

Kajaanin kaukolämmöntuotannon vähähiilinen tiekartta

Taustadokumentti

Kaukolämmöntuotannon vähähiiliset ratkaisut -hanke

Karppinen, Heidi; Keränen, Silja

Kajaanin ammattikorkeakoulu

25.5.2023



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Kajaanin ammattikorkeakoulun julkaisusarja B 158

Raportteja ja selvityksiä.

Yhteystiedot:

Kajaanin Ammattikorkeakoulun kirjasto

PL 240, 87101 KAJAANI

Puh. 044 7157042

Sähköposti: amkkirjasto@kamk.fi

<http://www.kamk.fi>

Kajaanin ammattikorkeakoulun julkaisusarja B 158 / 2023

ISBN 978-952-7522-12-7

ISSN 1458-915X

Sisällys

1.	Johdanto	4
2.	Tiekarttatyön lähtökohdat ja tekemisen prosessi.....	5
2.1.	Teknologiakartoitus.....	5
2.2.	Osallistava tiekartan tekeminen.....	6
2.3.	Taustaselvitykset.....	6
3.	Tiekartan tekniset ratkaisut.....	7
3.1.	Tiekartan etappien kuvaus	7
3.2.	Päästöt tiekartassa	11
3.3.	Taustaselvitysten tarkempi kuvaus.....	12
3.3.1.	Lämpövarastot.....	12
3.3.2.	Aurinkoenergia.....	17
3.3.3.	Jäästä energiaa -konsepti.....	18
4.	Tiekartan visuaalisuustyö	21
4.1.	Video tiekartasta.....	21
5.	Yhteenveto	22
	Lähdeluettelo	23

1. Johdanto

Kajaanin ammattikorkeakoulu on toteuttanut 1.6.2021 – 31.3.2023 Kainuun liiton rahoittamaa REACT-EU, EAKR-hanketta nimeltä Kaukolämmöntuotannon vähähiiliset ratkaisut. Hanke lähti liikkeelle tarpeesta selvittää, millaisia mahdollisuuksia kaukolämmöntuottajalla on ja millaisia askeleita heidän pitäisi tehdä, jotta kaukolämmöntuotannon kasvihuonekaasupäästöjä saisi vähennettyä. Tämänhetkisessä maailmassa energiatuotanto on murroksessa ja vähähiilisyystavoitteet, joita Suomikin on asettanut, asettaa paineita muutokseen myös kaukolämmöntuotannossa. Resurs-siivias ja vastuullinen energia on uusiutuvasti ja hajautetusti tuotettua kaukolämpöä.

Hankkeessa on mukana Loiste Lämpö Oy Kajaanista sekä Suomussalmen kunta. Hankkeen ta-voitteena onkin tehdä vähähiilisen kaukolämmöntuotannon tiekartat sekä Kajaaniin että Suomus-salmelle. Tässä raportissa käsittelemme Kajaanin tiekarttaa. Loiste Lämmön toiminnassa ja stra-tegiatyössä on otettu jo pitkään huomioon vähähiilisyys ja vastuullisuus näkökulmat, joten lähtö-kohdat tiekartan tekemiselle olivat erittäin hyvät.

Yhteistyössä Loiste Lämmön kanssa hanke työsti kaukolämmöntuotannon vähähiilisyystiekartan, jossa kuvataan eri askelia, joita on tähän mennessä otettu ja mahdollisia toimenpidetavoitteita tu-levaisuutta ajatellen. Tiekartan tausta-aineisto käsitellään tässä raportissa ja esitetään tausta-ai-neistoon pohjautuva visuaalinen esitys.

Kajaanissa 25.5.2023

Heidi Karppinen

Silja Keränen

vt. projektipäällikkö/Asiantuntija

projektipäällikkö

2. Tiekarttatyön lähtökohdat ja tekemisen prosessi

Kajaanin kaukolämmöntuotannon tiekarttaa lähdettiin työstämään vuoden 2021 lopussa. Ensiksi lähdettiin tarkastelemaan Loiste Lämmön sekä Kainuun Voiman lähihistoriaa. Päätettiin, että tiekartan ensimmäinen tarkasteluvuosi olisi vuosi 2016. Työryhmä, joka koostui Kajaanin ammatti- korkeakoulun, Loiste Lämmön sekä Kainuun Voiman työntekijöistä, asetti aikajanelle erilaisia tavoitteita ja toimenpiteitä, jotka ovat edistäneet vähähiilisyyttä.

Tämän jälkeen lähdettiin työstämään tiekarttaa ja sen ratkaisuja seuraavin askelin.

2.1. Teknologiakartoitus

Hankkeessa tuotettiin kaukolämmöntuotannosta teknologiaselvitys (Savolainen, 2021). Selvityksen tarkoituksena oli kartoittaa erilaisia teknologiaratkaisuja, joilla kaukolämmöntuotannosta saadaan vähähiilisempää.

Kaukolämmöntuotanto on historiansa aikana perustunut kivihiiilen ja öljyn polttamiseen varsinkin 1900-luvun alkupuolella. Sen jälkeen, kun tekniikat ovat kehittyneet, rinnalle on tullut maakaasu, turve ja muut biomassat. Viime vuosikymmeninä on panostettu enemmän uusiutuviin raaka-aineisiin kuten biomassaan, aurinko- ja tuulienergiaan sekä teollisuuden hukkalämpöihin. Vuosikymmenien aikana on myös energiatehokkuus parantunut ja kasvanut.

Teknologisen kehityksen ansiosta myös kaukolämmöntuotannossa nähdään entistä enemmän älykkäitä teknologiaratkaisuja. Parhaillaan on tapahtumassa kaukolämmöntuotannon murros kohti hajautettua, uusiutuvaa ja ympäristölämpöjen hyödyntämiseen perustuvaa kokonaisuutta.

Teknologiaselvityksessä käsiteltiin erilaisia lämpöpumpputyyppejä, jotka voisivat olla yksi keino tuottaa kaukolämpöä. Yleisin lämpöpumppu on tällä hetkellä mekaaninen kompressorilämpöpumppu. Lämmön lähteinä voivat olla luonnonvesien lämpö, teollisuuden hukkalämpöt, maalämpö tai puhdistettujen jätevesivirtojen lämpö.

Lämpöpumppu on kohtuullisen iso alkuinvestointi, mutta sitä pienentävät esimerkiksi lämmönlähteen optimaalinen sijainti, tilan edullisuus, tilanne, jossa tuotettu lämpö mahdollista ajaa suoraan kaukolämpöverkkoon, sekä järkevä laitospoko. Lisäksi seuraavat tekijät parantavat lämpöpumpun jatkuvaa kannattavuutta: saatavuudeltaan tasainen lämmönlähde, riittävä vuotuinen käyttöaika, tuotetun energian varastointimahdollisuus sekä alhainen sähkön hinta ja siirtomaksut.

Vähähiilisyyden näkökulmasta lämpöpumput kasvattavat uusiutuvan tuotannon osuutta eivätkä aiheuta paikallisia päästöjä. Riskeinä lämpöpumppuihin liittyen on tunnistettu se, että kaupunkien keskusta-alueella ei välttämättä ole tarvittavaa tilaa, lämpöpumppujen kannattavuuteen vaikuttaa sähkövero sekä lämpötilatasojen muutokset erityisesti talviaikana.

Lämpövarastot ovat yksi keskeinen keino kaukolämmöntuotannon teknologiaratkaisuissa. Jos kaukolämmöntuottajalla on mahdollisuus lämpövarastoon, sen ei tarvitse tuottaa ja kuluttaa kaikkea lämpöä samanaikaisesti.

Lämpövaraston avulla voidaan välttää öljyllä tai kaasulla toimivien huippukuormalaitosten käynnistäminen kulutushuippujen aikana. Kun sähkö on edullista, voidaan lämpövarastoa ladata lämpöpumpulla tai sähkökattilalla. Lämpövarasto voidaan sijoittaa esimerkiksi käytöstä poistettuun kallioluolaan tai louhia sopiva luola. Muita varastointitapoja ovat säilöakut, kaivantovarastot, porareikävarastot ja pohjavesivarastot.

Kolmas keino tuottaa vähähiilisempää kaukolämpöä ovat sähkökattilat. Selvityksessä käsiteltiin elektrodikattila- ja vastuskattilamallit. Elektrodikattilassa elektrodit upotetaan veteen, joka toimii vastuksena. Elektrodien korkeutta voidaan säätää ja eri korkeuksilla voidaan säätää kattilan tehoa. Elektrodikattila tuottaa ensisijaisesti höyryä, mutta lämmönvaihtimella voidaan siirtää lämpö kaukolämpöverkkoon käytettäväksi. Elektrodikattilan vettä joudutaan käsittelemään (johtokyky, pH ja happi). Vastuskattilassa sähköä johdetaan vedessä olevien vastuselementtien läpi. Tässä kattilamuodossa vettä ei tarvitse erityisesti käsitellä vaan voidaan käyttää suoraan kaukolämpövettä.

Lähitulevaisuudessa kaukolämpöä voidaan tuottaa aurinko- ja tuulienergian lisäksi hukkalämmöllä, lämpöakuilla, geotermisellä lämpöenergialla ja kaksisuuntaisella kaukolämmöntuotannolla. Näistä enemmän myöhemmin.

2.2. Osallistava tiekartan tekeminen

Hankkeen yhtenä merkittävänä osana tiekarttatyötä oli yhteistyö ja sidosryhmätyöskentely. Hankkeen aikana on pidetty yllä keskustelua kaukolämmöntuotannosta ja etsitty mahdollisuuksia uusiin tapoihin tuottaa Kajaanissa energiatehokasta ja vähähiilistä kaukolämpöä.

Tiekarttatyössä iso merkitys on ollut yhteistyö Loiste Lämmön kanssa. He ovat olleet hankkeessa mukana hankkeen alkutaipaleelta lähtien. Hankkeen tavoitteena on ollut toteuttaa sellainen tiekartta, jossa huomioitaisiin sekä Loiste Lämmön tarpeet sekä hankkeen tarpeita.

24.3.2022 järjestettiin sidosryhmätilaisuus, jossa keskusteltiin Kajaanin kaukolämmöntuotannon vähähiilisyystiekartasta. Tilaisuuteen osallistui edustajia KAMKin ja Loisteen lisäksi Kajaanin kaupungilta, Ekokympiltä, Pölkky Oy:ltä, Renforsin Rannasta, Kainuun ELY-keskuksetta, Suomussalmen energiasta, Tieteen tietotekniikan keskus Oy eli CSC:lta ja Kajaanin Vedeltä.

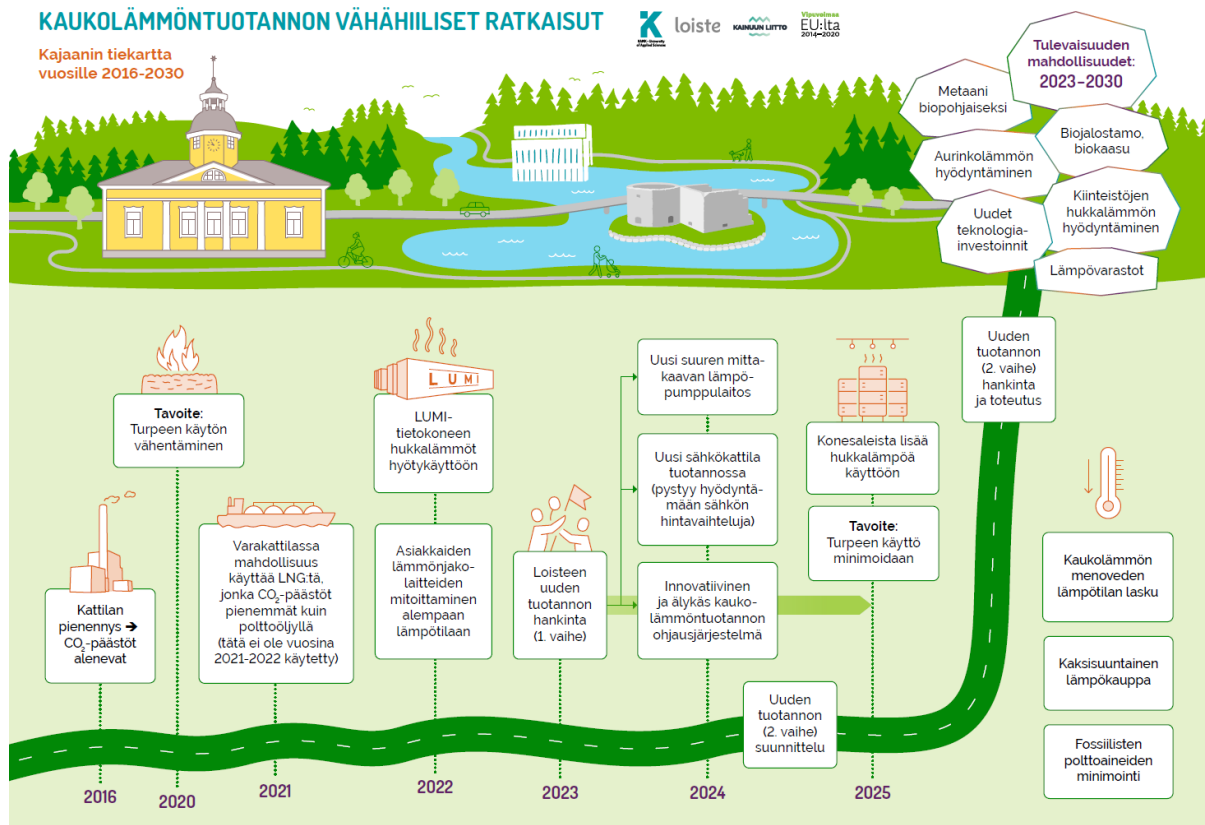
2.3. Taustaselvitykset

Hanke teetti asiantuntijatyönä taustaselvityksiä tiekarttaa varten. Kilpailutuksen kautta tehtävään valikoitui Ramboll Finland Oy. Rambollin ja Loiste Lämmön kanssa keskusteltiin halutuista selvityksistä, jotka voisivat olla potentiaalisia tulevaisuuden toimenpiteitä kohti vähähiilisempää kaukolämpöä. Selvitykseen valikoitui **lämpövarasto** (Ramboll, Jääkone osaksi Kajaanin kaukolämpöjärjestelmää, 2022), **aurinkoenergia** (Ramboll, Aurinkolämpöjärjestelmä Kajaanin kaukolämpöjärjestelmässä, 2022) ja **jäästä energiaa-konseptin arviointi** Kajaaniin (Ramboll, Lämmön maakuoppavarasto Kajaanin kaukolämpöjärjestelmässä, 2022). Näiden selvitysten sisältöä kuvataan tarkemmin myöhemmin tässä raportissa.

Lisäksi Loiste on teetättänyt itse omia selvityksiään, koska heillä on samanaikaisesti ollut meneillään tuotantostrategiatyö.

3. Tiekartan tekniset ratkaisut

Monien vaiheiden ja perusteellisen valmistelun jälkeen tiekartta muotoutui seuraavanlaiseksi:



Kuva 1. Kajaanin kaukolämmöntuotannon vähähiilisyden tiekartta. Tiekartan visuaalisuus: Kouta Media.

3.1. Tiekartan etappien kuvaus

Kajaanin tiekartassa on kuvattu etapein eri askeleet, joita Loiste Lämpö on tehnyt ja mahdollisia etappeja tulevaisuuteen. Tiekartassa esitetyt etapit ovat

1. Kattilan pienennys

Kainuun Voima Oy:n pääkattila on pienennetty vuonna 2016. Kattilan maksimiteho on laskenut 240 MW:sta 200 MW:iin. Minimikuorma-ajossa päästään nykyään 38 MW saakka entisen 68 MW sijasta. Tämä mahdollistaa pääkattila-ajon keväällä ja syksyllä pidempään, jolloin varakattilan käyttöaika jää lyhyemmäksi. Pääkattila käyttää pääasiassa biopolttoaineita ja varakattila nesteytettyä maakaasua (LNG) sekä kevyttä polttoöljyä. Tästä seuraa hiilidioksidipäästöjen (CO₂) väheneminen pääkattilapienennyksen jälkeen. Keskimääräinen vuosittainen hiilidioksidipäästövähennys vuosilta 2017–2020 on noin 3600 t. Lämmöntuotannolle kohdistettu osuus noin 2800 t.

2. Yhdessä LUMI-konesalin kanssa pienen kuorman kaukolämmön tuotanto, varakattilan LNG:n käyttö 2,3 GWh/a

Nimellisteholtaan 120 MW kevyellä polttoöljyllä toiminut varakattila on muutettu 2021 osittain nesteytetyllä maakaasulla (LNG) toimivaksi. Kattilassa on kaksi 30 MW LNG käyttöistä poltinta. Lisäksi kattilaan on jätetty kaksi 30 MW kevyellä polttoöljyllä toimivaa poltinta vara- ja huippukäyttöä varten. LNG:n CO₂-päästökerroin on noin 20 % pienempi kuin kevyen polttoöljyn. CO₂-säästö kevyeen polttoöljyyn verrattuna asettuu noin 900–1000 t/a välille, kun käyttö 17–18 GWh/a. Kevyen polttoöljyn biokomponentti pienentää osaltaan CO₂-päästöjä, mutta voi aiheuttaa mikrobikasvustoa varastoinnissa ja polttoainelaitteissa. Seurauksena voi olla käyttöhäiriöitä ja tuotantokatkoja.

3. LUMI supertietokone, käyttöönotto

Konesalin rakennettu sähköteho on 10 MW. Konesalin kuluttamasta sähköstä oletetaan saatavan noin 8 MW kaukolämpöteho. Lämpö nostetaan kaukolämpöverkkoon sopivaksi kolmella 3,2 MW tehoisella lämpöpumpulla. Kaukolämpöyhtiö Loisteen arvio on, että konesali tuottaa käydessään huipputeholla 20 % vuotuisesta kaukolämmöstä. Fossiilisten CO₂-päästöjen kannalta on oleellista, paljonko korvataan kevyen polttoöljyn, LNG:n ja turpeen käyttöä.

Konesali tuotti vuonna 2022 kaukolämpöä 3,4 GWh. Maksimissaan – tulevina vuosina – LUMI-konesalin tuotanto on luokkaa 20 GWh, mikä vähentää varakattilan LNG käyttöä 6 GWh (vastaa CO₂ noin 1200 t/a). Pääkattilan tuotanto pienenee 18,5 GWh konesalin vaikutuksesta ja CO₂-säästö riippuu polttoaineseoksesta. Maksimitehollaan konesali tuottaa siis 20 % Kajaanin kaukolämmöntuotannosta.

4. Kaukolämpöverkon menoveden lämpötilan ohjearvon laskeminen

Lämpöhäviöt ovat tyypillisesti noin 10 % tuotetusta lämmöstä. Jos menolämpötilaa lasketaan 10 astetta, niin lämpöhäviöt laskisivat lähes 10 prosentilla. Vuoden 2022 alusta mitoitustilanteeseen on tullut muutos. Uuden ohjeistuksen mukaan kaukolämpöverkkoon menevän veden lämpötilaa lasketaan asteittain +115 asteesta +90 asteeseen kaukolämpöyhtiön päätöksen mukaisesti. (Energiateollisuus, 2021). Lämpötilan lasku mahdollistaa myös paremmin ympäristölämpöjen ja hukkalämpöjen hyödyntämisen sekä kaksisuuntaisen lämpökaupan.

Muutoksena aiempaan on tilojen ja ilmanvaihdon lämmityksen mitoituksen perusteena oleva kaukolämmön tuloveden lämpötila, joka lasketaan lämpötilasta 115 celsiusastetta lämpötilaan 90 celsiusastetta. CO₂-päästöt pienenevät fossiilisen polton yhteydessä. Huomioitavaa kaukolämpöverkon ja tuotantolaitosten kannalta on kaukolämpöveden vesikemiaan kohdistuvat vaatimukset. Lämpötilan laskiessa veteen liukenee helpommin ilmaa, mikä aiheuttaa korroosioriskiä. Myös erilaisia kasvustoja voi ilmetä lämpötilan laskun seurauksena. Edellä mainitut saattavat lisätä kunnossapitokuluja sekä kaukolämpöverkossa että voimalaitoksilla. Lisäksi käyttöhäiriöiden riski saattaa kasvaa.

5. Turpeen käytön vähentäminen

Kainuun Voima Oy on vähentänyt turpeen käyttöä pääkattilassa puuperäisillä polttoaineilla vuonna 2020. Vuonna 2021 osuus oli alle 20 % kokonaiskäytöstä. Vuonna 2022 pyrittiin alle 10 % osuuteen, mutta turpeen käytön pienentäminen vaikeutunut puun saatavuuden ja yleisen maailmantilanteen vuoksi.

Tavoitteena on, että turpeen käyttö minimoidaan vuoteen 2025 mennessä. Puupolttoaineen saatavuus aiheuttaa haastetta tavoitteelle. Kun turpeen käyttö loppuu, ainoastaan käynnistysöljy aiheuttaa nykyisellä pääkattilalla CO₂-päästöjä. (Poikkeustilanteissa hiili 1.5.2029 saakka).

6. Konesali hukkalämmöt 5 GWh/a

Odotusarvona on, että vuonna 2025 mahdollisia uusia konesalikohteita olisi kaksi kappaletta.

7. Biokomponentti varakattilan käyttämään metaaniin

Tavoitteena on, että metaanista 10–15 % olisi vuonna 2025 biopohjaista. Tähän vaikuttaa se, miten biokaasun saatavuus kehittyi tulevaisuudessa. Peuraniemen jätevesipuhdistamon yhteyteen on selvitetty mahdollisuutta tuottaa biokaasua. Koko Suomessa biokaasupotentiaali on 10 TWh. Vuonna 2017 Suomessa tuotettiin biokaasulla 0,5 TWh sähköä ja lämpöä. Neljän terawattitunnin biokaasun tuotanto edellyttää yli 100 uutta biokaasulaitosinvestointia eri puolelle Suomea 2020-luvulla. (Suomen biokierto ja biokaasu ry, 2022)

8. Kainuun Voiman jäähdytysvesivirran lämpösisältö 30 GWh/a

Jäähdytysvettä tarvitaan voimalaitoksen yleiseen käyttöön (pumppujen ja puhaltimien jäähdytykseen) noin 200 l/s ja turbiinilauhduttajaan 700 l/s. Lauhdesähköntuotannon toimituksessa jäähdytysveden tarve on yhteensä noin 900 l/s. Jäähdytykseen käytetty vesi lämpenee laitoksella keskimäärin 11 asteeseen (riippuen vuodenajasta 5–15 °C).

Kajaaninjokeen johdettava lämpökuorma ei ole merkittävästi pienentynyt paperitehtaan loppumisen 2008 jälkeen, sillä pois jäänyt prosessilämpökuormitus oli laitoksen vastapainekuormaa. Jokeen johdettava lämpö aiheutuu pääasiassa lauhdesähkön tuotannosta ja laitteiden jäähdytystarpeesta. Laskennallinen jäähdytysveden sisältämä lämpöenergia 5 C-asteen lämpötilaerolla on 4 MW:sta ylöspäin. Jos käyttöajaksi oletetaan 7500 h saadaan energiaksi 30 GWh.

Seuraavassa ovat sellaiset toimenpiteet, tavoitteet ja etapit, jotka katsotaan olevan mahdollisia tulevaisuudessa:

1. Jätevedenpuhdistamon lietteen käsittely biokaasuksi

Rambollin Kajaanin Vedelle tekemän esiselvityksen perusteella kaasun energiatuotto on noin 250 kW ja 2200 MWh/a.

2. Kivihiilen energiakäyttö loppuu Suomessa 1.5.2029

Hiili on lähivuosina ainoastaan poikkeustilanteissa käytettävä toimitusvarmuutta turvaava varapolttoaine. (Finlex, 2019)

3. Aurinkolämpö

Rambollin 2022 laatimassa selvityksessä "Aurinkolämpöjärjestelmä Kajaanin kaukolämpöjärjestelmässä" todettiin, että aurinkolämmöllä tuotetun kaukolämmön tuotantokustannus on 30 €/MWh (investointi huomioitu ja käyttöikä 25 vuotta). Jos käytetään käyttöikä 30 vuotta ja järjestelmälle saadaan investointitukea, tuotantokustannuksia saadaan alennettua.

4. Jätevedenpuhdistamon poistovirrasta lämpö talteen

Jätevedenpuhdistamon tarvitsemaa lämpöä otetaan jätevedestä ja ylimääräinen energia on hyödynnettävissä kaukolämpöverkossa. Kaukolämpöputki laitokselle on valmistunut vuonna 2017 ja sitä pitkin voidaan siirtää noin 1 MW teho. Rambollin tekemässä esiselvityksessä vuoden 2018 kulutustiedoista arvioitu jätevedenpuhdistamon käyttämä suurin kaukolämpöteho on 0,7 MW.

Ramboll arvioi, että jätevedestä kylmimpään vuodenaikaan (tammi-maaliskuu) saatava lämpöteho on 1,1 MW kuukausikeskiarvona. Vuotuinen jätevesipuhdistamolle tulevan jäteveden lämpöenergia olisi 12 GWh ja jätevedenpuhdistamon käyttämä lämpöenergia 1,4 GWh/vuosi.

Jätevesipuhdistamolta näyttää lämpötaseiden puolesta olevan mahdollista syöttää energiaa kaukolämpöverkkoon. Lämpöä on vähiten toimitettavissa kylmimpään vuodenaikaan.

5. Lämpövarasto

Kainuun Voimalla on Renforsin Rannassa olemassa 10 000 m³ lämpövarasto, joka auttaa vuorokauden sisällä tasaamaan lämmöntuotanto ja -kulutusta. Suurempi lämpövarastokapasiteetti voisi kuitenkin olla tarpeellinen.

Ramboll laati KAMKin tilaaman selvityksen "Lämmön maakuoppavarasto Kajaanin kaukolämpöjärjestelmässä". Selvityksessä tutkittiin kolmen eri kokoisen maakuoppavaraston toimintaa ja kannattavuutta nykyisessä Kajaanin kaukolämpöjärjestelmässä. Maakuoppavarastojen tilavuudet olivat 100 000 m³, 300 000 m³ ja 500 000 m³. Kokonsa puolesta varastoja voi pitää kausivarastoina. Yli 300 000 m³ varastot eivät ole kannattavia ja pienimmän varaston kannattavuus oli heikko. Pienin varasto parantaa erityisesti sähkön

myynnistä tulevia tuottoja. Kausivarastoinnin hyödyllisyyttä vähentää se, että nykyisessä tuotantorakenteessa Kainuun Voiman pääkattilan kapasiteetti on suuri ja polttoaine kohtuullisen halpaa.

6. Sähkökattila

Rambollin selvityksessä "Lämmön maakuoppavarasto Kajaanin kaukolämpöjärjestelmässä" esitettiin, että kausivaraston kannattavuutta olisi ehkä mahdollista parantaa sähkökattilalla, jolla lisäksi voitaisiin tuottaa höyryä ja korvata erityisesti kesäajan LNG käyttöä.

7. Kaukolämmön tarpeen pienentyminen

Kaukolämmön tarve pienenee arviolta -0,8 % vuodessa energiatehokkuuden, vanhan rakennuskannan poistuman sekä lämmitystarveluku pienenevän (ilmasto lämpenee) seurauksena. Yhteisvaikutus on noin 10–15 % vuoteen 2035 mennessä. Hiilidioksidipäästöt pienenevät, koska toimitettavan lämmön määrä vähenee.

Muut selvitykset

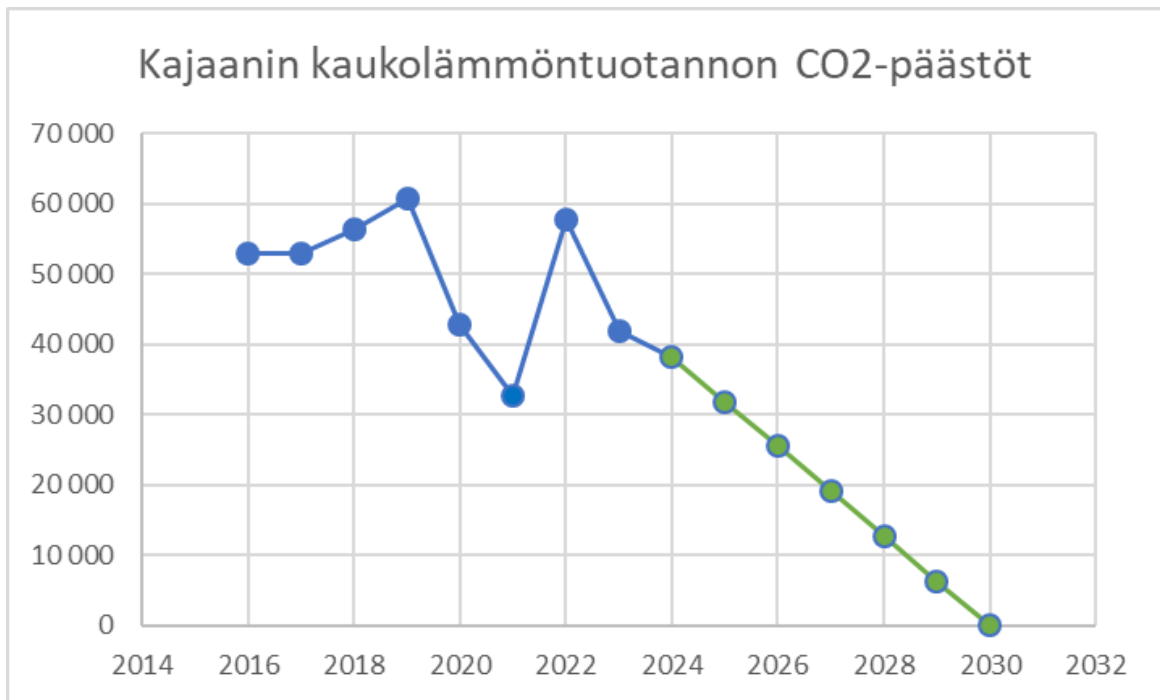
Osana tiekarttatyötä selvitettiin myös Kajaanin Majasaarenkankaalla sijaitsevan kaatopaikan kaatopaikkakaasujen hyödyntämistä. Välimatka kaukolämpöverkkoon on kuitenkin sen verran pitkä, että hyödyntämistä ei nähty taloudellisesti kannattavana. Lisäksi selvitettiin alustavasti alueelle kaavaillun mahdollisen vaarallisen jätteen polttolaitoksen synergioita. Polttolaitoksen toteuttaminen ei kuitenkaan ole etenemässä.

3.2. Päästöt tiekartassa

Hankkeessa viimeisenä toimenpiteenä oli toteuttaa asiantuntijapalvelujen avulla hiilijalanjäljen laskentaa tuotettujen tiekarttojen perusteella. Kilpailutuksen perusteella hankkeelle laskelman teki Macon Oy.

Selvityksen tuloksena Loiste Lämmön kasvihuonekaasupäästöt ovat vaihdelleet vuosittain. Viimeisintä vuotta (2022) lukuun ottamatta päästöt ovat olleet laskusuunnassa. Energiakriisistä ja Ukrainassa olevasta sodasta johtuen Loiste Lämmön kaukolämmöntuotannon olosuhteet väliaikaisesti muuttuivat. Laskelman tuloksena arvioitiin, että Loiste Lämpö tuottaa vähähiilistä kaukolämpöä tiekartassa asetetulla tavoitevuonna 2030, mikäli mitään vastaavanlaisia suuria poikkeamia ei tapahdu seuraavan 10 vuoden aikana.

Alla olevasta kuvaajasta (Kuva 2) voi hahmottaa Kajaanin kaukolämmöntuotannon päästöjen toteutuneen kehityksen sekä uusien investointien myötä tapahtuvan todennäköisen päästöjen merkittävän laskun tulevaisuudessa. Tiedoksi merkittävään, että jos päästötietoja etsii päästökauppatietokannasta energiaviraston sivuilta, ovat luvut erilaiset. Se johtuu sähkön ja lämmön yhteistuotannosta. Alla olevassa kuvassa on esitetty lämmöntuotannon toteutuneet päästöt sekä niiden ennustettu kehitys.



Kuva 2. Kajaanin kaukolämmöntuotannon CO2-päästöjen toteuma ja ennustettu kehitys.

Päästöjen vaihtelua tapahtuu. Kun Loiste Lämmössä tehdään lähivuosina investointeja vähähiilisempiin tuotantomuotoihin, tulevat nämä selkeästi vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä kaukolämmöntuotannosta.

Laskelmien lisäksi Macon Oy teki hankehenkilöstölle laskurin, jolla voidaan vastaisuudessa laskea eri toimenpiteiden hiilijalanjälkeä. Laskuri pohjautuu GHG-protokolla, jossa yritykselle lasketaan scope 1 ja scope 2 mukaan hiilijalanjälki. Scope 1:ssä lasketaan polttoaineet ja itse tuotettu energia. Scope 2:ssa lasketaan ostoenergian eli lämmön ja sähkön osuus hiilijalanjäljestä. Usein yritykset ottavat mukaan myös scope 3:n, jonka avulla katsotaan yrityksen epäsuorat päästöt. Epäsuoria päästöjä voi olla esimerkiksi tässä hankkeessa kaukolämmöntuotannossa raaka-aineiden tulevat ja lähtevät kuljetukset, kaukolämpöverkoston rakentaminen ja veden kulutus ja jäteveden määrä. Laskuri tulee Kajaanin ammattikorkeakoulun henkilöstön käyttöön tulevaisuuden hiilijalanjäljen laskentaa varten.

3.3. Taustaselvitysten tarkempi kuvaus

3.3.1. Lämpövarastot

Ramboll Finland Oy teki ostopalveluna tarkastelun maakuoppavaraston kannattavuudesta Kajaanissa (Ramboll, Lämmön maakuoppavarasto Kajaanin kaukolämpöjärjestelmässä, 2022). Tarkastelussa oli PTES-maakuoppavarasto (Pit Thermal Energy Storage). Varastossa maakuoppaan säilötään energiaa veteen, jota maakuoppa on täynnä. Ratkaisuna maakuoppavarasto on kustannustehokas, koska vesi varaa hyvin lämpöä, sitä on helppo siirtää ja maakuopan "kuutiohinta" on alhainen.

Tarkastelua tehtiin yhteistyössä Loiste Lämmön kanssa. Kannattavuutta arvioitiin Loisteelle valmistetulla EnergyPRO-mallilla. Tämä malli mallintaa eri energijärjestelmiä perustuen eri tuotantoyksiköiden muuttuviin kustannuksiin.

Loiste Lämmöllä on olemassa oleva kaukolämpöakku (ns. KL-akku), joka on kooltaan noin 10 000 m³ ja sen avulla voidaan tehostaa kaukolämmöntuotantoa vuorokausitasolla. PTES:n avulla tätä aikajännettä voidaan pidentää.

Tarkastelussa todetaan, että maakuoppavarasto olisi todennäköisemmin avolouhosityyppinen, jossa valtaosa tilavuudesta olisi kallioperässä. Maakuoppavarastoa varten jouduttaisiin louhimaan kalliota varaston tilavuutta varten. Mikäli maakuoppavaraston tekisi tunnelilouhintana, kustannukset olisivat huomattavasti kalliimmat. Tanskassa on esimerkkinä 85 000 m³ maakuoppavarasto, jonka investointikustannukset olivat noin 3 miljoonaa euroa. Louhinnan vuoksi Suomessa vastaavanlaisen maakuoppavaraston kustannukset olisivat korkeammat.

Tarkastelussa katsottiin neljän eri vaihtoehdon kautta, mikä olisi kustannustehokkain vaihtoehto. Vaihtoehtoina oli nykytila (VE0) ja nykytilan lisäksi kolme eri kokoista maakuoppavaihtoehtoa: VE 1, 2 ja 3. Kooltaan maakuoppavarastot kaukolämpötehoineen olisivat

- VE 0: Nykytila
 - o Kainuun voima 1: 154 MW (+46 MW sähkötehoa)
 - o Kainuun voima 2, Heat Only Boiler, HOB: LNG (Liquified Natural Gas, nesteytetty maakaasu) 60 MW ja POK (kevyt polttoöljy) 60 MW
 - o Ostolämpöä 8 MW
 - o 10 000 m³ kaukolämpöakku: 15 MW
- VE 1: 100 000 m³
- VE 2: 300 000 m³
- VE 3: 500 000 m³

Tarkastelun mallinnuksessa käytettiin vuoden 2020 tuntitason aikasarjoja kaukolämmön sekä höyryn kysynnästä, sähkön hinnasta ja lämpötilataseista eli kaukolämmöntuotantoa 292 GWh/vuosi ja höyryä 72 GWh/vuosi, joka tekee yhteensä 365 GWh/vuosi. Kaukolämpöjärjestelmän lämpötilataseot vaikuttivat lämpövaraston toimintaan.

Maakuoppavaraston lämmön varastointikapasiteetti on riippuvainen kaukolämpöverkon lämpötilataseista. Varaston ylälämpötila (eli purkulämpö) on oletettu 20 astetta alhaisemmaksi kuin menolämpötila ja alalämpö (eli latauslämpö) on oletettu 10 astetta alhaisemmaksi kuin verkon paluulämpötila.

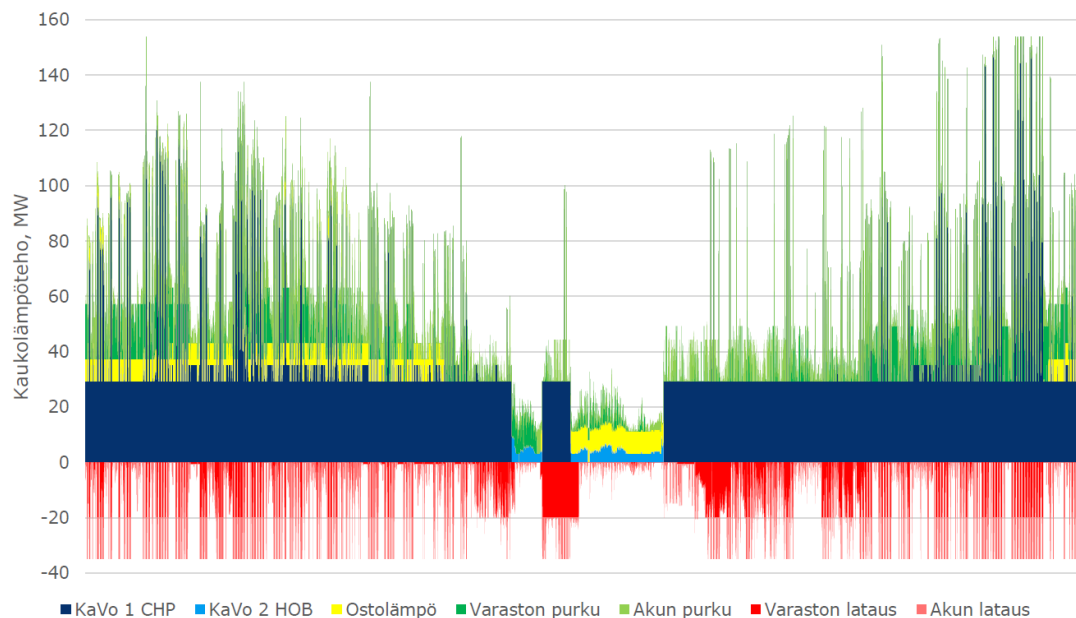
Tällöin varaston lämpötilaero on 10 astetta pienempi kuin verkon. Mallissa huomioidaan myös varaston lämpöhäviöt, jotka ovat riippuvaisia varaston lämpötiloista, ulkolämpötilasta ja maaperän lämpötilasta. Mallinnuksessa sähkön hinta on tuntitasoinen. Se on mallissa Skaalattu vuoden 2020 keskimääräisestä Nord Pool spot-hinnasta (28 €/MWh,

keskimäärin 50 €/MWh). Sähkön hintaan on lisättyantomaksu (1,10 €/MWh) sähköverkkoon silloin, kun sitä tuotetaan.

Vaihtoehto 0: Nykytila (VE0)

Kuvassa (2) esitetään optimoitu energiantuotanto Kajaanin kaukolämpöjärjestelmässä nykytilanteessa (VE0). Olemassa olevan kaukolämpöakun latausteho on piirretty kuvaajaan negatiivisena arvona ja muut tehot on esitetty positiivisina arvoina.

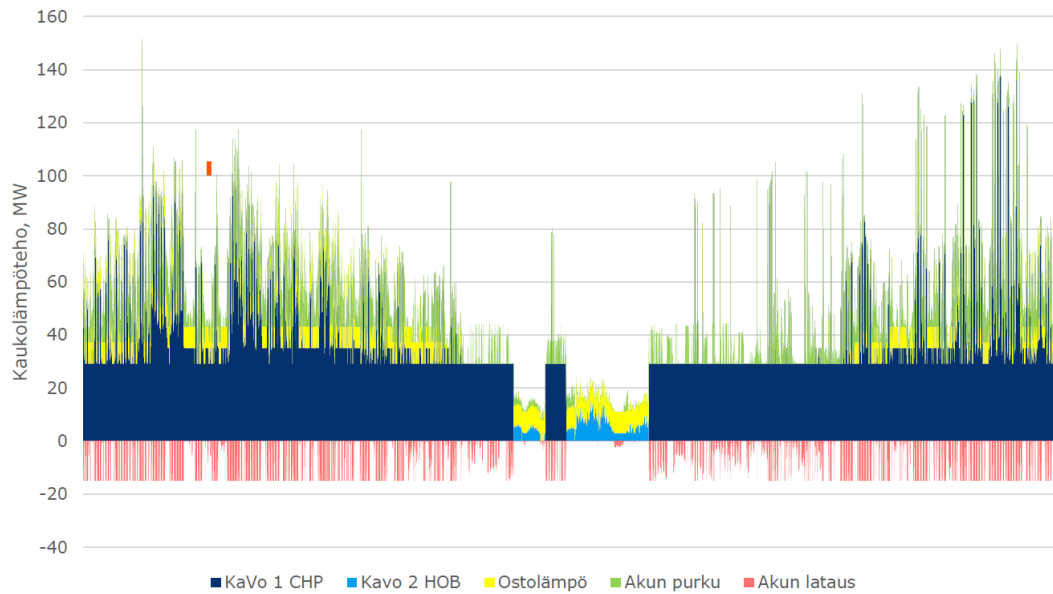
Kaukolämpötuotanto perustuu voimakkaasti Kavo 1 CHP-laitokseen. Kavo 1 on suuri suhteessa Kajaanin kaukolämmön kysyntään. Kaukolämmön minimitiho on 30 MW vastapaineajossa. Kavo 1:n suuri kapasiteetti aiheuttaa sen, että kun lämmölle ei ole kysyntää, saatetaan lämpöä joutua apujäähdyttämään (lauhde) tai siirtymään tuottamaan lämpöä toisilla yksiköillä, joiden primäärienergia on kalliimpaa.



Kuva 3 Nykytilanne (VE0)

Vaihtoehto 1: 100 000 m³ PTES-varasto (VE1)

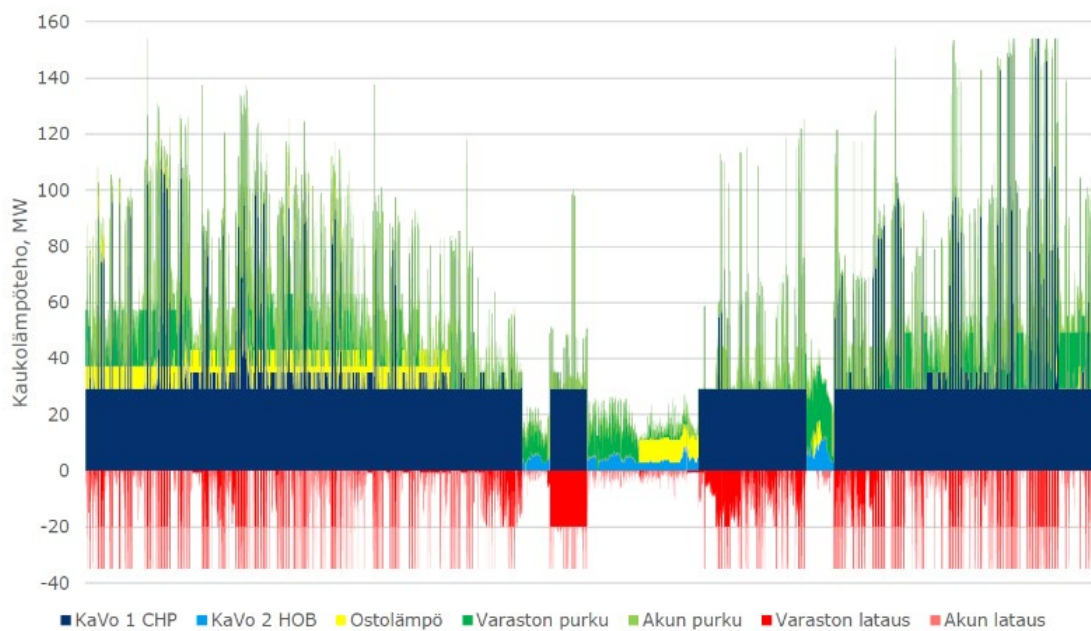
Kuvassa (3) on kuvattu nykytilanne ja lisäksi 100 000 m³ PTES-varaston kanssa (VE1). Varasto auttaisi Kavo 1:n suuren kapasiteetin ja lämmönkysynnän epäsuhdassa (decoupling). Varastoa pystyttäisiin lataamaan ennen sellaista jaksoa, jolloin lämmönkysyntä on alhainen ja purkaa, kun Kavo 1 on sammutettuna. Fossiilisten polttoaineiden käyttöä tällä vaihtoehdolla ei ole mahdollista vähentää tehokkaasti, koska myös kesäaikana höyryn kysyntää on jatkuvasti. Sähkökattilan kanssa vaihtoehto sopisi kesäajan höyryntuotantoon.



Kuva 4 Nykytilanne ja lisäksi 100 000 m³ PTES-varaston kanssa (VE1)

Vaihtoehto 2: 300 000 m³ PTES-varasto (VE2)

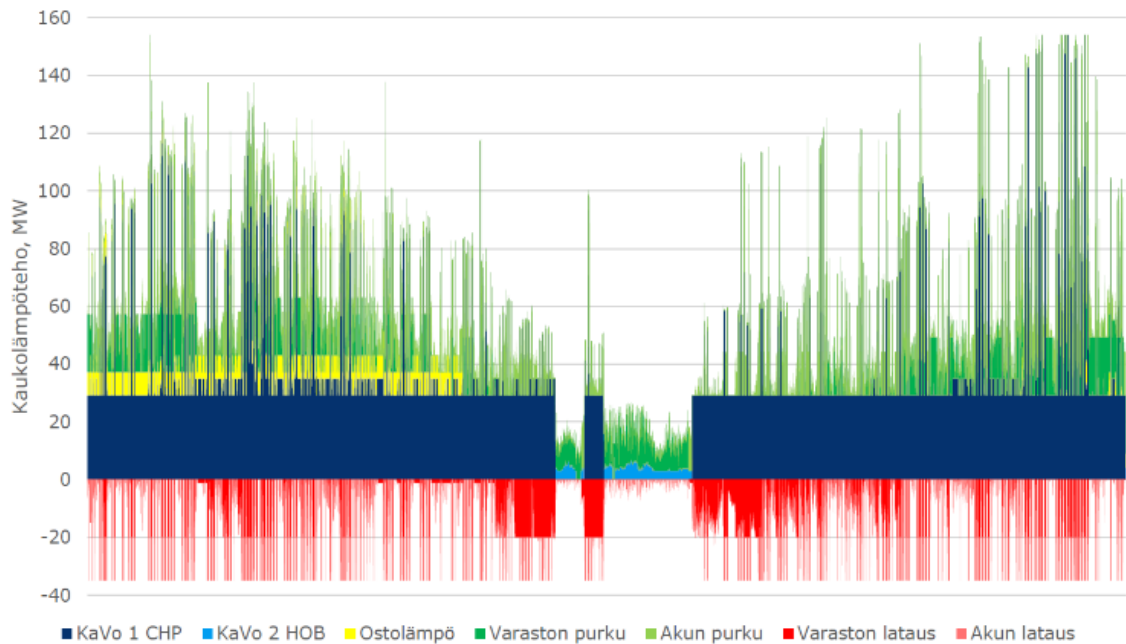
Vaihtoehdossa 2 (kuva 4) olisi nykytilan lisäksi käytössä 300 000 m³ PTES-varasto. Tämän kokoluokan lämpövarastolla saataisiin lisäjoustoa kaukolämpöjärjestelmään ja Kavo 1 olisi mahdollista sammuttaa useammin, erityisesti silloin, kun sähkön hinta ja lämmön kysyntä ovat alhaiset. Pääsääntöisesti tällainen varasto toimisi kausivarastona eli kesällä varastoa ladattaisiin ja talvella purettaisiin. Kaukolämmöntuottajalle tämän koon varastosta syntyisi sähköntuotannon kautta tuloja.



Kuva 5 Nykytilan lisäksi käytössä 300 000 m³ PTES-varasto (VE2)

Vaihtoehto 3: 500 000 m³ PTES-varasto

Vaihtoehdossa 3 on mukana nykytila ja lisäksi 500 000 m³ PTES-varasto (kuva 5). Tämä vaihtoehto mahdollistaisi todellisen lämmön kausivarastoinnin. Kesällä ladattaisiin lämpövarastoa ja talvella sitä purettaisiin. Kaukolämmöntuotannon kannalta suuri lämpövarasto ei vaikuttaisi merkittävästi tuotantoon. Syynä on Kainuun voiman Kavo 1:n korkea kapasiteetti, joka tekee järjestelmästä joustamattoman.



Kuva 6 Nykytilan lisäksi käytössä 500 000 m³ PTES-varasto (VE3)

Varaston käyttö ja varaustaso

Nykyisellä kaukolämpöjärjestelmällä varastoa käytettäisiin hieman eri tavalla ja tämä riippuisi varaston tilavuudesta. Esimerkiksi mitä suurempi varaston koko, sitä aikaisemmin elokuussa aloitettaisiin varaston lataus lämmityskautta varten. Vaihtoehdon 3:n kokaisen lämpövaraston lataaminen tyhjästä kestäisi kuukausia.

Varaston koolla ei ole juuri merkitystä millä tuotantoyksiköllä tuotetaan energiaa. Kavo 2:n (kevyt polttoöljyä käyttävä) käytön voimakas vähentäminen olisi lämpövaraston kannalta kannattavaa. Varaston avulla voidaan maksimoida sähkön myynnistä saatavat tulot, kun ajoitetaan lämmöntuotanto niille ajankohdille, kun sähkön hinta on korkea. CHP-sähköntuotanto on sidoksissa lämmöntuotantoon.

Maakuoppavarastojen kannattavuudesta

Kun katsotaan mallinnuksen avulla eri esiteltyjä vaihtoehtoja kannattavuuden näkökulmasta, pienimmällä 100 000 m³ PTES-varastolla saataisiin melkein samat kustannussäästöt kuin isolla 500 000 m³ PTES-varaston kanssa. Eri PTES-varastojen arvio

investointikustannuksista olisivat: 100 000 m³ noin 8 M€, 300 000 m³ noin 12 M€ ja 500 000 m³ noin 15 M€.

Takaisinmaksuajat olisivat pienimmällä PTES-varastolla 5 % korkokannalla noin 17 vuotta. Kahden isomman PTES-varaston takaisinmaksuajat eivät saavuttaisi pienimmän nettonykyarvoa, joten optimaalisin vaihtoehto PTES-varaston koolle olisi alle 300 000 m³ lämpövarasto.

Tämänhetkisen tilanteen ja selvityksen mukaan varsinaisella kausivarastolle ei ole tilausta nykyisen muotoisessa kaukolämpöjärjestelmässä, koska nykytuotantorakenteessa, koska Kavo 1 CHP:n kapasiteetti on niin suuri ja sen primäärienergia ainakin tois-taiseksi verrattain halpaa (kiinteä biopolttoainesekoitus).

Kausivarasto soveltuisi paremmin kaukolämpöjärjestelmiin, joilla tuotetun energian hinta on alhainen kesällä ja korkea talvella (hukka- ja/tai ympäristölämpöä saatavilla). Selvityksessä arvioidaan, että mikäli järjestelmään tehdään muutos kohti sähkökattilaa, tällöin lämpövarastointi saattaisi olla kannattavaa. Sähkökattilan investointikustannus on matala ja sähkö paikoittain todella halpaa. Sähkökattilalla olisi mahdollista tuottaa myös höyryä, jolloin LNG:n käyttötarve vähenisi.

3.3.2. Aurinkoenergia

Ramboll Finland Oy teki hankkeelle samassa toimeksiannossa selvityksen aurinkoener-gian hyödyntämisestä kaukolämmöntuotannossa. (Ramboll, Aurinkolämpöjärjestelmä Kajaanin kaukolämpöjärjestelmässä, 2022)

Aurinkolämmöntuotanto on Suomessa vielä melko vähäistä. Aurinkolämmön yksi eduista on pienet käytönaikaiset kustannukset ja aurinkosähköön verrattuna sillä on verrattain paremmat hyötysuhteet. Kun aurinkojärjestelmä ikääntyy, vuosittaisen tuotannon pieneneminen olisi vähäisempää kuin aurinkosähköllä. Aurinkolämpöjärjestelmä usein vaatii puskurivaraston eli kaukolämpöakun ja puskurivarasto lisäisi investointikus-tannuksia.

Selvityksessä käytettiin johtavia aurinkolämpöteknologioita, joita ovat erilaiset tasokeräimet ja tyhjiöputkikeräimet. Tyhjiöputkikeräimet ovat investointikustannuksiltaan korkeampia kuin tasokeräimet, noin 20–40 %. Tyhjiöputkikeräimet ovat hyötysuhteeltaan paremmat kuin tasokeräimet, mutta investointikulujen vuoksi tasokeräimet ovat eniten käytettyä teknologiaa. Konservatiivisen arvion mukaan aurinkolämpöjärjestelmien käyt-töikä on noin 25 vuotta, mutta usein käytetään 30 vuoden käyttöikää.

Kun arvioidaan tuotantoennustetta ja kustannuksia, aurinkolämmön kustannukseksi tu-lisi 25 vuoden käyttöiällä noin 30 €/MWh, kun järjestelmään ei ole sisällytetty puskuri-varastoa. Järjestelmän mitoitusta tarkastellessa tulee selvittää puskurivaraston tarve. Kustannuksia laskettaessa selvitystä varten on huomioitava, että laskuihin ei ole sisälly-tetty mahdollisia investointitukia aurinkolämpöjärjestelmille.

Selvityksen perusteella lämmön tuotantokustannukseksi tulisi siis 30 €/MWh huomi-oiden investoinnit ja ilman puskurivarastoa. Jos järjestelmän käyttöikä olisi 30 vuotta ja järjestelmälle saataisiin investointitukea, saadaan tuotantokustannuksia alemmaksi.

3.3.3. Jäästä energiaa -konsepti

Ramboll Finlandin tekemistä selvityksistä jäästä energiaa-konsepti oli tapa, jolla Suomessa ei ole tuotettu energiaa kaukolämpöverkkoon ja tämä on vielä pilotointivaiheinen konsepti. Lämpöpumput ovat yksi kaukolämmöntuotannon hajautettua lämmöntuotantoa. Suomessa on tutkittu mahdollisuutta käyttää pintavesiä lämpöpumppujen lämmönlähteenä.

Talviaikana pintaveden lämpötila laskee kuitenkin alle yhden asteen, jolloin pumpattava vesimäärä kasvaisi niin suureksi, että pumppaaminen olisi mahdotonta. Tätä ongelmaa on lähdetty ratkaisemaan vaihtoehdolla, jossa lämpöpumppu jäädyttää pintavettä hyödyntäen ja tarjoten samalla faasimuutoksien avulla lähes rajattoman lämmönlähteen myös talvikautena.

Ajatuksen pohjalta on lähdetty kehittämään järjestelmä, joka hyödyntää valmista jään valmistukseen suunniteltua konetta. Jotta järjestelmä olisi kaupallinen ja kilpailukykyinen, järjestelmää täytyy tutkia pilottihankkeen avulla. Pilotin avulla voidaan suunnitella tarkoitukseen sopiva jäädyttävä pumppulaitteisto, jonka investointikustannukset olisivat kohtuulliset ja lämpökerroin kilpailukykyinen.

Teetetyssä selvityksessä tarkasteltiin toimintaa ja kannattavuutta 1 MW pilottilaitoksen ja 10 MW kaupallisen laitoksen näkökulmista.

Jäästä energiaa -konseptin tekniikka

Järjestelmässä käytettävää jäädyttävää lämpöpumppua ei ole selvityksen mukaan missään käytössä. Suoraan tarkoitukseen sopivaa laitteistoa ei ole tarjolla, joten konsepti tarvitsee kehitystyötä. Ratkaisevin osa järjestelmää on selvityksen mukaan höyrytin, joka toimisi lämmönvaihtimena lämmön lähteen ja kiertoaineen välillä.

Teollisuudessa on käytössä moniputkihöyrytimiä ja levylämmönsiirtimiä, mutta nämä ei itsessään sovellu jään valmistamiseen. Järjestelmän pohjaksi kannattaakin hyödyntää valmista jääkonetta, koska ne ovat todettu toimiviksi ja käytettäviksi. Jäätetekoneiden erityispiirteitä on hankalaa arvioida, koska kaikki materiaali, joka on saatavilla, on pääosin kaupallisten toimijoiden markkinointimateriaalia. Tieteellistä tutkimusta jäätetekonelaiteistosta on varsin vähän.

Jäätä voidaan valmistaa monella eri tavalla. Jäätetekoneiden kapasiteetit vaihtelevat kymmenien kilojen jäätetekoneista suuriin teollisiin jäätetekoneisiin, jotka voivat tuottaa jopa 80 tonnia jäätä päivässä. Selvityksessä rajattiin ulkopuolelle pienikokoiset laitteistot ja keskityttiin suurenluokan koneisiin.

Huomioitavaa on, että jäätetekoneisto ei tuota lämpöä vaan se tuottaa jäätä, jonka laatu ja tuotantomäärä on pyritty maksimoimaan. Lämmöntuotannossa haetaan jääkoneelta toisenlaisia ominaisuuksia. Näitä ominaisuuksia ovat, höyrytimen lämpötila, huoltokustannukset, jäänmuoto ja tekniikan kypsyy.

Syntyvän jään määrä

Kun vesi on kylmää, siitä saadaan moninkertainen määrä lämpöenergiaa talteen jäädyttämisen prosessissa. Kun jäädyttää yhden kilon vettä yhdellä asteella, se luovuttaa 4,19 kJ energiaa. Kun yksi kilo vettä jäätyy, se luovuttaa 334 kJ energiaa ilman, että sen lämpötila muuttuu. Eli vesi voi luovuttaa noin 80-kertaisen määrän enemmän lämpöä kuin jäätymättä.

Pilottilaitoksen jääntekokoneeseen ja sen tuotantokapasiteettiin vaikuttaa moni tekijä. Pilottilaitos tuottaisi noin 4–5 tonnia jäätä tunnissa. Pilottilaitoksen tuottama jää voidaan mahdollisesti kasata maalle.

Jään hävittämisvaihtoehdot

Rambollin selvityksessä esitetään kolme tapaa jään hävittämiseen: hävitys jokeen, maahan ja kuljettimet. Järjestelmässä syntyvän jään sulattamiseen tarvitaan energiaa saman verran kuin lämpöpumpussa aikaan saatu faasimuutos. Jäätä sulattava lämpöenergia tulee pääasiassa auringon lämpösäteilynä. Jään sulamiseen vaikuttaa moni tekijä, mutta tyypillisesti jää sulaa nopeammin vedessä kuin ilmassa.

Maalle läjitetyt jääpalat sulavat lämpötilan noustessa aivan samalla tavalla kuin luonnolliset lumikasat. Jääkasan massa on kuitenkin suurempi kuin lumikasalla. Putkijääkoneen muodostamalla jääsylinterillä on paljon pinta-alaa massaansa suhteutettuna: tämä nopeuttaa jään sulamista.

Keväällä, kun ilman lämpötila nousee, voidaan jääkasan sulamista nopeuttaa suihkuttamalla jokivettä tai alueen prosessien jäädytysvettä kasan päälle. Maalla sulavat jäät eivät aiheuta ympäristölle merkittävää haittaa, sillä veteen ei ole lisätty mitään ympäristölle haitallisia aineita. Sulamisvedet ohjautuvat asfaltoiduilla piha-alueilta sadevesiviemäreihin ja sitä kautta vesistöön tai ympäröivään maastoon.

Nopein tapa jään hävityskeinoista on siirtää ne Kajaaninjokeen. Luonnonvesistöt ovat erinomaisia jään hävityspaikkoja, koska vastaanottokapasiteetti on lähes rajaton. Jäät kulkeutuvat virran mukana alavirtaan. Ongelmia voi syntyä, jos joen luontainen virtaus muuttuu.

Pilottilaitoksen kohdalla Tihisenniemellä joki on leveä ja melko syvä, joten jään pakkautuminen tai patoutuminen on epätodennäköistä. Mikäli jää hävitetään Kajaaninjokeen, sillä ei ole vaikutusta luonnonsuojelualueille. Jäällä olisi esteetön kulku Oulunjärveen.

Kuljetinvaihtoehdossa jääpalat putoavat painovoiman avulla höyrystimeltä kuljettimelle. Kuljettimia ovat hihna- ja ruuvikuljetin sekä pneumaattiset järjestelmät. Pneumaattisia järjestelmiä ei selvityksessä otettu huomioon, koska käyttökustannukset ovat suuret ja nopeus aiheuttaa putkiston kulumista.

Ruuvikuljettimella jäätä kuljetetaan pysty- ja vaakatasoissa, mutta rajoitetulla toimintamatkalla. Hihnakuljettimet toimivat pidemmällä matkoilla ja toimivat suurillakin korkeuseroilla. Kuljetin siirtää jään jääkoneelta ulos purkupaikalle, joten jään tulee olla kuivaa eli seassa ei saa olla nestemäistä vettä, jotta kuljettimet eivät jäädy pakkasella.

Jos halutaan kasvattaa purkupisteen ja jääkoneen etäisyyttä Kajaaninjoesta, tämän mahdollistaisi pumppaus. Pumppauksen avulla jääseos voidaan pumpata kauemmaksi rannasta ja syvemmälle Kajaaninjokeen. Selvityksessä suositellaan selvitettäväksi pumppauksen kiinteän ja nesteiden pumppausominaisuudet. Pumppaukseen on oltava seoksen pumppaukseen tarkoitettu koneisto.

Pilottilaitoksessa voitaisiin selvittää kuljettimen ja pumppauksen yhdistelmän toimivuus jääntekokoneen yhtenä osana. Jatkoselvityksissä kannattaa tämä asia huomioida investointi- ja käyttökustannuksien lisäksi.

Suomen kaukolämpötuotanto on muutoksessa, kun fossiilisten polttoaineiden polttaminen vähenee nopeaa tahtia. Kaukolämmöntuotannossa suurimpana mielenkiinnon kohteena ovat lämpöpumput ja ympäri Suomea ollaan investoimassa lämpöpumppujärjestelmiin.

Lämmönlähteenä voidaan käyttää hukkalämpöjä ja ympäristön lämpöä kuten ilmaa, maaperän ja vesistöjen lämpöä. Lämmöntuotannon investointiohjelmat ovat suunniteltu usein useiden vuosien ajalle, ja voimalaitosten käyttöikä on kymmeniä vuosia. Jäähdyttävän lämpöpumppujärjestelmän pilotointi selvityksen mukaan kannattaakin tehdä muutaman vuoden sisällä. Jäähdyttävällä lämpöpumppujärjestelmällä on hyvä kilpailuetu muiden lämpöpumppukonsepteihin verrattuna.

Pilottihankkeen toteuttajaksi soveltuu joko toteuttaja tai lämpöyritysvetoisesti. Kaupallinen järjestelmä on kannattava, jos kehitystyön päätteeksi suunniteltu jääkonejärjestelmän investointikustannukset ovat 900 €/W ja talvella jäähdyttävän toiminnon COP on keskimäärin 2,6. Kannattavuus riippuu vaihtoehtoisen tuotantomuodon käyttämästä polttoaineesta ja sähkön hinnasta.

4. Tiekartan visuaalisuustyö

Tiekartta haluttiin tehdä hyväksi visuaaliseksi kokonaisuudeksi, josta selviää helposti, mistä lähtökohdista Loiste Lämpö on lähtenyt viemään kaukolämmöntuotantoaan vähähiilisempään suuntaan. Hankkeessa tiekartan visuaalisuustyö kilpailutettiin ja kilpailutuksen tuloksena työn tekijäksi valikoitui Kouta Media Oy.

Visuaalista ilmettä aloitettiin työstämään kirjaamalla erilaisia ajatuksia ja toiveita millaiselta tiekartan halutaan näyttävän. Tiekarttatyön aloitusvuodeksi laitettiin 2016 ja päättymisvuodeksi Suomen hiilineutraaliuden tavoitevuosi 2035. Lähimenneisyydestä haluttiin nostaa jo tehtyjä toimia ja päätöksiä, joilla on ollut vaikutusta kohti vähähiilisempää kaukolämmöntuotantoa.

Visuaalisessa ilmeessä päädyimme käyttämään sekä KAMKin että Loiste Lämmön väritystä sekä näihin sointuvia värejä. Tiekartan yläosaan kuvitettiin Kajaanin maamerkkejä sekä kainuulaista luontoa ja aktiviteettejä. Tiekartan alaosassa kulkee tie tai polku, jonka varrelle on laitettu toimenpide- ja tavoite-etapit. Lisäksi tiekartalle on merkittynä mahdollisia tulevaisuuden keinoja, joilla Loiste Lämpö voi tuottaa vähähiilistä kaukolämpöä kajaanilaisiin koteihin.

4.1. Video tiekartasta

Hankkeen yhtenä toimenpiteenä on tuottaa tiekartoista videomateriaalia. Hanke toteutti ostopalvelutyönä tiekarttavideon, jossa mukana ovat sekä hankehenkilöstöä että kaukolämpöyhtiön edustaja. Kilpailutuksen perusteella työn tekijäksi valittiin Tanssivat Sudet Oy. Heidän kanssaan toteutettiin video, jossa kuvataan Kajaanin tiekartan ratkaisuja ja kaukolämmöntuotannon päästöjen vähentämistä.

Video on katsottavissa KAMKin Youtube-kanavalla: <https://youtu.be/bL7LwcSASWE>

5. Yhteenveto

Kajaanin vähähiilisen kaukolämmöntuotannon tiekartta toteutettiin tiiviissä yhteistyössä Loiste Lämmön ja Kainuun Voiman asiantuntijoiden kanssa. Pitkän prosessin aikana käytiin läpi eri etappeja, toimenpiteitä ja tavoitteita, joita haluttiin esittää tiekartan visuaalisessa versiossa. Kajaanin tiekartasta nähdään, kuinka askeleita on otettu kohti vähähiilistä tuotantoa ja lähitulevaisuudessa toteutetaan joitakin tavoitteista, jotka prosessin alussa oli vasta idea-
tasolla.

Tiekarttatyön kanssa yhtä aikaa Loiste teki omaa tuotantostrategiatyötään. Näiden perusteella valmistellaan investointia, jonka arvioitu toteutus on vuosina 2023–2024 (1.vaihe). Tässä ensimmäisessä vaiheessa on tarkoitus investoida suuren mittakaavan lämpöpump-
puun, sähkökattilaan sekä uuteen, älykkääseen kaukolämmöntuotannon ohjaus- ja tuotan-
tojärjestelmään. Samalla 2. vaiheen ratkaisut ovat suunnittelupöydällä.

Lähdeluettelo

Energiateollisuus. (2021). Rakennusten kaukolämmitys. Määräykset ja ohjeet. Julkaisu K1/2021.
Energiateollisuus ry.

Finlex. (2019). Laki hiilen energiakäytön kieltämisestä 416/2019. Noudettu osoitteesta www.finlex.fi:
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20190416>

Ramboll. (2022). Aurinkolämpöjärjestelmä Kajaanin kaukolämpöjärjestelmässä.

Ramboll. (2022). Jääkone osaksi Kajaanin kaukolämpöjärjestelmää.

Ramboll. (2022). Lämmön maakuoppavarasto Kajaanin kaukolämpöjärjestelmässä.

Savolainen, H. (2021). TP2 Uudet teknologiat. Noudettu osoitteesta kamk.fi/kaukolampohanke:
<https://www.kamk.fi/loader.aspx?id=090b730a-beab-415c-8893-d4d1ca276b51>

Suomen biokierto ja biokaasu ry. (23.2.2022). Suomeen tarvitaan yli 100 uutta biokaasulaitosta. Tiedote.
Noudettu osoitteesta: <https://biokierto.fi/tiedote-suomeen-tarvitaan-yli-100-uutta-biokaasulaitosta/>