



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Ville Lehtevä

Ämmässuon ekoteollisuuskeskuksen energiavirrat

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikka

Insinöörityö

8.4.2021

Tekijä Otsikko	Ville Lehtevä Ämmässuon ekoteollisuuskeskuksen energiavirrat
Sivumäärä Aika	35 sivua 8.4.2021
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	energia- ja ympäristötekniikka
Ammatillinen pääaine	energiantuotantomenetelmät
Ohjaajat	lehtori Tomi Hämäläinen projektipäällikkö Kirsi Karhu
<p>Insinööriyön tavoitteina oli selvittää HSY:n Ämmässuon ekoteollisuuskeskuksen sähkö- ja lämpöenergiavirrat, sekä tuottaa Excel-työkalu, jota voidaan jatkossa hyödyntää energiavirtojen kehityksen seuraamiseen. HSY:n tavoitteena on säilyttää Ämmässuon ekoteollisuuskeskuksen omavaraisuus sähkön ja lämmön osalta.</p> <p>Energiavirrat selvitettiin keräämällä dataa vuosilta 2015–2020 taulukkolaskentaohjelmaan olemassa olevista raporteista ja generoimalla uusia raportteja raporttijärjestelmällä. Näin saatiin laaja käsitys energiavirtojen kehityksestä. Kerätyllä datalla, olemassa olevien selvityksien sekä investointiohjelman avulla voitiin arvioida alueen sähkön ja lämmön tuotannon ja kulutuksen tulevaisuuden kehitys.</p> <p>Insinööriyön lopputuloksena syntyneen Excel-työkalun avulla tehtiin skenaario Ämmässuon ekoteollisuuskeskuksen tulevaisuudesta. Skenaariossa alueen sähkön ja lämmön tuotannon ongelmat korostuivat. Ekoteollisuuskeskuksen sähkön ja lämmön tuotanto on vähenevässä vuosi vuodelta, samalla kun kulutus on nousussa alueen kehittyessä.</p> <p>Insinööriyön tuloksien perusteella HSY sai entistä vahvempaa näyttöä alueen omavaraisuuden menettämisestä. Insinööriyön pohjalta HSY tekee uusia tarkempia selvityksiä, joilla etsitään alueelle tarvittavia helpotuksia sähkön ja lämmön tuotantoon.</p>	
Avainsanat	tulevaisuuden kehitys, omavaraisuus, uusiutuva energia

Author Title	Ville Lehtevä Energy Flows of Ämmässuo Eco-Industrial Centre
Number of Pages Date	35 pages 8 April 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Energy and Environmental Engineering
Professional Major	Energy Production Technology
Instructors	Tomi Hämäläinen, Senior Lecturer Kirsi Karhu, Project Manager
<p>The subject of the thesis was to create an Excel-tool to monitor energy production and consumption at the Ämmässuo eco-industrial centre. The tool should also be able to forecast the development of the area. The aim of HSY is to keep Ämmässuo self-sufficient in both electricity and thermal energy.</p> <p>Both existing reports and newly generated reports from the report system were used to determine the energy production and consumption values of the eco-production centre. Data from the years 2015-2020 was gathered into a spreadsheet to get an extensive understanding of the energy flow trajectory. With the help of the found data, existing research of the centre and the investment plan, an understanding of the energy flow evolution could be formed.</p> <p>As a result of the thesis an Excel-tool was made. With the tool a future scenario of the area's development in energy production and consumption could be done. The scenario highlighted the problems the eco-industrial centre is facing. The energy production is decreasing year after year while the consumption is increasing when the area develops further.</p> <p>Thanks to the thesis HSY got fierce proof of the critical state of the self-sufficiency. HSY has started new projects with the intention to find ways to produce the needed amounts of electricity and thermal energy in the future.</p>	
Keywords	future development, self-sufficiency, renewable energy

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Helsingin Seudun Ympäristöpalvelut	2
2.1	Ympäristövastuun ja resurssitehokkuuden edelläkävijä	3
2.2	Korkea toimintavarmuus	3
2.3	Sujuvat palvelut	4
2.4	Aktiivinen uuden teknologian hyödyntäjä	4
3	Ämmäsuon ekoteollisuuskeskus	5
3.1	Kaatopaikkakaasuvoimala	7
3.2	Biokierrätys ja biokaasuvoimala	7
4	Energiavirrat	9
4.1	Sähkön ja lämmön tuotanto	10
4.2	Kaasuvoimaloiden ja kaasunkeräyksen kulutukset	11
4.3	Biokierrätyslaitoksien kulutukset	12
4.4	Muut kulutuskohteet	16
4.5	Omavaraisuus	17
5	Ekoteollisuuskeskuksen tulevaisuudennäkymät	19
5.1	Kaatopaikkakaasun riittävyys	19
5.2	Biokaasuvoimalan tulevaisuus ja biokaasutuotannon tehostaminen	23
5.3	Pyrolyysilaitos	24
5.4	Tuulivoima, aurinkovoima ja Power-to-X	25
5.5	Geoterminen energia ja lämpöenergian varastointi	27
5.6	Muita alueen energiataseeseen vaikuttavia asioita	28
5.7	Mahdollinen skenaario 2017–2027	29
6	Yhteenveto	31
	Lähteet	34

Lyhenteet

CHP	<i>Combined Heat and Power.</i> Sähkön ja lämmön yhteistuotanto. CHP1 on Ämmässuon kaatopaikkakaasuvoimala ja CHP2 biokaasuvoimala.
HSY	Helsingin Seudun Ympäristöpalvelut.
LBG	<i>Liquefied Biogas.</i> Nesteytetty biokaasu.
LNG	<i>Liquefied Natural Gas.</i> Nesteytetty maakaasu.
ORC	<i>Organic Rankine Cycle.</i> Lämmöntalteenottojärjestelmä, jossa kiertoaineena käytetään veden sijaan orgaanista nestettä.

1 Johdanto

Insinööriyön aiheena oli tehdä Helsingin Seudun Ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY:lle Ämmässuon ekoteollisuuskeskuksen energiaselvitys. Alueella tuotetaan ja kulutetaan isoja määriä sähkö- ja lämpöenergiaa. Selvityksen tavoitteena oli nähdä, kuinka alueen energiavirrat ovat jakautuneet ja kehittyneet vuosien varrella. HSY:n tavoitteena on pitää Ämmässuon ekoteollisuuskeskus täysin omavaraisena sähkön ja lämmön osalta. Tähän mennessä se on toteutunut varsin hyvin, mutta kaatopaikkakaasun vähenemisen myötä omavaraisuus lämpöenergian suhteen on uhattuna. Aluelämpöä tuotetaan vuosittaisella tasolla selkeästi yli oman tarpeen, mutta kylminä talvikausina aluelämpöverkon energiamäärät eivät riitä. Tällöin joudutaan muun muassa käyttämään lämmitysöljyä kiinteistöjen lämmitykseen.

Insinööriyön tavoitteena oli tuottaa Excel-työkalu, johon on kerätty mahdollisimman luotettavaa dataa Ämmässuon ekoteollisuuskeskuksen eri laitoksien energiantuotannoista ja -kulutuksista. Taulukkoa käytetään työkaluna alueen energiavirtojen seuraamiseen ja ennustamiseen. Insinööriyön toissijaisena tavoitteena oli löytää alueelta mahdollisia ongelmakohtia ja parannusehdotuksia, sekä tarkastella investointiohjelmassa ja -strategiassa olevia alueen energiavirtoihin vaikuttavia tekijöitä.

Työ tehtiin olemassa olevien dokumentaatioiden ja raportointijärjestelmistä saatavien mittausdatojen avulla. Dataa kerättiin kuukausittaisista tuotanto- ja kulutusarvoista vuosien 2015–2020 ajalta Excel-taulukkoon, jonka perusteella saatiin hyvä kuva alueen energiavirtojen kehityksestä. Insinööriyön tuloksena syntyi Excel-työkalu, jota voi laajentaa alueen kehittyessä. Jatkokehittämällä Excel-työkalua voitaisiin muun muassa automatisoida datankerääminen. Kerätyn datan ja tiedossa olevien investointien perusteella pystyttiin myös tekemään ennustuksia alueen energiavirtojen tulevaisuuden kehityksistä ja tarvittavista toimenpiteistä omavaraisuuden säilyttämiseksi.

2 Helsingin Seudun Ympäristöpalvelut

Helsingin Seudun Ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY on pääkaupunkiseudun asukkaille jäte- ja vesihuoltopalveluita tuottava ympäristöalan toimija. Toiminta-alueeseen kuuluu Helsinki, Vantaa, Espoo ja Kauniainen. Asiakaskunta koostuu toiminta-alueen asukkaista ja yrityksiä, joita on yhteensä noin 1,1 miljoonaa. HSY:n perustehtäviin kuuluu puhtaan veden valmistus, jätevedenpuhdistus, jätelain määrittelemät kunnalle kuuluvat jätehuollon tehtävät sekä ilmanlaadunvalvonta. [1.]

HSY:n visio on tehdä yhdessä pääkaupunkiseudusta maailman kestävin kaupunkiseutu. Ympäristövastuu, resurssitehokkuus, korkea toimintavarmuus, sujuvat palvelut ja vakaa talous ovat vision saavuttamisen kulmakivet (kuva 1). Tavoitteena on saavuttaa hiilineutraaliuus vuoteen 2030 mennessä vähentämällä energiankulutusta ja lisäämällä uusiutuvan energian tuotantoa. Lisäksi jätteen, materiaalien ja ravinteiden kierrätys- ja hyötykäyttöä nostetaan. [2.]



Kuva 1. HSY:n strategia 2025. [1]

HSY on tehnyt vielä erikseen tarkemman investointistrategian jätehuollolle aina vuoteen 2025 asti. Investointistrategiassa pääpainona on neljä strategiassa asetetun päämäärän saavuttaminen Ämmässuon alueella. Päämäärät ovat: ympäristövastuun ja

resurssitehokkuuden edelläkävijä, korkea toimintavarmuus, sujuvat palvelut ja aktiivinen uuden teknologian hyödyntäjä. [3.]

2.1 Ympäristövastuun ja resurssitehokkuuden edelläkävijä

Ympäristövastuun ja resurssitehokkuuden edelläkävijä -päämäärällä on kaksi painopistealuetta, joista ensimmäinen on ympäristövaikutusten hallinta ja -kuormituksen merkittävä vähentäminen, eli ilma- ja vesipäästöjen vähentäminen. Kaatopaikan kasvihuonekaasujen hajapäästöjä, eli metaani- ja hiilidioksidipäästöjä, halutaan puolittaa vuoteen 2025 mennessä vuoden 2017 tasosta. Kaatopaikkakaasun keräystehokkuutta halutaan parantaa ja kerätty kaasu halutaan hyödyntää kaasuvoimalassa. Toimenpiteinä on kaatopaikan pinnan tiivistäminen, kaasunkeräysverkoston toimintakunnon ylläpitäminen ja kaatopaikkakaasun rikastaminen ja/tai kaasutuotannon tehostaminen muilla tavoin. [3.]

Toinen päämäärän painopistealue on kiertotalouden edistäminen ja energiatehokkuuden parantaminen. Lähtötasona on vuoden 2017 arvot, jolloin Ämmässuon oma sähköenergian tuotanto oli 69 500 MWh ja sähköenergian kulutus 16 400 MWh. Lisäksi kaasuvoimaloiden lämpöenergiaa hyödynnettiin 18 372 MWh. Tavoitteena on säilyttää energiatuotannon suhde käytettyyn energiaan yli 100 %:n, vaikka kaatopaikkakaasun määrä vähenee. Toimenpiteinä on muun muassa uusiutuvan energian hyödyntämisen lisääminen ja kiinteistöjen energiatehokkuuden parantaminen. Materiaalitehokkuutta ja kiertotaloutta halutaan parantaa hyödyntämällä jätevedenpuhdistuksessa syntyvää lietettä, sekä esikäsittelemällä ja lajittelemalla sekajätettä. [3.]

2.2 Korkea toimintavarmuus

Ämmässuolla käsitellään ja välivarastoidaan Vantaan jätevoimalasta tulevaa kuonaa. Lisäksi HSY vastaa vaaralliseksi jätteeksi luokitellun jätteenpolton tuhkan käsittelystä ja loppusijoituksesta. Nykyinen vaarallisen jätteen loppusijoitukseen käytettävä solu on täyttymässä ja käsittelylaitteisto lähestyy elinkaarensa loppua. Lisäksi Ämmässuolla paalataan ja välivarastoidaan sekajätettä silloin, kun sitä ei voida polttaa Vantaan jätevoimalassa käyttökatojen ja toimintahäiriöiden vuoksi. [3.]

Tavoitteena on rakentaa käsittelykenttiä ja halli kuonalle sekä jätepaaleille käsittelyhalli, jossa poistoilma suodatetaan haju-, pöly-, ja meluhaittojen vähentämiseksi. Tuhkankäsittelylaitteisto uusitaan tai hankitaan tuhkalostamo. Jätteiden käsittelyn lupaehtoihin on odotettavissa tiukennusta, jolloin varaudutaan parhaan käytettävissä olevan tekniikan hyödyntämiseen jätteiden käsittelyssä. [3.]

Biojätteen käsittelyyn on tulossa lisävaatimuksia. Erilliskeräystehokkuuden tulee olla 60 % vuonna 2025. Tämä tarkoittaa, että erilliskerätyn biojätteen määrä joudutaan nostamaan noin 80 000 tonniin, kun määrä oli noin 40 000 tonnia vuonna 2017. Nykyinen käsittelykapasiteetti ja ympäristöluvan mukainen käsittelylupamäärä ei ole riittävä. Laitosinvestoinneilla varmistetaan biologisen jätteen käsittelykapasiteetti. [3.]

2.3 Sujuvat palvelut

HSY:n päämääränä on panostaa yhä enemmän asiakaslähtöisiin palveluihin. Yhtenä strategisena toimenpiteenä on parantaa kierrätyskeskukseen toimitettujen tavaroiden uudelleenkäyttömahdollisuuksia. Tähän mennessä HSY on kerännyt Sortti-asemilla kierrätettävää tavaraa, jotka ovat tämän jälkeen viety Kierrätyskeskukseen. Kierrätyskeskus on vastannut uudelleen käytettävien tavaroiden myynnistä. Tavoitteena on perustaa yhdessä Kierken kanssa Sortti-Kierrätystavaratalo, minkä yhteyteen rakennettaisiin mini-Sortti-asema. Tämä nostaisi Sortti-asemien määrän kuuteen nykyisestä viidestä. [3.]

Sortti-asemien asiakaskokemukset ovat olleet hyviä, mutta aukioloaikoihin tahdotaan muutoksia ja maksujärjestelyihin toivotaan sujuvuutta. Esimerkiksi itsepalvelumaksulaitteiden käyttö laajennettaisiin kaikille Sortti-asemille ja aukioloaikoja laajennetaan. [3.]

2.4 Aktiivinen uuden teknologian hyödyntäjä

Uusien ja puhtaiden teknologioiden käyttöönotto on tärkeää HSY:lle. Tämän saavuttamiseksi kehitetään innovatiivisia ideoita ja toteutetaan pilottihankkeita. Monesti ideat syntyvät yhteistyössä oppilaitoksien tai yritysten kanssa. Strategiassa on ehdotettu kolme eri innovatiivista aihealuetta pilottihankkeille: lietteen käsittelyn uudet ratkaisut, hulevesien käsittely, sekä jätevoimalan kuonan ja tuhkan käsittelyn uudet ratkaisut. [3.]

Digitaalisten ratkaisujen käyttöönotto huomioidaan investoinneissa. Näitä ovat esimerkiksi itsepalvelu-Sortti, kiinteistöjen jäteastioiden älykkäät jätelajikohtaiset punnitusjärjestelmät sekä robottitekniikan hyödyntäminen jätteiden esikäsittelyssä ja lajittelussa. [3.]

3 Ämmässuon ekoteollisuuskeskus

Ämmässuon ekoteollisuuskeskus, virallisesti nimeltään Ämmässuon jätteenkäsittelykeskus, on Espoon Ämmässuolla sijaitseva noin 200 hehtaarin kokoinen alue, joka on aiemmin toiminut kaatopaikkana. Ekoteollisuuskeskus toimii nykyään modernina jätehuollon ja kiertotalouden risteyskohtana. Alueella käsitellään muun muassa biojätettä, jätevoimalan tuhkaa ja kuonaa sekä pilaantuneita maita. Lisäksi alueella on Sortti-asema, kaatopaikkakaasuvoimala, biokaasuvoimala ja muiden yritysten toimintaa. [4.]

Ämmässuolla alkoi kaatopaikkatoiminta syksyllä 1987, jolloin sinne tuotiin siihen aikaan normaalina pidettyä lajittelematonta yhdyskuntajätettä, jota kerättiin suureksi jätevuoreksi. Yli 30 vuoden aikana alue on kuitenkin muuttunut hyvin paljon, ja nykyään se palvelee tietynlaisena kiertotalouden edelläkävijänä. Alueella tehdään paljon tutkimus- ja kehitystoimintaa niin HSY:n kuin muidenkin alueella toimivien yritysten toimesta. [5.] Kuvassa 2 nähdään ilmakuva Ämmässuon ekoteollisuuskeskuksesta.



Kuva 2. Kesäkuussa 2020 otettu ilmakuva Ämmässuon ekoteollisuuskeskuksesta. [6]

Vuonna 2020 Ämmässuolle vastaanotettiin yhteensä 370 639 tonnia jätettä ja maata [7]. Taulukosta 1 nähdään osa vastaanotetuista määristä osa-alueittain.

Taulukko 1. Vuonna 2020 Ämmässuolle vastaanotetut jäte- ja maamäärät tonneissa. [7]

Lajiteltava jäte	21 918
Biojäte	54 775
Jätevesiliete	3 099
Jätevoimalatuhka	4 099
Jätevoimalan raakakuona	70 125
Pilaantunut maa	3 621
Loppusijoitus	1 967

Tämän lisäksi kaatopaikan muotoiluun käytettiin yhteensä 83 584 tonnia kiviainespitoisia materiaaleja [7]. Muotoilun tarkoituksena on tiivistää kaatopaikan pinta, jolloin kaatopaikkakaasu saadaan kerättyä tehokkaammin, eivätkä kasvihuonekaasut pääse ilmakehään.

3.1 Kaatopaikkakaasuvoimala

1990-luvulla Ämmässuolla aloitettiin kaatopaikkakaasun keräys ilmanpäästöjen vähentämiseksi. Vanhan jätevuoren päälle ajettiin maa-ainesta, jolloin jäte sai paksun tiivistävän kuoren. Kaasunkeräyskaivoja sijoitettiin ympäri jätevuorta. Aluksi kerätty kaasu poltettiin yksinkertaisesti soihdussa, mutta vuodesta 2004 alkaen se johdettiin Kivenlahden voimalaitokseen kaukolämmön tuottamiseksi. Vuonna 2010 avautui Ämmässuolle oma yhteistuotantolaitos, eli CHP-laitos (Combined Heat and Power), joka tuotti alueelle tarvittavan sähkön ja lämmön. Vantaalle vuonna 2014 avattu Vantaan Energian jätteenpolttolaitos lopetti erilliskerätyn sekajätteen viemisen Ämmässuolle kokonaan. [5.]

Keväällä 2010 avatussa kaasumootorivoimalaitoksessa on neljä MWM TCG 2032 16V -mallista kaasumootoria, joiden yhteenlaskettu nimellisteho on 15,4 MW. Kerätty kaasumäärä on kuitenkin vuosien mittaan vähentynyt merkittävästi, jolloin moottoreita on jouduttu jättämään ajosta pois. Kaasunkeräyskaivoista pumpatusta kaasusta puhdistetaan rikki pois, koska rikki on syövyttävä kaasu. Ilmakehään päästyä rikki muodostaa voimakkaasti syövyttävää rikkihappoa. Näin ollen se vahingoittaisi niin ympäristöä kuin kaasumootoreita. Rikkipesu suoritetaan Thiopaq-prosessilla. Prosessissa kaasu johdetaan pesutorniin missä rikki pestään pois emäksisellä liuottimella. Tämän jälkeen se johdetaan bioreaktoriin, jossa emäkseen liuotettu rikkivety reagoi muodostaen alkuainerikkiä. Rikkipitoinen liete toimitetaan jatkokäsittelyyn ja emäs voidaan käyttää uudelleen pesuvaiheessa. Pesuprosessin pH-arvoa säädellään lisäämällä prosessiin tuoretta natriumhydroksidia ja vettä. Rikkipesun jälkeen kaasu puhdistetaan siloksaaneista aktiivihiiisuodattimilla. [8.] Siloksaanit ovat polymeerisiä yhdisteitä, jotka palaessaan pinttyvät ja kovettuvat moottorin osiin. Venttiileihin ja sylinteriin karstoittunut siloksaani aiheuttaa käyntiongelmia kuten nakutusta. Pahimmassa tapauksessa se voi aiheuttaa moottoririkon. [9.]

3.2 Biokierrätys ja biokaasuvoimala

Vuonna 1993 aloitettiin biojätteen erilliskeräys Pohjois-Helsingissä, ja se laajentui viiden vuoden aikana kattamaan koko pääkaupunkiseudun [5]. Ämmässuolle avattiin vuonna 1998 koekäyttöön kompostointilaitos, jossa biojätteestä tuotettiin kompostia, jota hyödynnettiin mullanvalmistuksen raaka-aineena. Kompostointilaitos oli valmistajan

koekäytössä aina vuoteen 2001 asti erinäisten ongelmien takia. Muun muassa liian raakana ulos tuleva komposti aiheutti hajuhaittoja, joihin ympäristön asukkaat ja asukasyhdistykset kiinnittivät vakavaa huomiota. Suunniteltu 30 000 tonnin vuosikapasiteetti jouduttiin puolittamaan käsiteltävän aineksen viipymän kaksinkertaistamiseksi. Hajuhaittojen ratkaisemiseksi päädyttiin rakentamaan 600 m²:n jälkikompostointihalli, joka valmistui vuonna 2004. Kompostointilaitoksen kapasiteetin todettiin kuitenkin olevan liian niukka. Tämän vuoksi ryhdyttiin rakentamaan uutta kompostointilaitosta vanhan rinnalle. Uusi kompostointilaitos valmistui vuonna 2007 ja vanha kompostointilaitos muuttui jälkikompostointitilaksi. [10, s. 73–75.] Uusi kompostointilaitos on vähitellen laajentunut, ja nykyään biojätteestä tuotetaan kompostin lisäksi biokaasua mädättämällä vuonna 2015 valmistuneessa biokaasulaitoksessa. Biokaasulaitoksessa on kaksi rinnakkain toimivaa biokaasureaktoria. Kuvassa 3 nähdään biokierrätyksen laitokset ja kentät.



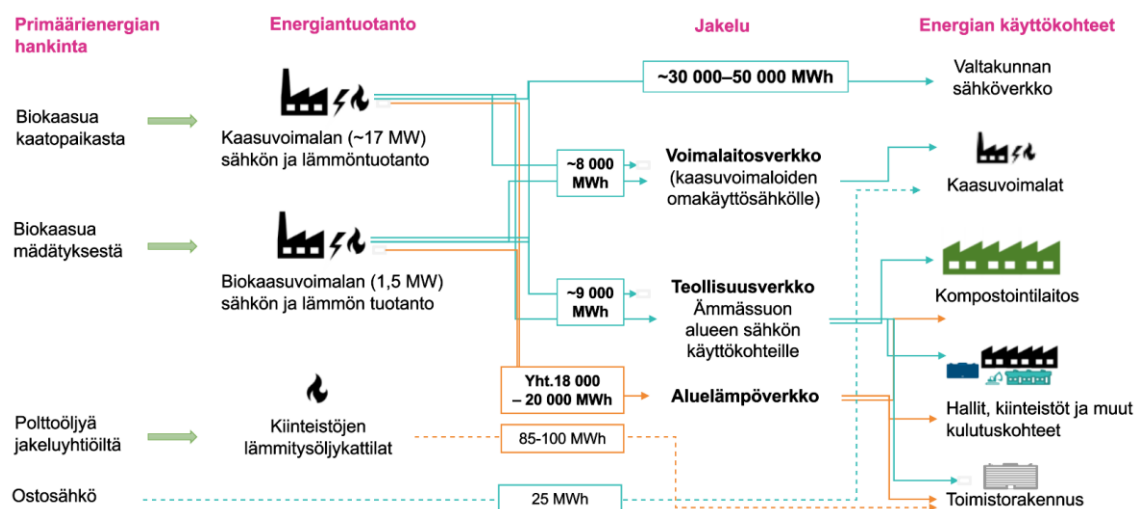
Kuva 3. Biokierrätyksen laitokset ja kentät. [6]

Kuivamädätysprosessissa syntyvää biokaasua hyödynnetään vuonna 2016 käyttöönotetussa CHP2-biokaasuvoimalassa. Voimalassa on kaksi kaasumoottoria, jotka tuottavat sähköä ja lämpöä. Kokonaisuhyötysuhdetta nostamassa on ORC-järjestelmä, joka tuottaa pakokaasusta sähköenergiaa ja ottaa talteen hukkalämpöä. ORC, eli Organic Rankine

Cycle, on prosessi, jossa kiertoaineena käytetään veden sijaan orgaanista nestettä. Tällöin kiertoaineeksi voidaan valita neste, jolla on mahdollisimman hyvät ominaisuudet matalampien lämpötilojen hyödyntämiseen. [11.] Biokaasuvoimalassa tuotettu lämpö johdetaan suurimmaksi osaksi aluelämpöverkkoon, mutta osa syötetään myös suoraan kompostointilaitoksen käsittelytoiminnan sisäiseen kiertoon. Kaikki voimalassa tuotettu sähkö myydään sähköverkkoon tuotantotuen maksimoimiseksi.

4 Energiavirrat

Ämmässuon alueella sähköä ja lämpöä tuottavat kaasulaitokset CHP1 ja CHP2, joiden lisäksi muutamilla kiinteistöillä on lämmitysöljykattilat. Suurin osa alueella tuotetusta sähköstä myydään valtakunnan sähköverkkoon, mutta osa syötetään myös Ämmässuon alueen voimalaitosverkkoon ja teollisuusverkkoon sähköomavaraisuuden saavuttamiseksi. Voimalaitosverkossa on molemmat alueen voimalaitokset, kun taas teollisuusverkossa on muut alueen sähkön käyttökohteet. Kaikki alueen rakennukset hyödyntävät ensisijaisesti kaasuvoimalan tuottamaa sähköä, poikkeuksena poikkeustilanteet kuten esimerkiksi huoltoseisakit, jolloin oma sähköntuotanto ei pysty kattamaan sähkönkulutusta ja se joudutaan ostamaan. CHP-laitoksien lämpöenergia syötetään samaan aluelämpöverkkoon, joka jakaa lämmön alueen rakennuksiin. Kuvassa 4 on yksinkertaistettu hahmotelma Ämmässuon alueen energiavirroista ja lähtötietoina käytettyjä arvioita energiamääristä.



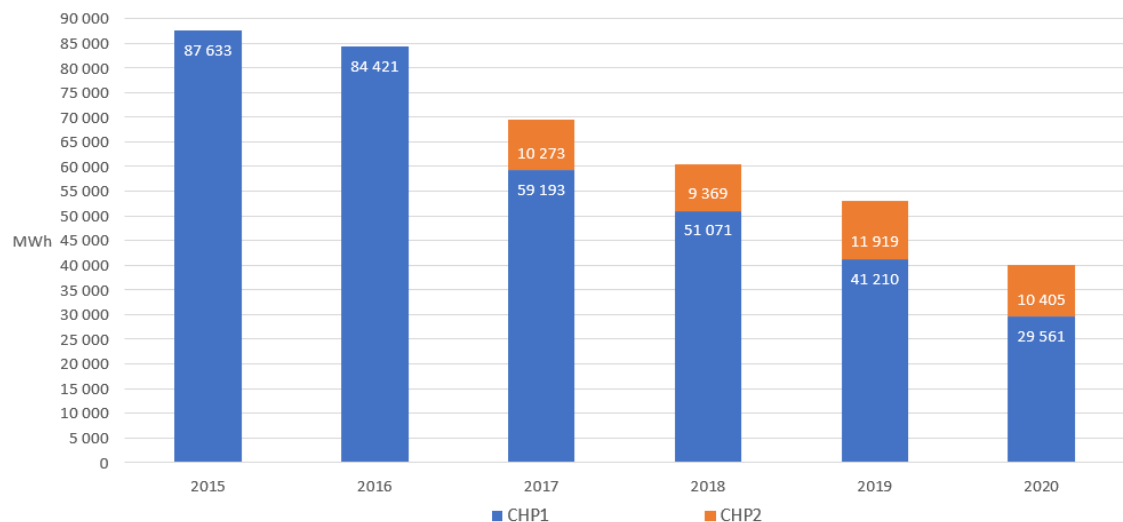
Kuva 4. Energiavirrat ja energiaratkaisujen hyödyntäminen alueellisesti. [12]

Alueen merkittävimmät sähkön ja lämmön kuluttajat ovat kaatopaikkakaasuvoimala ja kaasunkeräys, biokierrätyslaitokset sekä pilaantuneiden maiden käsittelyhalli. Alueella on useita sähköpääkeskuksia, joissa on sähkömittaukseen käytettäviä sähköanalysointilaitteita. Joissakin laitoksissa käytetään luotettavampia syöttötariffimittauksia, eli sähkömittareita, sillä myyty sähkömäärä täytyy tietää tarkasti, koska siitä saadaan valtion tukirahaa. Näitä on esimerkiksi kaasulaitoksilla ja kaasupumppaamoilla.

Ämmässuon alueen sähkön ja lämmön tuotannon ja kulutuksen selvittämiseksi kerättiin mittausdataa mahdollisimman kattavasti Excel-taulukkoon. Kerätyllä datalla voitiin tehdä kaavioita, joilla on helpompaa havainnoida ja vertailla energiamääriä.

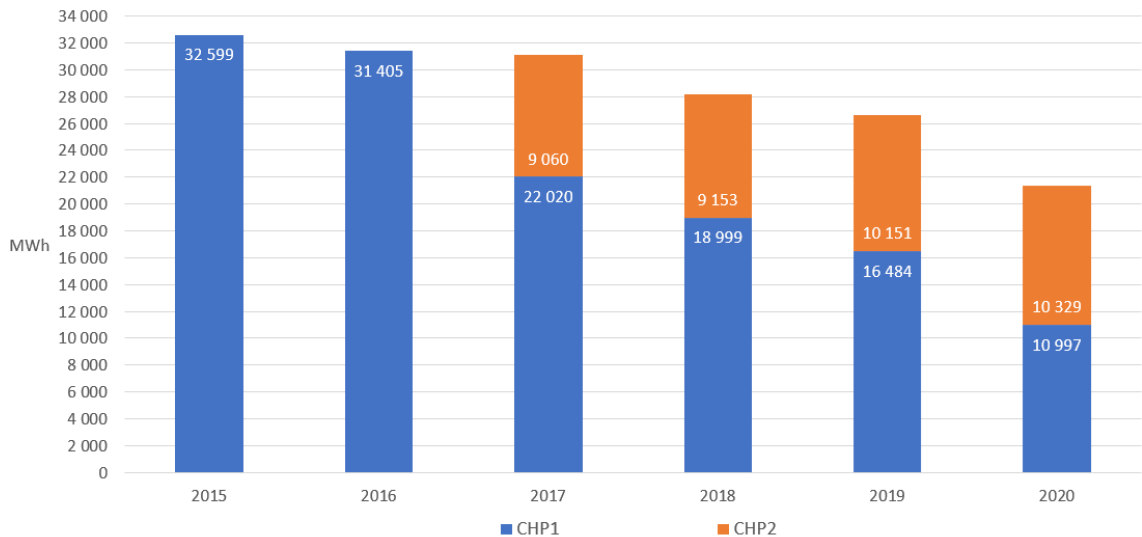
4.1 Sähkön ja lämmön tuotanto

Kaatopaikkakaasuvoimala CHP1 on tuottanut koko toimintansa aikana pääosan Ämmässuolla käytetystä sähköenergiasta, mutta sen tuottama sähkömäärä on hiipumassa (Kuva 5). Vuonna 2020 CHP1 tuotti 29 561 MWh sähköä, mikä oli noin 28 % vähemmän kuin vuonna 2019. Viidessä vuodessa kaatopaikkakaasuvoimalan sähköntuotanto on vähentynyt 66 %. Biokaasulaitos CHP2 on tuottanut elinkaarensa aikana keskimäärin 10 500 MWh per vuosi. Vuonna 2020 biokaasulaitoksen sähköntuotanto kattoi 26 % Ämmässuon noin 40 GWh:n kokonaistuotannosta.



Kuva 5. Ämmässuon ekoteollisuuskeskuksen sähköntuotanto vuosina 2015–2020.

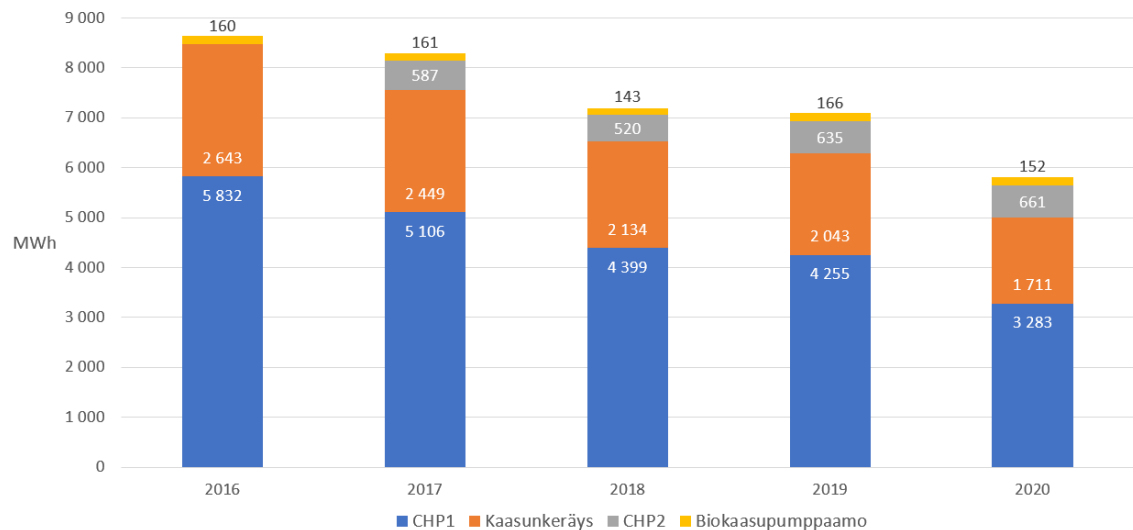
Kaatopaikkakaasuvoimalan lämmöntuotanto on sähköntuotannon tapaan pienenevässä vuosi vuodelta (kuva 6). Biokaasuvoimala CHP2 tuottaa noin 10 000 MWh lämpöenergiaa vuosittain. Vuonna 2020 laitokset tuottivat lämpöenergiaa yhteensä noin 22 GWh. CHP1:n todelliset tuotetut lämpöenergiamäärät on jouduttu arvioimaan laskennallisesti, sillä ainoastaan hyödynnettyjä lämpöenergiamääriä seurataan. Laskujen mukaan CHP1 laitos tuotti vuonna 2020 lähes 11 GWh lämpöenergiaa, joista kuitenkin hyödynnettiin ainoastaan 6 280 MWh. Hyödyntämättä jäi noin 43 % tuotetusta lämpöenergiasta.



Kuva 6. Ämmässuon ekoteollisuuskeskuksen lämmöntuotanto vuosina 2015–2020.

4.2 Kaasuvoimaloiden ja kaasunkeräyksen kulutukset

Kuvassa 7 nähdään kaasuvoimaloiden omakäyttö sekä sähköhäviöt, kaasunkeräyksen sähkönkulutus, sekä biokaasupumppaamon sähkönkulutus vuosilta 2016–2020. Kaasunkeräykseen lasketaan kaatopaikkakaasupumppaamot 1–4, kaikki säätöasemat, kaasun kuivaus ja huoltotunneli. Luotettavia kulutusarvoja ei löytynyt vuodelta 2015.

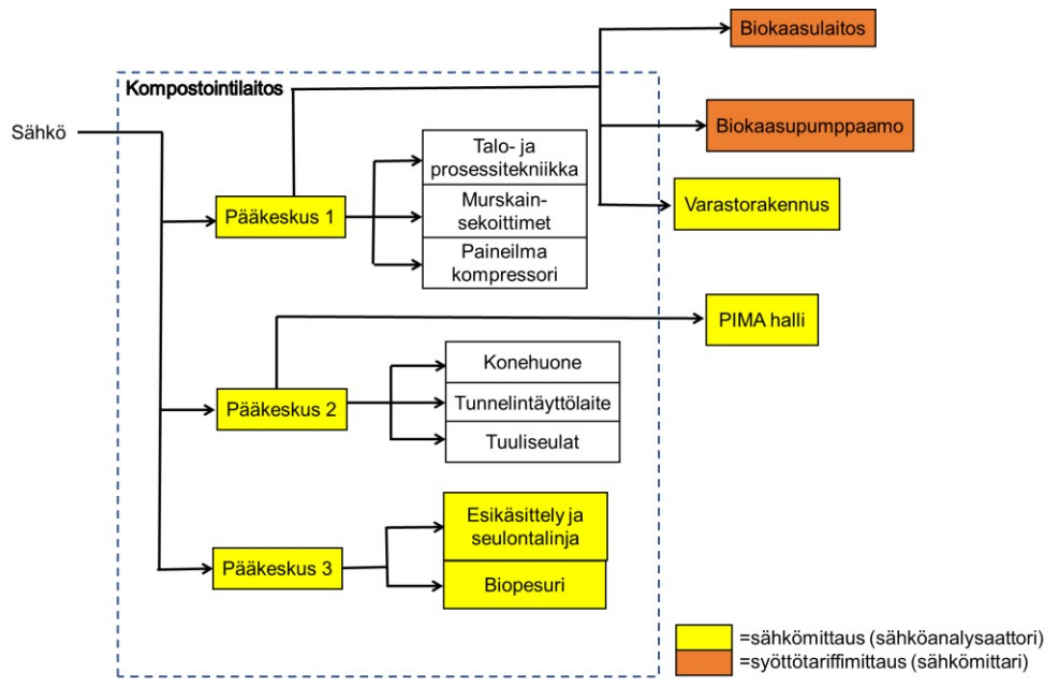


Kuva 7. Kaatopaikkakaasun ja biokaasun hyödyntämisen sähkönkulutus vuosilta 2016–2020.

Biokaasupumppaamo valmistui samoihin aikoihin biokaasulaitoksen, eli mädättämön kanssa vuonna 2015. Tällöin tuotettu biokaasu pumpattiin väliaikaisesti CHP1-laitokselle, sillä CHP2 otettiin käyttöön vasta vuonna 2017.

4.3 Biokierrätyslaitoksien kulutukset

Nea Kantoluoto teki vuonna 2020 ”Ämmässuon ekoteollisuuskeskuksen biojätteen käsittelyn massatase ja energiatase” -insinööriyön. Insinööriyössä tarkasteltiin muun muassa koko biokierrätyksen sähkön- ja lämmönkulutuksia. Kantoluodon [13, s. 34.] esittelemässä kaaviossa (kuva 8) näkyy kompostointilaitokselle saapuvan sähkön jakautuminen pääkeskuksille ja loppukuluttajille.



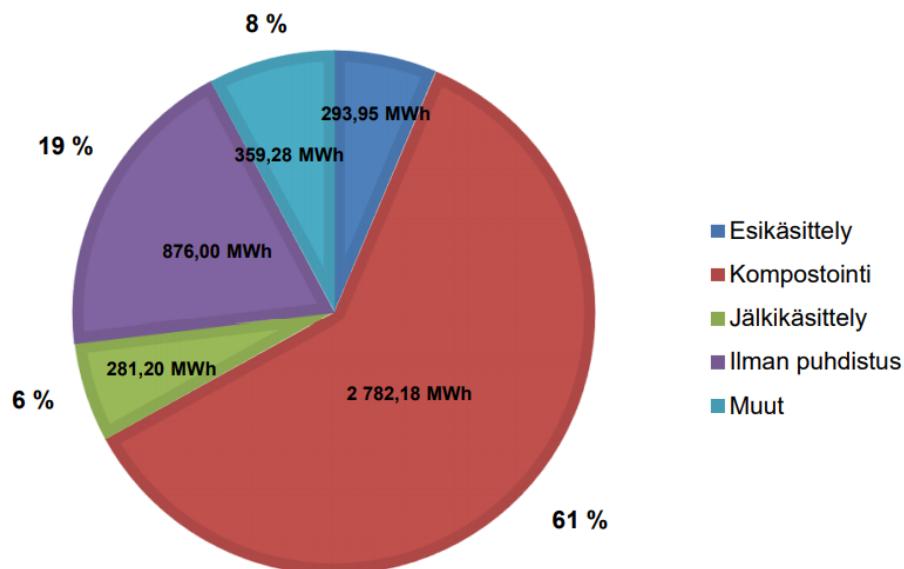
Kuva 8. Kaavio kompostointilaitoksen sähkömittauksista ja loppukuluttajista. [13, s. 34.]

Usean sähkömittarin huomattiin olevan viallisia, jolloin sähkönkulutusta jouduttiin mittaamaan pihvirtamittarilla. Mittaustuloksien avulla voitiin laskea teho ja arvioida vuosittainen sähkönkulutus. Kompostointilaitoksen sähkönkulutukseksi on arvioitu 4 233,32 MWh (taulukko 2). [13.]

Taulukko 2. Kompostointilaitoksen eri osaprosessien vuosittainen sähkönkulutus. [13, s. 36.]

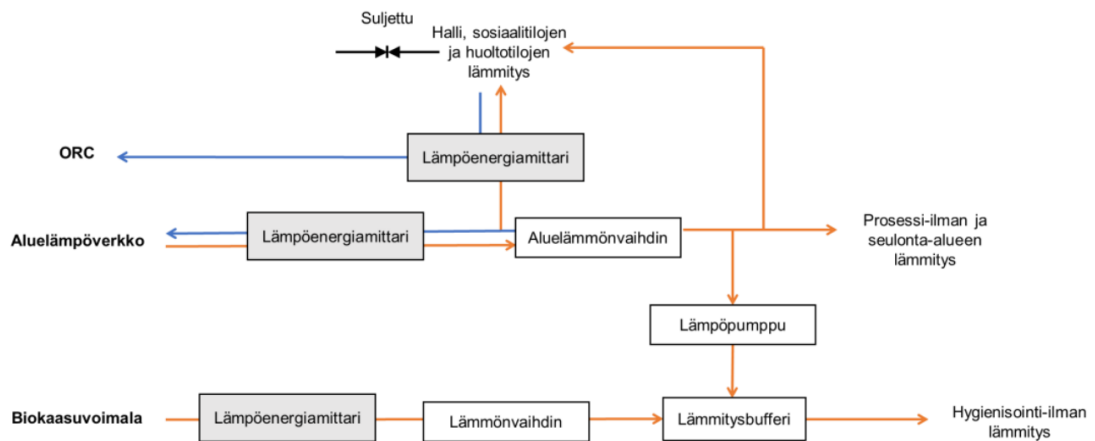
	Vuosittainen kulutus (MWh)
Esikäsittely	
Murskain-sekoitin	120,58
Tunnelintäyttölaite	41,97
Esikäsittelylinjasto	131,40
Yhteensä	293,95
Kompostointi	
Kompressori	62,20
Konehuone	2 657,78
Yhteensä	2 782,18
Jälkikäsittely	
Tuuliseula	39,04
Murskain	110,76
Seulontalinjasto	131,40
Yhteensä	281,20
Ilman puhdistus	
Biopesuri	876,00
Yhteensä	876,00
Biojätteen käsittelyn sähkön kulutus yhteensä	4 233,32

Sähkönkulutuksen jakaamaa biokierrätyksen eri osaprosesseihin näkyy kuvassa 9. Kompostointiprosessi vie suurimman osan kompostointilaitoksella kulutetusta sähköstä. [13.]



Kuva 9. Kompostointilaitoksen sähkönkulutuksen jakautuminen eri osaprosesseihin. [13, s. 37.]

Biokierrätyslaitokset ovat selkeästi Ämmässuon alueen suurimpia kuluttajia niin sähkön kuin lämmön osalta. Biokierrätyslaitoksista kompostointilaitos on suurin yksittäinen kuluttaja. Käsittelyprosessit vaativat tarkat olosuhteet toimiakseen halutusti. Lämpötilan täytyy pysyä sopivassa tasossa, minkä lisäksi käsittelytilat ja kompostointitunnelit ovat alipaineistettuja suurien puhaltimien avulla. Kuvassa 10 nähdään yksinkertaistettu kaavio kompostointilaitoksen lämmityksestä ja kuluttajista.



Kuva 10. Kaavio kompostointilaitoksen lämmityksestä ja kuluttajista. [13, s. 38.]

Kompostointilaitoksen energiankulutusmittauksissa on suuria puutteita ja paljon epäluotettavia arvoja. Tämän vuoksi kompostointilaitoksen sähkön- ja lämmönkulutuksia ei voitu todentaa varmuudella, vaan jouduttiin laskemaan mahdollisimman todenmukaiset arviot. Muiden laitosten kulutuksia voitiin todentaa vaihtelevalla tarkkuudella. Kerätystä datasta voitiin kuitenkin todeta, että kulutusarvot ovat pysyneet samoina jo usean vuoden ajan. Tämän vuoksi voitiin laskea biokierrätyslaitoksien vuosittaisia keskimukutuksia (Taulukko 3). On kuitenkin todennäköistä, että vuosittainen keskimukutus kehitty suuntaan tai toiseen erilaisien muutoksien myötä.

Taulukko 3. Biokierrätyslaitoksien keskimääräisiä kulutuksia MWh/vuosi.

	Sähkönkulutus	Lämmönkulutus
Biokaasuvoimala CHP2	600	-
Biokaasupumppaamo	150	-
Biokaasulaitos	500	850
Kompostointilaitos	4 200	10 000
Vanha kompostointilaitos	700	1 100
Tukiainehalli	90	700
Varastorakennus	18	-

4.4 Muut kulutuskohteet

PIMA-halli, eli pilaantuneiden maiden halli on suurehko puolilämmin halli. Se kuluttaa noin 350 MWh sähköä ja 2 000–3 000 MWh lämpöä per vuosi. Lämmönkulutuksessa on vuosittaisella tasolla paljon heittoa, joka johtuu pääosin ulkolämpötiloista. Hallia pyritään pitämään talvisin 0 asteisena, jolloin ankarilla talvipakkasilla lämpöenergiaa kuluu paljon. Vuonna 2020 PIMA-halli kuluttikin lähes 12 % alueella tuotetusta lämpöenergiasta. Tosin kesäkausina PIMA-hallin lämmityskiertoa käytetään myös ylituotetun lämpöenergian lauhdutukseen, mikä osaltaan kompensoi suurta kulutusta. [9.]

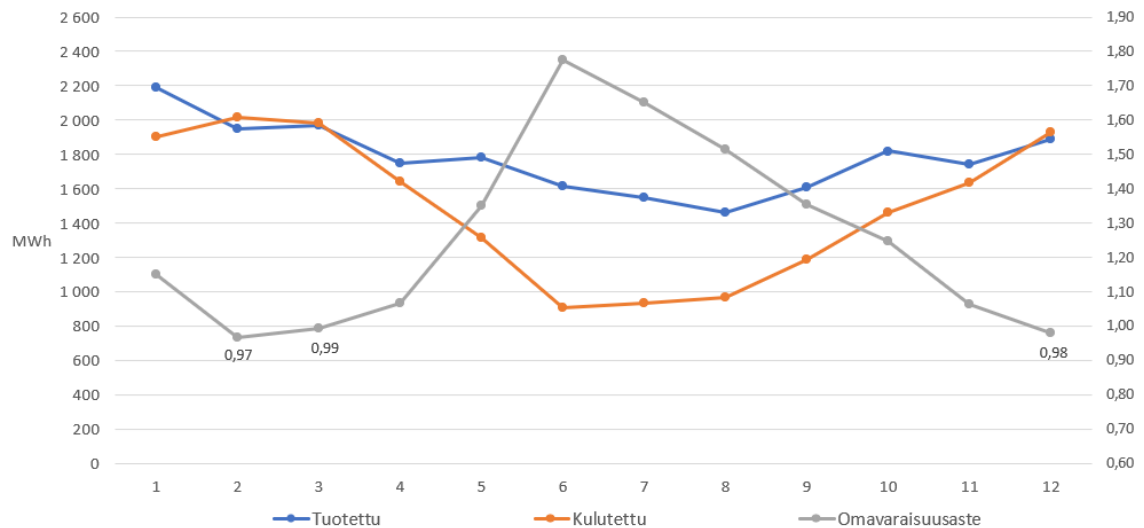
Toimistot, Sortti-asema ja vaaka-asema ovat kaikki saman mittauksen takana, ja viimeisen kuuden vuoden ajan kulutusarvot ovat olleet lievässä nousussa. Vuonna 2020 ne kuluttivat yhteensä 511,48 MWh sähköä ja 526,26 MWh lämpöä.

Lisäksi alueelta löytyy sähkömittareita, joiden takana on useita pienempiä alueellisia kuluttajia. Esimerkiksi tuhkan käsittely ja osa aluevalaistuksesta ovat saman EP081A-mittauksen takana. Vuonna 2020 EP081A kulutti noin 168 MWh sähköä. Mittarin sähkönkulutus on lähes nelinkertaistunut viimeisten viiden vuoden aikana, minkä perusteella voi päätellä alueen kehittyneen ja sähkönkuluttajien määrän kasvaneen. Sähkökaavioihin ei välttämättä ole merkitty uusia kulutuskohteita, jolloin sähkönkulutuksen nousun aiheuttajat ei voida tunnistaa. Pienempien sähkömittareiden seuraaminen on myös haastavaa muiden syiden vuoksi, esimerkiksi raportointijärjestelmästä ei löydy kaikkia mittareita. Joissain tapauksissa mittauksia menee päällekkäin, jolloin samat kulutukset tulevat useaan sarakkeeseen huomaamatta.

4.5 Omavaraisuus

HSY:n tavoitteena on pitää Ämmässuon ekoteollisuuskeskus omavaraisena sähkön ja lämmön osalta. Omavaraisuusaste on ollut laskussa jo usean vuoden ajan ja viimeistään vuoden 2020 aikana on jouduttu toteamaan lämpöenergian kriittinen riittämättömyys. Ongelmana on jo kauan tiedetty kaatopaikkakaasun väheneminen, jonka lisäksi voimalan moottoreiden heikko kunto aiheuttaa mahdollisia lisäkustannuksia. Ilman investointeja kaasuvoimala CHP1:ssä tuotettu sähkö- ja lämpöenergia vähenee reilusti tulevina vuosina. Kaasu joudutaan joko tuottamaan tai ostamaan muuta kautta, jos CHP1:n toimintaa halutaan jatkaa.

Kuvasta 11 nähdään kuukausittaisen tuotetun ja kulutetun lämpöenergian määrä, sekä omavaraisuusaste vuodelta 2020. Kaaviosta nähdään selkeästi Ämmässuon alueen ongelma lämpöenergian tuotannon ja kulutuksen epätasapainossa. Omavaraisuusasteen ollessa lähellä tai alle 1 ei aluelämpö riitä alueen lämmittämiseen. Liian korkea omavaraisuusaste puolestaan tarkoittaa, ettei tuotettua lämpöenergiaa pystytä hyödyntämään. Vuonna 2020 tuotettu lämpöenergia ei ollut talvella riittävä. Tällöin jouduttiin varautumaan muun muassa kiinteistöjen polttoöljykattiloiden tuottamaan lämpöön, kun lämpöä ohjattiin alueen toiminnan kannalta kriittisiin prosesseihin. Kesäkuukausina aluelämmön vähäisen tarpeen vuoksi lämpöä hukataan mahdollisimman paljon lauhduttamalla. Todelliset tuotetut lämpöenergiamäärät on jouduttu arvioimaan laskennallisesti, sillä näitä energiamääriä ei seurata CHP1-laitoksella. Ainoastaan hyödynnettyjä lämpömääriä seurataan. Laskujen mukaan CHP1-laitos tuotti vuonna 2020 lähes 11 GWh lämpöenergiaa, joista hyödynnettiin ainoastaan 6 280 MWh. Hyödyntämättä jäi noin 43 % tuotetusta lämpöenergiasta.



Kuva 11. Tuotettu ja kulutettu lämpöenergian määrä, sekä omavaraisuusaste vuonna 2020.

Biokaasuvoimala CHP2 on ollut käytössä vuodesta 2017. Biokaasutuotannon ja -käytön nostamisessa on kuitenkin rajoittavia tekijöitä, jonka takia ilman investointeja biokaasuvoimalan tehot pysyvät aikaisempien vuosien tasossa. Biokaasulaitos, eli mädättämö, käy tällä hetkellä noin puolella teholla. Vaikka mädätykseen syötettävän biojätteen määrä voitaisiin teoreettisesti tuplata, ei sitä kuitenkaan käytännössä voida tehdä. Biokaasureaktoreissa tuotettu mädäte kompostoidaan, eikä kompostointilaitoksella ole enää kapasiteettiä käyttää nykyistä enempää mädätettä. Kompostointitunneleissa olevista panoksista tulisi silloin liian märkiä/tuhteja, mikä vaikuttaisi suuresti panoksen kypsymiseen.

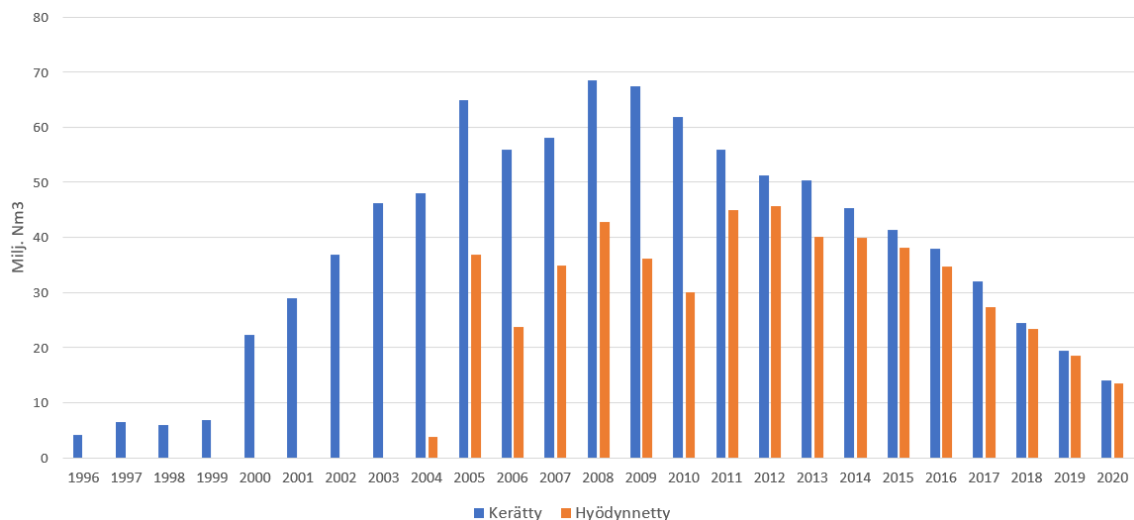
Viimeistään nyt tulisi reagoida Ämmäsuon lämpöenergian huonoon riittävyteen talvi-kuukausina. Vuosittain tuotetun lämpöenergian (kuva 6) vähenemisen myötä ja vuoden 2020 lämpöenergiatasetta (kuva 11) tarkastellessa käy ilmi, että tulevina vuosina lämpöenergian riittävyys on kovalla koetuksella. Investointiohjelmassa esille tuodut uudet laitoshankkeet lisääisivät talvikauden lämmöntarvetta entisestään.

5 Ekoteollisuuskeskuksen tulevaisuudennäkymät

Mihin suuntaan Ämmässuon ekoteollisuuskeskus on menossa ja kuinka se vaikuttaa alueen energiavirtoihin? Alueen eri toimintoihin liittyviä selvityksiä on tehty paljon, minkä lisäksi investointiohjelmassa 2021–2030 on tuotu esille alueelle mahdollisesti tulevia muutoksia. Näiden pohjalta voidaan saada jonkinlainen näkemys alueen tulevaisuudesta.

5.1 Kaatopaikkakaasun riittävyys

Kaasuvoimalan valmistuttua vuonna 2010 kaatopaikkakaasua kerättiin tarpeeksi neljän moottorin ajamiseen. Kaatopaikkakaasun määrä alkoi kuitenkin hiipua luultua nopeammin ja moottoreita jouduttiin poistamaan käytöstä asteittain (kuva 12). Kaatopaikkakaasun määrän vähenemisen lisäksi myös sen koostumus muuttuu epäpuhtaammaksi. Kun kaasun metaanipitoisuus tippuu lähemmäs 40 tilavuusprosenttia, se aiheuttaa käytön ongelmia ja koneitten käynnistäminen hankaloituu huomattavasti. [8.]



Kuva 12. Kerätty ja hyödynnetty kaasumäärä vuosina 1996–2020.

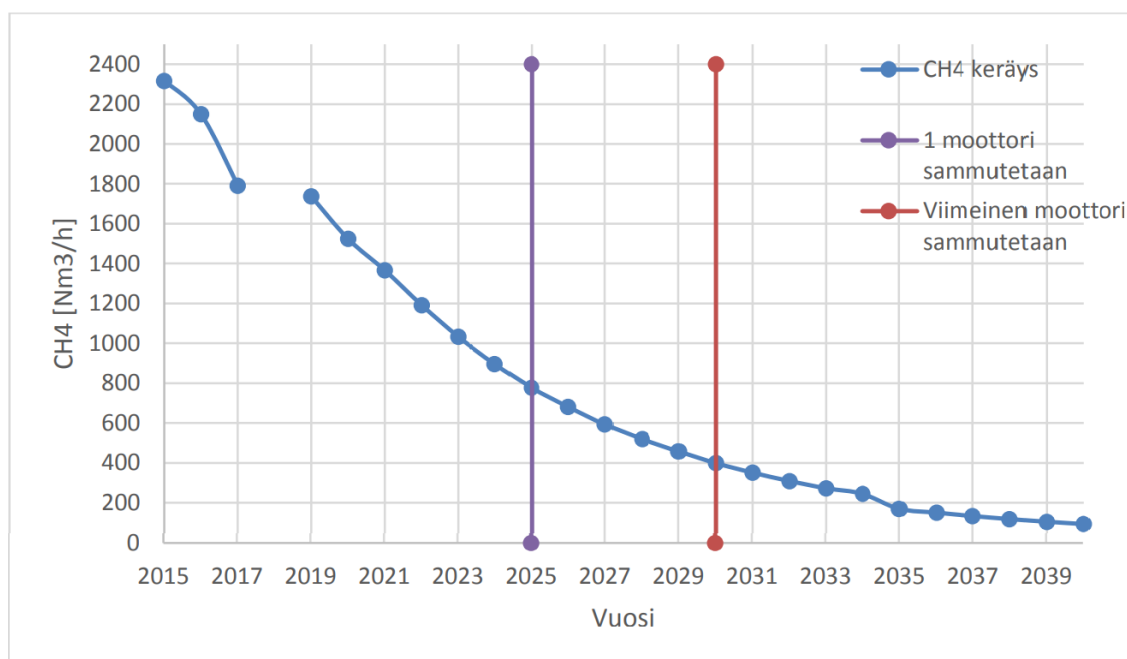
Vuonna 2018 HSY tilasi Sweco Industry Oy:ltä selvityksen kaatopaikkakaasun tehokkaasta hyödyntämisestä kaasun laadun ja määrän heikentyessä. Tässä vaiheessa voimalan neljästä kaasumoottorista oli käynnissä enää kaksi. Swecon tekemässä selvityksessä tarkasteltiin kahdeksaa eri skenaariota, joista seitsemän olivat vaihtoehtoja, joilla

kaasun laatua ja määrää saataisiin nostettua toiminnan jatkuvuuden edellyttämiseksi HSY:n arvojen mukaisesti. Vaihtoehdot olivat kaupallisesti saatavilla olevia valmiita täysin toteutuskelpoisia ratkaisuja. Vaihtoehtoja tarkasteltiin viidellä eri asteikolla, joiden avulla arvioitiin HSY:lle sopivimmat vaihtoehdot. Nämä asteikot ovat HSY:n arvojen mukaisuus, investointikustannus, käyttökustannus, käytettävyys ja metaanivuoto. Tarkasteltavat vaihtoehdot olivat

- ei tehdä mitään
- LNG, nesteytetyn maakaasun paikallinen varastointi ja lisäys tarpeen mukaan
- LBG, nesteytetyn biokaasun paikallinen varastointi ja lisäys tarpeen mukaan
- kaasumoottorivoimalaitoksen liittäminen maakaasuverkkoon
- amiinipesuri CO₂ poistoon kaatopaikkakaasusta
- liuotinpesuri CO₂ poistoon kaatopaikkakaasusta
- paineistettu vesipesuri CO₂ poistoon kaatopaikkakaasusta
- läheisen mädättämön kaasujen hyödyntäminen osana muita vaihtoehtoja [8.]

Näitä seitsemää eri vaihtoehtoa verrattiin myös siihen, mitä tapahtuu, jos ei tehdä mitään. Tällöin kaatopaikkakaasun kerätty metaanipitoisuus pienenisi vuosien saatossa eikä kerätyllä määrällä olisi mahdollista ajaa moottoreita. Kuvassa 13 näkyy Swecon vuonna 2018 tehty arvio kerätyn metaanin määrän väheneminen aina vuoteen 2040 asti. Swecon mukaan kahdesta moottorista toinen sammutettaisiin vuonna 2025 ja viimeinen moottori vuonna 2030. [8.] Kerätty kaatopaikkakaasumäärä on kuitenkin romahtanut paljon nopeammin kuin Sweco arvioi. Toinen käynnissä olevista moottoreista jouduttiin sammuttamaan jo vuonna 2020, jonka jälkeen voimalaitoksessa on ajettu pääosin ainoastaan yhdellä moottorilla kerrallaan [9].

Valitessa ”ei tehdä mitään” -vaihtoehto ei aiheutuisi suoria kustannuksia, mutta kaatopaikkakaasuvoimalan toiminta lakkaisi kaasumäärän vähyyden vuoksi. Jäljellä olevat kaasut jouduttaisiin polttamaan soihdussa, jolloin siitä saatavaa energiaa ei hyödynnettäisi sähkön tai lämmön tuotannossa. Tällöin menetetään tuotannosta tulevia tuloja. Myös Ämmässuon omavaraisuus sähkön ja lämmön suhteen laskisi. Kuvassa 13 nähdään Swecon tekemä optimistinen arvio kaatopaikkakaasun riittävydestä ja moottoreiden sammuttamisajankohdista.



Kuva 13. Arvio Ämmässuon kaatopaikan moottorien sammuttamisajankohdista, jos alueelle ei tule muutoksia. Todellisuudessa ensimmäinen moottori poistettiin käytöstä vuonna 2020. [8.]

Selvityksen pohjalta Sweco suosittelee HSY:lle kahta eri vaihtoehtoista ratkaisua. Hankintakustannuksiltaan edullisin vaihtoehto olisi LNG- tai LBG-varastointi, jolla voitaisiin lisätä kaatopaikkakaasuun tarpeen mukaan nostamaan sitä määrällisesti, mutta myös parantamalla sen laatua, eli metaanipitoisuutta. Ongelmana olisi kuitenkin LNG/LBG:n korkea hinta ja sähkön alhainen hinta, mikä nostaisi kokonaiskustannuksia. Tämän takia HSY:lle sopivampi vaihtoehto olisi kokonaiskustannuksiltaan edullisempi amiini- tai vesipesuri riippuen kaasun laadun vaihtelun määrästä. Vesipesuri on investointikustannuksiltaan kallein vaihtoehto, mutta alhaisen käyttökustannuksen takia hankinta olisi perusteltua. Lisäksi vesipesuri on ympäristöystävällisyydellään HSY:n arvomaailmaan sopivampi pesuri. Vesipesurin tarkoitus on nostaa kaatopaikkakaasun metaanipitoisuutta poistamalla siitä epäpuhtauksia. Käytännöllisintä ja edullisinta olisi poistaa kaasusta hiilidioksidia. [8.]

Toukokuussa 2019 valmistui Pöyryn tekemä ”Kaasumoottoreiden tulevaisuuden vaihtoehdot” -selvitys. Selvityksessä verrattiin kahta eri vaihtoehtoa; kaasumoottoreiden myynti- tai purkuvaihtoehtoa, tai kaasumoottoreiden konversio kaatopaikkakaasumoottoreista puhtaiksi kaasumoottoreiksi (LNG/LBG). [14.]

Neljästä moottorista enää yksi on ajossa. Moottorit ovat sen ikäisiä, että ne vaativat isompaa huoltoa. Arvioidut revisiokustannukset olisivat noin 450 tuhatta euroa moottoria kohden. Moottorin valmistajan mukaan vastaavanlaisen uuden kaasumoottorin hinta on noin 1,5 miljoonaa euroa. HSY:n arvion mukaan huolletun käytetyn moottorin arvo olisi noin 500 tuhatta euroa. Näin ollen moottorin myynnin tuotot jäisivät alhaisiksi. Myynnin lisähaasteena on sopivan ostajan löytäminen. Ilman moottoreiden konversiota maakaasukäyttöön sopiviksi ostajakunta pienenee huomattavasti. HSY:lle kannattavin vaihtoehto myyntitilanteessa olisikin löytää ostaja, joka itse tekisi huollot ja mahdollisen konversion. Myyntiä vähäriskisempi vaihtoehto olisikin purkaa moottorit ja säästää hyväkuntoiset osat varaosina. Kuluneet ja ei-hyödynnettävät osat voi myydä romurautana. Moottori ja generaattorin yhteenlaskettu paino on noin 50 tonnia. Romurautana myytäessä moottorin myyntihinta olisi noin 10 000 euroa, eikä purkaminen vaatisi investointikuluja. [14.]

Jos HSY päättää investoida Swecon suosittelemaan LNG/LBG varastointiin, joutuu HSY tekemään myös revision ja konversion nykyisiin moottoreihin. Tämä tarkoittaa isoja investointikustannuksia. Samoin polttoaineen hinnanvaihtelu vaikuttaisi kannattavuuteen. Pöyryn tekemässä herkkyyksianalyyysissä otettiin huomioon kaksi skenaariota, tasaiset hinnat ja nousevat hinnat. Pöyryn mukaan investointikulujen takaisinmaksuaika olisi 8–12 vuotta kun moottoreiden arvioitu elinkaari olisi revision ja konversion jälkeen 12 vuotta. [14.]

Kaatopaikkakaasuvoimalan tulevaisuudesta ei ole tehty päätöksiä. Investointeja ei olla tällä hetkellä tekemässä, vaan tarkoituksena on jatkaa toimintaa niin kuin ennenkin. Kaatopaikkakaasun puhtaus, eli metaanipitoisuus ei ole niin akuutti ongelma, sillä siihen voidaan vaikuttaa kaasupumppaamoiden keräysteholla. Kuristamalla kerättyä määrää metaanipitoisuus saadaan pidettyä hallinnassa kaasumoottorin käynnissä pitämiseksi. Tosiasia on kuitenkin se, ettei kaasuvoimalan toiminta voi jatkua entisenään kovinkaan kauan kaatopaikkakaasumäärän vähentyessä. Ämmässuon alueen energiantuotanto kaipaakin uusia innovatiivisia ratkaisuja korvaamaan kaatopaikkakaasuvoimalan tuotannon vähenemisen. [9.]

5.2 Biokaasuvoimalan tulevaisuus ja biokaasutuotannon tehostaminen

Vuoden 2016 lopussa valmistunut biokaasuvoimala on Sarlin Oy:n rakentama. Biokaasuvoimala on HSY:llä leasingsopimuksella, joka yltää aina vuoteen 2028 asti. Vuonna 2028 laitokselle myönnetty valtion uusiutuvan energian tuotantotuki päättyy. Valtion tuen avulla biokaasuvoimalassa tuotetulla sähköllä on kiinteä myyntihinta, eli syöttötariffi. Lisäksi ORC-laitteiston takia laitos on oikeutettu saamaan lämpöpremiota.

Suunnitelmia tai päätöksiä biokaasuvoimalan leasingsopimuksen päättymisen jälkeisestä ajasta ei olla tehty. Vaihtoehtoina on muun muassa lunastaa voimalaitos itselleen, purkaa ja valmistaa uusi samankaltainen tai paranneltu versio, pumpata biokaasu olemassa olevalle kaatopaikkakaasuvoimalalle tai tuottaa biokaasusta tieliikenteeseen sopivaa polttoainetta. CHP1 laitokselle pumppaaminen on kuitenkin hyvin epätodennäköistä, sillä vuonna 2028 laitos ei välttämättä ole enää käyttökelpoinen.

Ennen leasingsopimuksen loppua voidaan kuitenkin tehostaa olemassa olevaa tuotantoa. Mädättämössä olevat kaksi biokaasureaktoria mädättävät biokierrätyslaitokselle tuotua biojätettä tuottaen biokaasua ja mädätettä. Biokaasun tuotantoa tahdotaan nostaa, mutta silloin tuotetaan myös enemmän mädätettä. Kompostointilaitoksella ei kuitenkaan ole tarpeeksi kapasiteettiä suurempien mädäte määrien käsittelymiseen, minkä vuoksi biokaasureaktoreiden käyttöaste on vain noin 50 %. Tämän vuoksi HSY on tehnyt selvityksen mädätteen hyötykäytöstä maataloudessa lannoitteena, jolloin mädätykseen menevä biojättemäärää voitaisiin nostaa ja ylimääräistä mädätettä ei tarvitse kompostoida. Selvityksessä haluttiin kartoittaa muun muassa markkinakokoa ja -kysyntää, min-kälaisia laatuvaatimuksia lannoitelainsäädäntö ja Ruokavirasto asettavat sekä varastointimahdollisuuksia.

T:mi Taitosuulin vuonna 2021 tekemässä selvityksessä haastateltiin 20:ta Uudellamaalla sijaitsevien keskimääräistä suurempien tilojen viljelijöitä. Kaikki ilmaisivat mielenkiintoon mutta painottivat sitä, että tuotetta tulee ensin kokeilla. Haastattelutuloksina saatiin selville muun muassa, mitä ominaisuuksia kierrätyslannoitevalmisteelta halutaan, min-kälaisessa olomuodossa tuotteen pitäisi olla ja mitä tuotteesta oltaisiin valmiita maksamaan. Hinta olikin vastaajien kesken selkeästi haastavin kysymys, sillä tarkempaa arviota maksuhalukkuudesta ei haluttu antaa ilman käyttökokemuksia, mutta tuotteen pitäisi kuitenkin olla halvempi kuin nykyisin käytettävät lannoitteet. [15.] Selvityksen

pohjalta HSY aikoo tehdä jatkoselvityksen, kuinka kuivamädätteestä voidaan tuottaa, käsitellä ja levittää toivottua kierrätyslannoitevalmistetta.

Biokaasureaktoreiden käyttöasteen nostaminen vaikuttaisi merkittävästi biokaasun tuotannon määrään ja täten myös biokaasuvoimalan sähkö- ja lämpöenergian vuosituotantoon. Prosentuaalista kasvua on kuitenkin vaikea arvioida, sillä biokaasun määrä ei ole suoraan rinnastettavissa tuotettuun energiamäärään. Tähän vaikuttaa muun muassa se, että biokaasuvoimalassa on kaksi moottoria, joita ajetaan normaalisti yhtä kerrallaan. Kahden moottorin ajaminen rinnakkain vaikuttaisi kokonaishyötysuhteeseen ja vaatisi todennäköisesti muutoksia korkean toimintavarmuuden ja käyttöasteen varmistamiseksi.

5.3 Pyrolyysilaitos

Tällä hetkellä alueella toimii koelaitos, joka otetaan käyttöön vuoden 2021 keväällä pienten viivästyksien jälkeen. Myöhemmin rakennetaan mahdollisesti täyden mittakaavan pyrolyysilaitos. Laitoksen tarkoituksena on vastaanottaa Blominmäen jätevedenpuhdistamon lietteet vuodesta 2025 alkaen. Blominmäki korvaa nykyisen Suomenojan jätevedenpuhdistamon, sillä Suomenojan puhdistamon kapasiteetti ei riitä käsittelemään kaikkia alueen jätevesiä asukasmäärän noustessa ja puhdistuksen tehokkuusvaatimusten kasvaessa. Blominmäen valmistuttua se käsittelee 400 000 asukkaan jätevedet. Vuoteen 2040 mennessä on jäteveden määrän arvioitu nousevan 150 000 kuutiometriin päivässä, eli yli puolet enemmän kuin nykyisen Suomenojan puhdistamolle virtaavan jäteveden määrä. Syntyneestä lietteestä saadaan tuotettua biokaasua mädättämällä, mutta ylijäänyt liete on jatkokäsiteltävä. [16.]

Pyrolyysitekniikka toimii siten, että orgaaninen aines käsitellään termisesti hapettomissa oloissa. 450–650 °C:n lämpötilassa poltettaessa liete hyödynnetään haitattomasti ja säilytetään suuri osa raaka-aineesta. Korkean lämpötilan takia lietteessä olevat taudinaiheuttajat, orgaaniset haitta-aineet ja mikromuovit tuhoutuvat. Lopputuotteena syntyy puuhiilen tapaista lietehiiltä ja energiapitoista polttokelpoista pyrolyysikaasua sekä -öljyä. Lietehiili on pääasiassa hiiltä (25 %), rautaa (17 %), fosforia (5 %) ja kalsiumia (4 %). Lietteessä oleva hiili sidotaan kiinteään muotoon, jolloin se ei vapaudu ilmakehään. Tällä tavoin edistetään ilmastonmuutoksen torjuntaa. [17.]

Lietehiiltä on mahdollista käyttää raaka-aineena kompostoinnissa, mutta myös maanparannusaineena pelto- ja puutarhakäytössä, viherrakentamisessa tai kasvualustojen raaka-aineena, jos sille hakee tyyppinimeä hyväksytysti. Tyyppinimen saaminen on tosin vielä hieman epäselvää EU-lannoitelainsäädännön puutteellisuuden takia. [18.]

Tämänhetkinen koelaitos on täysin irrallaan Ämmässuon lämpöverkosta ja tarvittava lämpö tuotetaan polttoöljyllä. Tulevaisuudessa pysyvämpi pyrolyysilaitos rakennetaan siten, että se on yhteydessä muuhun Ämmässuon lämpöverkkoon. Tällöin aluelämpöä voidaan hyödyntää prosesseissa ja myös luovuttaa hukkalämpöä järjestelmään. Ämmässuon lämpöenergiataseisiin ei kuitenkaan ole odotettavissa suuria muutoksia pyrolyysilaitoksen myötä, sillä laitos olisi parhaimmassa tapauksessa omavarainen. Tuotettu lämpöenergia kuluisi pääosin lietteen kuivaamiseen [19].

5.4 Tuulivoima, aurinkovoima ja Power-to-X

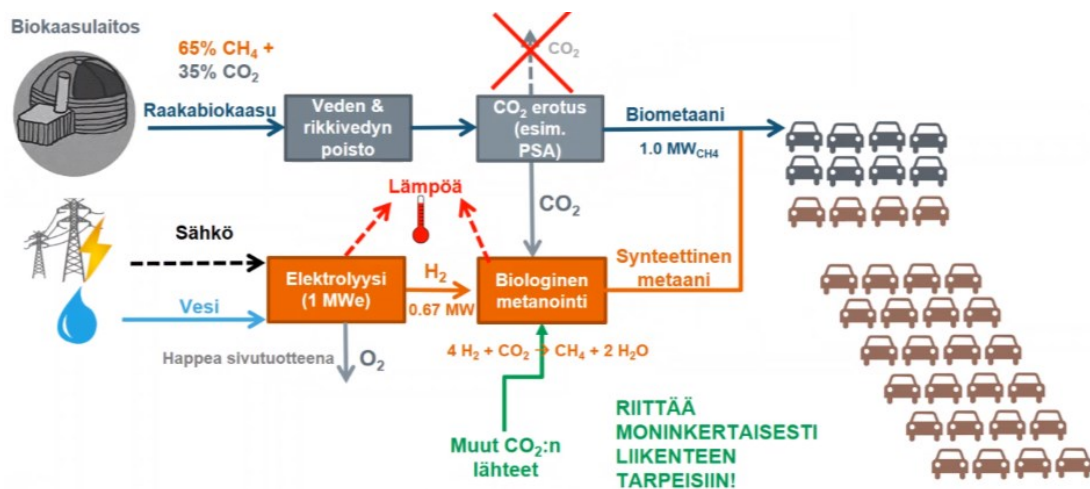
Ämmässuon alueelle on suunnitteilla tuulivoimalahanke. Tuulivoima tukee HSY:n ympäristötavoitteita ja se auttaisi alueen omavaraisuuden saavuttamisessa. Suunnitellun tuulivoimalan yksikköteho on 4,2 MW, jolloin tuotantoarvio olisi noin 12 000 MWh vuodessa. Hanketta hidastamassa on vaadittu kaavamuutos, sillä alue täytyy kaavoittaa tuulivoimala-alueeksi. Kaavamuutosprosessi aloitettiin vuonna 2019. Myös muut vaadittavat lupahakemusprosessit ja selvitykset Ilmatieteen laitoksen, Puolustusvoimien ja Traficomien kanssa ovat edistyneet. Kaavoituksen tavoiteaikataulun mukaan asemakaavamuutos hyväksyttäisiin syksyllä 2022. Rakentamisen on arvioitu alkavan vuonna 2024. [20.]

Tuulivoiman hyödyntämisen lisäksi Ämmässuon alueella on valtavat potentiaalit aurinkoenergian hyödyntämiselle. Alue on erittäin avoin joka ilmansuuntaan, eli varjon aiheuttamia katvealueita ei juurikaan ole. Varsinkin maa-aineksella peitetty jätevuori olisi otollinen paikka aurinkopaneeleille. Elomatic on tehnyt selvitysraportin vuonna 2016 aurinkoenergian kannattavuudesta ja toteutuksesta Ämmässuon teollisuussähköverkkoon.

Elomaticin konsulttityön tarkoitus oli tarkastella alueelle soveltuvia ja taloudellisesti mahdollisimman hyviä liiketoimintamalleja mahdollisille aurinkoenergiainvestoinneille. Jo aikaisemmin tehtyjen selvitystöiden tuloksena otollisin paikka aurinkopaneeleille olisi jätevuoren eteläinen rinne, missä aurinkopaneelien suuntaus olisi optimaalinen.

Selvityksessä tarkasteltiin tilannetta, jossa ensisijainen pilottivaiheen aurinkosähkövoimalan koko olisi 50 kWp. Tällaisen kokoluokan aurinkovoimala vaatisi noin 1250–1750 m²:n kokoisen alueen. Mahdollinen voimalan laajentaminen 100 kWp tehoiseksi nostaisi tilantarpeen jo 2500–3500 m²:iin. Tilantarve ei kuitenkaan ole ongelma, sillä vanhan kaatopaikan etelärinteessä on jopa 67 500 m² vapaata pinta-alaa, joka soveltuisi aurinkovoiman tuottamiselle. Esimerkiksi, jos paneeleita sijoitettaisiin 23 000 m²:n alueelle, olisi aurinkovoimalan nimellisteho arvioltaan 1,4 MWp. [21.]

Tuuli- ja aurinkovoimalla tuotetun sähkön myyminen on tällä hetkellä taloudellisesti kannattamatonta. Sähkön hinta on alhainen, jonka vuoksi takaisinmaksuajat tuulivoimalalla ja aurinkopaneeleilla ovat turhan pitkät. Jos sähkö myydään verkkoon, se ei edistäisi Ämmässuon omavaraisuusastetta, joka on yksi HSY:n tärkeimmistä tavoitteista. Tämän vuoksi suunnitteilla on hyödyntää Power-to-X-teknologiaa. Power-to-X-teknologiassa tuotettu sähkö käytetään elektrolyysissä vedyn tuottamiseksi. Tuotetulla vedyllä voidaan hiilidioksidin avulla tuottaa metaania tai metanolia, joista metaani olisi Ämmässuolle hyödyllisempi alueella olevien CHP-laitoksien takia. Tuotettu metaani voitaisiin silloin käyttää kaasuvoimalassa sähkön ja lämmön tuottamiseen. Tuotetusta metaanista voisi halutessaan myös tuottaa liikennekelpoista polttoainetta (kuva 14). [22]



Kuva 14. Mahdollinen Power-to-X vaihtoehto Ämmässuolle. [22]

5.5 Geoterminen energia ja lämpöenergian varastointi

Geoterminen energia on maansisäistä lämpöä, joka sekoitetaan usein virheellisesti maalämpöön. Maalämpö on pääasiassa aurinkoenergiaa, joka on sitoutunut maan pinnalle, ulottuen noin 15 metrin syvyyteen. Geoterminen energia puolestaan syntyy osittain maan sisuksissa tapahtuvien radioaktiivisten hajoamisten seurauksena ja osittain maapallon syntytahtumasta jääneestä energiasta, joka johtuu maapallon kuoreen. Lämpöenergian saamiseksi porataan usean kilometrin syvyyteen rinnakkaiset lämpökaivot. Toiseen kaivoon pumpataan vettä kallioperään, jossa se kuumenee lämmön vaikutuksesta. Kuuma vesi palaa toisesta reiästä ja luovuttaa lämmön lämpöverkkoon lämmönvaihtajan kautta. [23.]

Suomessa geotermisen energian hyötykäyttö on vielä lastenkengissä. St1:llä on Espoon Otaniemessä Suomen ensimmäinen geoterminen pilottilaitos, jonka ideana on tuottaa lämpöenergiaa kaukolämpöverkkoon. Pilottilaitos on porautunut 6,5 km:n syvyyteen ja tavoitteena on saavuttaa 40 MW:n lämpöteho. Tämä tarkoittaisi noin 350 GWh lämpöenergiaa vuodessa, joka riittäisi kattamaan 10 % Espoon kaupungin tarpeesta. Viimeisimmän tavoiteaikataulun mukaan pilottilaitos otettaisiin käyttöön vuoden 2021 alkupuolella. [24.]

Ämmässuon alueella on paljon tyhjää tilaa eli laitoksen mahdolluttaminen ei olisi mahdollista. Lisäksi geoterminen energia on HSY:n arvojen mukainen. Otaniemessä oleva pilottilaitos on kuitenkin lämpöteholtaan Ämmässuon tarpeeseen nähden liian suuri. Pienemmässä mittakaavassa se toisi kuitenkin alueelle varman ja helposti ennustettavissa olevan lämmönlähteen, jota alue kipeästi kaipaa.

Kesäisin tuotetaan paljon hyödyntämättä jätettyä lämpöenergiaa. Jos hukatut lämpömäärät pystyttäisiin varastoimaan talveen asti, nostaisi se koko alueen lämpöenergian hyötykäyttöastetta selvästi nykyisestä. Lämmön varastoiminen pitkäksi aikaa on kuitenkin haastavaa. Nykyteknologialla lämpöä varastoidaan joko suuriin vesimääriin tai faasimuutokseen perustuvaan akustoon.

Lappeenrannassa Mustolan lämpökeskuksessa käytetään faasimuunnosteknologiaa. Akustossa on kiinteässä muodossa olevaa suolaa, johon varastoidaan lämpöenergiaa kuumentamalla se 250–300 °C:seen, jolloin suola sulaa. Varastoitu lämpöenergia

voidaan vapauttaa kaukolämpöverkkoon jopa 95 %:n hyötysuhteella. Pieneen tilaan mahtuvan lämpöakun varastointikapasiteetti on 4 MWh ja purkuteho on 300 kW, joka riittäisi kaukolämmön tuottamiseksi 300 omakotitalolle. Tämän suuruinen lämpöakku ei kuitenkaan toisi toivottavaa helpotusta Ämmässuolle. Akuston on oltava suurempi, jotta lämpöä voidaan säilyttää pidemmäksi aikaa. [25.]

Helen rakentaa Suomen suurinta lämpövarastoa Helsingin Mustikkamaan alla sijaitseviin vanhoihin öljyluoliin. Luola saatiin täytettyä vesijohtovedellä joulukuussa 2020. Luolaan mahtui 320 miljoonaa litraa vettä, jota on aloitettu lämmittämään. Lämmityksen odotetaan olevan hidasta, sillä kallioperäkin joudutaan lämmittämään. Veden lämpötilan arvioidaan vaihtelevan 45–100 °C:ssa käyttötilanteen mukaan. Lämpövarasto soveltuu erittäin hyvin pitkäaikaiseen lämmönvarastointiin suuren 11,6 GWh kapasiteettinsa takia. Energiaa siirtämässä on viisi suurta lämmönsiirintä, joiden yhteenlaskettu lataus-/purkausteho on 120 MW. [26.]

5.6 Muita alueen energiataseeseen vaikuttavia asioita

Ämmässuon alueelle on suunnitteilla muutamia uusia laitoksia. Muun muassa sekajätteen laitospainainen lajittelu ja poistotekstiilien lajittelu ja esikäsitteily. Mahdollisten laitosten kulutusarvioista on tehty vasta karkeita selvityksiä. Sekajätteen käsitteilylaitoksen sähkökulutuksen on arvioitu olevan noin 1 200 MWh/vuosi. Sekä sekajätteen käsitteilylaitos että tekstiilien esikäsitteilylaitos olisivat todennäköisesti PIMA-hallin tapaan puoli-lämpimiä tiloja, poikkeuksena tekstiilien käsitteilytila. Tällöin voidaan arvioida laitosten kuluttavan noin 3 000 MWh vuodessa laitosta kohden. Investointiohjelmassa sekajätteen käsitteilylaitoksen ja poistotekstiilien lajittelu- ja käsitteilyhallin mahdolliseksi käyttöönottovuodeksi on merkitty 2023. [27.]

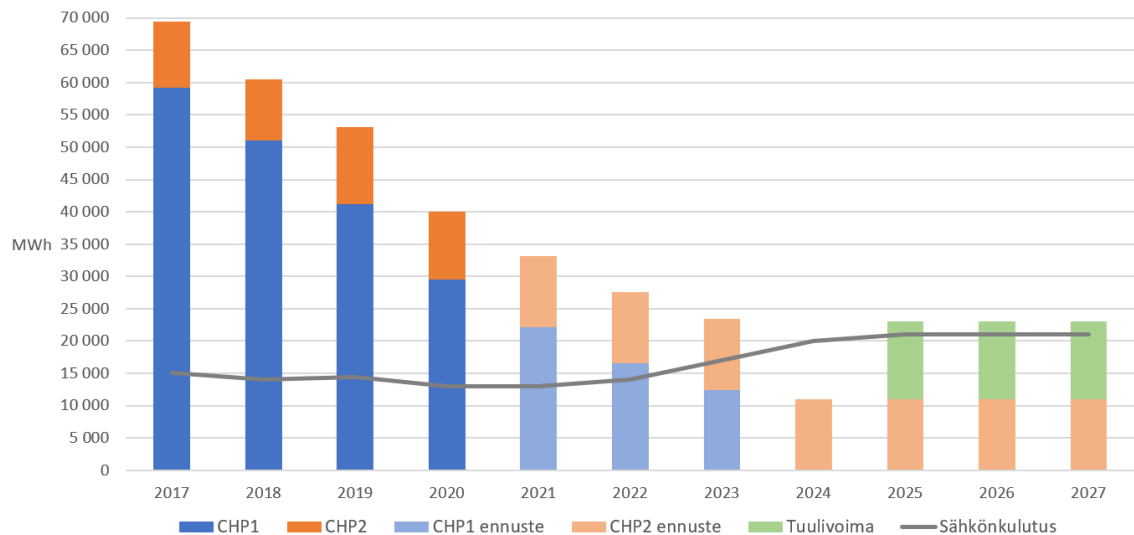
Suunnitteilla on lisätä lämpötilteenottojärjestelmä kompostointilaitokselle, joka hyödynnäisi poistoilmasta saatua lämpöenergiaa. Suunniteltu lämpöpumpun teho olisi 2 MW ja sen sähköteho olisi 400 kW. Lämpöpumpun käydessä täydellä teholla ympäri vuoden, se kuluttaisi noin 3 500 MWh sähköenergiaa, mutta tuottaisi noin 17 500 MWh hyödynnettävää lämpöenergiaa. [28.]

Fortumilla on suunnitteilla uusiutuvaa bioenergiaa hyödyntävä lämpölaitos Ämmässuon ekoteollisuuskeskuksen viereen. 80–90 % puupohjaista polttoainetta käyttävä 110 MW:n lämpölaitos tuottaisi 20–30 % Espoon kaukolämmön tarpeesta, ja se valmistuisi suunnitelmien mukaan vuonna 2022. [29.] Ekoteollisuuskeskuksessa otetaan vastaan energia-puiksi kelpaavaa puujätettä ja risua, jota myydään polttolaitoksille. Yhteistyö Fortumin uuden lämpölaitoksen kanssa olisi hyödyllinen molemmille, sillä Fortum saisi polttoainetta läheltä ja ekoteollisuuskeskus kipeästi tarvitsemaa aluelämpöä.

5.7 Mahdollinen skenaario 2017–2027

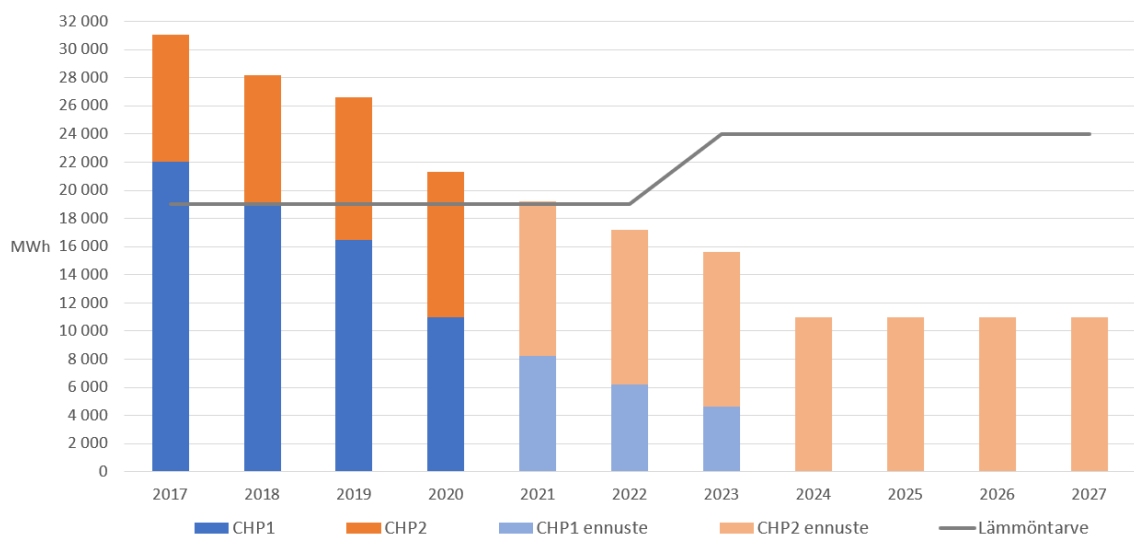
Kuinka Ämmässuon energiavirrat kehittyvät, jos alueelle ei tehdä investointisuunnitelmissä olevien hankkeiden lisäksi muita muutoksia? Skenaario on tehty Excel-työkalun avulla. Tässä mahdollisessa skenaariossa on otettu seuraavat asiat huomioon:

- Kaatopaikkakaasuvoimalan tuottamat sähkö- ja lämpöenergiamäärät vähenevät vuosittain neljänneksellä, kunnes vuonna 2023 viimeinen moottori saatetaan joutua sammuttamaan vähäisen kaasumäärän takia.
- Biokaasuvoimalan sähkö- ja lämpöenergian tuotanto pysyvät nykyisessä.
- Suunniteltu tuulivoimala saadaan käyttöön vuonna 2025. Vuositasolla tuulivoimala tuottaa 12 000 MWh.
- Tuulivoimalla tuotetaan ainoastaan sähköä. Power-to-X-tekniologiaa ei käytetä.
- Alueen sähkönkulutus on nousussa alueen kehittyessä ja laitosten lisääntyessä.
- Alueelle suunnitteilla olevat sekajätteen käsittelylaitos ja poistotekstiilin lajittelu- ja esikäsittelyhalli rakennetaan vuonna 2023, mikä nostaa aluelämmön tarpeen.
- Uusi pyrolyysilaitos pysyy omavaraisena lämpöenergian suhteen, mutta lisää alueen sähkönkulutusta.



Kuva 15. Alueen sähköntuotannon ja -kulutuksen mahdollinen kehitys vuoteen 2027.

Skenaarion vuosittaiset energiankehitykset näkyvät kuvissa 15 ja 16. Sähköntuotannossa omavaraisuus päättyy heti, kun kaatopaikkakaasuvoimala lopettaa toimintansa. Tämä tapahtuu arvion mukaan vuonna 2023, jolloin kerätty kaatopaikkakaasun määrä ei riitä nykyisen moottorin käynnissä pitämiseen. Tällöin vuodesta 2023 eteenpäin sähköomavaraisuutta ei enää olisi, sillä biokaasuvoimalan sähkö myydään tuotantotuen maksimoimiseen. Vuonna 2025 tuulivoimala toisi alueen sähköomavaraisuuteen vähäistä helpotusta, mutta sen tuottama sähkö riippuisi paljon tuuliolosuhteista. Tuulivoimaenergia ei kuitenkaan riittäisi sähköomavaraisuuden saavuttamiseksi.



Kuva 16. Alueen lämmöntuotannon ja -kulutuksen mahdollinen kehitys vuoteen 2027.

Lämmöntuotannossa omavaraisuus on uhattuna jo tänä vuonna. Talvella lämpöä ei tule olemaan tarpeeksi. Ahdinko vain pahenee vuosi vuodelta ja vuonna 2023 kaatopaikka-kaasuvoimalan lopetettua alueen lämmöntarve on tuotantoon nähden kaksinkertaistunut uuden sekajätteen käsittelylaitoksen ja poistotekstiilien lajittelu ja esikäsittelyhallin vuoksi.

6 Yhteenveto

Insinööriyön tarkoitus oli selvittää Ämmässuon alueen sähkö- ja lämpöenergiavirtoja, joiden avulla voitaisiin suunnitella tulevaisuutta. Työn tuloksena syntyi Excel-dokumentti, johon oli kerätty kuukausittaista tuotanto- ja kulutusdataa vuosilta 2015–2020. Dataa kerättiin erinäisistä raportointijärjestelmistä ja raporteista. Alueen sähkön ja lämmöntuotannosta saatiin kerättyä luotettavaa dataa, mutta kulutusarvoissa oli paljon puutteita sekä epäselvyyksiä. Alueelle ei ole ennen tehty näin kattavaa energiaselvitystä, joten tiedonkeruun yhteydessä paljastui erinäisiä ongelmia.

Suurin osa insinööriyön tekoa oli datan kerääminen ja käsitteleminen. Se oli samalla myös haastavin tehtävä useista syistä. Suurin ongelma oli käytössä oleva erittäin kankea Dynamic Report Generator -raportointijärjestelmä. Ohjelmassa on ennalta määrättyjä raporttipohjia, joita pystyy generoimaan ainoastaan yhden kuukauden ajalta kerrallaan. Generoiduista raporteista paljastui paikoin suuria puutteita datassa tai täysin epärealistisia mittaustuloksia, usein johtuen huomaamatta jääneistä rikkinäisistä mittareista. Joitain mittauksia ei seurata aktiivisesti, joten insinööriyöstä jäi puuttumaan paljon alueen pienempiä kulutuskohteita. HSY:llä on aikomus siirtyä toiseen raportointijärjestelmään, joka toivon mukaan toisi helpotusta kaikkien alueen energiamittausten seuraamiseen [9].

Lisähaasteen insinööriyön tekemiseen toi COVID-19-pandemian aiheuttamat rajoitukset ja HSY:n etätyösuositukset, joiden vuoksi yhteistyö muun muassa datan keräämisessä ja ongelmatilanteiden selvittämisessä viivästyi. Vaikka Ämmässuon alueen kokonaisenergiavirtoja ei voitu laskea luotettavasti ja tarkasti, saatiin kuitenkin selvitettyä mahdollisia parannuskeinoja alueen energianseurantaan. Samoin selvitettiin nykyisen kehityksen ja tulevaisuuden investointien vaikutuksia alueen energiavirtoihin.

Ämmässuon ekoteollisuuskeskuksen energiantuotannon kärkipäässä on ollut yli kymmenen vuoden ajan kaatopaikkakaasuvoimala. Valitettavasti sen asema alueen pääenergiantuottajana on hiipunut viime vuosina, eikä se ilman investointeja tuota alueelle sähköä tai lämpöä varmuudella enää kuin muutaman vuoden. Biokaasulaitoksen tuottama aluelämpö on pysynyt samana usean vuoden ajan. Laitoksen tuottama energia ei kuitenkaan riitä kattamaan alueen tarvetta, varsinkaan talvisin. Biokaasulaitoksessa olevat kaksi biokaasureaktoria käyvät puoliteholla, koska kompostointilaitoksella ei ole mahdollisuuksia hyödyntää enempää mädätettä. Löytämällä mädätteelle uusia käyttötarkoituksia tai lisäämällä kompostointikapasiteettiä voitaisiin biokaasuntuotantoa nostaa. Tällöin biokaasuvoimalassa olisi mahdollista tuottaa enemmän sähkö- ja lämpöenergiaa.

Alueelle kaivataan uusia teknisiä ratkaisuja lämpöenergian tuottamiseksi. Hetkellinen lämmöntarve on ollut talvella 2020–2021 suurempi kuin tuotettu määrä ja kompromisseja on jouduttu sen vuoksi tekemään. Tulevina talvina aluelämpö ei tule riittämään kaikille alueen kuluttajille ilman lämmitysöljyn suurempaa kulutusta. Investointistrategiassa ja -ohjelmassa lämmöntuotannon ongelmaa ei kuitenkaan ole otettu tarpeeksi vakavasti huomioon. Nykyiset uusiutuvan energian investoinnit, tuuli- ja aurinkovoiman muodossa, eivät suoraan tuo Ämmässuolle kaivattua helpotusta lämpöenergian tuotantoon, mutta auttaa rakentamaan haluttua imagoa. Tuuli- ja aurinkovoima tuottaisivat ainoastaan sähköä, jonka myyminen alhaisen sähkönhinnan takia on taloudellisesti kannattamatonta. Tuotetun sähkön hyödyntäminen Ämmässuolla riippuu siitä, kuinka alueen energiavirrat kehittyvät. Power-to-X-tekniologian hyödyntäminen on varteenotettava vaihtoehto, jolloin metaania voitaisiin hyödyntää CHP-laitoksilla lämmön tuottamiseen. Kauan suunnitteilla olleen tuulivoimalan rakennustyöt alkavat mahdollisesti vuonna 2024.

Investointiohjelmassa on mainittu sekajätteen käsittelylaitos ja poistotekstiilin lajittelu- ja esikäsittelyhalli. Molemmat laitokset vaikuttaisivat Ämmässuon energiataaseeseen negatiivisesti. Kulutusarvioiden perusteella voidaan todeta, ettei nykyinen aluelämmön tuotanto mitenkään riitä kattamaan vanhojen ja uusien laitosten lämmöntarvetta varsinkaan talvisin. Keväällä 2021 käyttöönotettu koepyrolyysilaitos ja myöhemmin suuren mittakaavan pyrolyysilaitos eivät toisi Ämmässuon lämpöenergiavirtoihin muutosta. Pyrolyysilaitos olisi todennäköisesti lämmön suhteen energiaomavarainen, kun tuotettu lämpö hyödynnettäisiin lietteen kuivaamiseen. Sähkönkulutusta se kuitenkin nostaisi.

Ämmässuon ekoteollisuuskeskuksen suurin helpotus lämpöenergian omavaraisuuden säilyttämiseksi on viereen rakennettava Fortumin uusi lämpölaite, joka suunnitelmien mukaan aloittaa toimintansa vuonna 2022. Jos yhteistyötä ei saada toteutettua, geotermisen energian hyödyntäminen ekoteollisuuskeskukselle on yksi parhaimmista mahdollisuuksista tarvittavan lämpöenergiämäärän tuottamiseksi luotettavasti. Kaatopaikkakaasuvoimalan lopetettua alueella olisi enää biokaasuvoimala tuottamassa lämpöenergiaa, eikä biokaasuvoimalan lämpöenergia riitä yksin kattamaan talvisin edes kaikkia biokierätyslaitoksia.

Lähteet

- 1 HSY yleisesitys. 2020. Diaesitys. Yrityksen sisäinen dokumentti. HSY.
- 2 Strategia ja vastuullisuus. Verkkoaineisto. HSY. <<https://www.hsy.fi/hsy/strategia-ja-vastuullisuus>>. Luettu 20.1.2021.
- 3 Jätehuollon investointistrategia. 2018. Yrityksen sisäinen dokumentti. HSY.
- 4 Ämmässuon ekoteollisuuskeskus. Verkkoaineisto. HSY. <<https://www.hsy.fi/jatteen-ja-kierratys/ammassuon-ekoteollisuuskeskus/>>. Luettu 21.1.2021
- 5 Ämmässuo 30 vuotta – kaatopaikasta kiertotalouden edelläkävijäksi. 2017. Verkkoaineisto. STT. <<https://www.sttinfo.fi/tiedote/ammassuo-30-vuotta---kaatopaikasta-kiertotalouden-edellakavijaksi?publisherId=4346&releasId=62946857>>. 31.8.2017. Luettu 21.1.2021.
- 6 Ilmakuva Ämmässuosta. 2020. Yrityksen sisäinen dokumentti. HSY/Suomen Ilmakuva Oy.
- 7 Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen toiminta vuonna 2020. 2021. Yrityksen sisäinen dokumentti. HSY.
- 8 HSY Ämmässuon kaatopaikkakaasun tehokas hyödyntäminen kaasun laadun ja määrän heikentyessä. 2018. Yrityksen sisäinen dokumentti. HSY/Sweco.
- 9 Kopalainen, Sauli. 2021. Toimintovastaava, HSY, Espoo. Keskustelu. 5.3.2021.
- 10 HSY. 2010. Selvityksistä saavutuksiin. Helsinki: Tuokinprint Oy.
- 11 Triogen ORC lämmön hyötykäyttöjärjestelmät – vihreää sähköä lämmöstä. Verkkoaineisto. Sarlin. <<https://www.sarlin.com/tuotteet/orc-tekniikkaan-perustuvat-l%C3%A4mm%C3%B6n-hy%C3%B6tyk%C3%A4ytt%C3%B6j%C3%A4rjestelm%C3%A4t>>. Luettu 17.3.2021.
- 12 Ämmässuon ekoteollisuuskeskuksen energiavirrat. 2020. Yrityksen sisäinen dokumentti. HSY.
- 13 Kantoluoto, Nea. 2020. Ämmässuon ekoteollisuuskeskuksen biojätteen käsittelyn massatase ja energiatase. Insinööriyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 14 Kaasumootoreiden tulevaisuuden vaihtoehdot. 2019. Yrityksen sisäinen dokumentti. HSY/Pöyry.

- 15 HSY:n biomädätepohjaisen lannoitevalmisteen hyödyntäminen maataloudessa. 2021. Yrityksen sisäinen dokumentti. HSY/T:mi Taitosuuli.
- 16 Uusi jätevedenpuhdistamo Blominmäkeen. Verkkoaineisto. HSY. <<https://www.hsy.fi/Blominmaki/>>. Luettu 16.2.2021.
- 17 JH investoinnit ja kehittäminen 2020. 2020. Yrityksen sisäinen dokumentti. HSY.
- 18 Kainulainen, Aino. 2019. Lietehiilihanke ja lietteen pyrolyysin koetoimintalaitos. Verkkoaineisto. HSY. <<https://www.hamk.fi/wp-content/uploads/2019/04/Aino-Kainulainen.pdf>>. Luettu 16.2.2021.
- 19 Taskinen, Jukka. 2021. Hankepääällikkö, HSY, Espoo. Keskustelu. 17.3.2021.
- 20 Ämmässuon tuulivoimahanke. 2020. Yrityksen sisäinen dokumentti. HSY.
- 21 Aurinkoenergian kannattavuus ja toteutus teollisuussähköverkossa. 2016. Yrityksen sisäinen dokumentti. HSY/Elomatic.
- 22 Jätehuollon tutkimus ja kehitys. Yrityksen sisäinen dokumentti. HSY.
- 23 Geotermistä energiaa maan uumenista. Verkkoaineisto. Turku Energia. <<https://www.turkuenergia.fi/turku-energia/vastuullista-energiaa/uusiutuvat-energialahteet/geoterminen-energia/>>. Luettu 16.3.2021.
- 24 Puhdasta geolämpöä maan syvyyksistä. Verkkoaineisto. St1. <<https://www.st1.fi/geolampo>>. Luettu 16.3.2021.
- 25 Uudenlainen lämpöakku pystyy tuottamaan energiaa 300 omakotitalon lämmitykseen. 2020. Verkkoaineisto. Hiilineutraalisuomi.fi. <[https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Uutiset/Uudenlainen_lampoakku_pystyy_tuottamaan_\(59245\)](https://www.hiilineutraalisuomi.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Uutiset/Uudenlainen_lampoakku_pystyy_tuottamaan_(59245))>. 25.11.2020. Luettu 22.3.2021.
- 26 Mustikkamaan lämpövarasto. Helen. <<https://www.helen.fi/helen-oy>>. Luettu 22.3.2021.
- 27 Investointiohjelma 2021–2030. Yrityksen sisäinen dokumentti. HSY.
- 28 Gareis, Christoph. 2021. Toimintovastaava, HSY, Espoo. Keskustelu. 23.3.2021.
- 29 Fortum hakee ympäristölupaa Espoon Ämmässuolle sijoittuvalle lämpölaitokselle. 2018. Verkkoaineisto. Fortum. <<https://www.fortum.fi/media/2018/08/fortum-hakee-ymparistolupaa-espoon-ammassuolle-sijoittuvalle-lampolaitokselle>>. 29.8.2018. Luettu 22.3.2021.