuva 11).



Kuva 11. Haapajärven kaupungin alueen sähköenergiatase vuonna 2017.

Seuraavassa kuvassa on esitetty Haapajärven alueen sähkönkulutuksen jakauma kuluttajaryhmittäin (Kuva 12). Kulutus jakautuu hyvin tasaisesti rakennusten lämmityksen (28 %), asumisen ja maatalouden (25 %), palveluiden ja rakentamisen (24 %) sekä teollisuuden (23 %) kesken.

⁴³ Motiva. CO₂-päästökertoimet. https://www.motiva.fi/ratkaisut/energian kaytto_suomessa/co2-laskentaohje_energi-ankulutuksen_hiilidioksidipaastojen_laskentaan/co2-paastokertoimet. Viitattu 14.11.2018.



Kuva 12. Sähkönkulutuksen jakautuminen kuluttajaryhmien mukaan Haapajärvellä 2017.

2.3 Lämmöntuotanto

2.3.1 Kaukolämmön tuotanto ja jakelu

Haapajärven kaukolämmön tuotannosta vastaa Haapajärven Lämpö Oy. Yrityksellä on kaksi lämpölaitosta. Suurin osa kaukolämmöstä tuotetaan Viikatetien lämpölaitoksella. Laitoksen pääkattila on kiinteän polttoaineen kattila teholtaan 17 MW. Kattilassa voidaan käyttää polttoaineina muhaa, puunkuorta, kutterilastua, palaturvetta ja haketta. Sen rinnalla on varalla kaksi kevytöljypoltinta (tehot 5,0 MW ja 1,5 MW) ja neljä raskaspolttöljykattilaa, joiden yhteisteho on 10,5 MW. Laitoksen kokonaisteho on 34 MW. Laitos on rakennettu vuonna 1992.⁴⁴

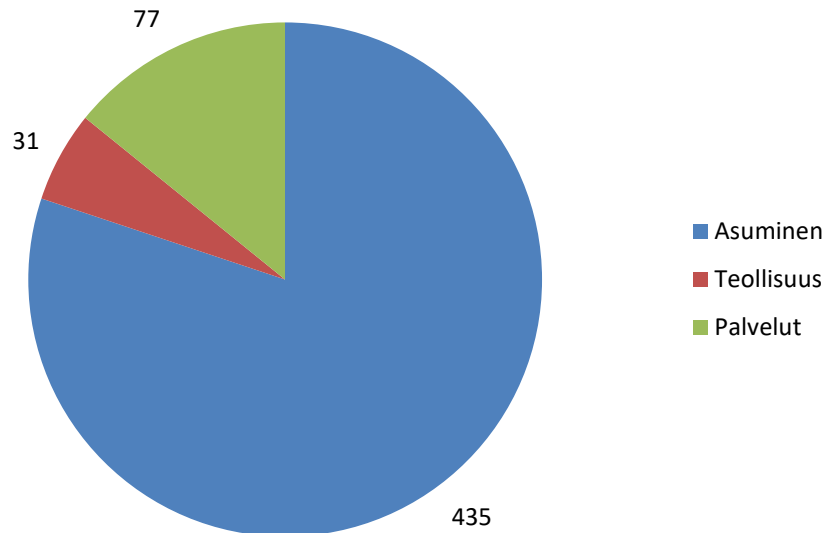
Toinen lämpölaitos sijaitsee Rantakadulla. Sillä tuotetaan lämpöenergiaa pääsääntöisesti HA-SA:n kuivaimoille, mutta tarvittaessa sieltä ajetaan lämpöä myös kaupungin verkkoon. Laitoksessa on kiinteän polttoaineen kattila teholtaan 14 MW. Siinä voidaan käyttää samoja polttoaineita kuin Viikatetien laitoksella. Lisäksi varalla on raskaspolttöljykattila teholtaan 8 MW. Laitoksen kokonaisteho on siis 22 MW. Laitos on rakennettu vuonna 2008.⁴⁵

⁴⁴ Haapajärven Lämpö Oy. Lämpölaitokset. <https://haapajarvenlampo.fi/haapajarven-lampo-oy/lampolaitokset/>. Viitattu 10.6.2019.

⁴⁵ Haapajärven Lämpö Oy. Lämpölaitokset. www.haapajarvenlampo.fi/haapajarven-lampo-oy/lampolaitokset/. Viitattu 10.6.2019.

Lisäksi yrityksellä on kaksi kevyellä polttoöljyllä toimivaa varalaitosta. Terveyskeskuksen yhteydessä Männistönkadulla olevan laitoksen teho on 1,5 MW ja Kuokkakadun laitoksen 2,6 MW.⁴⁶

Kaukolämpöverkoston pituus on yli 43 km.⁴⁷ Verkostoon kuuluu yhteensä 543 asiakasta, joista 348 on pienasiakasta. Asuinkiinteistöjä on 435, palvelukiinteistöjä 77 ja teollisuuskiinteistöjä 31 (Kuva 13).⁴⁸



Kuva 13. Haapajarven kaukolämpöverkoston asiakkaat 2017.

Haapajarven Lämpö Oy suunnittelee uutta lämpölaitosta nykyisen Rantakadun laitoksen alueelle. Uusi hybridibiolaitos tulee käyttämään paikallista polttoainetta (metsähake, hake, sahan sivutuotteet, käsittelemätön kierrätyspuu) sekä tuottamaan osan omakäyttöenergiatarpeesta aurinkoenergialla. Laitoksen polttoaineteho tulee olemaan noin 20MW. Laitos on saanut rakennusluvan, ja sen pitäisi aikataulun mukaan tulla käyttöön viimeistään vuonna 2022.⁴⁹

2.3.2 Teollisuuden erillislämmöntuotanto

Haapajarvellä ei ole varsinaista teollisuuden erillislämmöntuotantoa. Haapajarven Lämpö Oy tuottaa lämpöenergiaa HA-SA:n puutavarakuivaamoille samalla laitoksella, joka tuottaa lämpöä myös kaukolämpöverkoon.

⁴⁶ Haapajarven Lämpö Oy. Lämpölaitokset. www.haapajarvenlampo.fi/haapajarven-lampo-oy/lampolaitokset/. Viitattu 10.6.2019.

⁴⁷ Haapajarven Lämpö Oy. Verkosto. www.haapajarvenlampo.fi/liittyminen/verkosto/. Viitattu 10.6.2019.

⁴⁸ Energiateollisuus. Kaukolämpötilastot 2017. www.energia.fi/files/2949/Kaukolampotilasto_2017.pdf.

⁴⁹ Haapajarven Lämpö Oy. Biolämpölaitos. www.haapajarvenlampo.fi/biolampolaitos/hankekuvaus/; www.haapajarvenlampo.fi/biolampolaitos/projektiakataulu/; www.haapajarvenlampo.fi/biolampolaitos/ajankohtaista/. Viitattu 10.6.2019.

2.3.3 Lämpöyrittäjäyyskohteet

Koneurakointi H. Virtanen Oy toimii lämpöyrittäjänä kaupungin hakelämmitteillä kouluilla (Oksava, Parkkila ja Tiitto) sekä Karjalahden palvelukeskuksella. Haapajärven Asevarikon lämpölaitoksella toimii lämmön tuottajana Vapo Oy.

2.3.4 Lämpöenergiatase

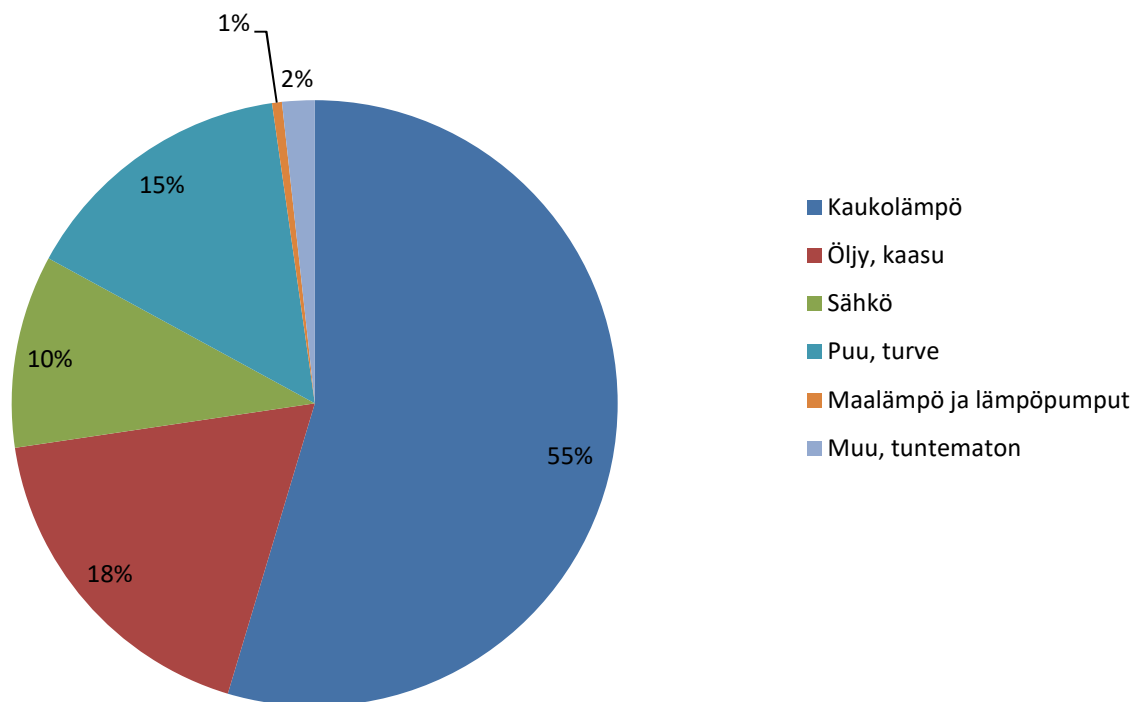
Haapajärven lämmöntuotannon jakautuminen eri energialähteisiin on esitetty kuvassa alla (Kuva 14). Kaukolämmön osuus lämmöntuotannossa on erittäin suuri, peräti 55 %. Kokonaislämmöntuotanto vuonna 2017 polttoaine-energiana laskettuna oli Haapajärvellä noin 110,6 GWh. Lämpölaitosten kattiloiden nettotuotanto oli 100,4 GWh, eli kattiloiden hyötysuhde oli 90,8 %. Kun lämmön talteenotolla saatiin lisäksi talteen 3,5 GWh, verkostoon syötettiin lämpöenergiaa 103,9 GWh. Todellinen hävikki tuotannossa oli 6,7 GWh ja laitosten hyötysuhde näin ollen 93,9 %. Kaukolämmön piirissä olevien kiinteistöjen kokonaislämmönkulutus oli 95,3 GWh. Näin ollen jakeluhäviöt olivat 8,6 GWh. Häviöihin tuotannossa ja jakeluverkostoissa kului 15,3 GWh. Kaukolämmöntuotannon ja –jakelun kokonaishyötysuhde oli 86,2 %.⁵⁰

Polttoaine-energiana laskettuna eniten Haapajärvellä käytetystä lämpöenergiasta tuotettiin kaukolämmöllä (55 %). Öljyllä tuotettiin 18 %, puulla 15 % ja sähköllä 10 % koko kaupungin alueen lämpöenergiasta erillislämmitetyissä kiinteistöissä. Maalämmön ja lämpöpumppujen osuus koko kaupungin lämpöenergiantuotannossa on vielä hyvin pieni (Kuva 14).

Kaukolämpö tuotetaan lähes sataprosenttisesti puupohjaisilla polttoaineilla. Öljyn osuus on alle prosentin luokkaa. Puupolttoaineista puunkuoren osuus oli lähes puolet, sahanpurun 16 % ja kokopuu- ja rankahakkeen 9 %. Puuteollisuuden muiden sivuvirtojen (kutterilastut, hiontapöly, muut puutähteet) sekä kierrätyspuun osuus oli 22 %. Lisäksi muutaman prosentin verran käytettiin pellettiä.

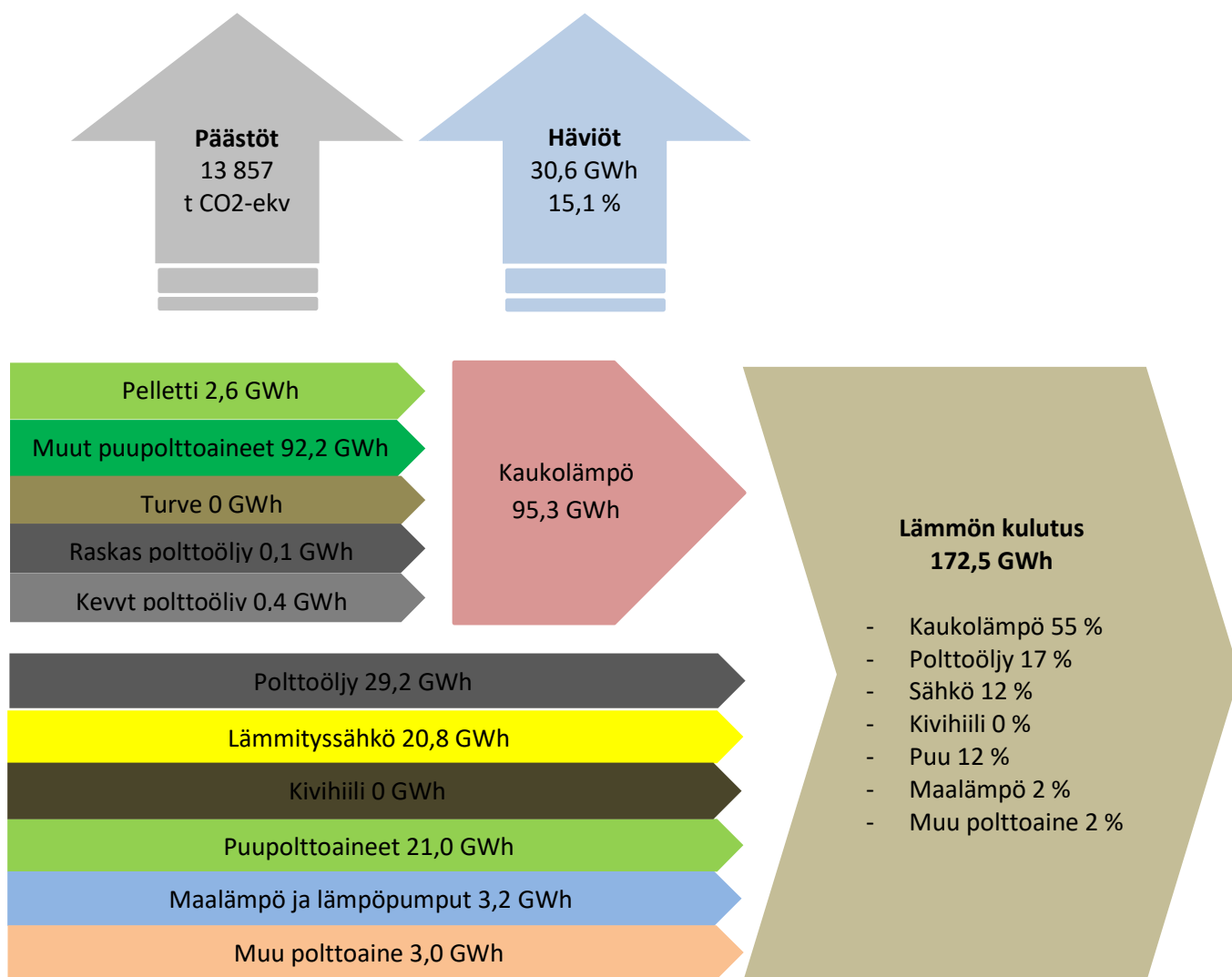
Tilastoissa on yhdistetty polttoöljyn ja kaasun kulutus, mutta Haapajärvellä ei ole käytettävissä kaasua lukuun ottamatta JEDUn yksikön pienimuotoista biokaasuntuotantoa. Lisäksi tilastoissa yhdistetään puun ja turpeen kulutus, mutta yksittäisiä turpeella lämpeneviä kiinteistöjä Haapajärvellä tuskin on, joten tässä ryhmässä voidaan olettaa kaikkien kiinteistöjen olevan puulämmitteisiä. Tilastojen mukaan Haapajärvellä olisi myös yksi kivihiilellä lämmitetty kiinteistö, mutta se on todennäköisesti vanhentunut tieto.

⁵⁰ 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 14. Haapajärven kaupungin alueen lämmöntuotannon jakautuminen eri energialähteisiin. Osuudet on laskettu käytetyn polttoaine-energian mukaan.

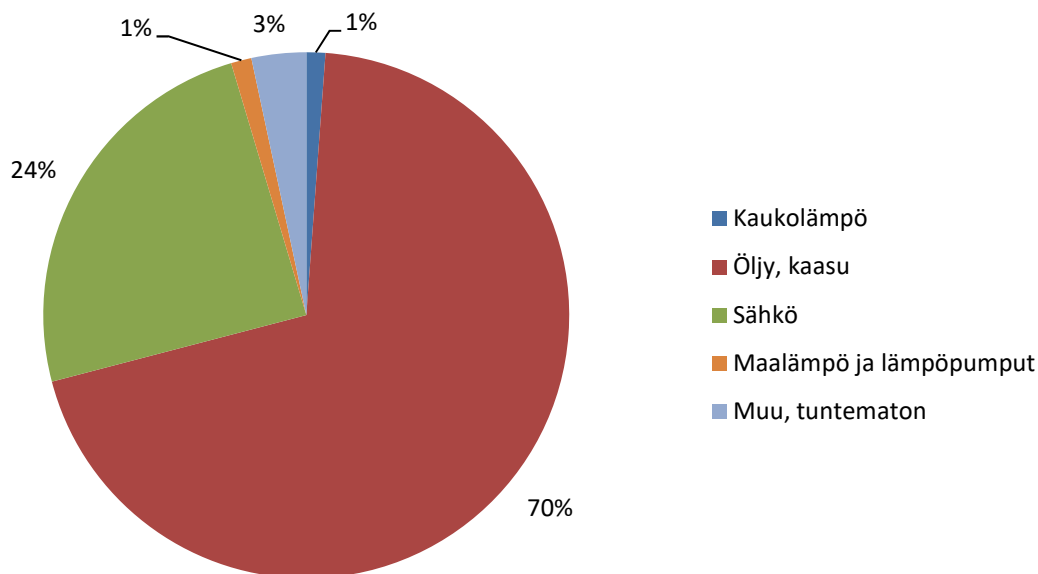
Haapajärven kaupungin kokonaislämpöenergiatase on esitetty kuvassa alla (Kuva 15). Kasvihuonekaasupäästöjä lämmöntuotannosta aiheutui noin 14 000 CO₂-ekvivalenttitonnia.



Kuva 15. Haapajärven kaupungin lämpöenergiatase vuonna 2017. Lämmön kulutuslukemat ovat puhdasta kulutusta, häviöt on esitetty kuvan yläosassa erikseen.

Lämmöntuotannon kasvihuonekaasupäästöistä Haapajärvellä peräti 70 % aiheutui öljylämmityksestä. Sähkölämmityksen osuus päästöistä on noin neljännes. Puupolttoaineet luokitellaan hiilineutraaleiksi polttoaineiksi, joiden ei lasketa aiheuttavan hiilidioksidipäästöjä. Siksi Haapajärven kaukolämmön tuotanto on käytännössä hiilineutraalia, koska se tuotetaan lähes sataprosenttisesti puupohjaisilla polttoaineilla. Kaukolämmön laskennalliset päästöt olivat vuonna 2017 vain 1,5 t CO₂-ekv/GWh. Öljyn osuus käytetyistä polttoaineista oli vain 0,5 % eikä turvetta käytetty. Lisäksi on käytössä lämmön talteenotto (Kuva 16). Vuonna 2017 kaukolämmöntuotannon keskimääräiset päästöt olivat 149 t CO₂-ekv/GWh.⁵¹ Tilastoissa näkyvän lämmitystavan 'Muu, tuntematon' on päästölaskelmissa oletettu muodostuvan puoleksi puusta ja puoleksi öljystä.

⁵¹ Energiateollisuus ry. Kaukolämmön hiilidioksidipäästöt historiallisen alhaalla. https://energia.fi/ajankoh-taista_ja_materiaalipankki/materiaalipankki/energiateollisuus_kaukolammon_hiilidioksidipaastot_historiallisen_alhaalla_2017_ennatysvuosi_myos_hukkalammon_talteenotossa.html. Viitattu 14.11.2018.



Kuva 16. Haapajärven kaupungin 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 Haapajärvi kuuluu Kajaanin vertailualueeseen. Lämmitystarveluku oli tarkasteluvuonna 2017 Kajaanissa 4970 °Cvrk, kun pitkän aikavälin (1981–2010) vertailuarvo Kajaanissa on 5304 °Cvrk. Tarkasteluvuosi 2017 oli siis keskivertoa lämpimämpi.⁵²

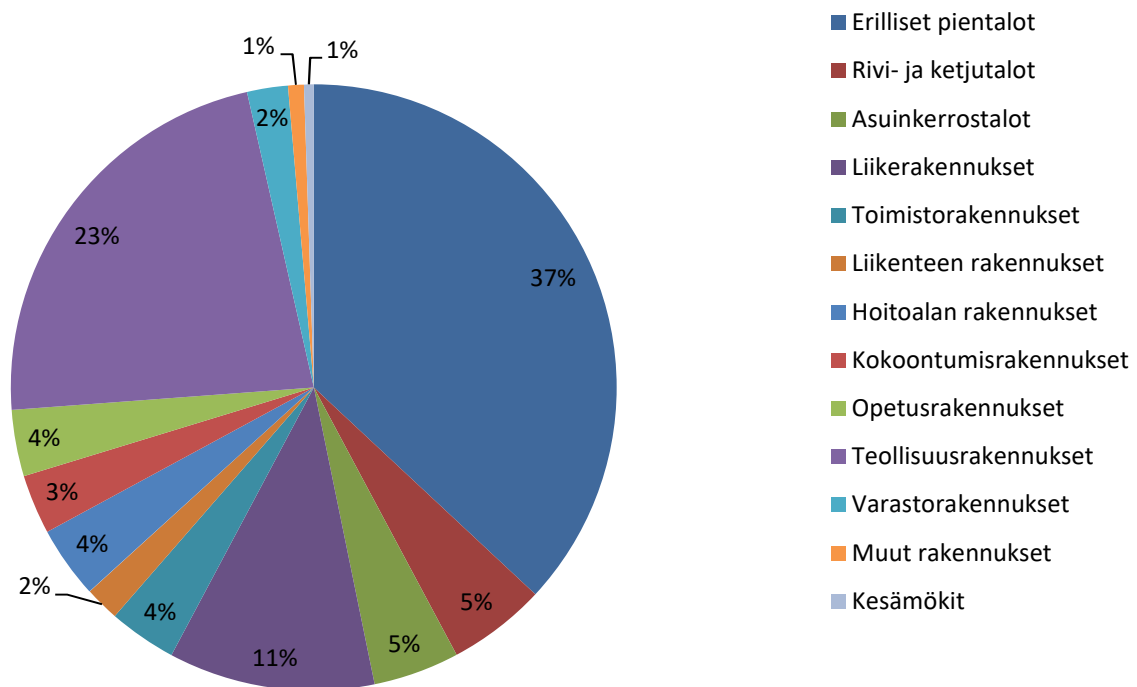
2.4.2 Rakennuskannan lämmönkulutus ja lämmitystavat

Kiinteistöjen lämmitysenergian tarpeen jakauma eri rakennustyyppeihin on arvioitu keskimääräisten tyyppi-kohtaisten lukujen perusteella.⁵³ Haapajärven rakennuskannan lämmönkulutus oli vuonna 2017 noin 172,5

⁵² Ilmatieteen laitos. Lämmitystarveluku eli astepäiväluku. <https://ilmatieteenlaitos.fi/lammitystarveluvut>. Viitattu 14.11.2018.

⁵³ 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.

GWh. Pientalojen osuus lämmönkulutuksesta on 38 % ja muiden asuintalojen yhteensä 10 %. Teollisuuden osuus on suuri, 23 % ja palvelurakennusten (kaikki muut tyypit pl. kesämökit) 28 %. Kesämökkien osuus lämmönkulutuksesta prosentoin luokkaa (Kuva 17).



Kuva 17. Haapajärven alueen rakennuskannan lämpöenergian tarpeen jakauma rakennustyypeittäin.

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 6) on esitetty Haapajärven kaupungin lämmitystapajakauma rakennustyypeittäin rakennusten pinta-alojen perusteella laskettuna. Erillisten pientalojen merkittävimmät lämmönlähteet ovat lähes tasasuuruisin osuusin puu (36 %) ja sähkö (35 %). Öljylämmitys on 16 %:ssa pientaloista. Rivi- ja ketjutaloista ja kerrostaloista on kaukolämmössä kaksi kolmasosaa, mutta niissä öljylämmityksen osuudet ovat myös edelleen merkittäviä (22 % ja 28 %). Teollisuusrakennuksista öljylämmityksessä on suurempi osuus (41 %) kuin kaukolämmössä (38 %). Palvelurakennukset muodostuvat liike-, toimisto-, liikenteen, hoitoalan, kokoontumis-, opetus-, varasto- ja muista rakennuksista. Niistä Haapajärvellä 57 % on kaukolämmössä. Kesämökkien tärkein lämmönlähde on sähkö (56 %). Maalämmön ja lämpöpumppujen osuus on noussut puun ohi. Tilastointitavasta johtuen öljyn kanssa samaan kategoriaan on laitettu kaasu sekä puun yhteyteen turve. Haapajärvellä se kuitenkin käytännössä tarkoittaa öljyn ja puun käyttöä.

Taulukko 6. Arvioitu lämmitystapojen jakautuminen rakennustyypeittäin Haapajärvellä.

	Kaikki rakennukset	Erilliset pientalot	Rivi- ja ketjutilat	Asuin-kerrostalot	Teollisuusrakennukset	Palvelu-rakennukset	Kesämököt
Kauko- tai aluelämpö	31 %	6 %	67 %	66 %	38 %	57 %	0 %
Öljy, kaasua	20 %	16 %	22 %	28 %	41 %	16 %	16 %
Sähkö	21 %	35 %	11 %	5 %	9 %	9 %	56 %
Kivihili	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Puu, turve	20 %	36 %	1 %	0 %	6 %	7 %	12 %
Maalämpö	3 %	5 %	0 %	0 %	0 %	1 %	17 %
Muu, tuntematon	2 %	1 %	0 %	0 %	3 %	5 %	0 %
Ei kiinteää lämmityslaitetta	2 %	1 %	0 %	0 %	3 %	5 %	0 %

2.4.3 Kaupungin omistamien kiinteistöjen lämmitystarve ja lämpöenergian lähteet

Tässä tarkastelussa ovat mukana vain kaupungin suoraan omistamat kiinteistöt pois lukien tytäryhtiöiden vuokratilayhtiön ja Haapajärven Yrityspalvelut Oy:n omistamat kiinteistöt. Kaupungin suoraan omistamien kiinteistöjen kokonaispinta-ala on noin 48 000 m² ja –tilavuus noin 202 000 m³.

Kaupungilta saatujen kiinteistöjen energiankulutustietojen mukaan vuonna 2017 lämpöenergiaa kului 24 eri kohteessa yhteensä 10,1 GWh. Kulutustiedoissa ei ole mukana kaikkia kaupungin omistamia kohteita ja pinta-ala- ja tilavuustiedoissa on puutteita, joten tarkastelu on näiltä osin puutteellinen. Niistä 19 kiinteistöä oli kaukolämmössä, 4 hakelämmityksessä ja yksi öljylämmityksessä. Hakelämmityskohteissa on varalämmönlähteenä myös öljy. Kaukolämpöä kului vuonna 2017 yhteensä 8,2 GWh (81 %), hake-energiaa 1,6 GWh (16 %) ja öljyä 0,2 GWh (2 %) (Taulukko 7).

Taulukko 7. Haapajärven kaupungin suoraan omistamien kiinteistöjen lämmitysenergian kulutus kiinteistötyypeittäin lämmitystavan mukaan vuonna 2017.

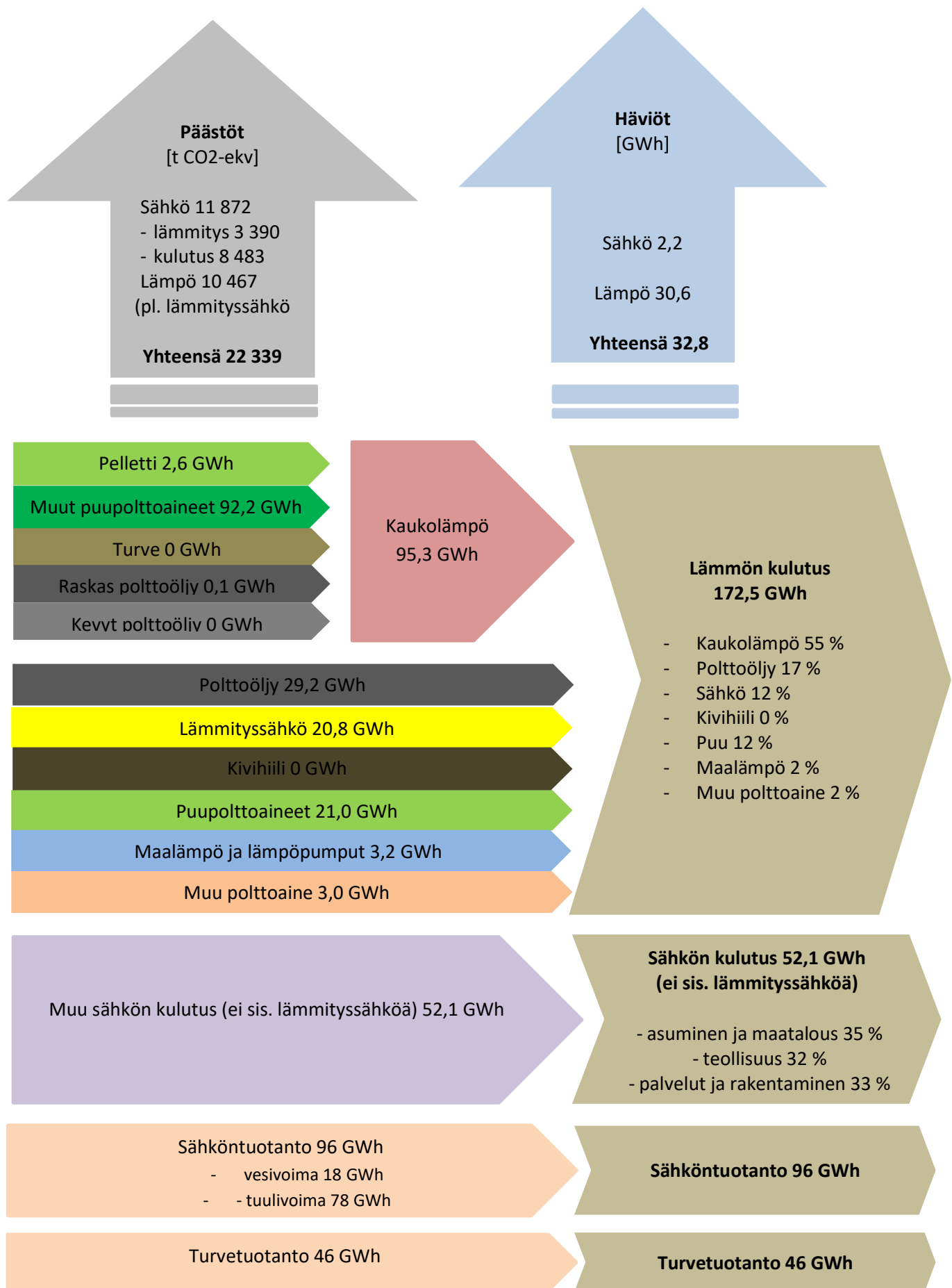
	Kaukolämpö (MWh)	Öljy (MWh)	Hake (MWh)	Yhteensä (MWh)
Asuinrakennukset	239	0	0	239
Hoitoalan rakennukset	2280	0	1015	3295
Muut rakennukset	2211	0	0	2211
Opetusrakennukset	2944	236	622	3802
Teollisuusrakennukset	522	0	0	522
	8196	236	1637	10069

Kaupungin kiinteistöissä on tapahtunut muutoksia viime vuosina. Tarpeettomia tai käyttöikänsä päähän tulleet rakennuksia on myyty tai purettu, joten tilatehokkuus on parantunut.

2.5 Kokonaisenergiatase

Sähkö- ja lämpöenergiataseiden sekä kiinteistöjen lämmönkulutustietojen perusteella laadittu Haapajärven kokonaisenergiatase on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 18). Haapajärvellä käytetyn sähkön ja lämmön tuottamiseen kului vuonna 2017 primäärienergiaa 257,4 GWh, josta noin 32,8 GWh eli 12,7 % oli sähkö- ja lämpöverkkojen häviöitä. Energiantuotannossa syntyi kasvihuonekaasupäästöjä yhteensä 22 300 t CO₂-ekv.

Lämmityssähkön tuotannossa muodostuvat kasvihuonekaasupäästöt ja häviöt on allokoitu tässä kokonaisuudessaan lämmölle. Lämmön (ml. lämmityssähkö) osuus Haapajärven kokonaisenergiankulutuksesta vuonna 2017 oli 79 %. Sähkön osuus lämmöntuotannosta polttoaine-energiasta laskettuna, kun lämpöpumppujen kuluttamaa sähköä ei oteta huomioon, oli arviolta 11 %. Sähköntuotantoa Haapajärvellä on 96 GWh, kun taas sähkönkulutus häviöineen on noin 75 GWh. Haapajärven sähköntuotanto ylittää kaupungin alueen kulutuksen 28 %:lla eli Haapajärveltä viedään sähköä valtakunnan verkkoon noin 21 GWh. Vuonna 2017 polttoturvettä Haapajärvellä tuotettiin 46 GWh:n verran. Turvettä ei kuitenkaan käytetä kaupungin energiantuotannossa, vaan se kaikki viedään muualle. Näin ollen Haapajärveltä vietiin energiaa muualle 67 GWh. Puupolttoaineiden osuus lämmöntuotannosta (sis. kaukolämpö ja kiinteistöjen erillislämmitys) on Haapajärvellä hyvin suuri, yhteensä 69 %. Puupolttoaineista suuri osa lienee peräisin kaupungin ulkopuolelta, kun Ha-Sa Oy:n sahalle tuodaan puuraaka-aineita jalostettavaksi laajalta alueelta ja sivutuotteita käytetään Haapajärvellä energiantuotantoon.



Kuva 18. Haapajärven kaupungin 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.⁵⁴ Puuta käytetään muun muassa pientalojen, maatilojen ja suurten kiinteistöjen lämmityksessä.⁵⁵ Pientaloissa puuta käytetään sekä keskuslämmityksessä kattiloissa että tukilämmitysmuotona tulisijoissa.⁵⁶

Puukattiloissa voidaan käyttää polttoaineina pilkkeitä, halkoja ja haketta. Pilke- ja halkolämmitys vaati asukailta enemmän työtä kuin muut lämmitystavat, sillä ne on syötettävä kattilaan käsin. Usein myös polttoaine hankitaan omasta metsästä.⁵⁷ Hakkeella tarkoitetaan koneellisesti haketettua puuta, jota käytetään kiinteistöjen automaattisissa puulämmityslaitteissa, aluelämpölaitoksissa ja voimaloissa. Hakkeen puuaines voi olla peräisin metsästä tai teollisuuden jättepuusta.⁵⁸

Puupelletit ovat puusepän- ja sahateollisuuden sivutuotteena syntyvästä kutterinpurusta, sahajauhasta ja hiontapölystä puristettuja pieniä, tiiviitä sylintereitä, joissa energia on hyvin tiiviissä muodossa. Pelletit varastoidaan siiloon kattilahuoneen läheisyyteen, josta ne siirretään polttimelle siirtoruuvilla. Pelletit poltetaan erityisessä pellettipolttimessa, joka voidaan asentaa joko pelletin polttoon suunniteltuun kattilaan tai myös useimpiin öljy- ja puukattiloihin.⁵⁹

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.⁶⁰

Siirtyminen öljylämmityksestä puupohjaiseen lämmitykseen on usein taloudellisesti kannattava ratkaisu, sillä puupolttoaineet ovat öljyä edullisempia.⁶¹ 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

⁵⁴ Motiva Oy. 2012. Pientalon lämmitysjärjestelmät.

⁵⁵ Motiva Oy. Puulämmitys kiinteistöissä. http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/puulammitys_kiinteistoissa. Viitattu 12.1.2017.

⁵⁶ Energiatehokas koti. Puulämmitys. http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/puulammitys. Viitattu 12.1.2017.

⁵⁷ Energiatehokas koti. Pilkelämmitys. www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/puulammitys/pilkelammitys. Viitattu 12.1.2017.

⁵⁸ Energiatehokas koti. Hakelämmitys. http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/puulammitys/hakelammitys. Viitattu 12.1.2017.

⁵⁹ Motiva Oy. 2012. Pientalon lämmitysjärjestelmät.

⁶⁰ Motiva Oy. 2012. Pientalon lämmitysjärjestelmät.

⁶¹ Tilastokeskus. Suomen virallinen tilasto (SVT): Energian hinnat. 3. vuosineljännes 2016. Liitetaulukko 3. Lämmitysenergian kuluttajahintoja syyskuussa 2016. http://www.stat.fi/til/ehi/2016/03/ehi_2016_03_2016-12-08_tau_003_fi.html. Viitattu 13.1.2017.

pellettilämmitys tarvitsee erillisen varastosiilon. Kaikkein puupolttoaineiden varastointitilan tarve on suurempi kuin öljyllä, koska hakkeen, pellettien ja pilkkeen energiatiheys on polttoöljyä alhaisempi.⁶²

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.⁶³

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 Kaupungin metsävarat ja puupolttoaineiden käyttö

Haapajärven kaupungissa on metsämaata yhteensä 62 696 ha.⁶⁴ Ne kattavat 79 % kunnan pinta-alasta. Vuoden 2013 valtakunnan metsien inventointitietojen (VMI) perusteella Haapajärven metsien puuvaranto on 8,11 milj.m³. Puuston puulajijakaumassa männyn osuus on 54,1 %, kuusen 22,9 % ja koivun ja muiden lehtipuiden 23,0 % puuston koko tilavuudesta.⁶⁵ Metsistä on yksityisessä omistuksessa Haapajärvellä 45 976 ha eli noin 73 % kaikesta metsämaasta.⁶⁶ Yksityismetsien ulkopuolelle jäävä metsämaa 16 720 ha jakautuu kuntien, seurakuntien ja valtion omistamiin metsiin. Kaupunki omistaa 1141 ha (1 %) (tilanne 31.12.2013).⁶⁷

Vuonna 2017 Haapajärvellä käytettiin puupohjaisia polttoaineita peräti 140 GWh:n verran, mikä vastaa lähes 70 %:a kaikesta lämmöntuotantoon käytetystä polttoaine-energiasta. Tästä kaukolämpölaitoksella käytettiin 110 GWh (79 %) ja kiinteistöjen erillislämmityksessä 30 GWh (21 %). Kaukolämpö tuotettiin lähes sataprosenttisesti puupohjaisilla poltto-aineilla.

⁶² Energiatehokas koti. Puulämmitys. http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/puulammitys. Viitattu 12.1.2017.

⁶³ 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.

⁶⁴ Suomen metsäkeskus. Yksityismetsien metsävaratieto. Alueellinen metsävaratieto yksityismetsistä taulukkotietona (Excel-tiedosto 22.9.2015). <http://www.metsakeskus.fi/yksityismetsien-metsavaratieto#.VymYJmxf270>.

⁶⁵ Luonnonvarakeskus. Valtakunnan metsien inventointi (VMI). Monilähteinen VMI. Kuntakohtaiset metsätiedot 2013. (Excel-tiedosto). <http://www.metla.fi/ohjelma/vmi/vmi-moni.htm>.

⁶⁶ Suomen metsäkeskus. Yksityismetsien metsävaratieto. Alueellinen metsävaratieto yksityismetsistä taulukkotietona (Excel-tiedosto 22.9.2015). <http://www.metsakeskus.fi/yksityismetsien-metsavaratieto#.VymYJmxf270>.

⁶⁷ Kunnat.net. Kuntametsät. Kuntien metsätietoja 2013 (pdf-tiedosto). <http://www.kunnat.net/fi/asiantuntijapalvelut/ymparisto/ymparistonsuojelu/kuntametsat/Sivut/default.aspx>.

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.⁶⁸ 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 metsähake-
raaka-ainemäärää, jossa rajoitteina otetaan huomioon, että talteensaantoprosentti on alle 100, energiapuun korjuukohdevalinnassa noudatetaan Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion antamia suosituksia⁶⁹, 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 8).

Taulukko 8. 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

⁶⁸ 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.

⁶⁹ Koistinen, A. & Äijälä, O. 2005. Energiapuun korjuu. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio.

80 %. Muiden metsänomistajaryhmien energiapuun tarjontahalukkuuden oletettiin olevan kaikilla raaka-ainejakeilla 100 %.⁷⁰

3.1.3 Saatavissa olevan energiapuun energiasisältö

Saatavissa olevan energiapuumäärän energiasisältö voidaan arvioida käyttämällä seuraavan taulukon mukaisia lämpöarvoja (Taulukko 9).

*Taulukko 9. Käytetyt kertoimet eri metsähakelajien kiintokuutiometrien sisältämän energiasisällön määrittämiseksi.*⁷¹

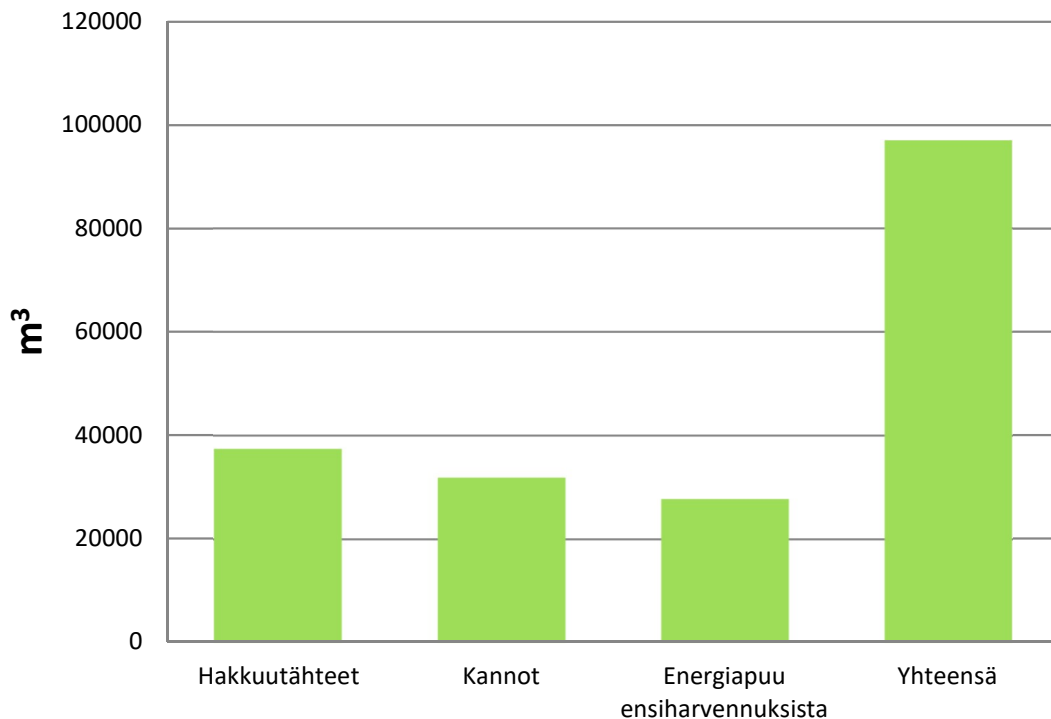
Metsähakelaji	Energiasisältö, MWh/m ³		
	Kuusi	Mänty	Koivu, muu lehtipuu
Hakkuutähdehake	2,08	2,00	2,42
Kantomurske	2,13	2,38	2,41
Pienpuuhake		2,00	

Seuraavissa kuvissa on esitetty Haapajärven metsäbioenergian potentiaalit perustuen Metsäkeskuksen julkaisemiin yksityismetsien hakkuuehdotuksiin vuosille 2015–2024.⁷² Laskennassa on yleistetty yksityismetsille annetut hakkuuehdotukset koskemaan myös yhteisöjen omistamia metsiä. Yhteensä metsähakkeen raaka-aineita voitaisiin Haapajärven metsistä teoriassa saada noin 84 000 m³, josta hakkuutähteitä olisi 32 400 m³, kantoja 27 600 m³ ja pienpuuta 24 000 m³ (Kuva 19). Kun otetaan huomioon eri jakeiden talteensaantoprosentit, korjuukohteiden valinnan ohjeistukset ja metsänomistajien tarjontahalukkuus, teknis-ekologinen metsäenergiapotentiaali on Haapajärvellä noin 53 500 m³ eli 64 % teoreettisesta potentiaalista (Kuva 20).

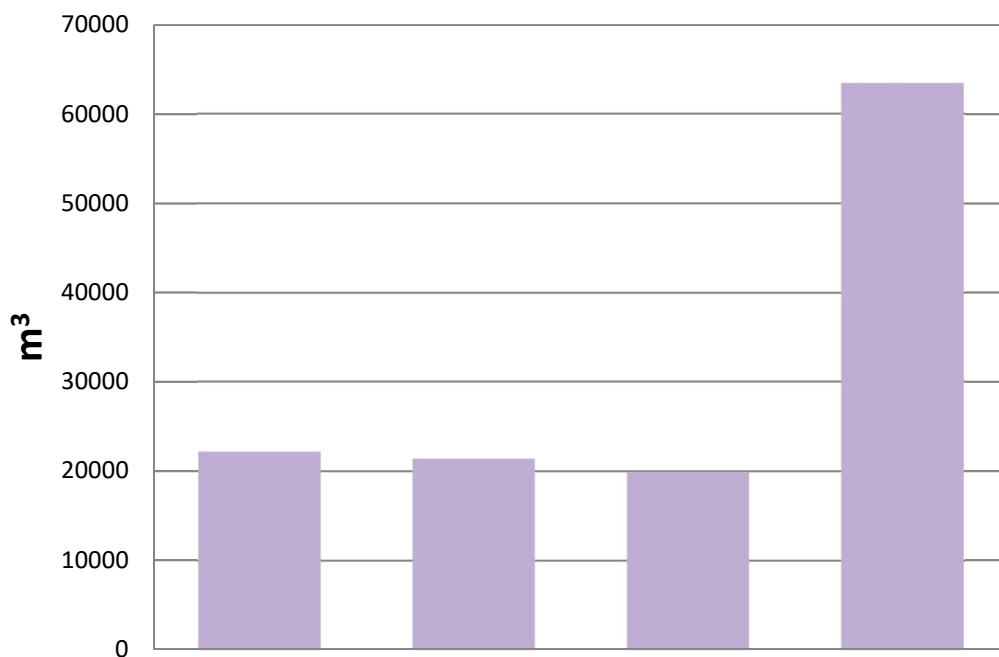
⁷⁰ Kärhä, K., Elo, J., Lahtinen, P., Räsänen, T., Keskinen, S., Saijonmaa, P., Heiskanen, H., Strandström, M. & Pajuoja, H. 2010. Kiinteiden puupolttoaineiden saatavuus ja käyttö Suomessa vuonna 2020. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 66/2010.

⁷¹ 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 julkaisuja 66/2010.

⁷² Suomen metsäkeskus. Yksityismetsien metsävaratieto. Alueellinen metsävaratieto yksityismetsistä taulukkotietona (Excel-tiedosto 22.9.2015). <http://www.metsakeskus.fi/yksityismetsien-metsavaratieto#.VymYJmxf270>.



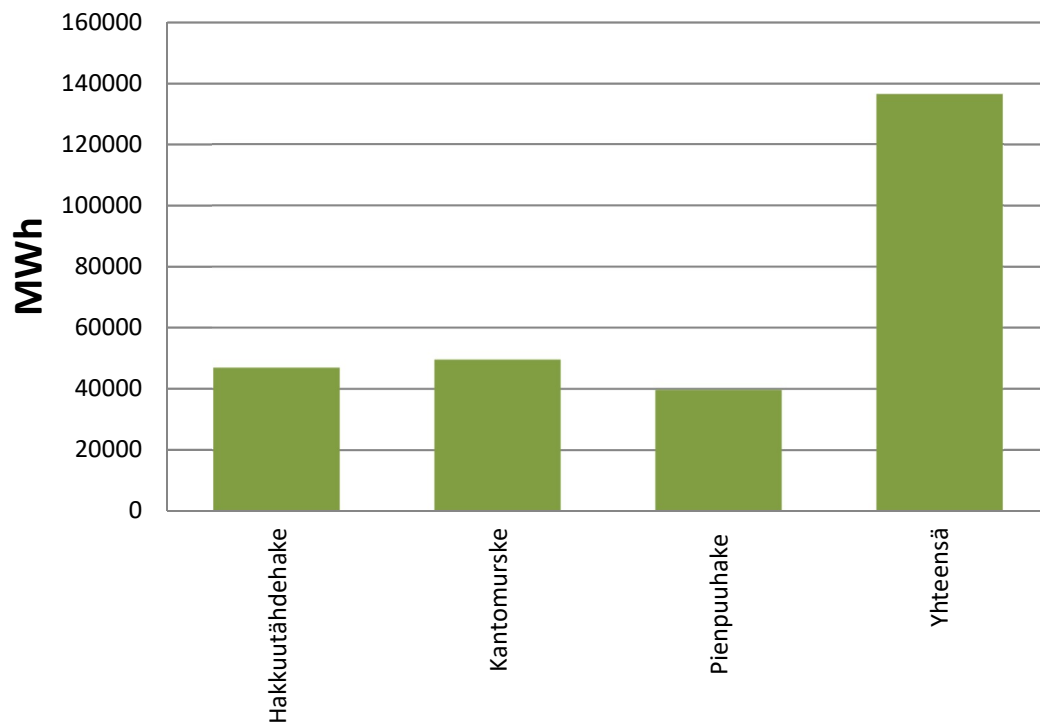
Kuva 19. Haapajärven kaupungin alueen metsähakkeen teoreettinen hankintapotentialiaali. Arvio perustuu Metsäkeskuksen julkaisemiin yksityismetsien hakkuuehdotuksiin.



Kuva 20. Haapajärven kaupungin alueen metsäbioenergian teknis-ekologinen hankintapotentialiaali. Arvio perustuu Metsäkeskuksen julkaisemiin yksityismetsien hakkuuehdotuksiin.

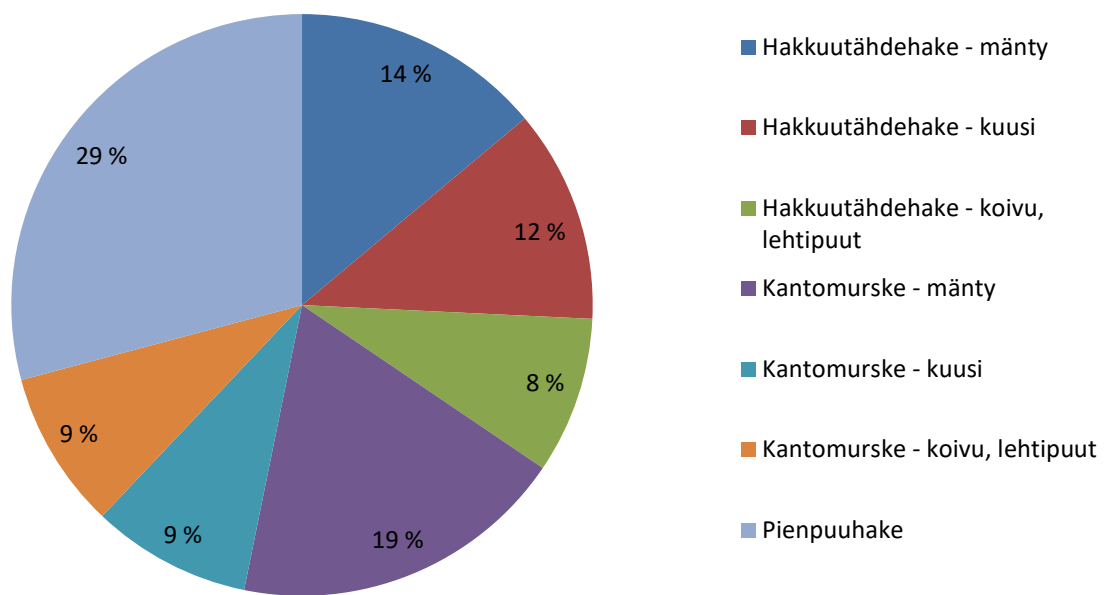
Haapajärven alueen metsäenergiapotentiaali on yhteensä 115 GWh (Kuva 21). Kaupungin alueen energiantuotannossa (kaukolämmöntuotanto ja kiinteistöjen erillislämmitys) käytetään kuitenkin jo 140 GWh puupolttoaineita eli laskennallisesti 25 GWh enemmän kuin kaupungin omat energiapuuvarat ovat. Täten

Haapajärven metsäbioenergiatase on negatiivinen. Syynä tähän on Ha-San sahaustoiminnan sivutuotteiden laaja käyttö lämmöntuotannossa. Ha-Sa hankkii puuta laajalta, yli 30 kuntaa kattavalta alueelta yli maakuntarajojen.⁷³ Siten muiden kuntien laskennallisesta metsäbioenergiapotentiaalista osa päättyy Haapajärvelle. Haapajärven alueen metsissä on taatusti hyödyntämiskelpoista energiapuuta, mutta sen määrää on käytävissä olevilla tiedoilla mahdotonta arvioida. Hakkuutähteiden osuus arvioituna metsäbioenergian tarjonnasta on 35 %, kantojen 36 % osuus ja pienpuun osuus on 29 % (Kuva 22). Esitetyt energiamäärät on laskettu polttoaineen saapumistilassa laitokselle. Potentiaalissa ei ole huomioitu häviöitä, jotka syntyvät puun poltossa ja energian siirrossa.



Kuva 21. Haapajärven kaupungin metsien teknis-ekologinen bioenergiapotentiaali energiamääränä.

⁷³ Hasa Oy. Puunhankinta. www.hasa.fi/ostamme-puuta/. Viitattu 19.11.2018.



Kuva 22. Haapajärven alueen metsäbiomassan teknis-ekologisen potentiaalin jakautuminen eri haketyyppeihin energiamääränä laskettuna (yhteensä 115 GWh).

3.1.4 Puupolttoaineiden käytön lisäämisen vaikutukset kasvihuonekaasupäästöihin

Haapajärvellä on 391 öljylämmitteistä erillispientaloa, joiden kerrosala on noin 55 000 m². Niiden lämmitykseen kuluu noin 10 GWh polttoaine-energiaa. Öljylämmitteisten liike- ja teollisuusrakennusten pinta-ala on noin 44 500 m², ja niiden lämmitykseen kuluu noin 19 GWh polttoaine-energiaa. Jos näistä rakennuksista puolet siirtyisi puupohjaisen lämmitysenergian käyttöön, vähenisi öljyn käyttö lähes 15 GWh:n verran. Se vastaa noin 1,5 miljoona öljylittraa ja samalla noin 40 prosenttia koko kunnan alueella lämmitykseen kulutetusta öljystä. Kasvihuonekaasupäästöjä edellä mainitut toimenpiteet vähentäisivät noin 4 000 CO₂-ekvivalenttitonnia.

3.2 Peltobiomassat

Peltobiomassoihin kuuluvat kivennäis- ja turvemaapelloilla kasvatettavat energiakasvit (esimerkiksi ruokohelpi, 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 pelloilla, kesannoilla ja entisillä turvesoilla.⁷⁴ Peltobiomassoista energiantuotannossa on hyödynnetty lähinnä ruokohelpeä ja olkea.⁷⁵

⁷⁴ Motiva. Peltobiomassat. www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/energiaa_pelloilta/peltobiomassat.

⁷⁵ Alakangas, E. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. Valtion teknillinen tutkimuskeskus VTT. VTT tiedotteita 2045.

Ruukohelpi on ollut tärkein peltoenergiakasvimme. Sen tuotantoala oli vuonna 2013 noin 6 600 hehtaaria, mutta tuotanto-ala on siitä lähes puolittunut.⁷⁶ Ruukohelven keskimääräinen sato on 4–5 tonnia hehtaarilta. Tonnista ruukohelpiä voidaan keväällä saada energiaa runsaat 4 MWh. Tällöin helven kosteus on alle 25 %. Laatu kuitenkin heikkenee kesän edetessä ja varastointiajan pidentyessä. Ruukohelven polton haasteena ovat muun muassa tuhkapitoisuus ja tuhkan ominaisuudet, kosteuden vaihtelut ja pieni energiatiheys verrattuna muihin biopolttoaineisiin.⁷⁷

Suomessa ruukohelpi on ollut pääsääntöisesti suurten voimalaitosten käyttämä polttoaine. Ruukohelpiä käyttävät laitokset ovat niin kutsuttuja seospolttolaitoksia, joissa pääpolttoaineena ovat tyypillisesti turve ja puu. Teknisten ongelmien estämiseksi polttolaitoksissa suositellaan, että polttoaineseoksessa käytettäisiin ruukohelpeä enintään 20 %:n energiaosuudella turpeen kanssa ja 10 %:n energiaosuudella puun kanssa. Jos turpeen osuus on yli puolet polttoaineseoksessa, voidaan ruukohelpeä polttaa korkeintaan 15 % energiaosuuteen asti.⁷⁸

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 ongelmallisemman energialähteen.⁷⁹ 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.⁸⁰

Haapajärvellä maatalousmaata oli vuonna 2017 yhteensä 8942 hehtaaria.⁸¹ Pellon käytön jakautuminen viljakasveihin ja kesantoon ja peltobiomassan teoreettinen energiahyödyntämispotentiali on esitelty taulukossa alla. Energiapotentiaalin arvioinnissa on oletettu, että kesannot hyödynnettäisiin ruukohelven viljelyssä ja viljakasvien viljelystä syntyvästä oljesta 70 % energiantuotannossa. Vuonna 2017 viljelysalasta viljojen osuus oli 39 % ja kesannon 3 %. Ruukohelpeä Haapajärvellä on viljelty 60 pellohehtaarilla. Peltobiomassoista voitaisiin tämän arvion mukaan saada energiaa noin 33 GWh (Taulukko 10).

⁷⁶ Luonnonvarakeskus. Käytössä oleva maatalousmaa.

http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_02%20Maatalous_04%20Tuotanto_22%20Kaytossa%20oleva%20maatalousmaa/01_Kaytossa_oleva_maatalousmaa_ELY.px/table/table-ViewLayout1/?rid=9f479032-9de0-49e0-b331-8dab8b9e0b00. Viitattu 21.11.2018.

⁷⁷ Motiva. Ruukohelpi. www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/energiaa_pelloilta/peltobiomassat/ruukohelpi.

⁷⁸ Lötjönen, T. & Knuuttila, K. Pelloilta energiaa. Opas ruukohelven käyttäjille. Jyväskylä Innovation Oy ja Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. 2009.

⁷⁹ Alakangas, E. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. Valtion teknillinen tutkimuskeskus VTT. VTT tiedotteita 2045.

⁸⁰ Paappanen, T., Lindh, T., Kärki, J., Impola, R., Rinne, S., Lötjönen, T., Kirkkari, A., Taipale, R. & Leino, T. 2008. Ruukohelven polttoaineketjun kehittäminen liiketoimintamahdollisuuksien parantamiseksi. Valtion teknillinen tutkimuskeskus VTT. VTT tiedotteita 2452.

⁸¹ Luonnonvarakeskus. Käytössä oleva maatalousmaa.

http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_02%20Maatalous_04%20Tuotanto_22%20Kaytossa%20oleva%20maatalousmaa/01_Kaytossa_oleva_maatalousmaa_ELY.px/table/table-ViewLayout1/?rid=9f479032-9de0-49e0-b331-8dab8b9e0b00. Viitattu 21.11.2018.

Taulukko 10. Energiantuotantoon soveltuva peltoala Haapajärvellä, peltobiomassan saannot sekä energianhyödyntämispotentialit.*

Pellon käyttö	Viljelyala, ha	Energian lähde	Saanto, t	Energiaa, MWh
Viljakasvit	3621	Olki	7836	26658
Ruukohelpi	60	Ruukohelpi	270	1312
Kesanto	234	Ruukohelpi	1053	5118
Yhteensä	3915		9159	33088

* Saannot on ilmoitettu kuiva-ainemäärinä. Oljen kokonaissaanto on Biomassa-atlaksesta.⁸² Ruukohelven saannolla on käytetty 4,5 t/ha⁸³ (lähteessä ilmoitetun vaihteluvälin keskiarvo). Taulukossa sekä oljen että ruukohelven lämpöarvona on käytetty 17,5 MJ/kg eli 4,86 kWh/kg.⁸⁴ Laskelmassa on oletettu, että 70 % oljesta käytettäisiin energiantuotantoon.

3.3 Jätepolttoaineet

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

Haapajärvi kuuluu alueellisen jätehuolto-yhtiö Vestia Oy:n toimialueeseen. Yhtiö hoitaa kotitalouksien jätehuollon käytännön järjestelyt 16 kunnan alueella Siika-, Pyhä-, Kala- ja Lestijokilaaksoissa.⁸⁵ Sen keräämät polttokelpoiset jätteet toimitetaan Mustasaareen Westenergy Oy:n polttolaitokseen, joka tuottaa kaukolämpöä ja sähköä Vaasan Sähkö Oy:lle.⁸⁶ Biojätteet kuljetetaan Oy Stormossen Ab:n biokaasulaitokseen.⁸⁷

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 aineiden osuudet ovat hyvin vähäisiä. Periaatteessa kaikki orgaaninen aine voidaan mädättää, mutta tekniikka sopii parhaiten helposti hajoaville aineksille. Biokaasua voidaan käyttää lämmöntuotannon polttoaineena kaasukattiloissa tai kaasumootorissa lämmön ja sähkön tuottamiseksi tai jalostaa liikennepolttoaineeksi (Kuva 23).⁸⁸ 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 panostoitavia.⁸⁹

⁸² Luonnonvarakeskus. Biomassa-atlas. <https://biomassa-atlas.luke.fi/>. Peltokasvien sivuvirrat 2016. Viitattu 15.11.2018.

⁸³ Motiva. Ruukohelpi. www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/energiaa_pelloilta/peltobiomassat/ruukohelpi.

⁸⁴ Alakangas, E. 2000. Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia. Valtion teknillinen tutkimuskeskus VTT. VTT tiedotteita 2045.

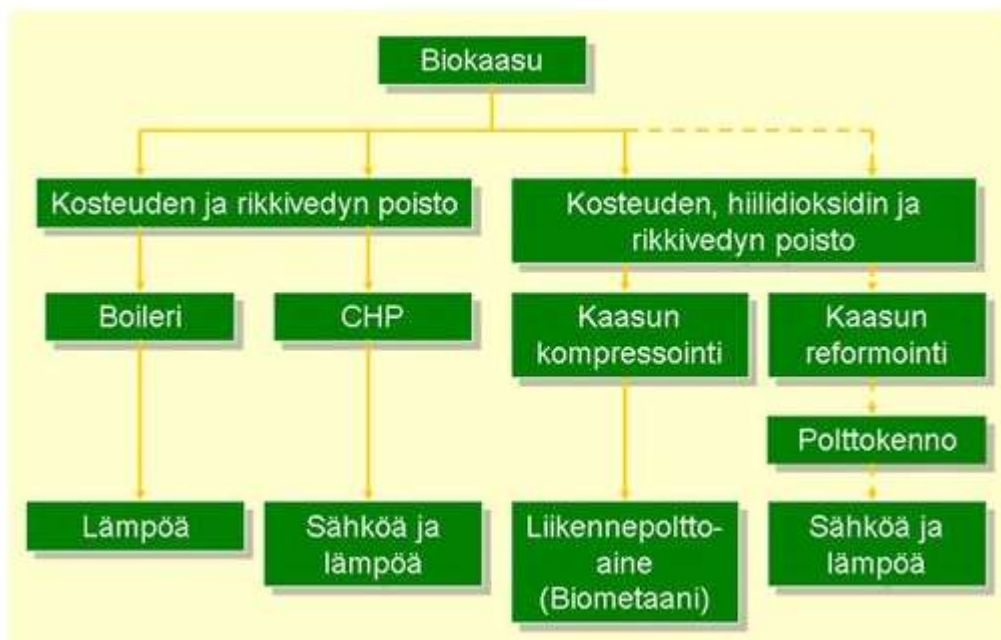
⁸⁵ Vestia Oy. <http://www.vestia.fi/vestia-oy/>. Viitattu 18.5.2016.

⁸⁶ Vestia Oy. Jätteenpolttolaitos. <http://www.vestia.fi/vestia-oy/jatteenpolttolaitos/>. Viitattu 18.5.2016.

⁸⁷ Vestia Oy. Biojäte. <http://www.vestia.fi/lajittelu/lajittele-nain/biojate/>. Viitattu 18.5.2016.

⁸⁸ Motiva. 2013. Biokaasun tuotanto maatilalla.

⁸⁹ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. (toim.). 2015. Biokaasuteknologia. Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen. Suomen biokaasuyhdistys ry. Hämeen ammattikorkeakoulu. HAMKin e-julkaisuja 36/2015.



Kuva 23. Biokaasun hyödyntämismahdollisuuksia.⁹⁰

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.⁹¹

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 kosteuspitoisuuksissa 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-aineesta 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 tyydestä muuttuu prosessissa liukoiseksi ammoniumtypeksi. Jos on tarpeen erottaa fosforia ja tyyppiä sisältävät ainekset, mädätysjäännös voidaan erotella kiinteään ja nestemäiseen osaan, koska fosfori jää pääosin kiinteään ja typpi nestemäiseen ainekseen.⁹²

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

⁹⁰ Biokaasufoorumi. Biokaasun hyödyntäminen. <http://www.biokaasufoorumi.fi/index.asp?init=1&initID=17271>. Viitattu 13.5.2016.

⁹¹ Motiva. 2013. Biokaasun tuotanto maatilalla.

⁹² Motiva. 2013. Biokaasun tuotanto maatilalla.

erilaisia määriä metaania, koska niitä ruokitaan erilaisilla rehuilla ja ne hyödyntävät ravintonsa eri tavoin. Myös lantatyypin vaikutus metaanintuotantoon. Lietelannassa on usein paljon vettä, kun taas kuivalannat ovat kiinteitä ja niissä on korkea kuiva-ainepitoisuus. Lantatyypin vaikutus laitostyyppin valintaan.⁹³

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 mm. nurmirehun, rehumassin ja ruokohelven käyttöä. Kasvibiomassojen metaanintuottoarvot ovat lantaa korkeampia, koska ne sisältävät enemmän orgaanista ainetta. Lisäämällä biokaasulaitokseen kasvimassaa lannan lisäksi voidaan metaanintuotantoa nostaa merkittävästikin.⁹⁴

Maatilakohtaisissa laitoksissa biokaasua tuotetaan pääosin oman tilan lannoista, kasvintuotannon jätteistä ja sivuvirroista, ja mädätysjäännös hyödynnetään lannoitteena. Maatilat ovat perustaneet myös yhteisiä laitoksia. Lisäksi on kaupallisia laitoksia, jotka ostavat raaka-aineen eri tuottajilta.⁹⁵ 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.⁹⁶

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 maatalan rakennusinvestointeihin. Tukea voidaan myöntää maatilalle tai maatilojen yhteenliittymälle, joka tuottaa energiaa omaan käyttöön. Maksimiteho saa olla 250 kW.⁹⁷

⁹³ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. (toim.). 2015. Biokaasuteknologia. Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen. Suomen biokaasuyhdistys ry. Hämeen ammattikorkeakoulu. HAMKin e-julkaisu 36/2015.

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

⁹⁵ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. (toim.). 2015. Biokaasuteknologia. Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden hyödyntäminen. Suomen biokaasuyhdistys ry. Hämeen ammattikorkeakoulu. HAMKin e-julkaisu 36/2015.

⁹⁶ Hagström, M., Vartiainen, E. & Vanhanen, J. 2005. Biokaasun maatilatuotannon kannattavuusselvitys. Gaia Group Oy.

⁹⁷ Åkerlund, F. Biokaasulaitosten tukijärjestelmät Suomessa. Motiva Oy.

Haapajärvellä oli 2017 yhteensä 70 nautakarjatilaa ja siipikarjatiloja kolme. Sikatiloja ei ole lainkaan. Nautaeläinten lukumäärä oli yhteensä 5765 ja siipikarjan 1071.⁹⁸ Biokaasun tuotantopotentiaalin arvioinnissa on käytetty seuraavan taulukon mukaisia lannantuotantomääriä (Taulukko 11). Lypsy- ja emolehmien osalta on otettava huomioon, että niitä todennäköisesti laidunnetaan 3–4 kuukautta vuodessa, joten taulukon lantamääristä saadaan niiden osalta talteen noin 70 %.

Taulukko 11. Eri tuotantoeläinten lannantuotanto vuodessa.⁹⁹

	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 energiapotentiaalit on esitetty taulukossa alla (Taulukko 12). Kun laskennassa huomioidaan kaikki Haapajärven tuotantoeläimet, lantaa voitaisiin saada talteen vuodessa noin 3 900 tonnia, joka on käytännössä kokonaan nautakarjan lantaa. Laskennassa on kaasuntuotantomäärinä käytetty naudan- ja siipikarjanlannalle $400 \text{ m}^3/\text{t}^{100}$, joten kokonaislantamäärästä voitaisiin tuottaa biokaasua noin $1,6 \text{ milj.m}^3$. Biokaasun lämpöarvo on $4,4\text{--}7,4 \text{ kWh/m}^3$.¹⁰¹ Laskelmissa on käytetty lämpöarvona 6 kWh/m^3 . Näin ollen biokaasun energiantuotantopotentiaali olisi Haapajärvellä vuodessa reilut 9 GWh.

Taulukko 12. Haapajärven eläintilojen ja eläinten lukumäärä, vuotuinen lannantuotanto sekä potentiaaliset biokaasu- ja energiamäärät.

Eläin	Eläinten lkm.	Tilojen lkm.	Lannan-tuotanto (t)	Kaasun-tuotanto (m^3)	Energia-säältö (MWh)
Nautaeläimet	5 765	70	3 888	1 555 376	9 332
Siipikarja	1 071	3	5	1 928	12
Yhteensä	6 836	73	3 893	1 557 304	9 344

⁹⁸ 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_kevaalla_kunta.px/table/tableViewLayout1/?rxid=42b54b72-c114-4422-b0f9-b8ec8175c561. Viitattu 21.11.2018.

⁹⁹ Hagström, M., Vartiainen, E. & Vanhanen, J. 2005. Biokaasun maatilatuotannon kannattavuusselvitys. Gaia Group Oy.

¹⁰⁰ Hagström, M., Vartiainen, E. & Vanhanen, J. 2005. Biokaasun maatilatuotannon kannattavuusselvitys. Gaia Group Oy.

¹⁰¹ Motiva. 2010. Polttoaineiden lämpöarvot, hyötysuhteet ja hiilidioksidin ominaispäästökertoimet sekä energian hinnat. 19.4.2010.

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 lieenee tällä hetkellä ylijäämä- tai pilaantunutta rehua. Energiantuotantoon käytettävissä olevien, nurmikasvien biomassamäärien arvioinnissa on otettava huomioon, että karjatiloiilla 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 syötteenä. Lisäksi jo nyt luonnonhoitopellot, viherkesanot ja suojakaistat tarjoavat hyvän raaka-ainelähteen biokaasuntuotantoon. Oletettavasti nurmien satoisuutta olisi mahdollista nostaa, jos siihen on riittävät kannustimet.¹⁰²

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.¹⁰³ Haapajärvellä tämä suhdeluku on 1,1, joten nurmikasveista on todennäköisesti mahdollista saada ylijäämää. Kasvibiomassojen energiantuotantopotentiaalia voidaan arvioida seuraavan taulukon tietojen perusteella (Taulukko 13).

Taulukko 13. Eräiden peltoviljelykasvien biomassojen potentiaaliset hehtaarikohtaiset metaani- ja energiasaannot.¹⁰⁴

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

Haapajärven peltojen käytön jakautuminen biokaasuntuotantoon soveltuvien viljelykasvien viljelyalaan ja kesantoon ja karkea laskelma peltobiomassan teoreettinen energiapotentiaali biokaasuntuotannossa on esitetty taulukossa alla. Tämän yksinkertaisen laskentatavan perusteella Haapajärvellä voitaisiin tuottaa 35 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 hyödyntämisvaihtoehtojen kannattavuutta ja muita vaikutuksia tulisi arvioida erikseen tarkemmin. Näiden arvioiden perusteella karjanlannan ja kasvibiomassojen biokaasuntuotantopotentiaali olisi yhteensä noin 44 GWh.

¹⁰² Niemeläinen, O. Nurmialueiden potentiaalinen biomassa bioenergian tuotantoon Euroopassa. Julkaisussa: Pakkala, K. & Lötjönen, T. 2015. Peltobiomassat tulevaisuuden energiasurssina. 2. Luonnonvarakeskus. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 55/2015: 43–54.

¹⁰³ Niemeläinen, O. Nurmialueiden potentiaalinen biomassa bioenergian tuotantoon Euroopassa. Julkaisussa: Pakkala, K. & Lötjönen, T. 2015. Peltobiomassat tulevaisuuden energiasurssina. 2. Luonnonvarakeskus. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 55/2015: 43–54.

¹⁰⁴ Lehtomäki, A., Lampinen, A. & Rintala, J. 2003. Peltobiomassoista puhdasta kotimaista kaasua. Kemia 30(8): 34–35.

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

Pellon käyttö	Viljelyala, ha	Energiasaanto keskimäärin (MWh/ha)	Energiasaanto yhteensä, MWh
Viljakasvit	3621	6	15208
Rehunurmet	4152	26	10795
Muut nurmet	834	24	2002
Kesanto	234	30,5	7137
Yhteensä	8841		35142

* Kasvien keskimääräiset energiasaannot on laskettu taulukon 15 arvoista vaihteluvälien keskiarvoina. Laskel-
massa 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 jäteve-
denpuhdistamojen 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
lietteen kuiva-ainepitoisuuden mediaani on ollut 4 %, mihin voidaan päästä lietteen laskeuttamisella. Pitoi-
suuksien olisi kaasuntuotantoprosessin kannalta kuitenkin hyvä olla korkeampia, noin 10–15 %. Tähän voi-
daan päästä mekaanisilla käsittelyillä, kuten rumputiivistimillä tai lingoilla. Jos lietettä pitää kuljettaa muu-
alle, sen kuiva-ainepitoisuuden olisi hyvä olla 20–25 %.¹⁰⁵

Haapajärven jätevedet on johdettu vuodesta 2013 puhdistettaviksi Nivalan jätevedenpuhdistamolle. Puhdis-
tamo on tyypiltään esi- ja jälkiselkeyttämöllä varustettu rinnakkaissaostuslaitos, joka on otettu käyttöön
vuonna 1979. Haapajärvellä on viemäriverkostoon liittyneitä kiinteistöjä noin 1 160 ja Nivalassa 1 100, joten
kuntien osuudet puhdistamolle johdettavista jätevesistä jakautuvat likimain tasan.¹⁰⁶ Vuonna 2018 on val-
mistunut koko Kalajokilaakson yhteinen keskuspuhdistamo Kalajoelle. Haapajärven ja Nivalan jätevedet ale-
taan johtaa suunnitelmien mukaan Kalajoelle vuonna 2022, kun siirtoviemäri Nivalasta Ylivieskaan valmistuu.
Samalla Nivalan jätevedenpuhdistamon toiminta lakkaa.¹⁰⁷

Vuonna 2014 laitoksella käsiteltiin 865 100 m³ jätevettä, josta Haapajärven osuus on käytännössä puolet.
Hajoavan orgaanisen aineksen määrää jätevedessä kuvaa BOD-luku. Jäteveden mukana laitokselle on tullut

¹⁰⁵ Kymäläinen, M. & Pakarinen, O. (toim.). 2015. Biokaasuteknologia. Raaka-aineet, prosessointi ja lopputuotteiden
hyödyntäminen. Suomen biokaasuyhdistys ry. Hämeen ammattikorkeakoulu. HAMKin e-julkaisuja 36/2015.

¹⁰⁶ Pohjois-Suomen aluehallintovirasto. 2013. Nivalan jätevedenpuhdistamon ympäristölupa, Nivala. Lupapäätös nro
116/2013/1. Annettu 3.12.2013.

¹⁰⁷ Vesikolmio Oy. Kalajoen keskuspuhdistamo ja Ylivieska-Kalajoki siirtoviemäri ovat valmistuneet. [https://www.vesi-
kolmio.fi/kalajokilaakson-keskuspuhdistamo-ja-siirtoviemarihankkeet-etenevat-2/](https://www.vesi-
kolmio.fi/kalajokilaakson-keskuspuhdistamo-ja-siirtoviemarihankkeet-etenevat-2/). Viitattu 18.1.2019.

vuonna 2014 orgaanista ainesta 190 433 kg ja puhdistettuun jätevedeen orgaanista ainetta on jäänyt 7617 kg/v. Näin ollen lietteeseen on jäänyt orgaanista ainesta keskimäärin 182 816 kg.¹⁰⁸

Nivalan jätevedenpuhdistamon lietteet hyödynnetään jo biokaasuntuotannossa Limingassa Jahotec Oy:n bio-kaasulaitoksessa.¹⁰⁹ Tuoreen biokaasuntuotantoa jätevesistä käsittelevän julkaisun mukaan 1 kg orgaanista ainetta jätevedessä tuottaa biokaasua 450-500 l/d.¹¹⁰ 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 Nivalan jätevedenpuhdistamolla käsiteltävissä jätevesissä yhteensä vuodessa noin 521 MWh. Tästä Haapajärven kaupungin jätevesien osuus on noin 260 MWh.

Taulukko 15. Nivalan jätevedenpuhdistamolla syntyvien jätevesilietteiden biokaasun ja energiantuottopotentiaali ja Haapajärven jätevesien osuus biokaasun energiasisällöstä. Arvio on laskettu vuoden 2014 jätevesimäärien ja kuormitusten perusteella.

Laitokselle tuleva orgaaninen aines, kg/v	Laitokselta lähtevä orgaaninen aines, kg/v	Lietteeseen jäävä orgaaninen aines, kg/v	Biokaasun tuotto, l/kg kuiva-ainetta d	Kaasumäärä, m ³ /v	Energiasisältö, MWh/v	Haapajärven jätevesien osuus, MWh/v
190433	7617	182816	475	86838	521	261

3.3.3 Hevosenlannan kaasuttaminen

Myös hevosenlantaa voidaan käyttää energiantuotannossa. Se voidaan joko mädättää biokaasuksi tai polttaa sellaisenaan. Suomessa lantaa ei kuitenkin polteta energiaksi, koska sitä rajoittavat päästöihin liittyvät määräykset.¹¹¹ Siksi tässä tarkastellaan hevosenlannan käyttöä vain biokaasun raaka-aineena.

Hevosen kuivikelantaa syntyy vuosittain noin 12 m³ hevosta kohden.¹¹² Hevosenlanta eroaa lietelannasta merkittävästi siten, että sen koostumuksesta 50-80 % on kuivikkeita (sahan- tai kutterinpurua, turvetta tai olkia).¹¹³

Hevosenlannan biokaasun tuottokyky riippuu voimakkaasti käytetystä kuivikemateriaalista. Puupohjaiset kuivikkeet tuottavat heikosti kaasua, kun taas esimerkiksi olkikuiviketta käytettäessä kaasuntuotto voi olla

¹⁰⁸ Ympäristöhallinto. VAHTI-tietojärjestelmä. Viitattu 3.6.2016.

¹⁰⁹ Toimitusjohtaja Risto Bergbacka, Vesikolmio Oy. Suullinen tiedonanto 3.6.2016.

¹¹⁰ Bachmann, N. 2015. Sustainable biogas production in municipal wastewater treatment plants. Energy Technology Network. IEA Bioenergy.

¹¹¹ Tampio, E., Virkkunen, E., Heikkinen, P., Hietaranta, M. & Saastamoinen, M. 2014. Hevosenlanta tuottaa biokaasua. Maataloustieteen päivät 2014.

¹¹² Tampio, E., Virkkunen, E., Heikkinen, P., Hietaranta, M. & Saastamoinen, M. 2014. Hevosenlanta tuottaa biokaasua. Maataloustieteen päivät 2014.

¹¹³ Rantala, T. & Viljakainen, A-L. 2010. Esiselvitys maa- ja hevostalouden sivutuotteiden hyödyntämismahdollisuuksista Pohjois-Savossa. Nurmirehu, maatalousmuovit, hevosenlanta, olki. Savonia ammattikorkeakoulu.

merkittävästi parempi, koska olki itsessään tuottaa melko hyvin metaania. Hevosenlannan metaanin tuotokyky 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-ainetonnin eli 19,6 m³ tuoretta lantatonnia kohti.¹¹⁴

Haapajärvellä oli vuonna 2016 yhteensä 146 hevosta ja 25 ponia.¹¹⁵ Laskelmassa on oletettu, että hevonen tuottaa lantaa 12 t/v ja poni 6 t/v, ja lanta painaa keskimäärin 375 kg/t.¹¹⁶ Metaanintuotantokyky on käytetty edellisessä kappaleessa esitettyä, suomalaisessa tutkimuksessa havaittua arvoa. Metaanin lämpöarvo on 10 kWh/m³.¹¹⁷ Näihin oletuksiin perustuvan laskelman mukaan Haapajärvellä hevosenlannan tuottaman biokaasun energiasisältö olisi 140 MWh/v (Taulukko 16).

Taulukko 16. Haapajärven hevosten tuottaman lannan biokaasun- ja energiantuotantopotentiaali.

Eläin	Eläinten lkm.	Lannan-tuotanto (t)	Metaanin tuotanto (m ³)	Energiasisältö (MWh)
Hevoset	146	657	12 877	129
Ponit	25	56	1 103	11
Yhteensä	171	713	13 980	140

Hevosenlannan energiantuotantopotentiaali on vain hieman yli 1 % muun karjanlannan potentiaalista. Yksistään hevosenlannan biokaasutus ei ole Haapajärvellä taloudellisesti perusteltua, mutta suuremmissa biokaasulaitoksissa lantaa voisi hyödyntää muiden raaka-aineiden lisänä.

3.3.4 Muiden jätteiden energiahyödyntäminen

Haapajärvi kuuluu alueellisen jätehuolto-yhtiö Vestia Oy:n toimialueeseen. Yhtiö hoitaa kotitalouksien jätehuollon käytännön järjestelyt 16 kunnan alueella Siika-, Pyhä-, Kala- ja Lestijokilaaksoissa.¹¹⁸

Haapajärveltä kerätyt polttokelpoiset ja biojätteet käytetään jo tehokkaasti energiantuotannossa. Vestia toimittaa polttokelpoisen jätteen Mustasaassa toimivaan Westenergy Oy:n jätteenpolttolaitokseen, joka on aloittanut toimintansa vuonna 2012. Laitoksessa jätteistä tuotetaan höyryä, jota Vaasan Sähkö Oy käyttää sähkön ja kaukolämmön tuotannossa. Jätteestä saatavalla energialla Vaasan Sähkö Oy pystyy kattamaan kolmasosan kaukolämmöstä ja tuottamaan sähköä noin 7000 kaupunkiasunnon tarpeisiin. Jätevoimalan omistaa viisi kunnallista jäteyhtiötä. Vestia omistaa yhtiöstä noin neljänneksen. Polttoaineena käytetään jätettä, josta on lajiteltu pois muuten hyödynnettävät jätteet, kuten lasit, metallit ja keräyskartonki ja -paperi. Laitoksessa hyödynnetään energiaksi myös teollisuuden jätteitä. Vestian alueelta kerätty poltettava jäte välivarastoidaan Ylivieskan jätekeskuksessa, josta sitä kuljetetaan jätteenpolttolaitokseen arkipäivisin kahdesta kolmeen rekkakuormallista. Poltettava jäte koostuu pääosin entisen sekajätteen ja energiajätteen

¹¹⁴ Tampio, E., Virkkunen, E., Heikkinen, P., Hietaranta, M. & Saastamoinen, M. 2014. Hevosenlanta tuottaa biokaasua. Maataloustieteen päivät 2014.

¹¹⁵ Toiminnanjohtaja Aune Huttunen, Oulun Hevosjalostusyhdistys ry. Kirjallinen tiedonanto 6.9.2016.

¹¹⁶ Kauppinen, P. 2005. Hevosenlannan hyötykäytön mahdollisuudet. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Bioenergiakeskuksen julkaisusarja nro 12.

¹¹⁷ Suomen kaasuyhdistys ry. 2010. Maakaasukäsikirja. Marraskuu 2010.

¹¹⁸ Vestia Oy. <http://www.vestia.fi/vestia-oy/>. Viitattu 18.5.2016.

seoksesta.¹¹⁹ Vuonna 2014 laitoksessa poltettiin 178 003 tonnia jätettä. Jätteen lämpöarvo oli 9,3 MJ/kg eli 2,59 kWh/kg, joten jätteen sisältämä energiamäärä oli 461 GWh. Tästä asiakkaille toimitettiin kaukolämpöä 268 GWh ja sähköä 86 GWh eli hyötysuhde oli 77 %.¹²⁰

Omakotitalojen biojätteet suositellaan Vestian toimialueella kompostoitavaksi omassa kompostorissa. Biojätettä kerätään Vestian toimialueella lähinnä suurilta taloyhtiöiltä (yli 10 huoneistoa) ja laitospöydiltä. Jonkin verran keräilyssä on mukana myös pienempiä taloyhtiöitä.¹²¹ Vestian toimialueelta kerätty biojäte viedään käsiteltäväksi Vaasan lähelle Ab Stormossen Oy:n mekaanisen ja biologisen käsittelyn laitokseen, jossa jäte hyödynnetään energiaksi biologisella käsittelyllä. Biojäte murskataan ja seulotaan ja sen jälkeen lämmitetään kuumalla höyryllä ja ohjataan bioreaktoriin, jossa sitä mädätetään noin kolme viikkoa. Mädätyksessä syntynyt kaasu käytetään sähkö- ja lämpöenergiaksi. Osassa omakotitaloista biojäte lajitellaan poltettavaan jäteteeseen ja hyödynnetään jätevoimalassa.¹²² Stormossenin biokaasulaitoksella mädätettiin vuonna 2014 biologista jätettä 9164 t, josta biokaasua saatiin 1 236 344 m³.¹²³ Kun biokaasun lämpöarvona käytetään 0,006 MWh/m³,¹²⁴ energiantuotto oli yhteensä 7,4 GWh. Biokaasun päästökerroin on Tilastokeskuksen mukaan 56,1 t/TJ eli 0,2 t/MWh.¹²⁵ Näin ollen biokaasun käytöstä syntyi kasvihuonekaasupäästöjä yhteensä 1483 t.

Haapajärveltä kerättiin vuonna 2018 polttokelpoista jätettä yhteensä 1284 tonnia.¹²⁶ Sen energiasisältö oli 3,3 GWh. Haapajärven osuus koko Westenergyn polttolaitoksen jätemäärästä oli alle 1 %.

Biojätteestä suuri osa jää Vestian toimialueella keräämättä, koska sitä on mahdollista kompostoida omakotitaloissa ja pienissä taloyhtiöissä. Sitä on arvioitu syntyvän keskimäärin 48 kg asukasta kohti vuodessa¹²⁷, joten tämän arvion mukaan Haapajärvellä syntyisi biojätettä yhteensä 348 t/v. Haapajärveltä kerättiin vuonna 2014 biojätettä 59 t eli arviolta noin 17 % kaikesta syntyvästä biojätteestä. Erilliskerätty biojäte kuljetettiin Stormossenin biokaasulaitokseen käsiteltäväksi. Stormossenin laitoksella tonnista biojätettä syntyy biokaasua noin 135 m³,¹²⁸ eli Haapajärven biojätteiden tuottama kaasumäärä on noin 8 000 m³. Jos biokaasun lämpöarvona käytetään 6 kWh/m³, niin Haapajärveltä kerätyn biojätteen energiantuotto oli biokaasun tuotannossa 48 MWh. Haapajärven biojätteiden osuus Stormossenin biokaasulaitoksen käyttämästä raaka-aineesta vuonna 2018 oli reilu puoli prosenttia. Luokkaa. Kompostoidun biojätteen energiantuotantopotentiaali biokaasulaitoksessa käsiteltynä olisi 234 MWh.

Yhteensä Haapajärveltä kerätystä polttokelpoisesta ja biojätteestä saadaan energiaa noin 3,4 GWh. Haapajärvellä syntyvät jätteet on tehokkaasti jo hyödynnetty energiantuotannossa. Kompostoitavassa biojätteessä olisi kuitenkin energiantuotantopotentiaalia noin 0,2 GWh, joten jättepohjaisen energian tuotantoa olisi

¹¹⁹ Vestia Oy. Jätteenpolttolaitos. <http://www.vestia.fi/vestia-oy/jatteenpolttolaitos/>. Viitattu 18.5.2016.

¹²⁰ Westenergy Oy Ab. 2015. Westenergy Oy Ab:n jätteenpolttolaitos. Yhteenvetoraportti. Vuosi 2014.

¹²¹ Ympäristöinsinööri Miia Leipälä, Vestia Oy. Kirjallinen tiedonanto 23.5.2016.

¹²² Vestia Oy. Biojäte. <http://www.vestia.fi/lajittelu/lajittele-nain/biojate/> Viitattu 18.5.2016.

¹²³ Oy Stormossen Ab. 2015. Vuosikertomus 2014.

¹²⁴ Motiva. 2010. Polttoaineiden lämpöarvot, hyötysuhteet ja hiilidioksidin ominaispäästökertoimet sekä energian hinnat. 19.4.2010.

¹²⁵ Tilastokeskus. Polttoaineluokitus 2005.

¹²⁶ Ympäristöinsinööri Miia Leipälä, Vestia Oy. Kirjallinen tiedonanto 23.1.2019.

¹²⁷ Merilehto, K., Rytkönen, T. & Tyni, A. 2004. Kiinteän yhdyskuntajätteen virrat. Suomen ympäristö 728.

¹²⁸ Oy Stormossen Ab. 2015. Vuosikertomus 2014.

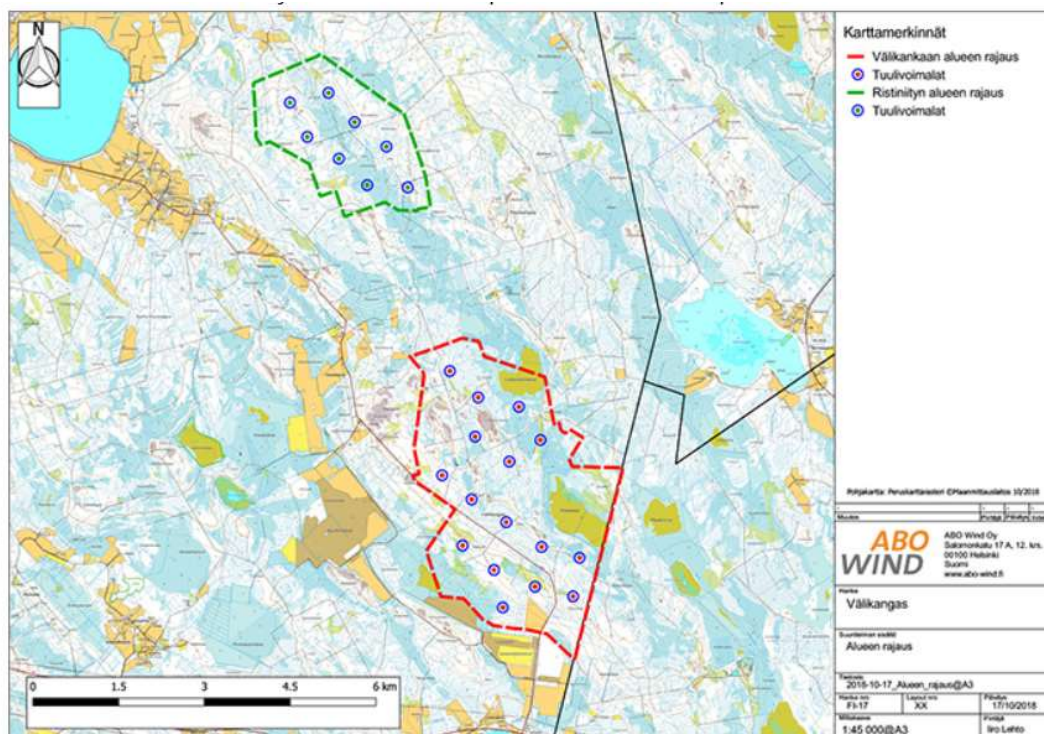
mahdollista kasvattaa noin 8 %. Oman kunnan alueen jätteistä tuotettua energiaa ei käytetä Haapajärvellä, mutta se voidaan ottaa laskelmissa huomioon energialähteen vientinä kunnasta ulos.

3.4 Tuulivoima

Suomen Tuulivoimayhdistyksen tilastojen mukaan Haapajärvellä on toiminnassa yhdeksän Abo Wind Oy:n omistamaa tuulivoimalaa. Niistä kaksi ensimmäistä on rakennettu vuonna 2015 ja loput vuonna 2017 samalle alueelle. Voimaloiden yhteisteho on 30 MW.¹²⁹ Niiden vuosituotanto on arviolta 78 GWh.

Pohjois-Pohjanmaan ja Keski-Pohjanmaan manneralueen tuulivoimaselvityksen mukaan Haapajärvellä olisi laskennalliselta teholtaan yhteensä 261,7 MW:n edestä hyödyntämiskelpoista tuulivoimaa.¹³⁰ Olemassa olevan tuulivoiman tuotantoalueen lisäksi kaupungin alueella on vireillä useampia tuulivoimahankkeita.

ABO Wind Oy suunnittelee Haapajärvelle kolmea tuulivoiman tuotantoaluetta. Noin 15 km kaupungin keskustasta koilliseen on tulossa kaksi vierekkäistä tuulipuistoa. Ristiniittyyn on suunniteltu 8 tuulivoimalaa ja Välikankaalle 16 voimalaa (Kuva 24). Voimaloiden yhteisteho olisi maksimissaan 120 MW. Molemmilla alueille on hyväksytyt osayleiskaavat.¹³¹



Kuva 24. Ristiniityn ja Välikankaan suunnitellut tuulivoima-alueet.¹³²

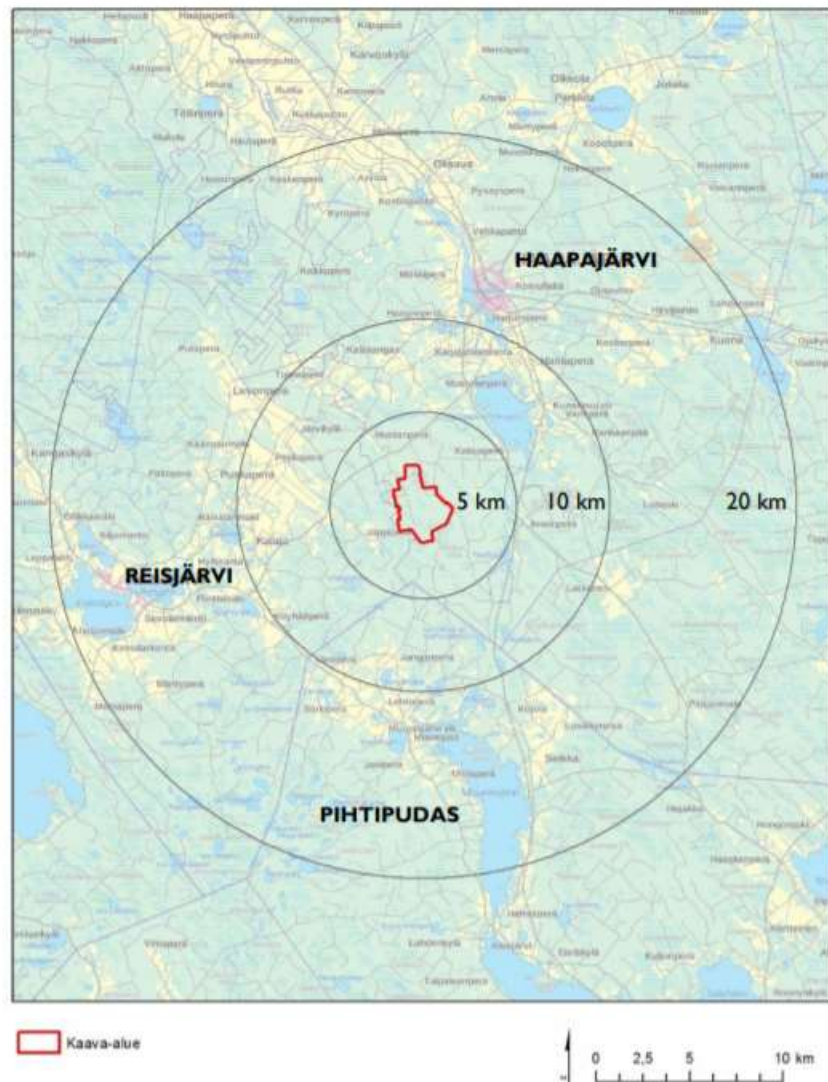
¹²⁹ Suomen Tuulivoimayhdistys ry. Suomeen 1991-2017 rakennetut hankkeet. Excel-tiedosto. www.tuulivoimayhdistys.fi/hankelista. Viitattu 8.11.2018.

¹³⁰ Pohjois-Pohjanmaan liitto. 2011. Pohjois-Pohjanmaan ja Keski-Pohjanmaan manneralueen tuulivoimaselvitys. Julkaisu B66.

¹³¹ ABO Wind Oy. Välikankaan tuulivoimahanke. <https://www.abo-wind.com/fi/toiminta/tuulivoimakehitys/projektit/vaelikangas.html>. Viitattu 21.1.2019.

¹³² ABO Wind Oy. Välikankaan tuulivoimahanke. <https://www.abo-wind.com/fi/toiminta/tuulivoimakehitys/projektit/vaelikangas.html>. Viitattu 21.1.2019.

Lisäksi ABO Wind Oy:llä on tuulivoimahanke Pajuperänkankaalla noin 9 kilometriä lounaaseen Haapajärven keskustasta (Kuva 25). Alueelle suunnitellun tuulivoimapuiston kaavoitus on vireillä. Kesällä 2018 nähtävillä olleen osayleiskaavaluonnoksen mukaan alueelle olisi tulossa 15 voimalaa, joiden yhteisteho olisi enimmillään 90 MW.¹³³



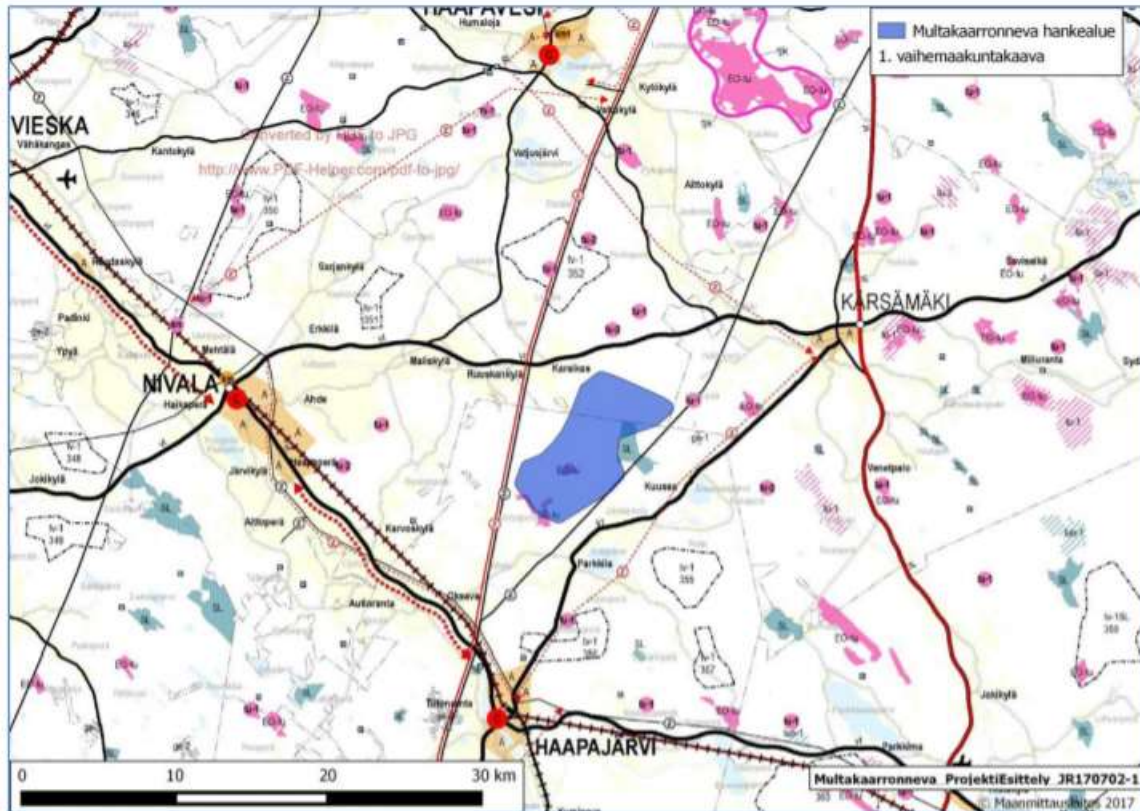
Kuva 25. Pajuperänkankaan tuulivoima-alueen sijainti.¹³⁴

Lisäksi Puhuri Oy:llä on esiselvitysvaiheessa osittain Haapaveden puolelle sijoittuva Multakaarronnevan tuulivoima-alue (Kuva 26). Alueelle on kaavailtu peräti 55 voimalaa, joista 39 sijoittuisi Haapajärvelle.

¹³³ WSP. Haapajärven Pajuperänkankaan tuulivoimahanke. Osayleiskaavaehdotus. Kaavaselostus. 31.5.2018. https://www.haapajarvi.fi/sites/haapajarvi.jict.fi/files/Tekniset%20palvelut/Pajuper%C3%A4/Kaavaehdotuksen_selostus_31.5.2018_tarkistettu_4.6.2018.pdf.

¹³⁴ WSP. Haapajärven Pajuperänkankaan tuulivoimahanke. Osayleiskaavaehdotus. Kaavaselostus. 31.5.2018. https://www.haapajarvi.fi/sites/haapajarvi.jict.fi/files/Tekniset%20palvelut/Pajuper%C3%A4/Kaavaehdotuksen_selostus_31.5.2018_tarkistettu_4.6.2018.pdf.

Voimaloiden yhteisteho voisi olla enimmillään 220 MW ja vuotuinen sähköntuotanto jopa 800 GWh.¹³⁵ Haapajärven kaupunginvaltuusto on kuitenkin esittänyt 13.11.2017 kielteisen lausunnon Pohjois-Pohjanmaan 3. vaihemaakuntakaavan ehdotukseen tuulivoima-alueesta perusteena merkittävät haittavaikutukset maisemaan ja kyläasutukseen.¹³⁶ Alue on myös jätetty pois hyväksytystä maakuntakaavasta.¹³⁷



Kuva 26. Multakaarronnevalle kaavaillun tuulivoima-alueen sijainti.¹³⁸

Lupa- ja kaavoitusvaiheeseen edenneiden Ristiniityn, Välikankaan ja Pajunperänkankaan tuulipuistojen yhteenlaskettu sähkön vuosituotanto voisi arviolta olla 546 GWh. Jos kaikki alueet toteutuvat nykyisten suunnitelmien mukaisesti, Haapajärven tuulivoiman tuotantokapasiteetti 7-kertaistuisi nykyisestä. Multakaarronneva on jätetty pois tästä laskelmasta sen toteutumisen epätodennäköisyyden vuoksi.

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

¹³⁵ Haapajärven kaupungin tekninen lautakunta. 19.10.2017. § 75; Puhuri Oy. Multakaarronnevan tuulivoimapuiston esittely. 10.7.2017. <https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/file.php?5248>.

¹³⁶ Haapajärven kaupunginvaltuusto. 13.11.2017. § 92.

¹³⁷ Pohjois-Pohjanmaan liitto. 2018. Pohjois-Pohjanmaan maakuntakaavan uudistaminen. 3. vaihemaakuntakaava. Kaavaselostus. 11.6.2018.

¹³⁸ Puhuri Oy. Multakaarronnevan tuulivoimapuiston esittely. 10.7.2017. <https://www.pohjois-pohjanmaa.fi/file.php?5248>.

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.¹³⁹

Etelä-Suomessa vuotuinen säteily määrä vaakasuoralle pinnalle on samaa suuruusluokkaa kuin Pohjois-Saksassa, lähes 1000 kWh/m², kun taas pohjoisimmassa Lapissa arvo on noin 700 kWh/m² (Kuva 27).¹⁴⁰ EU:n tutkimuslaitoksen Joint Research Centren laatiman aurinkoenergiatietokannan mukaan Pohjois-Pohjanmaan eteläosissa vastaava säteily määrä on noin 860 kWh/m² ja Oulun seudulla noin 840 kWh/m².¹⁴¹ 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 hyödynnettävän säteilyn määrää lisätä 20–30 % vuodessa verrattuna vaakasuoraan asennukseen.¹⁴² 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.¹⁴³

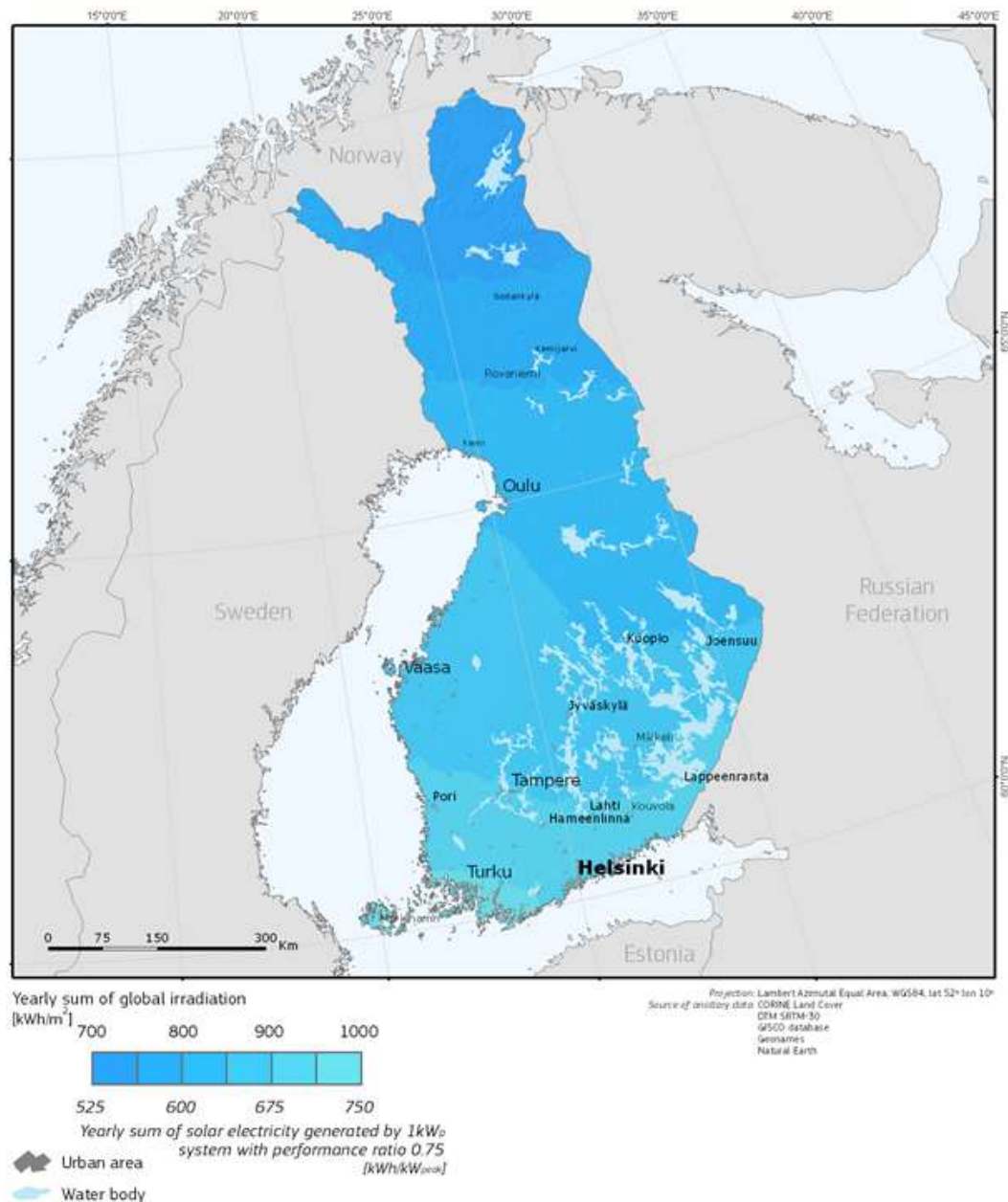
¹³⁹ Motiva. 2014. Auringosta lämpöä ja sähköä.

¹⁴⁰ 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/cmaps/eu/cmsaf_hor/G_hor_FI.png. Viitattu 19.8.2016.

¹⁴¹ European Commission. Joint Research Centre. Photovoltaic Geographical Information System. <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>. Viitattu 9.5.2017.

¹⁴² Motiva. Auringonsäteilyn määrä Suomessa. http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/aurinkosahkon_perusteet/auringonsateilyn_maara_suomessa. Viitattu 12.8.2016.

¹⁴³ 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 27. Auringonsäteilyn määrä vaakasuoralle pinnalle Suomessa.¹⁴⁴

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

¹⁴⁴ 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/cmeps/eu/cmsaf_hor/G_hor_FI.png. Viitattu 19.8.2016.

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.¹⁴⁵ Aurinkopaneelien nimellisteho ilmoitetaan piikkiwatteina (Wp). Se on määritetty laboratoriossa standardiolosuhteissa, joissa auringon säteily määrä on 1 000 W/m² ja kennon lämpötila 25 °C.¹⁴⁶

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 lämpöpumpuilla tai lämminvesivaraajan lämmittämiseen.¹⁴⁷

Aurinkosähköjärjestelmän hankinta on kannattavinta kiinteistöissä, joissa sähkönkulutus on merkittävää kesäpäivinä. Hyviä kohteita ovat esim. liikerakennukset, joissa kylmälaitteet kuluttavat paljon sähköä vuodensajasta riippumatta.¹⁴⁸ 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).¹⁴⁹ Tilastokeskuksen mukaan pientalojen sähkön keskihinta (sisältäen sähköenergian, verot ja perusmaksut) on ollut vuosina 2014–15 keskimäärin 13,2 snt/kWh.¹⁵⁰ Näin ollen aurinkosähkö on edullisempaa verkkosähköön verrattuna. Kaikki tuotettu sähkö kannattaa pyrkiä käyttämään itse, koska sähköyhtiöt maksavat tuottajalle verkkoon syötetystä ylijäämäsähköstä yleensä vain sähkön tukkuhinnan 2–6 snt/kWh, josta voidaan vielä vähentää erilaisia kuluja (Kuva 28). Järjestelmien käyttöiät ovat hyvin pitkiä. Paneelien käyttöikä

¹⁴⁵ Motiva. Aurinkosähkö. Aurinkosähkön perusteet. Auringosta sähköä. http://motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/aurinkosahkon_perusteet/auringosta_sahkoa. Viitattu 19.8.2016.

¹⁴⁶ Motiva. Aurinkosähkö. Järjestelmän valinta. Aurinkosähköjärjestelmän teho. http://motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/jarjestelman_valinta/aurinkosahkojarjestelman_teho. Viitattu 19.8.2016.

¹⁴⁷ 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. http://motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/jarjestelman_valinta/aurinkosahkon_yhdistaminen_muihin_energiajarjestelmiin. Viitattu 19.8.2016.

¹⁴⁸ Motiva. Aurinkosähkö. Järjestelmän valinta. Aurinkosähkön yhdistäminen muihin energiajärjestelmiin. http://motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/jarjestelman_valinta/aurinkosahkon_yhdistaminen_muihin_energiajarjestelmiin. Viitattu 19.8.2016.

¹⁴⁹ 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.

¹⁵⁰ Tilastokeskus. Sähkön hinnat kuluttajatyypeittäin. Viitattu 12.8.2016.

voi olla jopa 30–40 vuotta ja invertterien noin 15 vuotta. Aurinkosähköjärjestelmien hinnat ovat laskeneet jopa alle puoleen viimeisten vajaan 10 vuoden aikana.¹⁵¹



Kuva 28. Sähkön osto- ja myyntihinnan rakenne ja mittakaava hyödyistä, joita syntyy vältettäessä sähkön osto verkosta ja myytessä itse tuotettua sähköä verkkoon.¹⁵²

Aurinkosähkön tuotanto on voimakkaassa kasvussa. Tilastokeskuksen mukaan sähköverkkoon liitettyjen aurinkopaneelien kokonaiskapasiteetti vuonna 2016 oli 15 MW, ja arvio vuodelle 2017 on 28 MW.¹⁵³ 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.¹⁵⁴

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 vesikiertoisin lämmitysjärjestelmiin.¹⁵⁵

Aurinkokeräimissä käytetään väliaineena nestettä tai ilmaa, joihin auringonsäteilyn energia varastoituu. Väliaineen mukana lämpö voidaan johtaa suoraan kulutukseen tai siirtää varaajaan. Aurinkolämpöpuhaltimissa

¹⁵¹ 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.

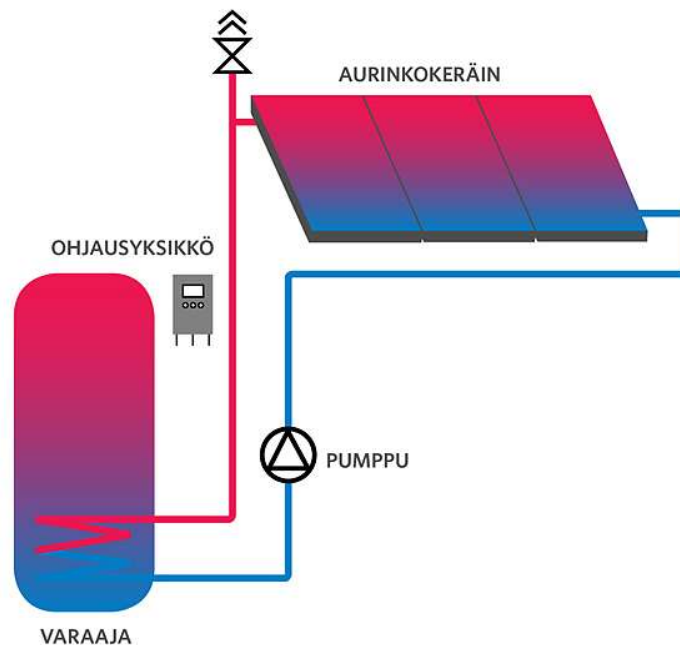
¹⁵² Motiva. Aurinkosähkö. Aurinkosähköjärjestelmän käyttö. Ylijäämänsähkön myynti. http://motiva.fi/toimialueet/uu-siutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/aurinkosahkojarjestelman_kaytto/yliaamasahkon_myynti. Viitattu 19.8.2016.

¹⁵³ Tilastokeskus. Energia 2016 –taulukkopalvelu. Sähkö ja lämpö. Sähkötuotannon voimalaitoskapasiteetti, maksimiteho energialähteittäin. http://pxweb2.stat.fi/sahkoiset_julkaisut/energia2016/data/t03_06.xls. Viitattu 9.5.2017.

¹⁵⁴ Työ- ja elinkeinoministeriö. 2017. Taustaraportti kansalliselle energia- ja ilmastostrategialle vuoteen 2030. Päivitetty 2.2.2017.

¹⁵⁵ Motiva. Aurinkolämpöjärjestelmät. Kytkeä muihin lämmitysjärjestelmiin. http://www.motiva.fi/toimialueet/uu-siutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkolampo/aurinkolampojarjestelmat/kytkenta_muihin_lammitysjarjestelmiin. Viitattu 18.8.2016.

ilma toimii lämmönsiirtimenä. Lämpövarasto on aurinkolämpöjärjestelmissä lähes aina tarpeen, koska auringonsäteilyn määrät vaihtelevat runsaasti eikä kulutusta useinkaan ole samaan aikaan, kun aurinko paistaa.¹⁵⁶ Lämpöä voidaan varastoida lämminvestivaraajien lisäksi esimerkiksi lämpökaivoihin, rakennuksen alle maaperään tai käyttää kaukolämmön tuotannossa.¹⁵⁷ Aurinkolämpöjärjestelmän periaate on esitetty kuvassa alla (Kuva 29).



Kuva 29. Aurinkolämpöjärjestelmän periaatekuva. Hybridijärjestelmissä varaajaa lämmitetään myös jollain muulla energialähteellä.¹⁵⁸

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 keräimestä 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.¹⁵⁹

¹⁵⁶ Motiva. Aurinkolämpöjärjestelmät. http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkolampo/aurinkolampojarjestelmat. Viitattu 18.8.2016.

¹⁵⁷ Motiva. Aurinkolämmön perusteet. http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkolampo/aurinkolammon_perusteet. Viitattu 18.8.2016.

¹⁵⁸ Motiva. Aurinkolämpöjärjestelmät. http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkolampo/aurinkolampojarjestelmat. Viitattu 18.8.2016.

¹⁵⁹ Motiva. Aurinkolämpöjärjestelmät. Aurinkokeräinten hyötysuhteet. http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkolampo/aurinkolampojarjestelmat/aurinkokerainten_hyotysuhteet. Viitattu 18.8.2016.

Kiinteistöjen lämmityksessä aurinkolämpö soveltuu hyvin esim. lämpöpumpun, puu- tai öljylämmityksen tai kaukolämmön rinnalle. Aurinkolämmön hyödyntäminen vähentää maa- ja ilma-vesi-lämpöpumppujen käynnissäoloaikaa ja käynnistyskertoja, jolloin niiden käyttöikä voi pidentyä. Puu- ja öljykattiloiden huollon tarve voi myös vähentyä, kun niitä ei välttämättä tarvitse käyttää lainkaan keväästä syksyyn saakka.¹⁶⁰ Nestekier- toinen 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 vain käyttöveden lämmittämiseen.¹⁶¹ 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 au- rinkoenergialla lämmitetään käyttövettä tai korvataan öljyä ja sähköä vesikiertoisessa lämmitysjärjestel- mässä. Aurinkolämpö voi olla kannattavaa myös yhdessä bioenergian tai maalämmön kanssa tai jos kauko- lämpökiinteistölle 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 ar- vonlisäveroa ja niiden on mahdollista saada investointitukea.¹⁶²

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 aurinko- lämmön. Paneelien ja keräimien energiantuotantomäärät ovat vuositasolla lähellä toisiaan, joten tuotanto- määriä voidaan arvioida paneelien tuoton kautta.

Potentiaalin arviointi perustuu kunnan nykyiseen rakennuskantaan ja sen lämmöntuotantomuotojen ja- kaumaan, erityyppisissä rakennuksissa tavanomaisesti käytettyihin voimalakokoihin ja niiden keskimääräi- seen vuosituottoon Pohjois-Pohjanmaalla sekä ennusteisiin aurinkosähkön tuotannon kasvusta Suomessa. Tarkasteluun on otettu mukaan asuin- ja liikerakennukset, koska niissä energian kulutusta kohdistuu parha- seen 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 jääh- dytyksessä. Tarkastelussa voimaloiden tyyppikokoina on käytetty pientaloissa tehoa 4 kW, rivitaloissa 5 kW, kerrostaloissa 15 kW ja liikerakennuksissa 50 kW.¹⁶³ Teholtaan 1 kWp:n aurinkopaneelin vuosituottona

¹⁶⁰ 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.

¹⁶¹ Motiva. Aurinkolämpöjärjestelmät. Kytkeä muihin lämmitysjärjestelmiin. Sähkölämmitys. http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkolampo/aurinkolampojarjestelmat/kytkenta_muihin_lammitysjarjestelmiin/sahkolammitys. Viitattu 18.8.2016.

¹⁶² 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

¹⁶³ Pesola, A., Vanhanen, J., Hagström, M., Karttunen, V., Larvus, L., Hakala, L. & Vehviläinen, I. 2014. Sähkön pientuo- tannon kilpailukykyyn ja kokonaistaloudellisten hyötyjen analyysi. Loppuraportti 3.10.2014. Gaia Consulting Oy; Ener- gia-asiantuntija Tero Viander. VÄLKE-hanke. Asikkalan kunta. Kirjallinen tiedonanto 6.2.2017.

Pohjois-Pohjanmaalla on käytetty 0,7 MWh/kWp, joka on laskettu Joint Research Centren laatiman aurinkoenergiatietokannan antamien säteilymääräarvioiden perusteella.¹⁶⁴ Energia-alan toimijat odottavat, että 2020-luvun puolivälissä verkkoon kytkettyjä pientalojen aurinkosähköjärjestelmiä olisi Suomessa 150 000¹⁶⁵, 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 oletuksilla Haapajärven aurinkoenergiapotentiaali olisi noin 1,8 GWh vuodessa. Siitä pientaloihin asennettavien voimaloiden osuus olisi noin 1,3 GWh ja liikerakennuksiin noin 0,5 GWh (Taulukko 17).

Taulukko 17. Haapajärven aurinkoenergian tuotantopotentiaali.

	Aurinkoenergiaan investoivat kiinteistöt, kpl	Aurinkoenergian tuotanto, MWh/v
Asuinrakennukset	461	1320
Liikerakennukset	13	448
Yhteensä	474	1768

3.6 Vesivoima

Haapajärven kaupungin alueella ei ole uutta hyödyntämiskelpoista vesivoimaa.

3.7 Lämpöpumput

3.7.1 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 kylmäainekiertoa. 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 käyttöveteen tai lämmitysjärjestelmään tai puhalletaan huoneilmaan.¹⁶⁶

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

¹⁶⁴ European Commission. Joint Research Centre. Photovoltaic Geographical Information System. <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>. Viitattu 9.5.2017.

¹⁶⁵ 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.

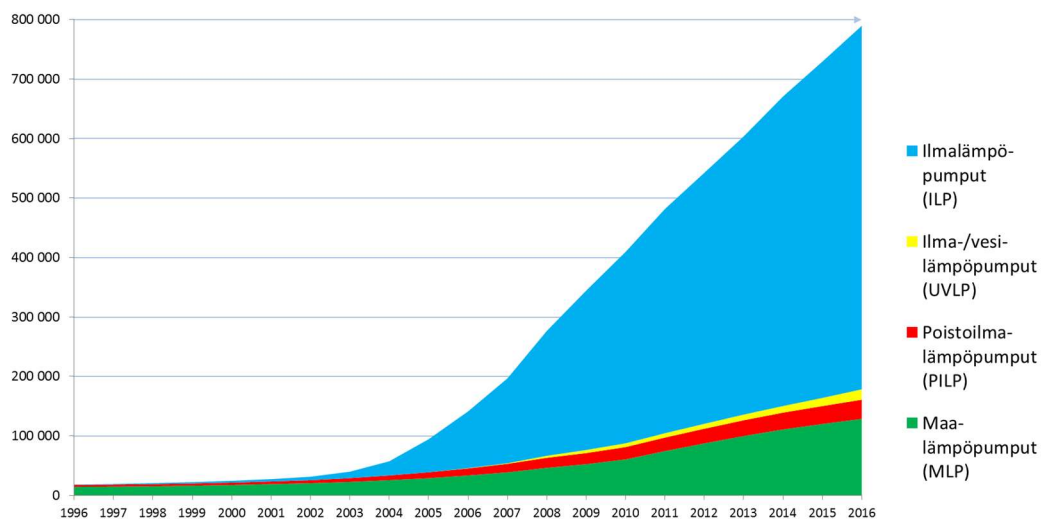
¹⁶⁶ Motiva. Lämpöpumput. http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/lampopumput. Viitattu 24.8.2016.

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.¹⁶⁷

Markkinoilla on saatavissa seuraavia lämpöpumpputyyppejä:

- ilmalämpöpumppu
- maalämpöpumppu
- poistoilmalämpöpumppu
- ilma-vesilämpöpumppu

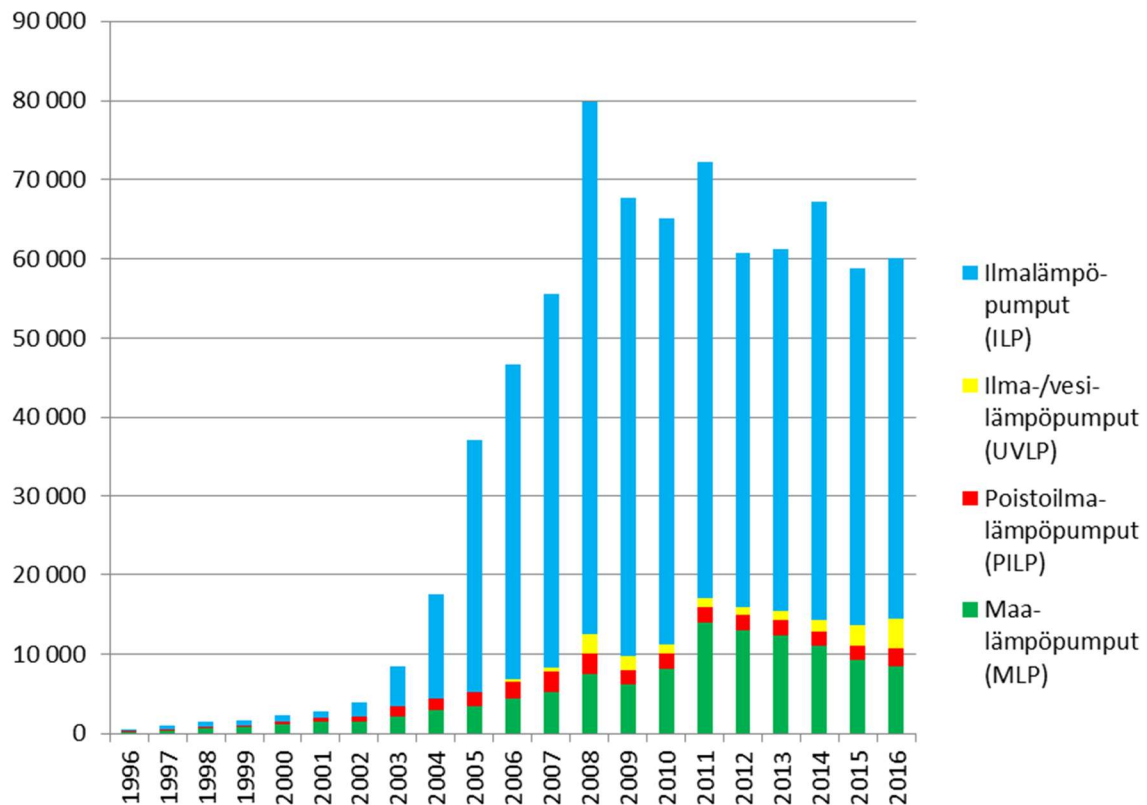
Lämpöpumppujen suosio on Suomessa lisääntynyt voimakkaasti viime vuosina. Yhteensä erilaisia lämpöpumppuja on myyty jo miltei 800 000 kappaletta. Ilma-ilmalämpöpumput ovat yleisimpiä ennen maalämpöpumppuja (Kuva 30). Vuosittain lämpöpumppuja on otettu käyttöön noin 60 000 kappaletta (Kuva 31).



Kuva 30. Myydyt lämpöpumput Suomessa.¹⁶⁸

¹⁶⁷ Motiva. Lämpöpumput. http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/lampopumput. Viitattu 24.8.2016.

¹⁶⁸ Suomen lämpöpumppuyhdistys SULPU ry. 2016. Lämpöpumppujen merkitys ja tulevaisuus.



Kuva 31. Käyttöön otetut lämpöpumput vuosittain.¹⁶⁹

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.¹⁷⁰

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.

¹⁶⁹ Suomen lämpöpumppuyhdistys SULPU ry. 2016. Lämpöpumppujen merkitys ja tulevaisuus.

¹⁷⁰ Motiva. Ilmalämpöpumppu tukilämmityslähteenä. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/lampopumput/lampopumpputeknologiat/ilmalampopumppu_tukilammityslahteena. Viitattu 9.6.2017.

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.¹⁷¹

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.¹⁷²

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 tarvitsemaa energiaa. Poistoilmalämpöpumppujen määrä on kasvanut hitaasti 2000-luvun aikana, mutta rakennusten kiristävät energiamääräykset ovat tehneet niistä kilpailukykyisen ratkaisun saneerattavissa rakennuksissa, joissa on koneellinen ilmanpoisto.¹⁷³

Ilma-vesilämpöpumppu ottaa lämpöenergiaa ulkoilmasta. Pumppu asennetaan yleensä kohteisiin, joihin ei kannata tai tontin rajoituksien vuoksi voi asentaa maalämpöjärjestelmää. Se voidaan myös kytkeä hybridi-käyttöön esimerkiksi olemassa olevan öljylämmityksen tueksi, jolloin öljykattila lämmittää talon kylmimmillä keleillä. Ilma-vesilämpöpumpun tehomitoitus vaatii tarkkuutta eikä kohteen käyttöveden kulutus saa olla liian suuri. Pumppumalli on yleistynyt varsin hitaasti.¹⁷⁴

3.7.2 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,¹⁷⁵ 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

¹⁷¹ Motiva. Maalämpöpumppu. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/lampopumput/lampopumpputeknologiat/maalampopumppu. Viitattu 9.6.2017; Sami Seuna, Motiva. 2013. Lämpöpumppujen käyttömahdollisuudet kunnissa.

¹⁷² Sami Seuna, Motiva. 2013. Lämpöpumppujen käyttömahdollisuudet kunnissa.

¹⁷³ 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-teknologioiden vaikutukset ja mahdollisuudet. Gaia Consulting Oy.

¹⁷⁴ Motiva. Ilma-vesilämpöpumppu. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/lampopumput/lampopumpputeknologiat/ilma-vesilampopumppu; Sami Seuna, Motiva. 2013. Lämpöpumppujen käyttömahdollisuudet kunnissa.

¹⁷⁵ 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.¹⁷⁶ 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.¹⁷⁷ Ilmalämpöpumpun arvioidaan vähentävän sähkönkulutusta 25 %, mikä on linjassa tehtyjen arviointien kanssa.¹⁷⁸

Haapajärvellä on 391 erillistä pientaloa, 23 rivi- tai ketjutaloa ja 10 asuinkerrostaloa, jotka ovat öljylämmityksessä. Jos puoleen näistä asennettaisiin maalämpö, vähenisi öljynkulutus 6,8 GWh vuodessa. Vastaavasti sähkönkulutus lisääntyisi 1,8 GWh. Maalämpöpumppujen nettopotentiaali olisi näin ollen 5,0 GWh vuosittain (Taulukko 18).

Taulukko 18. Maalämpöpumppujen potentiaali Haapajärvellä.

Rakennustyyppi	Öljyn kulutuksen vähennys (GWh)	Sähkön kulutuksen lisäys (GWh)
Erilliset pientalot	4,86	1,28
Rivi- ja ketjutalot	0,91	0,24
Asuinkerrostalot	1,04	0,27
Yhteensä	6,81	1,80
Nettovähennys yhteensä (maalämpöpumppujen potentiaali)		5,01

Haapajärvellä on 842 erillistä pientaloa ja 11 rivi- ja ketjutaloa, joissa on sähkölämmitys. Mikäli 47 %:iin näistä asennettaisiin ilma-ilmalämpöpumppu, vuosittainen säästö lämmityssähkön osalta olisi 1,6 GWh. Jos taas 25 %:iin tarkasteltavista öljylämmitteisistä kiinteistöistä asennettaisiin tukilämmitysjärjestelmäksi ilmalämpöpumppu, öljynkulutus vähenisi 1,1 GWh vuosittain. Vastaavasti sähkönkulutus lisääntyisi 0,3 GWh. Ilma-ilmalämpöpumppujen nettopotentiaali olisi 2,4 GWh vuosittain (Taulukko 19).

Taulukko 19. Ilma-ilmalämpöpumppujen potentiaali Haapajärvellä.

Rakennustyyppi	Sähkölämmitteiset kohteet Sähkönkulutuksen vähennys (GWh)	Öljylämmitteiset kohteet	
		Öljynkulutuksen vähennys (GWh)	Sähkönkulutuksen lisäys (GWh)
Erilliset pientalot	1,54	0,91	0,24
Rivi- ja ketjutalot	0,08	0,17	0,05
Yhteensä	1,62	1,08	0,29
Nettovähennys yhteensä (ilmalämpöpumppujen potentiaali)		2,41	

¹⁷⁶ Pöyry Management Consulting Oy. 2017. Hajautetun uusiutuvan energiantuotannon potentiaali, kannattavuus ja tulevaisuuden näkymät Suomessa. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 5/2017.

¹⁷⁷ Jussi Hirvonen, Suomen lämpöpumppuyhdistys. Kirjallinen tiedonanto 11.5.2017; Gaia Consulting Oy. 2014. Lämpöpumppuinvestointien alue- ja kansantaloudellinen tarkastelu.

¹⁷⁸ Ari Laitinen. 2016. Ilma-ilmalämpöpumppujen energiankulutusvaikutukset pientaloissa. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy.

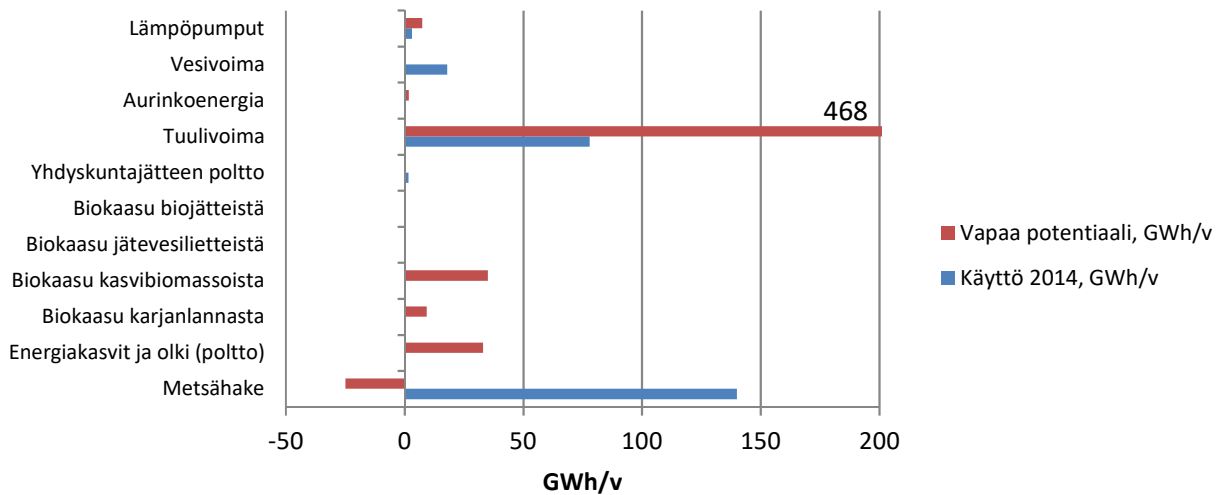
3.8 Uusiutuvien energialähteiden kokonaispotentiaali

Haapajärven kaupungin uusiutuvien energialähteiden potentiaalit on esitetty alla (Taulukko 20, *Kuva 32.*). Nykyisin käytettyjen energialähteiden alkuperää ei tiedetä tarkasti. Esimerkiksi energiantuotantoon käytettyistä, puupohjaisista polttoaineista puusta voi hyvin suuri osa olla peräisin Haapajärven ulkopuolelta. Taulukon tiedoissa on kuitenkin oletettu, että kaikki käytetty energiapuu olisi Haapajärveltä, koska luotettavaa tietoa ei ole asiasta saatavilla. Aurinkoenergian tuotantomääristä ei ole tietoa, vaikka sitä varmasti Haapajärvellä joissakin kiinteistöissä hyödynnetään. Aurinkoenergian tuotanto on oletettu tässä vielä nolllaksi.

Tässä selvityksessä käytetyillä arviointimenetelmillä ja oletuksilla Haapajärven uusiutuvan energian laskennallinen potentiaali on 495-497 GWh/v riippuen siitä, hyödynnetäänkö kasvibiomassat polttolaitoksissa vai biokaasun tuotannossa. Haapajärven uusiutuvan energian vapaa potentiaali on noin 2,5-kertainen verrattuna kaupungin alueella käytettävään energiamäärään. Tällä hetkellä Haapajärvellä hyödynnetään noin kolmasosa uusiutuvien energian kokonaispotentiaalista. Ylivoimaisesti eniten vapaata potentiaalia on tuulivoimassa. Puupolttoaineiden laskennallinen potentiaali on negatiivinen suuren tuontipuumäärän ja sen jalostuksen sivuvirtojen merkittävän energiakäytön takia, vaikka Haapajärven metsissä on varmasti hyödyntämättömiä energiapuuvaroja. Muiden uusiutuvien energialähteiden vapaat potentiaalit ovat hyvin vähäisiä.

Taulukko 20. Uusiutuvien energialähteiden nykykäyttö ja arvioitu käytettävissä oleva vapaa potentiaali Haapajärvellä.

		Käyttö 2014, GWh/v	Kokonais- potentiaali, GWh/v	Vapaa potentiaali, GWh/v	Nykykäytön osuus kokonais- potentiaalista, %	Huomioita
Puupolttoaineet	Metsähake	140,0	115,1	-24,9	121,6 %	Teknis-ekologinen potentiaali, jossa huomioitu metsänomistajien tarjontahalukkuus. Vapaa potentiaali on negatiivinen, koska Haapajärvelle tuodaan suuria määriä puuta sahatavaraksi ja sivuvirtoja käytetään energiaksi enemmän kuin on koko kaupungin alueen metsien energiapuun määrä.
Peltobiomassat	Energiakasvit ja olki (poltto)	0,0	33,1	33,1	0,0 %	Haapajärvellä on viljelty ruokohelpeä 60 ha:n alla, jonka energiasisältö on 1,3 GWh. Ei ole tietoa, onko sitä hyödynnetty energiantuotannossa.
Jätepolttoaineet	Biokaasu karjanlannasta	0,2	9,5	9,3	2,1 %	JEDUn biokaasulaitoksessa käytetään karjanlantaa raaka-aineena.
	Biokaasu kasvibiomassoista	0,0	35,1	35,1	0,0 %	JEDUn biokaasulaitoksessa käytetään lisäsyötteenä ylijäämähärmä hyvin vähäisiä määriä.
	Biokaasu jätevesilietteistä	0,3	0,3	0,0	100,0 %	Haapajärven jätevedet johdetaan Nivalan puhdistamolle, jonka jätevesilietteet hyödynnetään biokaasuntuotannossa Jahotec Oy:n laitoksessa Limingassa.
	Biokaasu biojätteistä	0,1	0,3	0,2	33,3 %	Haapajärveltä erilliskerätty biojäte hyödynnetään Ab Stormossen Oy:n biokaasulaitoksella Vaasassa.
	Yhdyskuntajätteen poltto	1,7	1,7	0,0	100,0 %	Luvut sisältävät jätepolttoaineiden keskimääräisen uusiutuvien jakeiden osuuden 52 %.
Tuulivoima		78,0	546,0	468,0	14,3 %	Haapajärvellä on yksi tuulivoimapuisto (9 voimalaa). Hyväksytyt kaavat on kahdelle tuulipuistolle ja yhden alueen kaavoitus on vireillä. Kokonaispotentiaali on laskettu kaavavaiheeseen edenneiden hankkeiden perusteella.
Aurinkoenergia		0,0	1,8	1,8	0,0 %	Aurinkoenergian nykyinen tuotanto on oletettu nolllaksi.
Vesivoima		18,0	18,0	0,0	100,0 %	Haapajärvellä ei ole lisää hyödyntämiskelpoista vesivoimaa.
Lämpöpumput		3,2	10,6	7,4	30,2 %	Laskentaoletukset kts. Luku 4.7.2. Käyttö ja potentiaali ilmaistu nettoperiaatteella (tuotettu lämpöenergia - käytetty sähkö).
Nykykäyttö yhteensä		241,5				
Energiapotentiaali, jos kasvibiomassat hyödynnetään polttolaitoksissa			736,4	494,9	32,8 %	
Energiapotentiaali, jos kasvibiomassat hyödynnetään biokaasuntuotannossa			738,4	496,9	32,7 %	



Kuva 32. Uusiutuvien energialähteiden nykykäyttö ja arvioitu käytettävissä oleva vapaa potentiaali Haapajärvellä.

Paikallisista energialähteistä Haapajärvellä tuotetaan lisäksi turvetta 46 GWh/v. Turvetta ei lasketa uusiutuvaksi energialähteeksi eikä sen käyttöä siksi suositella lisättäväksi. Turpeella ei tuoteta energiaa Haapajärvellä, vaan kaikki viedään kunnasta muualle.

4 Jatkotoimenpide-ehdotukset

4.1 Suunnittelut toimenpiteet

Kaupungin, tytäryhtiöiden ja Hinku-työryhmässä mukana olevien tahojen suunnittelemissa toimenpiteissä kasviuonekaasupäästöjen vähentämiseksi on listattu seuraavassa taulukossa (Taulukko 21). Kaupungintalon katolle on jo rakennettu aurinkovoimala marraskuussa 2019.

Taulukko 21. Haapajärven kaupungin kasvihuonekaasuja vähentävät toimenpide-ehdotukset vuodesta 2020 alkaen (tilanne toukokuussa 2020).

Toimenpide	Toteutus-aika	Toteuttaja	Lisätiedot
50/50-menettelyn käyttö kouluissa	2020-	Kaupunki	Otetaan käyttöön vuoden 2020 aikana. Jatkuva toimenpide.
Sähköautojen latauspisteiden hankinta (2 kpl)	2020	Kaupunki	Toteutettu
Kaupungintalon valaistuksen uusiminen led-valaistukseksi	2020	Kaupunki	
Monitoimitalon valaistuksen uusiminen led-valaistukseksi	2020	Kaupunki	
Keskustan puutalokorttelin kaavoitus ja rakennushanke	2020-	Kaupunki/Haapajärven Vuokratalot Oy	Kaava hyväksytty 2020. Toteutus hankesuunnittelu- vaiheessa.
Aurinkovoimala uudelle biolämpölaitokselle	2020	Haapajärven Lämpö Oy	
Tuulivoimapuistojen kaavoitus ja voimaloiden rakentaminen	2020-	Kaupunki (kaavoitus), tuulivoimayhtiöt (rakentaminen)	Välkankaan tuulivoimaloiden rakentaminen alkanut 2020. Pajuperän kaavasta on valitettu, rakennusluvat haussa.
Kevyen liikenteen väylien rakentaminen	2020-	Kaupunki, ELY-keskus	
Kirjasto-kulttuuritalon ilmastointiremontti, mahdollisesti maalämpö jäähdytysenergian lähteeksi	2020-	Kaupunki	Ensimmäisen hankkeen toteutus 2021. Toisen hankkeen suunnittelu alkamassa.
Seurakunnan Honkiniemen leirikeskuksen lämmitystavan vaihtaminen öljystä maalämpöön	Auki	Haapajärven seurakunta	
Välöjan koulun öljylämmityksen vaihtaminen uusiutuvalle energialle	Auki	Kaupunki	

4.2 Toimenpiteiden rahoitusmallit

Suomi on sitoutunut alentamaan kasvihuonekaasupäästöjä 80 % vuoteen 2050 mennessä. Valtio tarjoaa energiatukia, jotta uusiutuvan energian kasvu- sekä energiansäästötavoitteet saavutetaan. Samalla paikallisesti tuotettu energia luo talouskasvua ja uusia työpaikkoja.

Energiatuella pyritään myös edistämään uuden energiateknologian käyttöönottoa ja markkinoille saattamista. Vuonna 2017 energiatukia haetaan Tekesin kautta. Energiatukea voidaan myöntää sellaisiin ilmastojä ja ympäristömyönteisiin investointi- ja selvityshankkeisiin, jotka edistävät uusiutuvan energian tuotantoa tai käyttöä, energiansäästöä tai energian tuotannon tai käytön tehostamista tai vähentävät energian tuotannon tai käytön ympäristöhaittoja.¹⁷⁹

¹⁷⁹ Tekes. Energiatuki. www.tekes.fi/rahoitus/pk-yritys/energiatuki/. Viitattu 24.8.2017.

VähäHiku-hankkeen kunnista suuri osa on liittynyt Motivan energiatehokkuussopimukseen, koska siitä on usein etua haettaessa tukea energia-investointille. Energiatehokkuussopimus sitouttaa pitempiaikaiseen vähähiilisuuden tavoitteluun ja mahdollistaa myös liittymisen hiilineutraalein kuntien HINKU-verkostoon. HINKU-kunnaksi liittyminen edellyttää kunnanvaltuuston päätöksen.¹⁸⁰

Energiainvestointi voidaan tehdä omalla rahalla, mikäli takaisinmaksuaika on lyhyt ja sitoutuneelle pääomalle saadaan hyvä korko. Jos ei halua sitoa pääomia investointeihin, voidaan hankinta tehdä leasingilla tai lainarahalla, jonka osalta ns. vihreän rahoituksen hyödyntäminen on kasvamassa. Suuri osa VähäHiku-hankkeen aikana tehdyistä energiaiinvestoinneista on ollut öljylämmityksen vaihtamisia uusiutuvalle energialle. Investoinnin on voinut tehdä myös lämpöyrittäjä, joka myy lämmön asiakkaalle. Joissakin tapauksissa, esimerkiksi vaihdettaessa maalämmölle, on toimittajalta vaadittu sitoutuminen säästön toteutumiseksi. ESCO-malli on yksi keino energiaiinvestoinnin tekoon, jolloin energiaiinvestointi kuoletaan uuden järjestelmän energiansäästöllä. Asiakkaan maksamat energiakulut säilyvät kuoleusaikana entisellään ja tippuvat sen jälkeen.¹⁸¹

Yleisten energiatukien lisäksi VähäHiku-kunnat voivat osallistua tapauskohtaisiin kampanjoihin. Esimerkkinä mainittakoon SYKEN lanseeraama aurinkopaneeleiden yhteishankinta, johon liittymällä aurinkosähkö-järjestelmien leasing on hyvin edullinen.¹⁸² Toisena esimerkkinä mainittakoon Työ- ja elinkeinoministeriön päätös myöntää tukea sähköautojen julkisen latausinfrastruktuurin kehittämiseen osana hallituksen biotalous ja puhtaat ratkaisut – kärkihanketta. Tuen saannin edellytyksenä on rekisteröityminen tuen piiriin. Tuki käyte-
tään investointijärjestyksessä.¹⁸³

Rahoitus- ja hankintamalleja kuvataan laajemmin julkaisussa ”Uusiutuvan energian ja energiansäästön hankinta- ja rahoitusmalli selvitys”.¹⁸⁴ (Petri Leppänen, Micropolis Oy 2017).

¹⁸⁰ Energiatehokkuussopimukset 2017-2015. www.energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/; HINKU-foorumi. Kohti hiilineutraalia kuntaa. www.hinku-foorumi.fi/fi-fi. Viitattu 24.8.2017.

¹⁸¹ Motiva. Esco-hankkeiden tuki. www.motiva.fi/ratkaisut/energiakatselmustoiminta/tem_n_tukemat_energiakatselmukset/katselmus- ja_investointituet/esco-hankkeiden_tuki. Viitattu 24.8.2017.

¹⁸² Kuntahankinnat. Aurinkosähkövoimalat 2016-2020. Sopimusnumero KLKH118. <http://kuntahankinnat.fi/fi/energia/aurinkosahkovoimalat-2016-2020>. Viitattu 24.8.2017.

¹⁸³ Yritysten investointituki sähköautojen julkisille latauspisteille. <http://lataustuki.fi/>. Viitattu 24.8.2017.

¹⁸⁴ Leppänen, P. 2017. Uusiutuvan energian ja energiansäästön hankinta- ja rahoitusmalli selvitys. Iin Micropolis Oy.